

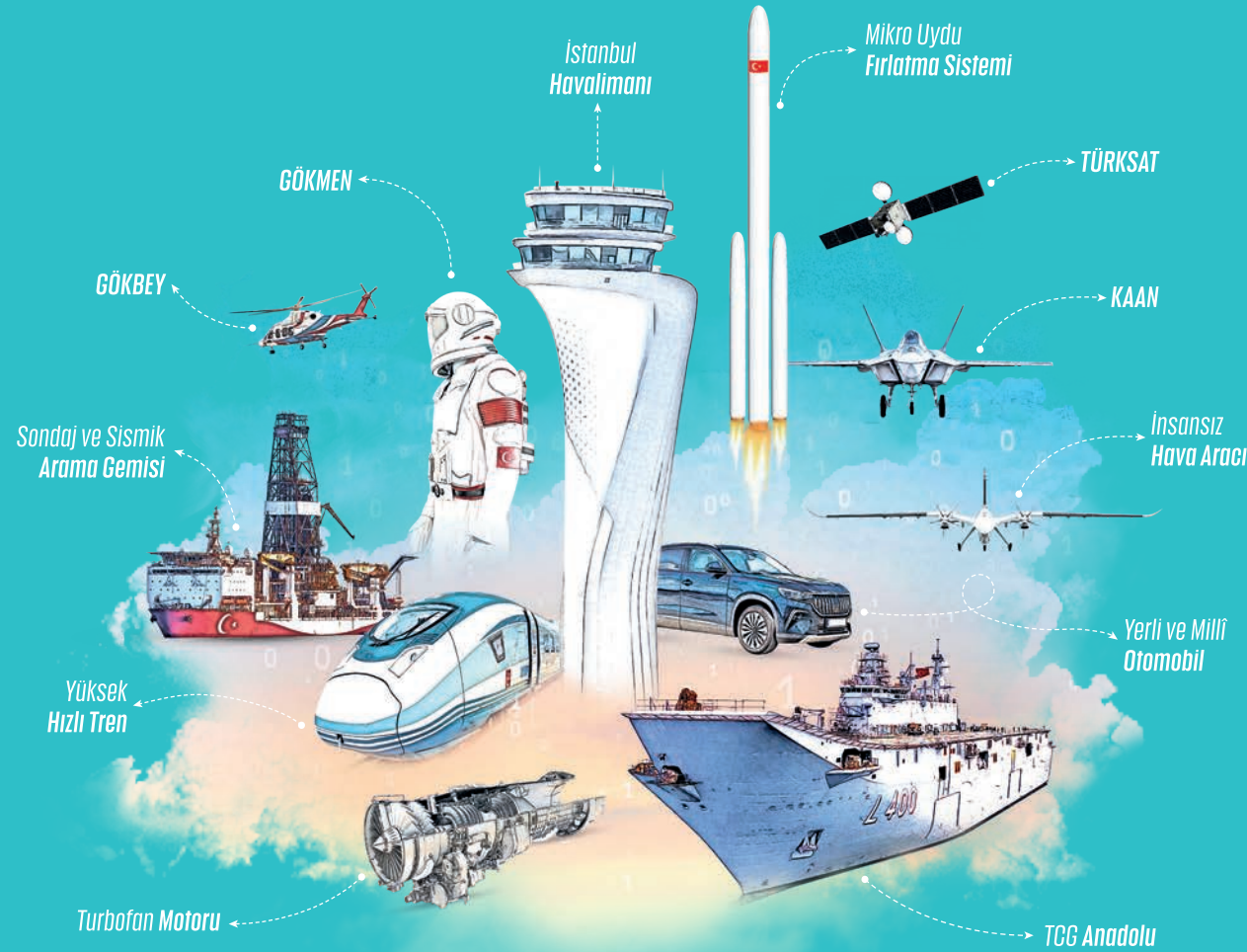
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-8003-2

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

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

YG TESİSLERİNDE ANAHTARLAMA VE OTOMASYON

11-12

DERS MATERYALİ

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

YG TESİSLERİNDE

ANAHTARLAMA VE OTOMASYON

DERS MATERYALİ

11-12



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

YG TESİSLERİNDE ANAHTARLAMA VE OTOMASYON

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ahmet KEKİK
Fethi ÖZDENK
Hasan İÇLİ
Özkan ERDEM



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI: 9377
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ: 3037

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

Dil Uzmanı
Serkan ESEN

Rehberlik Uzmanı
Hüseyin ÇALIKUŞU

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Mustafa ÇELİK

Görsel Tasarım Uzmanı
Hüsniye Cevahir ÖZDOĞAN

ISBN: 978-975-11-8003-2

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dalgalar 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

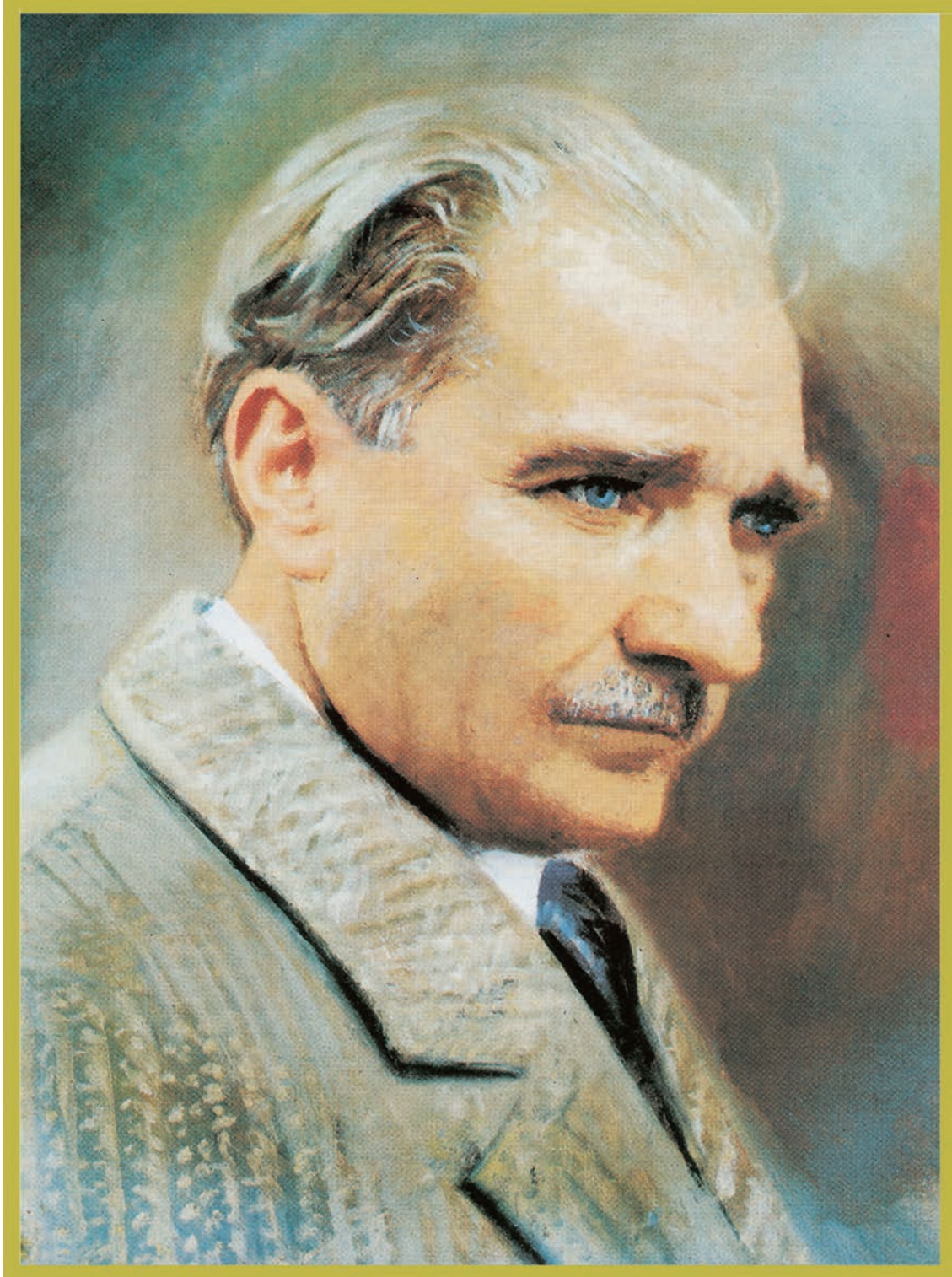
GENÇLİĞE HİTABE

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 namüsaî 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

13

1. ÖĞRENME BİRİMİ: METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELER

1.1. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMM) BÖLÜMLERİ VE DONANIMI	18
1.1.1. Metal Muhafazalı Modüler Hücreler (MMM)	18
1.1.2. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Bölümleri	20
1. Uygulama: METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE BÖLÜMLERİNİN İNCELENMESİ	25
1.1.3. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Bölümlerine Göre Sınıflandırılması	26
1.1.4. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Donanımı	28
2. Uygulama: METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERDE SİGORTA DEĞİŞTİRME	32
3. Uygulama: MMM'DE ÖLÇÜ ALETLERİ VE GÖSTERGELERİN OKUNMASI	37
1.1.5. MMM'nin Fonksiyonel Birimleri (Modüler Hücreler)	40
1.1.6. MMM'de Fonksiyonel Birimlerin Görevleri ve Devre Bağlantı Şemaları	41
1.2. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMM) YERİNE MONTAJI	44
1.2.1. MMM'nin Monte Edildiği Prefabrik Dağıtım Merkezi Yapıları	38
1.2.2. MMM'nin Yerine Montajı	45
1.2.3. MMM'nin Birbirine Eklenmesi	48
1.3. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE (MMM) BAĞLANTILARI	49
1.3.1. MMM'de Hücreler Arası Ana Bara Bağlantıları	49
4. Uygulama: MMM'DE ANA BARA BAĞLANTISININ YAPILMASI	51
1.3.2. MMM'de Giriş ve Çıkış Kablo Bağlantıları	52
1.3.3. MMM'de Alçak Gerilim Kablo Bağlantıları	53
5. Uygulama: MMM'YE GİRİŞ-ÇIKIŞ ORTA GERİLİM KABLOSUNUN BAĞLANMASI	54
1.3.4. MMM'de Kumanda Manevraları	55
6. Uygulama: KESİCİLİ HÜCREYİ DEVREYE ALMA MANEVRASI	58
7. Uygulama: KESİCİLİ HÜCREYİ DEVREDEN ÇIKARMA MANEVRASI	61
1.3.5. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Bakımları	62
8. Uygulama: METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN BAKIMLARININ YAPILMASI	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	64

2. ÖĞRENME BİRİMİ: YG ŞALT SAHALARI VE KUMANDA PANOLARI

2.1. ŞALT SAHALARI VE DONANIMLARI	66
2.1.1. Elektrik Enerjisinin İletimiyle İlgili Temel Kavramlar	66
2.1.2. Şalt Sahası Çeşitleri	67
2.1.3. Şalt Sahası Donanımları	70
1. Uygulama: GÜÇ TRANSFORMATÖRÜ ELEMANLARININ İNCELENMESİ	74
2. Uygulama: ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN AYIRICININ MANUEL OLARAK AÇMA MANEVRASI	79
3. Uygulama: ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN AYIRICININ MANUEL OLARAK KAPAMA MANEVRASI	81
4. Uygulama: ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN AÇMA MANEVRASI	85
5. Uygulama: ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN KAPAMA MANEVRASI	87
2.2. YG KUMANDA PANOLARI VE DONANIMLARI	99
2.2.1. YG Kumanda Panolarının Yapısı	99
2.2.2. YG Kumanda Sembolleri	99
2.2.3. YG Kumanda Panolarının Donanımı	100
2.2.4. YG Kumanda Panolarında Manevralar	103
2.2.5. YG Manevralarında İş Güvenliği Ekipmanları	105
6. Uygulama: ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN TEK BARALI SİSTEM AÇMA MANEVRASI	106
7. Uygulama: ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN TEK BARALI SİSTEM KAPAMA MANEVRASI	108
8. Uygulama: ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN BAYPAS AYIRICILI TEK BARALI SİSTEM AÇMA MANEVRASI	110
9. Uygulama: ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN BAYPAS AYIRICILI TEK BARALI SİSTEM KAPAMA MANEVRASI	112
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	114

3. ÖĞRENME BİRİMİ: YG TESİSLERİNDE DC KAYNAKLAR VE KULLANIM YERLERİ

3.1. YG TESİSLERİNDE DC GÜÇ KAYNAKLARI	116
3.1.1. Doğrultucular	116
1. Uygulama: DC ÇIKIŞ GERİLİMİ VERMEYEN KÖPRÜ TİP DOĞRULTUCUDA ARIZA TESPİTİ	122
3.1.2. Aküler	124
2. Uygulama: BOMEMETRE İLE AKÜ YOĞUNLUĞUNUN ÖLÇÜLMESİ	132
3. Uygulama: BAKIMLI AKÜYE SAF SU VE ASİT İLAVE EDİLMESİ	134
4. Uygulama: AKÜ DEĞİŞİMİ YAPMA	136
5. Uygulama: AKÜLERİN SERİ BAĞLANMASI	137
6. Uygulama: AKÜLERİN REDRESÖR YARDIMI İLE ŞARJ EDİLMESİ	138
3.2. YG TESİSLERİNDE DA MOTORLARI	139
3.2.1. Doğru Akım (DC) Motor çeşitleri	139
3.2.2. Ayırıcı ve Kesicilerin Kumandasında Kullanılan DC Motorlar	139
3.2.3. Motorun Dönüş Yönünün Değiştirilmesi	141
3.2.4. DC Motorlarda Arıza Nedenleri	142
3.2.5. DC Motorlarda Bakım ve Onarım İşlemi	142
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	144

4. ÖĞRENME BİRİMİ: AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ VE PLC BAĞLANTILARI

4.1. YG SİGORTALARININ YAPISI VE ÇEŞİTLERİ	146
4.1.1. YG Sigortalarının Yapısı	146
4.1.2. YG Sigortalarının Çeşitleri	147
1. Uygulama: YG SİGORTA YAPISININ İNCELENMESİ	149
2. Uygulama: YG ATIK SİGORTA TESPİTİ	150
4.1.3. YG Sigortalarının Teknik Özellikleri	151
4.1.4. YG Sigortalarının Kullanılma Alanları ve Sigorta Seçimi	154

3. Uygulama: YG SİGORTA ETİKET BİLGİLERİNİN OKUNMASI	157
4. Uygulama: YG SİGORTA ÖLÇÜLERİNİN TESPİTİ	158
5. Uygulama: YG SİGORTA SEÇİMİ	159
4.2. YG SİGORTA MONTAJI	160
4.3. YG SİGORTA DEĞİŞİMİ	161
6. Uygulama: YG SİGORTA MONTAJI	162
7. Uygulama: YG SİGORTA DEĞİŞİMİ	163
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	164

5. ÖĞRENME BİRİMİ: KURANPORTÖR VE SCADA SİSTEMLERİ

5.1. KURANPORTÖR SİSTEMLERİ	166
5.1.1. Sistemin Çalışması	166
5.1.2. Sistemin Bölümleri	166
5.2. NETWORK (AĞ) SİSTEMLERİ	171
5.2.1. Ağın Temel Bileşenleri	171
5.2.2. Ağ Türleri	178
5.2.3. Ağ Topolojileri	181
1. Uygulama: 5'Lİ YILDIZ AĞ TOPOLOJİSİ KURULUMU	184
5.3. SCADA SİSTEMLERİ	185
5.3.1. SCADA'nın Ana Bileşenleri	185
5.3.2. YG Enerji Sistemlerinde SCADA Kullanımı	190
2. Uygulama: SCADA PROGRAMI İLE SİSTEM ELEMANLARININ KONTROLÜ	192
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	193
KAYNAKÇA	194
DİJİTAL MATERYAL İÇERİĞİ	195
CEVAP ANAHTARI	196

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin kapağını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

Öğrenme biriminin adını gösterir.

METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELER

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin kapak görselidir.

Öğrenme biriminde öğrenilecek konuları gösterir.

KONULAR

- 1.1. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMM) BÖLÜMLERİ VE DONANIMI
- 1.2. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMM) YERİNE MONTAJI
- 1.3. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE (MMM) BAĞLANTILARI

Öğrenme biriminde öğrenilecek temaları gösterir.

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Metal muhafazalı modüler hücrelerin bölümlerini ve donanımını inceleyip bakımını yapma
- Metal muhafazalı modüler hücreleri yerine monte etme
- Metal muhafazalı modüler hücre bağlantılarını yapma

Öğrenme biriminde öğrenilecek temel kavramları gösterir.

TEMEL KAVRAMLAR

yüksek gerilim, orta gerilim, enerji dağıtım, kesici, ayırıcı, SF6 gaz, metal muhafazalı modüler hücre, mimik diyagram, enerji kumanda manevrası

Okutulduğunda öğrenme birimi ile ilgili içeriklere ulaşılabilen karekodu gösterir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Elektrik enerjisi üretilikten sonra evlerinize kadar nasıl ulaşır? Düşüncelerinizi ifade ediniz.
2. Enerji, yüksek gerilimin kontrol edildiği merkezlerde nasıl açılıp kapatılır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Öğrenme birimi hazırlık sorularını gösterir.



DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Konu başlığını gösterir.

Alt konu başlığını gösterir.

Konu anlatımını gösterir.



METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELER



1.1. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMM) BÖLÜMLERİ VE DONANIMI

Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımında kullanılan yüksek gerilim sistemlerinde çeşitli kontrol düzenekleri kurulur. Metal muhafazalı modüler hücreler orta gerilim sistemi içinde yer alan kontrol düzeneklerinden biridir.

1.1.1. Metal Muhafazalı Modüler Hücreler (MMM)

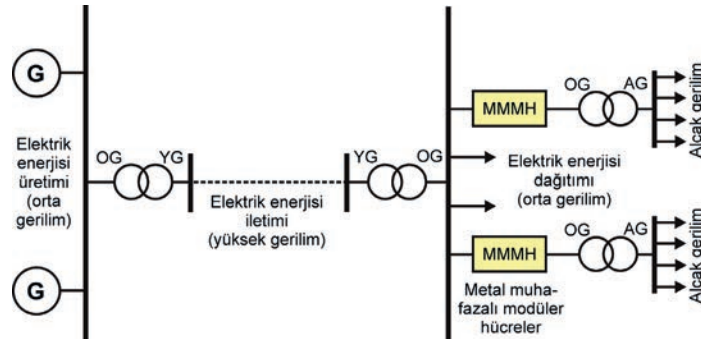
AC elektrik enerjisinin gerilim seviyesi, uluslararası standartlara ve Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'ne göre iki sınıfa ayrılır.

- **Yüksek Gerilim (YG):** 1000 volt (1 kV) ve üzeri gerilimler yüksek gerilim olarak kabul edilir.

- **Alçak Gerilim (AG):** 1000 voltun altındaki gerilimler alçak gerilim olarak kabul edilir.

Yüksek gerilimin üretim, iletim ve dağıtımında kullanılan elemanlar arasında ciddi farklılıklar olduğu için 1kV ile 52 kV arasındaki gerilimler uygulamada **orta gerilim (OG)** olarak adlandırılır.

Elektrik enerjisi, santrallerde orta gerilim olarak üretildikten sonra güç transformatörü ile yüksek gerilime (154 kV, 380 kV) dönüştürülür. Yüksek gerilim uzak mesafelere taşındıktan sonra güç transformatörü ile tekrar orta gerilim (OG) seviyesine düşürülür. Orta gerilim, enerji dağıtım merkezindeki OG hücrelerine gelir. OG hücrelerinden çıkan gerilim, güç transformatörüyle alçak gerilime çevrilir ve enerji tüketicilerine gönderilir (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Yüksek gerilimin üretim, iletim ve dağıtımına ait prensip şeması

Orta gerilim sistemlerinde bir metal muhafaza içine monte edilmiş anahtarlama, ölçme ve koruma düzeneğine **metal muhafazalı modüler hücre (MMM)** denir. Metal muhafazalı modüler hücrelerde bulunan ayırıcı ve kesiciler, orta gerilim elektrik enerjisini kontrol ederek anahtarlama işlemleri yapar. Hücrelerdeki OG sigortaları, kısa devre ve aşırı akımlarda koruma yapar. Ölçme hücrelerindeki ölçü aletleri ise OG sisteminin değerlerini ölçer. Anahtarlama, koruma ve ölçme işlemlerinin yapıldığı fonksiyonel birimler, modüler hücre şeklinde olup birbirine monte edilerek bir araya gelir ve o sistemi kontrol eder. MMM'ler; trafo merkezleri, güneş ve rüzgâr elektrik enerjisi üretim tesisleri, sanayi tesisleri, oteller, alışveriş merkezleri, büyük iş merkezleri, hastaneler, havalimanları ve orta gerilimin bulunduğu bütün sistemlerde kullanılır.

Konuyla ilgili görseli gösterir.

Konu görselinin adını ve numarasını gösterir.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELER

1. Uygulama

METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE BÖLÜMLERİNİN İNCELENMESİ

AMAÇ: Metal muhafazalı modüler hücre bölümlerini inceleyerek bölümleri açıklamak.





İzlemek için kodu tarayınız.

41900

Görsel 1.9: Metal muhafazalı modüler hücrenin bölümleri

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMMH elemanları hücrelere monte edilmiş ve kablo bağlantıları yapılmış bir durumda kullanılmaya hazır.	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet
El aletleri	Tomavida ve anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. İzolasyon paspasını serip öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. MMMH'nin bölümlerini incelemeye başlamadan önce enerjinin kesildiğinden ve topraklama ayırıcısının kapalı olduğundan emin olunuz.
3. Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümünün ön kapağını tomavida ile söküp elemanları inceleyiniz.
4. MMMH'nin üstündeki ana bara bağlantı bölümünün kapağını tomavida ile söküp baraları inceleyiniz.
5. Alçak gerilim bölümünün kapaklarını açıp elemanları ve bağlantıları inceleyiniz.
6. Mekanizma bölümünün ön yüzeyindeki mimik diyagramı inceleyiniz.
7. Uygulama bittikten sonra kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Metal muhafazalı modüler hücrelerde kesici hangi bölümde yer alır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ

Adı ve Soyadı: _____

Sınıfı: _____

Numarası: _____

ÖĞRETMEN

Adı ve Soyadı: _____

İmza: _____

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA

Ölçüt	Puan
1. Anahtarlama ve kablo bağlantı elemanlarının açıklanması	20
2. Bara bağlantı elemanlarının açıklanması	20
3. Alçak gerilim bölümü elemanlarının açıklanması	20
4. Mekanizma bölümündeki mimik diyagramın açıklanması	20
5. Tertip düzen ve temizlik	20
TOPLAM PUAN	100

25

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.

Konuyla ilgili uygulamanın adını gösterir.

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

Uygulama sonrası konuyu pekiştirme ve tamamlama sorularını gösterir.

Uygulamanın değerlendirme ölçütlerini ve puanlamayı gösterir.

Uygulamayı kontrol eden ve değerlendiren öğretmenin onayını gösterir.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI



METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELER



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () Elektrik enerjisi sistemlerinde 1 kV'un üstü yüksek gerilim, 1 kV'un altı alçak gerilimdir.
2. () Metal muhafazalı modüler hücreler orta gerilim enerji dağıtım sistemlerinde kullanılır.
3. () Ölçü transformatörleri MMMH'de mekanizma bölümünde yer alır.
4. () MMMH'de anahtarlama elemanları kesici ve ayırıcılardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Kompakt tip RMU hücrelerde elemanlar ve enerji altındaki kısımlar ile yalıtılmıştır.
6. MMMH'de ayrı ayrı ölçü aletleri kullanmak yerine tüm değerleri ölçen kullanılır.
7. Aşırı akım, faz ve toprak arızalarını algılayıp kesici bobinine akım göndererek kesiciyi açan eleman rölesidir.
8. MMMH'nin orta gerilim enerji giriş ve çıkışlarında kabloları kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. MMMH'nin servis bakımı sırasında ana bara bölümü enerjili olsa bile diğer hücre bölümlerine güvenli erişim için enerjisiz olan hücre sınıfı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) LSC1 B) LSC2 C) PM D) PI E) PE

10. MMMH'de enerji sitemini kontrol etmek için ayırıcı ve kesiciyle yapılan kumanda işlem sırasına verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Açma B) İşlem C) Kapatma D) Kontrol E) Manevra

11. MMMH'nin fonksiyonel birimi olan kesicili giriş çıkış hücresinde bulunan anahtarlama elemanları aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kesici, ayırıcı
B) Kesici, yük ayırıcı
C) Kesici, topraklama ayırıcısı
D) Kesici, ayırıcı, topraklama ayırıcısı
E) Kesici, yük ayırıcı, ayırıcı, topraklama ayırıcısı

12. MMMH'nin fonksiyonel birimi olan kesicili giriş çıkış hücresinde bulunan anahtarlama elemanları aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ayırıcı açılır - kesici kapatılır - topraklama ayırıcısı kapatılır.
B) Kesici kapatılır - ayırıcı kapatılır - topraklama ayırıcısı açılır.
C) Topraklama ayırıcısı kapatılır - ayırıcı kapatılır - kesici kapatılır.
D) Topraklama ayırıcısı açılır - ayırıcı kapatılır - kesici kapatılır.
E) Kesici açılır - ayırıcı açılır - topraklama ayırıcısı kapatılır.

Öğrenme birimi konularını kapsayan ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELER



KONULAR

- 1.1. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMMH) BÖLÜMLERİ VE DONANIMI
- 1.2. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMMH) YERİNE MONTAJI
- 1.3. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE (MMMH) BAĞLANTILARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Metal muhafazalı modüler hücrelerin bölümlerini ve donanımını inceleyip bakımını yapma
- Metal muhafazalı modüler hücreleri yerine monte etme
- Metal muhafazalı modüler hücre bağlantılarını yapma

TEMEL KAVRAMLAR

yüksek gerilim, orta gerilim, enerji dağıtımı, kesici, ayırıcı, SF6 gaz, metal muhafazalı modüler hücre, mimik diyagram, enerji kumanda manevrası

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Elektrik enerjisi üretildikten sonra evlerinize kadar nasıl ulaşır? Düşüncelerinizi ifade ediniz.
2. Enerji, yüksek gerilimin kontrol edildiği merkezlerde nasıl açılıp kapatılır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.





1.1. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMMh) BÖLÜMLERİ VE DONANIMI

Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımında kullanılan yüksek gerilim sistemlerinde çeşitli kontrol düzenekleri kurulur. Metal muhafazalı modüler hücreler orta gerilim sistemi içinde yer alan kontrol düzeneklerinden biridir.

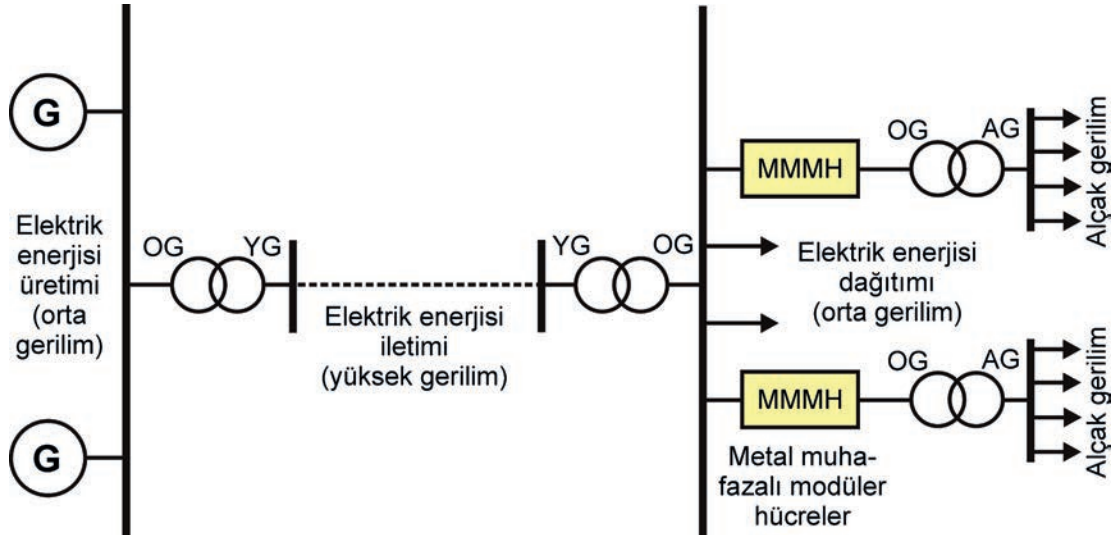
1.1.1. Metal Muhafazalı Modüler Hücreler (MMMh)

AC elektrik enerjisinin gerilim seviyesi, uluslararası standartlara ve Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'ne göre iki sınıfa ayrılır.

- **Yüksek Gerilim (YG):** 1000 volt (1 kV) ve üzeri gerilimler yüksek gerilim olarak kabul edilir.
- **Alçak Gerilim (AG):** 1000 voltun altındaki gerilimler alçak gerilim olarak kabul edilir.

Yüksek gerilimin üretim, iletim ve dağıtımında kullanılan elemanlar arasında ciddi farklılıklar olduğu için 1 kV ile 52 kV arasındaki gerilimler uygulamada **orta gerilim (OG)** olarak adlandırılır.

Elektrik enerjisi, santrallerde orta gerilim olarak üretildikten sonra güç transformatorü ile yüksek gerilime (154 kV, 380 kV) dönüştürülür. Yüksek gerilim uzak mesafelere taşındıktan sonra güç transformatorü ile tekrar orta gerilim (OG) seviyesine düşürülür. Orta gerilim, enerji dağıtım merkezindeki OG hücrelerine gelir. OG hücrelerinden çıkan gerilim, güç transformatorüyle alçak gerilime çevrilir ve enerji tüketicilerine gönderilir (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Yüksek gerilimin üretim, iletim ve dağıtımına ait prensip şeması

Orta gerilim sistemlerinde bir metal muhafaza içine monte edilmiş anahtarlama, ölçme ve koruma düzeneğine **metal muhafazalı modüler hücre (MMMh)** denir. Metal muhafazalı modüler hücrelerde bulunan ayırıcı ve kesiciler, orta gerilim elektrik enerjisini kontrol ederek anahtarlama işlemleri yapar. Hücrelerdeki OG sigortaları, kısa devre ve aşırı akımlarda koruma yapar. Ölçme hücrelerindeki ölçü aletleri ise OG sisteminin değerlerini ölçer. Anahtarlama, koruma ve ölçme işlemlerinin yapıldığı fonksiyonel birimler, modüler hücre şeklinde olup birbirine monte edilerek bir araya gelir ve o sistemi kontrol eder. MMMh'ler; trafo merkezleri, güneş ve rüzgâr elektrik enerjisi üretim tesisleri, sanayi tesisleri, oteller, alışveriş merkezleri, büyük iş merkezleri, hastaneler, havalimanları ve orta gerilimin bulunduğu bütün sistemlerde kullanılır.



Metal muhafazalı modüler hücreler, kompakt hâlde bir araya getirilmiş hazır modüllerden oluşur (Görsel 1.2). İhtiyaç hâlinde hücrelerin yanına yeni birimler eklenebilir veya çıkarılabilir.



Görsel 1.2: Metal muhafazalı modüler hücreler

Metal muhafazalı modüler hücrelerin özellikleri şunlardır:

- Küçük ve düzenli yapısıyla daha az yer kaplar.
- Taşınması ve depolanması kolaydır.
- Modüler yapısıyla kurulumu kolaydır.
- Mikro işlemcili rölesiyle SCADA sistemlerine ve otomasyona uyumluluk gösterir.
- Gerektiğinde sağına veya soluna eklenecek birimlerle genişlemeye uyumludur.
- SF6 gazı (kükürt hekzaflorür) kullanılarak yapılan anahtarlama işlemleri, daha güvenli bir yalıtım ortamında gerçekleşir.

Orta gerilim modüler hücreleri 1 kV ile 52 kV arasındaki gerilimlerde 50 kA kısa devre akımlarına kadar kullanılabilir. Metal muhafazalı modüler hücreler; Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, yasal standartlar ve şartnamelere göre üretilir. Ülkemizde kullanılan standartlar; Türk Standartları Enstitüsü (TS), Avrupa Standart Komitesi (EN), Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) ve Uluslararası Standartlar Organizasyonu'dur (ISO). Hava veya gaz yalıtımlı MMMH ile ilgili tüm işlemlerde TEDAŞ'ın YG Metal Mahfazalı Modüler Anahtarlama ve Kontrol Düzenleri Teknik Şartnameleri dikkate alınır. Şartnamelerde metal muhafazalı modüler hücrelerin üretiminde tüm elektrik aksamaları için TS, EN ve IEC standartları; metal muhafaza aksamı için ISO standartları kabul edilmektedir.

TEDAŞ'ın YG Metal Mahfazalı Modüler Anahtarlama ve Kontrol Düzenleri Teknik Şartnamesi'ne göre hava veya gaz yalıtımlı MMMH'lerin anma gerilimleri 36 kV'a kadar olmalıdır. Şartnameye göre 1 kV üzerinde ve en çok 52 kV'a kadar olan beyan edilen gerilimlerinde, alternatif akım metal muhafazalı anahtarlama ve kontrol düzeni için TS EN - IEC 62271-200 standardı kullanılır. Hücrelerde kullanılan diğer düzenek ve elemanların standart numaraları şartnamede belirtilmiştir.



Metal muhafazalı modüler hücreler, yalıtım özelliğine göre hava yalıtımlı ve gaz yalıtımlı olmak üzere ikiye ayrılır. Hava yalıtımlı MMMH’de anahtarlama elemanları ve baraların etrafında gaz vb. bir yalıtım malzemesi bulunmaz. Hücre bölmeleri topraklanmış metal kaplamalarla birbirinden ayrılır. Gaz yalıtımlı metal muhafazalı modüler hücrelerde anahtarlama elemanları ve bara bağlantıları sızdırmaz metal bir muhafaza içinde toplanmıştır. Yalıtım için metal muhafaza bölümleri içinde SF6 gazı bulunur. Günümüzde gaz yalıtımlı (SF6) metal muhafazalı modüler hücreler işletme güvenliği açısından daha çok tercih edilir.

1.1.2. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Bölümleri

Hava yalıtımlı ve gaz yalıtımlı metal muhafazalı modüler hücreler, birbirinden ayrılmış bölümlerden oluşur (Görsel 1.3). İşlevleri ayrı olan bu bölümler metal bir gövde içinde birbirleri ile bağlantıları yapılarak kompakt bir düzenek hâline getirilmiştir. MMMH’nin ana bölümleri şunlardır:

- Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümü
- Mekanizma bölümü
- Ana bara bağlantı bölümü
- Alçak gerilim bölümü



Görsel 1.3: Metal muhafazalı modüler hücrenin bölümleri



1.1.2.1. Anahtarlama ve Kablo Bağlantı Bölümü

Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümünde kesici, ayırıcılar gibi anahtarlama elemanları bulunur. Elektrik enerjisinin yük altında açma kapama işlemlerinde, anahtarlama elemanı olarak SF6 gazlı veya vakumlu kesici kullanılır. Bu bölümde kesicilerin kumandası elle veya uzaktan kumandayla yapılır. Kesicilerle beraber yüksüz devreyi açıp kapatan ayırıcılar kullanılır. Enerji yükünün fazla olmadığı OG şebekelerinde açma kapama işlemleri için yük ayırıcıları da kullanılır. Kısa devre ve aşırı akımlarda koruma yapan OG sigortaları bu bölüme yerleştirilir. Sistemin topraklanmasını sağlayan topraklama ayırıcısı yine bu bölümde yer alır. OG enerji kabloları, kablo bağlantı bölümündeki enerji bağlantı noktalarına monte edilir.

Metal muhafazalı modüler hücrelerde ölçü aletlerini çalıştırmak ve koruma röleleri için gerilim ve akım ölçü transformatörleri kullanılır. Bu ölçü transformatörleri ayrı bir hücreye monte edilebildiği gibi bazı hücrelerin anahtarlama bölümünde diğer elemanların yanına monte edilebilir. Gerilim ve akım ölçü transformatörlerinin çevirme oranı bilgileri, fonksiyonel birimlerin ön yüzeyinde bir etiketle belirtilmiştir. Hücre içindeki elemanların kendi aralarındaki bağlantıları baralarla yapılır. Hava yalıtımlı MMMH'de hücre ısınısını sabit tutmak için termostatlı ısıtıcılar anahtarlama ve kablo bölümüne monte edilir (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Metal muhafazalı modüler hücrenin anahtarlama ve kablo bağlantı bölümü

Normal işletmelerde erişilebilir bölümlerde bulunan hava yalıtımlı ayırıcıların açık ve kapalı konumlarını görebilmek için bu bölümün ön kapağında gözetleme penceresi bulunur. Gözetleme pencereleri mekanik dayanımı yüksek olan saydam bir levha ile kaplıdır. Kablo bağlantı bölümünün kapağı sabit, anahtarlama bölümünün kapağı açılabilir vaziyettedir. Ancak bu bölümlerdeki elemanlara erişebilmek için anahtarlama elemanlarıyla enerjinin kesilip topraklama ayırıcısının kapatılması gerekir. Metal muhafazalı modüler anahtarlama ve kontrol düzenlerinin kablo, bağlantı bölümlerinde LED lambalı DC aydınlatma bulunur. Aydınlatma buton ve anahtarı alçak gerilim bölümünün ön panelinde yer alır.

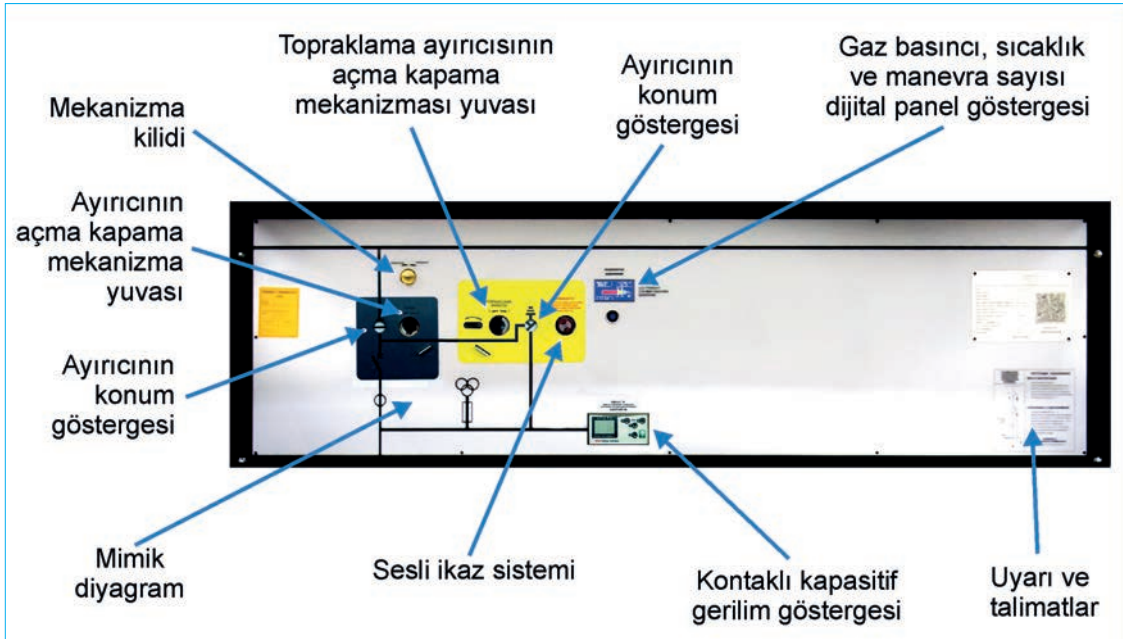


1.1.2.2. Mekanizma Bölümü

Mekanizma bölümü, ön panelde yer alan ve anahtarlama işlemlerinin yapıldığı kısımdır. Bu bölümde ayırıcı, kesici ve topraklama ayırıcıları gibi anahtarlama elemanlarının açma kapama mekanizmaları yer alır. Ayırıcı ve kesici arasında açma kapama emniyeti için kullanılan emniyet kilidi ve göstergeler bu bölümdedir. Mekanizmanın elektrik ve mekanik bağlantıları panelin arka tarafındadır. Panelin ön tarafında ise mimik diyagram bulunur. Anahtarlama elemanlarını kolay ve güvenli çalıştırmak için hücrenin tek hat şeması üstüne yerleştirilmiş mekanizma kumandasının tümüne **mimik diyagram** denir. Mimik diyagram üzerinde bulunan elle kumanda ve kilit mekanizmaları, açma kapama manevralarını kolaylaştırır. Mimik diyagramlar, zaman içinde deformasyona uğramayacak şekilde yapılmıştır. Ön paneldeki şema çizgileri ve yazıları, yapıştırmalı tip olmayıp silinmeye dayanıklı baskı boyayla yapılır.

Mekanizma bölümünde ayırıcıların açma ve kapaması için kol mekanizmalı düzenekler bulunur. Seyyar kumanda kolu ön paneldeki yuvaya yerleştirilerek ayırıcı kontrol edilir. Kumanda kol yuvalarının yanında ayırıcıların açık konumu "0", kapalı konumu "1" sembolüyle gösterilir. Kumanda kolu, mekanizma yuvasına geçirilip bükülerek ayırıcıların açma ve kapama işlemleri yapılır. Ayırıcı ve kesici bulunan hücrelerde anahtarlama sıralaması önemlidir. Bu sıralamayı güvenli bir şekilde yapabilmek için tek anahtarlı mekanik kilitleme sistemi konmuştur. Ayırıcı kumandasında tek anahtarla kontakları açılan kesicinin mekanizması güvenlik için kilitlenir. Anahtar çıkarılarak ayırıcı mekanizmasına takılır ve ayırıcı mekanizması açılır. Bunun yanında güvenlik için elektriksel kilitlemeler de yapılır.

Ön panelde bulunan gaz basıncı ve dijital sıcaklık göstergesi; yapılan manevra sayısını, SF6 gaz basıncını ve sıcaklık değerlerini gösterir. Hücrenin enerjili olup olmadığı, kontaklı kapasitif gerilim göstergesine bakılarak anlaşılır. Kontaklı göstergeler (indikatörler), sadece sistem değerlerini göstermeyip merkezî kontrol ve veri toplama sistemi olan SCADA ile değerlerin uzaktan takip edilmesini sağlar (Görsel 1.5). Sistem enerji altındayken topraklama ayırıcısının kapalı konuma alınması son derece tehlikelidir. Bu yüzden bir hata ihtimaline karşı kilitleme işlemi yanında ışıklı veya sesli ikaz elemanları kullanılır. Bu ikaz elemanlarının bir kısmı alçak gerilim bölümünde yer alır. Hücrelerin mekanizma paneli, hücre içindeki donanım ve özelliklere göre değişebilir.



Görsel 1.5: Metal muhafazalı modüler hücrenin ön panelindeki mekanizma bölümü



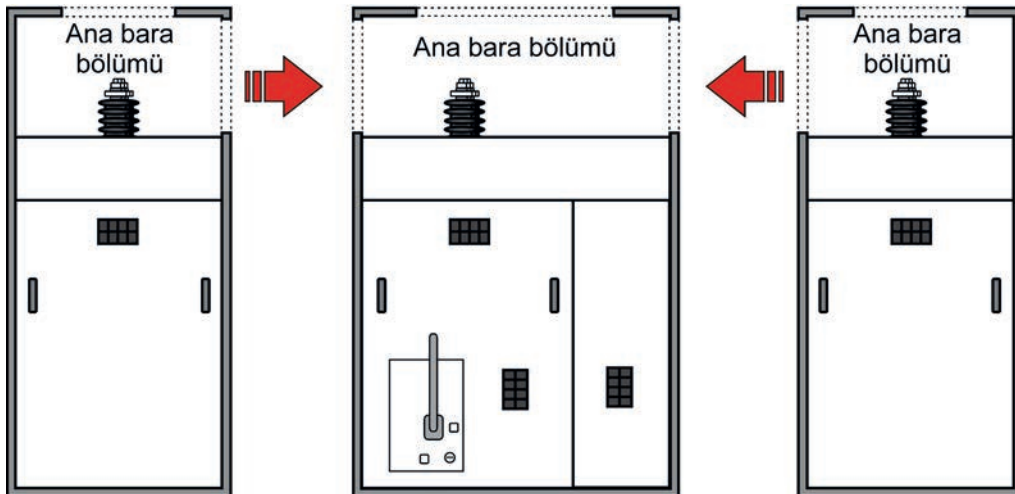
1.1.2.3. Ana Bara Bağlantı Bölümü

Ana bara bölümü metal muhafazalı modüler anahtarlama ve kontrol düzenlerinin üst kısmında yer alır. Ana baralar genellikle lama biçimindeki bakır veya alüminyumdan yapılmış olup mesnet izolatörleri üzerine somun ve cıvatalar yardımıyla monte edilir. Ana baraların çıplak kısımları yalıtımlık emniyeti açısından ısıyla daralan izolasyon kılıflarıyla kaplanır (Görsel 1.6). Baralar arasındaki mesafeler, kullanılan gerilimin değerine ve yalıtım özelliğine göre değişir. Hava yalıtımlı hücrelerde baralar arasındaki mesafe gaz yalıtımlı hücrelere göre daha geniştir. Havanın dielektrik (elektriksel yalıtımlık) dayanım mesafesi yaklaşık 1 kV için 1 cm olarak kabul edilir. Baralar arasındaki mesafenin belirtilen değerlerin altında olması, gerilimin baralar arasında atlama yapmasına ve kısa devre arızasına neden olur. Bu yüzden hava yalıtımlı, 36 kV gerilimli modüler hücrelerde baralar arasında en az 36 cm'lik bir mesafe bırakılır. 24 kV gerilimli, hava yalıtımlı hücrelerde ise baralar arasında en az 24 cm mesafe olmalıdır. Gaz yalıtımlı hücrelerde SF6 gazının dielektrik dayanım mesafesi havaya göre daha düşük olduğu için gaz yalıtımlı bara düzeneğinde baralar arasındaki mesafe oldukça yakındır. Hava yalıtımlı ve gaz yalıtımlı MMMH'lerin çalışma gerilimleri aynı olduğu hâlde gaz yalıtımlı hücreler hava yalıtımlı hücrelere göre daha küçük boyutta imal edilir.



Görsel 1.6: Metal muhafazalı modüler hücrenin ana bara bağlantı bölümü

Mekanizma bölümünün üst kısmında yer alan ana bara bölümüne erişebilmek için bölüm hücresinin üst kısmında kapak bulunur. Ayrıca sağında veya solunda da kapaklar bulunur. Bu kapaklar cıvatalarla sökülüp takılabilir. MMMH'nin sağına veya soluna yeni fonksiyonel birim ekleneceği zaman kapaklar sökülerek ana bara bağlantıları yapılır (Görsel 1.7).

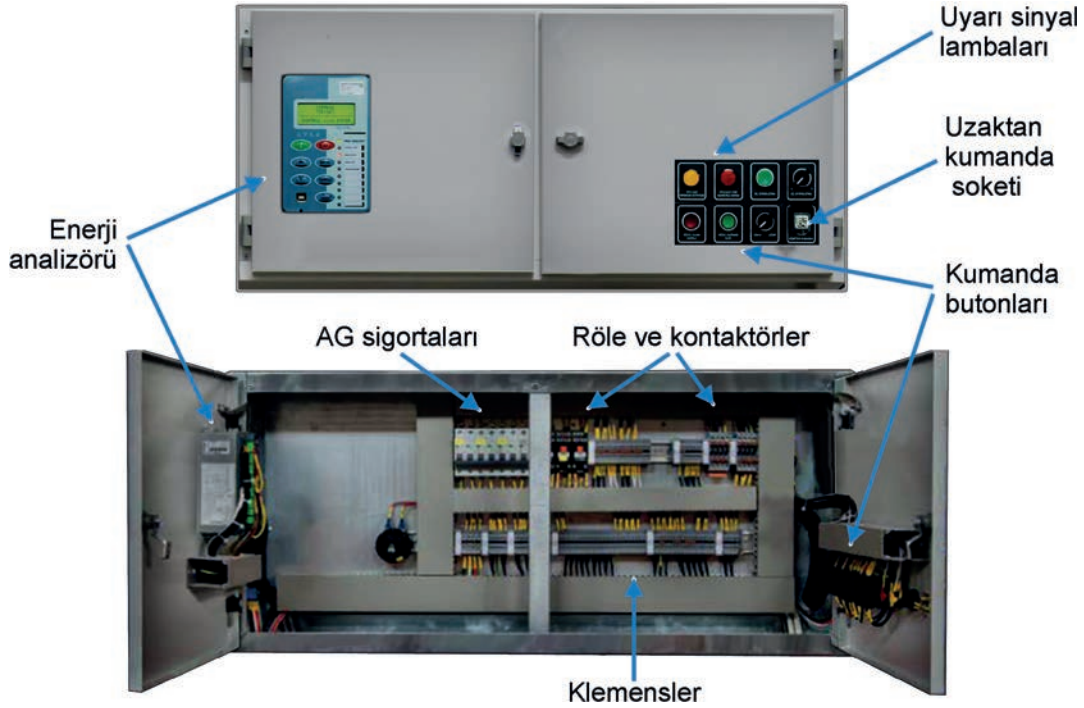


Görsel 1.7: Metal muhafazalı modüler hücrelere yeni fonksiyonel hücre biriminin eklenmesi



1.1.2.4. Alçak Gerilim Bölümü

Alçak gerilim bölümü, fonksiyonel biriminin özelliğine göre ve sistem gerilim altında iken bile erişilebilecek şekildedir. Alçak gerilim bölümü dolap şeklinde olup MMMH'nin üst ön yüzeyinde yer alır. Alçak gerilim bölümünde AG sigortaları, ölçüm cihazları, koruma röleleri, kumanda elemanları, haberleşme cihazları ve bağlantı klemensleri bulunur. MMMH'nin özelliğine göre olması gereken sinyallerin okunduğu ölçme cihazları, uyarı sinyal lambaları, kumanda butonları ve kumanda soketleri bu bölümün ön yüzeyindedir. Alçak gerilim bölümünün kapakları açıldığında iç kısma yerleştirilmiş koruma röleleri, yardımcı röleler, AG sigortaları, terminal dizisi ve kablo bağlantıları bulunur (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Metal muhafazalı modüler hücrenin alçak gerilim bölümü

Alçak gerilim bölümünde bütün iç ve dış bağlantıların kolayca yapılmasını sağlamak için bağlantı kablolarının uçları klemenslerin oluşturduğu bir terminal dizisine toplanır. Ayırıcı, yük ayırıcı, kesici, toprak ayırıcısı, kontaklı dijital göstergeler, YG sigorta attı bilgisi, yay kurulu bilgisi gibi donanıma ilişkin tüm yardımcı kontakların kabloları bu bölümdeki klemenslere taşınmıştır. Bağlantı için en az 1,5 mm² kesitte H07Z1-K (çok telli, halojensiz, aleve dayanıklı) bakır iletkenli kablolar kullanılır.

Alçak gerilim bölümünün dış bağlantıları için kullanılan klemensler, fonksiyonlarına göre ayrılıp sıralanır. Klemenslerin oluşturduğu terminal dizileri; modüler tipte, ısı ve ateşe dayanıklı, yanmaz malzemeden olup topraklanmış metal raylar üzerine monte edilmiştir. Daha sonra ekleme yapılması ihtimali göz önüne alınarak her terminal dizisinde en az %10 yedek klemens bulunur. Terminal dizisindeki bağlantı uçları ve kablolar etiketlerle işaretlenmiştir.

MMMH'nin alçak gerilim bölümünün AC/DC enerji beslemesi, kesintisiz güç kaynağı görevi yapan akü-redresör grubu hücrelerinden yapılır. Yan yana eklenen modüler hücrelerin alçak gerilim bölümlerinin yan taraflarında rakorlu kablo boşlukları bulunur. Hücreler arası AC/DC alçak gerilim bağlantıları, bu kablo boşluklarından yapılır. Akü-redresör grubundan gelen AG kabloları, ilk hücreye giriş yaptıktan sonra kablo boşluklarından diğer modüler hücrelere dağıtılır.



1. Uygulama

METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE BÖLÜMLERİNİN İNCELENMESİ

AMAÇ: Metal muhafazalı modüler hücre bölümlerini inceleyerek bölümleri açıklamak.



Görsel 1.9: Metal muhafazalı modüler hücrenin bölümleri

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMMh elemanları hücrelere monte edilmiş ve kablo bağlantıları yapılmış bir durumda kullanılmaya hazır	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet
El aletleri	Tornavida ve anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. İzolasyon paspasını serip öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. MMMh'nin bölümlerini incelemeye başlamadan önce enerjinin kesildiğinden ve topraklama ayırıcısının kapalı olduğundan emin olunuz.
3. Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümünün ön kapağını tornavidayla söküp elemanları inceleyiniz.
4. MMMh'nin üstündeki ana bara bağlantı bölümünün kapağını tornavidayla söküp baraları inceleyiniz.
5. Alçak gerilim bölümünün kapaklarını açıp elemanları ve bağlantıları inceleyiniz.
6. Mekanizma bölümünün ön yüzeyindeki mimik diyagramı inceleyiniz.
7. Uygulama bittikten sonra kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Metal muhafazalı modüler hücrelerde kesici hangi bölümde yer alır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Anahtarlama ve kablo bağlantı elemanlarının açıklanması	20	
Sınıfı:	2. Bara bağlantı elemanlarının açıklanması	20	
Numarası:	3. Alçak gerilim bölümü elemanlarının açıklanması	20	
ÖĞRETMEN	4. Mekanizma bölümündeki mimik diyagramın açıklanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



1.1.3. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Bölümlerine Göre Sınıflandırılması

Metal muhafazalı modüler hücrelerdeki fonksiyonel birim bölmeleri hava yalıtımlı veya gaz yalıtımlı olabilir. Hava yalıtımlı OG hücreleri, metal muhafazalı [metal enclosed (metal enklozid)] hücreler ve metal bölmelendirilmiş [metal clad (metal kleyd)] hücreler olmak üzere ikiye ayrılır. Gaz yalıtımlı hücreler ise metal bölmelendirilmiş (metal clad) hücre yapısındadır.

a) Metal Muhafazalı (Metal Enclosed) Modüler Hücreler: Metal muhafazalı hücrelerde bütün bölümler tek alanda bulunup bölümler arasında bara bağlantı bölümü dışında herhangi bir ayırıcı levha yoktur. Bu tip hücreler sadece hava yalıtımlı MMMH'lerde kullanılır (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Metal muhafazalı (metal enclosed) modüler hücre

b) Metal Bölmelendirilmiş (Metal Clad) Modüler Hücreler: Metal bölmelendirilmiş hücrelerde bölümleri birbirinden ayıran metal levhalar bulunur. Bu ayırıcı metal levhalar oluşabilecek iç arklara karşı güvenlik sağlar. Bu tip hücrelerde gövdeden ayrılabilen kızaklı tip kesici mekanizması kullanılır (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: Metal bölmelendirilmiş (metal clad) modüler hücreler



c) Kompakt Tip RMU Modüler Hücreler: Kompakt tip RMU (Ring Main Unit) modüler hücrelerde tüm anahtarlama elemanları ile baralar (gerilim altındaki tüm aktif kısım), SF6 gazı ile dolu sızdırmaz metal bir kazan içinde yer alır. Modüler hücreler birbirine eklenirken, iç kısma erişim olmadığından hücre duvarının dış kısmına çıkarılmış sızdırmaz izolatörler kullanılır (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Kompakt tip RMU modüler hücre

1.1.3.1. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Bölmelendirme Sınıfları

Metal muhafazalı modüler hücrede bölmelerin birbirinden ayrılması, metal olan veya metal olmayan sistemlerle yapılır. Buna göre MMMH, bölmelendirme sınıfına göre ikiye ayrılır.

a) PM sınıfı: PM [Partition Metallic (Partitiyşın Metalik)] sınıfı hücrelerde hücrenin açık erişilebilir bölümleri ile gerilim altındaki ana bölümler, topraklanmış metal levhalar ile birbirinden ayrılır.

b) PI sınıfı: PI [Partition Insulating (Partitiyşın İnsıleyding)] sınıfı hücrelerde hücrenin açık erişilebilir bölümleri ile gerilim altındaki ana bölümleri metal olmayan (yalıtkan) maddeler ile birbirinden ayrılır.

1.1.3.2. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin İşletme Sürekliliği Sınıfları

Metal mahfazalı modüler anahtarlama ve kontrol düzenlerinin işletme sürekliliği kaybı, LSC [Loss of Service Continuity (Los of Sörvis Kıntıyniti)] sınıfları ile belirlenir.

a) LSC1 Sınıfı: Servis bakımı sırasında ana bara ve ana baraya bağlı bütün hücre bölümlerinin enerjisi güvenli erişim için kesilmelidir.

b) LSC2 Sınıfı: Servis bakımı sırasında ana bara bölümü enerjili olsa bile diğer hücre bölümleri güvenli erişim için enerjisiz olabilir. LSC2 sınıfı hücreler, LSC2A ve LSC2B sınıfı şeklinde üretilir.

LSC2A Sınıfı: Ana bara bölümü enerjili olsa bile diğer hücre bölümleri erişim için enerjisiz olabilir.

LSC2B Sınıfı: Ana bara bölümü enerjili olsa bile bazı hücre bölümleri enerjisiz olurken diğer hücre bölümleri erişim için enerjili olabilir.

Not: TEDAŞ şartnamelerinde LSC2 sınıfı MMMH'ler istenmektedir.



1.1.4. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Donanımı

Orta gerilimde kullanılan metal muhafazalı modüler hücrelerin yapısını oluşturan donanım, sistemin ihtiyacına ve şartnamelere göre belirlenir. Donanımı oluşturan elemanlar MMMH'nin bölümlerine yerleştirilir. Bu elemanlar; kesiciler, ayırıcılar, YG sigortaları, ölçü transformatörleri, enerji analizörü, dijital göstergeler, kumanda butonları, sesli-ışıklı ikaz elemanları, koruma rölesi ve yardımcı rölelerdir.

1.1.4.1. Kesiciler

Kesiciler, yüksek gerilim sisteminde yüklü (alıcıların yüksek akım çektiği) devrelerin anahtarlama yapan büyük güçlü şalterlerdir. Yüklü devrelerin açma kapamada kesici kontaklarında büyük bir ark (kıvılcım) meydana gelir. Bu arkın kesici kontaklarına ve çevreye zarar vermemesi için söndürülmesi gerekir. Kesiciler, kontaklarındaki bu arkın söndürülme şekline göre isim alır. YG sistemlerindeki kesici çeşitleri şunlardır:

- Yağlı kesiciler (tam yağlı ve az yağlı kesiciler)
- Basınçlı havalı kesiciler
- Manyetik üflemlili kesiciler
- SF6 gazlı kesiciler
- Vakumlu kesiciler

Yağlı, basınçlı havalı ve manyetik üflemlili kesiciler, verimlerinin düşük olmasından dolayı günümüzde yüksek gerilim sistemlerinde tercih edilmemektedir. Günümüzde diğer kesicilere göre daha yüksek verimlerinden dolayı SF6 gazlı ve vakumlu kesiciler tercih edilmektedir. Metal muhafazalı modüler hücrelerde orta gerilim (1 kV ile 36 kV arası) SF6 gazlı ve vakumlu kesiciler kullanılır.

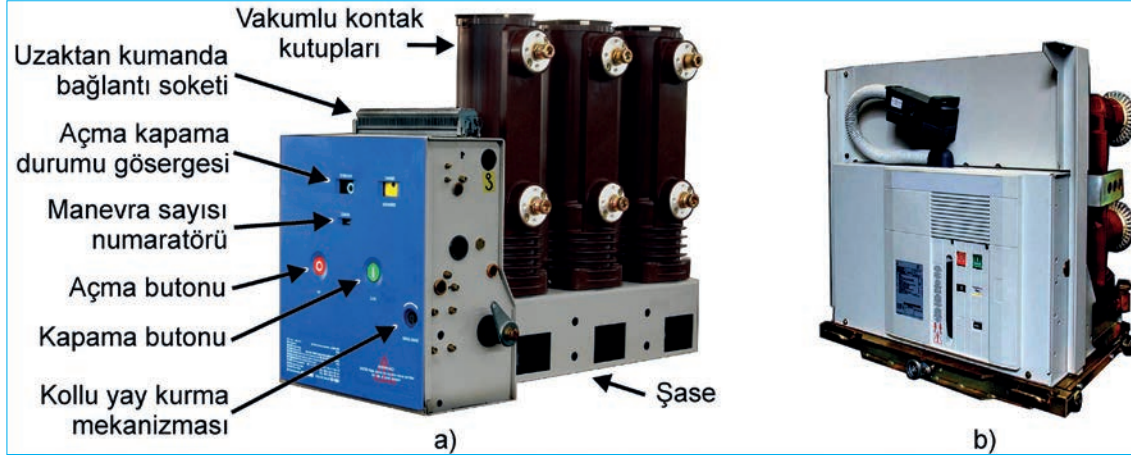
SF6 Gazlı Kesici: Gazlı kesicilerde yüksek dielektrik dayanımı olan SF6 gazı, kesicinin kontaklarında meydana gelen arkı söndürmek için kullanılır. Kesici açma kapama yaptığı sırada kontaklar arasında oluşmaya başlayan ark, SF6 gazı sayesinde söner. Ark sebebiyle az da olsa ısınan kontaklar, gazın etkisiyle hızlıca soğur. Açma kapama işlemi SF6 gazlı kesicilerin üzerindeki buton mandal ile yapılır. Elektriksel butonla uzaktan kumandada açma kapama işlemi ise kesici içindeki **kesici açma bobini** yapar. Kesici kontaklarının açma ve kapama yapabilmesi için yay mekanizmasının kurulması gerekir. Yay mekanizması, kumanda kolu veya kurma motoruyla yapılır (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan SF6 gazlı kesicinin yapısı

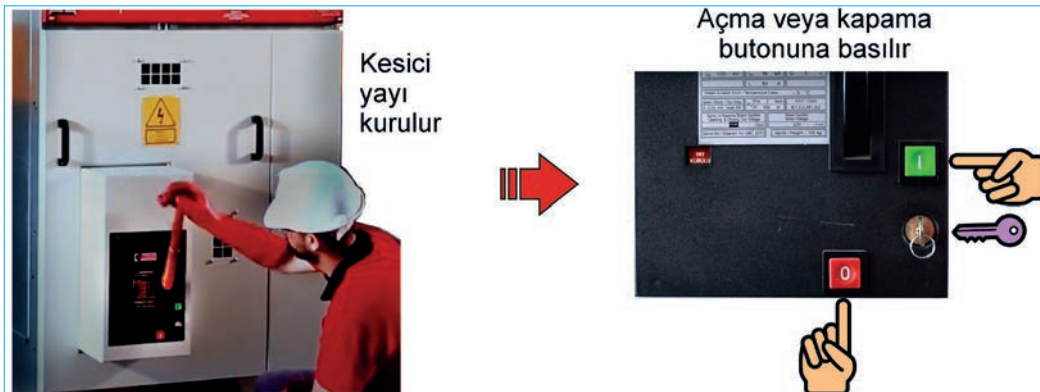


Vakumlu Kesici: Kesici kontakları gerilim altında açılıp kapanırken ortamdaki hava iyonlaştığı için ark oluşur. Vakumlu kesicilerde kontakların bulunduğu haznenin havası vakumlanarak boşaltıldığında kontak boşluklarında dielektrik ortam meydana gelir. Bu durumda kesici kontakları açılıp kapanırken ark önlenmiş olur. Vakumlu kesicilerde kontak izolasyonu SF6 gazlı kesicilere göre daha iyidir. Bu sayede az bakım gerektirir ve boyutları daha küçüktür. Gazlı kesicilerde olduğu gibi kumanda kolu veya motorlu yaylı kurma mekanizması bulunur. Vakumlu kesicilerde açma kapama işlemi, üzerindeki buton mandal ile yapılır (Görsel 1.14.a). Elektriksel kumanda için ise açma bobini bulunur. MMMH’de hücreye monte edilen kesiciler veya gövdeden ayrılabilen kızaklı tip kesiciler kullanılır (Görsel 1.14.b).



Görsel 1.14: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan vakumlu kesicinin yapısı ve kızaklı tip kesici

MMMH’de Kesicinin Kumandası: Kesici kumandası kendi üzerindeki buton mandal veya AG bölümündeki butonlarla yapılabilir. Kesiciyle kapama yapmak (devreye enerji vermek) için yük ayırıcısı kontakları kapatılıp anahtarla kilitlenir. Topraklama ayırıcısı kontakları açılır. Anahtarla kesici kilidi açıldıktan sonra kesicinin yay kurma mekanizması motorla veya kumanda koluyla kurulur. Yay mekanizması kurulduktan sonra kapama butonuna (I) basılarak kesici kontakları kapatılır ve sistem devreye alınır. Üç fazlı gerilimin varlığı gerilim göstergesinden kontrol edilir. Kesiciyle açma yapmak (devrenin enerjisini kesmek) için yay mekanizmasının kurulu olduğu gözlemlenir. Kesici üzerindeki açma butonuna (0) basılarak kesici kontaklarına açma yaptırılır. Gerilim göstergesinden üç fazlı gerilimin kesildiği gözlemlenir. Daha sonra kesici kilitlenerek anahtarla yük ayırıcısının kilidi açılır. Yük ayırıcısının kontakları açılıp topraklama ayırıcısının kontakları kapatılarak sistemin güvenliği sağlanır (Görsel 1.15).



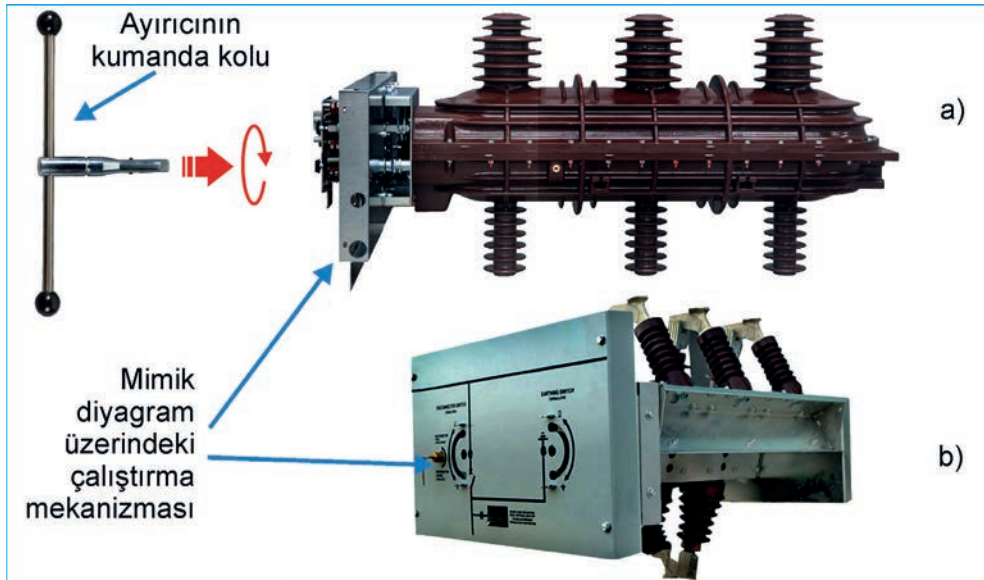
Görsel 1.15: Metal muhafazalı modüler hücrede kesicinin kumandası



1.1.4.2. Ayırıcılar

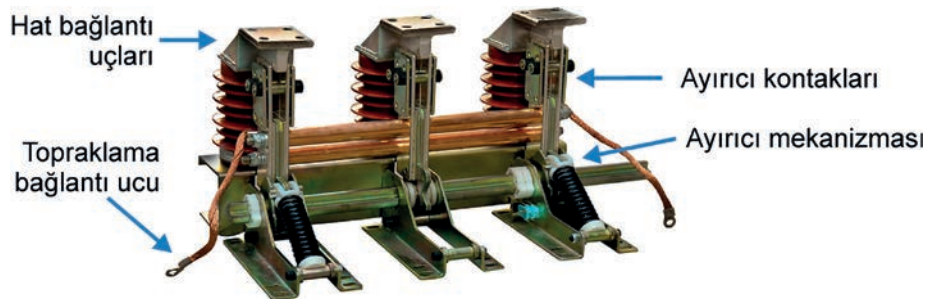
Ayırıcılar yüksek gerilim sisteminde yüksüz (alıcıların yüksek akım çekmediği) devrelerin anahtarlamasını yapan büyük güçlü şalterlerdir. MMMH'de kullanılan ayırıcılar orta gerilime uygun hava yalıtımlı veya SF6 gaz yalıtımlı ayırıcılardır. Sistem topraklaması için ise topraklama ayırıcıları kullanılır.

Hava yalıtımlı ayırıcılar MMMH'de kesiciyle beraber kullanılır. Kesici ile beraber kullanıldığında kesiciye seri bağlanıp sekonder (ikincil) anahtarlama işlemi yapar (Görsel 1.16.a). SF6 gazlı ayırıcılar ise yük akımının çok fazla olmadığı hücrelerde tek başına anahtarlama işlemi yapabilir. Bu ayırıcılara **SF6 gazlı yük ayırıcı** da denir. SF6 gazlı yük ayırıcılar tek başına kullanıldığı gibi kesiciyle beraber aynı hücrede kullanılabilir. Kesiciyle beraber kullanıldığında sekonder anahtarlama işlemi yapar. SF6 gazlı yük ayırıcıda kontakların açılıp kapanması, kesicide olduğu gibi SF6 gazlı kontak kutupları içinde gerçekleşir. Bütün ayırıcıların yay kurma ve açma kapama mekanizması, MMMH'nin ön panelindeki mimik diyagram üzerinde yer alır. Kumanda kolu mimik diyagram üzerindeki mekanizma yuvasına yerleştirilir. Kumanda kolu elle çevrilerek ayırıcı kontaklarına açma ve kapama yaptırılır (Görsel 1.16.b).



Görsel 1.16: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan SF6 gazlı yük ayırıcısının yapısı

Topraklama Ayırıcısı: Enerjisi kesilmiş YG hatları üzerindeki enerji birikimlerini güvenli bir şekilde toprağa aktaran ayırıcıya **topraklama ayırıcısı** denir. Metal muhafazalı modüler hücrelerde YG sigortaları uçlarından alınan terminaller, topraklama ayırıcısı çıkışında barayla birleştirilerek bunların topraklaması yapılır. Sisteme enerji verildiğinde topraklama ayırıcısının kontakları mutlaka açık olmalıdır. Sistem enerjisi kesildiğinde ise ayırıcı kontakları kapatılmalıdır. Aksi takdirde tehlikeli iş kazaları oluşabilir. (Görsel 1.17).

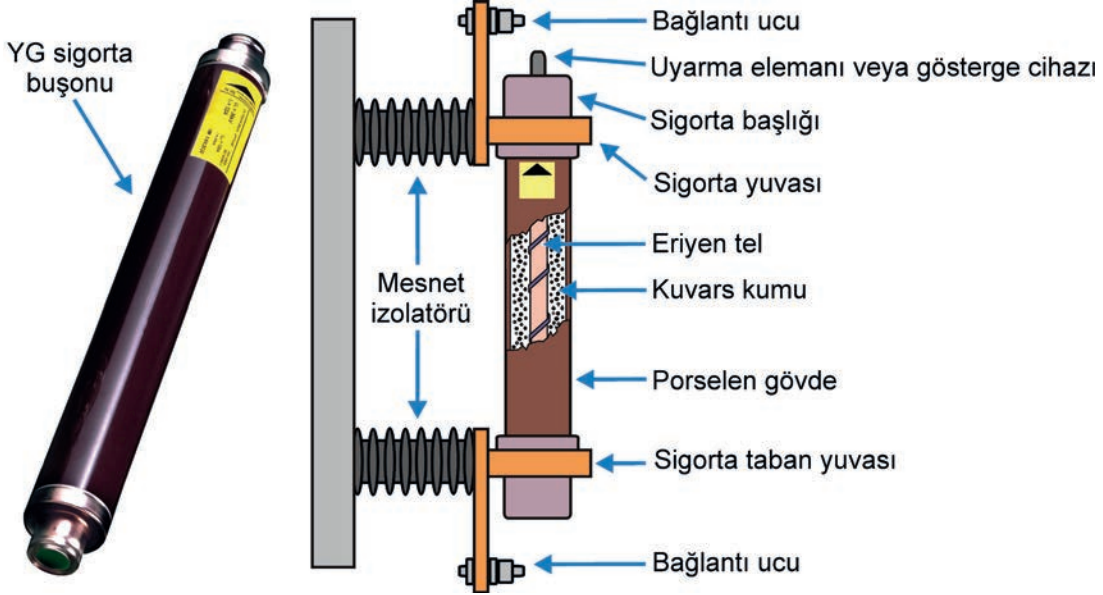


Görsel 1.17: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan topraklama ayırıcısının yapısı



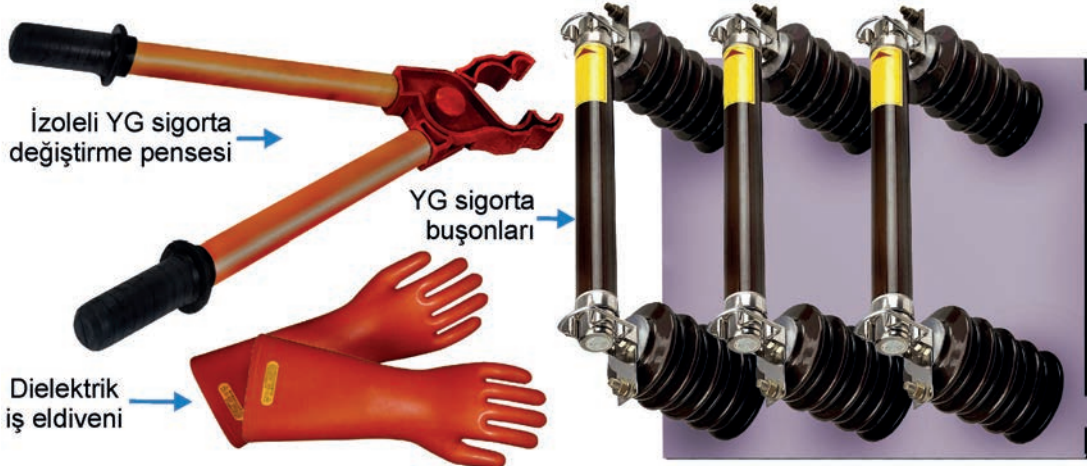
1.1.4.3. MMMH'de Kullanılan YG Sigortaları

Metal muhafazalı modüler hücrelerin anahtarlama bölümünde TEDAŞ Eriyen Telli Yüksek Gerilim Sigortaları Teknik Şartnamesi'ne uygun YG sigortaları kullanılır. Modüler hücrelerde kullanılan YG sigortaları TS EN 60282-1 standartlarına uygun olarak seçilir. YG sigorta buşonunun gövdesi, içi boş silindirik şeklinde ve porselenden yapılmıştır. Gövde içindeki boşluğa yerleştirilen eriyen tel, yalıtkan çubuk üzerine sarılmış gümüş bir tel veya şeritten oluşmuştur. Yüksek akımlarda eriyip kopan telin oluşturduğu arkı sönmölemek için gövde içi kuvars kumu ile doldurulmuştur. Sigorta başlıkları bakırdan yapıpı paslanmaması için nikel ile kaplanmıştır. Sigorta buşonu, metal muhafazalı hücredeki ayırıcı bağlantı uçlarıyla irtibatlı olan sigorta yuvalarına yerleştirilir ve yuvalara sabitlenir (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan YG sigortası ve yapısı

Sigorta başlığında sigortanın attığını gösteren gösterge pimi dışarı çıkmış ise sigorta atmıştır. YG sigortaları attığında sigorta buşonları yenisiyle değiştirilir. Buşonlar değiştirilmeden önce enerji kesilir ve topraklama ayırıcısı ile sistem topraklanır. Sigorta buşonlarını değiştirmek için izoleli sigorta değiştirme pensesi kullanılır. Ayrıca dielektrik iş eldivenleri giyilerek diğer iş güvenliği önlemleri alınır (Görsel 1.19).



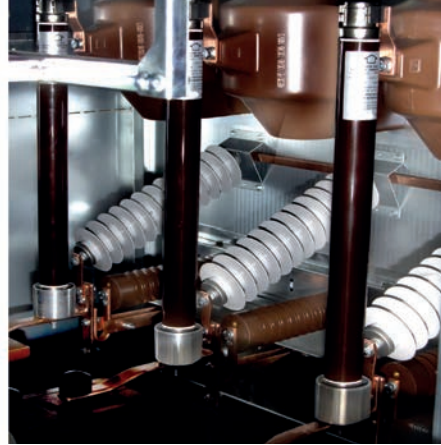
Görsel 1.19: MMMH'de kullanılan sigorta değiştirme pensesi, dielektrik iş eldiveni ve YG sigortaları



2. Uygulama

METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERDE SİGORTA DEĞİŞTİRME

AMAÇ: Metal muhafazalı modüler hücrelerde sigortaları değiştirmek.



Görsel 1.20: Metal muhafazalı modüler hücrelerde YG sigorta buşonlarının değiştirilmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMMh elemanları hücrelere monte edilmiş, kablo bağlantıları yapılmış ve kullanılmaya hazır durumda	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet
Sigorta değiştirme pensesi	İzoleli	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. İzolasyon paspasını serip öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. MMMH'nin enerjisini kontrol ederek enerjisiz olduğuna emin olunuz.
3. Kilidi açarak anahtarlama ve kablo bağlantı bölümünün ön kapağını sökünüz.
4. Atmış olan sigortayı sigorta değiştirme pensesiyle kavrayıp yuvasından çıkarınız.
5. Yeni sigortayı, sigorta sökme pensesiyle kavrayıp uyarı piminin olduğu başlığı yukarı gelecek şekilde yuvasına yerleştiriniz.
6. Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümünün ön kapağını yerine takıp kilitleyiniz.
7. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

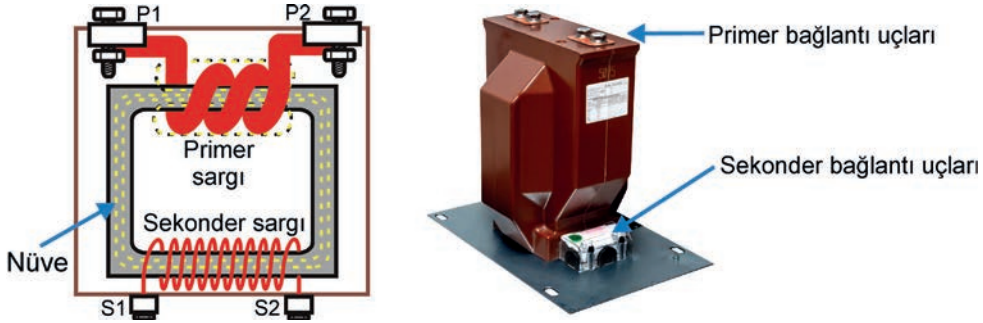
1. YG sigortalarının attığı nasıl tespit edilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Hücre kapağının sökülmesi	20	
Numarası:	3. Sigortanın kurallara göre sökülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Sigortanın kurallara göre takılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



1.1.4.4. Akım Ölçü Transformatörü

Büyük akımların küçük ölçü aletleriyle güvenli bir şekilde ölçülmesi ve koruma rölelerinin çalıştırılması için kullanılan transformatöre **akım ölçü transformatörü** denir. Bu transformatörün primer sargısı, az sipirli, kalın kesitlidir. Sekonder sargısı ise ince kesitli çok sipirlidir. Akım ölçü transformatörünün primer uçları "P1-P2" ve sekonder uçları "S1-S2" harfleriyle gösterilir (Görsel 1.21). Akım ölçü transformatörlerinde sekonder uçları hiçbir zaman boş bırakılmaz. Ölçü aleti veya koruma rölesi bağlanmadığında AG bölümündeki sekonder klemens uçları kısa devre edilmelidir. Sekonder uçları boş bırakıldığında nüvede manyetik alan çok artar ve bu, sekonder uçlarında tehlikeli gerilimler oluşmasına sebep olur. Bu durumda transformatör ısınır ve yanar. Akım ölçü transformatöründe sekonderin bir ucunun topraklanması gerekir. Sekonder akım değerleri (özel yapılar hariç) 1 A, 2 A, 5 A veya 10 A'dır. Ölçme devrelerinde çoğunlukla sekonder akımı 5 A (Örnek: 200/5 A) olan akım ölçü transformatörü kullanılır.

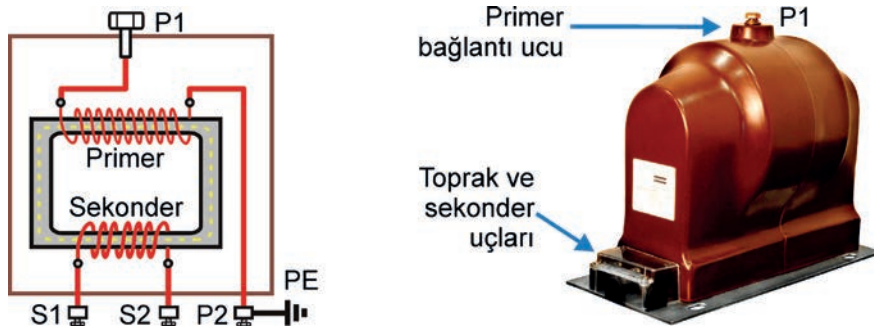


Görsel 1.21: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan akım ölçü transformatörünün yapısı

Kuru tip akım ölçü transformatörünün izolasyonu reçine ve epoksi ile yapılır. Bu ölçü transformatör hava soğutmalı olup alçak ve orta gerilimde kullanılır. Yağlı tip akım ölçü transformatörünün izolasyonu ve soğutulması yağ ile yapılır. Yağlı tip akım ölçü transformatörü yüksek gerilimde kullanılır.

1.1.4.5. Gerilim Ölçü Transformatörü

Büyük gerilimlerin küçük ölçü aletleriyle güvenli bir şekilde ölçülmesi ve koruma rölelerinin çalıştırılması için kullanılan transformatöre **gerilim ölçü transformatörü** denir. Yapısı demir nüve, primer sargısı ve sekonder sargıdan oluşur. Primer sargısı ince iletkenli çok sipirli, sekonder ise az sipirlidir (Görsel 1.22). 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 transformatörleri üç fazlı sisteme faz-toprak veya faz-faz şeklinde iki farklı tipte bağlanır.



Görsel 1.22: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan gerilim ölçü transformatörünün yapısı



1.1.4.6. Enerji Analizörü

Elektrik enerjisi verilerinin sürekli olarak izlenmesini sağlayan, ölçüm verilerini kaydeden, gerektiğinde verilerin dijital haberleşme özelliğiyle uzaktan izlenmesini sağlayan mikro işlemcili ölçüm cihazlarına **enerji analizörü** denir. Metal muhafazalı modüler hücrelerde elektrik enerjisi verilerini ölçmek için ayrı ayrı ölçü aletleri kullanmak, hücrenin boyutlarını artırıp montaj işçiliğini zorlaştırır. Enerji analizörleri bütün ölçü aletlerinin ölçtüğü değerleri ölçebilen kompakt bir cihazdır. Enerji analizörleri ayarlanan belli aralıklarla ölçtüğü değerleri kaydeder. Ölçülen ve kaydedilen veriler, hem kendi ekranında hem de haberleşme protokolleriyle (MODBUS, ethernet, WI-FI vb.) uzaktan izlenebilir (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Enerji analizörleri

Teknoloji geliştikçe enerji analizörlerine yeni özellikler eklenmektedir. Enerji analizörleri genel olarak şu değerleri ölçer:

- Sistemin gerilimi
- Sistemin çektiği akım
- Şebeke frekansı
- Sistemin çektiği aktif, reaktif ve görünür güç
- Güç katsayısı
- Sistemde sayaç değerleri olan aktif, reaktif (indüktif, kapasitif) harcanan enerji
- Akım ve gerilim harmonik ölçümleri

1.1.4.7. Kontaklı Kapasitif Gerilim Göstergesi

Kontaklı gerilim göstergesi, hat iletkenlerindeki gerilimin kapasitif etkisinden yararlanarak fazlar arası gerilimi gösteren ve içindeki röle kontaklarıyla SCADA vb. sistemlere veri aktaran indikatördür. Şebekede faz ve toprak arızası durumunda paneldeki LED lambalar ikaz verir. Üzerindeki faz sırası kontrol prizi uçlarıyla fazlar arası ve faz-toprak arası gerilimler tespit edilebilir. TEDAŞ şartnamesine göre MMMH'lerde TS EN 61243-5 standardına uygun cihazlar kullanılır (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: Kontaklı kapasitif gerilim göstergesi



1.1.4.8. Gaz Basıncı ve Sıcaklığı Göstergeleri

SF6 gazı yalıtımlı metal mahfazalı anahtarlama ve kontrol düzenlerinde, SF6 gazının basınç değerlerini gösteren gaz basıncı göstergesi bulunur. Gaz basıncı göstergesinin yükseklikten etkilanmemesi için hermetik (yalıtımlı) ve mutlak basınç göstergeli tipte olması gerekir. Farklı ortam sıcaklıklarında doğru değeri göstermesi için sıcaklık kompanzeli olmalıdır. MMMH'lerde kullanılan gaz basıncı göstergesi en az iki kontaklıdır. SF6 gazı, anma basınç değeri ile minimum çalışma basınç değeri arasındayken birinci kontak konum değiştirir. Kontak konum değiştirince AG bölümünde bulunan sarı renkli sinyal lambasını yakar ve aynı zamanda AG bölümündeki klemense SCADA sistemi için kontak bilgisi gönderir. SF6 gaz seviyesi, minimum çalışma basıncının altına indiğinde ikinci kontak konum değiştirir. Bu durumda AG bölümünde bulunan kırmızı renkli sinyal lamba yanar ve yine AG bölümündeki klemense SCADA sistemi için kontak bilgisi gönderilir. Gaz seviyesi minimum seviyenin altına düştüğünde kesici ve yük ayırıcının açma kapama yapması oldukça tehlikelidir. Bu yüzden gaz basıncı göstergesinin ikinci kontağı konum değiştirdiğinde kesici ve ayırıcı mevcut durumda kalır ve elektriksel olarak kilitletir.

Kontaklı gaz basıncı göstergelerinde kontak bilgileri sinyal lambalarına ve dijital elemanlara kablolarla iletilir. Günümüzde WI-FI (kablosuz) haberleşmeli ve mikroişlemci tabanlı gaz basıncı göstergeleri yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (Görsel 1.25).



Görsel 1.25: Gaz basıncı göstergeleri

1.1.4.9. Koruma Rölesi

Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan koruma rölesi; aşırı akım, faz ve toprak arızalarını algılayıp kesici bobinine akım göndererek kesiciyi açan röledir. Bu rölelere **aşırı akım koruma rölesi** de denir (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan koruma röeleri



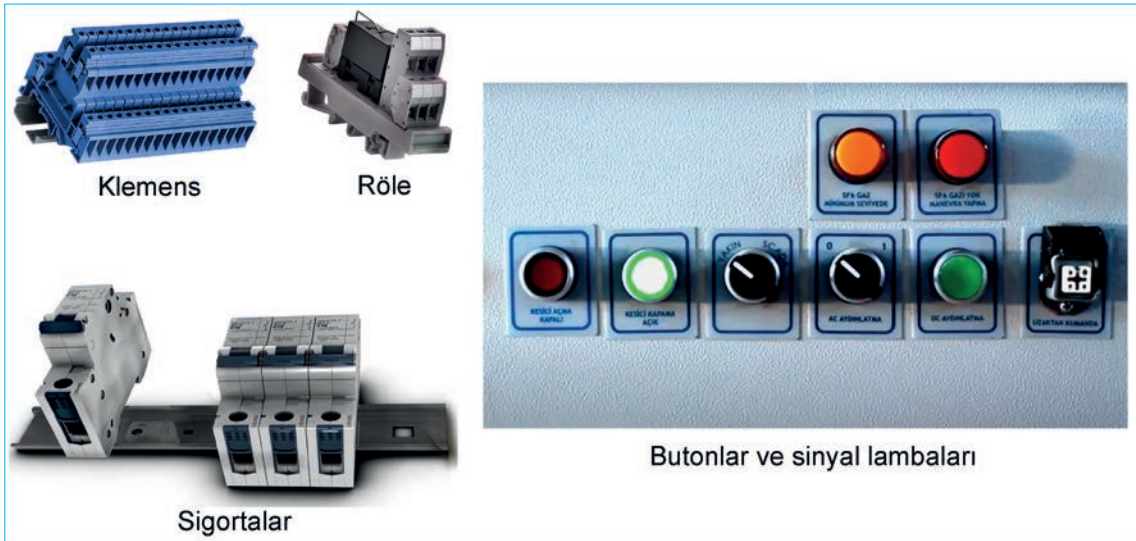
MMMH'de kullanılan koruma röleleri, akım ölçü transformatörünün çevirme oranlarına bağlıdır. Transformatörün sekonderinden geçen akımın aşırı akım koruma rölelerine uygulanması prensibine göre çalışır. Fazlardaki akım aşırı arttığında ölçü transformatörünün sekonder akım değeri, koruma rölesinin ayar değerini aşar ve röle bunu algılar. Koruma rölesi kesicinin açma bobinini enerjilendirerek kesiciyi açtırır. Böylece sistem enerjisi kesildiği için koruma gerçekleşmiş olur. Korumanın hangi süre gecikmeyle veya gecikmesiz olarak gerçekleşeceği, koruma rölesine yapılan ayarlarla belirlenir. Koruma rölesi, faz ile toprak arasındaki anormal akım değişimlerini algıladığında kesici bobinine akım göndererek kesiciyi yine açtırır. Cihazın dijital ekranında faz aşırı akım arızası durumunda PHASE FAULT mesajı, toprak arızasında ise EARTH FAULT mesajı belirir. Koruma rölelerinde ayarlanan aşırı akım koruma değerleri yüksek seçilmemelidir. Aksi takdirde röle, kesiciyi açmaz ve koruma gerçekleşmez. TEDAŞ-MLZ/2006-002.D şartnamesine göre

- Faz akım ayar değeri en fazla 100 amperden başlamak üzere en fazla 100 amper aralıklarla 1000 ampere kadar ayarlanabilir.
- Toprak akım ayar değeri en fazla 50 amperden başlamak üzere en fazla 50 amper aralıklarla 500 ampere kadar ayarlanabilir.
- Arıza algılama süresi ayar değeri en fazla 50 milisaniyeden başlamak üzere en fazla 50 milisaniye aralıklarla 500 milisaniyeye kadar ayarlanabilir.
- Cihazda en az iki adet dijital çıkış bulunmalıdır.

Yeni nesil mikro işlemci tabanlı koruma röleleri; sistem korumasının yanında veri kaydı, arıza raporları, izleme ve ölçüm işlemlerini yapar. Röle bilgilerine bilgisayarla erişim için USB ve RS485 kablolu haberleşme sistemi kullanılır. Ayrıca cihaz verileri SCADA sistemiyle uzaktan takip edilebilir.

1.1.4.10. Alçak Gerilim Malzemeleri

Alçak gerilim bölümünde; AC ve DC gerilimde çalışan yardımcı röleler, sigortalar, koruma rölesi, enerji analizörü bağlantıları ve ray klemenslerinin oluşturduğu terminal dizileri bulunur. Ön panelde kesici açma bobinini kumanda etmek ve bağlantı bölümünü aydınlatmak için butonlar bulunur. Kesiciyi uzaktan kumanda edebilmek için uzaktan kumanda soketi bu bölümdedir. Panelde bulunan uyarı sinyal lambaları kesicinin manevra ve SF6 gaz durumu ile ilgili uyarı verir (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Metal muhafazalı modüler hücrelerde alçak gerilim malzemeleri



3. Uygulama

MMM'H'DE ÖLÇÜ ALETLERİ VE GÖSTERGELERİN OKUNMASI

AMAÇ: MMM'H'de ölçü aletleri ve göstergeleri okumak.



Enerji analizörü



Koruma rölesi



Gaz basıncı göstergesi



Kapasitif gerilim göstergesi

Görsel 1.28: MMM'H'de kullanılan ölçü aletleri ve göstergeler

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMM'H elemanları hücrelere monte edilmiş ve kablo bağlantıları yapılmış bir durumda kullanılmaya hazır.	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. İzolasyon paspasını serip öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. Enerji analizöründeki değerleri okuyup defterinize kaydediniz.
3. Kapasitif gerilim göstergesinden üç fazlı gerilimin olup olmadığını kontrol edip kaydediniz.
4. SF6 gaz basıncı göstergesinden kesicinin gaz basıncı değerini okuyup kaydediniz.
5. Koruma rölesi ekranından faz kısa devresi veya faz-toprak kısa devresi arızası olup olmadığını kontrol edip kaydediniz.
6. Kaydettiğiniz ölçme değerlerinin normal olup olmadığını arkadaşlarınızla konuşup değerlendiriniz.
7. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Koruma rölesi ekranında PHASE FAULT veya EARTH FAULT yazılarının çıkması ne anlama gelir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA

Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Enerji analizörünün doğru okunması	20	
Numarası:	3. Koruma rölesinin doğru okunması	20	
ÖĞRETMEN	4. Gerilim ve gaz göstergelerinin doğru okunması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



1.1.4.11. Kablolar

MMMH'nin alçak AG bölümündeki bağlantılarda en az 1,5 mm² kesitte H07Z1-K (çok telli, halojensiz, aleve dayanıklı) bakır iletkenli kablolar kullanılır. Kablo bağlantı bölümü ve ana bara bağlantı bölümünde OG enerji giriş ve çıkış bağlantıları ise orta gerilim kablolarıyla yapılır. Orta gerilim kabloları 400 mm² kesite kadar bir veya üç damarlı, suya, sıcaklığa ve darbelere dayanıklı kablolardır. Bu kablolarda katmanlı şekilde yalıtkan tabakalar bulunur. MMMH enerji bağlantılarında genellikle XLPE tipi kablolar kullanılır. Bu kablonun dış yalıtkanının altında topraklamaya bağlanan ağ şeklinde ekran telleri bulunur. Bu ekran telleri, yüksek gerilimin oluşturduğu indüksiyon nedeniyle kablo üzerinde oluşabilecek EMK değerlerini toprağa aktarır (Görsel 1.29).



Görsel 1.29: Metal muhafazalı modüler hücrelerde kullanılan H07Z1-K ve XLPE kablo

1.1.4.12. Taşıyıcı Mahfaza

Taşıyıcı mahfaza, metal muhafazalı modüler hücrelerin tüm donanımını içinde barındıran sac gövdedir. Tüm aksamı galvanizli veya elektrostatik yöntemle boyanmış ve en az 2 mm kalınlığındaki çelik sacdan yapılmıştır. Taşıyıcı mahfaza ve bölümleri, iç arızadan kaynaklanan ark nedeniyle oluşabilecek basınç yükselmelerine ve mekanik darbelere karşı dayanıklı ve sağlam bir yapıdadır. MMMH fonksiyonel birimlerinin taşıyıcı mahfazaları, kullanım yerinde cıvata ile birbirlerine eklenerek bağlanabilir. TEDAŞ şartnamelerine göre 36 kV metal muhafazalı metal hücrelerin yüksekliği 2250 mm ve derinliği 1400 mm'den daha fazla olmamalıdır. (17,5 kV ve aşağı gerilimlerde hücre yüksekliği en fazla 1700 mm ve derinliği 1000 mm olacak şekildedir.) Taşıyıcı mahfazalar, OG sisteminin ihtiyacı doğrultusunda farklı fonksiyonel birimlerde ve boyutlarda üretilir (Görsel 1.30).



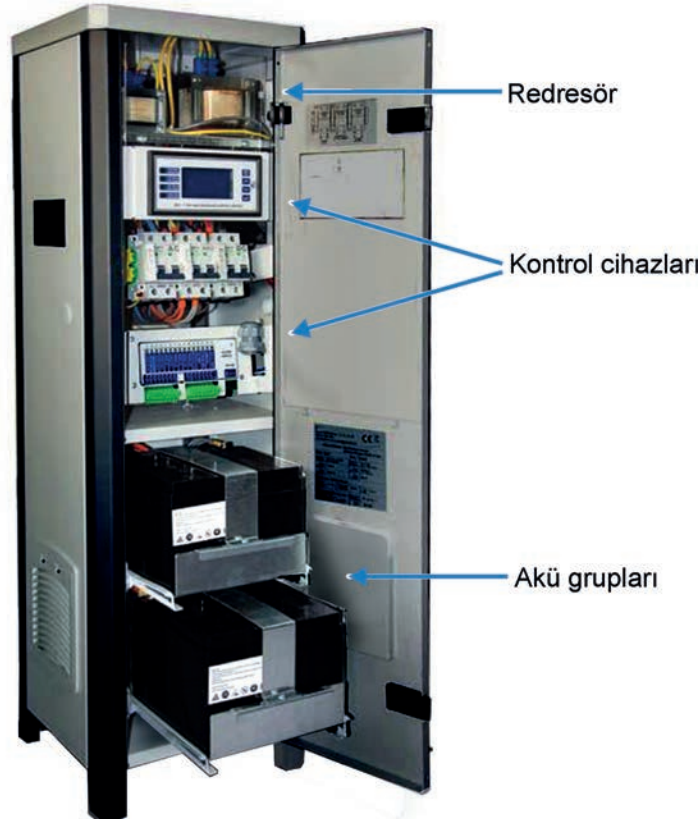
Görsel 1.30: Taşıyıcı mahfazalar



1.1.4.13. Akü-Redresör Grupları

Metal muhafazalı modüler hücrelerde şebeke gerilimi kesildiğinde kumanda ve diğer cihazların enerjisiz kalmaması için kesintisiz bir enerji kaynağına ihtiyaç vardır. Aksi takdirde enerji kesildiğinde anahtarlama ve kontrol düzeni elemanları çalıştırılmaz. Kumanda elemanları, ikaz sinyal lambaları, aydınlatma, ölçme ve haberleşme işlevi yapan tüm dijital cihazların sürekli enerjili olması gerekir. YG ve OG enerji dağıtım merkezlerinde kontrol cihazlarının kesintisiz enerji ihtiyacını sağlayan düzeneğe **akü-redresör grubu** denir. YG ve OG dağıtım merkezlerinde bulunan kesicilerin motorlu yay kurma mekanizması ve açma bobinlerinin kumandasında akü-redresör gruplarından alınan DC gerilim kullanılır. Metal muhafazalı modüler hücrelerin kablo bağlantı bölümlerinin aydınlatması ve gösterge elemanlarının enerji beslemesi yine DC gerilimle yapılır.

Akü-redresör grubu; akü, redresör ve kontrol elemanlarından oluşur. Akü, kimyasal enerjiyi DC elektrik enerjisine dönüştüren ve depolayan elemandır. Depoladığı DC gerilim ile metal muhafazalı modüler hücre elemanlarına kesintisiz enerji sağlar. Redresör ise AC gerilimi DC gerilime çevirip aküyü şarj eden birimdir. Redresör içindeki transformatör, 220 volt AC gerilimi 24 volt AC gerilime düşürür. Yarı iletken doğrultma yığını (diyot grubu), 24 V AC gerilimi DC gerilime çevirir. 24 volt DC gerilim, filtre ve regülasyon devresinden geçtikten sonra aküyü şarj eder. Şarj işlemi akü tam dolana kadar devam eder. Akü dolduktan sonra şarj kontrol devresi tarafından otomatik olarak kesilir. Akü, otomatik şarj kontrol devresi tarafından sürekli tam şarjlı tutulur. Akü-redresör grubu hücresinin alt bölümünde aküler, üst bölümünde ise redresör kontrol devreleri yer alır. Metal muhafazalı hücre içindeki elemanların ısınması durumunda termostat kontrollü hava soğutma fanıyla hücre içi soğutulur. Akü-redresör gruplarının bütün enerji ve çalışma verileri, SCADA veri toplama ve izleme sistemiyle takip edilebilir (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Akü-redresör grubu hücresi



1.1.5. MMMH'nin Fonksiyonel Birimleri (Modüler Hücreler)

Ülkemizde MMMH'ye ait fonksiyonel birimlerle ilgili özellikler, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği, TS EN-İEC standartları ve TEDAŞ Metal Mahfazalı Anahtarlama ve Kontrol Düzenleri Şartnameleri'ne göre belirlenmiştir. Firmalar belirlenen bu özelliklere uyarak üretim yapar. Metal muhafazalı modüler hücrelere ait fonksiyonel birimler, işletmelerin orta gerilim ihtiyacına göre farklılık gösterebilir.

1.1.5.1. Hava Yalıtımlı MMMH'nin Fonksiyonel Modüler Birimleri

Hava yalıtımlı MMMH'ye ait fonksiyonel birim çeşitleri şunlardır:

- Yük ayırıcılı giriş-çıkış hücresi
- “Yük ayırıcısı+sigorta” birleşimi transformatör koruma hücresi
- Gerilim transformatörü hücresi
- Bara bağlama (kuplaj) hücresi
- Kesicili giriş-çıkış hücresi
- Kablo giriş bağlantı hücresi
- Ayırıcılı giriş-çıkış hücresi
- Akım ve gerilim ölçü hücresi
- Yük ayırıcılı bara bölme hücresi

1.1.5.2. Gaz Yalıtımlı MMMH'nin Fonksiyonel Modüler Birimleri

Gaz yalıtımlı MMMH'ye ait fonksiyonel birim çeşitleri şunlardır:

- Yük ayırıcılı giriş-çıkış hücresi
- “Yük ayırıcısı+sigorta” birleşimi transformatör koruma hücresi
- Kesicili hücre
- Yük ayırıcılı bara bağlama-ayırma hücresi
- Akım-gerilim ölçü hücresi

1.1.5.3. Kompakt Tip RMU MMMH'nin Fonksiyonel Modüler Birimleri

Kompakt tip RMU MMMH'ye ait fonksiyonel birim çeşitleri şunlardır:

- 2YA+1SYA (2 adet yük ayırıcısı + 1 adet sigortalı yük ayırıcısı)
- 2YA+1SYA+1SYA (2 adet yük ayırıcısı + 2 adet sigortalı yük ayırıcısı)
- 2YA+1SYA+1YA (3 adet yük ayırıcısı + 1 adet sigortalı yük ayırıcısı)
- 2YA+1SYA+1Ke (2 adet yük ayırıcısı + 1 adet sigortalı yük ayırıcısı + 1 adet kesici)
- 2YA+1Ke (2 adet yük ayırıcısı + 1 adet kesici)
- 1Ka+1SYA (1 adet kablolu giriş + 1 adet sigortalı yük ayırıcısı)

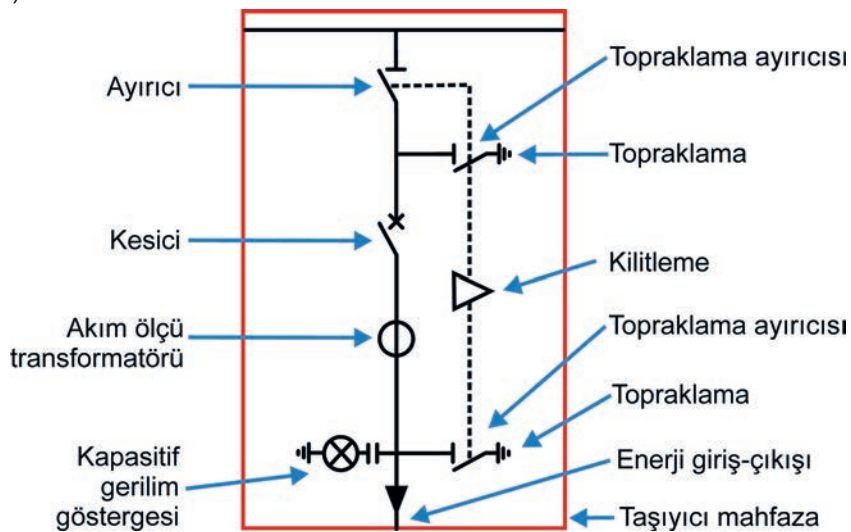
1.1.6. MMMH'de Fonksiyonel Birimlerin Görevleri ve Devre Bağlantı Şemaları

Metal muhafazalı modüler hücreleri oluşturan fonksiyel birimlerden her birinin farklı görevi vardır. Bu modüler birimler bir araya getirilip birbirine monte edilerek kompakt bir yapı oluşturulur. Fonksiyonel birimlerin içindeki elemanların üç fazlı bağlantı sistemi, tek hat şeması olarak gösterilir. Bu tek hat şemaları, fonksiyonel birime ait modüler hücrenin mekanizma panelindeki mimik diyagramda da gösterilir. MMMH'nin tek hat şemalarında kullanılan semboller Tablo1.1'deki gibidir.

Tablo 1.1: MMMH'nin Tek Hat Şemalarında Kullanılan Semboller

SEMBOL	ANLAM	SEMBOL	ANLAM
	Ayrıcı		Akım ölçü transformatörü
	SF6 gazlı yük ayırıcısı		Gerilim ölçü transformatörü
	Topraklama ayırıcısı		Hava yalıtımlı hücreye kablo giriş çıkışı
	SF6 gazlı kesici		Gaz yalıtımlı hücreye kablo giriş çıkışı
	YG sigorta		Tek bara
	Kapasitif gerilim göstergesi		Çift bara
			Kilitleme

Tek hat şemaları dikey doğrultuda çizilir. Şemalarda enerji giriş-çıkışı altta, ana baralar ise üstte olacak şekildedir. Hücre şemalarının etrafına modüler hücreyi temsil eden bir dörtgen çizilir (Görsel 1.32).

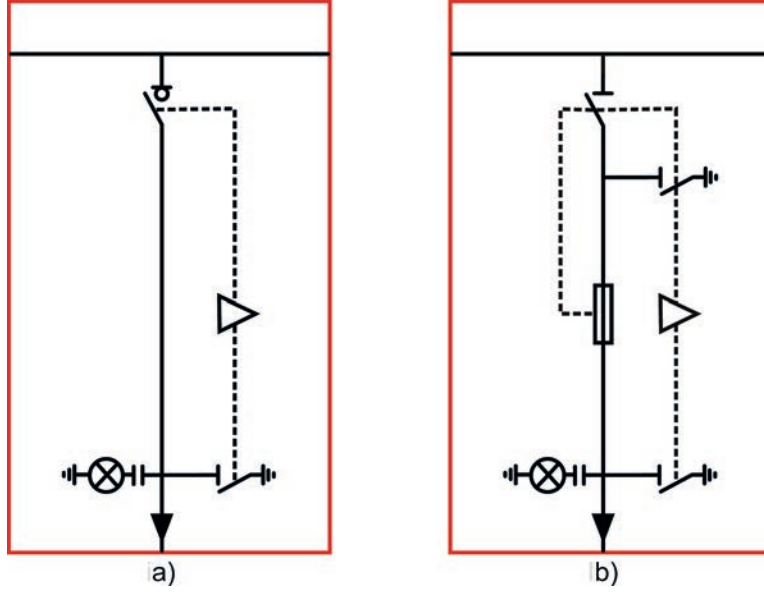


Görsel 1.32: Modüler hücrenin tek hat şeması



Yük Ayırıcılı Giriş-Çıkış Hücresi: OG sistemlerinde yüklü bir devreye (akımın çekildiği) hattan giriş veya çıkış yapmak için kullanılan hücredir (Görsel 1.33.a).

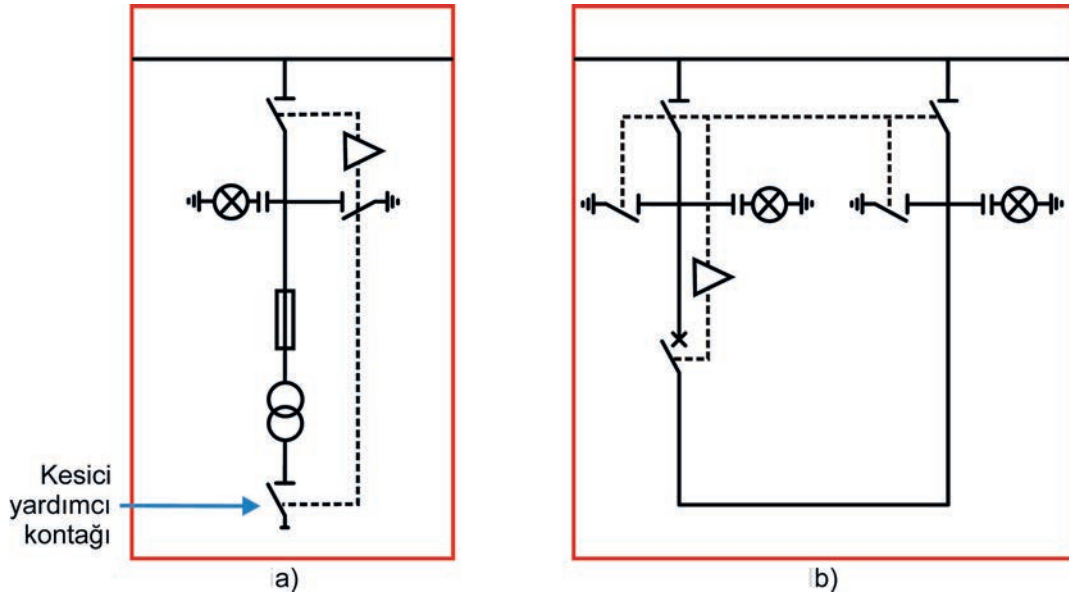
“Yük Ayırıcı + Sigorta” Birleşimi Transformatör Koruma Hücresi: 1600 kVA gücüne kadar OG güç transformatörlerini aşırı akımdan sigortayla korumak için kullanılan hücredir (Görsel 1.33.b).



Görsel 1.33: Yük ayırıcılı giriş-çıkış ve yük ayırıcı+sigorta transformatör koruma hücrelerine ait tek hat şemaları

Gerilim Ölçü Transformatörü Hücresi: OG devresinde gerilim ölçümü ve koruma rölelerinin çalıştırılmasında gerilim ölçü transformatörü kullanılır. Bu hücrede gerilim ölçü transformatörü sigortayla korunur. Hücresinin enerjisi ayırıcı ile kontrol edilir (Görsel 1.34.a).

Bara Bağlama (Kuplaj) Hücresi: İki OG enerji hattını birleştirmek veya ayırmak için kullanılan hücredir (Görsel 1.34.b).

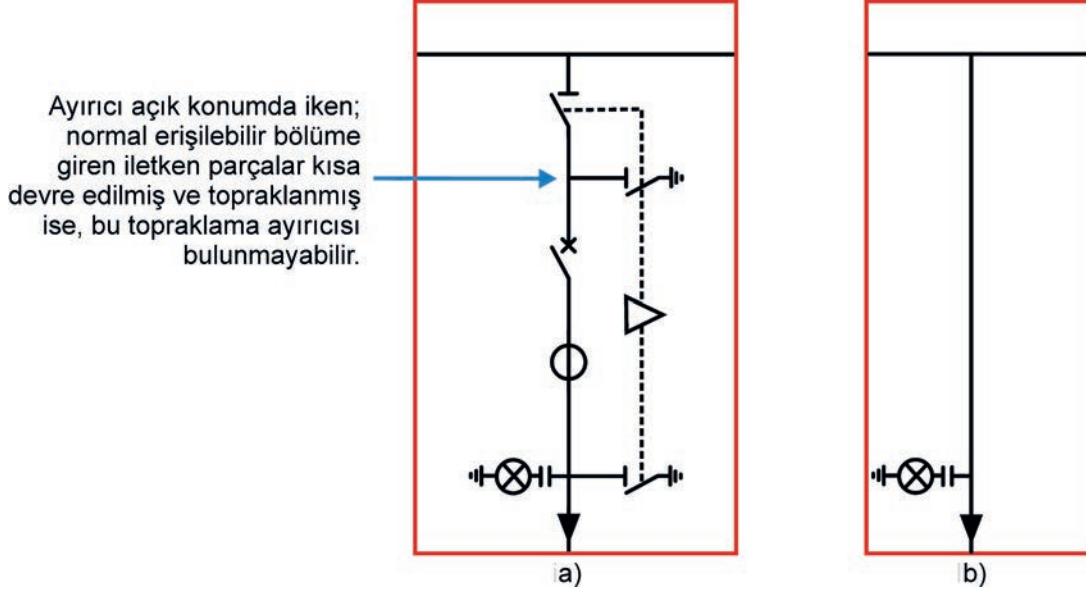


Görsel 1.34: Gerilim ölçü transformatörü ve bara bağlama (kuplaj) hücrelerine ait tek hat şemaları



Kesicili Giriş-Çıkış Hücresi: OG sistemlerinde yüklü bir devreye hattan giriş veya çıkış yapmak için kullanılan hücredir. Aynı zamanda bu hücre bağlı olduğu transformatörü veya devreyi koruma rölesiyle aşırı akımdan korur (Görsel 1.35.a).

Kablo Giriş Bağlantı Hücresi: MMMH'ye kablo bağlantısı ayrı bir modüler hücrede yapıldığında kablo giriş bağlantı hücresi kullanılır (Görsel 1.35.b).

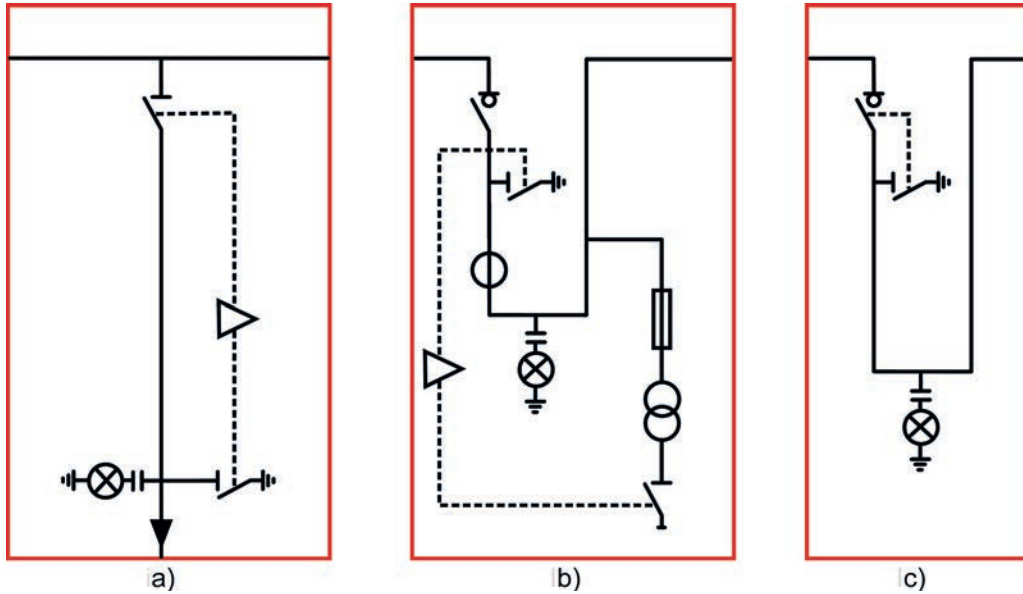


Görsel 1.35: Kesicili giriş-çıkış ve kablo giriş bağlantı hücrelerine ait tek hat şemaları

Ayırıcılı Giriş-Çıkış Hücresi: MMMH'de ayırıcı ile giriş-çıkış yapılan hücredir (Görsel 1.36.a).

Akım ve Gerilim Ölçü Hücresi: Akım ve gerilimin ölçüldüğü ve içinde ölçü transformatörlerinin bulunduğu modüler hücredir (Görsel 1.36.b).

Yük Ayırıcılı Bara Bölme Hücresi: Bir barayı yük ayırıcı ile ikiye bölerek aynı baradan beslenen hattı iki kısma ayıran modüler hücredir (Görsel 1.36.c).



Görsel 1.36: Ayırıcılı giriş-çıkış, akım ve gerilim ölçü ve yük ayırıcılı bara bölme hücrelerine ait tek hat şemaları



1.2. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN (MMM) H

YERİNE MONTAJI

MMM, üretici firmalar tarafından bütün aksamı monte edilmiş bir şekilde hazırlanır ve satışa sunulur. Modüler hücreler, satın alındıktan sonra kullanılacağı yere taşınarak kapalı bir alana konur. Modüler tip fonksiyonel birimleri içeren hücreler, kullanılacağı yere monte edilirken aynı zamanda birbirine eklenir.

1.2.1. MMM'nin Monte Edildiği Prefabrik Dağıtım Merkezi Yapıları

MMM, dağıtım merkezlerindeki yapılara veya özel hazırlanmış köşk adı verilen prefabrik kapalı odaların içine monte edilir. Köşkler TEDAŞ Prefabrik Dağıtım Merkezi ve YG/AG Dağıtım Transformatör Merkezi Binaları Teknik Şartnamesi'ne göre imal edilir. Köşkler, beton köşk ve sac köşk olmak üzere ikiye ayrılır.

a) Beton Köşk: MMM, transformatör vb. şalt elemanlarını dış etkenlerden yalıtırmak ve bu elemanların çevre koşullarından etkilenmesini önlemek için kullanılan mono blok (tek parça) beton odalardır (Görsel 1.37).



Görsel 1.37: Beton köşk

b) Sac Köşk: MMM, transformatör vb. şalt elemanlarını muhafaza eden metal sacdan üretilmiş tek parça sac odalardır (Görsel 1.38).



Görsel 1.38: Sac köşk



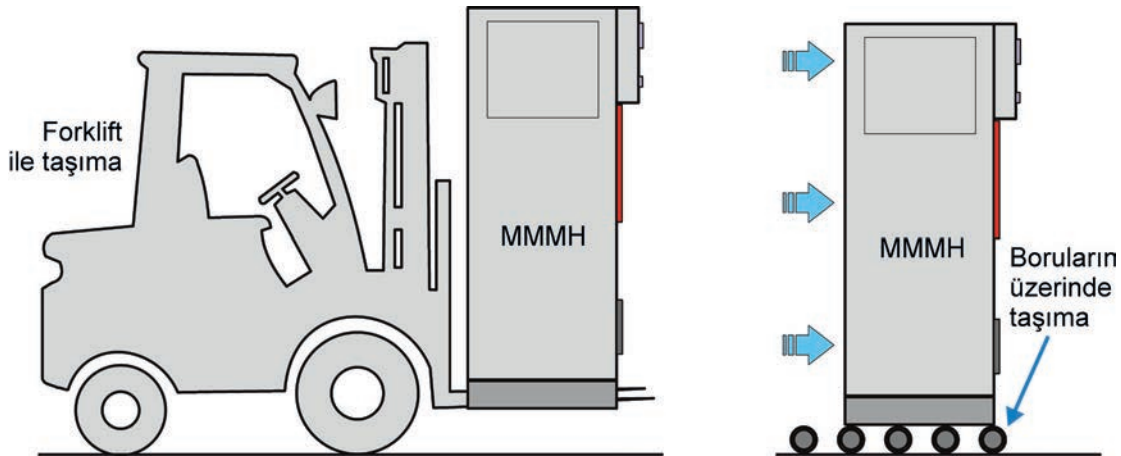
Köşkler yerine yerleştirilmeden önce hazırlanmış projeye uygun beton kaide yapılır. Beton kaidenin yapımında çelik hasır ve hazır beton harcı kullanılarak sağlam bir zemin elde edilir. Kaidenin taban betonu atılmadan önce projeye uygun bir şekilde temel topraklama işlemi ve kablo kanalları hazırlanır. Beton veya sac köşkler imal edildiği yerden konumlanacağı dağıtım merkezine taşınır. Taşıma esnasında askı halatları köşkün etrafına yerleştirilmiş kancalara bağlanır ve kaldırılarak önceden hazırlanmış beton kaide üzerine sabitlenir (Görsel 1.39).



Görsel 1.39: Köşkün taşınıp yerleştirilmesi

1.2.2. MMMH'nin Yerine Montajı

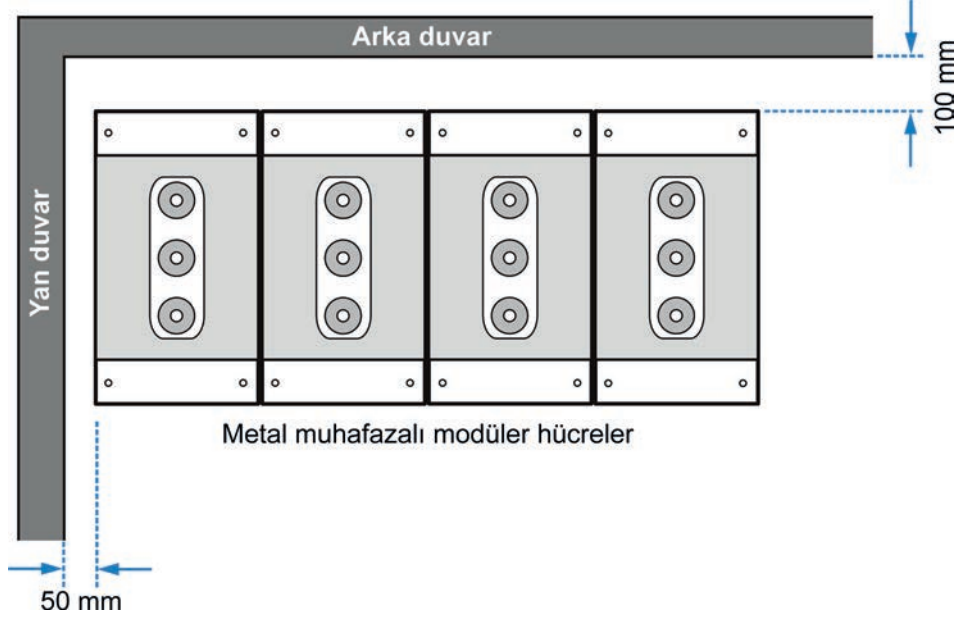
MMM monte edilmeden önce MMMH'nin köşk içinde monte edileceği yer işaretlenir. Modüler hücreler, üretici firma tarafından montaj yerine getirildiğinde iç montajı önceden yapıldığı için oldukça ağırdır. Bu yüzden modüler hücreler, forklift ile veya boru üzerinde yürütülerek dikkatli bir şekilde köşk içine taşınır (Görsel 1.40).



Görsel 1.40: MMMH'nin köşk içine taşınması

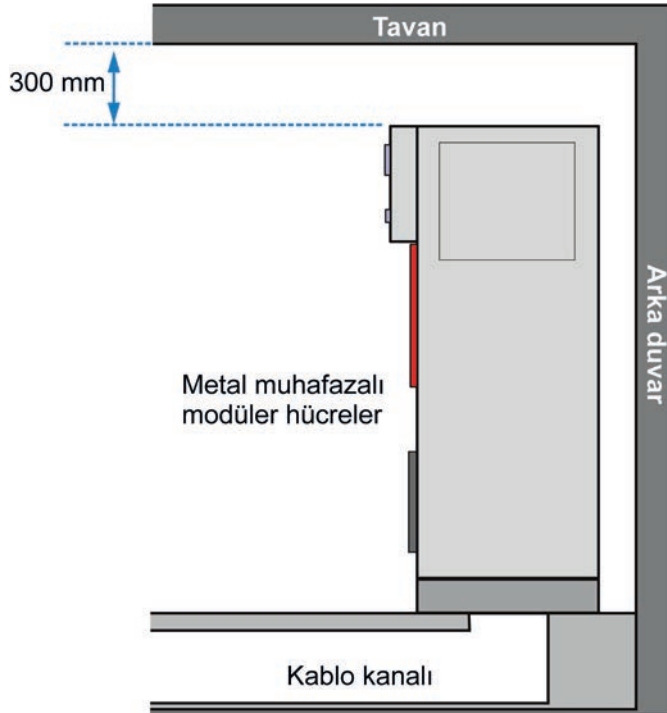


Modüler hücreler köşk zeminindeki kablo kanalları üzerine yerleştirilir. Hücreler yerleştirilirken yanında ve arkasındaki köşk duvarıyla birleştirilmeyip bir boşluk bırakılır. Hücre ile yan duvar arasındaki boşluk 50 mm'den az olmamalıdır. Yine hücre ile arka duvar arasındaki boşluk 100 mm'den az olmamalıdır. Bu boşluklar köşk içindeki ortamın doğal hava sirkülasyonu ile havalanmasını sağlar (Görsel 1.41).



Görsel 1.41: MMMH'nin köşk içine yerleşiminde yan ve arka duvar boşlukları

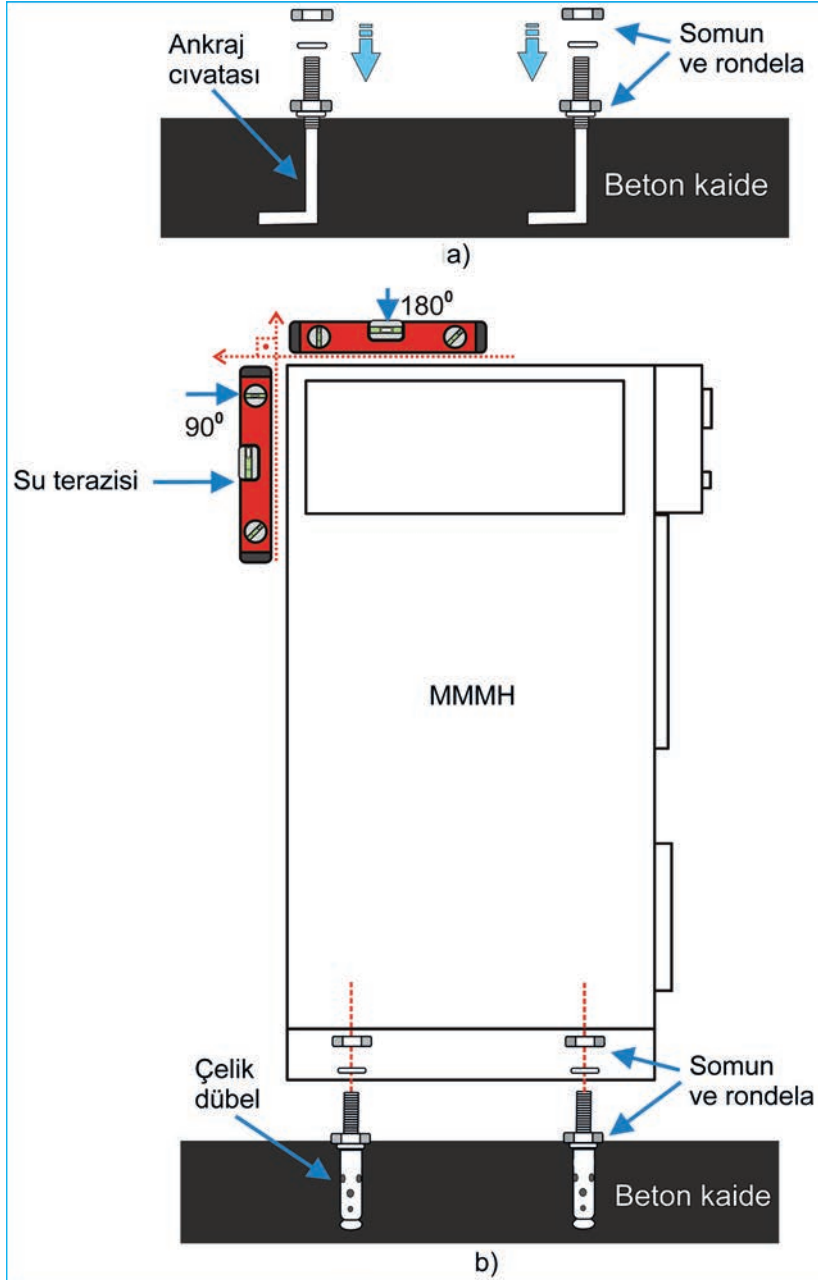
MMMH'nin yüksekliği ile köşk tavanı arasında boşluk bırakılmalıdır. Doğal hava sirkülasyonu için bu boşluk 300 mm'den daha az olmamalıdır (Görsel 1.42).



Görsel 1.42: MMMH'nin köşk içine yerleşiminde hücreler ile tavan arasındaki boşluk



MMMH'nin yerine montajında taban kısmına erişebilmek için ön kapakları sökülür. Gövdeyi zemine sabitlemek için betona önceden gömülmüş ankraj cıvataları kullanılır. Taşıyıcı mahfaza ankraj cıvatalarına yerleştirilip somunları sıkılır (Görsel 1.43.a). Eğer ankraj cıvataları konulmamış ise çelik dübeller kullanılır. Çelik dübeller ile monte etmek için taşıyıcı mahfaza tabanındaki montaj delikleri hizasında zemine işaretler konur. Taşıyıcı mahfazanın boyutlarına göre tabanında dört veya sekiz montaj deliği olabilir. İşaretlenen yerler matkapla delinir ve çelik dübeller beton zeminindeki deliklere yerleştirilir. Mahfaza tabanındaki delikler, zemindeki çelik dübel cıvatalarına denk gelecek şekilde yerleştirilir. Taşıyıcı mahfaza, su terazisiyle dengeye alındıktan sonra çelik dübel cıvatalarına rondela geçirilip somunları sıkılır. Montaj işlemi bittikten sonra tekrar su terazisiyle mahfazanın dengesi kontrol edilir (Görsel 1.43.b).

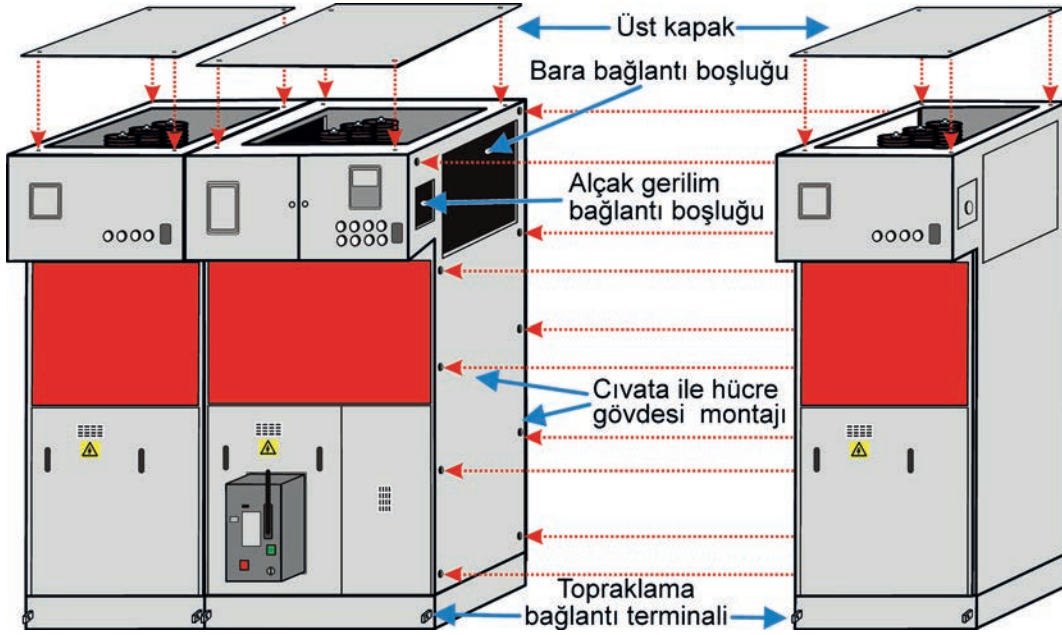


Görsel 1.43: MMMH'nin köşk içinde zemine montajı



1.2.3. MMMH'nin Birbirine Eklenmesi

MMMH'nin ilk fonksiyonel birim hücresi beton zemine monte edildikten sonra diğer modüler hücrelerin eklenmesi için hazırlık yapılır. Modüler hücrelerin üst ve yan kapakları sökülür. Eklenerek modüler hücre, zemine monte edilmiş ilk hücreye yanaştırılarak montaj deliklerinin birbirini karşılaması sağlanır. Zeminde montaj yerleri işaretlenerek matkapla delinir. Delinen betona çelik dübeller yerleştirilir. Modüler hücrenin mahfazası, diğer hücreye yanaştırılarak gövdeler birbirine cıvatalarla monte edilir. Daha sonra gövde tabanı, zemindeki çelik dübellerle sabitlenir. Modüler hücreler birbirine monte edilirken her aşamada su terazisiyle gövdenin dengesi kontrol edilir. Diğer modüler hücreler benzeri şekilde birbirine monte edildikten sonra hücrelerin kablo bağlantıları için hazırlık yapılır (Görsel 1.44).



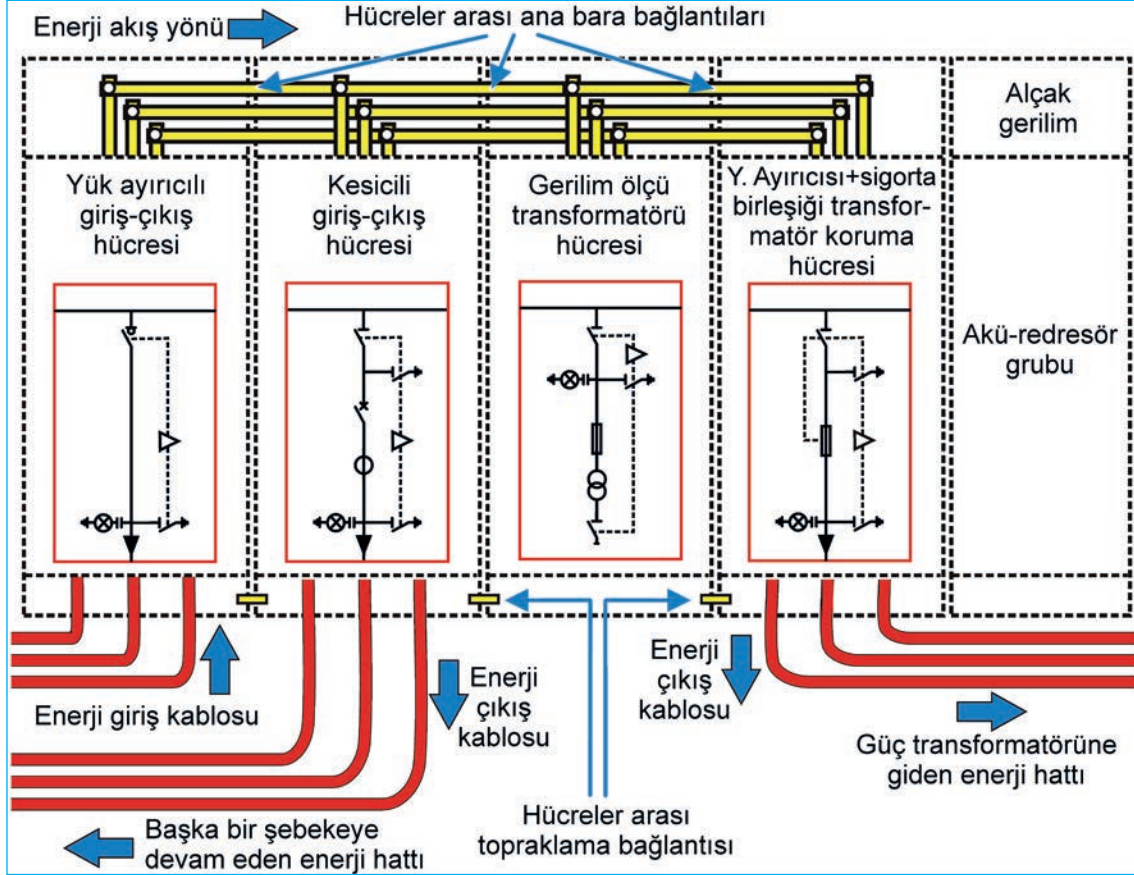
Görsel 1.44: MMMH'nin birbirine eklenmesi

- Montaj işlemi sırasında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edilmelidir.
- MMMH yerine taşınırken kurallara uyulmalı, teçhizata zarar verilmemelidir.
- Modüler hücrelerin montajında kullanılacak montaj gereçlerinin uygun kesit ve ölçülerde olduğuna dikkat edilmelidir. Bu konuda MMMH'nin üretici firma kataloglarından yararlanılmalıdır.
- Somunlar, montaj cıvatalarının ürün kataloğunda belirtilen tork değerlerine göre sıkılmalı, gevşek bırakılmamalıdır.
- Montajın her aşamasında taşıyıcı mahfazaların dengesi su terazisiyle kontrol edilmelidir.
- Montaj sırasında hücre içindeki elemanlara zarar verilmemelidir.
- Hücre içinde el aletleri, araç gereç veya yabancı maddeler bırakılmamalıdır.
- Hücrelerin montajı bittikten sonra fonksiyonel birimler arasında enerji bağlantıları yapılacağı için hücre kapakları açık bırakılmalıdır.



1.3. METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE (MMM) BAĞLANTILARI

Metal muhafazalı modüler hücreler yerine monte edildikten sonra hücrelerin bağlantı işlemleri yapılır. MMMH'de öncelikle topraklama barasına hücrelerin topraklama bağlantısı yapılır. Daha sonra hücreler arasındaki ana bara bağlantıları ve giriş-çıkış kablo bağlantıları yapılır. En son akü-redresör grubu MMMH'ye eklenerek kumanda kontrolü sağlayan alçak gerilim kabloları bağlanır. İzolasyon cihazıyla hücrelerin topraklama testi yapılır. Son kontroller yapıldıktan sonra sistem devreye alınır (Görsel 1.45).



Görsel 1.45: MMMH'de enerji giriş-çıkış kablosu, ana bara ve topraklama bağlantı sistemi

1.3.1. MMMH'de Hücreler Arası Ana Bara Bağlantıları

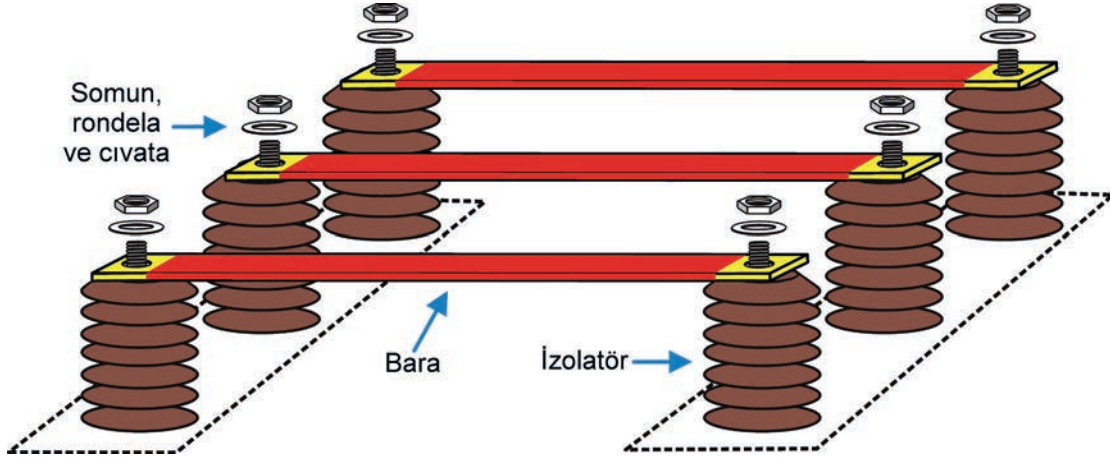
Metal muhafazalı modüler hücrelerin ana bara bölümünde izolatörlerin ucunda baraların birbirine bağlanması için civatalar bulunur. Hava yalıtımlı hücreler arasındaki bağlantıda kullanılan ekleme baralarının yüzeyi, ısıyla genleşen yalıtım kılıfları ile kaplıdır (Görsel 1.46). Gaz yalıtımlı hücre bağlantılarında ise bara ekleme uçları gövdeden yalıtılmış izolatör ile dışarı çıkarılmıştır.



Görsel 1.46: Yalıtılmış baralar ve civatalar

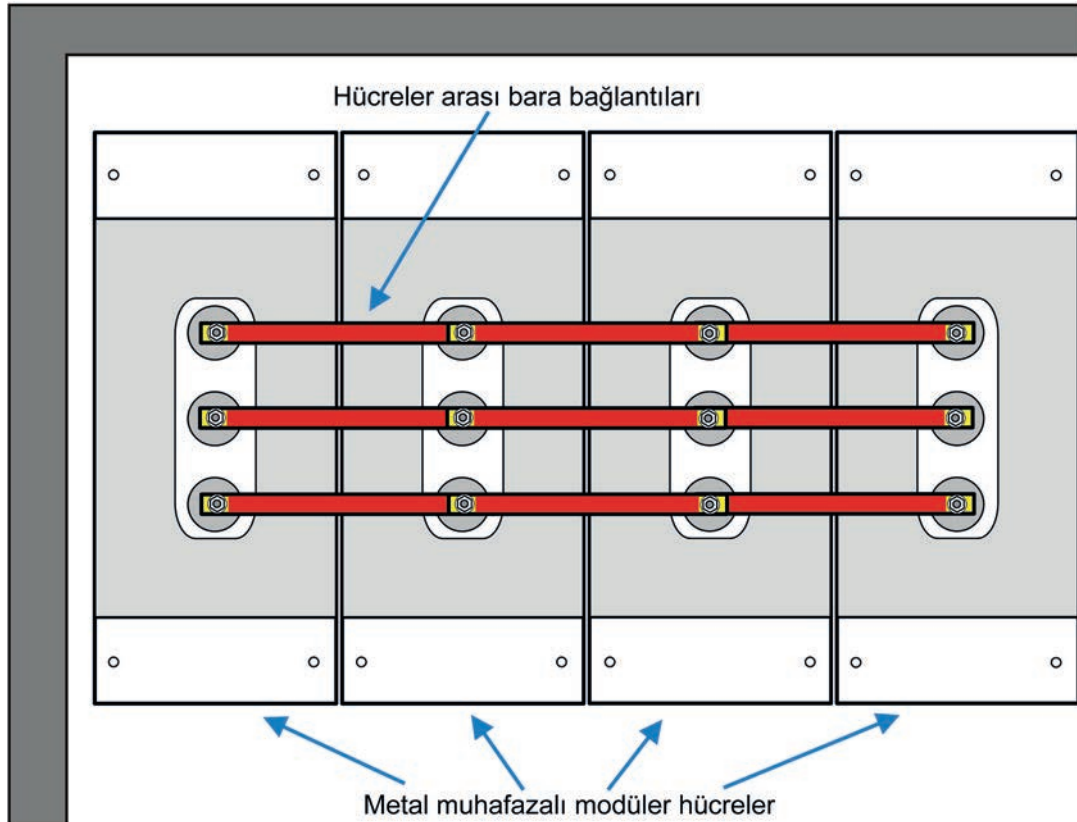


Hücreler arası bara bağlantıları yapılırken hücrelerin izolatör bağlantı uçları arasındaki mesafe ölçülür ve baralar kesilir. Daha sonra bara montaj delikleri açılır ve baranın çıplak yüzeyleri ısıyla genleşen izolasyon tüpleriyle (makaron) kaplanır. Baralar izolatör uçlarındaki cıvatalara geçirilir. Cıvatalara rondelalar takılarak somunlar sıkılır. Bara montajında somun ve cıvatalar yeterli tork değerinde sıkılmalıdır (Görsel 1.47).



Görsel 1.47: MMMH'de ana baraların izolatörlere montajı

Ana bara montajları hücrenin üst kapak boşluğundan yapılır. İlk hücrenin ana bara montajı yapıldıktan sonra diğer modüler hücrelerin bara bağlantıları yapılır (Görsel 1.48).



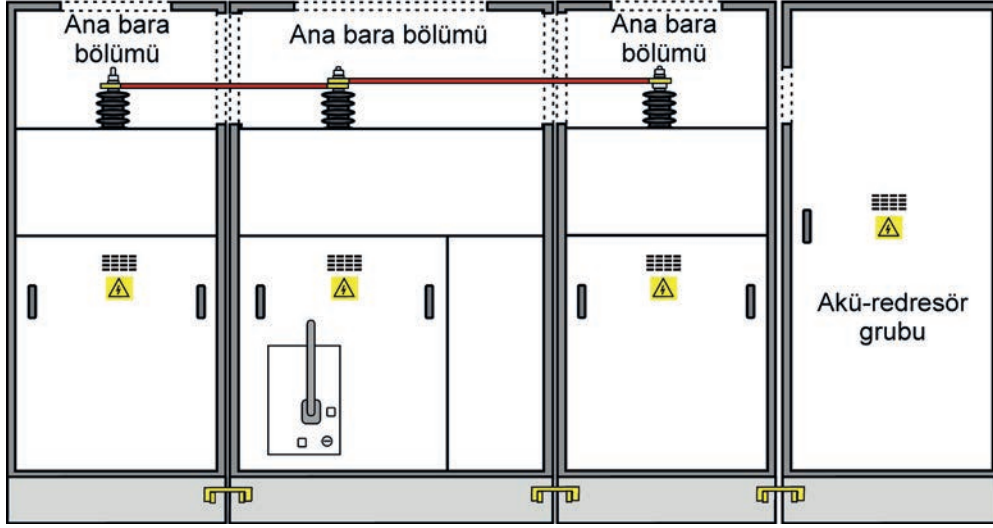
Görsel 1.48: MMMH'de hücreler arası ana bara bağlantılarının üstten görünüşü



4. Uygulama

MMM'H'DE ANA BARA BAĞLANTISININ YAPILMASI

AMAÇ: MMM'H'de ana bara bağlantılarını yapmak.



Görsel 1.49: MMM'H'de ana bara bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMM'H elemanları hücrelere monte edilmiş ve kablo bağlantıları yapılmış bir durumda kullanılmaya hazır.	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet
Bara ve montaj gereçleri	Yalıtılmış bara, somun ve cıvatalar	-
El aletleri	Anahtar takımı, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. Öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. Bara ve montaj gereçlerini hazırlayınız.
3. Enerji bağlantısı olmayan MMM'H eğitim setinin üst ve yan kapaklarını açınız.
4. Baraları izolatör uçlarındaki cıvatalara geçirip cıvataya rondela takınız. Somunları anahtarla sıkınız.
5. Yaptığınız bağlantıları öğretmeninize kontrol ettirdikten sonra üst kapakları kapatınız.
6. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

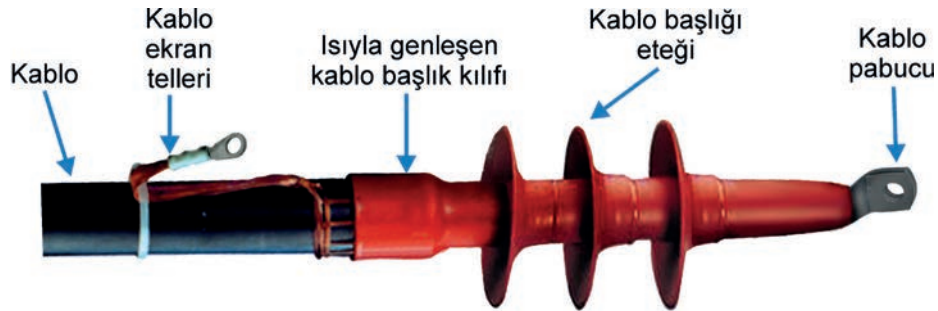
SORU

1. Ana bara bağlantılarını yapmak için hücrenin hangi kapakları açılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Baraların hazırlanması	20	
Numarası:	3. Doğru hücre kapaklarının sökülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Ana bara montajının doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	

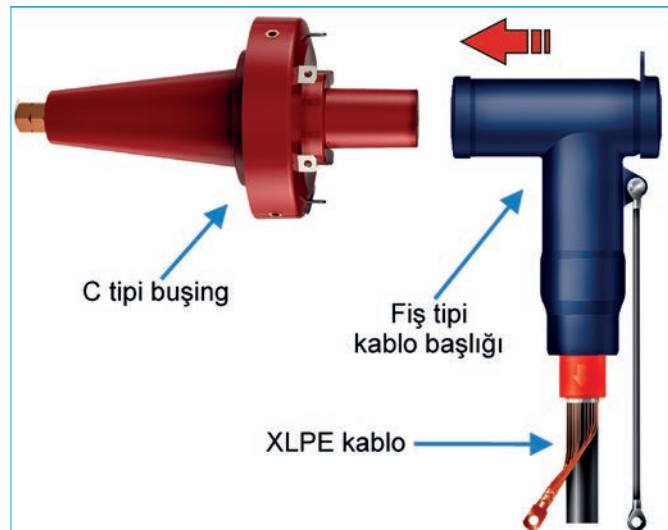
1.3.2. MMMH’de Giriş ve Çıkış Kablo Bağlantıları

Hava yalıtımlı metal muhafazalı modüler hücrelerde giriş ve çıkış kablo bağlantıları yapılırken orta gerilim (XLPE) kabloları kullanılır. Bu kablounun önce dış kılıf katmanları soyulup izolasyon kılıflı başlık yapılır. Kablo başlığında yalıtım için ısıyla genleşen izolasyon tüpü kullanılır. Kılıf üzerinde bulunan kablo başlığı eteği, yan yana duran OG kablolarının dielektrik mesafesini artırarak izolasyona katkı sağlar. Kablo ekran telleri topraklama pabucuna bağlanır. Kablo başlıklarının ucundaki kablo pabucu ise MMMH'nin enerji giriş uçlarındaki cıvatalara monte edilir (Görsel 1.50).



Görsel 1.50: MMMH’de giriş-çıkış orta gerilim kablusunun izolasyon kılıflı başlığı

Gaz yalıtımlı RMU tipi MMMH’de birimler SF6 gazıyla dolu olduğu için giriş veya çıkış uçları C tipi buşinglerle hücrenin dış yüzeyine çıkarılmıştır. Bu tip MMMH’lerde **fiş tipi ayrılabilir kablo başlığı** kullanılır. Fiş tipi başlık, XLPE kablolu soyularak kablo ucuna monte edilir. Başlık, hücrenin dış yüzeyindeki C tipi buşinge geçirilerek sabitlenir (Görsel 1.51).



Görsel 1.51: MMMH’de giriş- çıkış orta gerilim kablusunun fiş tipi başlığı

Hücreye OG giriş-çıkış kablo bağlantılarını yapmak için hücrenin kablo bağlantı bölümü kapağı çıkarılır. Daha sonra hücre tabanındaki kablo giriş yerlerinin taban sacı sökülür. Köşk tabanındaki kanala yerleştirilen kablonun ölçüsü alınarak hücre içindeki bağlantı noktasına ulaşacak şekilde kesilir. Kablo katmanları soyularak kablo başlığı hazırlanır. Kablo başlığı hazırlama işlemi üç kablo damarı için de yapılır. Kılıf dışına çıkarılan ekran telleri birleştirilerek topraklanmak üzere ucuna pabuç monte edilir. Kablolar, hücre tabanı sacındaki yalıtkan giriş deliklerinden geçirilir ve taban sacı yerine vidalanır.



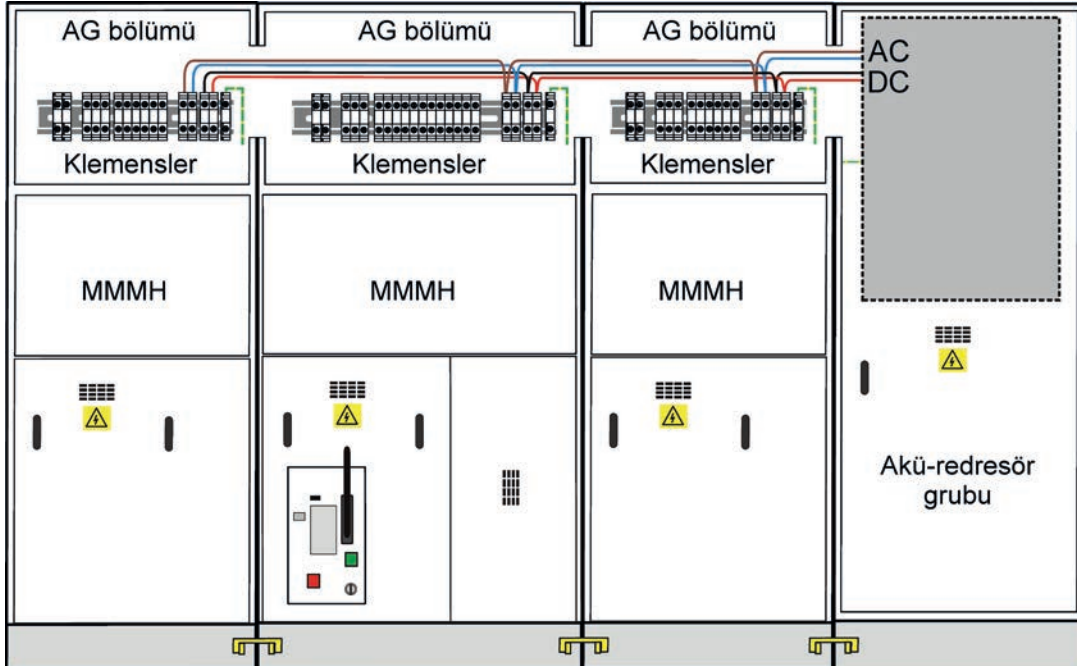
Kablo bağlantı bölümündeki enerji giriş uçlarına bağlanmaya hazır olan kablo başlıkları, izolatör giriş civatalarına geçirilir ve somunları sıkılır. Daha sonra kablo ekran tellerinin birleştiği pabuçlar topraklama barasına monte edilir (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: MMMH'de giriş-çıkış orta gerilim kablosu başlığının montajı

1.3.3. MMMH'de Alçak Gerilim Kablo Bağlantıları

Modüler hücrelerin OG kablo montajı yapıldıktan sonra akü-redresör grubu hücresinden diğer hücrelere AC ve DC gerilim kabloları çekilir. Alçak gerilim kabloları, hücrelerin yan bölümünde bulunan AG kablo geçiş boşluklarından geçirilerek ray klemenslerine bağlanır (Görsel 1.53). Klemenslere kablo bağlantıları yapılırken kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanılır.



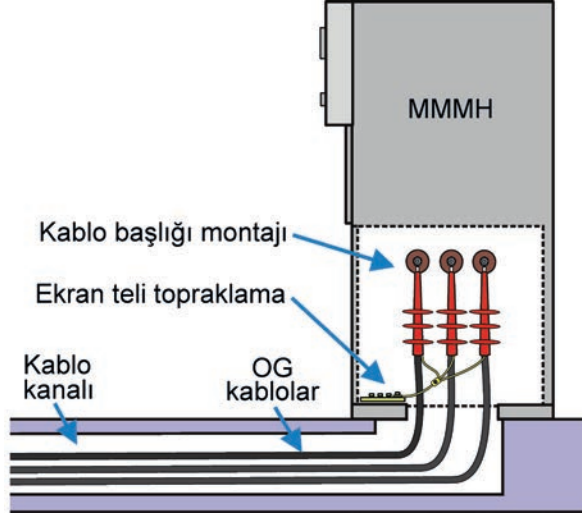
Görsel 1.53: MMMH'de alçak gerilim kablolarının hücrelere bağlantısı



5. Uygulama

MMM'H'YE GİRİŞ-ÇIKIŞ ORTA GERİLİM KABLOSUNUN BAĞLANMASI

AMAÇ: MMM'H'ye giriş-çıkış orta gerilim kablosunu bağlama uygulamasını yapmak.



Görsel 1.54: MMM'H'de giriş-çıkış orta gerilim kablo bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMM'H elemanları hücrelere monte edilmiş, ana bara ve kablo bağlantıları yapılmamış, uygulama eğitimine hazır hücreler.	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet
Kablo başlığı	İzolasyon kılıflı kablo başlığı	1 adet
El aletleri	Anahtar takımı, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. Öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. Enerji bağlantısı olmayan MMM'H eğitim setindeki kablo bağlantı bölümünün kapağını açınız.
3. Kablo pabuçlarını izolator uçlarındaki cıvatalara geçirip cıvataya rondela takınız. Somunları anahtarla sıkınız.
4. Kablo ekran tellerini birleştirip topraklama barasına vidalayınız.
5. Yaptığınız bağlantıları öğretmeninize kontrol ettirdikten sonra hücre kapağını kapatınız.
6. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Kablo ekran telleri neden topraklanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Malzemelerin hazırlanması	20	
Numarası:	3. Kablo başlığı montajının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Kablo ekran tellerinin topraklanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



1.3.4. MMMH'de Kumanda Manevraları

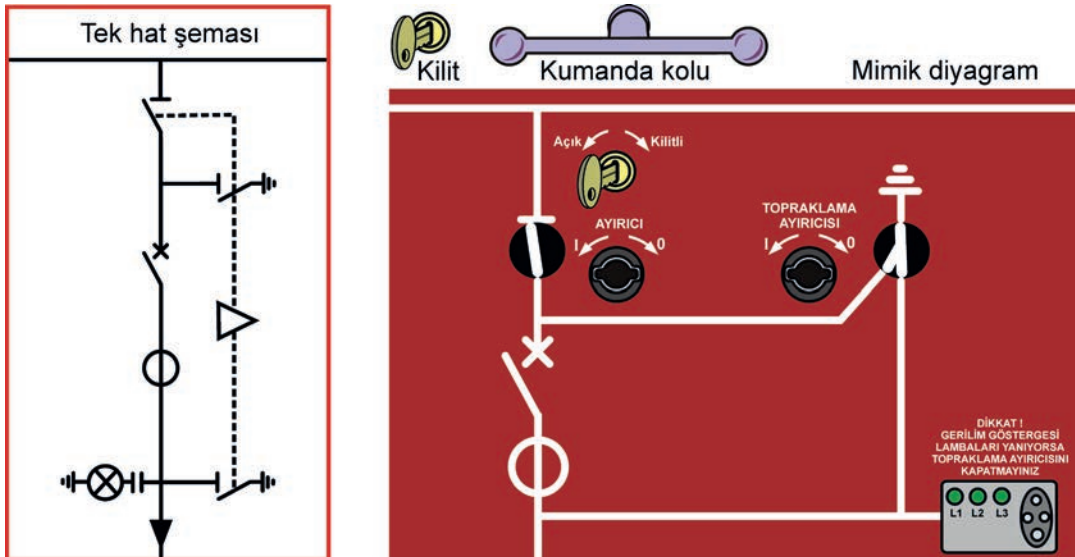
Yüksek gerilim dağıtım merkezlerinde enerji sistemini kontrol etmek için ayırıcı ve kesiciyle yapılan kumanda işlem sırasına **kumanda manevrası** denir. Kumanda manevraları, hücrelerin ön panelindeki mekanizma bölümünde bulunan mimik diyagram üzerinde yapılır. MMMH'de fonksiyonel birim hücrelerinden herhangi biriyle enerji sistemini devreye almak veya devreden çıkarmak için manevra kurallarına uyulmalıdır. Bu kurallara uyulmadığında tehlikeli iş kazaları yaşanabilir. Buna göre ayırıcılı ve kesicili MMMH manevralarında şu kurallara dikkat edilmelidir:

- Manevra sırasında iş eldiveni, iş ayakkabısı, iş gözlüğü, baret ve izolasyon paspası kullanılmalıdır.
- Genel olarak anahtarlama işlemini yüksüz devrelerde ayırıcı, yüklü devrelerde ise kesici yapar.
- Enerji sistemi devreye alınırken önce ayırıcı, daha sonra kesici kontakları kapatılır.
- Enerji sistemi devreden çıkarılırken önce kesici, daha sonra ayırıcı kontakları açtırılır.
- Enerji sistemi devreye alınmadan önce topraklama ayırıcısının kontakları açılır.
- Enerji sistemi devreden çıkarıldıktan sonra topraklama ayırıcısının kontakları kapatılır.

MMMH'de ayırıcı ve kesici manevralarının öncelik sırasında hata yapma ihtimaline karşı mekanik ve elektriksel kilitleme mekanizmaları konmuştur. Mekanik kilitleme tertibatı, tek anahtarla kontrol edilip ayırıcılar ve kesici arasında kilitleme yapar. Ayrıca anahtarlama ve kablo bağlantı bölümünün kapağı, sistem devredeyken açılmaması için kilitlidir. Elektriksel kilitleme ise ayırıcı ve kesicinin yardımcı kontaktlarının elektriksel sinyalleriyle AG bölümündeki yardımcı rölelerle yapılır.

1.3.4.1. Kesicili Giriş-Çıkış Hücresinde Kumanda Manevrası

Kesicili giriş-çıkış hücrelerinde enerjinin akış yönüne göre giriş veya çıkış manevrası yapılabilir. Bu hücrede manevra işlemi; kesici, ayırıcı ve topraklama ayırıcısı arasındadır. Ayırıcı ile topraklama ayırıcısı arasında mekanik kilitleme bulunur. Görsel 1.55'te kesicili giriş-çıkış hücresine ait tek hat şeması ve mekanizma bölümündeki mimik diyagram görülmektedir.

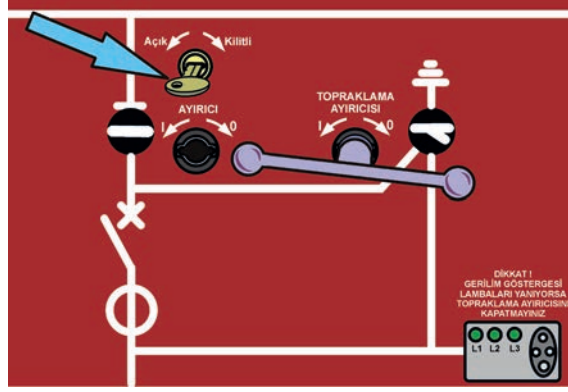


Görsel 1.55: Kesicili giriş-çıkış hücresine ait tek hat şeması, mimik diyagram, kumanda ve kilit araçları



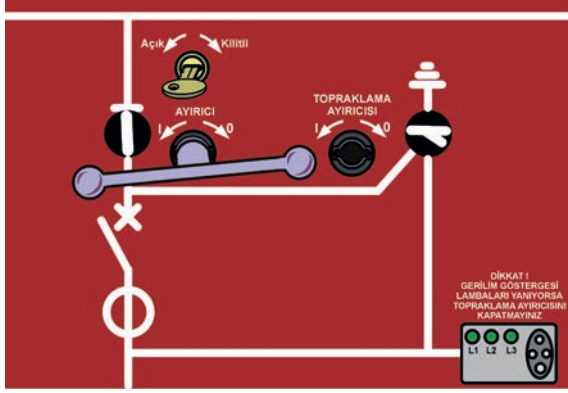
a) Kesicili Hücreyi Devreye Alma Manevrası: Kesicili hücre devreye alındığında bağlı olduğu orta gerilim sistemine enerji akışı sağlar. Hücreyi devreye alma manevrası aşağıdaki gibi yapılır.

- Kilit üzerindeki anahtar sola doğru çevrilerek ayırıcı kilitleri açılır. Kumanda kolu, topraklama ayırıcısının manevra yuvasına takılır ve saat yönünde çevrilip topraklama ayırıcısı açılır (Görsel 1.56).



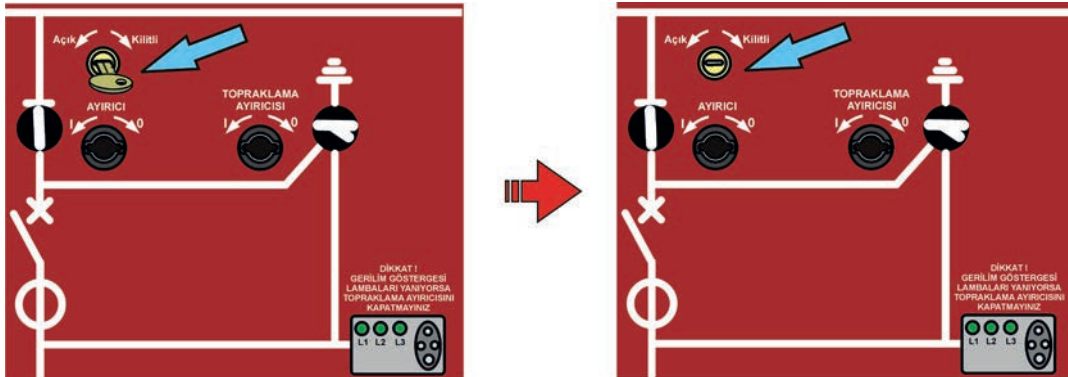
Görsel 1.56: Ayırıcı kilidinin açılması ve kumanda koluyla topraklama ayırıcısının açılması

- Kumanda kolu, ayırıcı manevra yuvasına takılır ve saat yönünün tersi yönde çevrilerek ayırıcı kontakları kapatılır (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Kumanda koluyla ayırıcının kapatılması

- Kilit üzerinde takılı olan anahtar saat yönünde çevrilerek ayırıcı mekanizması kilitlenir ve anahtar kilit yuvasından çıkarılır (Görsel 1.58).



Görsel 1.58: Ayırıcının kilitlenmesi ve anahtarın çıkarılması

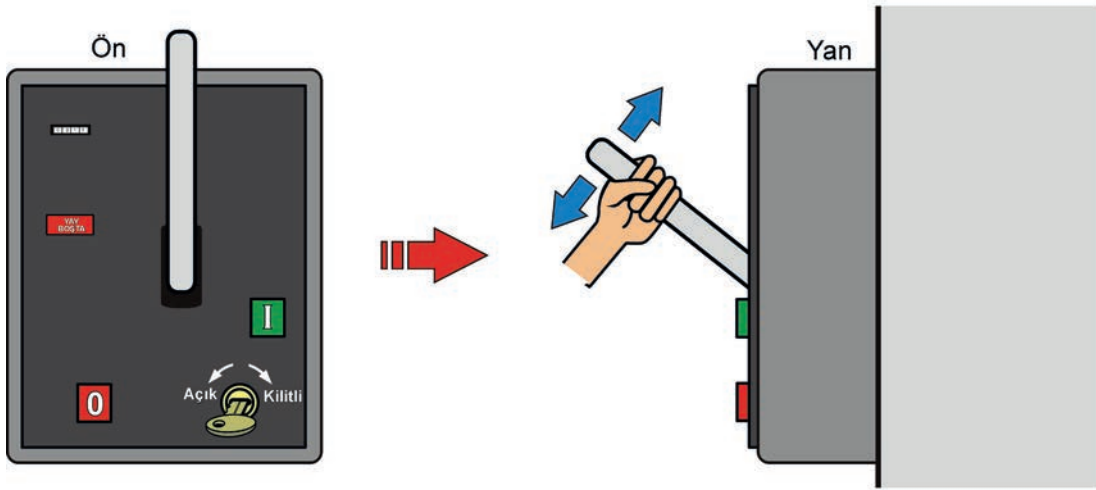


- Ayırıcı mekanizmasından çıkarılan anahtar, kesici mekanizması üzerindeki kilide takılır ve anahtar saat yönünün tersine çevrilerek mekanizma kilidi açılır (Görsel 1.59).



Görsel 1.59: Anahtarla kesicinin kilit mekanizmasının açılması

- Kesicinin kapama yayı motorla elektrikselsel olarak veya yay kurma kolu kullanılarak elle kurulur (Görsel 1.60).



Görsel 1.60: Kesici kurma yayının elle kurulması

- Kesici kumanda paneli üzerindeki kapama butonuna basılarak kesici kontaktları kapatılır. Böylece kesicili hücre devreye alınmış olur (Görsel 1.61).



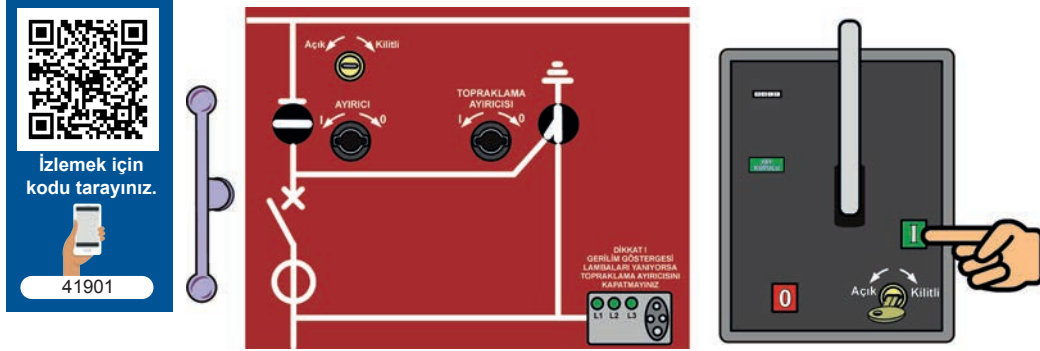
Görsel 1.61: Kesicinin kapama butonuna basılarak kontaktlarının kapatılması



6. Uygulama

KESİCİLİ HÜCREYİ DEVREYE ALMA MANEVRASI

AMAÇ: MMMH'de kesicili hücreyi devreye alma manevrasını yapmak.



Görsel 1.62: Devreden çıkmış kesicili hücrenin mimik diyagramı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMMh elemanları hücrelere monte edilmiş ve kablo bağlantıları yapılmış, kullanılmaya hazır set	1 adet
Kumanda kolu	Ayırıcı kumanda kolu	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. İzolasyon paspasını hücre önüne seriniz.
2. Öğretmeninizden ayırıcı kumanda kolunu ve kilit anahtarını alınız.
3. Anahtarla ayırıcı kilidini açıp kumanda koluyla topraklama ayırıcısını açınız.
4. Kumanda koluyla ayırıcıyı kapatarak mekanizmayı anahtarla kilitleyip anahtarı çıkarınız.
5. Anahtarı kesici ön panelindeki mekanizma kilidine takıp kesici mekanizma kilidini açınız.
6. Kesicinin kurma yayını elektrikli motorla veya üstündeki kumanda koluyla kurunuz.
7. Kesici ön panelindeki kapatma butonuna basıp kesici kontaklarını kapatarak hücreyi devreye alınız.
8. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Ayırıcı ile kesici mekanizmaları neden karşılıklı olarak tek anahtarla kilitlenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Topraklama ayırıcısını açma manevrasının doğru yapılması	20	
Numarası:	3. Ayırıcı kapatma manevrasının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Kesici kapatma manevrasının doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



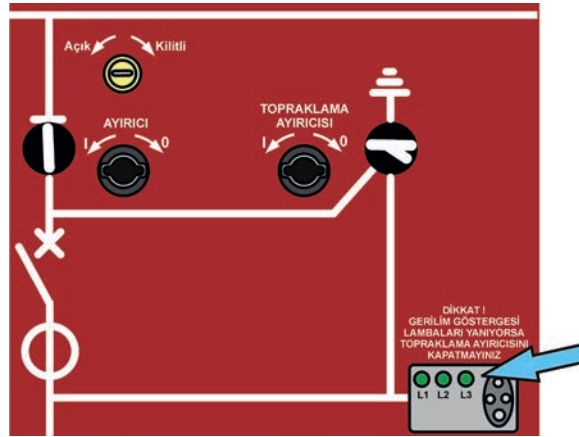
b) Kesicili Hücreyi Devreden Çıkarma Manevrası: Kesicili hücre devreden çıkarıldığında bağlı olduğu OG sisteminin enerji akışı kesilir. Hücreyi devreden çıkarma manevrası aşağıdaki gibi yapılır.

- Yayı kurulmuş olan kesicinin kumanda paneli üstündeki açma butonuna basılır ve kesici kontaktları açılır (Görsel 1.63).



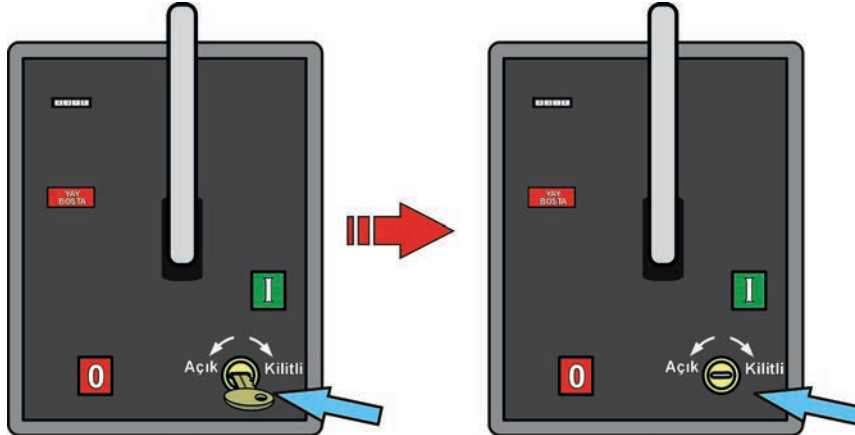
Görsel 1.63: Kesicinin açma butonuna basılarak kontaktlarının açılması

- Kapasitif gerilim göstergesinden fazların kesildiği kontrol edilir (Görsel 1.64).



Görsel 1.64: Kapasitif gerilim göstergesinden fazların kesildiğinin kontrol edilmesi

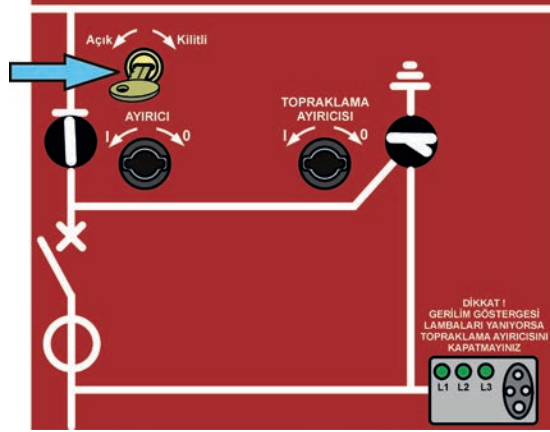
- Kesici mekanizması üzerindeki anahtar, saat yönünde çevrilerek mekanizma kilitlenir ve anahtar yuvasından çıkarılır (Görsel 1.65).



Görsel 1.65: Anahtarla kesicinin kilit mekanizmasının açılması ve anahtarın çıkarılması

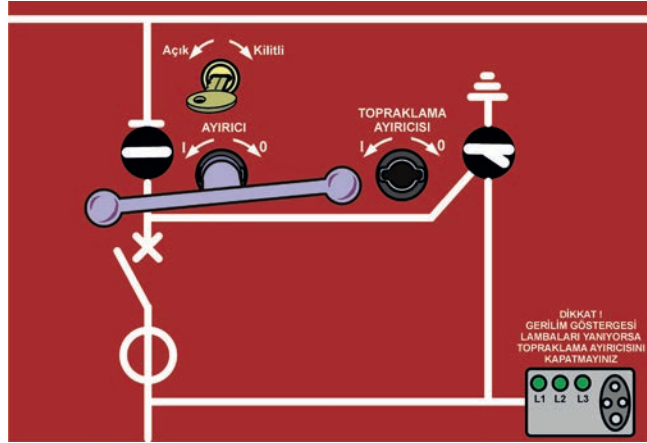


- Kesici mekanizmasından çıkarılan anahtar, ayırıcı mekanizmasındaki kilide takılır ve saat yönünün tersine çevrilerek kilit açılır (Görsel 1.66).



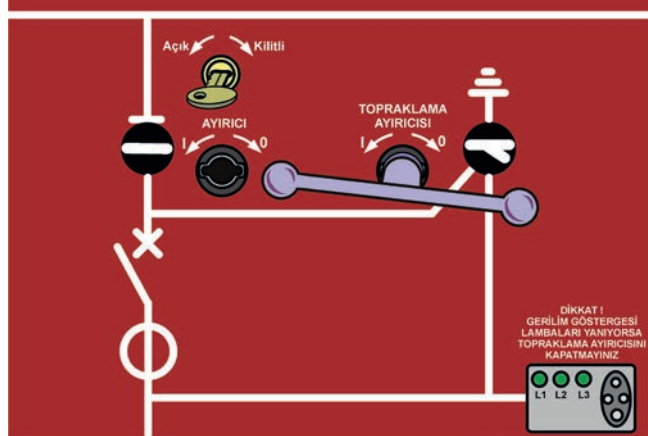
Görsel 1.66: Ayırıcı kilidinin açılması

- Kumanda kolu, ayırıcı manevra yuvasına takılır ve saat yönünde çevrilerek ayırıcı kontaktları açılır (Görsel 1.67).



Görsel 1.67: Kumanda koluyla ayırıcı kontaktlarının açılması

- Kumanda kolu, topraklama ayırıcısının manevra yuvasına takılır ve saat yönünün tersine çevrilip topraklama ayırıcısı kapatılır. Böylece kesicili hücre devreden çıkarılmış olur (Görsel 1.68).



Görsel 1.68: Kumanda koluyla topraklama ayırıcısının kontaktlarının kapatılması



7. Uygulama

KESİCİLİ HÜCREYİ DEVREDEN ÇIKARMA MANEVRASI

AMAÇ: MMMH'de kesicili hücreyi devreden çıkarma manevrasını yapmak.



Görsel 1.69: Devreye alınmış kesicili hücrenin mimik diyagramı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMMH elemanları hücrelere monte edilmiş ve kablo bağlantıları yapılmış, kullanılmaya hazır set	1 adet
Kumanda kolu	Ayırıcı kumanda kolu	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. İzolasyon paspasını hücre önüne seriniz.
2. Öğretmeninizden ayırıcı kumanda kolunu ve kilit anahtarını alınız.
3. Anahtarla kesici kilidini açıp kesici ön panelindeki açma butonuna basarak kesici kontaklarını açınız.
4. Kumanda koluyla ayırıcıyı kapatarak mekanizmayı anahtarla kilitleyip anahtarı çıkarınız.
5. Anahtarı kesici ön panelindeki mekanizma kilidinden çıkarıp ayırıcı mekanizma kilidine takınız.
6. Kapasitif gerilim göstergesinden enerjinin kesildiğini kontrol edip ayırıcının mekanizma kilidini açınız.
7. Kumanda koluyla ayırıcı kontaklarını açıp topraklama ayırıcısını kapatınız.
8. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Kesici arızası sebebiyle kapasitif gerilim göstergesinde fazlardan birinde enerji görünüyorsa ayırıcı kontakları neden açılmaz? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Kesici açma manevrasının doğru yapılması	20	
Numarası:	3. Ayırıcı açma manevrasının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Topraklama ayırıcısını kapatma manevrasının doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



1.3.5. Metal Muhafazalı Modüler Hücrelerin Bakımları

Hava yalıtımlı metal muhafazalı modüler hücrelerin genel bakımları en az iki yılda bir yapılmalıdır. Çok kirli ortamda çalışan hücrelerin bakımları ise yılda bir yapılmalıdır.

Gaz izoleli orta gerilimli hücrelerde enerjili kısımlar gaz içinde olduğu için bu kısımlara erişim yoktur. Gaz izoleli kısımların gaz basıncı kontrol edilir. Gaz izoleli hücrelerin diğer bölümlerinin bakımı hava yalıtımlı MMMH gibidir. Hava yalıtımlı MMMH’de yapılan kontrol ve bakımlar aşağıdaki gibidir.

- Ana baraların birbiri ile ve ayırıcılar ile olan irtibatlarının gevşek olup olmadığı kontrol edilir, gevşek civata ve somunları sıkılır.
- Epoksi gövde ve buşingler kuru bir bez ile silinir. Gövde ve buşinglerde çatlak, kırık vb. kusurların olup olmadığı gözle kontrol edilir.
- Hücrelerin kablo bağlantı bölümünün kapağı açılarak şalt cihazları (kesici, yük ayırıcı, ayırıcı, akım trafosu vb.) arasındaki iletken bağlantıları kontrol edilir. Gevşek olan civataları sıkılır.
- İzolatörlerin ve katı yalıtım malzemelerinin üzeri kuru bez yardımıyla temizlenir.
- Hücre içerisinde yabancı cisim olup olmadığı kontrol edilir. Yabancı cisimler varsa hücre içinden çıkarılır.
- İç bölümde oluşacak arka (kıvılcıma) karşı kullanılan yan kapama saclarının takılı olup olmadığı kontrol edilir. Kapama sacları takılı değil ise takılır.
- Tesiste akü-redresör grubu var ise bu teçhizatın 220 V AC kaynağa bağlı olup olmadığı kontrol edilir. Sistem bağlı değil ise bağlanır.
- Hücrelerin topraklama devresinin sürekliliği kontrol edilir. Yan yana dizilmiş hücrelerin topraklama baralarının birbiri ile düzgün şekilde ve sıkıca irtibatlandırıldığı kontrol edilir.
- Alçak gerilim bölümü içindeki bağlantılar kontrol edilir.
- Hücrelerde bulunan akım trafolarının, sekonder uçlarının kısa devre köprülmesi gerekir. Sekonder uçların açık ya da kopuk olup olmadığı kontrol edilir.
- Gerilim trafolarının sekonder uçlarının açık olması gerekir. Sekonder uçların kısa devre edilip edilmediği kontrol edilir.
- Kablo bağlantı bölümünde aydınlatma lambası kontrol edilir. Aydınlatma lambası yanmıyorsa yenisiyle değiştirilir.
- Ana devredeki OG sigortalarının sağlam olup olmadığı kontrol edilir.
- Kesici kurma mekanizması kontrol edilerek dişliler yağlanır. Kesici kurma motoru varsa motorun çıkarılıp çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.
- Topraklama ayırıcısının açma kapama bıçakları ve mekanizması kontrol edilir.
- Gaz dedektörüyle SF6 gaz kaçaqları kontrol edilir.
- SF6 gaz eksikliği olan birimlere normal basınca gelinceye kadar gaz eklenir.
- Mimik diyagram yüzeyinde mekanizmayı engelleyecek şekilde biriken toz ve kirler silinir.



8. Uygulama

METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRELERİN BAKIMLARININ YAPILMASI

AMAÇ: Metal muhafazalı modüler hücrelerin bakımlarını yapmak.



Görsel 1.70: Metal muhafazalı modüler hücrelerin bakımları

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Metal muhafazalı modüler hücre eğitim seti	MMMh elemanları hücrelere monte edilmiş ve kablo bağlantıları yapılmış, kullanılmaya hazır set	1 adet
İş güvenliği elemanları	Baret, dielektrik iş eldiveni, iş gözlüğü, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet
El aletleri	Tornavida, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş gözlüğü ve baretinizi takıp iş eldiveninizi giyiniz. İzolasyon paspasını serip öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. MMMh enerjisinin kesildiğinden ve topraklama ayırıcısının kapalı olduğundan emin olunuz.
3. Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümü ile ana bara kapaklarını tornavidayla sökünüz.
4. Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümünde elemanlar arası bara bağlantılarını kontrol edip gevşek somunları anahtarla sıkınız. Sigortaların sağlamlığını kontrol edip atık sigorta varsa değiştiriniz. Kesici kutup başları kirliyse kuru bir bezle siliniz. Hücre aydınlatma lambası yanmıyorsa yenisiyle değiştiriniz.
5. Ana bara bölümünde hücreler arasındaki baraların bağlantı noktalarını kontrol ediniz. Gevşek bağlantıların somunlarını anahtarla sıkınız.
6. Alçak gerilim dolabını açarak klemens bağlantılarını ve kapak arkasındaki ölçü aletlerinin bağlantılarını kontrol ediniz. Gevşek veya yerinden çıkan kabloları yerleştirip tornavidayla sıkınız.
7. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalıştığınız ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Metal muhafazalı modüler hücrelerin periyodik bakımları neden yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Anahtarlama ve kablo bağlantı bölümü bakımı	20	
Numarası:	3. Ana bara bölümünün bakımı	20	
ÖĞRETMEN	4. Alçak gerilim bölümünün bakımı	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () Elektrik enerjisi sistemlerinde 1 kV'un üstü yüksek gerilim, 1 kV'un altı alçak gerilimdir.
2. () Metal muhafazalı modüler hücreler orta gerilim enerji dağıtım sistemlerinde kullanılır.
3. () Ölçü transformatörleri MMMH'de mekanizma bölümünde yer alır.
4. () MMMH'de anahtarlama elemanları kesici ve ayırıcılardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Kompakt tip RMU hücrelerde elemanlar ve enerji altındaki kısımlar ile yalıtılmıştır.
6. MMMH'de ayrı ayrı ölçü aletleri kullanmak yerine tüm değerleri ölçen kullanılır.
7. Aşırı akım, faz ve toprak arızalarını algılayıp kesici bobinine akım göndererek kesiciyi açan eleman rölesidir.
8. MMMH'nin orta gerilim enerji giriş ve çıkışlarında kabloları kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. MMMH'nin servis bakımı sırasında ana bara bölümü enerjili olsa bile diğer hücre bölümlerine güvenli erişim için enerjisiz olan hücre sınıfı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) LSC1 B) LSC2 C) PM D) PI E) PE

10. MMMH'de enerji sistemini kontrol etmek için ayırıcı ve kesiciyle yapılan kumanda işlem sırasına verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Açma B) İşlem C) Kapatma D) Kontrol E) Manevra

11. MMMH'nin fonksiyonel birimi olan kesicili giriş-çıkış hücresinde bulunan anahtarlama elemanları aşağıdakilerden hangisidir?

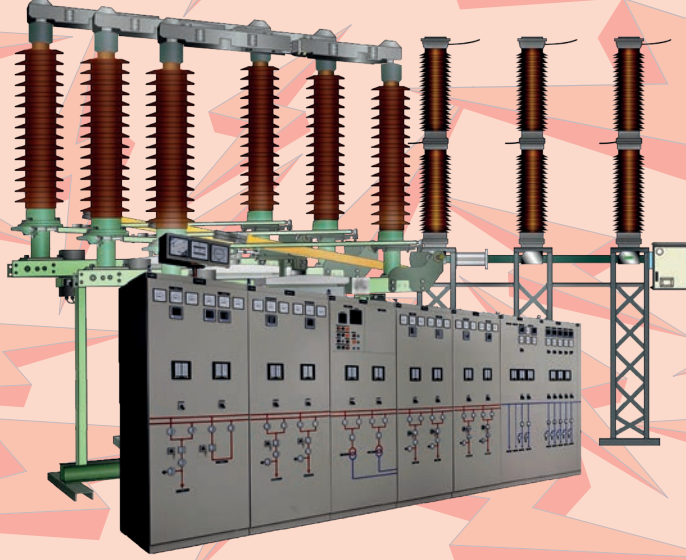
- A) Kesici, ayırıcı
B) Kesici, yük ayırıcı
C) Kesici, topraklama ayırıcısı
D) Kesici, ayırıcı, topraklama ayırıcısı
E) Kesici, yük ayırıcı, ayırıcı, topraklama ayırıcısı

12. MMMH devreye alınırken aşağıdaki hangi işlem sırası takip edilir?

- A) Ayırıcı açılır - kesici kapatılır - topraklama ayırıcısı kapatılır.
B) Kesici kapatılır - ayırıcı kapatılır - topraklama ayırıcısı açılır.
C) Topraklama ayırıcısı kapatılır - ayırıcı kapatılır- kesici kapatılır.
D) Topraklama ayırıcısı açılır- ayırıcı kapatılır - kesici kapatılır.
E) Kesici açılır - ayırıcı açılır - topraklama ayırıcısı kapatılır.

2. ÖĞRENME BİRİMİ

YG ŞALT SAHALARI VE KUMANDA PANOLARI



KONULAR

- 2.1. ŞALT SAHALARI VE DONANIMLARI
- 2.2. YG KUMANDA PANOLARI VE DONANIMLARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Şalt sahalarının çeşitleri ve donanımları
- YG kumanda panolarının yapısı ve donanımları

TEMEL KAVRAMLAR

yüksek gerilim (YG), şalt sahası, üretim, iletim, dağıtım, kumanda, manevra, ölçü transformatörleri, akım transformatörü, gerilim transformatörü, güç transformatörü, kesici, ayırıcı, parafudr, iş güvenliği, koruma

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. YG şalt sahalarına niçin ihtiyaç duyulmaktadır? Düşüncelerinizi paylaşınız.
2. Enerji iletimi sizce neden yüksek gerilimle yapılmaktadır? Fikir alışverişinde bulununuz.





2.1. ŞALT SAHALARI VE DONANIMLARI

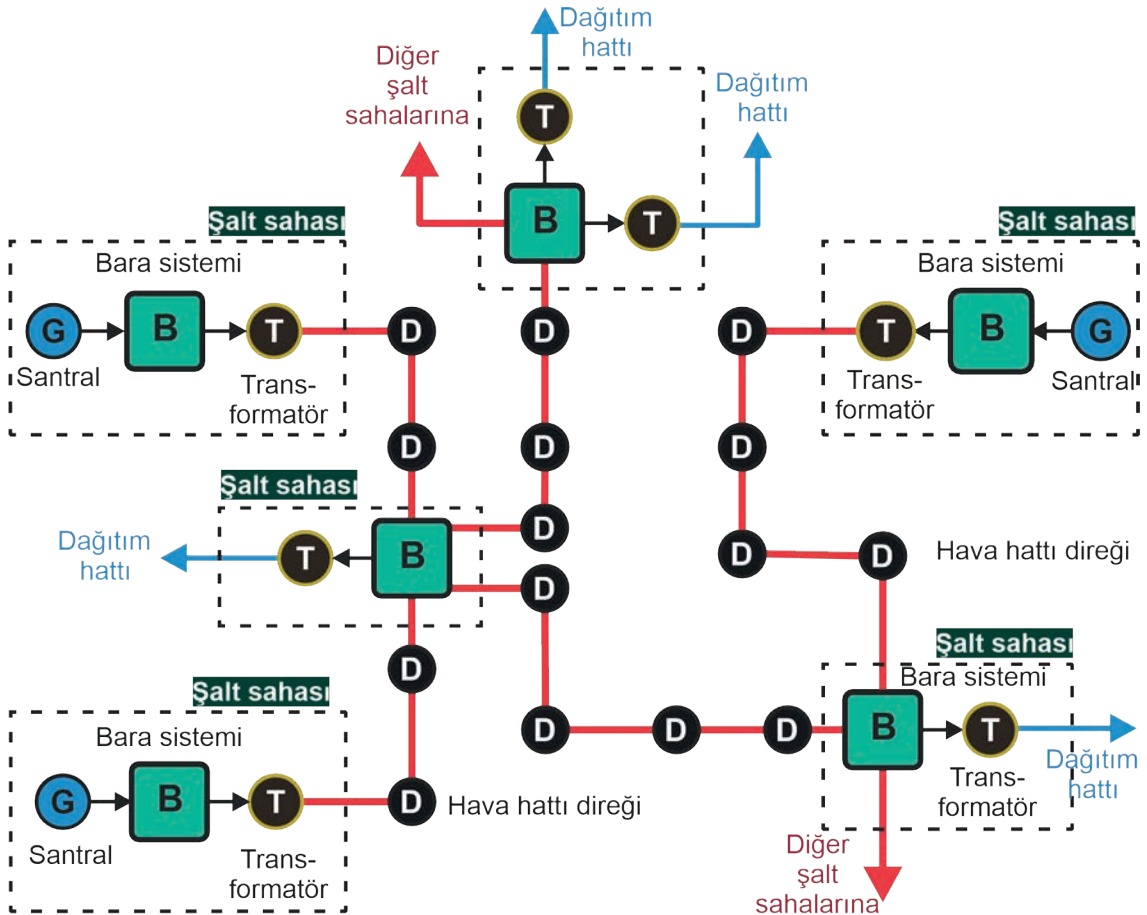
Yüksek gerilimin iletim ve dağıtımını yapmak için şalt sahalarının donanımı kullanılır.

2.1.1. Elektrik Enerjisinin İletimiyle İlgili Temel Kavramlar

Elektrik enerjisi; hidrolik (su), termik (kömür, doğal gaz, petrol ürünleri), güneş, rüzgâr, nükleer vb. kaynaklar kullanılarak üretilir. Elektrik enerjisinin üretildiği bu enerji üretim tesislerine **santral** denir. Santraller, kullanılan kaynağın türüne göre isimlendirilir. Hidroelektrik santral, termik santral, güneş enerjisi santrali, rüzgâr santrali, nükleer santral gibi.

Santraller, kablo ve direklerden oluşan hava hatları aracılığıyla birbirlerine bağlıdır. Santrallerin birbirleriyle bağlı olduğu bu yapıya **enterkonnekte şebeke** ya da **enterkonnekte sistem** denir (Görsel 2.1).

Santrallerde elektrik enerjisi 35 kV seviyelerine kadar üretilir. Üretilen bu enerji 154 kV ya da 380 kV seviyelerine yükseltilir ve enterkonnekte sisteme dâhil edilir. Elektrik enerjisi, enterkonnekte sistem üzerinden uzak bölgelere taşınır. Bu taşıma sırasında sisteme, başka santrallerde üretilen enerjiler dâhil olabilir. Tüketim bölgelerinde dağıtılmak üzere gerilim seviyesini düşürmek, farklı bölgelere taşıma yapmak için hava hatlarını kolları ayırmak ve hatta bazen 154 kV ve 380 kV seviyelerindeki enterkonnekte sistemleri birbirine bağlamak gerekebilir. Bu ve benzeri ihtiyaçları gidermek, sistemin kontrolünü sağlamak amacıyla, ihtiyaç duyulan yerlerde işletme istasyonları kurulur. Elektrik enerjisinin toplandığı ve farklı bölgelere iletildiği, gerilim seviyelerinin yükseltildiği ve düşürüldüğü bu istasyonlara **yüksek gerilim şalt sahası** denir. Şalt sahası ile transformatör merkezi (TM) aynı anlamda kullanılır.



Görsel 2.1: Elektrik enerjisinin enterkonnekte sistem içinde üretim, iletim ve dağıtımı



YG şalt sahaları arasında kalan hava hatlarına **iletim hattı**; YG şalt sahasından son tüketiciye kadar olan hatlara **dağıtım hattı**; bu iki hattın birleşimine ise **enerji nakil hattı** (ENH) denir.

YG şalt sahaları ihtiyaca göre projelendirilir. YG şalt sahalarında genel olarak yük akış kontrolü, ölçme, açma, kapama ve koruma gibi önemli işlemler yapılır. Kesici, ayırıcı ve ölçü transformatörleriyle işlevsel bir bütün oluşturan şalt sahası blok yapılarına **fider** denir.

YG şalt sahaları, işletme sorumluluğu bakımından Bölgesel Yük Tevzi Merkezlerine bağlıdır. Ayrıca tüm enerji üretim, iletim ve dağıtım sisteminin kontrolü bir merkezden sağlanır. Bu merkez, **Millî Yük Tevzi Merkezi** olarak adlandırılır ve Ankara/Gölbaşı'nda bulunur. Yük tevzi merkezleri, şalt sahalarıyla iletişimini **SCADA** sistemleri aracılığıyla sağlar.

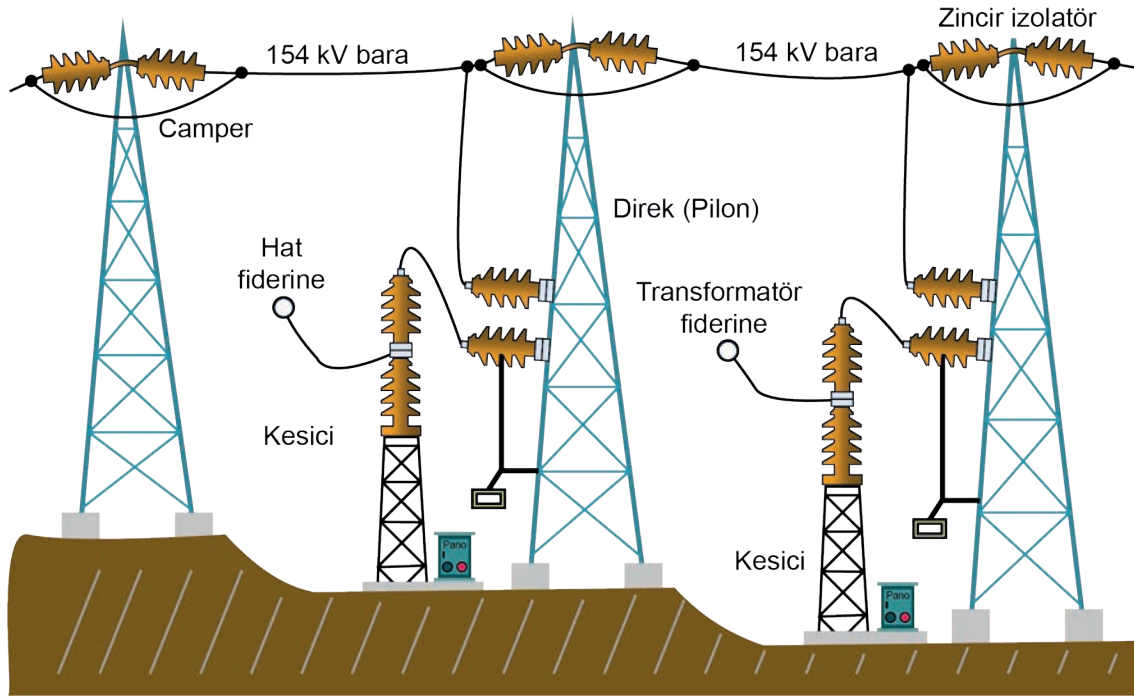
2.1.2. Şalt Sahası Çeşitleri

YG şalt sahaları, ekipmanlar arası izolasyonun sağlanma şekline göre iki çeşittir. Bunlar, **hava izoleli şalt sahaları** ve **gaz izoleli şalt sahalarıdır**.

2.1.2.1. Hava İzoleli Şalt Sahaları

Bu tür şalt sahalarında kullanılan ekipmanların arasındaki izolasyon hava ile sağlanır. faz-faz ve faz-nötr arası mesafeler konusunda TEİAŞ'ın şartnameleri ile ulusal ve uluslararası standartlara göre hareket edilir. Genellikle yerleşim yerlerine uzak olmakla birlikte, arazinin elverişli olduğu her yere kurulabilir. Estetiği bozmayan, dağıtım kolaylığı sağlayan, iletim hatlarından kolay bağlantı alınabilen, zemini sağlam yerlere kurulumu tercih edilir. Bu tür şalt sahaları hava şartlarından doğrudan etkilenir. Ekipmanların tamamı açıkta olduğu için yaklaşmak tehlikelidir. Bu yüzden bu tür şalt sahalarının etrafı tel çit ile çevrilir. Hava izoleli şalt sahaları, arazi özelliklerine göre üç türde tesis edilir.

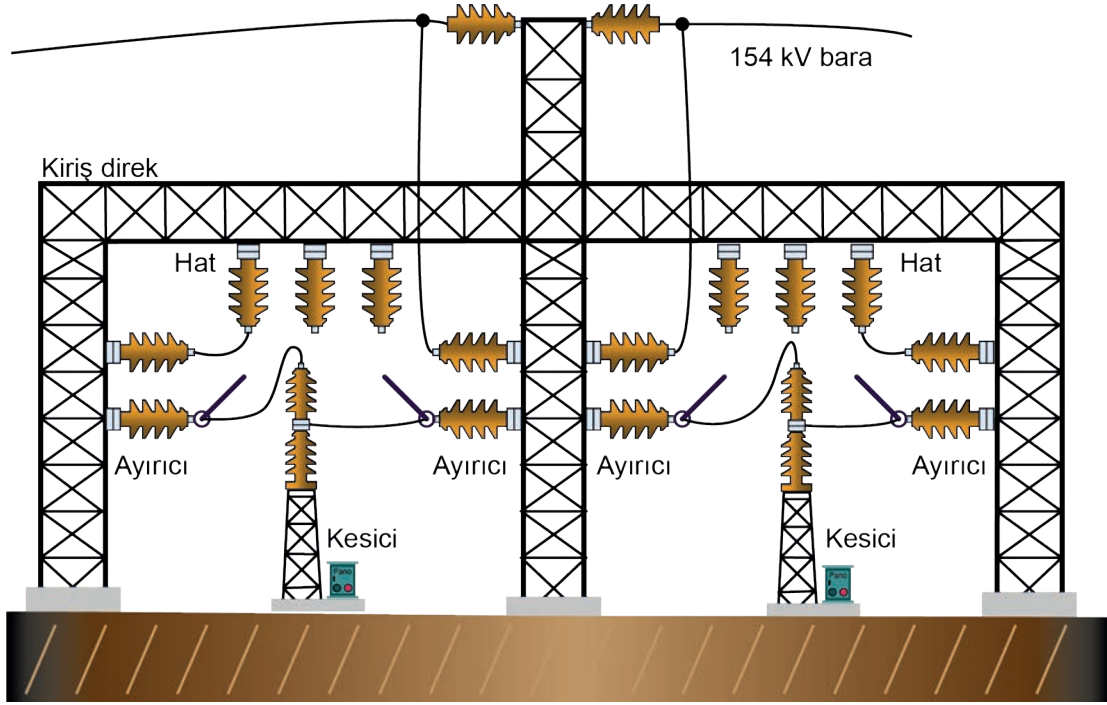
Cihaz Tipi Şalt Sahaları: Arazinin düz olmadığı, sınırlı olduğu yerlerde tercih edilir. Hafif ekipmanlar, çelik direkler (pilon) üzerine yerleştirilir. Baralar, A tipi demir direkler üzerine monte edilen zincir tipi izolatorler arasına gergili bir şekilde yerleştirilir. Nispeten ucuzdur (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Cihaz tipi şalt sahası

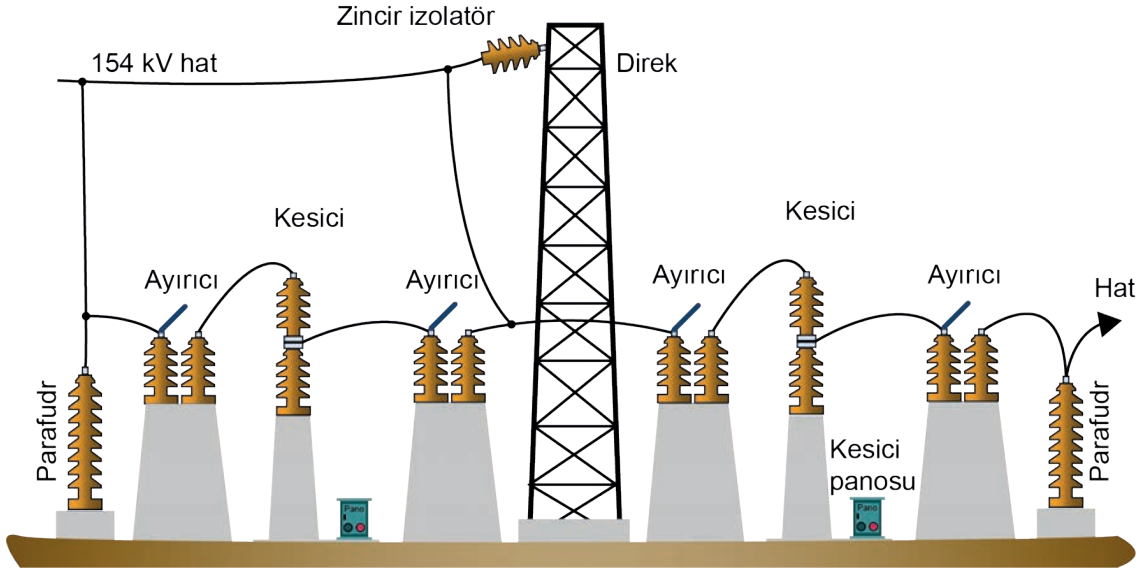


Kiriş Tipi Şalt Sahaları: Arazi sıkıntısı çekilen yerlerde tesis edilir. Daha sağlamdır ancak cihaz tipi şalt sahalарına göre daha pahalıdır. Yatay ve dikey monte edilen kafes kirişlerden yapılır. Kiriş tipi şalt sahalарı, alan avantajı sağlar. Depreme dayanıklıdır (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: Kiriş tipi şalt sahası

Toprak Üstü Şalt Sahaları: Geniş ve düz arazide tesis edilir. Cihazlar, beton taban üzerine monte edilir. Baralar, beton tabanlar üzerine monte edilen direklerdeki zincir izolatörler arasında gergili bir biçimde yerleştirilir. Maliyeti ucuzdur. Gevşek zemin, toprak kayması ve deprem riski olan bölgeler için uygun değildir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Toprak üstü şalt sahası



2.1.2.2. Gaz İzoleli Şalt Sahaları (GIS-Gas Insulated Substation)

Gaz izoleli şalt sahaları, ekipmanlar arası yalıtımı SF6 (kükürt hekzaflorür) gazıyla yapılan, metal muhafazalı, güncel teknolojiye sahip sahalardır (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Gaz izoleli şalt sahası

Hava izoleli şalt sahalarına göre boyutları 10 kat daha küçüktür ve daha güvenlidir. Bakımları düzenli yapıldığında ömürleri daha uzundur. Atmosferik olaylardan ve nemden etkilenmemesi, sessiz çalışması, bakım ve işletme maliyetinin düşük, kurulumunun ise hızlı olması önemli tercih edilme sebeplerindendir. Kurulum maliyeti yüksektir. Açık ve kapalı alanlara kurulabilir. Dağlık bölgelere, dar vadilere, endüstriyel üretim tesislerine ve özellikle arazi yetersizliği sebebiyle şehir merkezlerine kurulur. 12 kV ile 800 kV arası tesis edilebilir. Ülkemizde 1990 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır.

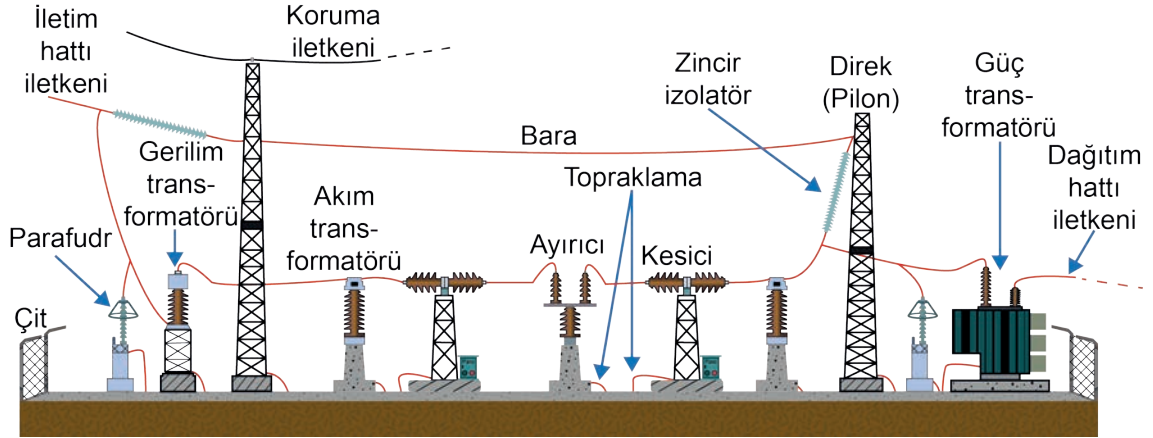
Renksiz, kokusuz, tatsız, yanıcı olmayan, yüksek dielektrik dayanımlı bir gaz olan SF6 gazı havadan beş kat kadar daha yoğundur. SF6 gazı, ark söndürme ve ısı absorpsiyonu (soğurma) yüksek olduğundan endüstride sıkça kullanılır. SF6 gazının ark söndürme işlevi, aynı basınçlı ortamda, hava yalıtımından yüz kat daha etkilidir. Anahtarlama türüne göre gaz izoleli şalt sahası çeşitleri şunlardır:

- **İzoleli Faz GIS:** Ekipmanların her fazı ayrı ayrı monte edilir.
- **3 Faz Entegreli GIS:** 3 fazlı ekipmanlar tek kapsül içine monte edilir.
- **Hibrit GIS:** İzoleli faz GIS ve 3 faz entegreli GIS bütünleştirilerek oluşturulur.
- **Kompakt GIS:** Birden fazla fonksiyonel ekipman bir metal kapsül içine monte edilir.
- **Yüksek Entegre Sistem GIS:** Tüm ekipmanların tek kapsül içinde olduğu sistemdir.



2.1.3. Şalt Sahası Donanımları

Şalt sahası donanımları, projesine göre bazı farklılıklar gösterse de temelde kullanılan ekipmanlar aynıdır (Görsel 2.6). Bu ekipmanlar aşağıda verilmiştir.



Görsel 2.6: Şalt sahası donanımları

2.1.3.1. Güç Transformatörü

Güç transformatörü, nüve üzerine sarılı primer ve sekonder sargılardan oluşmuş, hareketli parçası bulunmayan elektrik makinesidir. Endüksiyon prensibine göre çalışır. Güç ve frekansı sabit tutarak akım ve gerilimi istenen seviyeye getirmek için kullanılır.

YG şalt sahalarında kullanılan güç transformatörleri genellikle 200 MVA ve üzeri güçlerde, genişleme tanklı tip olarak üretilir. Kolay müdahale edilebilmesi için şalt sahası içinde uygun bir konuma monte edilir.

Elektrik enerjisinin taşınması sırasında güç kayıplarını azaltmak için gerilimin yeteri kadar yüksek olması gerekir. Tüketim alanlarına gelindiğinde ise gerilim, uygun seviyelere düşürülmelidir. Gerilimi yükseltme ve düşürme işlemleri şalt sahalarındaki güç transformatörleri aracılığıyla yapılır. Yükseltme yapılan şalt sahalarına **yükseltici**, düşürme yapılan şalt sahalarına ise **indirici** şalt sahası denir.

İletim hattı üzerinde bulunan transformatörlere **güç transformatörü** (Görsel 2.7), dağıtım hattı üzerinde bulunanlarına ise **dağıtım transformatörü** denir.



Görsel 2.7: Güç transformatörü (genişleme tanklı tip)



YG şalt sahalarında kullanılan güç transformatörlerinin özellikleri şunlardır:

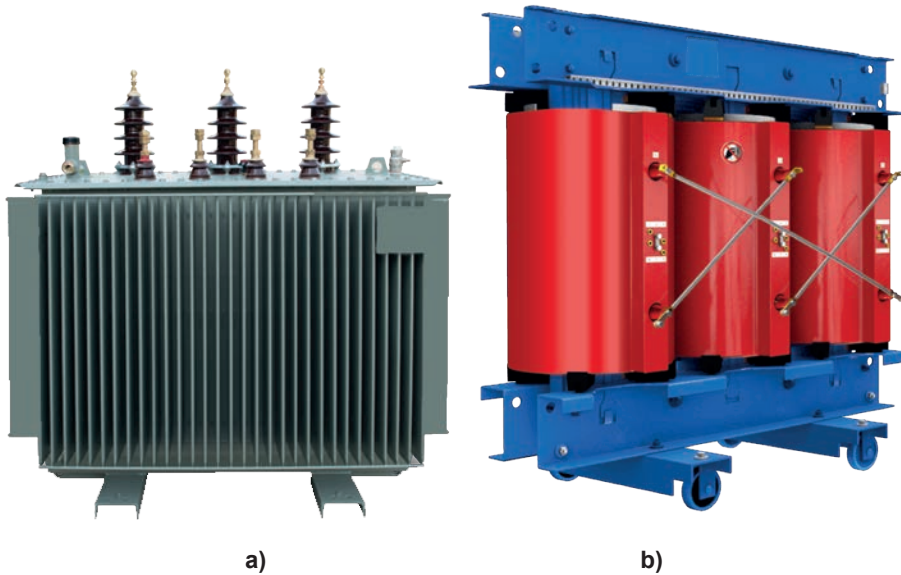
- Fiyatları çok yüksektir.
- Ağırdır.
- Taşınması ve montajı zordur.
- Hem hava hem de yağ ile soğutulur. Yağ dolumu montaj sahasında yapılır.
- Yağ değişim zamanlarında özel araçlar yardımıyla yağ değişimi yapılır.
- Verimleri düşük ve işletme bakımları zordur.
- Yağ sızıntısı olması ve bu sızıntının tespit edilememesi hâlinde yangın ve patlamalara sebebiyet verebilir. Bu yüzden, yağ ve koruma elemanı bakımlarının düzenli yapılması gerekir.

Yalıtım Şekillerine Göre Transformatör Çeşitleri: Güç transformatörleri yağlı tip ve kuru tip olarak iki türde üretilir. Yağlı tip transformatörlerde sargılar tamamen yağın içindedir. Bu yağın hem yalıtım hem de soğutma görevi vardır. Yağlı tip transformatörler, **hermetik tip** ve **genleşme tanklı tip** olarak iki türde üretilir. **Kuru tip** transformatörlerde ise sargıların yalıtım ve soğutma işlemi hava ile gerçekleştirilir.

Hermetik tip transformatörlerin hava ile teması yoktur. Aşırı nemli yerlerde tercih edilir. Yağ dolumu ve basınç ayarı imalat aşamasında yapılır. Yağ basıncını değiştirebilecek herhangi bir işlem yapılmamalıdır. Yağ kaçağı, sızıntı gibi durumlarda yetkili servisle iletişime geçilmelidir (Görsel 2.8.a).

Genleşme tanklı transformatörlerde, ana tank içindeki yağ, ısınarak genişler ve genişleme tankına aktarılır. Yağ, hava ile temas hâlinde değildir. Dolayısıyla yağ, havadaki nemden etkilenerek yalıtım özelliğini kaybedebilir. Bundan dolayı yağın periyodik kontrollerinin yapılması çok önemlidir. Ayrıca nemden korunmak için nem alıcı (silika jel) kullanılır. YG şalt sahalarında bu tür güç transformatörleri kullanılır.

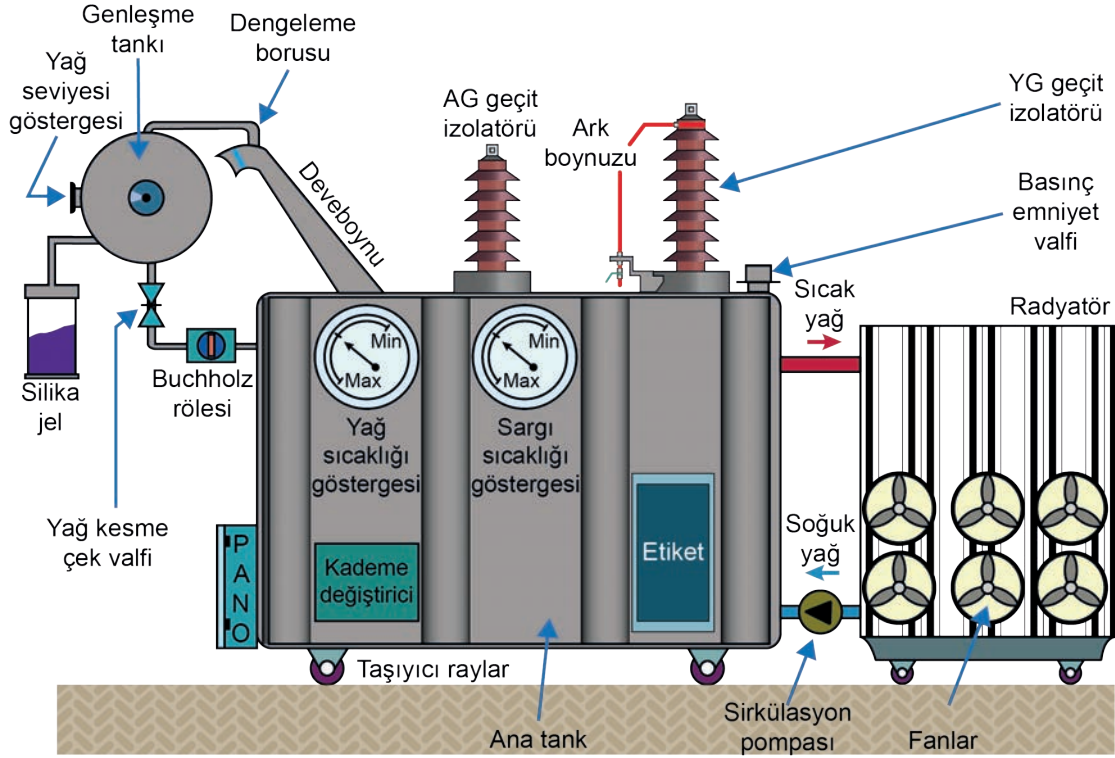
Kuru tip transformatörler yağ barındırmadığı için yangın ve patlama riski daha azdır. Bakımları daha kolaydır. Arızalandığında sargıları kolay değiştirilir. Kuru tip transformatörler genellikle dağıtım hatlarında kullanılır. YG şalt sahalarında ise iç ihtiyaçları karşılamakta kullanılır (Görsel 2.8.b).



Görsel 2.8: Hermetik (Görsel a) ve kuru tip (Görsel b) transformatörler



Güç Transformatörlerinin Donanımları: Güç transformatörleri, ana tank (transformatör tankı), genişleme tankı (yağ kazanı), radyatör, nüve, sargılar, transformatör yağı, etiket, kademe ayar değiştiricileri, geçit izolatörleri (buşing), ark boynuzu, aksesuar irtibat panosu (klemens kutusu), nem alıcı, yağ seviye göstergesi, sargı ve yağ sıcaklığı göstergeleri, buchholz rölesi, basınç emniyet valfi (ventil), yağ kesme çek valfi, taşıyıcı ray gibi kısımlardan oluşur (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: Transformatör donanımları

Ana Tank: Nüvenin, sargıların ve transformatör yağının bulunduğu kısımdır.

Genişleme Tankı: Yağın konulduğu kısımdır. Yağ doldurma ağzı, yağ boşaltma tapası, yağ seviye göstergesi, buchholz rölesi, hava kurutucusu, yağ sıcaklık göstergesi (kontaklı termometre) gibi kısımları vardır. Transformatörlerin yükü arttığında sargıların ısı da artar. Bu ısıya bağlı olarak ana tank içerisindeki yağ genişler, hacmi artar. Genişleyen bu yağ, genişleme tankına transfer edilir ve muhtemel bir patlama önlenir.

Radyatör: Transformatörün yüzeyindeki oluklu kısımdır. Transformatörün hava ile temas noktasıdır. Transformatörün soğutulması gayesiyle bu şekilde tasarlanmıştır. Dalga duvar olarak da bilinir.

Nüve: Transformatör sargılarının yerleştirildiği ve manyetik alanın taşındığı kısımdır.

Sargılar: Transformatör sargısı olarak izoleli yassı bakır ya da hazır atlatmalı bakır iletken kullanılır.

Transformatör Yağı: Ana tank içerisinde soğutma, izolasyon ve ark önleme amaçlı kullanılır. Yağın dielektrik katsayısı (yalıtkanlık katsayısı) transformatör gerilim seviyesine göre belirlenir.

Etiket: Motor teknik bilgilerinin yer aldığı kısımdır. (akım, gerilim, güç, bağlantı şekli vb.)

Kademe Ayarı Değiştiricileri: Transformatörlerin sekonder geriliminin sabit kalması beklenir. Bazı durumlarda primer geriliminin değişmesi sonucu sekonder geriliminde de değişimler söz konusu olmaktadır. Bu değişimlere bağlı olarak sekonder tarafına bağlı tüketim hatlarında sıkıntı yaşanmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek için primer tarafına kademe ayar değiştiricileri konur. Kademe ayarı manuel ve otomatik olarak iki türde değiştirilebilir.



Geçit İzolatörleri: Hem primer hem de sekonder tarafında bulunur. Enerji giriş ve çıkış bağlantıları geçit izolatörleri üzerinden yapılır. Transformator gerilimine göre seçimleri yapılır. Alt kısmına transformator sargılarının, üst kısmına ise gelen enerjinin bağlandığı, dışı izolatör, içi iletken bir parçadır.

Ark boynuzu: Primer tarafı geçit izolatörleri üzerinde bulunan, boynuz benzediği için bu ismi alan ark boynuzu, transformator ve geçit izolatörlerini yüksek gerilimden korur. Geçit izolatörlerinin üst ve alt kısımlarına takılan ark boynuzunun iki ucu arasındaki mesafe, transformatorün yalıtım sınıfına göre belirlenir. Boynuzlar arası mesafenin korunması ve boynuzların temizliği transformator ve geçit izolatörlerinin korunması açısından çok önemlidir.

Nem Alıcı (Silika Jel): Transformator yağının özelliklerinden bir tanesi havadaki nemi emmesidir. Yağın dielektrik dayanımı, emilen rutubetten dolayı bozulur. Bu nedenle genişleme tanklı transformatorlerde silika jel dolgulu hava kurutucu malzeme kullanılır. Böylelikle transformator yağının nemlenerek bozulmasının önüne geçilmiş olur.

Yağ Seviye Göstergesi: Genleşme tankındaki yağ seviyesinin takibi ve kontrolü için kullanılır. Yağ seviyesinde meydana gelen değişimlerde alarm ve açma sinyali üretir. Bu sinyal, kumanda odasına iletilerek istenen amaçlar doğrultusunda kullanılır.

Yağ ve Sargı Sıcaklık Göstergesi: Ana tank yüzeyine kaynakla tutturulan bölmelere yerleştirilir. Yağın ve sargıların sıcaklığını takip ve kontrol eder. Kontaklı ve kontaklız türlerde üretilmekle beraber, YG şalt sahalalarında kullanılan güç transformatorlerinde tek ya da çift elektriksel kontaklı türleri kullanılır. Yağ veya sargı sıcaklığı istenmeyen değerlere ulaşırsa, kontaklı termometreler alarm veya açma sinyali üretir. Bu sinyal kumanda odasına iletilerek istenen amaçlar doğrultusunda kullanılır.

Buchholz rölesi: Genleşme tanklı güç transformatorlerinin standart parçasıdır. Ana tank ile genleşme tankı arasına monte edilir. Ana tankta meydana gelen arklar transformator yağında gaz oluşumuna sebep olur. Bu gaz buchholz rölesinde toplanır. Buchholz rölesi, gazın belli bir seviyeyi aşması durumunda birinci kontağını kapatır ve bir alarm sinyali üretir. Bu sinyal yağda veya transformatorde ciddi bir arızanın meydana geldiğini gösterir. Bu işlem sırasında gaz birikmeye devam eder. Biriken gazın belli bir seviyeyi aşması durumunda ikinci kontak da kapanır ve koruma röleleri vasıtasıyla kesiciyi açtırır. Böylelikle transformator izolasyonundan kaynaklanabilecek ciddi bir arıza önlenmiş olur.

Basınç Emniyet Valfi: Transformatorlerin aşırı yüklenmeleri ve kısa devre durumuna düşmeleri halinde ana tank içerisindeki yağ ve gaz basıncı yükselir. Bu duruma bağlı olarak basınç emniyet valfi açılarak bir miktar yağ ve gaz boşaltır ve böylelikle ana tankın iç basıncı düşürülür. Bu esnada basınç emniyet valfinin kontakları alarm ve açma sinyali gönderir. Bu sinyal kumanda odasına iletilerek istenen amaçlar doğrultusunda kullanılır.

Yağ Kesme Çek Valfi: Tıpkı buchholz rölesi gibi, genleşme kazanı ile ana tankın arasına seri olarak bağlanır. Basınç emniyet valfi devreye girdiğinde ya da herhangi bir sebeple yağ sızıntısı olduğunda devreye girer ve transformator tankına yağ akışını keser. Ürettiği sinyal, kontakları vasıtasıyla kontrol panolarına iletilir. Bu sinyal istenen amaç doğrultusunda kullanılır.

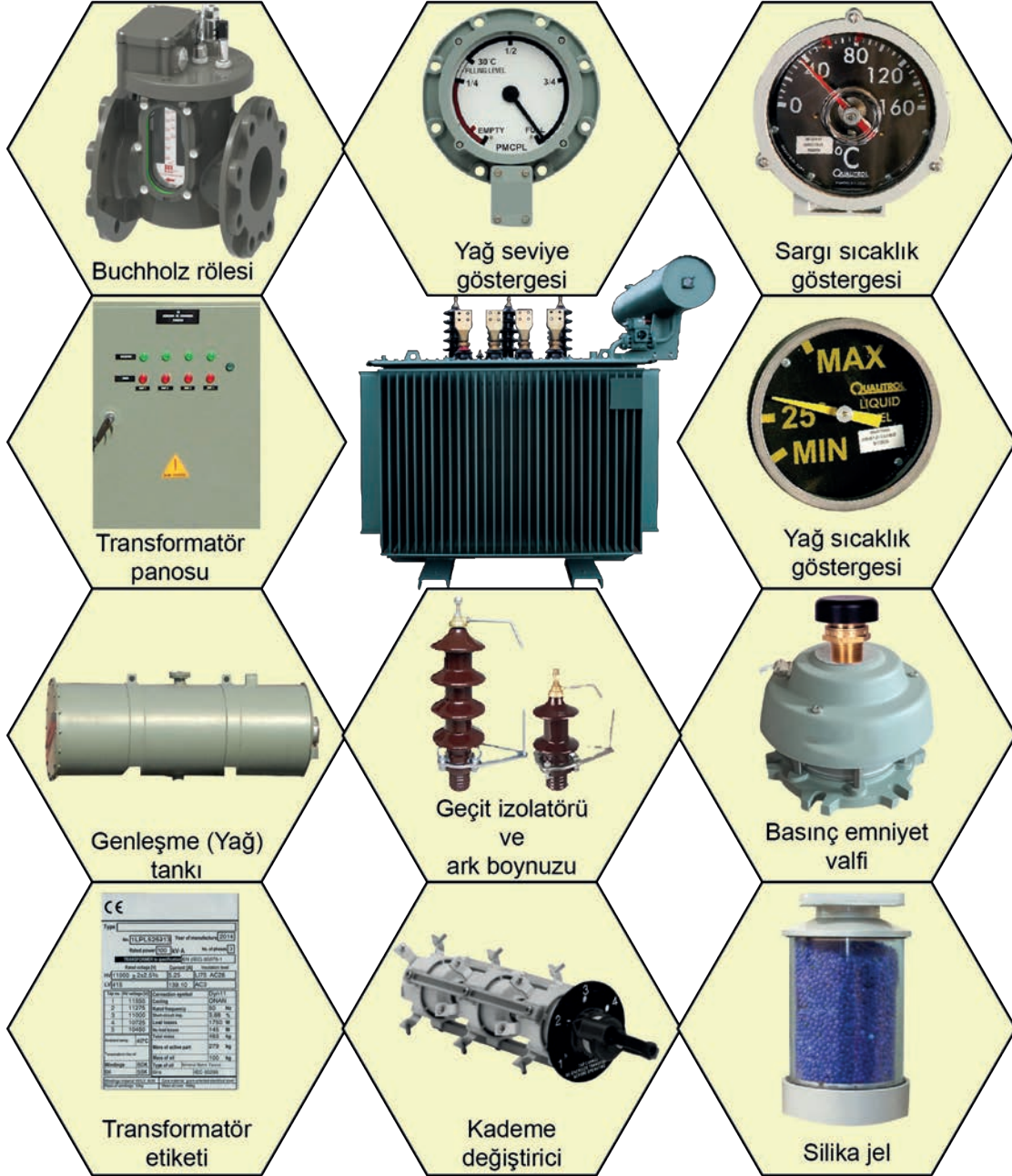
Aksesuar İrtibat Panosu: Transformator üzerindeki ölçü aletleri ve koruma rölelerinden gelen sinyallerin toplandığı panodur. Transformator a ait tüm bilgiler, bu panolar aracılığıyla kumanda ve koruma panolarına aktarılır.



1. Uygulama

GÜÇ TRANSFORMATÖRÜ ELEMANLARININ İNCELENMESİ

AMAÇ: Güç transformatörü elemanlarını incelemek, değerlerini okumak, görevlerini açıklamak.



Görsel 2.10: Güç transformatörü ve elemanları

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Güç transformatörü	Üzerine koruma elemanları monte edilmiş, parça eksikliği bulunmayan	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	YG için üretilmiş baret, eldiven, izolasyon paspası, iş ayakkabısı	Birer adet

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Uygulamaya başlamadan önce baret ve eldiven takıp iş ayakkabısı giyiniz. İzolasyon paspasını serip bundan sonraki adımları öğretmeninizin yönlendirme komutlarıyla gerçekleştiriniz.
2. Çalışma yapacağınız güç transformatörüne uygun mesafede olduğunuzdan emin olunuz ve kesinlikle transformatörün enerjili kısımlarına dokunmayınız.
3. Sargı ve yağ sıcaklığı göstergelerini gözlemleyiniz ve değerlerini not alınız.
4. Yağ seviye göstergesini gözlemleyiniz ve değerlerini not alınız.
5. Buchholz rölesi ve yağ kesme çek valfini gözlemleyiniz.
6. Nem alıcıyı (silika jel) gözlemleyiniz.
7. Basınç emniyet valfini gözlemleyiniz.
8. Geçit izolatörü ve üzerindeki ark boynuzunu gözlemleyiniz.
9. Kademe değiştirici ve motor etiketini inceleyiniz.
10. Transformatör panosunu inceleyiniz.
11. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

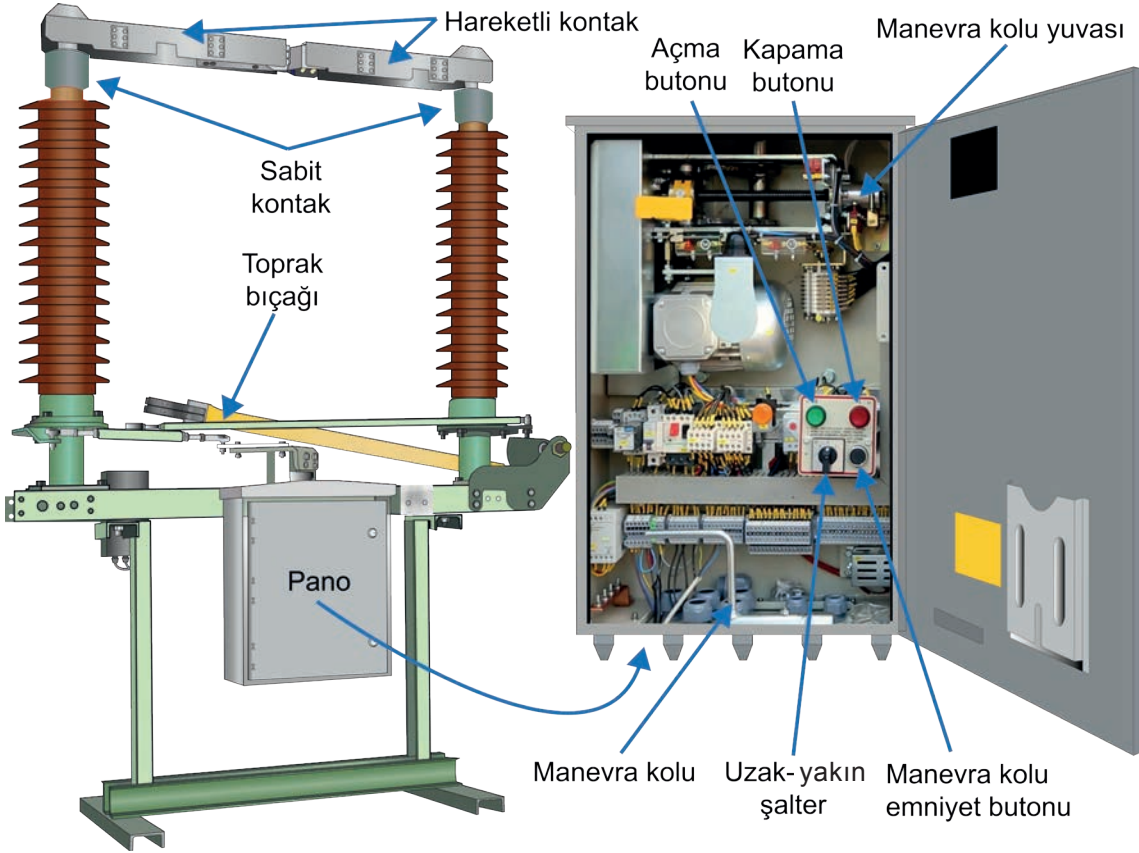
1. Güç transformatörleri ters yönde çalışabilir mi? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Elemanların doğru tespit edilmesi	20	
Sınıfı:	2. Ölçü aletlerinin okunması	20	
Numarası:	3. Etiket değerlerinin okunması	20	
ÖĞRETMEN	4. Göstergesiz koruma elemanlarının işlevinin gözlenmesi	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



2.1.3.2. Ayırıcılar

Devrenin yüksüz olduğu durumlarda şebekeyi fiziki olarak açma ve kapamaya yarayan şalt sahası elemanlarına **ayırıcı** denir (Görsel 2.11). Seksiyoner ismiyle de bilinmekte fakat günümüzde bu kavram pek kullanılmamaktadır. Ayırıcılar, şalt sahasının türüne göre beton-dan veya metalden yapılan taşıyıcılar üzerine yerleştirilir. Temel görevi, şalt sahasında güçü kesilen kısımları sistemden ayırarak izolasyonunu sağlamaktır. YG şalt sahalarında kesicilerin önüne ve arkasına konur. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, ayırıcıların yük altında iken açılmayacağıdır. Bakımlarının ise düzenli yapılması gerekir.



Görsel 2.11: Ayırıcı ve kontrol panosu

Yapısı: Şase kısmı, köşebent ya da profilden imal edilir. İzolatörler ile açma kapama mekanizmasının monte edildiği sabit aksamdır.

Mesnet izolatörleri, sabit ve hareketli kontakların tutturulduğu kısımdır. Elektrik akımını şasesden ayırır.

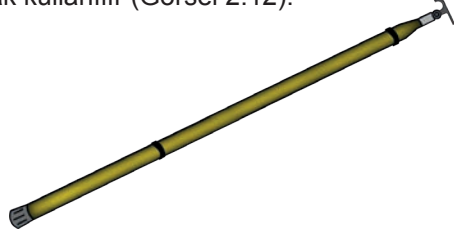
Sabit kontak, açma kapama sırasında hareket etmeyen kontaklardır. Hareketli kontaklar, kapama işleminde sabit kontaklar üzerine yerleşir. Elektrolitik bakırdan üretilir.

Hareketli kontak, açma kapama sırasında sabit kontaklardan ayrılan ya da sabit kontaklara geçen kısımdır. Hareketin sağlanması için bir düzenek üzerine kurulur. Elektrolitik bakırdan üretilir.

Açma kapama düzeneği, hareketli kontakların hareket etmesini sağlayan düzendir. Bu düzenek mekanik, motorla ve basınçlı havayla kumandalı (pnömatik sistemli) çalışacak şekilde tasarlanabilir.



Ayırıcıların açma kapama işlemlerinde **istaka** adı verilen bir yalıtkan çubuk da kullanılmaktadır. Bu çubuk, ayırıcının normal işlevini gerçekleştiremediği zamanlarda kişiler tarafından doğru-
dan hareketli kontağa takılarak kullanılır (Görsel 2.12).

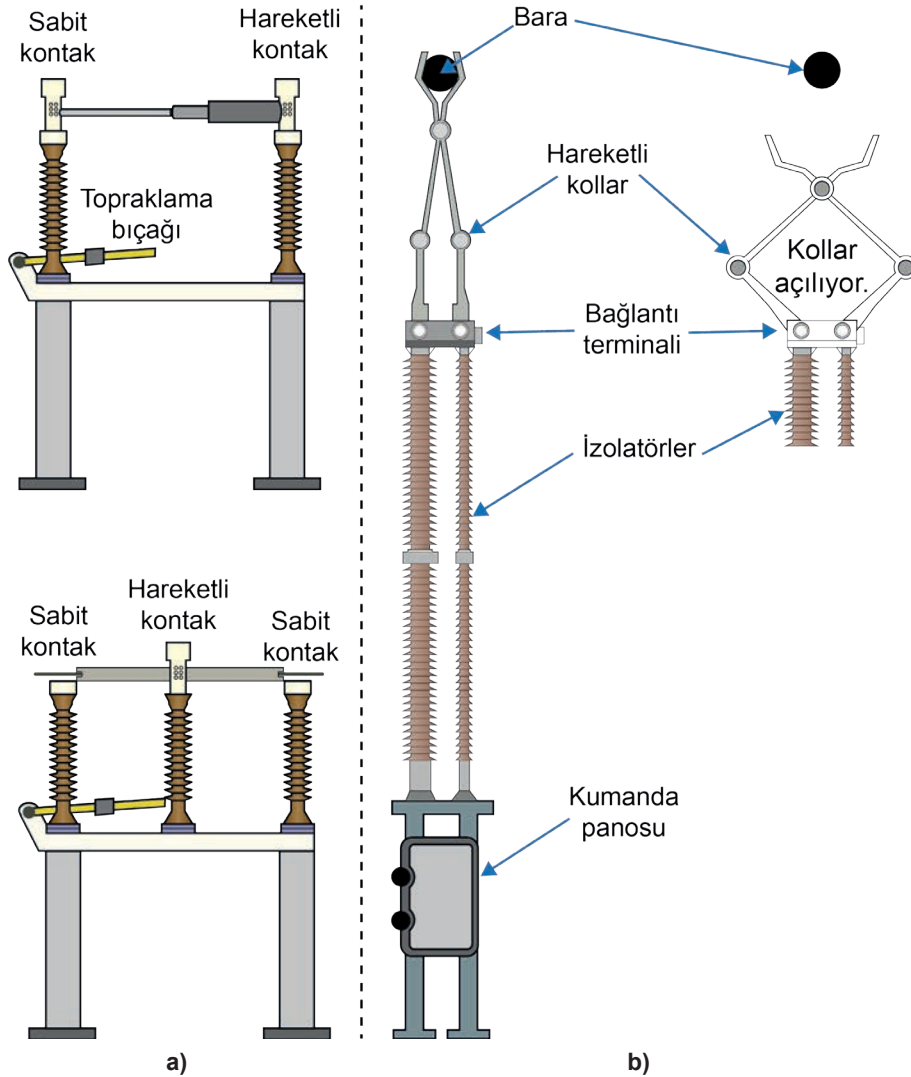


Görsel 2.12: Istaka

Yapılarına Göre Ayırıcılar: Ayırıcılar dört farklı yapıda üretilir.

Döner izolatörlü ayırıcılar, hareketli kontakların izolatör etrafında dönmesiyle açma kapama işlemi yapar. Genellikle dış mekânda kullanılmak üzere üretilir. YG şalt sahalarında yaygın olarak kullanılır. Tek döner izolatörlü ve çift döner izolatörlü çeşitleri vardır (Görsel 2.13.a).

Pantograf ayırıcılar, YG şalt sahalarında kullanılır. Hareketli bir kolun barayı kavraması ve bırakması şeklinde çalışır. Yatay ve dikey hareketle çalışan türleri vardır (Görsel 2.13.b).



Görsel 2.13: Tek ve çift döner izolatörlü ayırıcılar (Görsel a), pantograf ayırıcı (Görsel b)

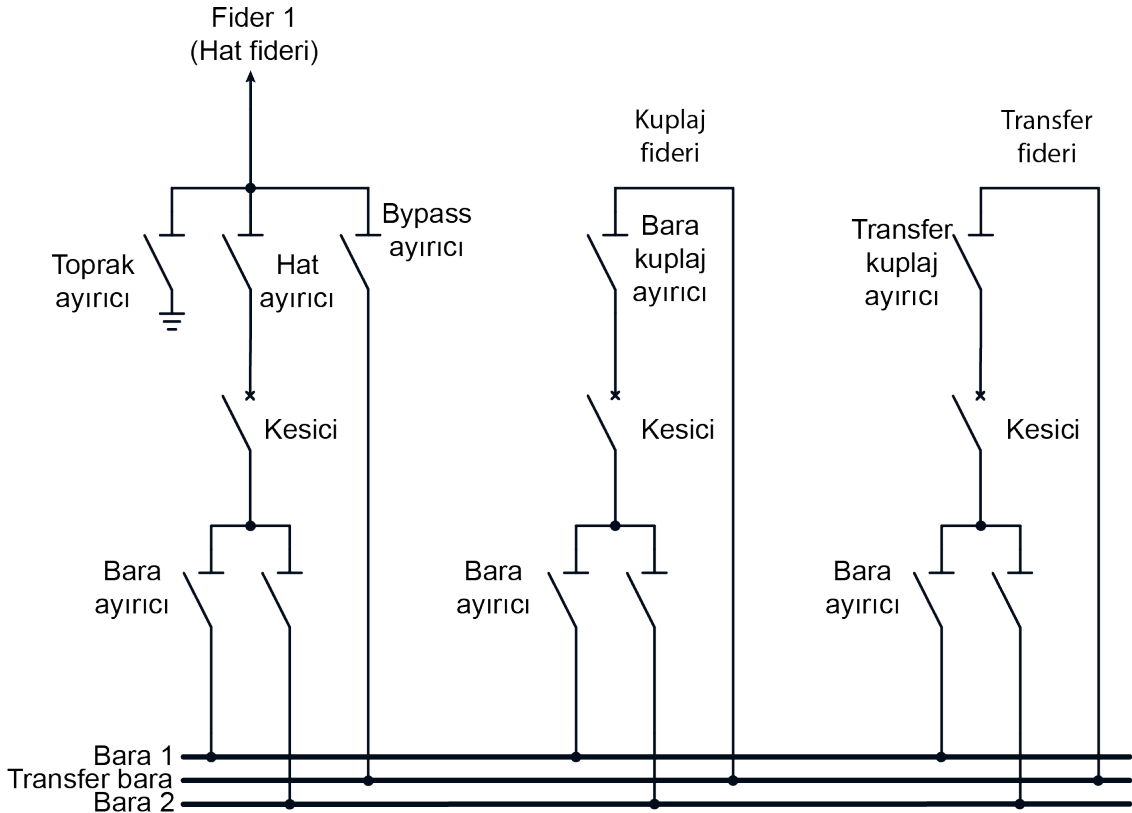


Yük ayırıcılar, kesiciden tasarruf etmek amacıyla üretilir. Yük altında iken açma kapama yapacak şekilde tasarlanmıştır.

Bıçaklı ayırıcılar, hareketli kontakları bıçak şekline benzediği için bu ismi almıştır. Dış mekân ve iç mekân için üretilmiş çeşitleri vardır. Dağıtım hatlarında kullanılır.

Görevlerine Göre Ayırıcılar: Ayırıcılar, YG şalt sahası içinde kontrol sağladığı kısmın ismiyle anılır. Manevra yapılırken bu isimlere göre işlem yapılır. (Görsel 2.14).

- **Hat Ayırıcılar:** YG şalt sahalarının giriş ve çıkış hattında kullanılır. Kesici ile giriş ya da çıkış hattı arasına konur. Giriş veya çıkış hat fiderini fiziksel olarak şalt sahasından ayırmak için kullanılır.
- **Bara Ayırıcılar:** Baraların girişinde ve çıkışında, kesici ile bara arasına konulan ayırıcıdır. Bağlı bulunduğu fideri, baradan izole etmek için kullanılır.
- **Toprak Ayırıcılar:** Kapatıldığında enerjisi kesilmiş şebekelerin üzerinde kalan artık enerjiyi toprağa aktarmaya yarayan ayırıcıdır. Şebeke enerjili iken kapatılmamalıdır. Ayırıcıların açılmalarından sonra kapatılabilir. Ayırıcılar ile bütünlüklük bir şekilde çalışır. Bir kilit tertibatı sayesinde ayırıcılar açılmadan kapanmaz.
- **Baypas (By-pass) Ayırıcı:** Fidere paralel bağlanır. Kesicinin bakıma alınması gerektiği durumlarda sistemin enerjisiz kalmaması için kullanılır.
- **Transfer Kuplaj Ayırıcı:** Transfer baralı sistemde, ana ve transfer bara arasındaki geçişi sağlar.
- **Yük Ayırıcı:** Yüklü devrelerin açma kapama işlemini yapmak için özel tasarlanmış ayırıcıdır. Kesiciler olmadan kullanılabildikleri için maliyeti düşüktür. Dağıtım hatlarında kullanılır.
- **Bara Kuplaj Ayırıcı:** Aynı gerilim ve frekanslı baraların birleştirilmesi veya ayrılmasında kullanılır.



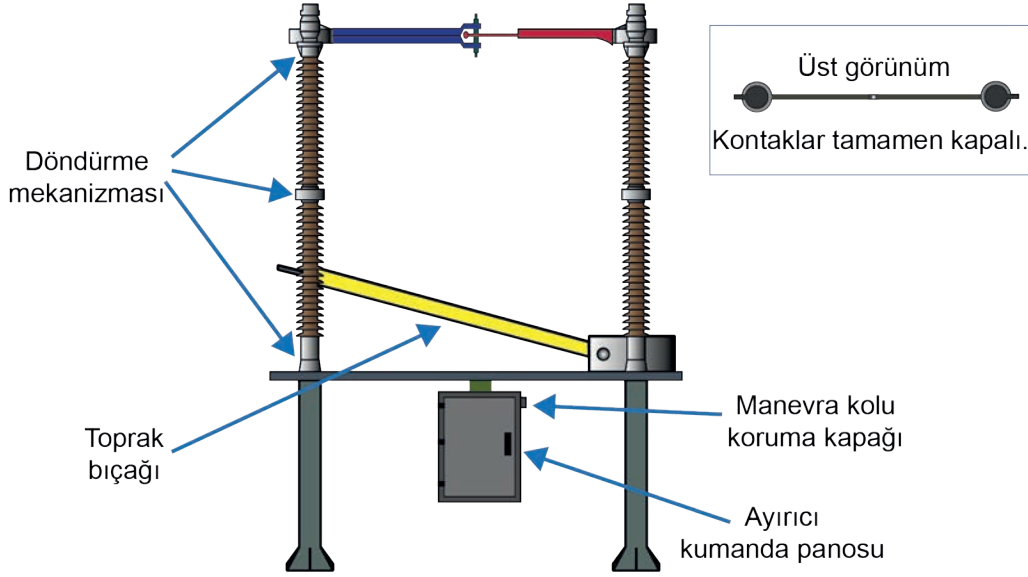
Görsel 2.14: Görevlerine göre ayırıcılar



2. Uygulama

ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN AYIRICININ
MANUEL OLARAK AÇMA MANEVRASI

AMAÇ: Ayırıcı açma manevrasını, kendi panosu üzerinden manuel olarak yapmak.



Görsel 2.15: Ayırıcının tek parça görünümü

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Yüksek gerilim ayırıcı	3'lü takım hâlinde, motorla kumanda edilebilen	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İşe başlamadan önce izole iş kıyafeti ve ayakkabılarını giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız.
2. Şalt sahası içinde dikkatli olunuz. Yaklaşma mesafelerine dikkat ediniz.
3. İşlem yapacağınız bölgeyi güvenlik şeridiyle çeviriniz.
4. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorunla karşılaşırsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
5. İzolasyon paspasını, ayırıcı panosunun önüne seriniz.
6. Panoyu açınız.
7. Manevra kolunu alınız.
8. Konum şalterini yakın pozisyonuna getiriniz.
9. Manevra yuvası koruma kapağını sökünüz.
10. Manevra yuvası emniyet butonuna basınız ve basılı tutunuz.
11. Manevra kolunu, manevra yuvasına takınız.
12. Manevra yuvası emniyet butonundan elinizi çekiniz.
13. Manevra kolunu sola doğru çevirerek ayırıcıyı açınız. Kontakların açıldığını gözlemleyiniz.



14. Manevra kolunu yuvasından çıkarınız.
15. Manevra yuvası koruma kapağını takınız.
16. Manevra kolunu pano içerisindeki yerine yerleştiriniz.
17. Pano kapağını kapatınız.
18. Toprak bıçağına ait manevra kolunu, ayırıcı kollarına yapışana kadar çeviriniz. Yapışmayı görünüz.
19. Pano üzerine güvenlik kartı takınız.
20. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Ayırıcı kontaklarından birisi, açma manevrası yapılmasına rağmen açılmamışsa ne yapılır? Kısaca açıklayınız.

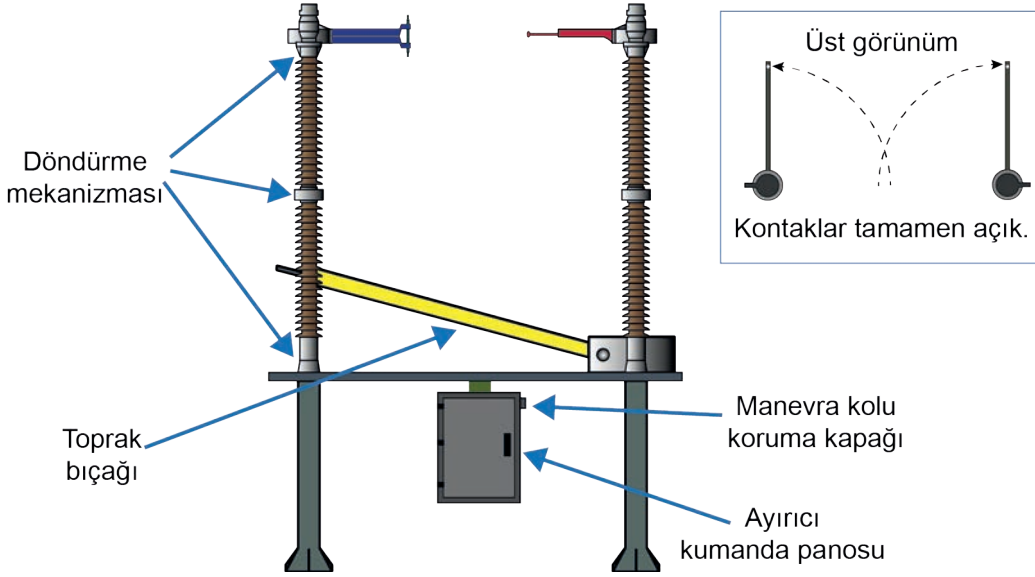
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Manevra elemanlarının tanınması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



3. Uygulama

ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN AYIRICININ
MANUEL OLARAK KAPAMA MANEVRASI

AMAÇ: Ayırıcı kapama manevrasını, kendi panosu üzerinden manuel olarak yapmak.



Görsel 2.16: Ayırıcının tek parça görünümü

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Yüksek gerilim ayırıcı	3'lü takım hâlinde, motorla kumanda edilebilen	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Manevra işlemine başlamadan önce izole iş kıyafeti ve ayakkabılarınızı giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız.
2. Şalt sahası içinde dikkatli olunuz. Yaklaşma mesafelerine dikkat ediniz.
3. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorunla karşılaşırsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
4. İzole paspasını, ayırıcı panosunun önüne seriniz.
5. Toprak bıçağına ait manevra kolunu çevirerek toprak bıçağını ayırıcı kontaklarından ayırınız. Ayrılmayı gözlemleyiniz.
6. Panoyu açınız.
7. Manevra kolunu alınız.
8. Konum şalterinin yakın pozisyonunda olduğunu gözlemleyiniz. Değilse yakın pozisyona getiriniz.
9. Manevra yuvası koruma kapağını sökünüz.
10. Manevra yuvası emniyet butonuna basınız ve basılı tutunuz.
11. Manevra kolunu, manevra yuvasına takınız.
12. Manevra yuvası emniyet butonundan elinizi çekiniz.



13. Manevra kolunu sağa doğru çevirerek ayırıcıyı kapatınız. Kontakların kapandığını gözlemleyiniz.
14. Manevra kolunu yuvasından çıkarınız.
15. Manevra yuvası koruma kapağını takınız.
16. Manevra kolunu pano içerisindeki yerine yerleştiriniz.
17. Pano kapağını kapatınız.
18. Pano üzerindeki güvenlik kartını sökünüz.
19. Emniyet şeridini toplayınız.
20. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

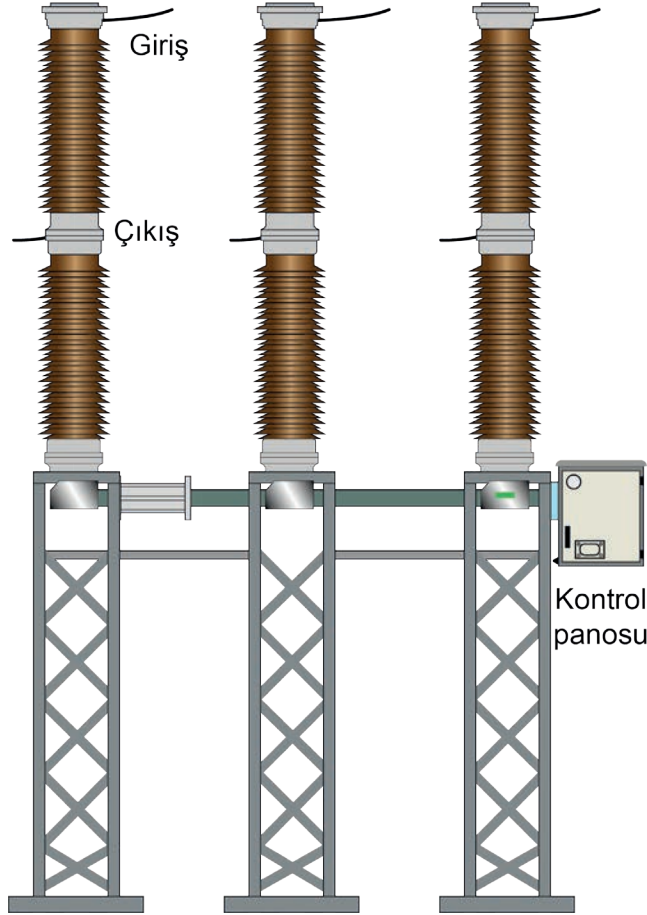
1. Ayırıcılara kilit tertibatı niçin konulur? Kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Manevra elemanlarının tanınması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



2.1.3.3. Kesiciler

Yük altında açma kapama yapabilen, kısa devre anında açma yaparak şebeke ve ekipmanlarını koruyan YG şalt sahası elemanlarına **kesici** denir (Görsel 2.17). **Disjonktör** olarak da bilinir ancak bu isimlendirme pek kullanılmaz.



Görsel 2.17: YG şalt sahaslarında kullanılan kesiciler

Kesicilerin Yapısı: Kesiciler, işletme mekanizması ve kutulardan oluşmaktadır.

Kutuplar kısmı; ark söndürme hücresi, bağlantı terminalleri ve kontaklardan oluşur. Kontaklar, sabit ve hareketli kontaklar olmak üzere iki çeşittir. Akım geçişi, bu kontaklar üzerinden sağlanır.

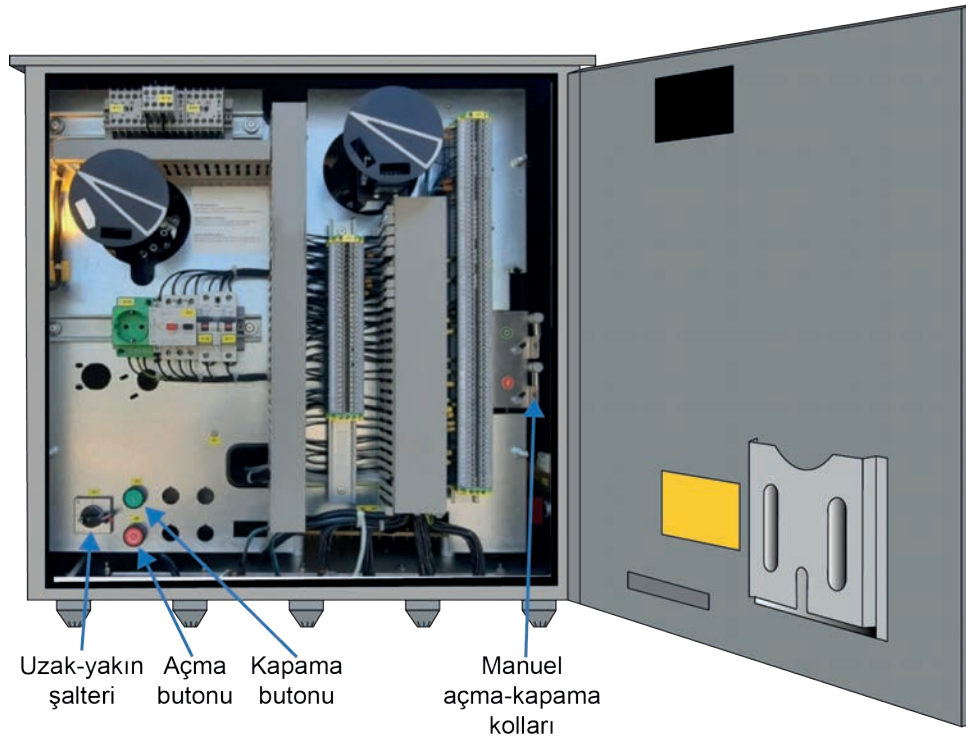
Kesicinin açılması durumunda, hareketli kontak sabit kontakten ayrılır. Enerjinin kesilmesi anında bu kontaklar arasında ark (kıvılcımlar) oluşur. Bu ark çok tehlikeli boyutlardadır. Bu yüzden bu arkın kısa sürede söndürülmesi gerekir. Arkın söndürüldüğü bu kapalı kısma ise **ark söndürme hücresi** denir. Ark söndürme hücresinin özellik ve boyutları, kesicinin türüne göre değişir.

İşletme mekanizması, kesici kontaklarının açılıp kapanmasını sağlayan kısımdır. Dört farklı şekilde imal edilir. İşletme mekanizması çeşitleri şunlardır:

- **Elle Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma:** Kontak hareketinin sadece elle sağlandığı kesici mekanizmasıdır. Bu mekanizmada kesiciye özel yapılmış bir manevra kolu bulunmaktadır. Bu kol kesiciye yerleştirildikten sonra el ile hareket ettirilerek kapama yayı kurulur. Küçük güçlü kesicilerde yaygın olarak kullanılır.



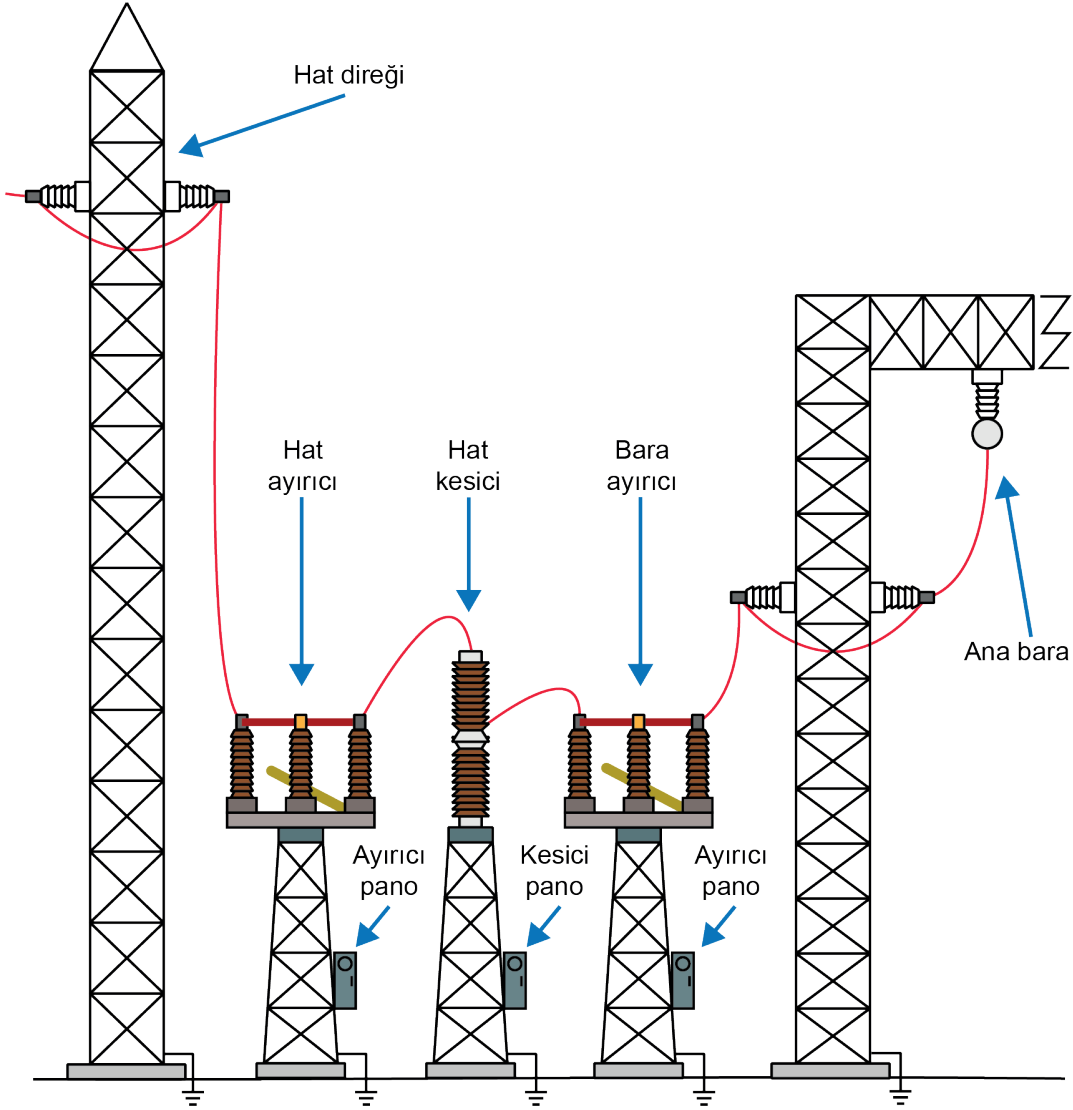
- **Motorla Kurmalı Yaylı Tip Mekanizma:** Kontak hareketinin motorla ya da elle sağlandığı mekanizmadır. Motor devir yönü değiştirme düzeneği ile açma kapama işlemi yaptırılır. Elektrik kesintileri olduğu zamanlarda kullanılmak üzere elle kurmalı yaylı tip mekanizması da vardır. Motor olarak genellikle 110V DC motorlar kullanılmakla birlikte, 220/380V AC motorlar da kullanılmaktadır. Güçlü kesicilerde kullanılır. Bu mekanizma türüne uzaktan kumanda da yapılabilmektedir (Görsel 2.18).
 - **Basıncılı Havalı Tip Mekanizma:** Kontak hareketinin pnömatik sistemlerle (basıncılı hava) yapıldığı mekanizmadır. Büyük güçlü kesicilerde kullanılır. Gürültülü çalışır. Ayrı bir hava kompresör ünitesi kurulmak zorundadır.
 - **Elektromanyetik Bobinli Tip Mekanizma:** Kontak hareketinin elektromanyetik bobinle sağlandığı mekanizmadır. Elektromanyetik bobine enerji verildiğinde manyetik alan oluşur. Mekanizma, bu manyetik alanın kuvvet yönünde hareket eden bir milin hareketine bağlı olarak açma kapama yapar.
- Ark Söndürme Yöntemlerine Göre Kesici Çeşitleri:** Kesiciler yüksek akımı keserken oluşan arkı farklı yöntemlerle söndürür. Bu yöntemlere göre de sınıflara ayrılır.
- **SF6 Gazlı:** Kontaklarda meydana gelen ark SF6 gazıyla (kükürt hekzaflorür) söndürülür. SF6 gazı, yalıtkanlığı yüksek, renksiz, kokusuz ve yanmaz bir gazdır. Bu kesiciler az bakım gerektirmeleri, haricî ve dâhilî mekanlarda kullanılabilmeleri sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır.
 - **Vakumlu:** Kontaklarda meydana gelen ark, vakum tüp içerisinde söndürülür. Bu vakum tüpün havası tamamen boşaltılmıştır. Yüksek performanslı oldukları ve az bakım gerektirdikleri için OG şebekelerinde sık kullanılmaktadır.
 - **Az Yağlı:** Günümüzde kullanım alanı kalmayan tam yağlı kesicilerin güncel versiyonudur. Kontakların ayrı izolatör ve yağ hücresi vardır. Küçük boyut ve uygun fiyatları sebebiyle her gerilim kademesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.



Görsel 2.18: Şalt sahası içi kesici panosu

**4. Uygulama****ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN AÇMA MANEVRASI**

AMAÇ: Şalt sahası kumanda panosunun işlevini yitirdiği durumlarda, ayırıcı ve kesicinin kendi panoları üzerinden açma manevrası yapmak.



Görsel 2.19: Şalt sahası içi ayırıcı ve kesici yerleşimi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG ayırıcı	3'lü takım hâlinde, motorla kumanda edilebilen	2 adet
YG kesici	3'lü takım hâlinde, motorla kumanda edilebilen	1 adet
YG toprak ayırıcı	3'lü takım hâlinde, ayırıcı ile kilit tertibatı olan	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	-

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Manevra işlemine başlamadan önce, izole iş kıyafeti ve ayakkabılarını giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız.
2. Şalt sahası içinde dikkatli olunuz. Yaklaşma mesafelerine dikkat ediniz.
3. İşlem yapacağınız bölgeyi güvenlik şeridiyle çeviriniz.
4. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorunla karşılaşırsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
5. İzole paspasını, kesici panosunun önüne seriniz. Kesici panosunu açınız. Pano içindeki konum şalterini yakın pozisyonuna alınız. Açma butonuna basarak kesiciyi açınız. Açmanın gerçekleştiğini kesici üzerindeki durum göstergesinden kontrol ediniz. Panoyu kapatarak üzerine güvenlik kartı takınız.
6. İzole paspasını, bara ayırıcı panosunun önüne seriniz. Panoyu açınız. Pano içindeki konum şalterini yakın pozisyonuna alınız. Açma butonuna basarak ayırıcıyı açınız. Açmanın gerçekleştiğini, kontaklarına bakarak gözlemleyiniz. Panoyu kapatarak üzerine güvenlik kartı takınız.
7. İzole paspasını, hat ayırıcı panosunun önüne seriniz. Panoyu açınız. Pano içindeki konum şalterini yakın pozisyonuna alınız. Açma butonuna basarak ayırıcıyı açınız. Açmanın gerçekleştiğini, kontaklarına bakarak gözlemleyiniz. Panoyu kapatarak üzerine güvenlik kartı takınız.
8. İzole paspasını, toprak ayırıcı panosunun önüne seriniz. Panoyu açınız. Manuel kilit tertibatını açınız. Manevra kolunu takınız. Manevra kolunu, pano üzerinde belirtilen yönde hareket ettirerek ayırıcıyı kapatınız. Kapamanın gerçekleştiğini, kontaklarına bakarak gözlemleyiniz. Manuel kilit tertibatını kapatınız. Panoyu kapatarak üzerine güvenlik kartı takınız.
9. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Yaklaşma mesafesi nedir? Kısaca açıklayınız.

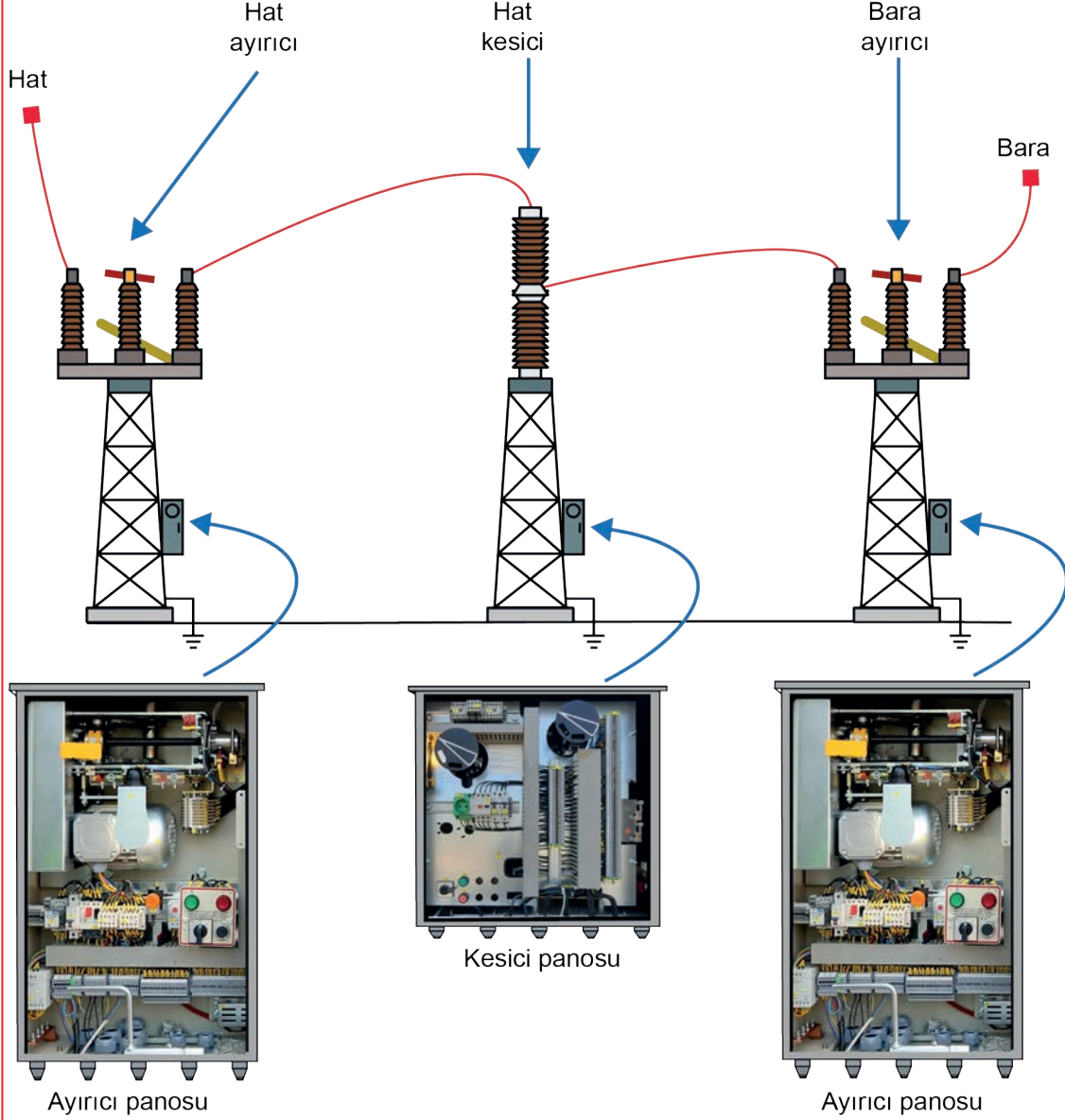
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Manevra elemanlarının tanınması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



5. Uygulama

ŞALT SAHASI İÇİ KUMANDA PANOSUNDAN KAPAMA MANEVRASI

AMAÇ: Şalt sahası kumanda panosunun işlevini yitirdiği durumlarda, ayırıcı ve kesicinin kendi panoları üzerinden kapama manevrası yapmak.



Görsel 2.20: Şalt sahası içi manevra resmi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG ayırıcı	3'lü takım hâlinde, motorla kumanda edilebilen	2 adet
YG kesici	3'lü takım hâlinde, motorla kumanda edilebilen	1 adet
YG toprak ayırıcı	3'lü takım hâlinde, motorla kumanda edilebilen, ayırıcı ile kilit tertibatlı	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	Birer adet

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Manevra işlemine başlamadan önce izole iş kıyafeti ve ayakkabılarını giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız.
2. Şalt sahası içinde dikkatli olunuz. Yaklaşma mesafelerine dikkat ediniz.
3. İşlem yapacağınız bölgenin güvenlik şeridiyle çevrili olduğunu gözlemleyiniz.
4. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorunla karşılaşırsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
5. İzole paspasını, toprak ayırıcı panosunun önüne seriniz. Panoyu açınız. Manuel kilit tertibatını açınız. Manevra kolunu takınız. Manevra kolunu, pano üzerinde belirtilen yönde hareket ettirerek ayırıcıyı açınız. Açmanın gerçekleştiğini, kontaklarına bakarak gözlemleyiniz. Manuel kilit tertibatını kapatınız. Panoyu kapatarak üzerindeki güvenlik kartını sökünüz.
6. İzole paspasını, hat ayırıcı panosunun önüne seriniz. Panoyu açınız. Pano içindeki konum şalterini yakın pozisyonuna alınız. Kapama butonuna basarak ayırıcıyı kapatınız. Kapamanın gerçekleştiğini, kontaklarına bakarak gözlemleyiniz. Konum şalterini tekrar uzak pozisyonuna alınız. Panoyu kapatarak üzerindeki güvenlik kartını sökünüz.
7. İzole paspasını, bara ayırıcı panosunun önüne seriniz. Panoyu açınız. Pano içindeki konum şalterini yakın pozisyonuna alınız. Kapama butonuna basarak ayırıcıyı kapatınız. Kapamanın gerçekleştiğini, kontaklarına bakarak gözlemleyiniz. Konum şalterini tekrar uzak pozisyonuna alınız. Panoyu kapatarak üzerindeki güvenlik kartını sökünüz.
8. İzole paspasını, kesici panosunun önüne seriniz. Kesici panosunu açınız. Kapama yayının kurulu olduğundan emin olunuz. Eğer kapama yayı açma manevrası esnasında otomatik olarak kurulmamışsa kapama yayını kurmanız gerekir. Bunun için konum şalterini yakın pozisyona alınız. Kurma kolunu yerine takınız. Ardından kurma kolunu panoda gösterilen istikamette hareket ettirerek kapama yayını kurunuz. Kapama yayı kurulu haldeyken kapama butonuna basarak kesiciyi kapatınız. Kapamanın gerçekleştiğini kesici üzerindeki durum göstergesinden kontrol ediniz. Konum şalterini tekrar uzak pozisyonuna alınız. Panoyu kapatarak üzerindeki güvenlik kartını sökünüz.
9. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Konum şalteri ne işe yarar? Kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Manevra elemanlarının tanınması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



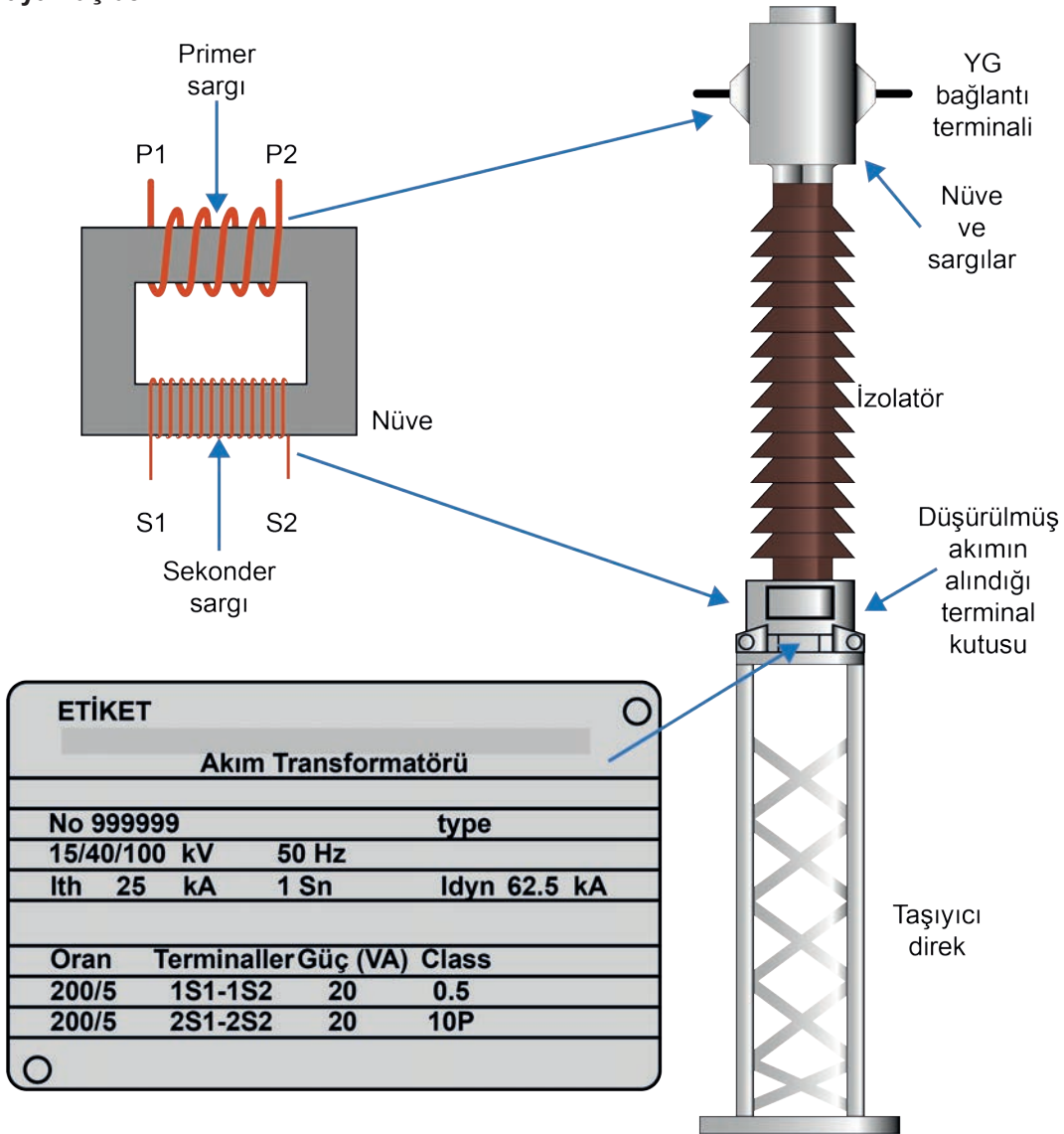
2.1.3.4. Akım Transformatörleri

Elektrik akımının doğrudan ölçülemediği yerlerde belirli oranlarda düşürülerek ölçülmesine aracılık eden transformatör çeşidine **akım transformatörü** denir. Akım transformatörü bir **ölçü transformatörü** çeşididir. Bu transformatör YG şalt sahalarında ampermetreler ve **koruma rölelerinin** ihtiyaç duyduğu akım seviyelerine dönüştürür.

Yapısı: Akım transformatörleri; primer ve sekonder sargı, manyetik nüve ve izolasyon malzemesinden oluşur. Sargılar sarıldıktan sonra nüvenin üzeri uygun bir izole bantla sarılır. İzolasyon malzemesi ve izole bant, gövdeye kaçak olmaması için kullanılır (Görsel 2.21).

Primer sargı kalın kesitli ve az sipirlidir. Sekonder sargı ise ince kesitli ve çok sipirlidir. Akım transformatörleri; primer ve sekonder sargılar arasındaki yalıtım, faz gerilimi ve gerilim dalgalanmaları dikkate alınarak imal edilir.

TSE standartlarına göre akım transformatörlerinin primer uçları P1-P2 harfleriyle gösterilir. Sekonder uçları ise S1-S2 harfleriyle gösterilir (Alman normunda K-L / k-l, Amerikan normunda H1-H2 / X1-X2). S1 ucu akım girişi olmak koşuluyla S1 ucuna **polarite ucu**, S2 ucuna **polarite olmayan uç** denir.



Görsel 2.21: Akım transformatörünün yapısı



Çalışması: Akım transformatörleri, akımı ölçülecek hatta seri olarak bağlanır. Akım transformatörlerinin primer sargılarından (P1-P2) yük akımı geçer. Sekonder sargılarından (S1-S2) ise akım transformatörünün dönüştürme oranına göre düşürülmüş, ölçülebilir seviyede bir akım geçer. Bu düşürülme işlemi manyetik indüksiyon prensibine göre gerçekleşir. Akım transformatörlerinde primer sargı ile sekonder sargı arasındaki faz farkı 0°'dir.

Akım transformatörlerinin sekonder ucu, işletme ve iş güvenliği açısından boş bırakılmamalıdır. Kullanılmayacaksa kısa devre edilmeli ve topraklanmalıdır. Sekonder ucunun boş bırakılması, nüvenin ısınmasına ve dolayısıyla primer sargıların izolasyonunun bozulmasına sebep olur. Ayrıca sekonder uçlarında bir gerilim indükleneyeceği için çarpılmalara da sebep olabilir.

İzolasyon malzemesine göre akım transformatörü çeşitleri şunlardır:

- **Yağlı Tip:** Gövde ile sargılar arası izolasyon yağ ile sağlanır. YG şalt sahalarında bu tür akım transformatörleri kullanılır. Yağın belli periyotlarda bakımının ve değişiminin yapılması gerekir. Yağın azalması, kirlenmesi, yalıtım özelliğinin azalması, kimyasal özelliğinin bozulması gibi sebeplerden ötürü yağda gaz oluşabilir ve bu tür akım transformatörleri patlayabilir.
- **Kuru Tip:** Gövde ile sargılar arası izolasyon epoksi reçine, kâğıt gibi katı malzemeler ile sağlanır. Genellikle dağıtım hatlarında (OG) kullanılır. Epoksi reçine sıvı hâlden katı hâle geçen bir kimyasaldır. Su ve asit gibi sıvılara dayanıklı, sertliğini kaybetmeyen bir yalıtım malzemesidir. Kuru tip akım transformatörleri tamir edilmez, yenisiyle değiştirilir.

Kullanım amaçlarına göre akım transformatörü çeşitleri şunlardır:

- **Ölçme:** AG, OG ve YG tesislerinde kullanılır. Doğruluk sınıfına (CLASS) göre ayırt edilir. Etiketinde doğruluk sınıfı 0.1, 0.2, 0.5, 1, 3, 5 yazan akım transformatörleri ölçme için kullanılır.
- **Koruma:** Daha çok yüksek gerilimde kullanılır. Doğruluk sınıfına (CLASS) göre ayırt edilir. Etiketinde doğruluk sınıfı 5P ya da 10P yazan akım transformatörleri koruma için kullanılır.

Sargı sayılarına göre akım transformatörü çeşitleri şunlardır:

- **Standart:** Bir adet primer bir adet de sekonder sargı vardır.
- **Çift Primer Sargılı:** Adından da anlaşılacağı gibi çift primer sargısı vardır. Sekonder sargısı ise bir tanedir. Primer sargısının çift olması, primer akımını değişken kılar. Etiketinde 200-400/5 yazan bir akım transformatörü, hem 200/5 hem de 400/5 dönüştürme oranlı olarak kullanılabilir. Primer sargılar, seri bağlanırsa 200/5, paralel bağlanırsa 400/5 dönüştürme oranı var demektir.
- **Çift Sekonder Sargılı:** Bu türde ise sekonder sargısı çift, primer sargısı tektir. Etiketlerinde, değerleri aynı olan çift sekonder değeri görülür. Sekonder oran değerleri aynı olan bu sargıların gücü, sınıfı ve doyma katsayıları farklıdır. Örneğin etiketinde 400/5-5 ve CI 5P-0.5 değerleri yazan bir akım transformatörü olsun. Bu akım transformatöründe çift nüve vardır. Bunlardan bir tanesi ölçme maksadıyla, diğeri ise koruma maksadıyla kullanılır.

Akım Transformatörü Etiket Bilgileri: Akım transformatörlerinin etiketinde kullanım yeri, primer ve sekonder anma (nominal) akımları, sekonder gücü, doğruluk sınıfı, doyma



katsayısı, darbe gerilim değeri, işletme frekansı, termik dayanım akımı, dinamik dayanım akımı vb. teknik bilgiler yer almaktadır:

- **Primer anma akımı (Ip):** 1,2 katına kadar sürekli çalışmaya dayanıklıdır.
- **Sekonder Anma Akımı (Is):** Primer anma akımından bağımsız olarak 0-1 A, 0-2 A, 0-5 A, 0-10 A aralığında olabilir. Genellikle sekonder çıkışı 0-5 A aralığında olan akım transformatörleri kullanılır. Akım transformatörü ile ölçü aleti arası mesafe uzaksa 0-1 A sekonder akım aralığı tercih edilir.
- **Dönüştürme Oranı:** Primer sargı anma akımının sekonder sargı anma akımına oranıdır. 100/5 A, 25/5 A gibi etiket değerleri dönüştürme oranını ifade eder.
- **Çalışma ve İzolasyon Gerilim Değeri:** Nominal çalışma gerilimini ve sargı izolasyonunun dayanabileceği gerilim seviyesini gösterir. Etiketinde 0,6/3,6 kV yazılı bir akım transformatöründe, 0,6 kV çalışma gerilimini gösterirken, 3,6 kV primer ile sekonder arasındaki izolasyonun maksimum dayanma gerilimini gösterir.
- **Görünür Güç Değeri:** Akım transformatörünün sekonderine bağlanacak cihazların maksimum güç değerini belirtir. Bazen bunun yerine empedans değeri verildiği de olur. Sekonder sargıya bağlanacak ölçü aleti ya da koruma rölesinin gücü ile bu cihazlara giden kablounun üzerinde harcanan güç değerinin toplamı, bu görünür güç değerini aşmamalıdır.
- **Doyma Katsayısı (Emniyet Katsayısı):** Primer sargıdan, anma akımından daha büyük bir akım geçmesi hâlinde, sekonder sargıda oluşacak akım da doğal olarak yükselecektir. Böyle bir durum olursa ölçü aletleri ve koruma röleleri zarar görür. Zararın önüne geçmek için manyetik nüve doyurularak sekonder sargı akımı sınırlandırılır. IEC standartlarında doyma katsayısı P harfiyle gösterilir. Ölçme için kullanılacak akım transformatörlerinde P=5, koruma için kullanılacaklarda ise P=10 seçilir.
- **Nominal (Anma) Çalışma Frekansı:** Akım transformatörünün çalışma frekans değerini gösterir. Ülkemizdeki akım transformatörlerinin nominal çalışma frekansı 50 Hz'dir.
- **İzolasyon Tipi:** Sargı ile gövde arasındaki izolasyon malzemesinin türüne göre, akım transformatörünün çeşidini gösterir. K harfi kuru tip, Y harfi ise yağlı tip transformatörler için kullanılır.
- **Doğruluk Sınıfı (Class):** Akım transformatörünün hata çarpanını gösterir. Sekonder sargıdaki anma akımının sapma miktarını gösterir de denilebilir. Ölçme için tasarlanmış akım transformatörlerinde bu bilgi, CI ifadesiyle başlamak kaydıyla 0,1-0,2-0,5-1-3-5 sayılarıyla gösterilir. Koruma için tasarlanmış akım transformatörlerinde ise 5P, 10P gibi ifadeler kullanılır.
- **Kısa Süreli Termik Anma Akımı (Ith):** Sekonder sargının kısa devre edildiği durumlarda, primer anma akımının, sargılar arası yalıtıma zarar vermeden çıkabileceği maksimum değeri ifade eder. Bu değer 1 saniyelik bir süre için test edilir. Etiket üzerinde nominal primer akımının katsayısı şeklinde ya da doğrudan değer verilerek yazılır. Etiketinde 60xIn yazıyorsa Ith, nominal primer sargı akımının 60 katı demektir.
- **Dinamik Anma Akımı (Idyn):** Sekonder sargı kısa devre iken primer sargının bağlı bulunduğu hatta kısa devre olma durumu için kullanılan etiket değeridir. Akım transformatörünün mekanik ve elektriksel olarak hasara uğramadan dayanabileceği, kısa devre akımının ilk periyodunun tepe değeridir. Kısa süreli termik anma akımının 2,5 katıdır.



2.1.3.5. Gerilim Transformatörleri

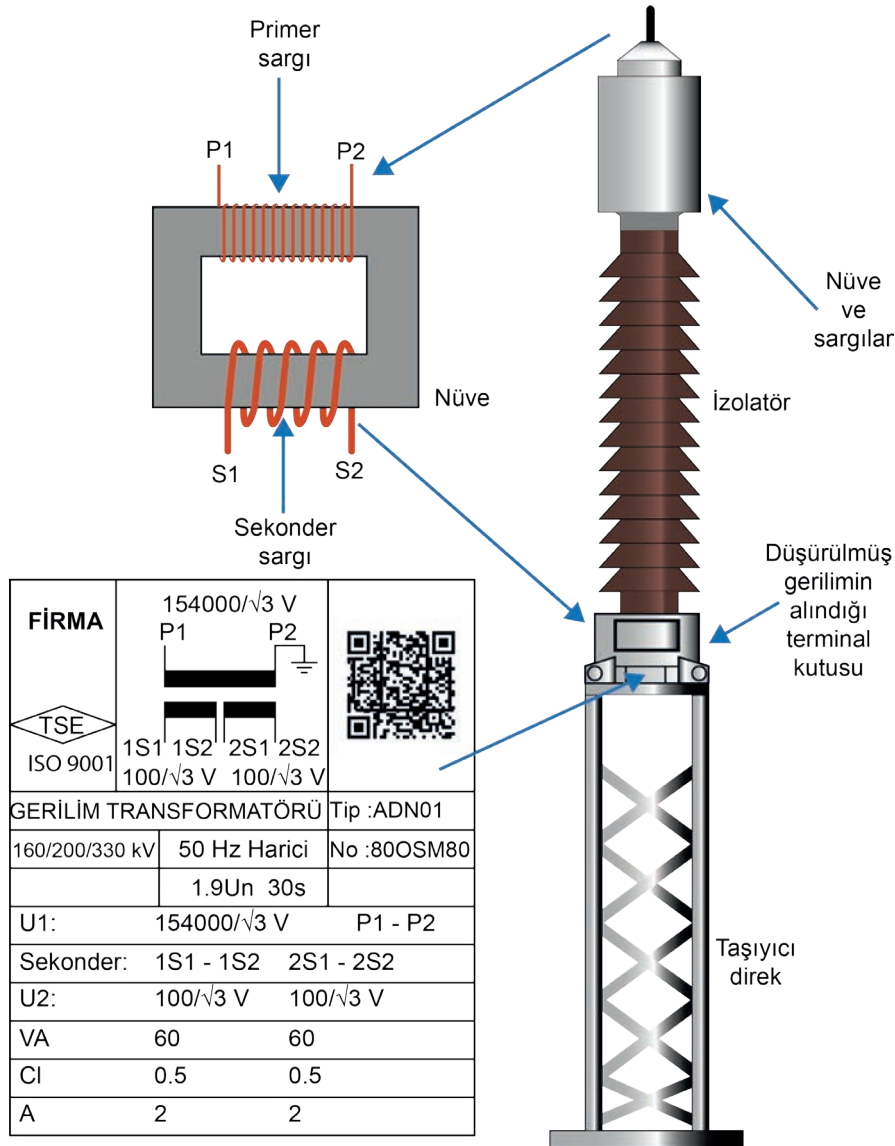
Tanımı: Yüksek gerilimi, ölçme ve koruma sistemlerinde kullanılmak üzere belirli bir seviyeye düşüren transformatör çeşidine **gerilim transformatörü** denir.

Yapısı: Gerilim transformatörleri; primer sargı, sekonder sargı, sargıların yerleştirildiği manyetik nüve, sargılar arası yalıtımın sağlandığı izolasyon malzemesi ve dış gövdeden oluşur.

Primer sargı ince kesitli ve çok sipirlidir. Sekonder sargı ise kalın kesitli ve az sipirlidir. Gerilim transformatörleri; primer ve sekonder sargılar arasındaki yalıtım, faz gerilimi ve gerilim dalgalanmaları dikkate alınarak imal edilir.

TSE standartlarına göre gerilim transformatörlerinin primer uçları P1-P2 harfleriyle gösterilir. Sekonder uçları ise S1-S2 harfleriyle gösterilir. (Alman normunda bu harfler K-L / k-l, Amerikan normunda H1-H2 / X1-X2 şeklindedir). S1 ucuna **polarite ucu**, S2 ucuna **polarite olmayan uç** denir (Görsel 2.22).

Gerilim transformatörleri yapı olarak akım transformatörlerine çok benzer. İzolasyon malzemeleri ve ölçme sınıflarına göre çeşitleri vardır.



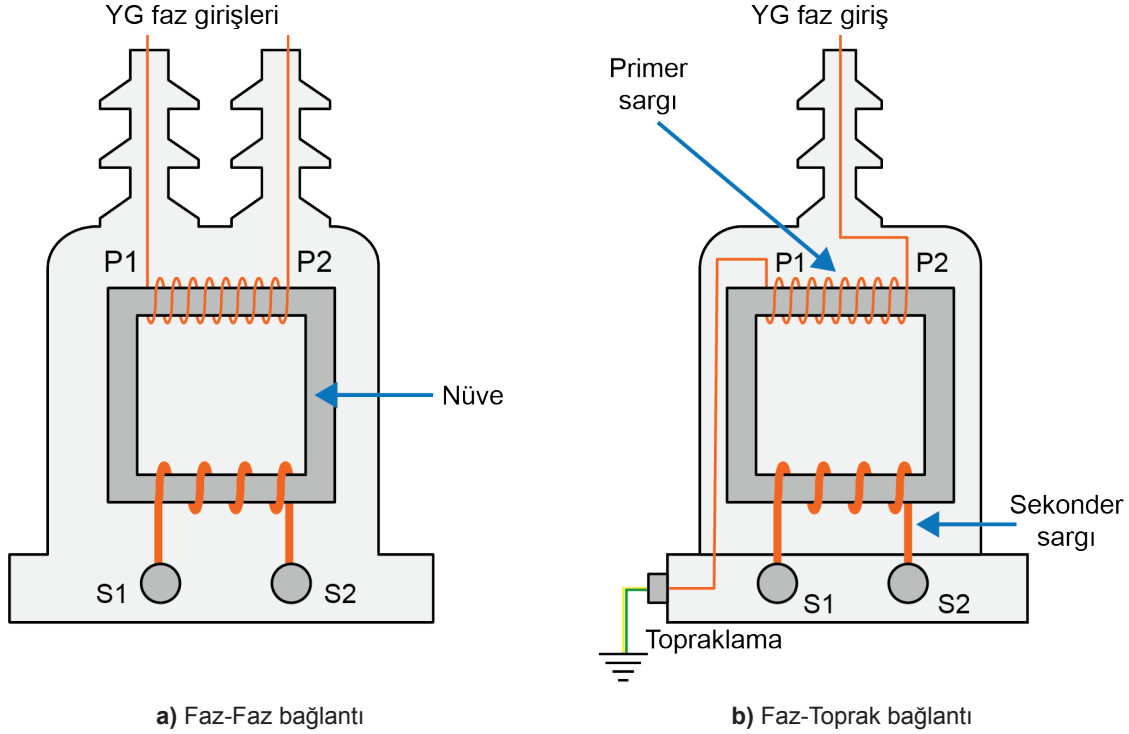
Görsel 2.22: Gerilim transformatörünün yapısı



Ölçme türüne göre çeşitleri: Ölçme türüne göre gerilim transformatörü çeşitleri şunlardır:

Faz-Faz: Bağlantının faz-faz arası yapıldığı gerilim transformatörleridir. OG hatlarında kullanılır (Görsel 2.23.a).

Faz-Toprak: Bağlantının faz-toprak arası yapıldığı gerilim transformatörleridir. 154 kV ve 380 kV YG şalt sahalarında sadece faz-toprak bağlantı yapılır (Görsel 2.23.b). Çift sekonder çıkışlı olan bu gerilim transformatörlerinin birinci çıkışı ölçme, ikinci çıkışı ise koruma için kullanılır.



Görsel 2.23: Gerilim transformatörünün ölçme türüne göre çeşitleri

Çalışması: Primer uçları, gerilim ölçülecek noktalar arasına bağlanır. Sekonder uçları ise kumanda odasındaki voltmetre ya da koruma rölesine bağlanır. Sekonder uçları kullanılmadığında kısa devre edilmesine gerek yoktur.

Primer gerilim girişine karşılık gelen sekonder ucuna polarite uç, primer gerilim çıkışına karşılık gelen sekonder ucuna ise polarite olmayan uç denir. Gerilim transformatörünün polarite olmayan ucunun topraklanması, olası bir primer-sekonder kısa devresinin yol açabileceği olumsuz etkileri önleme konusunda önemlidir.

Primer sargıya uygulanan gerilim, nüve üzerinde manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan, nüve üzerinden dolaşarak sekonder sargıları üzerinde bir gerilim indükler. İndüksiyon prensibi denilen bu olaydan sonra sekonderden düşürülmüş gerilim elde edilir. Primer gerilimi ile sekonder gerilimi arasındaki faz farkı 0°'dir.

Etiket bilgileri şunlardır

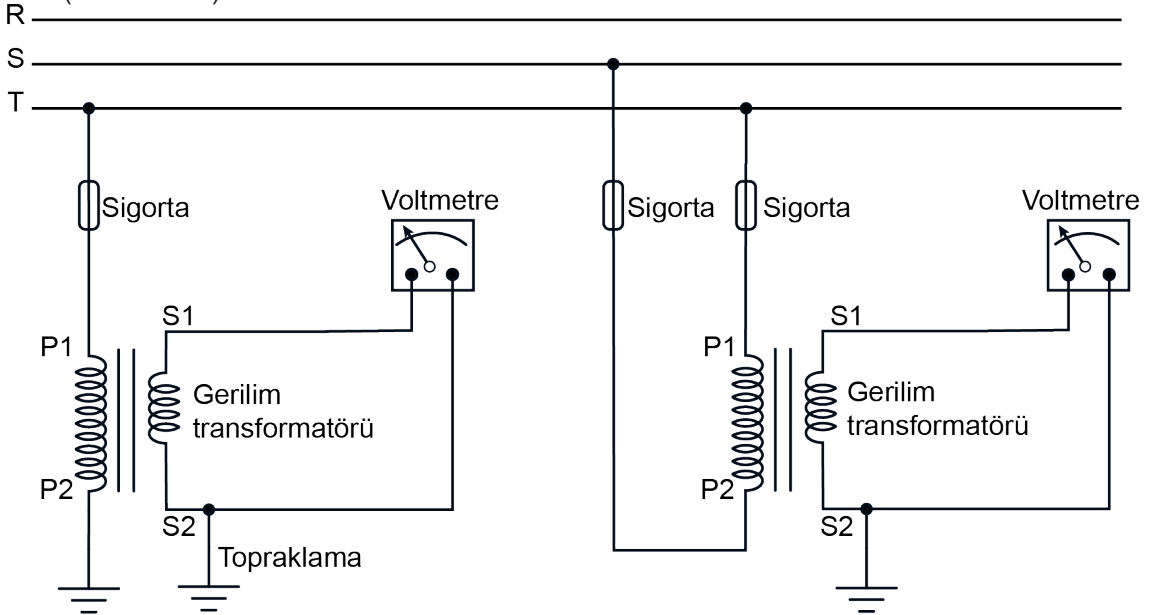
- **Primer Anma (Nominal) Gerilimi:** Normal çalışma şartlarındaki primer gerilimini belirtir. Gerilim transformatörleri nominal gerilim değerinin 1,2 katına kadar sürekli çalışmaya dayanıklı üretilir. YG şalt sahalarında kullanılan faz-toprak gerilim transformatörlerinde bu değer $154/\sqrt{3}$ kV, $380/\sqrt{3}$ kV olarak gösterilir.
- **Sekonder Anma Gerilimi (Us):** Sekonder sargılarda indüklenebilir nominal çıkış gerilim aralığını belirtir.



Bu değer faz-faz bağlantılı gerilim transformatörlerinde 100 V, 110 V, 115 V, 120 V olarak karşımıza çıkar. Faz-toprak bağlantılı gerilim transformatörlerinde ise bu gerilim seviyelerinin sayısına bölümü olarak ifade edilir. Ölçü aleti ya da koruma rölesi seçerken sekonder anma gerilimi göz önünde bulundurulmalıdır.

- **Dönüştürme Oranı:** Primer sargı anma geriliminin, sekonder sargı anma gerilimine oranıdır. 1000/100 V, 3600/120 V gibi etiket değerleri dönüştürme oranını ifade eder.
- **Çalışma ve İzolasyon Gerilim Değeri:** Nominal çalışma gerilimini ve sargı izolasyonunun dayanabileceği gerilim seviyesini gösterir. Örneğin etiketinde 0,6/3,6 kV yazılı bir akım transformatöründe 0,6 kV, çalışma gerilimini gösterirken 3,6 kV, primer ile sekonder arasındaki izolasyonun maksimum dayanma gerilimini gösterir.
- **Görünür Güç Değeri:** Gerilim transformatörünün sekonderine bağlanacak cihazların maksimum güç değerini belirtir. Sekonder sargıya bağlanacak ölçü aleti ya da koruma rölesinin gücü ile bu cihazlara giden kablounun üzerinde harcanan güç değerinin toplamı, bu görünür güç değerini aşmamalıdır.
- **Nominal Çalışma Frekansı:** Hatasız olarak çalışabileceği frekans değerini gösterir. Ülkemizdeki gerilim transformatörlerinin nominal çalışma frekansı 50 Hz'dir.
- **İzolasyon Tipi:** Sargı ile gövde arasındaki izolasyon malzemesinin türüne göre gerilim transformatörünün çeşidini gösterir. Etiketle K harfi varsa kuru tip, Y harfi varsa yağlı tip transformatör olduğu anlaşılır.
- **Doğruluk Sınıfı (Class):** Gerilim transformatörünün hata oranını gösterir. Sekonder sargılardaki anma gerilim değerinin sapma miktarını gösterir de denebilir. Ölçme için tasarlanmış gerilim transformatörlerinde bu bilgi, CI ifadesiyle başlayan 0,1-0,2-0,5-1-3-5 sayılarıyla gösterilir. Koruma için tasarlanmış gerilim transformatörlerinde ise 3P, 6P gibi ifadeler kullanılır.

Bağlantıları: YG şalt sahalarında, gerilim transformatörleri faz ile toprak arasına bağlanır. Yani P1 ölçüm yapılacak hatta bağlanırken P2 topraklanır. S1 polarite ucu, ölçü aleti ya da koruma rölesine bir sigorta üzerinden bağlanır. S2 polarite olmayan ucu ise topraklanır (Görsel 2.24).



Görsel 2.24: Gerilim transformatörü bağlantıları

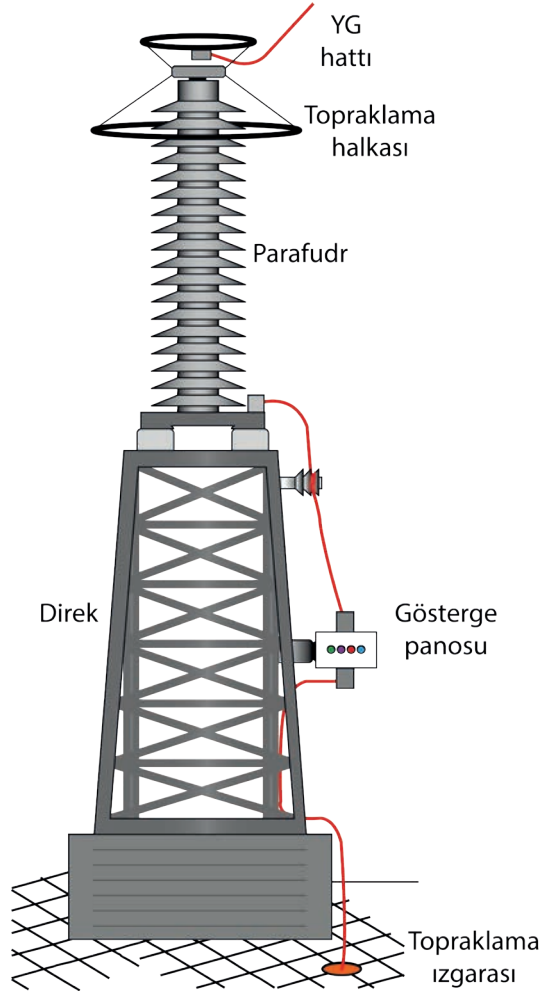


2.1.3.6. Parafudr

Hat arızası, yıldırım düşmesi, kesici açması gibi istenmeyen durumlarda çok yüksek gerilim şokları oluşabilir. Bu şokların şebeke ve şebeke donanımlarına zarar vermesini önlemek için kullanılan şalt sahası elemanına **parafudr** denir (Görsel 2.25).

Parafudr, koruyacağı hat ile toprak arasına bağlanır. Normal çalışmada direnci çok yüksek olan parafudr yalıtkan hâdedir. Hattın aşırı gerilime maruz kalması hâlinde, iç yapısı reaksiyon göstererek direncini düşürür ve iletken hâle geçer. Böylelikle aşırı gerilim darbeleri toprağa iletilmiş olur.

Bağlantı terminalleri, dış muhafaza ve direncin ani değişimini gerçekleştiren iç yapıdan oluşur.



Görsel 2.25: Parafudr

Kullanım yerine göre parafudr çeşitleri şunlardır:

- **Faz-Toprak:** Faz ile toprak arasına bağlanır. Bu parafudrların topraklaması ayrı yapılıdır.
- **Yıldız Noktası:** Güç transformatörlerinin yıldız noktası ile toprak arasına bağlanır.

Yapısına göre parafudr çeşitleri şunlardır:

- Metal oksit
- Değişken dirençli
- Deşarj tüplü
- Borulu

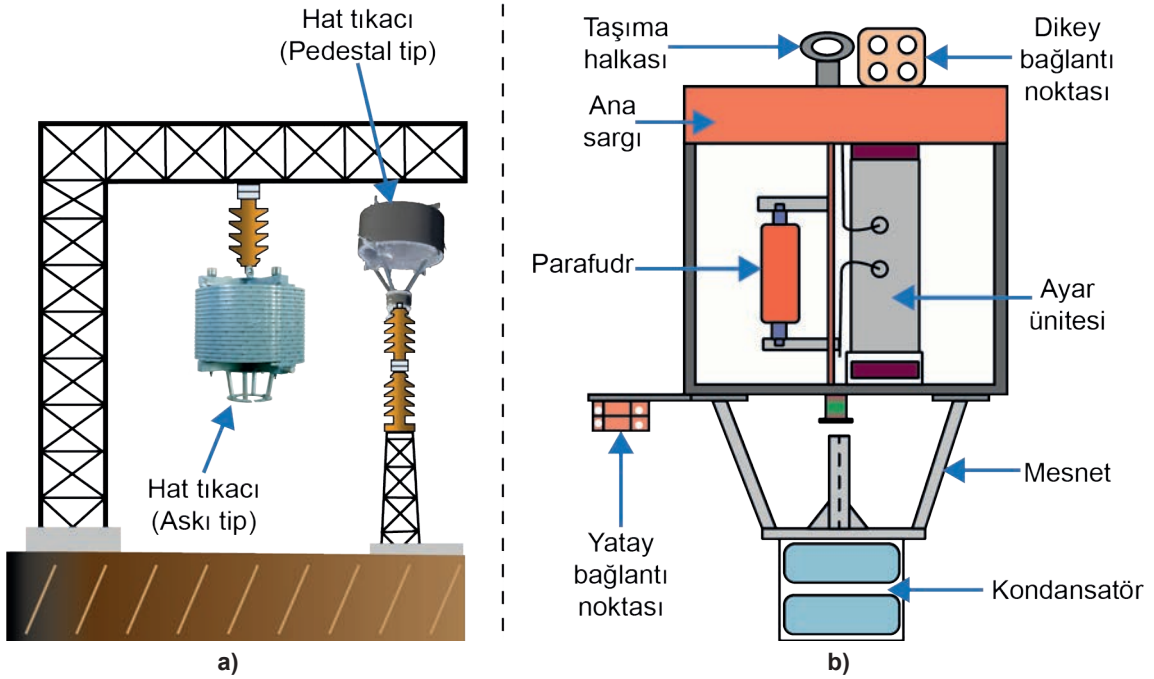


2.1.3.7. Hat Tıkacı

Tanım: Şalt sahalalarının, kendi aralarında ve yük tevzi (dağıtım) merkezleriyle enerji nakil hatları üzerinden haberleşmesini sağlayan şalt sahası ekipmanına **hat tıkacı** denir (Görsel 2.26.a). Hat tıkacı veri ve ses iletişimi için kullanılır.

Hat tıkacının yapısında, sepet şeklinde sarılmış bir ana bobin, bağlantı terminalleri, ayarlı kondansatör, koruma parafudr gibi parçalar bulunur (Görsel 2.26.b). Ana bobin doğrudan yüksek gerilim güç frekans hattına bağlıdır. Parafudr, istenmedik aşırı gerilimlerden koruma için kullanılır. Ayarlı kondansatör, istenen engelleme frekansını ayarlamak için kullanılır.

Hat tıkacı faz hattı üzerine seri bağlanır. Hat tıkacı tek başına kullanılmayıp kaplin kapasitör, sızdırma bobini, hat ayar kutusu ve koaksiyel kabloyla birlikte kuranportör adı verilen bir sistemi oluşturur. İletişim bu **kuranportör** denen sistem üzerinden gerçekleşir.



Görsel 2.26: Hat tıkacının şalt sahasındaki konumu (Görsel a) ve yapısı (Görsel b)

Kullanım yerine göre hat tıkacı çeşitleri şunlardır:

- **Askı Tip:** Zincir izolatör ile askıya alınır.
- **Pedestal Tip:** Mesnet izolatörleri ya da kapasitif tip gerilim transformatörü üzerine monte edilir.

2.1.3.8. Baralar

Aynı frekans ve seviyedeki gerilimleri toplayan, ileten ve dağıtan YG şalt sahası elemanlarına bara denir. Parafudr, gerilim transformatörü, akım transformatörü, ayırıcı ve kesiciden oluşan fider bölümlerini birbirine bağlar.

Baralar; bakır, alüminyum ya da çelik-alüminyum (st-al) malzemelerden lama, boru ya da iletken şeklinde üretilir.

Lama baralar, bakır ve alüminyum malzemeden üretilir. AG hattı dağıtım panolarında ve OG hattındaki kapalı tesislerde kullanılır.



Boru baralar, bakır ve alüminyum malzemeden üretilir. Alüminyum olanları YG şalt sahalarında, bakır olanları AG tesislerinde kullanılır (Görsel 2.27). Bakır baralar, yüksek maliyetli olduğundan YG tesislerinde tercih edilmez.

İletken baralar, çelik-alüminyum (st-al) malzemeden üretilir ve YG şalt sahalarında kullanılır. Bu baralar hava şartlarından etkilenir. Sıcaklıkla gergileri azalarak sarkma yapabilir. Bu yüzden uçlarına ağırlık bağlanır.



Görsel 2.27: Şalt sahasında boru bara ve çelik-alüminyum iletken bara

2.1.3.9. İzolatörler

İletkenlerin direklerle irtibatını sağlayan, iletkenleri taşıyan, toprağa ve birbirine karşı izole eden şalt sahası elemanlarına **izolatör** denir (Görsel 2.28).

İzolatörler, yalıtım sağlayacakları gerilim seviyesine göre farklı malzemelerden üretilir. İzolatörler; gövde, tutturma yuvası, siper ve etek (damlalık), iletken yuvası ve tutturma demiri (izolatör yuvası) olmak üzere temelde beş parçadan oluşur.



Görsel 2.28: Çeşitli izolatörler



Kullanım yerlerine göre izolatör çeşitleri şunlardır:

- **Mesnet:** Enerji nakil hatlarını ve baraları taşır. Tek parça hâlinde, cam, porselen veya epoksi reçine malzemeden üretilir. Ağır ve esnek yapıda değildir. OG hatlarında kullanılır. Ağır olması sebebiyle YG hatlarında kullanılmaz. Mesnet kelimesi Arapçadan dilimize geçmiş bir kelimedir ve “dayanak” manasına gelmektedir.
- **Zincir:** Aynı tür izolatörlerin birbirine aracı bir aparat vasıtasıyla eklenmesiyle meydana gelen bir izolatör türüdür. Parça izolatör sayısı, yalıtımı sağlanacak gerilim seviyesine göre değişiklik gösterir. YG hatlarında kullanılır. Esnek bir yapıya sahiptir. Kullanıldıkları yerin iklimsel şartlarına göre cam veya porselenden üretilir. Sadece kırılan parçanın değiştirilmesiyle kullanılmaya devam edilebilir. Kullanımı kolay ve ekonomiktir.
- **Geçit:** Bina içi ile dışı arasında geçişi sağlayan izolatör çeşididir. Cam, porselen, epoksi reçineden üretilen türleri mevcuttur. Yapısı mesnet izolatörlere benzer.

Yapıldığı malzemeye göre izolatör çeşitleri şunlardır:

- **Porselen:** Yalıtımı artırmak ve yağmurla kolay temizlenmesi için yüzeyleri pürüzsüz imal edilir.
- **Cam:** Kırık ve çatlakları kolay tespit edilir. Yüzeyinde biriken su, elektrik arklarına sebep olur.
- **Silikon:** Hafiftir. İklim şartlarından etkilenmez. Nem oluşturmaz. Çatlamaz, kırılmaz.
- **Epoksi Reçineli:** OG hatlarında çok sık kullanılır. Mesnet tipte kullanılır. Çatlama ve kırılma olmaz. Yüzeylerinde nem biriktirmez. İklimsel şartlardan etkilenmez. Esnek değildir.

2.1.3.10. Kumanda Odası

YG şalt sahalarında ölçme, kontrol ve kumanda işlemlerinin yapıldığı ofis şeklindeki yapıya **kumanda odası** denir. Manevra işlemlerinin ve anlık izlemelerin yapıldığı, diğer şalt sahaları ve yük tevzi merkezleriyle iletişimin gerçekleştirildiği, sürekli olarak teknik personel bulundurulan yönetim merkezidir.

Bu odada koruyucu ekipmanlar ve diğer iç ihtiyaç ekipmanlarının yanı sıra elektriksel olarak aşağıdaki ekipmanlar bulunur:

- **Kontrol Panoları:** Aşırı akım ve gerilim, sıcaklık, basınç vb. kontrollerin yapılması için tasarlanmış panolardır. Bu panolar, kumanda panoları ve SCADA sistemleriyle iletişim hâlinde.
- **Kumanda Panoları:** Duvar ya da masa tipi olarak imal edilir. Her bir fider için ayrı bölmelere oluşur. Bu bölmelerde ölçü aletleri, manevra işlemlerini gerçekleştirmek için şalterler, kontrol panolarından gelen uyarı sinyallerine ait göstergeler, ayrıca transformatör fiderleri için transformatöre ait ölçme bilgilerini gösteren ölçü aletleri bulunur. Kumanda panolarının bütün yüzeyine, tüm şalt sahasına ait mimik diyagram çizilmiştir.
- **SCADA Sisteminin Yönetildiği Bilgisayarlar:** Manevra, ölçme, kontrol ve raporlama işlemleri SCADA sistemleri üzerinden de yapılabilir. Hem şalt sahasından hem de yük tevzi merkezinden, SCADA sistemine bağlı bilgisayarlar aracılığıyla kontroller gerçekleştirilebilir.
- **Doğru Akım Ünitesi:** Ayırıcı ve kesicilerin uzaktan kontrolünü sağlayan motorların çalıştırılması için gerekli doğru akımın sağlandığı kısım ve kısma entegre edilmiş **akü odasından** oluşur.
- **Haberleşme Sistemleri:** Diğer şalt sahalarıyla ve yük tevzi merkezleriyle haberleşmek için kullanılır.

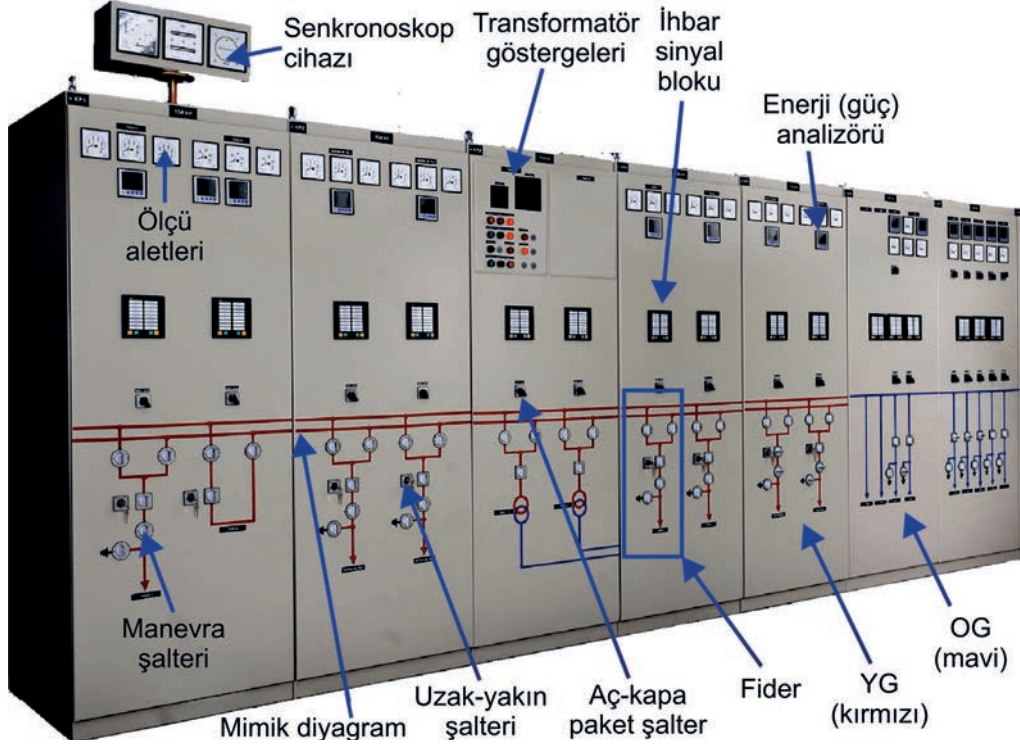


2.2. YG KUMANDA PANOLARI VE DONANIMLARI

Şalt sahalarındaki YG panoları, yüksek gerilim manevralarının yapıldığı düzeneklerdir.

2.2.1. YG Kumanda Panolarının Yapısı

YG kumanda panoları, **kumanda odası** içinde muhafaza edilir. Şalt tesisindeki her fider için ayrı **kumanda panosu** bulunur. Bu panolar, şalt sahasının projesine göre yan yana getirilerek bütün bir blok oluşturulur. Bu blok üzerine şalt sahasının **mimik diyagramı** çizilir. Mimik diyagram üzerine, manevra şalterleri yerleştirilir. Pano üzerinde ayrıca, ayırıcı ve kesicilerin pozisyonlarını gösteren sinyal lambaları, ölçü aletleri, sesli sinyal bloğu ve transformatör ikaz göstergeleri bulunur (Görsel 2.29).



Görsel 2.29: Kumanda panoları

YG kumanda panoları, iletim ve dağıtım hatlarının kontrol noktası olması sebebiyle çok önemlidir. Bu yüzden bu kumanda panolarının kontrol ve takibi için sürekli olarak teknik personel bulundurulur.

2.2.2. YG Kumanda Sembolleri

IEC standartlarına göre YG sistemlerinde kullanılan semboller görsel: 2.30'daki gibidir.

Kesici	Ayırıcı	Yük ayırıcı	Toprak ayırıcı	Parafudr
Güç transformatörü	Gerilim transformatörü	Akım transformatörü	Sigorta	Mekanik kilit

Görsel 2.30: IEC standartlarına göre YG sistemlerinde kullanılan semboller



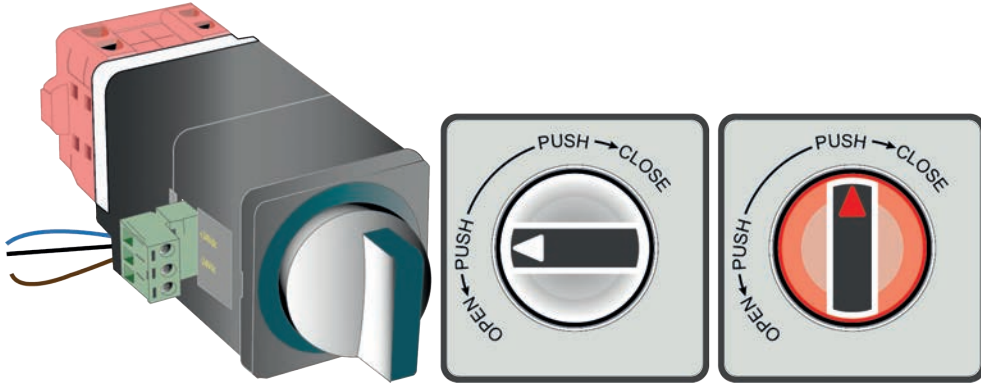
2.2.3. YG Kumanda Panolarının Donanımı

Yüksek gerilim sistemindeki elektrik enerjisinin kontrolü, YG panolarının donanımı ile yapılır.

2.2.3.1. Şalterler

Manevra Şalterleri [Discrepancy Switch (Diskirepinsi Sıvıç)]: Fider ve baraların işletme kontrolünde ayırıcı ve kesicilerin uygun sırayla açma kapama işlemlerini yapmaya **manevra** denir.

Manevra şalterleri, manevraların uzaktan, yani kumanda odası içindeki kumanda panosu üzerinden yapılması için kullanılır (Görsel 2.31). Mimik diyagram üzerine monte edilir. Bu tip butonlar ileri doğru basılıp, sağa sola çevrilerek kullanılır. Buton, durduğu konuma göre açık veya kapalı pozisyonları gösterir. Lambalı ve lambasız modelleri mevcuttur.

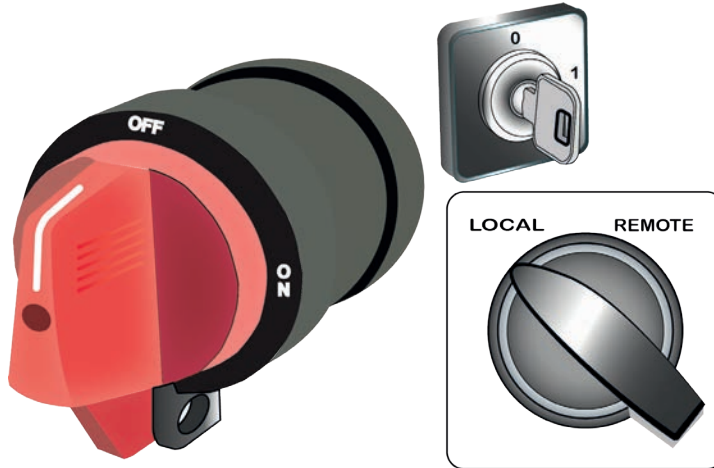


Görsel 2.31: Manevra şalterleri

Konum Şalteri [Local-Remote Switch (Lokıl-Rimut Sıvıç)]: Kumanda panolarında, manevraların, yük tevzi merkezlerinden ya da kumanda panosu üzerinden yapılmasını kontrol eden paket şalterlerdir (Görsel 2.32). Konum şalteri uzak konumda ise kontrol yük tevzi merkezinde; yakın konumda ise kumanda panosundadır.

Benzer bir yapı, kesici panosu (terminal kutusu) ile kumanda panosu arasında da vardır. Kesici panosundaki konum şalteri; uzak konumda ise manevra kontrolü kumanda panosunda, yakın konumda ise kesici panosundadır. Her iki durumda da kontrol dışı bırakılan yerlerden manevra yapmak mümkün değildir. Bu paket şalterlerin kilitli olan çeşitleri de mevcuttur.

Aç Kapa Paket Şalter (0-1): Senkronoskop cihazının kontrolünde kullanılır. Kilit tertibatlıdır.



Görsel 2.32: Konum ve aç kapa şalterler



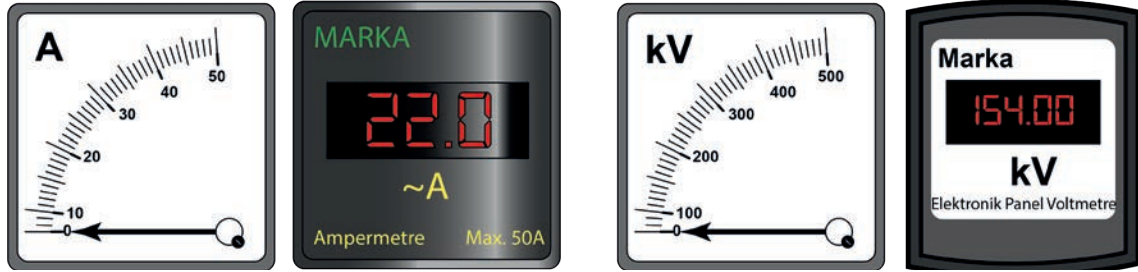
2.2.3.2. Ölçü Aletleri

Ampermetre: Ampermetreler bağlı bulundukları hattın akımını amper (A) cinsinden ölçen ölçü aletleridir. Devreye seri olarak bağlanır.

YG şalt sahalarında kullanılan ampermetreler, ölçme işlemini doğrudan yapmaz. Şalt sahası içinde bulunan akım transformatörlerinin ölçme için tasarlanmış sekonder çıkışından gelen değerini okur.

Voltmetre: Voltmetreler bağlı bulundukları hattın gerilimini volt (V) cinsinden ölçen ölçü aletleridir. Devreye paralel olarak bağlanır. YG şalt sahalarında sadece faz toprak arası gerilim ölçülür.

YG şalt sahalarında kullanılan voltmetreler ölçme işlemini doğrudan yapmaz. Şalt sahasındaki gerilim transformatörlerinin ölçme için tasarlanmış sekonder çıkışından gelen değerini okur. Şalt sahalarındaki ampermetre ve voltmetreler, analog veya dijital yapıda olabilir (Görsel 2.33).



Görsel 2.33: Analog-dijital ampermetre ve voltmetreler

Varmetre: Reaktif gücü (kör güç, iş görmeyen güç) ölçmeye yarayan ölçü aletleridir. Akım ve gerilim transformatörlerinden gelen değerleri işler. Ölçüm değeri **Var** cinsinden gösterilir.

Wattmetre: Aktif gücü ölçer. Akım ve gerilim transformatörlerinden gelen değerleri işler ve **watt** cinsinden değer gösterir.

Frekansmetre: Şebeke frekansını hertz (Hz) cinsinden gösteren devre elemanlarıdır. Analog, dijital ve dilli tipte üretilir. Faz-toprak arasına bağlanır.

Kosinüsfinetre: Kosinüsfinetre elektrik devrelerinde güç katsayısının (güç faktörü) ölçülmesinde kullanılır. Güç katsayısı elektrik devresinin endüktif, kapasitif ve omik yük durumları hakkında bilgi verir.

Enerji Analizörü (Güç Analizörü): Enerji analizörü, elektrik şebekesine ait elektriksel değerlerin sürekli izlenmesi, kayıt altına alınması ve uzak cihazlara aktarılmasını sağlayan mikroişlemci temelli modern bir ölçü aletidir (Görsel 2.34). Akım, gerilim, görünür güç, aktif güç, reaktif güç, frekans, güç katsayısı, harmonik vb. tüm elektriksel parametreleri ölçer. Geleneksel ölçü aletlerinin yerini almaya başlamıştır.

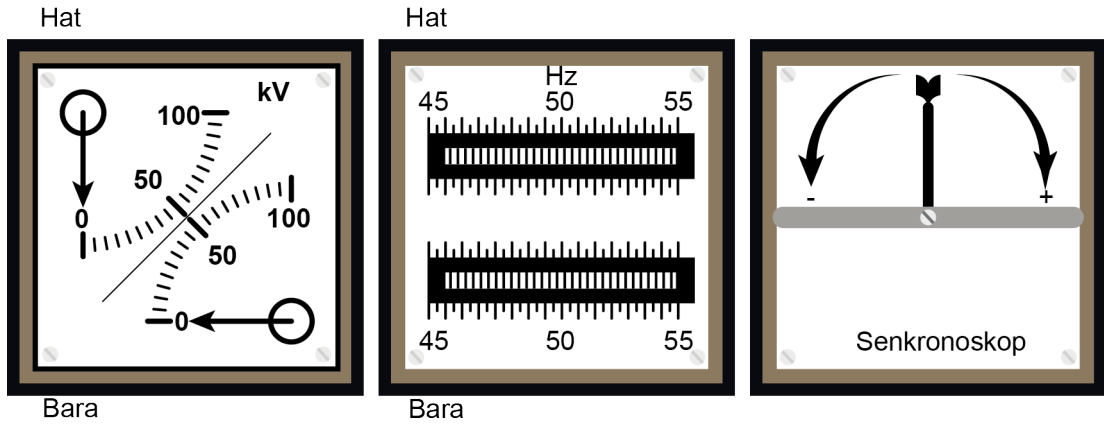


Görsel 2.34: Enerji analizörü



Senkronoskop Cihazı: Baralar, bazen fiderlerindeki yük talebinin artmasına bağlı olarak aşırı yüklenmiş olabilir. Bu gibi durumlarda, baranın yükünü hafifletmek için diğer baradan yardım alınır. Bu yardım, baraların paralel bağlanmasıyla yani aşırı yükün iki bara tarafından ortak karşılanmasıyla gerçekleşir. Paralel bağlantının gerçekleştirilmesi işlemine **kuplaj manevrası** denir. Paralel bağlama işi rastgele yapılmaz. Paralel bağlama için senkronoskop denilen cihazlardan faydalanılır. Senkronoskop cihazının yanında paralel bağlanacak baraların frekans ve gerilimlerini gösteren ölçü aletleri vardır (Görsel 2.35). Paralel bağlama yapabilmek için iki baranın gerilim, frekans ve faz farklarının aynı ya da izin verilen aralıklarda olması gerekmektedir. Baralar arası frekans farkı 0,2 Hz sınırını geçmemeli, gerilim farkı %10'dan az ve faz farkı ise 30 dereceden küçük olmalıdır.

Senkronoskop cihazının çalıştırılması için kilit tertibatlı bir paket şalter kullanılır. Paralel bağlantı yapılması gereken durumlarda paket şalter kapalı konuma getirilir ve senkronoskop cihazı çalıştırılır. Senkronoskop cihazında yapılan kontrollerde paralel bağlama şartları oluşmuşsa kuplaj manevrası yapılabilir.



Görsel 2.35: Senkronoskop cihazı

2.2.3.3. Sesli ve Görsel Uyarıcılar

İhbar Sinyal Bloğu: Kumanda panosunun üzerindeki sesli ve görsel sinyal cihazıdır (Görsel 2.36). Bu cihaz **koruma röle panolarından** beslenir. Koruma röle panolarında meydana gelen arıza durumlarının gözlemlenmesi ve kontrolü için kullanılır. Manevra şalterleri ile koruma rölelerinin kontakları elektriksel olarak birbirine bağlıdır. Koruma rölelerinin arıza vermesi durumunda kumanda panosu üzerinden manevra işlemleri yapılması mümkün değildir. Bu yüzden manevra işlemlerine devam edebilmek için ihbar sinyal bloğunda herhangi bir ikaz lambasının yanmaması gerekir.



Görsel 2.36: İhbar sinyal bloğu



İhbar sinyal bloğu üzerinde aşırı akım, diferansiyel, toprak kaçağı, sargı kısa devre, ters akım, buchholz ve ısı koruma gibi röle panolarından gelen sinyaller sesli ve görsel olarak alınabilir. Bu blok üzerinde numaralandırılmış etiket bölmeleri vardır. Her koruma sinyali bu etiketli kısımda gösterilir. Bu sinyallere, bu cihaz üzerinden müdahale edilebilir.

Sinyal Lambaları: Elektrik hattının enerjili olup olmadığını gösteren görsel uyarıcıdır. Mimik diyagram üzerine açma kapama durumlarını gösterecek şekilde monte edilir.

2.2.3.4. Mimik Diyagramlar

Manevra işlemleri için tasarlanmış tek hat şemasıdır. Şema üzerine ayırıcı ve kesicilerin kontrollerinin sağlandığı manevra şalterleri, semboller ve sinyal lambaları yerleştirilir.

Mimik diyagramlar fiderler hâlinde takip edilir. Şalt sahasını besleyen ve dağıtan fiderlere **hat fideri**, transformatörleri besleyen fiderlere **transformatör fideri** denir. Transfer baraya ya da diğer baraya geçiş sağlayan fiderlere ise **kuplaj fideri** denir.

Mimik Diyagramlarda Renkler: Mimik diyagramlarda, gerilimler farklı renklerle gösterilir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Mimik Diyagramda Kullanılan Renkler

Renk	Gerilim Seviyesi
KAHVERENGİ	380 kV
KIRMIZI	154 kV
MAVİ	31 kV – 36 kV
YEŞİL	31 kV – 36 kV

Mimik Diyagramlarda Sayılar: Mimik diyagramlarda her bir ayırıcı ve kesici için 4 haneli numara oluşturulur. Bu numaralardan ilki gerilim seviyesini, ikincisi merkez numarasını, üçüncüsü fider numarasını, dördüncüsü ise görev numarasını belirtir.

Bu dört haneli numara grubu 154 kV seviyesinde 5 ile, 380 kV seviyesinde ise 9 ile başlar.

Tüm toprak ayırıcılar 0 ile biter.

Hat kesici 2, bu kesici ile ana bara arasına bağlı ayırıcı 3, bu kesiciyle hat arasına bağlı ayırıcı ise 1 ile biter.

Transformatör ya da transfer kesici 6, bu kesici ile ana bara arasına bağlı ayırıcı 5, bu kesici ile transformatör ya da transfer bara arasına bağlı ayırıcı ise 7 ile biter.

Transformatör ya da hat fiderini, paralel olarak transfer baraya bağlayan baypas ayırıcılar 9 ile biter.

Bara bölümleyici kesici ise 5 ile biter.

2.2.4. YG Kumanda Panolarında Manevralar

YG şalt sahalarında manevra işlemleri, ilgili fiderin, transformatörün ya da hattın bakım onarım çalışmalarını gerçekleştirmek için yapılır. Enerji iletim ve dağıtım hatlarının, dolayısıyla tüketicilerin enerjisiz kalmaması için en uygun manevra işlemleri gerçekleştirilmelidir. Manevralar, normal şartlarda kumanda odasındaki kumanda panoları üzerinden yapılır.

Kesicilerin kumanda panosu üzerinden açma kapama işlemlerinde, yay kurma ya da boşaltma işlemi, kesici panosundaki bir motorla yapıldığı için ayrıca bir manuel kurma işlemi yapılmaz. Kesici panosundan açma kapama yapmak gerekirse kesici üzerinde yay kurma yuvası bulunur. Bu yuvaya takılan kol yardımıyla yay kurma ya da boşaltma işlemleri yapılır. Ayırıcıların açma kapama işlemleri ise hareket mekanizmalarına bağlı motorların kumanda panosundan çalıştırılmasıyla gerçekleştirilir. Ayırıcılar da hem uzaktan hem de yakından (yerinden) açılıp kapatılabilir. Normal işletme şartlarında kumanda panosu üzerinden açma kapama işlemleri gerçekleştirilir.



Toprak ayırıcılarda ise durum biraz farklıdır. Toprak ayırıcıların açma kapama işlemleri de kumanda panosundan yapılabilmekle birlikte TEİAŞ'ın işletme kurallarından dolayı toprak ayırıcısının açma kapama işleminin yetkili bir personel tarafından yerinde yapılması zorunludur.

Açma Manevrası İşlem Sırası: Enerjili bir sistemin enerjisinin kesildiği manevra çeşididir.

1. Açma manevrası için yetkili mercilerden yazılı olarak emir alınır.
2. Kesici açılır. Kesicinin açtığı ölçü aletleri gözlenerek kontrol edilir.
3. Ayırıcılar açılır. Ayırıcıların açıldığı gözle kontrol edilir.
4. Hatta baypas besleme yoksa toprak ayırıcı kapatılır.
5. Manevranın yapıldığı kumanda panosunun üzerine ilgili uyarı ve ikaz kartları asılır (kartlama işlemi).

Kapama Manevrası İşlem Sırası: Enerjisiz bir sisteme, enerjinin verildiği manevra çeşididir.

1. Kapama manevrası için yetkili mercilerden yazılı olarak emir alınır.
2. Toprak ayırıcı kapalı ise açılır.
3. Ayırıcılar kapatılır. Ayırıcıların kapandığı gözle kontrol edilir.
4. Kesici kapatılır. Kesicinin kapandığı ölçü aletleri gözlenerek kontrol edilir.
5. Manevranın yapıldığı kumanda panosunun üzerinden ilgili uyarı ve ikaz kartları çıkarılır.

Manevra İşlemlerinde Kartlama: YG şalt sahasının bir bölümünün bakım ya da arıza dolayısıyla enerjisinin kesildiği durumlarda, enerjinin kontrolsüz bir biçimde tekrar verilmemesi için kartlama işlemleri yapılır. Kartlama işlemi yapılan bu kartlara **emniyet kartı** denir (Görsel 2.37). Emniyet kartı yanlış bir manevra yapılmasını önlemek ve yapılan çalışmanın içeriği hakkında bilgi vermek amacıyla kullanılır. Emniyet kartı çeşitleri şunlardır:

- **Dokunma Tehlike Var:** Kırmızı renkli ve büyüktür. İşletme teknisyeni tarafından doldurulur.
- **Dokunma Çalışma Var:** Çalışılan bölgeye enerji verebilecek yerlere takılır. Turuncu renkte ve küçük karttır.
- **Dikkat Gerilim Altında Çalışma Var:** Bu kartta, çalışmayı yapan ekiple haberleşme şekli, çalışma yapılan bölgede tekrar kapamalı kesici varsa servis dışı bırakıldığı bilgileri yer alır. Kesici herhangi bir sebeple açma yaptığında çalışma yapan ekibin şefiyle haberleşmeden kesinlikle kapama yapılmaması için kullanılır. Sarı renkli ve büyük karttır.
- **Özel Durum:** Herhangi bir bakım onarım işi yapılmayan ancak devreye alınması da istenmeyen durumlarda kullanılır. Beyaz renkli ve büyük karttır.



Görsel 2.37: Emniyet kartları



2.2.5. YG Manevralarında İş Güvenliği Ekipmanları

YG şalt sahalarında iş güvenliği ekipmanlarının bulundurulması ve ihtiyacı hâlinde kullanılması zorunludur. Bu iş güvenliği ekipmanlarının belli aralıklarla bakımlarının yaptırılması, gerektiğinde değiştirilmesi gerekmektedir. İş güvenliği ekipmanları seçilirken çalışma gerilimine uygun ekipmanlar seçilir (Görsel 2.38).

- **Ark Koruyucu Elbise:** Yüksek ısıya dayanıklıdır. Elektrik arklarından korur.
- **YG Bareti:** Çarpmalardan korunmak için kullanılır.
- **YG Vizörü:** Elektrik arklarından yüzü korumak için kullanılır.
- **YG Çizme ve Ayakkabı:** Elektrik çarpmalarına karşı korur.
- **YG Eldiveni:** Elektrik çarpmalarına karşı korur.
- **YG İzole Sehpa:** Personel ile toprak arası izolasyon sağlar.
- **YG İzole Paspası:** Personel ile toprak arası izolasyon sağlar.
- **YG Gerilim Dedektörü:** Enerji kesildikten sonra kesinti yapılan kısımda enerji olup olmadığını kontrol etmek için kullanılır. Sesli ve ışıklıdır.
- **YG Manevra Istakası:** Ayırıcılara dışarıdan müdahale için kullanılır. Ancak YG şalt sahalarında iş güvenliği tedbirleri kapsamında kullanılmamaktadır. Bunun yerine yetkili personelin, gerekli manevra işlemlerinden sonra doğrudan müdahalesi söz konusudur.
- **YG Mahalli Topraklama Aparatı:** Üzerinde çalışılan kısımları topraklamak için kullanılır.
- **YG Uyarı Levhaları:** Çalışılan bölgede uyulması gereken kuralları hatırlatan uyarıcılardır.



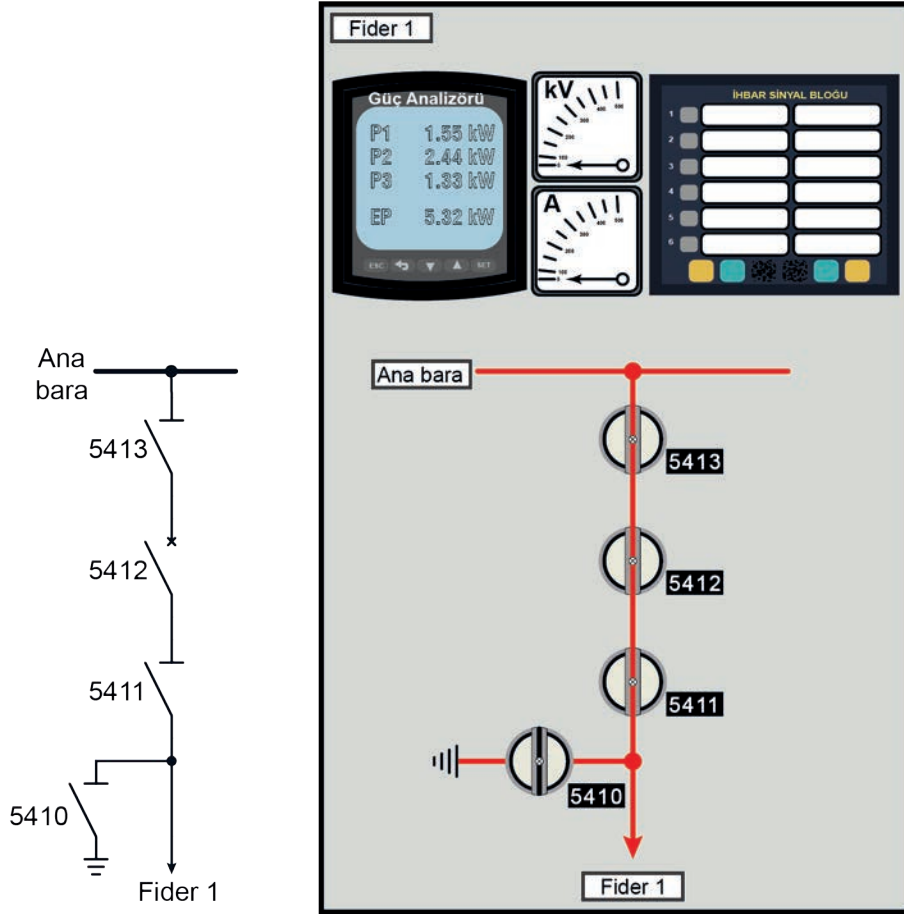
Görsel 2.38: İş güvenliği ekipmanları



6. Uygulama

ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN TEK BARALI SİSTEMİN AÇMA MANEVRASI

AMAÇ: Fider üzerinde açma manevrası yapmak.



Görsel 2.39: Manevra tek hat şeması ve kumanda panosu mimik diyagramı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kumanda panosu deney seti	Kumanda şalterleri ve ölçü aletleri yerleştirilmiş, mimik diyagramı çizilmiş, elektriksel bağlantıları yapılmış, enerji verildiğinde kullanılmaya hazır	1 adet
Şalt sahası modeli	Deney seti ya da kapalı bir alana kurulmuş vaziyette olmak kaydıyla ekipmanlarının montajı yapılmış, kumanda panosuyla elektriksel bağlantıları yapılmış, etrafında güvenlik önlemleri alınmış	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	Birer adet

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Manevra işlemine başlamadan önce izole iş kıyafeti ve ayakkabılarını giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız. İzole paspasını, manevra işlemi yapacağınız kumanda panosu önüne seriniz.
2. Ayırıcılar üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde ayırıcı kontaklarının açılıp kapanma durumlarını saha içindeki kontaklarına bakarak gözlemleyiniz.
3. Kesiciler üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde kesici kontaklarının açılıp kapanma durumlarını sinyal bloğu ya da ölçü aletleri üzerinden gözlemleyiniz. İhtiyaç duyar-sanız kesicinin yanına giderek üzerindeki göstergeden de kontrol sağlayabilirsiniz.
4. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorun-la karşılaşırsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
5. 5410 numaralı toprak ayırıcının açık olduğunu gözlemleyiniz. 5411 numaralı hat ve 5413 numaralı bara ayırıcılarının kapalı olduklarını gözlemleyiniz. 5412 numaralı hat kesicinin kapalı olduğunu gözlemleyiniz.
6. 5412 numaralı hat kesiciyi açınız. Gerekli uyarıları yazdığınız güvenlik kartını takınız.
7. 5413 numaralı bara ve 5411 numaralı hat ayırıcılarını açınız. Gerekli uyarıları yazdığınız güvenlik kartlarını takınız.
8. 5410 numaralı toprak ayırıcıyı kendi panosundan yani şalt sahası içinden kapatınız.
9. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORULAR

1. Tek baralı sistemlerin dezavantajı nedir? Kısaca açıklayınız.
2. Bara niçin boşaltılır? Kısaca açıklayınız.



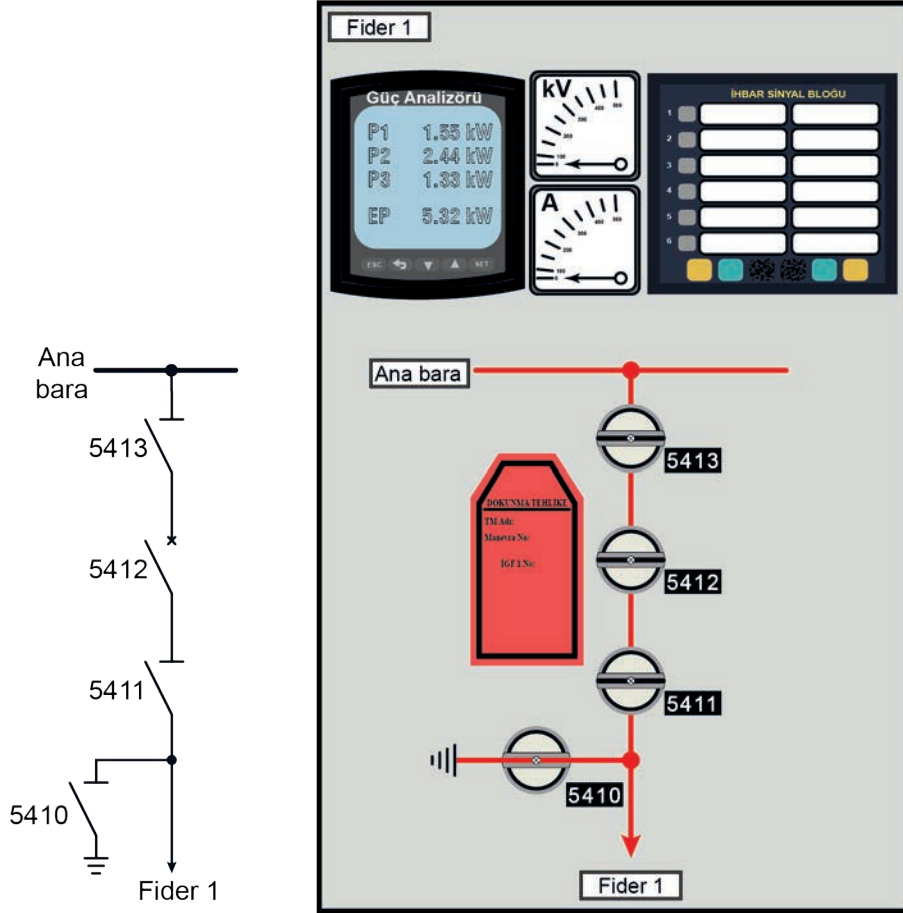
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Tek hat şeması ve mimik diyagramın doğru okunması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



7. Uygulama

ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN
TEK BARALI SİSTEMİN KAPAMA MANEVRASI

AMAÇ: Baypas ayırıcılı tek baralı sistemin açma manevrasını yapmak.



Görsel 2.40: Manevra tek hat şeması ve kumanda panosu mimik diyagramı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kumanda panosu deney seti	Kumanda şalterleri ve ölçü aletleri yerleştirilmiş, mimik diyagramı çizilmiş, elektriksel bağlantıları yapılmış, enerji verildiğinde kullanılmaya hazır	1 adet
Şalt sahası modeli	Deney seti ya da kapalı bir alana kurulmuş vaziyette olmak kaydıyla ekipmanlarının montajı yapılmış, kumanda panosuyla elektriksel bağlantıları yapılmış, etrafında güvenlik önlemleri alınmış	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	Birer adet

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Manevra işlemine başlamadan önce, izole iş kıyafeti ve ayakkabılarını giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız. İzole paspasını, manevra işlemi yapacağınız kumanda panosunun önüne seriniz.
2. Ayırıcılar üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde ayırıcı kontaklarının açılıp kapanma durumlarını saha içindeki kontaklarına bakarak gözlemleyiniz.
3. Kesiciler üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde kesici kontaklarının açılıp kapanma durumlarını sinyal bloğu ya da ölçü aletleri üzerinden gözlemleyiniz. İhtiyaç duyar-sanız kesicinin yanına giderek üzerindeki göstergeden de kontrol sağlayabilirsiniz.
4. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorun-la karşılaşsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
5. 5410 numaralı toprak ayırıcının kapalı olduğunu gözlemleyiniz. 5411 numaralı hat ve 5413 numaralı bara ayırıcılarının açık olduklarını gözlemleyiniz. 5412 numaralı hat kesicinin açık olduğunu gözlemleyiniz.
6. 5410 numaralı toprak ayırıcıyı kendi panosundan yani şalt sahası içinden açınız.
7. 5413 numaralı bara ve 5411 numaralı hat ayırıcılarını kapatınız. Güvenlik kartlarını sökünüz.
8. 5412 numaralı hat kesiciyi kapatınız. Güvenlik kartını sökünüz.
9. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Güvenlik kartları niçin kullanılır? Kısaca açıklayınız.



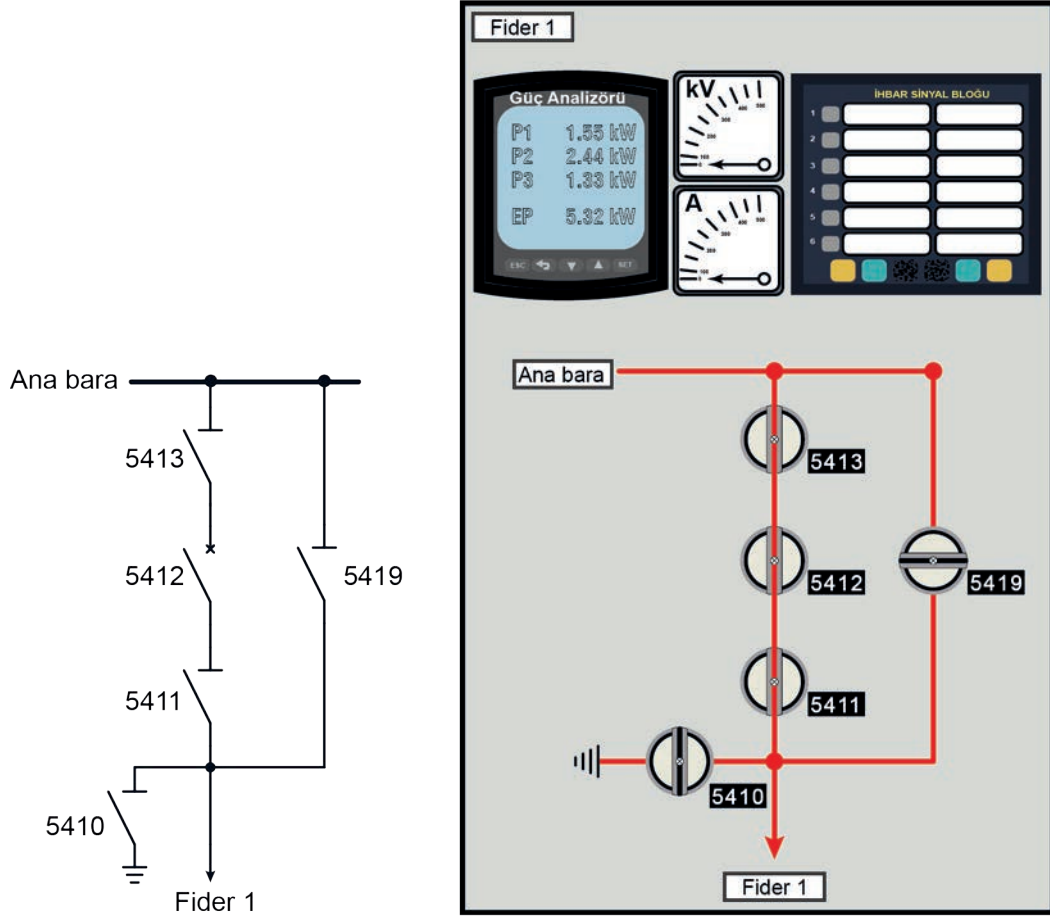
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Tek hat şeması ve mimik diyagramın doğru okunması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



8. Uygulama

ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN BAYPAS AYIRICILI
TEK BARALI SİSTEMİN AÇMA MANEVRASI

AMAÇ: Baypas ayırıcılı tek baralı sistemin açma manevrasını yapmak.



Görsel 2.41: Manevra tek hat şeması ve kumanda panosu mimik diyagramı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kumanda panosu deney seti	Kumanda şalterleri ve ölçü aletleri yerleştirilmiş, mimik diyagramı çizilmiş elektriksel bağlantıları yapılmış, enerji verildiğinde kullanılmaya hazır	1 adet
Şalt sahası modeli	Deney seti ya da kapalı bir alana kurulmuş vaziyette olmak kaydıyla, ekipmanlarının montajı yapılmış, kumanda panosuyla elektriksel bağlantıları yapılmış, etrafında güvenlik önlemleri alınmış	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	Birer adet

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Manevra işlemine başlamadan önce izole iş kıyafeti ve ayakkabılarını giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız. İzole paspasını, manevra işlemi yapacağınız kumanda panosu önüne seriniz.
2. Ayırıcılar üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde ayırıcı kontaklarının açılıp kapanma durumlarını saha içindeki kontaklarına bakarak gözlemleyiniz.
3. Kesiciler üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde kesici kontaklarının açılıp kapanma durumlarını sinyal bloğu ya da ölçü aletleri üzerinden gözlemleyiniz. İhtiyaç duyarsanız kesicinin yanına giderek üzerindeki göstergeden de kontrol sağlayabilirsiniz.
4. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorunla karşılaşırsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
5. 5419 numaralı baypas ve 5410 numaralı toprak ayırıcılarının açık olduğunu gözlemleyiniz. 5411 numaralı hat ve 5413 numaralı bara ayırıcılarının kapalı olduklarını gözlemleyiniz. 5412 numaralı hat kesicinin kapalı olduğunu gözlemleyiniz.
6. 5419 numaralı baypas ayırıcıyı kapatınız.
7. 5412 numaralı hat kesiciyi açınız. Gerekli uyarıları yazdığınız güvenlik kartını takınız.
8. 5413 numaralı bara ve 5411 numaralı hat ayırıcılarını açınız. Gerekli uyarıları yazdığınız güvenlik kartlarını takınız.
9. Sistemde enerji akışı 5419 numaralı baypas ayırıcı üzerinden devam edeceği için 5410 numaralı toprak ayırıcı açık kalmalıdır. 5410 numaralı toprak ayırıcının açık olduğunu gözlemleyiniz.
10. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Baypas sistemini devreye almanın sakıncası nedir? Kısaca açıklayınız.



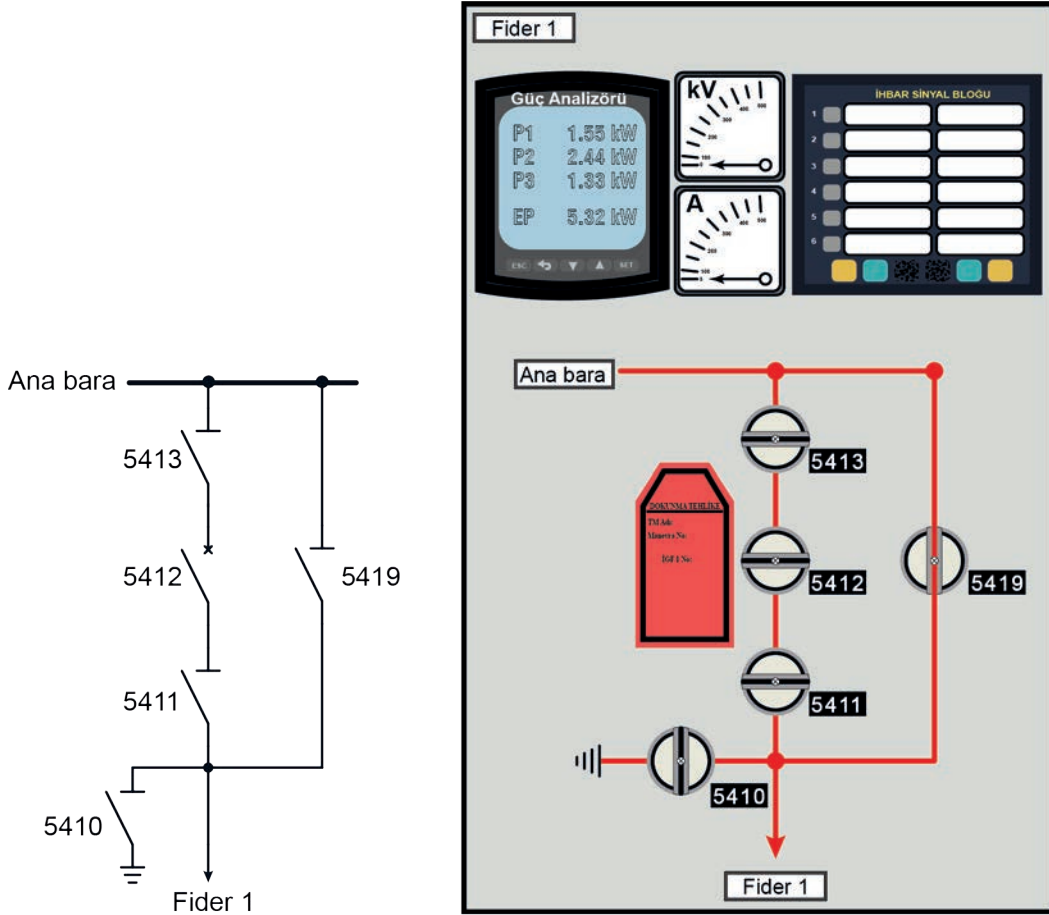
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Tek hat şeması ve mimik diyagramın doğru okunması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



9. Uygulama

ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN
BAYPAS AYIRICILI TEK BARALI SİSTEMİN KAPAMA MANEVRASI

AMAÇ: Baypas ayırıcılı fider üzerinde kapama manevrası yapmak.



Görsel 2.42: Manevra tek hat şeması ve kumanda panosu mimik diyagramı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kumanda panosu deney seti	Kumanda şalterleri ve ölçü aletleri yerleştirilmiş, mimik diyagramı çizilmiş, elektriksel bağlantıları yapılmış, enerji verildiğinde kullanılmaya hazır	1 adet
Şalt sahası modeli	Deney seti ya da kapalı bir alana kurulmuş vaziyette olmak kaydıyla ekipmanlarının montajı yapılmış, kumanda panosuyla elektriksel bağlantıları yapılmış, etrafında güvenlik önlemleri alınmış	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Çalışılacak gerilim seviyesine uygun olarak tasarlanmış	Birer adet

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Manevra işlemine başlamadan önce, izole iş kıyafeti ve ayakkabılarını giyiniz. Baret, vizör ve eldiven takınız. İzole paspasını manevra işlemi yapacağınız kumanda panosunun önüne seriniz.
2. Ayırıcılar üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde ayırıcı kontaklarının açılıp kapanma durumlarını saha içindeki kontaklarına bakarak gözlemleyiniz.
3. Kesiciler üzerinde yapacağınız açma ve kapama işlemlerinde kesici kontaklarının açılıp kapanma durumlarını sinyal bloğu ya da ölçü aletleri üzerinden gözlemleyiniz. İhtiyaç duyarsanız kesicinin yanına giderek üzerindeki göstergeden de kontrol sağlayabilirsiniz.
4. Bundan sonraki işlem basamaklarını öğretmeninizin talimatlarıyla gerçekleştiriniz. Bir sorunla karşılaşırsanız bir sonraki adıma kesinlikle geçmeyiniz.
5. 5419 numaralı baypas ayırıcısının kapalı olduğunu gözlemleyiniz. 5410 numaralı toprak, 5411 numaralı hat ve 5413 numaralı bara ayırıcılarının açık olduklarını gözlemleyiniz. 5412 numaralı hat kesicinin açık olduğunu gözlemleyiniz.
6. 5413 numaralı bara ve 5411 numaralı hat ayırıcılarını kapatınız. Güvenlik kartlarını sökünüz.
7. 5412 numaralı hat kesiciyi kapatınız. Güvenlik kartını sökünüz.
8. 5419 numaralı baypas ayırıcıyı açınız.
9. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORULAR

1. Normal işletme şartlarına geçildiğinde baypas ayırıcı kontakları açılmadan sistemin enerjili kalması uygun mudur? Sebeplerini belirterek kısaca açıklayınız.
2. Transfer bara sistemiyle baypas sistemi arasındaki fark nedir? Kısaca açıklayınız.



ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Tek hat şeması ve mimik diyagramın doğru okunması	20	
Sınıfı:	2. Manevra işleminin doğru sıralama ile yapılması	20	
Numarası:	3. Manevra işleminin eksiksiz tamamlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	

**ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME**

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

1. () Yüksek gerilim 1000 V ve üzeri gerilimlerdir.
2. () Ülkemizde elektrik üretimi TEİAŞ tarafından yapılmaktadır.
3. () Santrallerde elektrik 154 kV ya da 380 kV olarak üretilir.
4. () Bölgesel yük tevzi merkezinden yapılan manevralar, SCADA sistemleri üzerinden gerçekleştirilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Kapama manevra işlemlerinde en son olarak kapatılır.
6. Bir fiderin enerjisi kesildiğinde kumanda panosu üzerine asılır.
7. Ana barada bakım yapılacağı zaman ana baranın enerjisi üzerine aktarılır.
8. Transformatörden önce faz-toprak arası bağlanan güvenlik elemanına denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. YG sistemlerinde kullanılan mimik diyagramlarda 154 kV aşağıdaki renklerden hangisiyle çizilir?

- A) Kırmızı B) Kahverengi C) Mavi D) Siyah E) Yeşil

10. Toprak ayırıcısının görev numarası kaçtır?

- A) 0 B) 2 C) 4 D) 6 E) 8

11. Kalabalık ve arazi sıkıntısı yaşanan yerleşim bölgelerine kurulan şalt sahası türü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Arazi tipi
B) Gaz izoleli
C) Hibrit
D) Kiriş tipi
E) Toprak üstü

12. Kumanda panoları üzerinde bulunan, koruma röle panolarından gelen arıza durumlarının gözlemlendiği eleman aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Aşırı akım rölesi
B) Güç analizörü
C) İhbar sinyal bloğu
D) Sinyal lambası
E) Senkronoskop cihazı

3. ÖĞRENME BİRİMİ

YG TESİSLERİNDE DC KAYNAKLAR VE KULLANIM YERLERİ



KONULAR

3.1. YG TESİSLERİNDE DA GÜÇ KAYNAKLARI

3.2. YG TESİSLERİNDE DA MOTORLARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- YG tesislerinde DA güç kaynaklarının bakım ve onarımını yapma
- YG tesislerinde DA motorların bağlantısını, bakım ve onarımını yapma

TEMEL KAVRAMLAR

doğrultucu, doğrultucu yığını, redresör, akü, akü odası, seri bağlantı, bomemetre, akü yoğunluğu, kesici ve ayırıcı motorları, DC motorlar

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Yüksek gerilim sistemlerinde AC gerilim varken neden DC gerilim için akü odaları tesis edilir? Düşüncelerinizi paylaşınız.
2. Doğru akım kaynağı olan aküler nasıl şarj edilir? Bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.





3.1. YG TESİSLERİNDE DA GÜÇ KAYNAKLARI

Enerji, depolanabilir ve taşınabilir olduğu için YG sistemlerinin bazı önemli yerlerinde AC gerilim yerine DC gerilim güç kaynakları kullanılır. DC güç kaynağı, beslediği cihazlara kesintisiz ve sürekli enerji sağlar. Koruyucu röle ve şalterlerin çalıştırılmasında, ışıklı ve sesli sinyal sistemlerinde, meydana gelebilecek arızanın anında haber alınıp cinsinin tespit edilmesi gereken yerlerde, haberleşme sistemlerinin sürekliliğinde DC güç kaynakları kullanılır. Bununla birlikte alternatif akımın kesilmesi durumunda sisteme gerekli enerjiyi sağlamak için aydınlatma işlemlerinde, kumanda devrelerinde, ünitelere yol vermelerde yedek enerji kaynağı olarak da DC güç kaynakları kullanılır.

YG kontrol sistemlerinin doğru akım ihtiyacını sağlayan DC güç kaynağı birimleri şunlardır:

- a) Doğrultucular (redresörler)
- b) Aküler (akü grupları)

3.1.1. Doğrultucular

Elektrikle çalışan cihazlar akım ve gerilim değişimlerinden çabuk etkilendikleri için sıkça arıza verirler. Enerji kesintisi esnasında oluşabilecek arızalardan kaynaklanan onarım maliyetlerini ve işçilik süresini azaltmak için kesintisiz güç kaynağına ihtiyaç duyulur. Yüksek gerilim sistemlerinde enerjinin sürekliliğini sağlamak için kesintisiz güç kaynağı ihtiyacı **doğrultucular** aracılığı ile karşılanır.

Çift yönlü AC voltajın tek yönlü DC voltaja dönüştürülmesi işlemine **doğrultma**, bu işlemi gerçekleştiren elektriksel devreye ise **doğrultucu devreler** adı verilir. Doğrultucuların bir diğer ismi **redresörler**dir.

Doğrultucular; besleme türü, kullanılan bileşenler, köprü konfigürasyonu gibi faktörlere bağlı olarak çeşitli şekillerde imal edilir. En iyi doğrultucular ideal doğrultuculardır. Yüksek gerilim sistemlerinde kullanılan doğrultucular ideal özelliklere sahiptir.

3.1.1.1. İdeal Doğrultucunun Özellikleri

İdeal ve işlevsel olduğuna kanaat getirebilmek için bir doğrultucunun bazı parametrelere sahip olması gerekir. Bu parametreler şu şekilde özetlenebilir:

1. **Sabit Akım:** İyi bir doğrultucu saha koşulları dalgalandıkça voltajı ayarlayarak sabit bir çıkış akımı sağlar.
2. **Otomatik Potansiyel:** İdeal bir doğrultucu istenen yapıyı korumak için doğrultucu çıkışını otomatik olarak ayarlar.
3. **Sabit Voltaj:** İdeal bir doğrultucu, çıkışında istenen sabit gerilimi ayarlar ve bu gerilimi sabit tutar.

3.1.1.2. Önleyici Bakım ve Kontroller

YG sistemlerinde kullanılan doğrultucu devrelerinde sıkça meydana gelen arızaların önüne geçebilmek için önleyici bakım kontrolleri yapılması gerekir. Yapılacak kontrol işlemleri aşağıdaki gibidir.

1. Doğrultucu muhafazasının korunup korunmadığı kontrol edilir. Gerekli koruma işlemi yapılır.
2. Doğrultucunun uygun şekilde soğuması sağlanır.
3. Doğrultucu muhafazası topraklanır.
4. Tüm bağlantıların yeterli ölçüde sıkılıp sıkılmadığı kontrol edilir.
5. Tüm redresör bileşenleri temiz tutulur. Kir, pas oluşmasının önüne geçilir.
6. Yapılacak temel ölçümler sürekli kaydedilir.

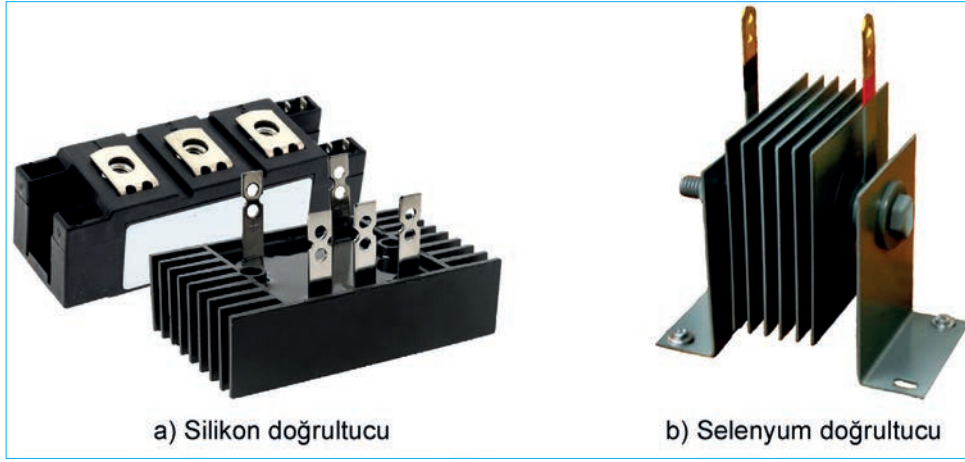


Önleyici bakım ve kontrollerde kaydedilmesi gereken temel ölçümler şu şekilde sıralanabilir:

- Ana giriş AC gerilimi ve akımı
- Transformatör kademe değerleri
- Doğrultucu girişindeki AC giriş gerilimi
- Doğrultucudaki DC çıkış gerilimi ve akımı

3.1.1.3. Doğrultucu Yığını Çeşitleri

YG sistemlerinde doğrultucular, yığın şeklinde kullanılır. Buna **doğrultucu yığını** adı verilir. Doğrultucu yığınları gelen AC gerilimi DC gerilime dönüştürmeye yarar. Akımı bir yönde geçirip diğer yönde akımın geçişine izin vermeyerek ters yönde gelen akımı bloke eder. Enerji sistemlerinin ihtiyacına göre piyasada farklı ebatlarda üretilmiş doğrultucular mevcuttur. Yapıldığı malzemeye göre doğrultucular ikiye ayrılır. Bunlar, selenyum doğrultucular ve silikon doğrultuculardır (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Doğrultucu yığınları

Silikon ve selenyum doğrultucuların, yapıldıkları malzemeden kaynaklanan avantaj ve dezavantajları vardır. Tablo 3.1’de bu doğrultucuların özellikleri yer almaktadır.

Tablo 3.1: Silikon ve Selenyum Doğrultucu Özellikleri

Silikon Doğrultucular	Selenyum Doğrultucular
Maliyeti uygundur.	Voltaj dalgalanmalarına karşı dayanıklıdır.
Verimlilikleri yüksektir.	Zamanla daha az verimli hâle gelir.
Daha uzun ömürlüdür.	Isıya maruz kaldıklarında daha az verimli olur.
Çok daha yüksek çıkış oranına sahiptir.	Kısa süreli aşırı yüklenmelere karşı dayanabilir.
İhtiyaç anında değiştirilmesi kolaydır.	Değiştirilmesi zordur.
Hasar varsa bile belirti göstermez.	Dışarıdan iyi görünüyorsa muhtemelen hasarsızdır.



3.1.1.4. Doğrultucuların Bakım ve Onarımında Dikkat Edilecek Hususlar

Yüksek gerilim sistemlerinde doğrultucuların güvenli ve uzun süreli çalışması istenir. Bunun için düzenli olarak doğrultucularda bakım ve onarım işlemleri yapılır. Aynı zamanda çalışanın iş güvenliği için de gerekli tedbirler alınır. Yapılması gereken çalışmalar şunlardır:

- Doğrultucu ünitelerinde tehlikeli enerji mevcut olması nedeni ile doğrultucu devrelerinin kurulumu, bakımı ve onarımı sadece kalifiye personel tarafından gerçekleştirilir. Başka bir personelin bu alanda iş yapmasına müsaade edilmez. Doğrultucuyu doğru monte etmek, düzenli olarak bakımını yapmak ve bakım sırasında önemli noktaları gözden kaçırmamak gerekir. Aksi hâlde çalışanın tehlikeli gerilimlerle temas etmesi, ciddi yaralanmalara neden olur. Ortamda bulunan diğer cihazlar da bu durumdan olumsuz etkilenebilir. Bu nedenlerle montaj, bakım ve onarım işlemleri yetkili ve eğitimini almış personel tarafından gerçekleştirilir.
- Bağlamadan önce redresörün hem iç hem dış tarafı iyice gözden geçirilir. Nakliye esnasında herhangi bir hasar görmüş redresörün montajı yapılmaz, redresöre enerji verilmez.
- Bakım yapılmadan önce doğrultucuların elektriksel şeması ve fiziksel yerleşimi gözden geçirilerek doğrultucu ünite içerisindeki olası tehlike noktaları dikkate alınır.
- Doğrultucu ünitesinin bakımı yapılmadan önce muhakkak AC şebeke bağlantısı kesilir. Enerjinin kesik olduğundan emin olunmadan çalışılmaz.
- AC şebeke gerilimi kesildikten sonra bakım işlemine başlanır. Diğer ünitelerin de enerjisiz kalma ihtimali dikkate alınmalıdır. Başka kişilerin gelerek AC şebeke enerjisini tekrar açması bakım yapan kişiler açısından hayati tehlike oluşturabilir. Bu nedenle AC şebeke kesim noktası kilitlenerek etiketlenir.
- Sevkiyat esnasında redresör üzerindeki bağlantı noktaları gevşemiş olabilir. Kontrol edilerek gevşemiş kısımlar iyice sıkılır.
- Montaj öncesinde duvarın, panonun, direğin veya montaj alanının doğrultucunun ağırlığını taşıyıp taşıyamayacağına bakılır. Taşıyabileceğinden emin olunmadan montaj işlemi gerçekleştirilmez.
- Muhafaza havalandırmasını ve soğutucunun çalışmasını engellemeyecek şekilde doğrultucu montajı yapılır.
- Yağ soğutmalı tipler için yağ haznesinin, dolum çizgisine kadar uygun izolasyon yağı ile dolu olup olmadığına bakılır. Yeterli ölçüde değil ise izolasyon yağı eklenir.
- Mevcut AC şebeke geriliminin doğrultucu için uygun olup olmadığına bakılır. AC giriş kablolarının doğru terminal uçlarına bağlandığına dikkat edilir. Doğrultucu uçlarının mevcut AC voltajına uygun düşecek şekilde imal edilip edilmediğine bakılır.
- Doğrultucunun toprak bağlantısı gerçekleştirilir ve uygun şekilde topraklandığından emin olunur.
- Anot ucundan gelen kablolar doğrultucunun DC pozitif terminallerine, katot ucundan gelen kablolar ise doğrultucunun DC negatif terminallerine bağlanır.
- Doğrultucuya enerji vermeden önce doğrultucunun en düşük çıkış gerilimine ayarlandığından emin olunur. Üç fazlı doğrultucularda ise ikincil kademeler her zaman tüm fazlara eşit olacak şekilde ayarlanır.
- Yukarıdaki adımlardan tam emin olunmadan kesinlikle doğrultucuya enerji verilmez.



- Başlangıç aşamasında doğrultucu, minimum ayarı dışında başka bir güç ayarında çalıştırılmaz.
- Her koşulda doğrultucuya aşırı yük yüklenmesinin önüne geçilir.

İzleme Süreci: Tüm doğrultucu devreleri için rutin bir izleme süreci oluşturulur. Bunun temel amacı, aradan belli bir zaman geçtikten sonra doğrultucunun hâlâ sorunsuz çalıştığından ve bir güç dalgalanmasının kesiciyi açmadığından emin olmaktır. Bu nedenle bazı yüksek gerilim tesisleri belirli aralıklarla belirli denetimlerden geçer. Örneğin doğal gaz tesisleri veya petrol boru hatlarına ait işletmelerin iki yılı geçmeyen aralıklarla yılda altı kez kontrol edilme zorunlulukları vardır. Öte yandan her işletme, kendi içerisinde alacağı bir kararla denetim aralığını daha sık olacak şekilde belirleyebilir.

İzleme süreci hem fiziksel izleme (elektrik testi) hem de görsel izleme testinden oluşabilir. Görsel inceleme; süreç boyunca doğrultucu ünitelerin özelliklerini, sayaç okumalarını, verilerin kaydedilmesini, kurulum sisteminde oluşabilecek hasarları ve aşırı ısınma incelemelerini içerebilir. Doğrultucuların, ısı üreten ekipmanların yanlarına kurulmamasına dikkat edilir.

İzleme testleri genellikle sayaç doğruluğu, doğrultucu çıkış gerilimi ve akımının manuel ölçümü şeklindedir. Doğrultucular için kolay erişilmesi gereken bir konum seçmeye özen gösterilir. Fiziksel olarak erişilmesi zor olan doğrultucular için ise ekipmanlar mevcuttur. Bu ekipmanlar, doğrultucuları yerinden etmeden izlemeye yardımcı olmak için kullanılır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Akü odasında doğrultucu ve akülerin yerleşimi

Hem görsel inceleme hem de fiziksel inceleme ve test yapma aşamasından önce koruyucu ekipmanlar giyilir. En azından güvenlik gözlükleri, deri iş botları ve deri ya da lastik eldivenler kullanılır. Her işletme ya da tesis kendine ait koruyucu ekipman standartlarını, iç yönergesi ile kendi belirleyebilir.



Sağlamlığı kontrol edilmiş bir AC gerilim dedektörü yardımıyla doğrultucunun bulunduğu pano ve dış metal aksamında AC gerilim olup olmadığı test edilmeden bakım ve onarım sürecine geçilmez.

3.1.1.5. Ani Gelişen Arızalarda Yapılması Gerekenler

YG tesislerinde DA güç kaynağı olarak kullanılan doğrultucularda bazen beklenmedik arızalar meydana gelebilir. Sistemin çalışmasını aksatmaması adına ani olarak ortaya çıkan sorunları ivedilikle gidermek gerekir. Bu aşamada bazı önlemler alınır. Yapılması ve dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Doğrultucu muhafazasına elin tersi ile dokunulur.
- Mümkünse enerji kesilir, enerji altında arıza giderme işlemi yapmamaya çalışılır.
- Yapılabilirse muhafaza içinde tek elle çalışılır. Tek el ile çalışmak mümkün değilse iki el kullanılır.
- Elektrik çarpma riski yoksa bile önlem amaçlı iş güvenliği kıyafetleri muhakkak giyilir.
- Hava koşulları uygun değilse arıza giderme işlemi başka bir güne ertelenir. Hayati tehlike oluşmasına sebebiyet verecek hava koşullarında bakım ve onarım işlemi yapılmaz.
- Arıza tespit ve giderme esnasında devre enerjiliyse iletkenlik özelliğinden dolayı üzerinde metal takı olan personel çalışamaz. Önce takılar çıkarılır, daha sonra arıza giderme çalışmaları yapılır.
- Fiziksel veya mental yorgunluk varsa enerji verilmiş cihazlar üzerinde çalışmamaya dikkat edilir.
- Enerji altında çalışıldığı bilinciyle hareket edilir. Hayati tehlikenin olduğu göz önünde bulundurulur.
- Çalışanın doğrultucu devre çalışmaları üzerine bilgisi veya arızanın tespiti ve nasıl giderileceği hakkında bir fikri yoksa herhangi bir müdahalede bulunulmaz. Yetkililerden profesyonel yardım talep edilir.

3.1.1.6. Yaygın Doğrultucu Sorunları

YG tesislerinde ortaya çıkan arızalar içerisinde yaygın olarak karşılaşılan doğrultucu sorunları şunlardır:

- Giriş veya hat geriliminin olmaması
- Sigortaların atması
- Sayaç arızaları
- Terminallerin gevşek veya aşınmış olması
- Topraklama kablolarının açık olması
- Yıldırım düşmesi sonucu hasar oluşması

Uzman bir teknisyen için genellikle birçok sorun gayet açık ve nettir. Fiziksel olarak doğrultucuya bakması, incelemesi sorunun tespiti için yeterli olur.



Böyle durumlarda genellikle ya bağlantılar gevşektir, ark belirtileri vardır ya da teknisyen, garip kokular hissederek ve devrede renk bozulması olup olmadığına bakar. Fiziksel arıza durumlarında bir teknisyen genellikle onarım esnasında yanında şunları yedek olarak bulundurur:

- Kesiciler
- Sigortalar
- Diyotlar
- Köprü doğrultucular
- Kablo
- Çeşitli konektörler
- Otomatik kontrollü doğrultucular için kontrol panoları

Yaygın doğrultucu sorunları ve çözüm yolları şu şekildedir:

- **AC hat gerilimi yok ise** redresöre verilen hizmet kesintiye uğramış olabilir.
- **Sayaçlar istenen şekilde ölçüm yapmıyor ise** sayacın sağlamlık kontrolünü yapmak gerekir. Sağlamlık kontrolü için personel daima taşınabilir bir voltmetreyi yanında bulundurur ve sayacın sağlamlığını doğrular.
- **Kesici sürekli devreye giriyor veya sigorta sürekli atıyor ise** doğrultucunun bazı bileşenlerinde kısa devre meydana gelmiş olabilir. Şayet kesici, elle tutulur gözle görülür bir sebep olmaksızın ara sıra devreye girerse bunun birkaç nedeni olabilir. Topraklama direncinde, hat geriliminde dalgalanmalar meydana gelmiştir ya da aşırı yük binmiştir. Şayet kesici termik kesici ise güneş ışığından ötürü çok ısınmış ya da termik kesicinin yakınında bulunan herhangi bir ısı kaynağından etkilenmiştir.
- **Açık devre oluştuğunda** doğrultucuya ait tüm bağlantıların temizliğinin iyice yapılması, temizlik yapıldığı esnada elemanlara zarar vermemeye özen gösterilmesi ve sonrasında her bir elemana ait sağlamlık kontrolünün yapılması gerekir. Doğrultucu içerisinde yer alan diyotlar, bir ohmmetre ile tek tek ölçülerek sağlamlık kontrolleri yapılır.
- **Transformatör arızalı ise** öncelikle giriş gerilimi kontrol edilir. Giriş gerilimi var ise transformatörde vızıltı şeklinde bir sesin olup olmadığı kontrol edilir. Şayet vızıltı şeklinde bir ses duyuluyor ise muhtemelen primer sargılarında herhangi bir sorun yoktur ve sağlam bir şekilde çalışıyordur fakat sekonder sargılarında bir sorun olma ihtimali yüksektir. Transformatörün giriş gerilimi kesilir ve transformatör yalıtılmış duruma getirilir. Bir ohmmetre yardımı ile sargılar gözden geçirilir. Sekonder sargılarının direnci 1 Ohm'dan daha az bir dirence sahip olmalıdır. Primer sargıları ise 1-10 ohm arası bir değer göstermelidir. Primer ya da sekonder sargıların direnci bu değerlerden daha yüksek bir değer gösterir ise transformatörün arızalı olduğu netleşmiş olur ki böyle bir durumda transformatör değiştirilmelidir.

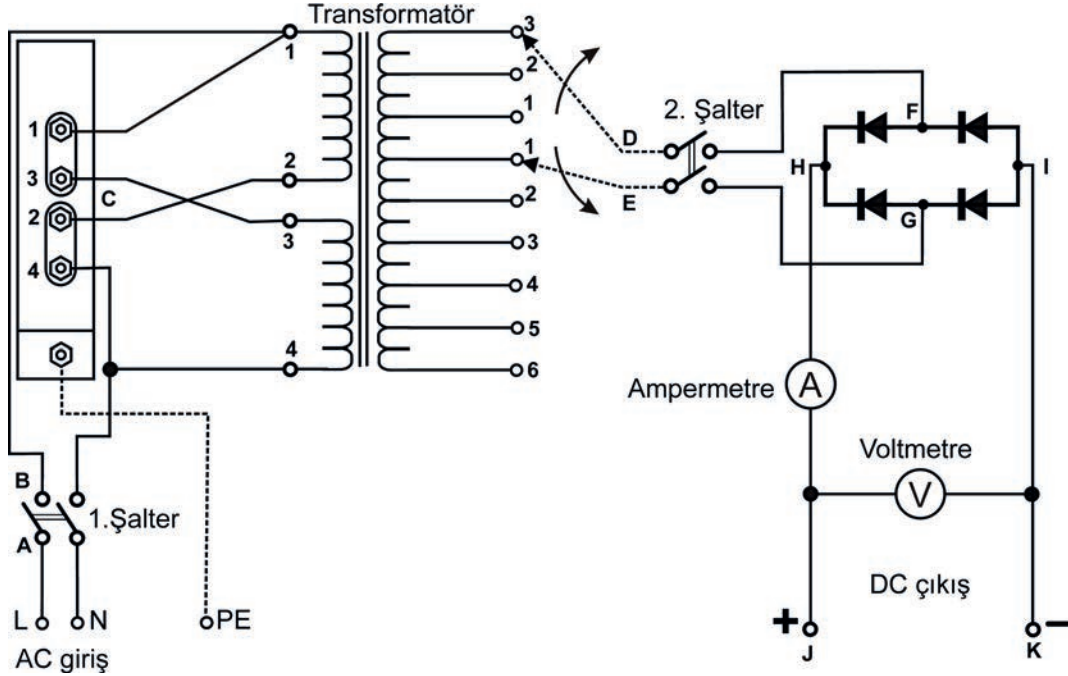
Doğrultucunun çıkışında istenen değerde bir DC gerilim üretilmiş ise muhtemelen doğrultucunun kendisinde herhangi bir sorun yoktur. Sorun daha çok topraklanmış devrededir. Yani istenen DC çıkış gerilimi üretilmiş ise doğrultucunun iyi ve sağlam olduğu anlaşılır.



1. Uygulama

DC ÇIKIŞ GERİLİMİ VERMEYEN KÖPRÜ TİP DOĞRULTUCUDA ARIZA TESPİTİ

AMAÇ: DC çıkış gerilimi vermeyen doğrultucuda arıza tespiti yaparak arızayı gidermek.



Görsel 3.3: Arıza tespiti yapılacak köprü tip doğrultucu devre şeması

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Doğrultucu devresi	Köprü tip doğrultucu	1 adet
Transformatör	Alçaltıcı transformatör	1 adet
Şalter	10 A	2 adet
Ölçü aleti	AVOmetre	1 adet
Kontrol kalemi	Sağlamlık kontrolü yapılmış özellikte	1 adet
El aletleri	Düz ve yıldız uçlu tornavida, kontrol kalemi	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Arıza tespit işlemine başlamadan önce iş eldivenlerini giyip iş gözlüğünü takınız.
2. Görsel 3.3'teki devreyi kurunuz ve ölçü aletini AC moduna alıp 1. şalterin uçlarından (A uçları) hat gerilimini ölçünüz. Giriş geriliminin olup olmadığını kontrol ediniz.
3. Şalterin yük tarafını (B uçlarını) kontrol ediniz. Ölçülen gerilim değerinin, A noktalarında ölçülen değer ile aynı olmasına dikkat ediniz.
4. Giriş gerilimi değiştirme ayar düğmesinin gevşemiş, tıkanmış veya kirlenmiş olup olmadığını kontrol ediniz (C noktası). Kademe değiştirme ayar düğmesinin doğru konumda olduğundan emin olunuz.



5. Voltmetreyi AC konumuna alıp D-E noktalarından transformatörün sekonder çıkış gerilimini ölçünüz ve 2. şalter kontaklarını kapatınız.
6. F-G noktalarından doğrultucu yığınlarına gelen AC gerilimini ölçünüz. Bu gerilimin transformatörün sekonder uçlarındaki çıkış gerilimi ile aynı olmasına dikkat ediniz.
7. Voltmetreyi DC konumuna alıp doğrultucu yığınlarının çıkışındaki DC gerilim değerini ölçünüz.
8. J-K noktasından doğrultucu devrenin ana çıkışındaki DC gerilimi kontrol ediniz. Ölçü aletinde DC gerilim değeri ölçülüyor ama istenen değerden daha düşük bir değer çıkıyor ise yığın plakalarının incelenmesi gerekir. DC gerilimi, beklenenin yarısına yakın bir değerde ise doğrultucuyu kapatıp doğrultucu plakaların sıcaklığına tek tek bakınız. Sıcaklıkları eşit değil ise yığın açıktır ve yarı dalgalıdır. Bu aşamada sıcaklığı farklı olan arızalı diyotlar veya ilgili kabloları değiştiriniz.
9. Doğrultucu yığnında DC çıkış gerilimi var ancak doğrultucu devrenin ana çıkış gerilimi yok ise yığın ile ana çıkış arasında bir arıza vardır. Bağlantılar gevşemiş ise bağlantı klemenslerini sıkınız. Kabloların kopuk olup olmadığının kontrolünü yapınız. Bir kopukluk var ise yenisi ile değiştiriniz. DC devre sigortalarını kontrol ediniz.
10. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Arıza tespiti yaparken AVÖmetre yardımıyla hangi değerler ölçülür? Açıklayınız.
2. Doğrultucuda diyotlar arızalıysa yapılması gerekenler nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliğine uyulması	20	
Sınıfı:	2. Arızanın doğru tespit edilmesi	20	
Numarası:	3. Arızanın giderilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Ölçmenin doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



3.1.2. Aküler

Yüksek gerilim sistemlerinde DC güç kaynağı olarak aküler kullanılır. Aküler, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürerek elektrik enerjisini depolar. Yüksek gerilim sistemlerinde statik cihazlar veya DC gerilime ihtiyaç duyulan bütün cihazlar doğrudan akülere bağlanabilir.

Aküler; otomotiv, endüstri ve enerji sistemleri olmak üzere üç farklı kullanım alanına sahiptir. Aküler üretim aşamasında kullanılan metalin cinsine göre farklı modellerde üretilir. En yaygın ve bilinen akü çeşitleri şunlardır:

- Kurşun-asit
- Lityum-iyon
- Nikel metal-hidrür
- Nikel kadmiyum
- Nikel demir

Yüksek boyutta dalga akımı üretebilmeleri, ucuz ve bakımlarının kolay olması gibi nedenlerle enerji sistemlerinde kurşun-asit aküler kullanılır. Kurşun-asit aküler kendi içerisinde kuru (bakımsız) aküler ve sulu (bakımlı) aküler olarak iki kısma ayrılır. İhtiyaca uygun akülerin kullanılması hem performans hem güvenlik açısından önemlidir. Piyasada kolay ulaşılabilir olması nedeni ile yüksek gerilim sistemlerinde **sulu aküler** kullanılır.

3.1.2.1. Bakımlı ve Bakımsız Aküler

Değişen mevsim koşullarına bağlı olarak saf su eklenmesi gereken akülere **sulu aküler** denir. Bakım gerektirdikleri için bu aküler **bakımlı aküler** olarak da bilinir. Kuru (bakımsız) akülerde ise elektrolit olarak asit yerine karbon jel kullanıldığı için saf su ilavesi yapılmaz (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Kurşun-asit akü çeşitleri

Mevsim koşullarının değişimi nedeni ile özellikle yaz aylarında bakımlı (sulu) aküler sık sık kontrol edilir. Su seviyesi plaka seviyesinin altında olmamalıdır. Suyu, plaka seviyesinin altına düşen akülere saf su ilavesi yapılır. Saf su ilavesi gelişigüzel değil belirli bir plan dâhilinde gerçekleştirilir.



Sulu akülerin sarsıntılardan etkilenmesi hâlinde sıvı seviyesinde değişimler meydana gelebilir. Ayrıca bu akülerin sarsıntı sırasında ortama hidrojen veya oksijen gazı yayma ihtimali vardır. Bunun için akülerin montaj sırasında ve periyodik bakım sonrasında sarsılmaması sağlanır, yeterli ölçüde sabitlendiğinden emin olunur ve sonra çalışma ortamı havalandırılır.

Olası bir enerji kesintisi esnasında enerji verimliliğini ve devamlılığını sağlayabilmeleri için akülerin şarj durumları belli periyotlarla kontrol edilir. Aküler kesintisiz enerjiyi sağladıkları için sürekli tam şarjlı durumda olmalıdır.

3.1.2.2. Akü Odası

Yüksek gerilim sistemlerinde güç kaynağı olarak kullanılan aküler bir arada bulunur. Akülerin bir arada bulunduğu yere **akü odası** adı verilir. Akü odaları bağımsız, özel bir odadan oluşur. Akülerin hareket ettirilmesi veya herhangi bir sarsıntı sonucu akülerin içerisinde yer alan asitlerden ötürü ortama hidrojen veya oksijen gazları çıkabilir. Bu gazlar akülerin hareketi veya sarsılması sonucu ortaya çıkabileceği gibi herhangi bir zamanda hücrelerin içerisindeki gazların genişerek buşon kapaklarının etrafından sızmasıyla da ortama yayılabilir. Belirli bir yoğunluğa ulaştığında patlama özelliği gösteren bu gazlar akülerin şarj veya deşarjı sırasında da ortama yayılabilir. Bu gazların ortamda yoğun bir şekilde bulunması sonucu oluşabilecek muhtemel patlama riskini ortadan kaldırmak için akü odaları belli aralıklarla havalandırılmalıdır (Görsel 3.5).



Görsel 3.5: Akü odası



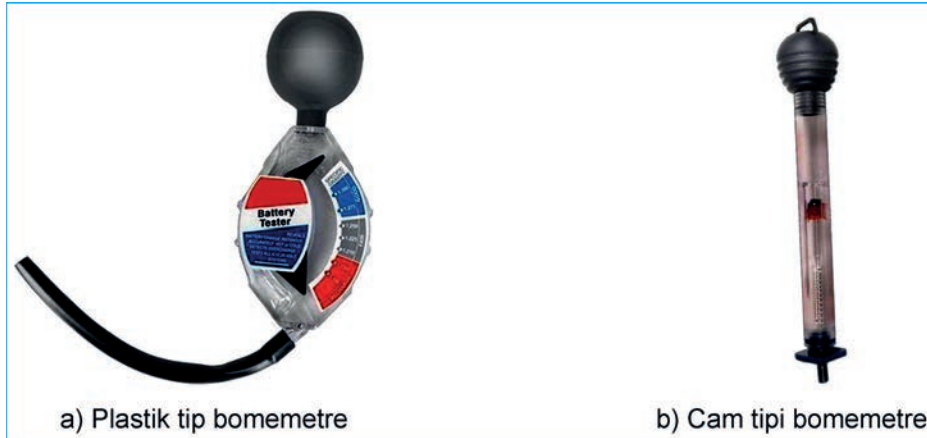
Akü odasında yer alan aküler belirli bir düzen dâhilinde dizilir ve her aküye bir numara verilir (Görsel 3.6). Böylece yoğunluğu ölçülecek aküler, saf su ilavesi yapılacak aküler, arızalı aküler, değişimi yapılacak aküler gibi veriler başta olmak üzere akülere ait bilgilerin teknik ekip tarafından not edilmesi, akülerin düzenli olarak bakımının yapılmasını daha kolay kılar. Ayrıca kumanda odasından da hangi akünün devre dışı kaldığı daha kolay fark edilir. Arıza durumunda sadece ilgili aküye müdahalede bulunulur. Akülerin bir arada bulunmasının bir sebebi de elektriksel bağlantılarının yapılarak daha yüksek değerlerde bir DC gerilim elde edilmeye çalışılmasıdır.



Görsel 3.6: Akülerin numaralandırılması

3.1.2.3. Akü Yoğunluğunun Ölçülmesi

Bakımlı akülerde sıvı seviyesi önemli olup akü yoğunluğu hakkında bir fikir sahibi olabilmek için belli aralıklarla akü odalarında yer alan akülerin sıvı seviyeleri kontrol edilir. Sıvı seviyeleri değişmiş akülerde yoğunluk ölçümü yapılır. Akü yoğunluğu **bomemetre** denilen cihaz ile ölçülür. Plastik tip ve cam tip olmak üzere iki tip bomemetre bulunur. Plastik tip bomemetre daha çok antifriz ölçümünde kullanılır (Görsel 3.7.a). Cam tip bomemetre ise daha çok akü yoğunluğu ölçümünde kullanılır (Görsel 3.7.b). Cam tip bomemetre kullanılırken bomemetre dik tutulur. Aksi takdirde gerçek ölçüm yapılamaz ve ölçme sonucu hatalı olur.



Görsel 3.7: Bomemetre çeşitleri



Bomemetreler akü içerisindeki asit-su karışımındaki yoğunluğun tespit edilmesine yarar. Yoğunluk içerisinde su miktarının azalması akülerin deşarj olmaya başladığı anlamına gelir ki yüksek gerilim tesislerinde enerji verimliliği ve devamlılığı açısından akülerin sürekli şarj durumunda olması gerekir. Bu nedenle yüksek gerilim tesislerinde kullanılan aküler belli aralıklarla bomemetre ile ölçülerek sıvı seviyeleri kontrol edilir. Sıvı miktarı azalan akülere duruma göre saf su ve asit ilavesi yapılır.

Bomemetre ile yapılan ölçümler “bome” değeri olarak hesaplanır. Akülerde yoğunluk ise g/cm^3 cinsinden ifade edilir. Bu nedenle ölçülen bome değerleri g/cm^3 cinsine dönüştürülür. Aşağıdaki tabloda akünün şarj durumunun voltaj ve yoğunluk cinsinden değerlerine karşılık gelen kısımları gösterilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Yoğunluk ve Voltaj Cinsinden Akünün Şarj Durumu

Yoğunluk (g/cm^3)	Renk	Voltaj (V)	Şarj Durumu (%)
1,300	Yeşil	>12,60	Full şarj
1,300-1,275	Yeşil	1,60-12,40	%100-%75
1,275-1,250	Sarı	12,40-12,20	%75-%50
1,250-1,225	Sarı	12,20-12,00	%50-%25
1,225-1,100	Kırmızı	12,00-11,700	%25-%0
1,100	Kırmızı	11,70	Derin şarj

3.1.2.4. Bome- g/cm^3 Dönüşümü

Piyasada farklı modellerde bomemetreler kullanılır. Cam çubuk üzerinde farklı değerler mevcut olduğundan sıvının yoğunluğu bome cinsinden ölçülür (Ör: 25 bome, 18 bome vb.). Ölçülen bome değerinin g/cm^3 cinsinden dönüşümü yapılarak sıvının yoğunluğu hakkında bir karara varılır.

Yoğunluk d harfi ile sembolize edilir. Bome cinsinden bir sıvının yoğunluğu $d=144/(144-\text{bome})$ formülü ile hesaplanır.

Örnek 1

Bir akü odasındaki akülerin bakım ve onarımı yapılmakta iken 23 numaralı akünün bome değeri 32 olarak ölçülmüştür. Bu akünün yoğunluğunu hesaplayınız.

Çözüm 1

$d=144/(144-\text{bome})$ formülünde verilenler yerine konulur ise

$d=144/(144-32)$ olur. Buradan da

$d=1,285 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunur. Tablo 3.2'ye bakıldığında bu akünün şarj oranının %100-75 aralığında olduğu, yani iyi ve yeterli seviyede olduğu görülür.

Örnek 2

Yüksek gerilim sistemlerinde kullanılan bazı akülerin deşarj olmaya başladığı görülmüştür. Tam şarj konumuna getirebilmek için bu akülerin yoğunluğunun $1,300 \text{ g/cm}^3$ olması istenmektedir. Buna göre bomemetre ile yapılan ölçüm sonucu kaç bome olmalıdır?

Çözüm 2

$d=144/(144-\text{bome})$ formülünde verilenler yerine konulur ise

$1,300=144/(144-\text{bome})$ olur. Burada işlemler yapılır ise bome değeri 33,23 bome olarak hesaplanır.



3.1.2.5. Akü İzleme Sistemi

Bakımlı akülerin ortalama ömürleri 3-5 yıl civarındır. Bu süre akünün kullanımı, bulunduğu ortam, deşarj sayısı vb. faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Artık kullanılamayacak durumda olan ömrü tükenmiş akülerin yerine yeni aküler monte edilir. Akü değişimi esnasında dikkatli olunması gerekir.

Akü değişimi özellikle çalışan kişilerin hayatını tehlikeye sokabilecek riskleri barındırır. Akü odalarındaki en büyük risk akü değişimi sırasında + ve – kutupların bir metale temas etmesidir. Böyle bir anda şase durumu oluşur ve aküdeki tüm enerji bir anda boşalarak büyük bir patlama meydana gelir. Patlama esnasında orada bulunan insanların hayatları tehlikeye girer. Bu nedenle akü değişimi yaparken her zamankinden çok daha fazla dikkatli olmak gerekir.

Akü yoğunluğunun ölçümü ve saf su ilavesi sonrasında aküler test edilir. Testi geçemeyen aküler artık kullanılamayacak durumdadır ve yenisi ile değiştirilir. Bu yöntem zor olduğu için bunun yerine **akü izleme sistemleri** kullanılır. Yüksek gerilim sistemlerinde akü odasında birçok akü bulunur. Dolayısıyla her bir aküdeki değişimin çalışan personeller tarafından anlık olarak yapılacak ölçümler ile izlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle kısa devre, sıcaklık başta olmak üzere akü değerlerini anlık olarak izleyebilen, meydana gelebilecek sorunları anlık olarak görüntüleyebilen, akülerdeki arızaların tespitini yapabilen ve bu arızaları bir yazılım aracılığı ile teknik ekibe bildiren sistemler kullanılır. Bunlara **akü izleme sistemi** adı verilir.

Teknik ekip, akü izleme sistemindeki verilere göre değişimi yapılması gereken aküye anında müdahalede bulunur. Giderilmesi mümkün olan arızalarda bakım ve onarım yapılır, mümkün olmayan durumlarda ise akü değişimi yoluna gidilir.

Yeni monte edilmiş akülerde dahi fabrikasyon hataları nedeni ile arızalar meydana gelebilir. Akünün yeni monte edilmiş olması teknik ekibi yanılgıya düşürebilir fakat akü izleme sistemi sayesinde akülerdeki arızalar rahatlıkla izlenir. Akü izleme sisteminin faydaları şunlardır:

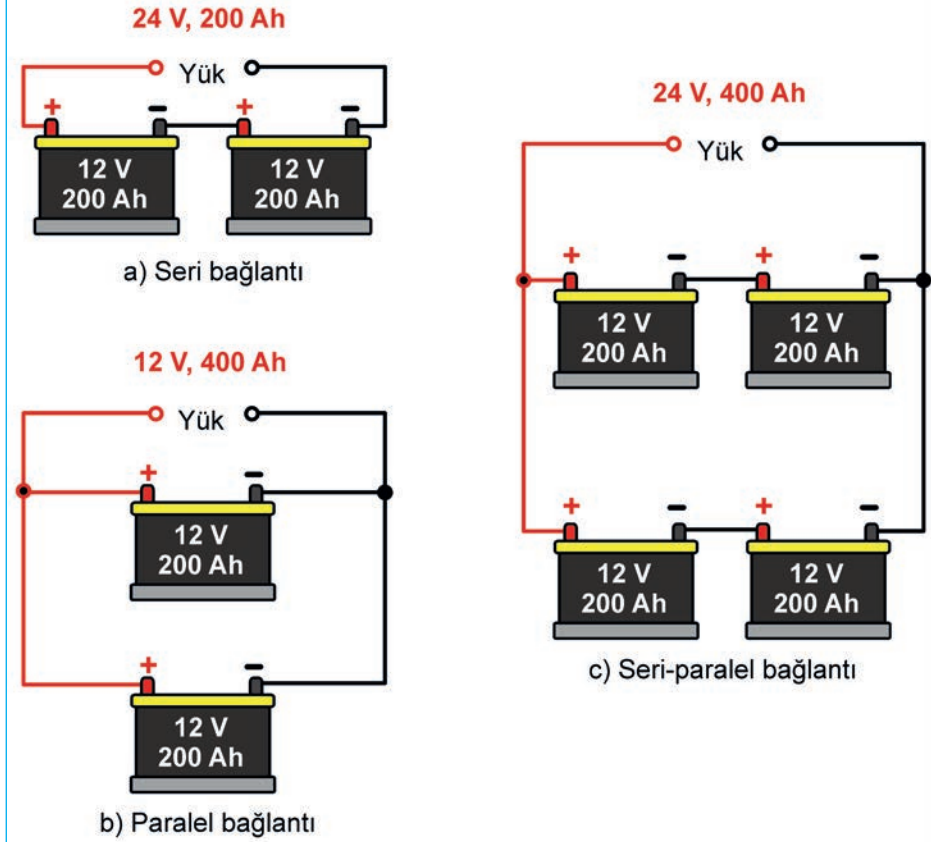
- Her bir akü hakkında ayrı ayrı veri bildirimi yapıp akülerin izlenmesini sağlar.
- Arızalı akülerin tespiti kolaylaşır.
- Personelin akü odasına yaptığı rutin ziyaretleri azaltır.
- Arızalı olmayan akülerin de bakım onarımının yapılması gibi ekstra masraftan kurtarır.
- Arızanın, anında tespit edilmesini sağlar.
- Akülere yapılan deşarj test sıklığını azaltarak akülerin ömürlerinin uzamasını, böylece maliyetten tasarruf edilmesini sağlar.
- Sensörler sayesinde akülerin sıcaklığı ve ortamın gaz değerleri hakkında bilgi sahibi olunur. Böylece ortaya çıkabilecek yangın riski azalır.

Akü izleme sisteminden gelen verilere göre değiştirilmesi gereken akülere müdahale edilir. Aküyü sökerken sistemin enerjisi kesilir. Önce eksi kutup sonra artı kutup sökülür. Yeni akü takılırken sökme işleminin tam tersi olacak şekilde hareket edilir: Önce artı kutup sonra eksi kutup takılır. Bu işlemler doğru bir şekilde yapılmazsa kısa devre meydana gelebilir.



3.1.2.6. Akü Bağlantı Çeşitleri

Normal şartlarda aküler; seri, paralel ve karışık (seri-paralel) olmak üzere farklı çeşitlerde bağlanabilir (Görsel 3.8). İstenen gerilim ya da istenen kapasite seviyesine göre bağlantı çeşidi belirlenir. İhtiyaca göre gerilim ya da kapasite seviyesi bağlantı çeşidine göre artırılabilir. Akülerin seri bağlanmasında gerilimin, paralel bağlanmasında kapasitenin artırılması amaçlanır.



Görsel 3.8: Akü bağlantı çeşitleri

Yüksek gerilim sistemlerinde kullanılan bakımlı akülerin iç direnci olması nedeni ile aküler genellikle seri bağlanır. Yüksek gerilim beklentisi oluşacağından diğer bağlantı yöntemleri çok fazla ihtiyacı karşılayamaz. Paralel bağlanması hâlinde hem istenen yüksek gerilim değeri elde edilemez hem de aküler birbirleri üzerinden iç direnç nedeni ile deşarj olur. Bu durum akülere de zarar verir. Bu nedenle yüksek gerilim sistemlerinde aküler genellikle seri olarak bağlanır.

Seri bağlı akülerde akü grubunun toplam gerilimi her bir akü geriliminin toplamına eşit olur. Seri bağlantıda elektrik akımının geçişi için tek bir yol olup akü kapasitesi değişmez. Seri bağlantıda akülerin voltaj değerleri farklılık gösterebilir ama akım değerlerinin aynı olmasına dikkat edilir. Örneğin 12 volt ve 100 Ah aküler birbirlerine seri olarak bağlanabilir. Ancak bazıları 12 volt ve 100 Ah, bazıları ise 12 volt 200 Ah olan akülerin akım değerleri eşit olmadığından birbirlerine seri olarak bağlanamaz. Benzer şekilde 12 volt 100 Ah olan aküler ile 14 volt 100 Ah olan aküler birbirlerine seri bağlanabilir çünkü akım değerleri



aynıdır. Aküler, gelişigüzel değil ihtiyaç duyulan enerji miktarına göre seri bağlanır. Aküler seri bağlanarak 36 V, 48 V, 72 V, 110 V, 220 V gibi değerlerde doğru gerilim elde edilebilir.

Yüksek gerilim sistemlerinde kullanılan akülerin seri olarak bağlanma avantajlarından biri voltaj düşümü esnasında şarj edilmelerinin daha kolay olmasıdır. Kullanılan akülerin gerilimleri zaman geçtikçe azalabilir ve şarj edilme ihtiyacı ortaya çıkabilir. Bu nedenle aküler seri bağlı olma durumlarında bir arada şarj edilebilir.

Paralel bağlı olma durumlarında isedeşarj olmuş akünün tespit edilmesi, tespit edilen akünün sistemden izole edilmesi ve ayrı olarak şarj işleminin gerçekleşmesi gerekir. Seri bağlı durumda isedeşarj olmuş akünün tespitine gerek olmayıp bu akünün sistemden izole edilmesine de gerek yoktur. Aküler birbirlerine bağlı iken bir arada şarj edilebilir.

3.1.2.7. Redresörler

Bir veya daha fazla diyottan oluşan alternatif gerilimi doğru gerilime dönüştüren (doğrultan) cihazlara **redresör** (Görsel 3.9) denir. Yüksek gerilim sistemlerinde aküler, akü şarj cihazı dediğimiz redresörler ile şarj edilir. Redresörler alternatif akımı doğru akıma doğrultukları için **doğrultucu** olarak da bilinir. Alternatif akımı doğru akıma en ekonomik şekilde dönüştüren cihazlardır. Aküler ve aküleri şarj eden redresörler **akü redresör grubu** olarak adlandırılır. **Akü şarj cihazı, akü şarj redresörü, DC güç kaynağı, doğrultucu** gibi farklı isimler de kullanılır.



Görsel 3.9: Redresörler

Yüksek gerilim tesislerinde sabit voltaj, sabit akım prensibine göre çalışan redresörler daha çok tercih edilir. Ayrıca çıkış gerilimi, çıkış akımı, hızlı şarj gerilimi, hızlı şarj zamanı gibi gelişmişlik seviyesine göre ayarlanabilen farklı parametreler içeren redresörler kullanılır. Güvenlik açısından redresörler üzerinde aşırı ısınma, kısa devre ve aşırı gerilim korumaları olanı tercih edilir. Akü şarj cihazları faz sayısı, kontrol durumu ve dalga sayısına göre farklı gruplara ayrılır.



Faz sayısına göre

- Tek fazlı doğrultucu
- Çok fazlı doğrultucu

Kontrol durumuna göre

- Kontrolsüz doğrultucular
- Kontrollü doğrultucular
- Yarı kontrollü doğrultucular

Dalga sayısına göre

- Yarım dalga doğrultucu
- Tam dalga doğrultucu

Piyasada kullanışa bağlı olarak dört farklı türde redresör üretilmiştir:

- Kuru redresörler
- Elektro tüplü redresörler
- Cıva buharlı redresörler
- Elektrolit redresörler

Basit yapılı, sağlam ve ekonomik olması nedeni ile en çok kuru tip redresörler kullanılır. Redresörler sadece akü şarj işlemi için değil; boru hatları, DC motor beslemeleri, kaynak makineleri, jeneratörler, enerji iletim hatları, katodik koruma ve trafo merkezleri başta olmak üzere birçok farklı yerde kullanılır. Piyasada çıkış gerilimi 12, 24, 48, 110, 220 Volt DC olan redresörler mevcuttur. Çıkış kapasiteleri ise 10, 25, 50, 100, 200 Amper şeklindedir. Redresörler en yaygın olarak enerji yedeklemesi, güvenlik ve acil aydınlatma sistemlerinde kullanılır. Özellikle şalt sahaları ve trafo merkezlerinin olmazsa olmazıdır. Bu tür yerlerde redresörler tek başına değil aküler ile birlikte kullanılır.

Akü şarj redresörü seyyar olarak kullanılmaz, bir panel üzerine monte edilir. Montaj esnasında soğutma kanal deliklerinin kapanmamasına dikkat edilir. Metal muhafazalı bir yapı içerisinde alt bölümde aküler, üst bölümde ise redresörler yer alır. Şarj işlemi için sıkça kullanıldığından redresör cihazının ısınmasının önüne geçilir, gerekli soğutma önlemleri alınır.

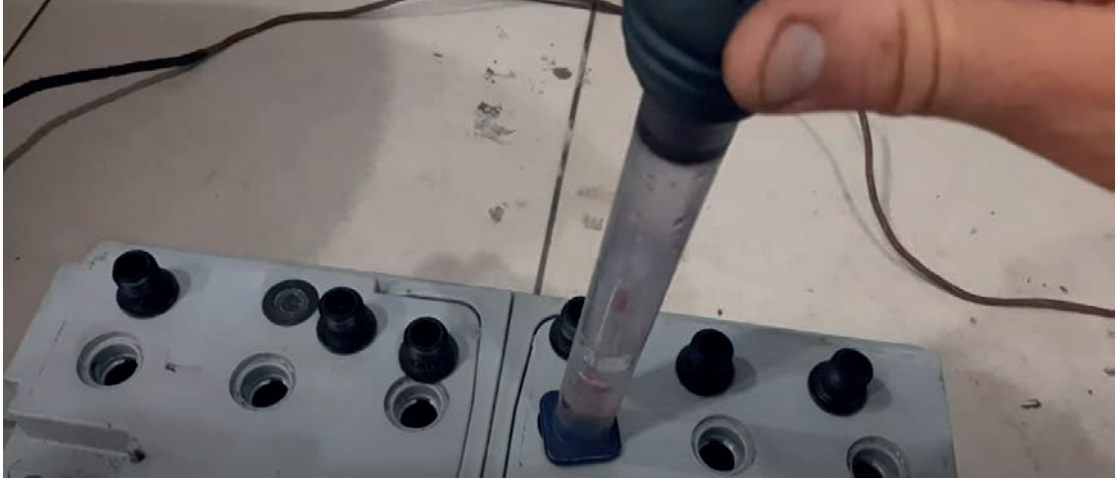
Redresörün enerji bağlantısı var iken montaj işlemi gerçekleştirilmez. Aksi hâlde ciddi kazalar meydana gelebilir. Bu nedenle iş güvenliği kurallarına çok dikkat edilmelidir. Lastik eldiven, koruyucu gözlük ve ihtiyaç hâlinde lastik çizme gibi güvenlik ekipmanları kullanılır. Akü şarj alanında ark oluşmamasına dikkat edilir. En ufak bir ihmal geri dönüşü olmayacak şekilde insan hayatını tehlikeye sokabilir. Bu nedenle tecrübesi olmayan kişilerin akü şarj işlemi yapmaması, tecrübeli bir personel eşliğinde çalışması gerekir. Akü şarj cihazının, kullanılmadan önce akünün destekleyeceği gerilim kademesinde olmasına dikkat edilir. Hem enerji kaybını önlemek hem de güvenlik açısından redresör ile akü grubu arasındaki bağlantı kabloları olabildiği kadar kısa tutulur. Şarj işlemi esnasında karışıklık oluşmaması adına her kutup bağlantısı için farklı renkte kablolar tercih edilir. Genellikle (+) kutup için kırmızı, (-) kutup için ise siyah ya da mavi renkte kablo kullanılır.



2. Uygulama

BOMEMETRE İLE AKÜ YOĞUNLUĞUNUN ÖLÇÜLMESİ

AMAÇ: Akü yoğunluğunu ölçme uygulamasını yapmak.



Görsel 3.10: Bomemetre yardımı ile akü yoğunluğunun ölçülmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akü	12 volt	1 adet
Bomemetre	Cam tipi	1 adet
El aletleri	Düz veya yıldız uçlu tornavida, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce önlüğünüzü ve iş eldiveninizi giyiniz. İş gözlüğü ve maskenizi takınız.
2. Ölçüm esnasında kullanacağınız malzemeleri öğretmeninizden alınız.
3. Yoğunluğunu ölçeceğiniz aküyü belirleyiniz.
4. Belirlediğiniz akünün devreye bağlı olmadığından emin olunuz.
5. Devreye bağlı ise öğretmeninizin gözetiminde bağlantısını kesip akü kutup başlarını sökünüz.
6. Ölçüm aşamasına geçmeden önce ortamı havalandırınız.
7. Tornavida yardımı ile buşon kapaklarını açınız. Kaybolmayacak şekilde güvenilir bir yerde muhafaza ediniz.
8. Bomemetreyi Görsel 3.10'daki gibi dik olacak şekilde ilk hücredeki elektrolit sıvıya daldırınız.
9. Yeterli ölçüde elektrolit sıvı aldığınızdan emin olunuz.
10. Elektrolit sıvı seviyesinin bomemetre tüpündeki değerini okuyunuz.
11. Ölçtüğünüz bome değerini defterinize veya bir kâğıda not ediniz.
12. Aynı ölçme işlemini bir sonraki hücreden başlayarak tüm hücreler için gerçekleştiriniz.
13. Tüm hücreler için ölçtüğünüz bome değerlerini toplayınız.



14. Topladığınız bome değerini g/cm^3 cinsine dönüştürüp akü yoğunluk değerini belirleyiniz.
15. Akü yoğunluğunu ölçtükten sonra buşon kapaklarını kapatıp ortamı havalandırınız.
16. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamını temizleyiniz.

SORULAR

1. Ölçtüğünüz bome değeri sonucu akünüzün yoğunluğu azalmış mı? Açıklayınız.
2. Yaptığınız ölçümlere göre akünüz devreye bağlanmaya uygun mudur? Açıklayınız.



ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Bomemetrenin doğru tutulması	20	
Sınıfı:	2. Bome değerinin doğru okunması	20	
Numarası:	3. Akü yoğunluğunun yorumlanması	20	
ÖĞRETMEN	4. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip, düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



3. Uygulama

BAKIMLI AKÜYE SAF SU VE ASİT İLAVE EDİLMESİ

AMAÇ: Yoğunluğu azalmış aküye saf su ve asit ilavesi uygulamasını yapmak.



Görsel 3.11: Aküye saf su ilavesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akü	Bakımlı akü	1 adet
Bomemetre	Cam tipi	1 adet
Saf su	500 ml	1 adet
Huni	Plastik	1 adet
El aletleri	Düz veya yıldız uçlu tornavida, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce önlüğünüzü ve iş eldiveninizi giyiniz. İş gözlüğü ve maskenizi takınız.
2. Ölçüm esnasında kullanacağınız malzemeleri öğretmeninizden alınız.
3. Yoğunluğunu ölçeceğiniz aküyü belirleyiniz.
4. Belirlediğiniz akünün devreye bağlı olmadığından emin olunuz.
5. Devreye bağlı ise öğretmeninizin gözetiminde bağlantısını kesip akü kutup başlarını sökünüz.
6. Ölçüm aşamasına geçmeden önce ortamı havalandırınız.
7. Tornavida yardımı ile buşon kapaklarını açınız ve kaybolmayacak şekilde güvenilir bir yerde muhafaza ediniz.
8. Bomemetre yardımı ile akünün yoğunluğunu ölçüp saf su ihtiyacı olup olmadığını belirleyiniz.
9. Yoğunluğu, istenen bome değerine gelene kadar Görsel 3.11'deki gibi bir hücreye huni yardımı ile saf su ilavesi yapınız.



10. Saf su eklediğiniz hücrenin yoğunluğunu bommetre ile ölçerek istenen değerde olduğundan emin olunuz.
11. Benzer işlemleri diğer hücreler için de gerçekleştiriniz.
12. Saf su ilavesi işlemi bittikten sonra buşon kapaklarını kapatınız. Bommetreyi bol su ile yıkayınız.
13. Aküyü, söktüğünüz yere monte edip ortamı tekrar havalandırınız.
14. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamını temizleyiniz.

SORULAR

1. Akünün yoğunluğu için saf su neden önemlidir? Açıklayınız.
2. Aküye eklenecek saf su miktarı nasıl belirlenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Deşarj olmuş doğru akünün tespit edilmesi	20	
Numarası:	3. Akü yoğunluğunun istenen değere getirilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Saf su ekleme becerisi	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip, düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



4. Uygulama

AKÜ DEĞİŞİMİ YAPMA

AMAÇ: Kullanılmayacak durumda olan akünün değişimi uygulamasını yapmak.



Görsel 3.12: Bakımlı akü ve el aletleri

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akü	12 Volt 100 Ah değerinde, bakımlı akü	1 adet
Fırça	Temizlik fırçası	1 adet
El aletleri	Düz veya yıldız uçlu tornavida, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce önlüğünüzü ve iş eldiveninizi giyiniz. İş gözlüğü ve maskenizi takınız.
2. Ölçüm esnasında kullanacağınız malzemeleri öğretmeninizden alınız.
3. Değişim yapacağınız aküyü belirleyip devreye bağlı olmadığından emin olunuz.
4. Devreye bağlı ise öğretmeninizin gözetiminde bağlantısını kesiniz.
5. Aküye zarar vermeyecek şekilde dikkat ederek önce eksi sonra artı kutup uçlarını sökünüz.
6. Akü gövdesini sabit tutan bağlantı vidalarını sökünüz ve kaybolmayacak şekilde muhafaza ediniz.
7. Aküyü bağlı olduğu yerden çıkarınız. Birikmiş pas ya da korozyonlar var ise temizleyiniz.
8. Yeni aküyü yerine yerleştirip bağlantı vidaları ve civatalarını sıkarak sabitleyiniz.
9. Önce artı, sonra eksi kutup başlarını monte ettikten sonra ortamı havalandırınız.
10. Çevre bilinci gereği eski aküyü yasal yönetmeliklere göre geri dönüşüme gönderiniz.
11. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Aküler hangi durumlarda değiştirilir? Açıklayınız.

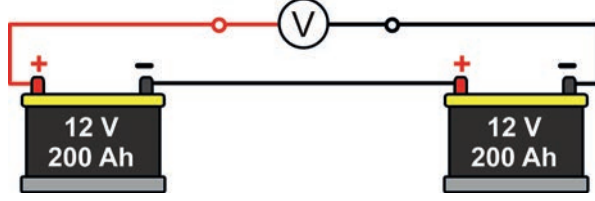
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Değişimi yapılacak akünün doğru tespiti	20	
Numarası:	3. Akünün doğru sökülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Akü montajının doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip, düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



5. Uygulama

AKÜLERİN SERİ BAĞLANMASI

AMAÇ: Akülerin seri bağlanması uygulamasını yapmak.



Görsel 3.13: Akülerin seri bağlanması

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akü	Bakımlı akü	2 adet
Ölçü aleti	AVOmetre	1 adet
El aletleri	Düz veya yıldız uçlu tornavida, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce önlüğünüzü ve iş eldiveninizi giyiniz. İş gözlüğü ve maskenizi takınız.
2. Ölçüm esnasında kullanacağınız malzemeleri öğretmeninizden alınız.
3. Aldığınız akülerin gerilim ve akım değerlerini ölçü aleti yardımı ile ölçünüz. Aynı kapasitede olmayan aküleri seri bağlamayınız.
4. Akülere ait ölçtüğünüz gerilim değerlerini toplayınız. 12 volt elde edip etmediğinize bakınız.
5. Görsel 3.13'teki gibi aküleri seri bağlayınız.
6. Bağlantı noktalarında boşluk kalmayacak ve ark oluşmayacak şekilde sıkı bağladığınızdan emin olunuz.
7. Ölçü aleti yardımı ile ilk akünün eksi kutbu ile son akünün artı kutbu arasındaki toplam gerilimi ölçünüz ve 24 V elde edip etmediğinize bakınız.
8. Seri bağladığınız akülere ait bağlantı kablolarını sökünüz. Düzenli olarak bir kenara koyunuz.
9. Teslim aldığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.
10. Çalışma ortamınızı temizleyip havalandırınız.

SORU

1. YG sistemlerindeki akü odalarında akülerin seri bağlantısı neden önemlidir? Açıklayınız.

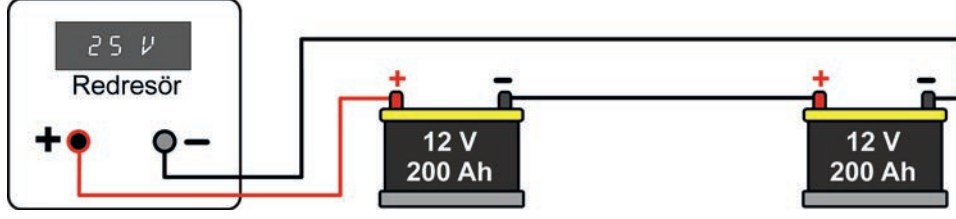
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması	20	
Sınıfı:	2. Akülerin bağlantılarının doğru yapılması	20	
Numarası:	3. Akülerin doğru sökülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Ölçme işleminin doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip, düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



6. Uygulama

AKÜLERİN REDRESÖR YARDIMI İLE ŞARJ EDİLMESİ

AMAÇ: Akülerin redresör yardımı ile şarj edilmesi uygulamasını yapmak.



Görsel 3.14: Akülerin redresör ile şarj edilmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akü	12 V ve akım değerleri aynı	2 adet
Redresör	Yarım dalga, sağlamlık kontrolü yapılmış	1 adet
El aletleri	Düz veya yıldız uçlu tornavida, anahtar takımı	-
Ölçü aleti	AVOmetre	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

- İşe başlamadan önce önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz. Gözlük, şapka vb. koruyucu malzemeleri takınız. Ortamı havalandırınız.
- Bağlantı esnasında kullanacağınız malzemeleri öğretmeninizden teslim alınız.
- Akü gurubunun bağlantı noktalarını kontrol ederek şase oluşmamasına dikkat ediniz.
- Elinizdeki ölçü aleti yardımı ile Görsel 3.14'teki gibi seri bağlı akü gurubunun toplam gerilim değerini ölçünüz.
- Akülerin artı ve eksi kutuplarına dikkat ederek redresör ile bağlantısını gerçekleştiriniz.
- Şarj işlemi başlatmadan önce kutup uçlarını doğru bağladığınızdan emin olunuz.
- Akü bağlantı noktalarında ark oluşmayacak şekilde sıkı bağladığınızdan emin olunuz.
- Redresörü istenen şarj gerilimine ayarladıktan sonra akülerin şarj işlemi başlatınız.
- Akü şarj gerilimi istenen gerilim değerine ulaştığında redresörü kapatınız.
- Ölçü aletiniz ile akü grubunun gerilim değerini ölçerek 24 Volt DC değerinde olduğunu görünüz.
- Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.
- Çalışma ortamınızı temizleyip havalandırınız.

SORU

- Redresörler hangi amaçla kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA
Adı ve Soyadı:	1. İş güvenliği kurallarına uyulması 20
Sınıfı:	2. Değişimi yapılacak akünün doğru tespiti 20
Numarası:	3. Akünün doğru sökülmesi 20
ÖĞRETMEN	4. Akü montajının doğru yapılması 20
Adı ve Soyadı:	5. Tertip, düzen ve temizlik 20
İmza:	TOPLAM PUAN 100



3.2. YG TESİSLERİNDE DA MOTORLARI

Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinelere **motor** denir. Çalışma gerilimine göre motorlar, AC ve DC motorlar olmak üzere ikiye ayrılır. AC motorlar şebeke gerilimi ile, DA motorları ise DC güç kaynağı ile çalışırlar. YG sistemlerinde DC motorlar ayırıcı ve kesicilerin kumanda edilmesinde kullanılır.

3.2.1. Doğru Akım (DC) Motor Çeşitleri

Piyasada ihtiyaca göre farklı tipte DC motorlar üretilmiştir:

a) Fırçalı DC Motorlar

- Seri motorlar
- Şönt motorlar
- Kompunt motorlar

b) Fırçasız DC Motorlar

- Sabit mıknatıslı motorlar
- Elektromıknatıslı motorlar

Yük arttıkça devir sayılarında azalma olması nedeni ile YG tesislerinde ayırıcı ve kesicilerin kumanda edilmesinde genellikle seri motorlar kullanılır. Seri motorlar, boşta devir sayıları oldukça yüksek olduğu için boşta çalıştırılmaz. Yük altında çalıştırılır. Yük arttıkça devir sayısı azalır, yük azaldıkça devir sayısı artar. DC seri motorlar yüksüzken çalıştırılır ise devir sayısı çok yükselerek motora zarar verebilir. Kesici ve ayırıcılarda devir sayısını azaltmak ve gücü artırmak için redüktörlü (dişli) DC motorlar kullanılır (Görsel 3.15).



Görsel 3.15: Redüktörlü DC motor

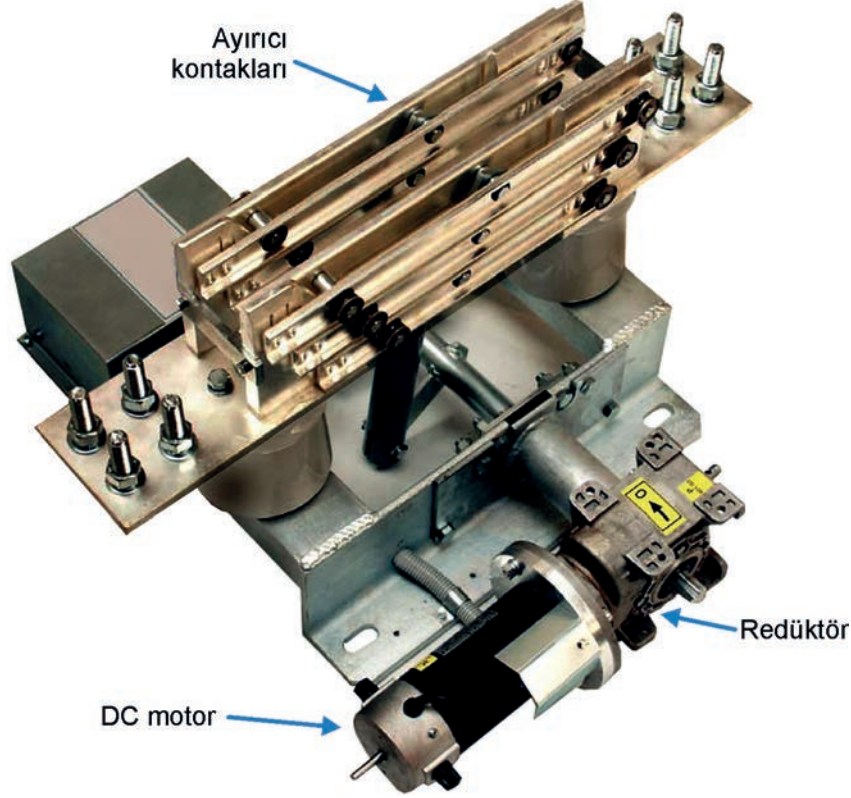
3.2.2. Ayırıcı ve Kesicilerin Kumandasında Kullanılan DC Motorlar

YG tesislerinde ayırıcıların açma kapama işlemi manuel olarak veya mekanik olarak yapılabileceği gibi bir motor yardımı ile de yapılabilir. Ayırıcıların motor yardımı ile kumanda edilmesinde AC motorlar kullanılabileceği gibi DC motorlar da kullanılabilir. Enerji kesintisinin oluşacağı durumlar nedeni ile ayırıcıların AC motorlar ile kumanda ve kontrol edilmesi zordur. Ayırıcıların AC motorlar ile kontrol edilmesi esnasında enerji kesintisi yaşanması hâlinde ayırıcı yarım kalır. Bu nedenle YG tesislerinde genellikle DC motorlar kullanılır. DC motor kullanımı hâlinde enerji kesintisi oluşur ise DC güç kaynakları devreye gireceği için enerji kesintisi olmayacak, ayırıcı yarım kalmayacaktır.



YG tesislerinde ayırıcıların DC motor yardımı ile kumanda edilmesi sırasında motor bir yönde çalışır iken ayırıcı açılır. Ayırıcının kapanması için ise motorun diğer yönde dönmesi sağlanır. Ayırıcıların DC motor ile kumanda edilmeden önce yeterli ölçüde DC güç kaynağının olduğuna yani akülerin tam şarj konumunda olmasına ve ayırıcıların çalışma gerilimine dikkat edilir.

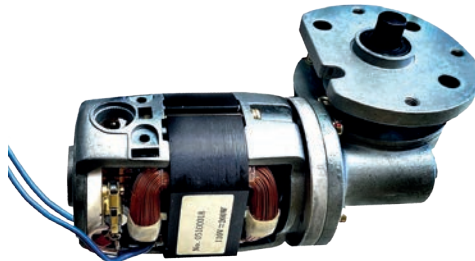
DC motorlarda dönüş yönünün değiştirilmesi için istendiğinde kutup uçlarının yerlerinin değiştirilmesi sağlanır. Görsel 3.16'da motorlu ayırıcı örneğine yer verilmiştir.



Görsel 3.16: Ayırıcı ve motor bağlantısı

DC motorlar, enerji tesislerinde AC güç beslemesi kesildiği zamanlarda inverter sistemleri için yedek sürücüler olarak da kullanılır. Ayrıca şalt sahalarında akü odaları başta olmak üzere havalandırma sistemlerinde kullanılan DC motorlu vantilatörlerde gerektiğinde DC güç kaynakları kullanılır.

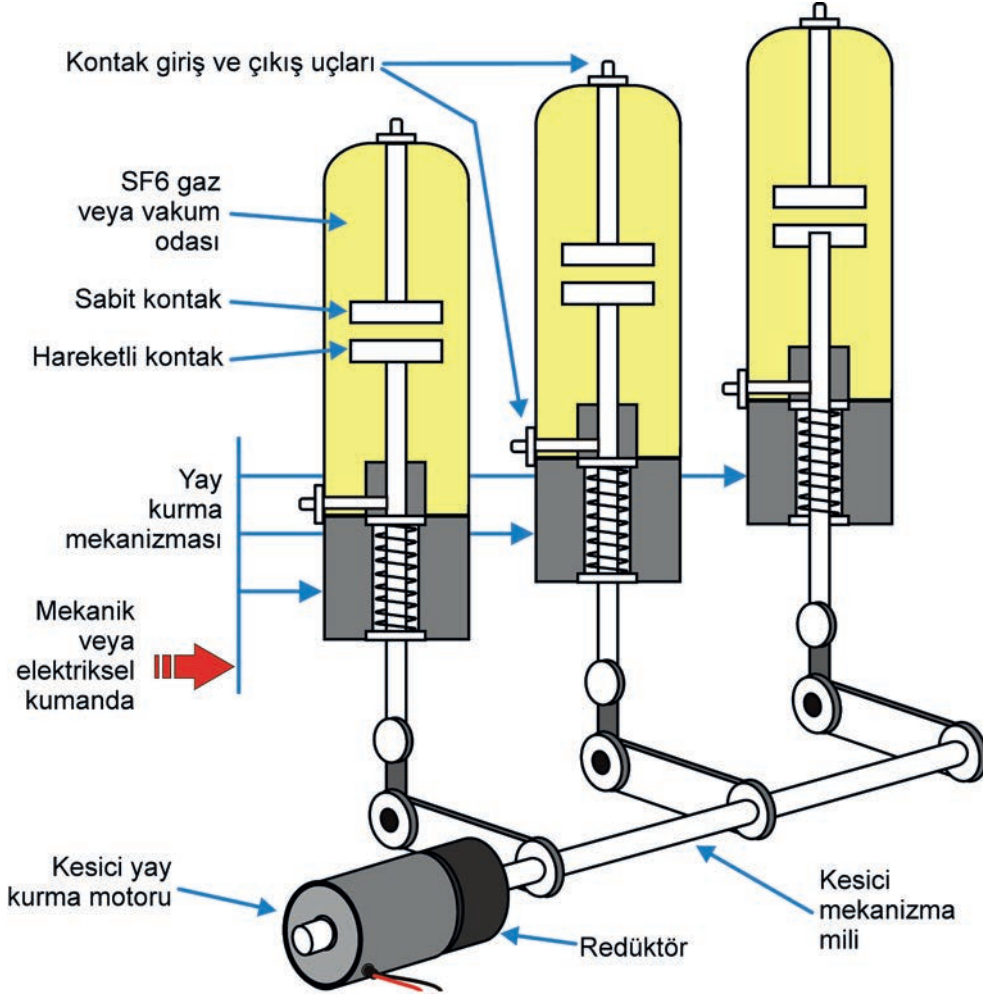
Kesicilerde kapama yayları, kurma kolunu kullanarak manuel olarak yapılabildiği gibi 24 V veya 110 V DC motorlar kullanılarak da yapılabilir. Kumanda ve kontrol panolarında kullanılan DC motor, YG devre kesicinin kontaklarının hassasiyetle çalışmasını sağlar. Anahtarlama elemanlarında yay kurma işlemi için genellikle AC ve DC 110 V gerilimde çalışan redüktörlü universal seri motorlar kullanılır (Görsel 3.17).



Görsel 3.17: Redüktörlü universal seri motor



Kesicilerin kumandasında DC motor çalıştığında redüktör, hareketi kesici miline aktarır. Kesici hareket mili döndüğünde kurma yayı gerilerek kurulur. Kesici üzerindeki buton mandala basıldığında mekanik sistem yayı boşaltır ve kontaklar açma kapama yapar. Kesici, elektriksel olarak kumanda edildiğinde ise DC motor, yayı kurduktan sonra elektriksel butona basılarak kesici açma bobinine akım gönderilir. Açma bobini mekanik sistemi tetikleyerek yayı boşaltır ve kesici kontakları açma kapama yapar (Görsel 3.18).



Görsel 3.18: Kesici ve motor bağlantısı

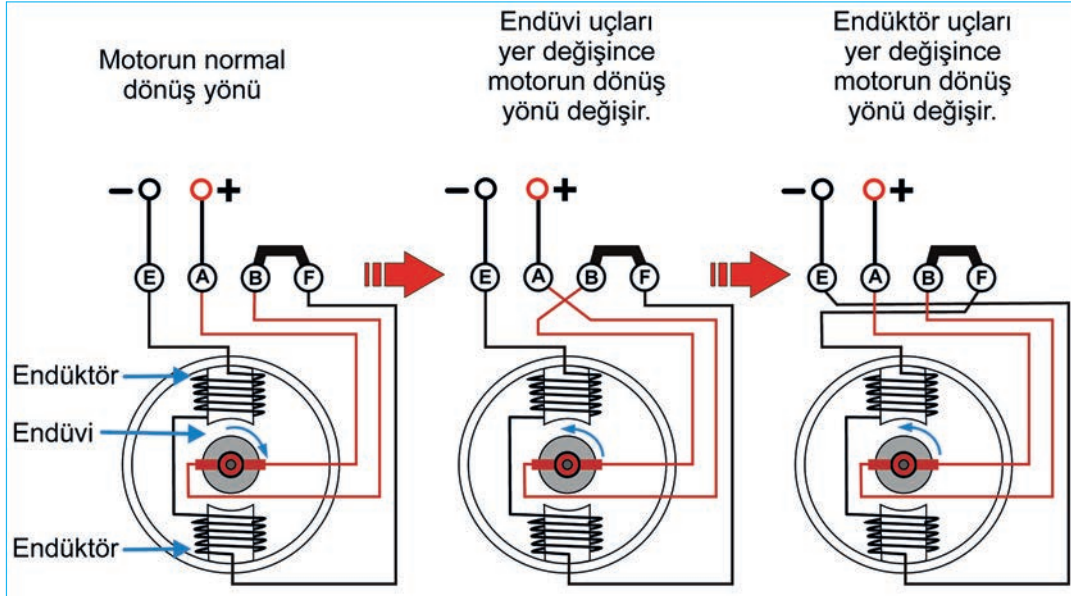
3.2.3. Motorun Dönüş Yönünün Değiştirilmesi

YG tesislerinde kullanılan DC motorlarda, kullanım yerine göre kimi zaman dönüş yönünün değiştirilmesi ihtiyacı oluşabilir (ayırıcılarda olduğu gibi). DC motorların dönüş yönünü değiştirmek için endüvi veya uyarım sargılarının uçlarını değiştirmek yeterli olur. Şayet DC motor bir kumanda devresi için kullanılıyor ise genellikle endüvi uçları değiştirilir. Endüvi uçlarının değişmesi akımın yönünün değişmesine neden olacağından DC motorun dönüş yönü de değişecektir.

DC motorun endüktöründeki manyetik alanın yönü değiştirilerek de motorun dönüş yönü değiştirilebilir. Şayet motor kutupları sabit mıknatıslı ise N ve S kutuplarını oluşturan mıknatısların yeri karşılıklı olarak değiştirilir. Eğer kutuplar sabit mıknatıslı değil de elektromıknatıslı ise endüktöre uygulanan akımın yönünü değiştirmek gerekir.



Eğer hem endüviden geçen hem de endüktöre uygulanan akımın yönü değiştirilir ise DC motorun yönü değişmez. Bu iki işlemten sadece birinin gerçekleşmesi hâlinde motorun dönüş yönü değiştirilebilir. DC motorlarda dönüş yönü değiştirilirken genellikle endüviden geçen akımın yönünün değiştirilmesi tercih edilir. Görsel 3.19’da seri bağlı bir DC motorun endüvisinden ve endüktöründen geçen akımın yönünün değiştirilerek devir yönünün değiştirilmesine ait şema yer almaktadır. Devir yönünü değiştirmek için endüvi veya endüktör sargılarının herhangi birinin uçlarının yerini karşılıklı olarak değiştirmek yeterlidir.



Görsel 3.19: DC seri motorun devir yönünü değiştirme

3.2.4. DC Motorlarda Arıza Nedenleri

YG tesislerinde ayırıcı ve kesicilerin kumanda edilmesinde kullanılan DC motorlarda meydana gelen arızalar elektriksel veya mekanik olabilir. Mekanik arızalar genellikle rulman, mil, kapaklar, fırçalar, soğutma devresi, yataklar gibi parçalardan kaynaklı arızalardır. Elektriksel arızalar ise genellikle şebeke gerilimi, sargı sarımlarının aşırı gerilime dayanıksızlığı gibi nedenlerden kaynaklı arızalardır. DC motorlarda meydana gelen arızalar şu şekilde sıralanabilir:

- Üretici firma tarafından uygun malzemenin kullanılmamasından kaynaklı arızalar
- Çalışma gerilimine uygun düşecek sarım sargılarının kullanılmaması, bağlantı yerlerinin yeterli ölçüde sıkılmaması kaynaklı arızalar
- Üretim sürecinde oluşan nem, toz, kir, pas vb. nedenler sonucu meydana gelen arızalar
- Üretici firma dışında şebeke geriliminde meydana gelen dalgalanmalar esnasında aşırı gerilimin motor sargılarında meydana getireceği yalıtım ve iletim hataları

3.2.5. DC Motorlarda Bakım ve Onarım İşlemi

DC motorlar kullanılan süreye bağlı olarak zaman zaman arıza verebilir. YG tesislerinde kullanılan DC motorlarda arıza meydana gelmesi hâlinde anahtarlama işlemini manuel olarak gerçekleştirme zorunluluğu oluşur. Bu nedenle motorda arıza meydana gelmeden önce kullanım miktarına bağlı olarak belli periyotlarla bakım işlemi yapılır. Periyodik olarak yapılan bakımlar “küçük bakımlar” olarak da adlandırılır. Yapılan küçük bakım işlemlerine rağmen DC motorda arıza meydana gelirse onarım işlemi başlatılır.

Onarım işlemi arızalı DC motorlara uygulanır. Arızalı motorlara yapılan bakımlar ana bakımlar veya “büyük bakımlar” olarak da adlandırılır.



Periyodik bakım veya ana bakım işlemi esnasında şu hususlara dikkat edilir:

- Enerji altında olan bir DC motora bakım ya da onarım işlemi uygulanmaz. Bakım ya da onarım işlemine başlamadan önce ilk olarak motorun enerjisi kesilir.
- DC motorlarda genellikle en çok rulman arızası meydana gelir. Böylesi bir durumda motorun kapak ve gövde kısmı görülebilecek şekilde numaralandırılarak stator ve rotor ayrılır. Rulmanlar el ve göz ile kontrol edilir. Gevşeme var ise yenisi ile değiştirilir. Rulmanda herhangi bir sıkışma veya oynama yok ise sorun için motor miline bakılır. Motor milinde sıkışma meydana gelmiş olabilir (Görsel 3.20).
- Motor çalışırken personel tarafından gözlemlenir. Sürtünmeden kaynaklı bir ses veya gürültü varsa motorun yağ kontrolü yapılır. Motorun yağ kontrolü, motor çalışırken değil, durduğunda yapılır.
- Motorda bir renk değişimi gözlemlenirse (genellikle mor renk) bu, motorun aşırı ısındığı anlamına gelir. Böylesi bir durumda motorun soğutulması sağlanır.
- Periyodik bakım ve onarım işlemleri esnasında DC motorda fırça kontrolü de yapılır. Fırça boyunda aşırı derecede kısalma meydana gelmişse fırçalar değiştirilir.
- Periyodik bakım esnasında kolektör kontrolünde herhangi bir deformasyon olup olmadığına bakılır. Şayet varsa ince zımpara ile bu deformasyon giderilir. DC motor çalışırken fırçaların kolektöre sürtünmesinden kaynaklı ortaya çıkan fırça tozları varsa bunlar iyice temizlenir.
- Motor kapaklarında kırık, çatlak vb. durumlar varsa kapaklar yenisi ile değiştirilir. Gevşeme varsa kapaklar sıkılır. Aksi hâlde motorda ses, aşırı ısınma gibi durumlar meydana gelir.
- Motorda soğutmayı sağlayan fan filtresi eskimiş, bozulmuş olabilir. Motorda aşırı ısınma meydana geliyorsa fan filtresi de incelenir. Eğer filtre tekrar kullanılabilir durumdaysa bakım ve onarımı yapılır. Filtre, işlevini yitirmiş ise yenisi ile değiştirilir.
- Motorda herhangi bir ölçüm yapılacaksa motora enerji taşıyan bağlantı noktalarına dokunulmaz. Aksi takdirde hem hasar oluşabilir hem de ölçüm yapmaya çalışan kişi ciddi biçimde yaralanabilir.



Görsel 3.20: DC motorda arızalı rulmanın değiştirilmesi



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () YG sistemlerinde DA güç kaynağı olarak doğrultucular ve aküler kullanılır.
2. () Sulu aküler, bakımsız aküler olarak da adlandırılır.
3. () DC motorlarda devir yönü akımın dönüş yönü değiştirilerek yapılır.
4. () YG tesislerinde DC motorlar transformatörün havayla soğutulmasında kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. AC voltajın elektriksel olarak tek yönlü DC voltaja dönüştürülmesinde kullanılır.
6. Sıvı seviyeleri değişmiş akülerde yoğunluk denen cihaz ile ölçülür.
7. Akülerin bir arada bulunduğu yere adı verilir.
8. Doğrultucu yığınları, elektrik devresinde akımı yönden geçirerek doğrultma yapar.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. YG tesislerinde kullanılan doğrultucunun bir diğer ismi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Direnç B) Diyot C) Redresör D) Transformatör E) Tristör

10. YG tesislerinde DA güç kaynağı olarak kullanılan aküler aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kurşun-asit B) Lityum-iyon C) Nikel demir
D) Nikel kadmiyum E) Nikel metal-hidrür

11. Akü yoğunluğunun birimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Amper B) Bome C) Ohm D) Volt E) Watt

12. Aşağıdakilerden hangisi bakımsız aküdür?

- A) Elektrolit B) Elektro tüplü C) Cıva buharlı
D) Kurşun-asit E) Kuru

4. ÖĞRENME BİRİMİ

YG SİGORTALAR



KONULAR

- 4.1. YG SİGORTALARIN YAPISI VE ÇEŞİTLERİ
- 4.2. YG SİGORTA MONTAJI
- 4.3. YG SİGORTA DEĞİŞİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- YG sigortaların yapısı ve çeşitlerini açıklama
- YG sigortaların montajını yapma
- YG sigortaların değişimini yapma

TEMEL KAVRAMLAR

YG sigorta, akım sınırlayıcı artçı sigorta, vurucu pimli sigorta, sigorta penci, en küçük kesme akımı, en büyük kesme akımı, kısa devre akımı, termik koruma

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sigortanın yüksek gerilimde kullanılma amacı ne olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. YG sigortalar nerelerde kullanılır? Düşüncelerinizi ifade ediniz.





4.1. YG SİGORTALARIN YAPISI VE ÇEŞİTLERİ

Yüksek gerilim tesislerinde hatlarda oluşan kısa devreler, dengesiz yüklenmeler, yıldırım düşmesi gibi atmosferik olaylar ve hatlarda oluşan salınımlardan dolayı aşırı akımlar çekilir. Bu akımların hat elemanlarına zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılan koruma elemanlarına yüksek gerilim sigortası denir (Görsel 4.1).



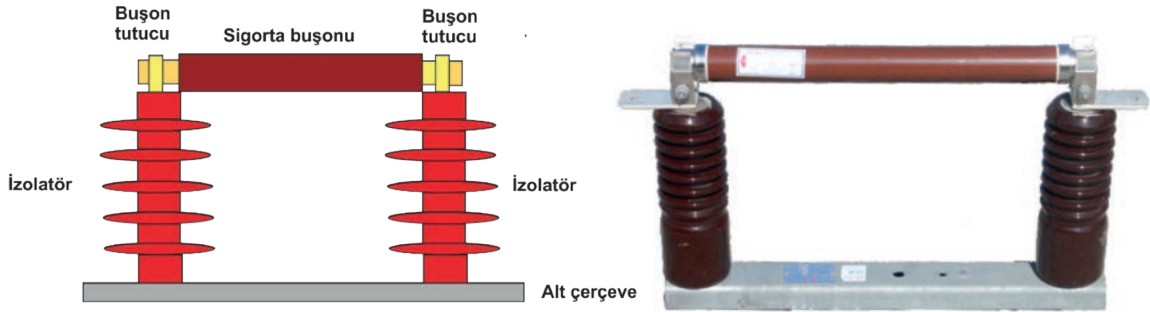
Görsel 4.1: Yüksek gerilim sigortaları

YG sigortaları; transformatörlerin, kondansatörlerin, anahtarlama elemanlarının (kesici, ayırıcı) ve enerji nakil hatlarının korunmasında kullanılır. Koruma yapacağı alana göre dâhilî ve haricî olarak kullanılabilir.

4.1.1. YG Sigortalarının Yapısı

Yüksek gerilim sigortaları eriyen telli sigortalardır. Üzerinden kısa devre akımı geçtiğinde içinde bulunan tel eriyerek bağlı bulunduğu devreyi açar. Dış yapı olarak gövde ve başlıklardan oluşur. İç yapısında koruma teli, kuvars kumu ve gösterge mekanizması bulunur.

Buşonlar genellikle alt çerçeveye sabitlenmiş izolatörler üzerinde bulunan buşon tutucu başlıklara yerleştirilir. Alt çerçeveye tutturulan izolatörler yalıtımı sağlar (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: Yüksek gerilim sigortalarının genel yapısı

Sigorta buşonlarını sabitlemek için buşon tutucu başlıklar kullanılır (Görsel 4.3). Buşon her iki başlıktan buşon tutuculara yerleştirilir.



Görsel 4.3: Buşon tutucu başlıklar



Sigorta buşonlarını oluşturan elemanlar şunlardır:

Gövde: Silindirik yapıda olup boru şeklinde porselenden yapılır. Boru; yüksek ısıya dayanıklı, yanmayan, tutuşmayan ve elektriksel olarak iyi bir izolasyon sağlayan malzemeden oluşmaktadır. Ayrıca özellikle haricî mekânlarda, açık alandaki atmosferik şartlara dayanıklıdır (Görsel 4.4.a).

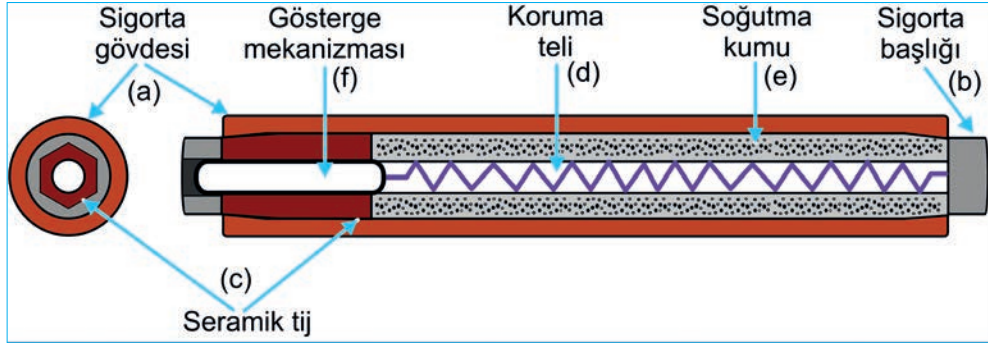
Sigorta Başlıkları: Genellikle 1 mm kalınlığında elektrolitik bakırdan imal edilir. Bakırın üzeri oksitlenmeyi önlemek için nikel (4-6 mikron) ile kaplanmıştır. Her iki uç da porselen borunun ucunda bulunur ve hem elektriksel hem de mekanik bağlantıyı sağlar (Görsel 4.4.b). Aynı zamanda gövdeyi su geçirmez şekilde kapatır. Başlık ile boru arasında sızdırmazlığı sağlayan özel bir conta vardır.

Seramik Tij: Koruma telini üzerinde taşıyan tijdir. Yıldız kesitli olup seramikten yapılmıştır ve boru içinde gövde boyunca uzanır (Görsel 4.4.c).

Koruma (Erime) Teli: Arıza anında eriyerek sigortanın devreyi kesmesini sağlayan teldir. Sigortanın sağlıklı çalışabilmesi için en düşük kesiti sağlamak amacıyla ince saf gümüş bantlardan oluşur. Gerek duyulan uzunluğu sağlamak için seramik tij üzerine sarılır. Koruma telinin gücünü artırmak için özdeş sigorta telleri paralel olarak bağlanır. Tel, tij uçlarında bulunan bakır banda tutturulur. Bakır bant da sigorta başlıklarına bağlanır (Görsel 4.4.d).

Soğutma Kumu: Sigorta kısa devre akımına maruz kaldığında veya aşırı yüklendiğinde gövde içinde ark ve buna bağlı olarak ısı oluşur. Bu arkın söndürülmesi ve ısının tahliyesi için özel tanecikli kuvars kumu kullanılır. Kum porselen boru içine doldurulur (Görsel 4.4.e).

Gösterge Mekanizması: Herhangi bir arızada sigortanın attığını gösteren mekanizmadır. Arızayla oluşan yüksek ısıdan dolayı eriyen erime elemanı mekanizmayı çalıştırır. Tetiklenen mekanizma gözle görülecek şekilde sigortanın attığını belirtir (Görsel 4.4.f).



Görsel 4.4: Yüksek gerilim sigorta buşonunun yapısı

4.1.2. YG Sigortalarının Çeşitleri

Yüksek gerilim tesislerinde daha güvenli ve ekonomik olmalarından dolayı akım sınırlayıcı sigortalar kullanılmaktadır. Akım sınırlayıcı sigortalar, minimum ve maksimum kesme akımları arasındaki bölgede kalan akımları keser. Akım sınırlama değeri, sigorta üzerinden taşınmasına müsaade edilen son akım değeridir. Bu değerün üstüne çıkıldığında sigorta içindeki koruma teli erimeye başlar. Böylece arıza akımı yükselmeye başlamışken sınırlandırarak sigorta ile korunan tesis, kısa devre akımlarının zarar verici termik ve mekanik zorlanmalarına karşı korunur.

YG sigortalarının, kullanma aralığına ve gösterge tipine göre farklı çeşitleri vardır.

4.1.2.1. Kullanma Aralığına Göre Sigortalar

Genel Amaçlı Sigortalar: Belirtilen kullanım ve davranış şartlarında en büyük kesme akımından bir saat veya daha uzun bir süre içerisinde sigorta elemanının erimesine neden olan akıma kadar tüm akımları kesebilen akım sınırlayıcı sigortadır.



Tam Aralık Sigortalar: Sigortanın en büyük kesme akımına kadar erime elemanının erimesine neden olan tüm akımları kesebilen akım sınırlayıcı sigortalardır.

Artçı Sigortalar: Belirtilen kullanım ve davranış şartlarında en büyük kesme akımından en küçük kesme akımına kadar tüm akımları kesebilen sigortalardır. Genel amaçlı ve tam aralık sigortalar yüksek maliyetleri nedeniyle sadece özel koruma uygulamalarında kullanılır.

4.1.2.2. Gösterge Mekanizmasına Göre Sigortalar

Gösterge mekanizması sigortanın attığını gösteren düzeneştir. YG sigortaları gösterge mekanizma yapısına göre optik göstergeli ve pimli olmak üzere iki çeşittir.

Optik Göstergeli Sigortalar: Sigortanın atmasının kırmızı bir işaretleyici ile gösterildiği sigortalardır. Bu sigortaların ucunda şeffaf bir fanus bulunur. Sigorta attığında kırmızı işaretleyici fanusun içine doğru itilir ve atan sigorta kolaylıkla tespit edilir (Görsel 4.5.a).

Vurucu Pimli Sigortalar: Sigortanın atmasının dışarı çıkan bir pim ile gösterildiği sigortalardır. Sigorta içinde kurulu bir mekanizma ve pim bulunur. Atma gerçekleştiğinde mekanizma harekete geçerek pimi dışarı iter (Görsel 4.5.b). Kullanılan sigortaların büyük çoğunluğu vurucu pimlidir.



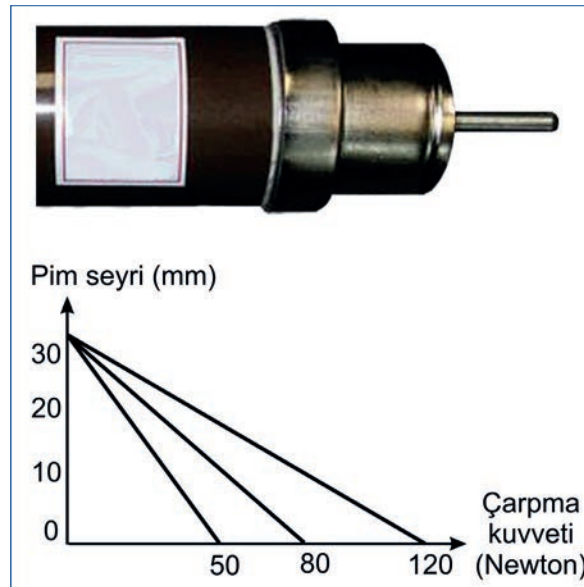
a) Optik göstergeli sigorta



b) Vurucu pimli sigorta

Görsel 4.5: Gösterge mekanizmasına göre YG sigorta çeşitleri

Başlıktan dışarı çıkan pim, sigortanın attığını göstermenin yanında bazı anahtarlama cihazlarının da çalışmasını sağlar. Bu sebeple pimin çarpma kuvveti de önemlidir. Pimin çarpma kuvvetine göre sigortalar **50 N**, **80 N** ve **100-120 N** olmak üzere üç tiptir. Sigorta pimi mekanik açtırma yapacak yani bir anahtarlama cihazını çalıştıracaksa 80 veya 100 N olan tipler tercih edilmelidir. Pim kuvveti etikette belirtilir (80 N orta-medium gibi). Pimin dışarı çıkma mesafesi yaklaşık 35 mm'dir (Görsel 4.6).



Görsel 4.6: Vurucu pimli sigorta pim kuvveti ve mesafesi



1. Uygulama

YG SİGORTA YAPISININ İNCELENMESİ

AMAÇ: YG sigortalarının yapısını incelemek.

Görsel 4.7: YG sigortasının yapısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG sigorta	Akım sınırlayıcı artçı tip	1
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük	Birer adet
El aletleri	Pense, tomavida, yan keski, kargabumu	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği ekipmanlarını giyiniz ve öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. YG sigorta başlıklarını dikkatli bir şekilde porselen gövdeyi kırmadan çıkarınız.
3. Kuvars kumunu temiz bir kaba boşaltınız.
4. Seramik tiji koruma teline zarar vermeden çıkarınız.
5. Sigorta iç yapı elemanlarını inceleyiniz.
6. İnceleme tamamlandıktan sonra elemanları düzgünce yerleştirerek sigortayı tekrar toplayınız.
7. Sigortayı teslim ediniz ve çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Soğutma kumunun görevini açıklayınız.
2. Gövdenin niçin porselenden yapıldığını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Sigorta başlıklarının gövdeye zarar vermeden çıkarılması	20	
Sınıfı:	2. Seramik tijin koruma teline zarar vermeden çıkarılması	20	
Numarası:	3. Sigortanın düzgünce toplanması	20	
ÖĞRETMEN	4. Sigorta yapısının doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



2. Uygulama

YG ATIK SİGORTA TESPİTİ

AMAÇ: YG sigortalarının atıp atmadığını tespit etmek.



Görsel 4.8: Sağlam ve atık sigortalar

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG sigorta	Akım sınırlayıcı artçı tip	3 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük	Birer adet
El aletleri	Pense, tomavida, yan keski, kargabumu	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği ekipmanlarınızı giyiniz ve öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. Kullandığınız YG sigortanın kullanma aralığına göre tipini tespit ediniz.
3. Aynı şekilde sigortanın gösterge mekanizmasını tespit ediniz.
4. YG sigorta gösterge mekanizmalarını kontrol ediniz.
5. Mekanizmanın durumuna göre atık olan sigortaları tespit ediniz.
6. Kullandığınız malzemeleri teslim ediniz ve çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. YG sigortalarının atma sebepleri nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Kullanma aralığına göre sigortanın tespit edilmesi	20	
Sınıfı:	2. Gösterge mekanizmasına göre sigortanın tespit edilmesi	20	
Numarası:	3. Atık sigortanın tespit edilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Sigortanın atma sebeplerinin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



4.1.3. YG Sigortalarının Teknik Özellikleri

YG sigortaları kullanıma alanına göre farklı teknik özelliklere sahiptir. Genellikle 12 kV-36 kV arası gerilimlerde haricî ve dâhilî merkezlerde kullanılır. Buna göre boyutu ve kesme akımı değişir. Aynı zamanda termik koruma gibi ekstra koruma özelliğine sahip sigortalar vardır.

4.1.3.1. YG Sigorta Etiket Bilgileri

Sigorta etiketlerinde genellikle anma gerilimi, anma akımı, en küçük ve en büyük kesme akımı, sigorta tipi, gösterge mekanizması tipi, kullanma alanı (haricî-dâhilî) ve imal yılı bilgileri bulunur (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: YG sigorta etiketi

Anma değerleri, sigortanın güvenli olarak çalıştığı etiket değerleridir. Sigorta bu değerlerde en yüksek performans ve işletme verimine sahiptir.

Un (Anma Gerilimi): Anma gerilimi, sigortanın kullanılacağı şebekedeki fazlar arası en yüksek gerilim değeridir. Bu gerilimler Türkiye’de 7,2 kV, 12 kV, 17,5 kV, 24 kV ve 36 kV’tur.

In (Anma Akımı): Sigortanın normal ısıda sürekli dayanabileceği akımdır. Genel sigorta anma akımları 2 - 4 - 6,3 - 10 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 A’dır

I3 (İmin-En Küçük Kesme Akımı): Sigorta koruma telinin erimesine ve sigortanın devreyi kesmesine sebep olan en küçük (minimum) akım değeridir. Kullanılan hattın özellikleri ve sigortanın yapısına bağlı olarak bu akımın değeri değişir. Güvenli kullanım alanının geniş olması sigortalarda istenen bir özelliktir. Bu sebeple minimum kesme akımının küçük olması istenir.

I1 (En Büyük Kesme Akımı): Sigortanın kesebileceği en büyük hata akımıdır. Bir kısa devre anında devreden geçen akım yükselirken sigortanın içindeki koruma teli erimeye başlar. Bu sürede oluşan ark boyunca akım azalır ve sonunda tamamen kesilir. Oluşan ark kuvars kumu ile söndürülerek gövde içindeki yüksek ısı dışarıya transfer edilir.

Anma gerilimine göre kesme akımı değerleri değişir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Sigorta Anma Gerilimlerine Göre En Büyük Kesme Akımı Değerleri

Anma Gerilimi (kV)	En Büyük Kesme Akımı (kA)
7,2	12,5 – 16 - 25
12	12,5 – 16 – 20 - 25
17,5	12,5 - 16
24	12,5 - 16
36	12,5 - 16



4.1.3.2. YG Sigortalarında Termik Koruma

Yüksek gerilim devrelerinde kullanılan akım sınırlayıcı sigortalar, en küçük kesme akımından (I_3) en büyük kesme akımına (I_1) kadar olan akımları güvenli olarak keser. Ancak anma akımı ile minimum kesme akımı arasındaki akımlarda kesme yapamaz (Görsel 4.10).



Görsel 4.10: Akım sınırlayıcı sigorta koruma alanı

Anma akımı ile kesme akımı aralığında meydana gelebilecek arızalar sigortanın ısınarak zarar görmesine sebep olabilir. Normal şartlarda sigorta ısısı standart değerlerin üzerine çıkmaz. Ancak aşağıda belirtilen arıza durumlarında tehlikeli ısılar oluşabilir:

- Sigortanın aşırı yüklenmesi
- Sigorta başlıklarında zayıf temas veya gevşeklik olması
- Sigortanın bulunduğu ortamda havalandırmanın yetersiz olması
- Sigortanın yakınındaki ısı kaynakları
- Sigortanın yetersiz kalmasına sebep olan geçici arıza akımları
- Transformatör korumasında düşük değerli sigorta kullanılması

Bu arızalarda akım yeterince büyük olmadığı için koruma elemanı birkaç küçük parçada erir ve oluşan ark nedeniyle akım geçmeye devam eder. Dolayısıyla sigorta içindeki ısı tehlikeli derecede artarak sigortanın patlamasına sebep olabilir. Bunun önlenmesi için termik korumalı sigortalar kullanılır (Görsel 4.11). Isının artması durumunda termik koruma devreye girer ve sigortanın koruma mekanizması çalışır.

Termik korumalı sigortalar, anma akımı ile minimum kesme akımı arasında olan bölgedeki çalışmada aşırı yüklenme kaçınılmaz veya ihtimal dâhilinde ise kullanılmalıdır. Uygulamada genellikle kapalı ve küçük hacimli ortamlar ile SF6 gaz izolasyonlu hücrelerde kullanılır. Kısa süreli yüksek akımlarda sistem çalışmaya devam eder ancak uzun süreli arıza akımlarında termik koruma devreye girerek sigortayı attırır. Termik korumalı sigortaların kullanımında dikkat edilecek diğer bir husus yük ayırıcıları veya özel açtırma sistemi olan düzenekler ile birlikte kullanıma gereğidir.



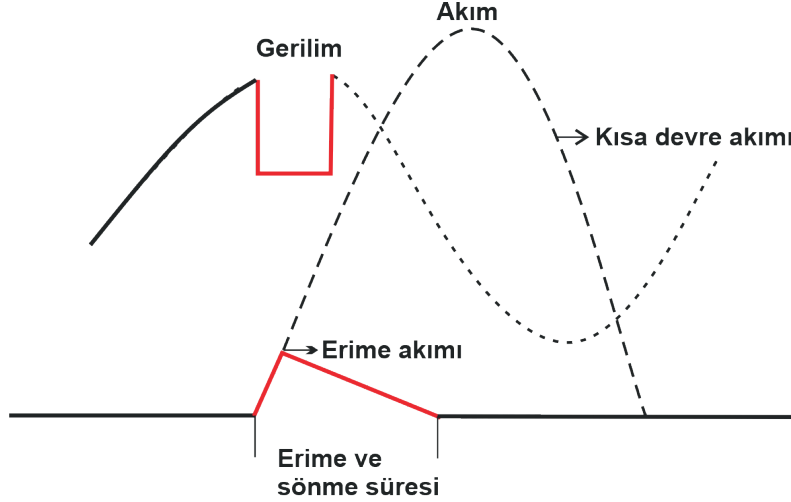
Görsel 4.11: Termik korumalı sigorta



4.1.3.3. YG Sigorta Kısa Devre Akımının Sınırlandırılması

Yüksek gerilim tesislerinde sigorta yerine devreye bara bağlanması hâlinde devreden geçebilecek akım değerine **kısa devre akımı (Ik)** denir. Kısa devre akım değeri, sigortanın yapısı ve kullanılan malzemenin kalitesi ile ilgilidir.

YG sigortalarının akım yükselirken ilk yarım periyotta yani kısa devre akımı tepe değerine ulaşmadan (yaklaşık 10 milisaniye) akımı kesmesi istenir. Böylece koruma altındaki tesis veya cihaz kısa devre akımlarının tahrip edici termik ve mekanik etkilerinden korunmuş olur. Sigorta attığında koruma teli belirli bir sürede erir. Bu arada oluşan ark, kuvars kumu ile söndürülür. Arkın sönme süresince akım, ark boyunca azalır ve gerilimin ilk sıfırdan geçişi sırasında tamamen kesilir (Görsel 4.12).



Görsel 4.12: Sigorta erime akımı ve erime süresi

4.1.3.4. YG Sigortanın Fiziksel Büyüklükleri

YG sigortanın fiziksel büyüklükleri anma gerilimi ve en büyük kesme akımına göre değişir. Boru uzunlukları anma gerilimine göre kademeli olarak artan standart uzunluklardadır. Boru çapı maksimum 88 mm olup I1 kesme akımına göre farklılaşır. Bu değerlerle birlikte sigorta ağırlığı da 5 kg'a kadar çıkabilir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Anma Gerilimlerine Göre Sigortanın Fiziksel Büyüklükleri

Anma Gerilimi (kV)	En Büyük Kesme Akımı (I1-kA)	Sigorta Boru Uzunluğu (mm)	Sigorta Çapı (mm)	Sigorta Ağırlığı (kg)
7,2	20	192	53	1,2
	16		75	2,1
12	20	292	53	1,7
	16		75	3,1
24	20	442	53	2,2
	16		75	4,6
36	20	537	53	2,8
	16		75	5,2



4.1.3.5. YG Sigortalarında Güç Sarfıyatı

YG sigortaları çalışırken ısınır ve belirli bir güç harcar. Harcanan güç, sigortanın direnci ve geçen akımın karesiyle doğru orantılıdır. Sigortanın ortalama güç sarfıyatı $P = I^2 \times R \times K$ olarak hesaplanabilir. Formülde;

I: Anma akımı, A

R: Sigortanın 20° sıcaklıktaki iç direnci, mΩ

K: Isınma sonucu direncin artışını belirleyen faktördür.

K katsayısı anma akımı için yaklaşık 1,2-2 olarak alınır. Anma akımından küçük akım değerleri için de 1,1-1,3 gibidir.

Örnek

7,2 kV'luk bir YG sigortasının anma akımı 2 A, 20° ısıdaki direnci 0,7 Ω ve K katsayısı 1,8'dir. Sigortanın güç sarfıyatını bulunuz.

$$P = I^2 \times R \times K \quad P = (2)^2 \times 0,7 \times 1,8 \quad P = 5,04 \text{ W}$$

Anma gerilimi ve anma akımına göre YG sigorta güç sarfıyatları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: Sigorta Anma Gerilim ve Akımlarına Göre Direnç ve Güç Sarfıyatı Değerleri

Anma Gerilimi (kV)	Anma Gerilimi (kV)							
	7,2		12		24		36	
	20° Isı Direnci R (mΩ)	Güç Sarfıyatı P (W)	20° Isı Direnci R (mΩ)	Güç Sarfıyatı P (W)	20° Isı Direnci R (mΩ)	Güç Sarfıyatı P (W)	20° Isı Direnci R (mΩ)	Güç Sarfıyatı P (W)
2	700	5	1200	11	2100	22	2800	25
6	280	12	400	14	500	20	700	20
10	110	15	160	22	275	40	320	40
16	65	22	95	25	145	55	160	85
20	42	24	62	32	90	60	110	80
25	37	30	48	39	75	65	95	90
30	27	35	40	40	60	70	80	195
40	20	45	29	65	55	110	75	227
50	16	55	25	75	40	115	46	220
63	12	62	18	95	27	140	38	198
80	7	63	10	120	18	225	28	260



4.1.4. YG Sigortalarının Kullanılma Alanları ve Sigorta Seçimi

YG sigortaları, şalt tesis ve cihazlarının kısa devre akımlarına karşı korunması için iyi ve ekonomik bir çözümdür. Genellikle motorların, transformatörlerin, kondansatörlerin, anahtarlar-elemanlarının ve enerji nakil hatlarının korunmasında kullanılır.

Sigortanın, koruma yapacağı yere uygun özelliklerde seçilmesi gerekir. Seçim yapılırken kullanılacağı cihaz ve cihazın bulunduğu alan dikkate alınır. Sigorta açık alanda kullanılacaksa hariç, kapalı alanda kullanılacaksa dâhilî tipler tercih edilir.

Sigorta anma gerilimi, işletme gerilimine uygun olmalıdır. Isınma, sigorta akımı için de önemli faktörlerden biridir. Örneğin bir transformatör korumasında açık havada 6 A'lık sigorta uygunsa kapalı alanda 10 A'lık sigorta gerekebilir. Şebekenin kısa devre yükü de dikkate alınmalıdır. Bu yüke uygun özellikte sigorta seçilmesine özen gösterilmelidir. Bazı özel hâllerde bir üst boydaki sigorta seçilebilir.

Motor Koruması: Motorların kısa devre akımlarına karşı korunmasında en önemli husus yol alma akımı ve yol alma süresidir. Bir diğer önemli ölçüt ise yol verme tekrarı, yani motora saatte kaç defa yol verildiğidir. Yol verme periyodunun sıklığına göre seçilen sigorta anma akım değeri yükseltilmelidir.

Kondansatör Koruması: Kondansatör korumasında da yol alma akımı ve harmonik bozulma dikkat edilmesi gereken hususlardır. Sigorta anma akım değeri; kondansatör grubunun yol alma akımına, sürekli maksimum yük akımına dayanabilmeli ve müsaade edilen harmonik bozulmaya izin vermelidir. Genel olarak sigorta anma akım değeri, kondansatör tam yük akım değerinin 1,6-2 katından az olmamalıdır.

Geçici gerilim yükselmeleri de ihmal edilmemeli ve emniyet bakımından bir üst gerilim sınıfındaki sigorta seçilmelidir.

Kablo ve Hat Koruması: Sigorta anma akım değeri kablo veya hat kesitlerinin taşıyabileceği maksimum yüke göre seçilmelidir. Kablo ve hava hatlarının zaman zaman aşırı yüklenebileceği unutulmamalıdır. Aksi hâlde sigorta, anma akımı ile minimum kesme akımı arasında kalan bölgede yüklenerek tahrip olabilir.

Gerilim Transformatörü Koruması: Gerilim transformatörleri çok küçük dayanımlı oldukları için YG sigortaları tarafından korunamaz. Kullanım amacı arızalı gerilim transformatörünün sistemden ayrılmasıdır. Sigortanın seçiminde esas, gerilim transformatörünün yol alma akımına dayanacak büyüklükte olmasıdır.

Transformatör Koruması: Transformatör korumasında kullanılacak sigorta seçiminde özellikle anma akım değeri önemlidir. Genel olarak transformatörün korunmasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Anma akım değeri belirlenirken transformatörün yol alma akımına ve AG (alçak gerilim) tarafındaki kısa devre akımına dikkat edilmelidir. Transformatör yol alma akımı 10 milisanide transformatör tam yük akımının 10-12 katına çıkar. Bu sebeple anma akımı bu sürede sigorta atmayacak şekilde seçilmelidir. Aynı şekilde AG tarafında meydana gelebilecek bir kısa devrede, YG tarafında ortaya çıkacak akım değeri sigortanın minimum açma akımı değerinden küçük olmamalıdır. Aksi hâlde sigorta devreyi kesmeyecek ve transformatör zarar görecektir.
- Anma akım değeri ile ilgili diğer bir husus bu değer transformatörün aşırı yüklenmesine izin verme gereğidir. Transformatör geçici olarak aşırı yüklendiğinde sigorta atmamalıdır.
- İn, transformatör sargılarındaki bir arızada en hızlı şekilde devreyi kesebilecek değerde olmalıdır.
- Sigorta seçiminde transformatörün diğer koruma elemanları da dikkate alınmalıdır. Seçilen sigorta, besleme hattının başındaki sigorta veya röle ve AG tarafındaki sigortalar ile uyumlu çalışabilmelidir.



Normal işletme şartlarında transformatör korumasında Tablo 4.4'te verilen değerler kullanılabilir.

Tablo 4.4: Transformatör Anma Gücüne Göre YG Sigorta Anma Akım Değerleri

Transformatör Anma Gücü (kVA)	U1n = 7,2 kV U2n = 400 V		U1n = 12 kV U2n = 400 V		U1n = 24 kV U2n = 400 V		U1n = 36 kV U2n = 400 V	
	YG Sigorta Anma Akımı (A)		YG Sigorta Anma Akımı (A)		YG Sigorta Anma Akımı (A)		YG Sigorta Anma Akımı (A)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
25	6,3	6,3	4	6,3	4	6,3	4	6,3
50	10	16	6,3	16	6,3	6,3	4	6,3
75	16	25	10	16	6,3	6,3	6,3	6,3
100	20	31,5	16	25	10	10	6,3	6,3
125	25	40	16	25	10	16	6,3	10
160	31,5	50	20	31,5	16	20	10	16
200	40	63	25	31,5	16	20	10	16
250	50	80	31,5	50	20	25	16	20
315	63	100	40	63	20	25	16	25
400	80	125	50	80	25	40	16	25
500	100	160	63	100	31,5	50	25	31,5
630	125	200	80	125	40	63	31,5	40
800	160	200	100	125	50	63	40	50
1000	200	200	125	160	63	80	40	50
1250	-	-	-	-	80	80	50	63
1600	-	-	-	-	100	100	63	80
2000	-	-	-	-	125	125	2 X 50	

1. Örnek

Kapalı alanda kullanılan 100 kVA gücündeki bir transformatör 12 kV'luk anma gerilimine sahiptir. Bu transformatörün korunmasında kullanılacak YG sigorta değerleri nelerdir?

Çözüm

Anma gerilimi transformatör ve şebeke gerilimine uygun olarak 12 kV'tur.

Dâhili tip bir sigorta kullanılmalıdır.

Tablo 4.4'ten belirlenen sigorta akım değeri minimum **16 A**, maksimum **25 A**'dir.

Transformatör kapalı alanda bulunduğu için **25 A**'lik sigorta kullanılması uygundur.

2. Örnek

Açık şalt sahasında kullanılan 800 kVA gücündeki güç transformatörü 36 kV'luk anma gerilimine sahiptir. Bu transformatörün korunmasında kullanılacak YG sigorta değerleri nelerdir?

Çözüm

Anma gerilimi transformatör ve şebeke gerilimine uygun olarak 36 kV'tur.

Harcî tip bir sigorta kullanılmalıdır.

Tablo 4.4'ten belirlenen sigorta akım değeri minimum **40 A**, maksimum **50 A**'dir.

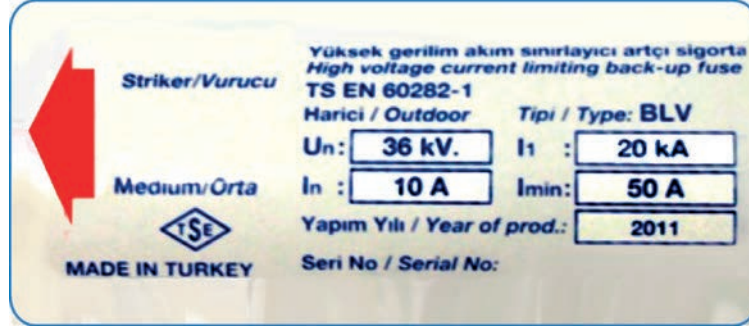
Transformatör açık alanda bulunduğu için **40 A**'lik sigorta kullanılması uygundur.



3. Uygulama

YG SİGORTA ETİKET BİLGİLERİNİN OKUNMASI

AMAÇ: YG sigorta etiket bilgilerini okumak.



Görsel 4.13: YG sigorta etiketi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG sigorta	Akım sınırlayıcı artçı tip	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven	1 adet

Tablo 4.5: YG Sigorta Etiket Değerleri

Kullanım Alanı	Gösterge Mekanizması	Un (kV)	In (A)	I1 (kA)	I3 (Imin-A)

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş eldiveninizi giyiniz ve öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. YG sigorta etiket bilgilerini inceleyiniz.
3. İncelediğiniz sigortanın etiket değerlerini Tablo 4.5'e kaydediniz.
4. Elemanları teslim ediniz ve çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Etiket bilgilerinin önemini açıklayınız.
2. Etiket bilgilerine göre sigortanın devreyi açacağı akım değerlerini belirtiniz.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Sigorta etiket bilgilerinin incelenmesi	25	
Sınıfı:	2. Sigorta etiket bilgilerinin tabloya kaydedilmesi	25	
Numarası:	3. Sigorta etiket bilgilerinin doğru yorumlanması	25	
ÖĞRETMEN	4. Tertip, düzen ve temizlik	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			



4. Uygulama

YG SİGORTA ÖLÇÜLERİNİN TESPİTİ

AMAÇ: YG sigorta ölçülerini belirlemek.



Görsel 4.14: YG sigortaları

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG sigorta	Akım sınırlayıcı artçı tip farklı ölçülerde	3 adet
Ölçme aletleri	Şeritmetre, terazi veya baskül	Birer adet

Tablo 4.6: YG Sigorta Ölçüleri

Sigorta Numarası	Un (kV)	I1 (kA)	Sigorta Boru Uzunluğu (mm)	Sigorta Boru Çapı (mm)	Sigorta Ağırlığı (kg)
1					
2					
3					

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. YG sigorta etiket bilgilerini inceleyiniz.
3. İncelediğiniz sigortanın anma gerilimi ve en büyük kesme akımını Tablo 4.6'ya kaydediniz.
4. Sigorta boru uzunluğu ve çapını ölçerek Tablo 4.6'ya kaydediniz.
5. Sigorta ağırlığını ölçerek Tablo 4.6'ya kaydediniz.
6. Elemanları teslim ediniz ve çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Sigortaların farklı büyüklüklerde yapılma sebebini açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Sigorta boru uzunluklarının ölçülüp tabloya kaydedilmesi	25	
Sınıfı:	2. Sigorta çaplarının ölçülüp tabloya kaydedilmesi	25	
Numarası:	3. Sigorta ölçülerinin doğru yorumlanması	25	
ÖĞRETMEN	4. Tertip, düzen ve temizlik	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			



5. Uygulama

YG SİGORTA SEÇİMİ

AMAÇ: YG sigorta seçimini yapmak.



Görsel 4.15: YG sigorta seçimi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG sigorta	Akım sınırlayıcı artçı tip	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven	1 adet

Tablo 4.7: Seçimi Yapılan YG Sigorta Değerleri

Un (kV)	In (A)	20° Isı Direnci R (mΩ)	Sigorta Güç Sarfiyatı P (W)

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Tablo 4.3 ve 4.4'ü inceleyiniz.
2. 7,2 kV'luk kapalı bir tesiste kullanılan 200 kVA'lık bir transformatör için sigorta seçimini yapınız.
3. Seçimini yaptığınız sigortanın anma gerilimi ve anma akımını Tablo 4.7'ye kaydediniz.
4. Seçimini yaptığınız sigortanın 20° ısıdaki direncini Tablo 4.3'ten alarak Tablo 4.7'ye kaydediniz.
5. K değerini 1,3 alarak sigortanın güç sarfiyatını hesaplayıp Tablo 4.7'ye kaydediniz.
6. Hesaplamayla bulduğunuz güç sarfiyatı değerini Tablo 4.3'teki değerle karşılaştırınız.

SORU

1. Sigorta seçiminin yanlış yapılması ne gibi olumsuzluklara sebep olur? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Sigorta seçiminin yapılması	25	
Sınıfı:	2. Sigorta güç sarfiyatının hesaplanması	25	
Numarası:	3. Değerlerin tabloya kaydedilmesi	25	
ÖĞRETMEN	4. Tertip, düzen ve temizlik	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			



4.2. YG SİGORTA MONTAJI

YG sigortalarının ilk montaj veya sigortanın atması sonucunda değiştirilmesi sırasında yerine takılmadan önce enerji kesilmeli ve gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır. Meydana gelen kazaların bir kısmı emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyulmamasından kaynaklanmakta ve ölümcül olabilmektedir. Özellikle yüksek gerilim altında hayati risk daha fazladır.

Montaj sırasında güvenlik açısından sigorta değiştirme pensi kullanılmalıdır. Sigorta değiştirme pensi, YG tesislerinde kullanılan değişik çaplardaki sigortaları kavrayabilecek özellikte iki yuvası olan ve birbirleri ile uygun noktalardan birleştirilmiş 100 cm'lik iki adet izole çubuktan ibarettir (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: YG sigorta pensi

Pens, suni fiberle güçlendirilmiş sentetik malzemeden ve üzerinde herhangi bir metal parça olmadan imal edilir. Pensin tamamı yalıtkan olup suya, neme ve ısıya dayanıklıdır. Her türlü iklim şartlarında kullanıma uygun olup ağırlığı 2 kg'dan fazla değildir.

YG sigortalarının montajından önce sigorta aşağıda verilen basit yöntemlerle kontrol edilmelidir.

- Sigorta hafifçe sallandığında kumun hareketi duyuluyorsa sigorta kullanılmamalıdır.
- Sigorta başlığından kum sızıyor veya ambalajında kum görülüyorsa sigorta kullanılmamalıdır.
- Elle sigorta gövdesi kontrol edilerek herhangi bir çıkıntı veya düzensizlik olup olmadığı kontrol edilmelidir. Özellikle başlıklarda keskin kenar olmamalıdır. Keskin kenarlar montaj sırasında veya sigorta çıkarılırken buşon tutuculara zarar verebilir.
- Sigorta etiketi üzerindeki yazılar silinmişse sigortanın kullanımı sakıncalı olabilir.

Tüm şartlar sağlanıp sigortanın sağlam olduğu tespit edildiğinde aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilerek sigortanın montajı yapılır:

- Sigortanın montaj yerine takılması gereken yön belirlenir.
- Sigorta, üzerindeki etiket öne gelecek şekilde çevrilir.
- Etiket üzerinde okla gösterilen pim yönüne dikkat edilerek sigorta yerine oturtulur.
- Başlıkların yerine oturduğu kontrol edilir.
- Son olarak sigortanın pozisyonu ve gevşeklik olup olmadığı kontrol edilir.



4.3. YG SİGORTA DEĞİŞİMİ

Sigorta üzerinden kısa devre akımı geçmesi veya gerilim değerinin ani yükselmesi gibi arıza durumlarında sigorta içindeki koruma teli erir. Gösterge mekanizması çalışarak sigortanın attığını belirtir. Bu durumda arıza giderildikten sonra sigorta yenisi ile değiştirilir. Sigorta değişimi sırasında iş güvenliği kurallarına azami dikkat gösterilmelidir (Görsel 4.17).

Sigorta değişimi sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Değişime başlamadan önce enerji mutlaka kesilmeli, enerji kesilmeden sigorta değiştirilecek ortama girilmemelidir.
- Atan sigorta hemen değil 5-10 dakika sonra değiştirilmelidir.
- Gerekli topraklamalar yapılmalıdır.
- Sigorta değişimi sırasında mutlaka iş güvenliği ekipmanları kullanılmalıdır.
- Sigorta değişimi yüksekte yapılacaksa mutlaka emniyet kemeri ve diğer yüksekte çalışma ekipmanları kullanılmalıdır.
- Üzerine tel sarılarak köprülenmiş sigortalar kullanılmamalıdır.
- Üç fazlı bir şebekede bir fazın sigortası atsa bile diğer faz sigortaları da değiştirilmelidir. Atmamış olan sigortaların koruma telleri arızadan etkilenmiş ve sigortaların akım taşıma kapasiteleri azalmış olabilir.
- Değişim işlemi güvenlik açısından sigorta pensi ile yapılmalıdır.
- Değişim işlemi tamamlandıktan sonra etiket ve ok yönleri kontrol edilmeli, herhangi bir gevşeklik olmadığından emin olunmalıdır.



Görsel 4.17: YG sigorta değişiminde iş güvenliğine göre dikkat edilecek hususlar



6. Uygulama

YG SİGORTA MONTAJI

AMAÇ: YG sigorta montajı yapmak.



Görsel 4.18: YG sigorta montajı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG sigorta	Vurucu pimli artçı sigorta	3 adet
Sigorta altlığı	Kullanılan sigortalara uygun	3 adet
İş güvenliği ekipmanları	İzole eldiven, gözlük, baret, sigorta değiştirme pensi	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamadan önce iş güvenliği hazırlıklarınızı yapınız ve öğretmeninizden malzemeleri alınız.
2. Elle ve gözle sigortanın sağlamlığını kontrol ediniz.
3. Üzerindeki etiket öne gelecek şekilde sigortayı çeviriniz.
4. Etiket üzerinde okla gösterilen pim yönüne dikkat ederek sigortayı pensle yerine oturtunuz.
5. Sigorta başlıklarının yerine sağlam bir şekilde oturduğunu kontrol ediniz.
6. Diğer sigortaları da aynı şekilde yerine takınız.
7. Son olarak sigortaların pozisyonunu ve gevşeklik olup olmadığını kontrol ediniz.
8. Elemanları teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORULAR

1. Montaj sırasında sigorta pim yönüne göre yanlış takılırsa sonuç ne olur? Açıklayınız.
2. Gevşek montajın muhtemel sonuçlarını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Sigortaların sağlamlığının kontrol edilmesi	20	
Sınıfı:	2. Sigorta etiketlerinin doğru konumlandırılması	20	
Numarası:	3. Sigorta ok yönlerinin doğru konumlandırılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Sigortaların doğru yerleştirilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



7. Uygulama

YG SİGORTA DEĞİŞİMİ

AMAÇ: YG sigorta değişimi yapmak.



Görsel 4.19: YG sigorta değişimi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
YG sigorta	Vurucu pimli artçı sigorta	3 adet
Sigorta altlığı	Kullanılan sigortalara uygun	3 adet
İş güvenliği ekipmanları	İzole eldiven, gözlük, baret, sigorta değiştirme penci	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Sigorta değişimi yapılacak hattın enerjisini tamamen kesiniz.
3. Bir müddet bekledikten sonra gerekli topraklamaları yapınız.
4. Atan sigorta ile beraber diğer sigortaları da pens ile yerinden alınız.
5. Değişimi yapılacak sigortaları yerleştirmeden önce sağlamlığını kontrol ediniz.
6. Etiket ve ok yönüne dikkat ederek sigorta penciyle sigortaları yuvalarına oturtunuz.
7. Sigortaların pozisyon ve gevşeklik kontrolünü yapınız.
8. Elemanları teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Sigorta değişimi sırasında dikkat edilecek hususları açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Gerekli iş güvenliği tedbirlerinin alınması	20	
Sınıfı:	2. Hattın enerjisinin kesilmesi	20	
Numarası:	3. Topraklamanın yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Sigortaların sağlamlığının kontrol edilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	

**ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME**

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

1. () YG sigorta gövdesi, kare yapıda olup cam malzemeden yapılmıştır.
2. () In ile I3 arasındaki bölgede koruma yapmak için termik korumalı sigortalar kullanılır.
3. () Koruma teli, arıza anında eriyerek sigortanın devreyi kesmesini sağlar.
4. () Sigorta attığında sigorta değiştirilecek ortama hemen girilmelidir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. YG sigortanın kesebileceği maksimum hata akımına akımı denir.
6. Arıza anında sigorta içinde oluşan arkın söndürülmesi için kullanılır.
7. Sigorta değişimi sırasında mutlaka ekipmanları kullanılmalıdır.
8. Sigorta çalışırken harcanan güç, sigorta direnci ve akımın karesiyle orantılıdır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi arıza sebebi değildir?

- A) Anahtarlama işlemi
- B) Dengesiz yüklenme
- C) Hatlarda oluşan salınımlar
- D) Kısa devre
- E) Yıldırım düşmesi

10. Aşağıdakilerden hangisi YG sigortaları tarafından korunamaz?

- A) Ayırıcı ve kesici
- B) Akım transformatörü
- C) Gerilim transformatörü
- D) Kablo ve hat
- E) Kondansatör grupları

11. Aşağıdakilerden hangisi sigortanın attığını gösteren elemandır?

- A) Bakır bant
- B) Gösterge mekanizması
- C) Koruma mekanizması
- D) Porselen boru
- E) Seramik tij

12. Aşağıdakilerden hangisi Türkiye’de kullanılan YG sigorta anma gerilim değerlerinden değildir?

- A) 7,2 kV B) 12 kV C) 24 kV D) 36 kV E) 38 kV

5. ÖĞRENME BİRİMİ

KURANPORTÖR VE SCADA SİSTEMLERİ



KONULAR

- 5.1. KURANPORTÖR SİSTEMLERİ
- 5.2. NETWORK (AĞ) SİSTEMLERİ
- 5.3. SCADA SİSTEMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kuranportör sistemlerinin bakım ve onarımını yapma
- Network (ağ) sistemlerini kurma
- SCADA sistemlerini kullanma

TEMEL KAVRAMLAR

kuranportör, hat tıkaçı, taşıyıcı hat, sızdırma bobini, kaplin kondansatörü, enterkonnekte, PLC, HMI, Network, telemetri, TCP/IP, LAN, WAN, SCADA

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. İletişim ve haberleşmede hangi cihazlar kullanılır? Bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. YG enerji iletim ve dağıtım merkezleri arasında sizce haberleşme nasıl yapılır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.





5.1. KURANPORTÖR SİSTEMLERİ

Türkiye’de yüksek gerilim iletim ve dağıtım merkezlerinin tamamı, enterkonnekte şebeke ile birbirine bağlıdır. Enerjinin sağlıklı kontrol edilebilmesi için enerji merkezleri arasında haberleşme yapılır. YG üretim santralleri, trafo ve yük dağıtım merkezleri arasında verilerin iletilmesi önemlidir. Bu veri iletimi sadece şebeke kontrolü ve uzaktan kontrol teknolojisi tarafından yapıldığında veri kayıpları meydana gelir ve sağlıklı veri elde edilemez. Bu nedenle enerji sistemlerinde güvenilir şebeke iletimi, sistemin izlenmesi ve işletilmesi için haberleşme sistemi olarak kuranportör sistemleri kullanılır.

Yüksek gerilim enerji hatları üzerinden haberleşmeyi sağlayan sisteme **kuranportör sistemi** denir. Kuranportörlerin olmadığı YG merkezlerinde enerji iletiminde faz açısı ölçümleri, güç kalitesi, arızanın kaydedilmesi gibi veriler farklı merkezler arasında paylaşılamaz. Kuranportörler ve dijital teknoloji sayesinde haberleşme, veri analizi ve kontrolü rahatlıkla yapılabilir. Kuranportörler, yüksek gerilimlerde enerji iletim hatları üzerinden haberleşme ve ses sinyallerinin, verilerin ve koruma komutlarının iletimi için geliştirilmiş olan sistemlerdir. Bu sistemler; **Güç Hat Taşıyıcı İletişimi, PLCC [Power Line Carrier Communication (Pavır Layn Keriyr Komünikeşın)]** ifadesiyle tanımlanır. Kuranportörler, OG güç hatlarını kullanarak güvenilir ve uygun maliyetli ağlar oluşturan, gelişmiş PLC teknolojisi ile çalışır. Kuranportörler, her türlü elektriksel veriyi taşıdıkları için **taşıyıcı** olarak da adlandırılır.

5.1.1. Sistemin Çalışması

Bir taşıyıcı sinyal ile veri sinyalinin birleşmesinden oluşan ve iletişim teknolojisinde kullanılan işleme **modülasyon işlemi** denir. YG tesislerinde güç hat taşıyıcısı ile kuranportör arasındaki iletişim, modülasyon işlemine dayanır. Bu işlem, kablolama sistemine modülasyonlu bir taşıyıcı sinyal eklenerek gerçekleştirilir. YG tesislerindeki sensörlerden toplanan veriler, enerji iletim hatları üzerinden iletilir. Böylece ekstra olarak kablo kullanılmasına gerek kalmaz ve maliyet azalmış olur.

Elektrik enerjisi iletiminde enerji hatları üzerinden haberleşme gerçekleştiği için **yüksek frekanslı hat ayırıcıları** kullanılır. Elektrik enerjisi ile iletmek istenen veriyi ayırmak için farklı frekans değerlerinden faydalanılır. İletişim sırasında frekans aralığı 50 Hz ile 500 kHz arasında olan her türlü veri iletilir. Bu frekans aralığındaki bilgi, enerji iletim hat iletkenlerine verici veya gönderici tarafından enjekte edilip alıcı uçta ise filtrelendir. Ülkemizde kuranportör sistemi ile 154 kV ve 380 kV YG hatları kullanılarak düşük frekans üzerine yüksek frekanslı sinyal bindirmek suretiyle haberleşme yapılabilir.

5.1.2. Sistemin Bölümleri

Kuranportör sistemi farklı bölümlerin bir araya gelmesinden oluşmuştur. Bu bölümler, yüksek gerilim enerji hattı üzerinden sağlıklı bir iletişim yapılması için farklı görevler yapar. Kuranportör sisteminin anlaşılabilmesi için bu yapıyı oluşturan elemanların her birinin ayrı ayrı incelenmesi gerekir. Bu yapının ana bileşenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Sinyal-hat tıkaçı
- Kaplin kapasitörü
- Koruyucu aletler
- Hat ayarlayıcı
- Yüksek frekans kablosu



5.1.2.1. Sinyal-Hat Tıkacı

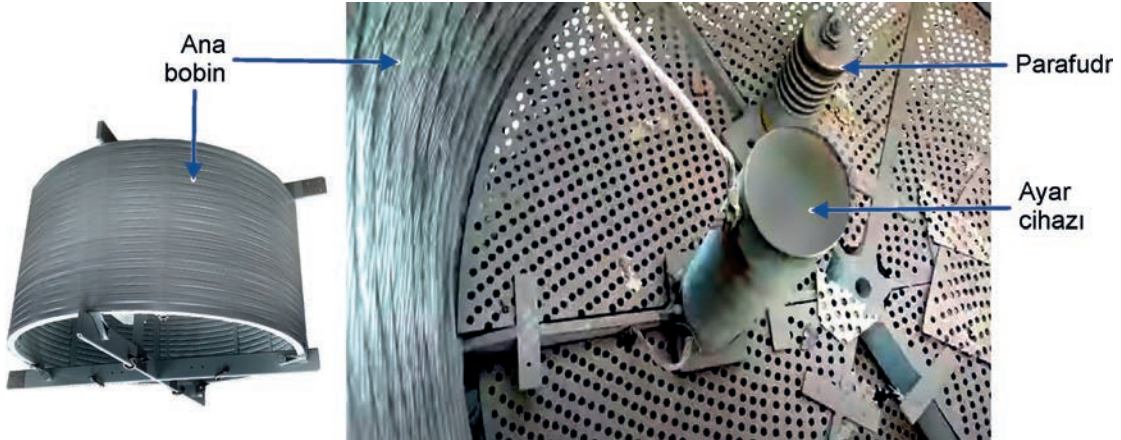
Yüksek değerdeki dalga frekanslarını yakalamak için **sinyal tıkacı** veya diğer adı ile **hat tıkacı** kullanılır. YG sistemlerinde hat tıkacı yerine **hat tuzağı**, **hat kapanı** kavramları da kullanılır.

Hat tıkaçlarının ana görevi, yüksek frekanslı haberleşme sinyallerinin istenmeyen yönler gitmesini engellemektir. Kuranportör sisteminin bu bileşeni, taşıyıcı sinyalin trafo merkezine girmesini önler. Böylece daha sağlıklı haberleşmenin gerçekleşmesini sağlar. Hat tıkacı, enerji iletim hattına seri olarak bağlanır (Görsel 5.1). Kısa devre durumlarında aşırı gerilime karşı koruma sağlar. Küçük bir ağırlığa sahip olan hat tıkaçının şebeke hattına montajı kolaydır.



Görsel 5.1: Sinyal-hat tıkacı

Hat tıkacı, yüksek empedansa sahip ve taşıyıcı enerji frekansına ayarlanan paralel rezonans devresidir. Hat tıkacı; ana bobin, ayar cihazı ve koruyucu cihaz (parafudr) olmak üzere üç ana bileşenden oluşur. Ayar cihazı ve parafudr, güvenli bir şekilde ana bobin içine monte edilmiştir (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: Hat tıkaçının yapısı

Hat tıkaçının dış kısmını oluşturan ana bobin, standart alüminyum malzemeden yapılmıştır. Ana bobin, hat geriliminin tamamını taşıyabilecek şekilde tasarlanır. Güç akışı zaman zaman yüksek değere çıktığı için bobin boyutları büyük yapılır. Hat tıkaçının empedansı ve güç frekansının (50 Hz) oldukça düşük olmasından dolayı şebeke gerilim değerinde herhangi bir düşme olmaz.



Ayar cihazı, ana bobin içine güvenli bir şekilde yerleştirilmiş olup engelleme frekansını veya bant genişliğini ayarlar. Ayar cihazı; bobin, kondansatör ve dirençlerden oluşur. Geniş bant ayarlama, tek frekans ayarlama ve çift frekans ayarlama olmak üzere üç çeşit ayar cihazı vardır.

Koruyucu cihaz (parafudr), ana bobin ve ana cihaza paralel bağlanır. Parafudr, yıldırım veya başka bir sebeple oluşan ani gerilim yükselmelerini düşürerek ana bobini ve ayar cihazını korur. Bir hat tıkaçının bant genişliği, minimum empedansın sağlayabildiği frekans aralığıdır.

5.1.2.2. Kaplin Kapasitörü (Coupling Capacitor)

Kaplin kapasitörleri, taşıyıcı sinyal ekipmanlarının iletim hattına bağlanması için kullanılan bir kapasitördür (Görsel 5.3). Kaplin kapasitörü yüksek gerilim güç kondansatörleri veya yüksek gerilim şönt kapasitörleri olarak da bilinir. Reaktif cihaz olan kaplin kapasitörü, taşıyıcı sinyalin geçmesine izin verirken güç sinyalinin PLC ve diğer cihazlara girmesini engeller. Bu kapasitör, farklı frekanslardaki sinyallere farklı empedans ile yanıt verir. Kaplin kapasitörünün değeri, üzerinden geçen AC sinyalin frekansına bağlıdır.



Görsel 5.3: Kaplin kapasitörleri

Kaplin kondansatörü eklenen gerilim transformatörleri, 40 -500 kHz arasındaki frekans bandında çalışan kuranportör cihazlarının RF (radyo frekans) iletişimine engel olmayacak şekilde tasarlanır. Kaplin kapasitörlerin kapasitansı oldukça küçük olup güç frekansına yüksek, taşıyıcı frekansına ise düşük empedans özelliği gösterir. Bunun gerçekleşmesi için devrede herhangi bir reaktif güç olmaması gerekir.

5.1.2.3. Koruyucu Elemanlar

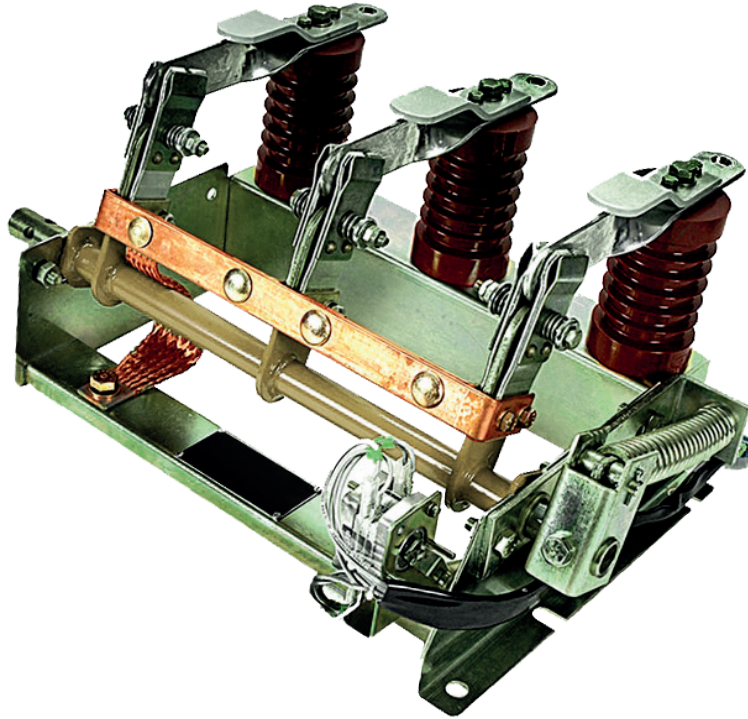
Kuranportör sisteminde kullanılan koruyucu elemanlar hem taşıyıcı donanımı hem de çalışan personeli korumak için kullanılır. Kuranportör sistemlerinde kullanılan koruyucu ekipmanlar; sızdırma (drenaj) bobini, tutucular ve topraklama anahtarı olarak sıralanabilir.



a) Sızdırma (Drenaj) Bobini: Kaplin kapasitörünün uçlarında yüksek gerilim zarar verici düzeye ulaşabilir. Kaplin kapasitörün alt ucu ile toprak arasına bağlanan ve bu noktada oluşabilecek yüksek gerilimin toprağa akmasını sağlayan elemana **sızdırma (drenaj) bobini** denir. Sızdırma bobini, hat ve koaksiyel kablo arasındaki empedans uyumu için de kullanılır. Ayrıca herhangi bir kaçak akım oluşması durumunda sızdırma bobini tüm kaçak akımı şebekeye zarar vermeyecek şekilde toprağa aktararak koruma yapar. Sızdırma bobininin frekansı 50 Hz, empedansı ise 20 Ohm'dur. RF işaretleri için ise yüksek empedans özelliği gösterir ve taşıyıcıdan gelen işaretleri hat yönüne, hattan gelen işaretleri ise taşıyıcıya yönlendirerek akım geçişine izin verir.

b) Tutucular: Sistemi yıldırımdan korumak için kullanılan paratoner sistemidir. İnşa edilen yapının en üst seviyesine monte edilir. Cihazı toprağa bağlamak için direnci düşük kablolar kullanılır. Bunun nedeni, yıldırım düşmesi veya ani bir voltaj yükselmesi sırasında topraklama kablosu aracılığı ile enerjiyi güvenli ve kolay bir şekilde toprağa akıtılabilmektir.

c) Topraklama Anahtarı (Topraklama Ayırıcısı): Bir devreyi veya bir cihazı toprağa bağlayan büyük güçlü anahtarlardır (Görsel 5.4). Bu tür işlemler için topraklama anahtarlarının yanı sıra yüksek hızlı topraklama anahtarları (YHTA) da kullanılır. YHTA, operatörlerden bağımsız olarak anma akımında yüksek hızda anahtarlama özelliğine sahiptir. Anahtar, manuel olarak da bir güç operatörü tarafından da açılabilir. Hat tıkaçı ve kuranportör sistemi üzerinde işlem yapılmadan önce hat üzerindeki enerjinin boşalması için topraklama anahtarı kapatılmalıdır.



Görsel 5.4: YG Topraklama Anahtarı

5.1.2.4. Hat Ayarlayıcı (Line Tuner)

Taşıyıcının çıkış direncinin hat direncine eşit olması ve sinyalin hat üzerinden kayıpsız bir şekilde iletilmesini sağlamak için hat ayarlayıcılar kullanılır. Hat ayarlayıcıları hat boyunca güç hattına düşük empedanslı bir yol sağlar. Bununla beraber taşıyıcı frekansına eşit frekansta olacak şekilde özel olarak ayarlanmış bir seri rezonans devresi oluşturur.



Güç hattına düşük empedanslı bir yol sağlayarak istenen sinyalin en az kayıp ile maksimum düzeyde iletilmesini sağlar (Görsel 5.5). Bu işlemler hat ayarlayıcının yanı sıra bağlantı kapasitörleri ile birlikte gerçekleştirilir. Yüksek empedansa sahip olsalar da kuplaj kondansatörlerinin topraklanması gerekir. Topraklama, kuplaj kondansatörün tabanına yerleştirilen sızdırma (drenaj) bobini ile sağlanır.

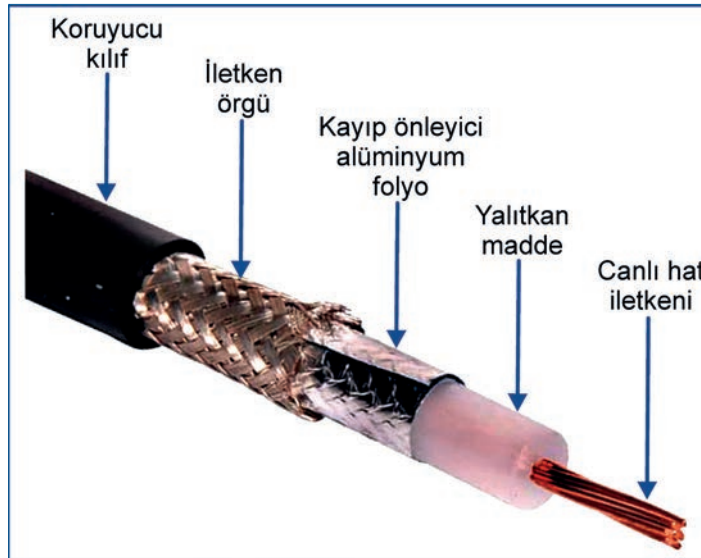


Görsel 5.5: Hat ayarlayıcılar

5.1.2.5. Yüksek Frekans Kablosu (Koaksiyel Kablo)

Kuranportör sisteminde yüksek frekans kablosu kullanılır (Görsel 5.6). Bu kablolar koaksiyel kablo olarak da bilinir. Bu kablounun yapısı iç içe oluşan dört kısımdan meydana gelir.

En içteki bakır iletken, sinyali taşıyan canlı hattır. Canlı hattın etrafı dielektrik sabiti yüksek bir yalıtkan ile çevrelenmiştir. Bunun üzerindeyse iletkenlerden oluşan bir örgü yer alır. En üst kısımda ise plastik bir koruyucu kılıf bulunur. Koaksiyel kablolar, ihtiyacı karşılamaya yönelik tasarlanmış yüksek kaliteli kablolardır. Yüksek frekanslı akım taşırlar. Bu kablounun direnci genellikle 50 -75 Ohm aralığındadır. Güç hattının direnci ise genellikle 150-500 Ohm arası bir değerdedir. Yüksek frekans kablosu, taşıyıcı olup hat ayar kutusu ile güç hattı arasındaki empedansın maksimum düzeyde eşleşmesini sağlar.



Görsel 5.6: Koaksiyel kablounun yapısı

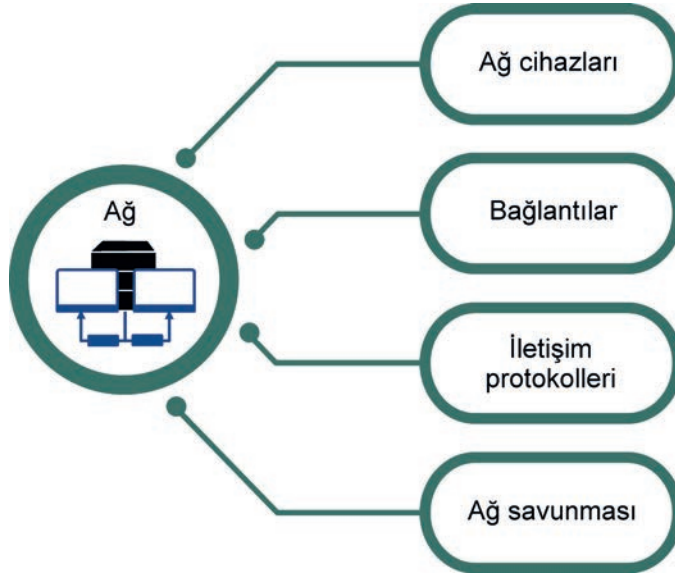


5.2. NETWORK (AĞ) SİSTEMLERİ

Bilgiyi iletmek veya paylaşmak için iki veya daha fazla işlem cihazının (bilgisayar, tablet, telefon, projeksiyon cihazı vb.) kablolu veya kablosuz olarak bir araya geldiği sistemlere **network (ağ) sistemleri** denir. YG merkezlerinde şalt sahası, trafo merkezleri ve yük tevzi merkezleri arasında verilerin iletilmesi ve haberleşme için kullanılır. Güç hattı taşıyıcı iletişimi (Power Line Carrier Communication-PLCC) sisteminin yapı ve bileşenleri arasındaki iletişim, **network sistemleri** aracılığıyla gerçekleştirilir.

5.2.1. Ağın Temel Bileşenleri

Genel anlamda network sistemleri; ağ cihazları, bağlantılar, iletişim protokolleri ve ağ savunması olmak üzere dört temel bloktan oluşur (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Bir ağın temel bileşenleri

5.2.1.1. Ağ Cihazları

Ağ cihazları network sistemine bağlı olması gereken bilgi işlem cihazlarıdır. Ağa bağlı bu iletişim cihazlarının sayısı azaltılıp artırılabilir. Ağ cihazları şunlardır:

a) Bilgisayarlar, Cep Telefonları ve Diğer Tüketici Cihazlar: Kullanıcının doğrudan eriştiği ve diğer ağ cihazlarına nazaran daha sık kullandığı iletişim cihazlarıdır (Görsel 5.8). Network sistemine bağlı olan bu cihazlar sayesinde YG tesislerinde kullanılan veriler e-postayla alınabilir veya yollanabilir. Ağa bağlı olan kamera sistemlerine ait görüntü, anlık ve canlı olarak izlenebilir. Kurulumu gerçekleştirilmiş uygulamalar sayesinde analizler yapılabilir. Ağ cihazlarına kuranportör vb. simülasyon programları yüklenerek uygulamalar gerçekleştirilebilir. Böylece pratikte ortaya çıkabilecek hataların oranı azaltılır ve olası kazalar önlenir.



Görsel 5.8: İletişim ağında kullanılan çeşitli cihazlar



b) Sunucular (Servers): Ana hesaplamanın yapıldığı ve veri depolamanın gerçekleştiği yer, sunuculardır (Görsel 5.9). Bilgisayar, cep telefonu vb. cihazlardan gelen veya bu cihazlardan talep edilen veriler sunuculara iletilir. İnternete bağlı olarak çalışan sunuculara kesintisiz erişim önemlidir. Bu nedenle sunucular soğutma sistemleri ve jeneratörlerin kullanıldığı veri merkezlerinde korunur. YG tesislerinde sunucular, üretilen ve tüketilen her türlü veriyi (şalt sahası, yük tevzi ve trafo merkezlerine ait veriler vb.) daha sonra ihtiyaç hâlinde ulaşılmak üzere saklar.



Görsel 5.9: Network (Ağ) Sunucuları

c) Yönlendiriciler (Routers): Yönlendiriciler, belirlenen son hedefe ulaşana kadar ağlar arasında verileri ileten cihazlardır (Görsel 5.10). Bu cihazla verilerin hangi ağ yolundan geçeceği seçilip yönlendirme işlemi yapılır. Yönlendiriciler iki temel işleve sahiptir:

- Veri paketlerini hedeflenen IP adreslerine ileterek ağlar arasındaki yoğun trafiği yönetmek.
- Birden fazla cihazın aynı internet bağlantısını kullanmasına izin vermek.



Görsel 5.10: Yönlendirici (Router)

ç) Ağ Anahtarları (Switches): Ağ anahtarları çok bağlantı noktasına sahip köprülerdir. Ağ anahtarı kavramının anlaşılabilmesi için tekrarlayıcı, hub (hab) ve köprü kavramlarının bilinmesi gerekir:

- **Tekrarlayıcı (Repeater):** Belirli bir ağ ortamında ağdaki cihazlar arasındaki mesafe arttığında veri veya sinyalin kaybolmadan veya zayıflamadan iletilmesi için tekrarlayıcı kullanılır. Zaman zaman bir ağda dolaşırken sinyal gücü azalabilir ya da bir ağın yönlendirme etki alanı daha da genişletmek istenebilir. Böyle durumlarda tekrarlayıcılardan yararlanılır.

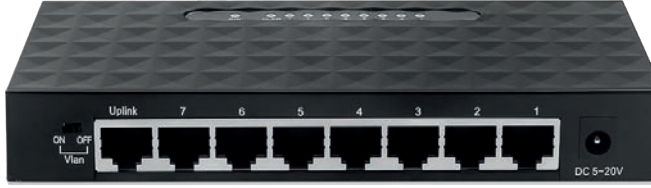


Tekrarlayıcıların en önemli avantajı, veri güvenliğini ve kalitesini sağlamak ve uzun mesafelerde veri aktarımıdır. Tekrarlayıcılar aldıkları ağ sinyallerini temizleyerek daha net bir hâle dönüştüren ya da daha güçlü bir duruma getirerek ileten elektronik cihazlardır. Bu nedenle tekrarlayıcılar sinyal güçlendiriciler olarak da bilinir (Görsel 5.11).



Görsel 5.11: Tekrarlayıcı

- **Hub:** İçinde birden çok bağlantı noktası olan tekrarlayıcıdır (Görsel 5.12). Kendisine ulaşan sinyali veya veriyi uygun olan bağlantı noktasına iletir. IP adresine ihtiyaç duymaz. Üzerinde bulunan port sayısına göre isimlendirilen hub, 4, 8, 12, 16 ve 24 portlu olarak üretilir.



Görsel 5.12: 8 portlu hub

d) Köprü: Daha küçük alt ağları birbirine bağlayarak daha büyük bir ağ oluşturmak için kullanılan ağ aygıtıdır (Görsel 5.13). Bu işleme **ağ köprüleme** denir. Köprüleme ile yönlendirme işlev olarak birbirine benziyor gibi görünse de esasında birbirinden çok farklıdır. Yönlendirme, birden çok ağın bağımsız olarak iletişim kurmasına ve ayrı kalmasına izin verirken köprüleme, birden fazla ağ sanki tek bir ağmış gibi birbirine bağlar. Köprüler, ağı genişletmek için tekrarlayıcı olarak çalışabilir. Ağ köprüsü, ethernet bir protokol örneği olup aynı protokolü kullanan diğer bilgisayar ağları ile ara bağlantı sağlar.



Görsel 5.13: Ağ köprüsü

Köprüler aynı zamanda ağ performansını artırıcı donanımlardır. Kendisine ulaşan sinyal veya verinin sadece hedeflenen bağlantı noktasına iletilmesini sağlar. Tek bir fotokopi makinesini veya yazıcıyı iki ayrı ağa bağlamak için ağ köprüsü kullanılabilir. Köprüler, hublardan farklı olarak birden çok aygıtın aynı anda veri veya sinyal göndermesine imkân tanır.



e) Ağ Geçitleri (Gateways): Ağ geçidi, farklı iletişim protokollerine sahip birbirinden bağımsız iki farklı ağı birbirine bağlayan bir ağ düğümüdür. Farklı ağlar arasında geçit görevi gören donanımlara sahip aygıtlardır (Görsel 5.14). Tüm verilerin, yönlendirilmeden önce ağ geçidinden geçmesi veya ağ geçidiyle iletişim kurması gerekir. Bu nedenle bir ağ için giriş veya çıkış görevi yapar. Ağ geçidi kullanmanın en önemli avantajı, internet bağlantısını tek bir cihazda basitleştirmektir. Bir ağ geçidi, sunucu ve güvenlik duvarı görevi görebilir. Ağ geçidi, ağı dâhilî veya haricî olarak yönlendirilen tüm verileri yönetir. Bir ağ, başka bir ağ ile iletişim kurmak istediğinde veri paketi ağ geçidine iletilir. Sonrasında ise veri paketi, ağ geçidi aracılığı ile en verimli yoldan hedefe yönlendirilir.



Görsel 5.14: Ağ geçidi

5.2.1.2. Ağ Bağlantıları

Bağlantılar, verinin veya sinyalin taşındığı iletim ortamlarıdır. Bağlantıların bilgiyi taşıma şekli, **iletişim protokolleri** tarafından tanımlanır. Bağlantıda bazı uç noktalar vardır. Bu uç noktalardan biri **kaynak** diğeri ise **hedef** cihazlardır. Bunlar **bağlantı noktaları** olarak adlandırılır. Bağlantılar iki veya daha fazla düğümü veya köşeyi birbirine bağlar. Ağ bağlantıları kablolu, kablosuz veya hibrit olmak üzere üç çeşittir:

a) Kablolu Bağlantı (Wired): Ağ bağlantısının kablo kullanılarak yapıldığı bağlantı türüdür (Görsel 5.15). Kablolu ağların çoğu **ethernet** ağlarıdır. Ağ anahtarı aracılığı ile bağlanan bir dizi cihazdan oluşur. Her cihaz bir kablo ile anahtara bağlanır. Daha büyük ağlar için ağ anahtarları birleştirilebilir.



Görsel 5.15: Kablolu bağlantı

Kablolu bağlantıda kaynak ile hedef cihazlar arasında koaksiyel, çift bükümlü, fiber optik kablolar ve telefon hatları aracılığı ile iletişim gerçekleştirilir. Kablo seçimi, hedef ve kaynak cihazının modeline ve altyapıya göre yapılır. Kablolu bir ağ; cihazları internet, bilgisayarlar veya başka bir ağa bağlar (Görsel 5.16).



Görsel 5.16: Bilgisayarların ağa kablo ile bağlantısı



b) Kablosuz Bağlantı (Wireless): Kablosuz bağlantıda ağ bağlantısı yapılırken kablolu bağlantı gibi fiziksel bir bağlantı elemanı yoktur. Kablosuz ağlarda kullanıcılar cihazlarıyla birlikte hareket edebildiği için sistem çok kullanışlıdır. Kablosuz bağlantıda kaynak ile hedef arasındaki iletişim, radyo veya diğer elektromanyetik sinyallerle gerçekleştirilir. Dezavantajı, diğer kablosuz cihazlardan gelen parazitlere maruz kalabilmesidir. Kullanılan yapı malzemelerinin radyo dalgalarını engellemesi de kablosuz ağlar için bir dezavantajdır. Kablosuz bağlantı için en yaygın örnekler; iletişim uyduları, hücresel ağlar, radyo frekansları ve teknoloji yayılma spektrumlarıdır. Cep telefonları, kablosuz sensörler, TV uzaktan kumandaları, WLAN bilgisayarlar bu tür bağlantıya örnek olarak gösterilebilir. Kablosuz LAN'lar, kısa mesafeli alanlarda bağlantı kurmak için spektrum teknolojisini kullanır. Birçok kablosuz ağ teknolojisi içinde en yaygın olarak kullanılanlar, **Wi-Fi** ve **Bluetooth** teknolojileridir (Görsel 5.17).



Görsel 5.17: Cihazların ağa kablosuz bağlantısı

c) Hibrit Bağlantı: Çoğu yerel ağ bağlantıları kablolu ve kablosuz bağlantıların karışımından oluşur. Bu tür ağ bağlantılarına **hibrit bağlantı** adı verilir (Görsel 5.18).



Görsel 5.18: Cihazların ağa hibrit bağlantısı



Bağlantı türü seçilirken kullanıcının ihtiyacı, kaynak ile cihaz arasındaki mesafe, altyapı vb. durumlara bakılarak karar verilir. Her iki bağlantı türü de hız, menzil, güvenlik gibi faktörlere bağlı olarak avantajlı olabilir. Tablo 5.1’de kablolu ve kablosuz bağlantının karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Tablo 5.1: Ağ Bağlantılarının Karşılaştırılması

Faktör	Kablolu	Kablosuz
Hız	Kablosuz bağlantılardan daha hızlıdır. Kablolar üzerinde taşınan sinyaller daha az hassastır. Dolayısı ile hata oluşma oranı daha azdır.	Çoğu kablosuz bağlantı şifrelenir. Bu da işlemin gecikmesine sebep olur. Kablolu bağlantıya nazaran daha yavaştır.
Güvenlik	Daha güvenlidir. Veriler, mesajları yakalamak için kurcalanması daha zor olan fiziksel kablolar üzerinden iletilir.	Daha az güvenlidir. Veriler, ağa fiziksel olarak bağlı olmadan birileri tarafından ele geçirilebilir.
Maliyet	Kurulumu maliyetlidir. Yönlendirici, hub veya anahtarlar gereklidir. Çalışanlar veya o ortamda bulunan insanlar tarafından kurcalanmaması için kilitlenebilir dolaplara yerleştirilmesi gerekir. Kabloların estetik olması ve tehlikeli risk oluşturmaması için duvarlara yapılmış kanallardan geçirilmesi gerekir. Bunlar maliyeti artırıcı unsurlardır.	Maliyeti daha azdır. Sadece sinyalleri engelleyen yapı malzemesi kullanılmış ise birden fazla erişim noktasına ihtiyaç duyulur.
Menzil	Menzil daha fazladır. Bir bakır kablo veriyi veya sinyali 100 metreye kadar güvenli olarak taşıyabilir. Fiber optik kablolar ise 100 km’ye veya daha uzun mesafelere kadar güvenli bir şekilde taşıyabilir.	Kalın duvarlar veya diğer engeller sinyalleri zayıflatabilir ya da engelleyebilir. Bu nedenle menzili uzun değildir ve erişim noktaları ağı gerektirebilir.
Kurulum	Sabit kablolama hat düzeni esnek değildir. Bir fiziksel ortamın düzeni değiştirilirse, ağ bağlantı noktaları doğru noktada olmayabilir. Uzak bir mesafede kalabilir. Yeni kablolama ihtiyacı doğurabilir.	Cihazların sabit bir yerde kullanılmasına gerek yoktur. Kablosuz erişim noktasının menzili içerisinde herhangi bir noktaya konabilir.
Erişim	Fiziksel olarak erişim gereklidir. Yakın veya uzak olması önemli değildir.	Fiziksel erişim gerekmez. Yakın olması önemlidir.



5.2.1.3. İletişim Protokolleri (Ağ Protokolleri)

İletişim protokollerinin bir diğer adı **ağ protokolleridir**. Ağlar arasında veri iletiminin gerçekleşmesinde internet tek iletişim yolu değildir. Sistemlerin ve bilgisayar ağlarının birbirlerine bağlanması çoklu iletişim protokolü aracılığı ile gerçekleşir.

Ağ protokolleri, bağlantıların özelliklerini tanıır ve ona göre davranır. Bir iletişim protokolü bir dizi kuralı içerir. Bu kurallar, bilgi aktarımında yer alan tüm düğümler tarafından izlenir. İletişim protokolleri, bir ağ üzerinden iki sunucu veya daha fazla cihaz arasında iletişimi sağlar. Bu işlemi yapabilmek için veri paketlerinin değişimini tanımlayan kısıtlamalar, prosedürler ve belirli formatlardan oluşur. Kısıtlama, prosedür ve formatlar resmî standartlar ve politikalar. Bunların yanı sıra aygıt tanımlama ve aygıtlar arasında bağlantıların kurulması için birtakım mekanizmalar içerir. Bazı protokoller güvenilir, yüksek performanslı ağ iletişimi için tasarlanmıştır. Protokoller mesaj tanımayı ve verileri sıkıştırmaı destekler.

Yaygın olarak bilinen protokoller arasında **İletim Kontrol Protokolü TCP (Transmission Control Protocol)**, **İnternet Protokolü (IP)**, **ethernet**, **kablosuz LAN** ve **IEEE802** gibi hücrel standartlar bulunur. İletim kontrol protokolü ile internet protokolü ortaklaşa kullanılarak (TCP/IP) ağa erişen cihazlara bağlanılabilir. TCP/IP bir ağda iletişimi standart hâle getiren kavramsal bir modeldir. Yaygın olarak kullanılan iletişim protokolleri genel olarak dört işlevsel katmana sahiptir:

- **Ağ Erişim Katmanı:** Verilerin fiziksel olarak nasıl aktarılacağını tanımlayan katmandır. Donanımdan diğer cihazlara verilerin fiziksel kablolar veya optik fiber kablolar aracılığı ile nasıl iletileceğini tanımlayan katmandır.
- **Taşıma Katmanı:** Cihazlar arasındaki görüşmenin kesintiye uğramadan sürdürülmesini sağlar. Cihazlar arasındaki bağlantının geçerli ve istikrarlı olmasından sorumludur.
- **İnternet Katmanı:** Veri ve sinyallerin karmaşık hâle dönüşmeden anlaşılır paketler hâlinde iletilmesini ve alınmasını sağlamaktan sorumlu olan katmandır.
- **Uygulama Katmanı:** Üst düzey uygulamalardan sorumludur. Bu uygulamaların veri ve sinyal aktarımını başlatmak için ağa nasıl erişilebileceğini tanımlar.

5.2.1.4. Ağ Savunması

Bir ağın temelini bağlantılar, düğümler ve protokoller oluşturur. Bu üçlü yapının var olabilmesi için modern bir ağ savunması gerekir. Ağ yapısı içerisinde verinin üretilmesi, iletilmesi ve işlenmesi sırasında güvenlik son derece önemlidir. Burada ağ savunması, güvenlik ağ savunmalarından biri olup en kritik öneme sahiptir. Birçok ağ savunma araçları vardır. En yaygın olarak bilinen ve kullanılan ağ savunmaları şunlardır:

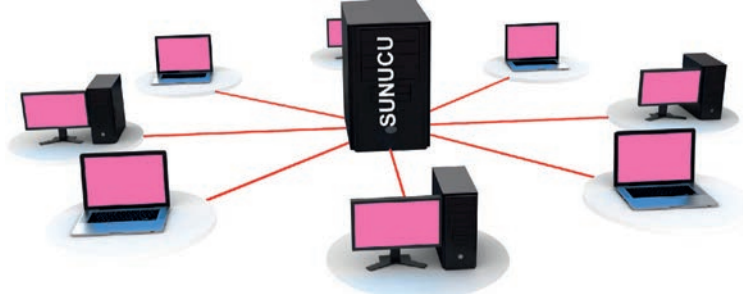
- Güvenlik duvarı
- Saldırı tespit sistemleri (Intrusion Detection System-IDS)
- Ağ erişim kontrolü (Network Access Control-NAC)
- İzinsiz girişi önleme sistemleri (Intrusion Prevention System-IPS)
- Proxy sunucuları
- İçerik filtreleri
- Yük dengeleyiciler



5.2.2. Ağ Türleri

Bilgisayar ağları; ağ boyutu, kuruluş amacı, iletim ortamı ve topoloji gibi çeşitli kriterlere göre sınıflandırılır. Yaygın olarak kullanılan ağ türleri şunlardır:

a) Yerel Alan Ağı (LAN-Local Area Network): Okullar, hastaneler, bankalar, iş merkezleri, ofis binaları gibi sınırlı bir fiziksel alandaki cihazları birbirine bağlayan ağ türüdür. LAN'da kablolu bağlantı vardır (Görsel 5.19).



Görsel 5.19: LAN bağlantısı

b) Kablosuz Yerel Alan Ağı (WLAN) – Wireless Local Area Network): Yerel ağ alanı içindeki cihazların kablosuz bağlantı ile ağa bağlanması ve iletişim kurmasıdır. Bu ağda cihazlar Wi-Fi üzerinden iletişim kurar (Görsel 5.20).



Görsel 5.20: WLAN bağlantısı

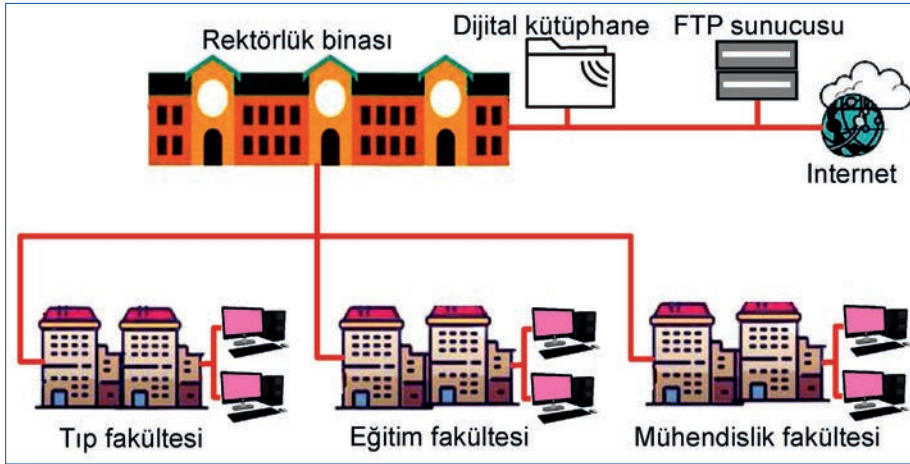
c) Kişisel Alan Ağı (PAN-Personal Area Network): Tek ve kişisel ağ anlamına gelir. Sadece bir kişi tarafından dizüstü bilgisayarlar, tarayıcılar, yazıcılar vb. birden çok cihazı bağlamak için kullanılır. Cihaz sayısı artabilir ama kullanılan ağ sayısı tektir ve kişiye özeldir (Görsel 5.21).



Görsel 5.21: PAN bağlantısı

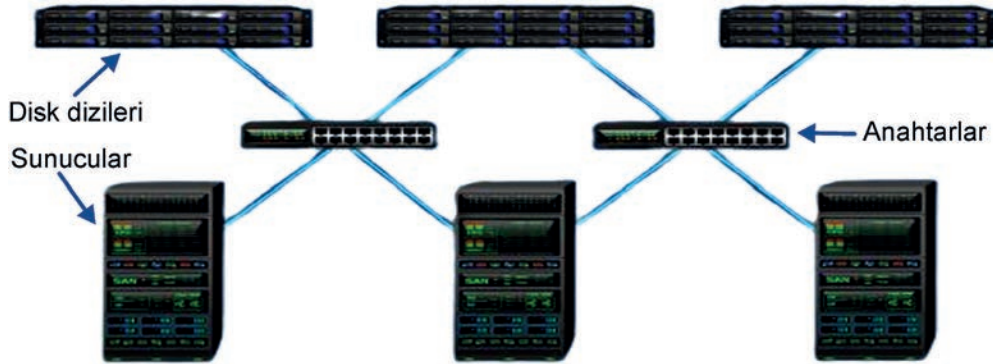


ç) Kampüs Alan Ağı (CAN- Campus Area Network): LAN'ların koleksiyonundan oluşur. Aynı coğrafi alan içerisinde birden fazla LAN bulunur. Daha çok üniversiteler, hükümet binaları gibi kalabalık ve geniş yerlerde kullanılan ağ türüdür (Görsel 5.22).



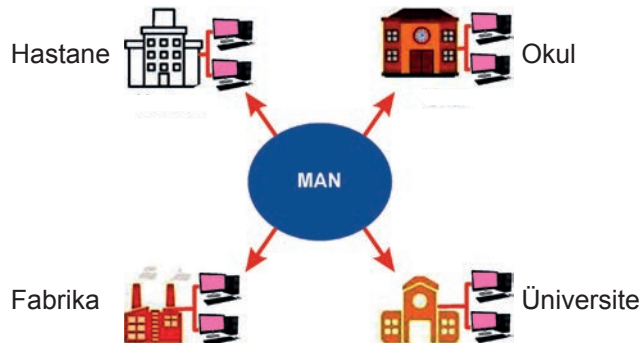
Görsel 5.22: CAN bağlantısı

d) Depolama Alan Ağı (SAN- Storage Area Network): Blok düzeyine veri depolamayı kolaylaştıran bir ağ türüdür. Disk dizileri, teyp kitaplıkları gibi bloklardaki depolama aygıtları için kullanılır (Görsel 5.23).



Görsel 5.23: SAN bağlantısı

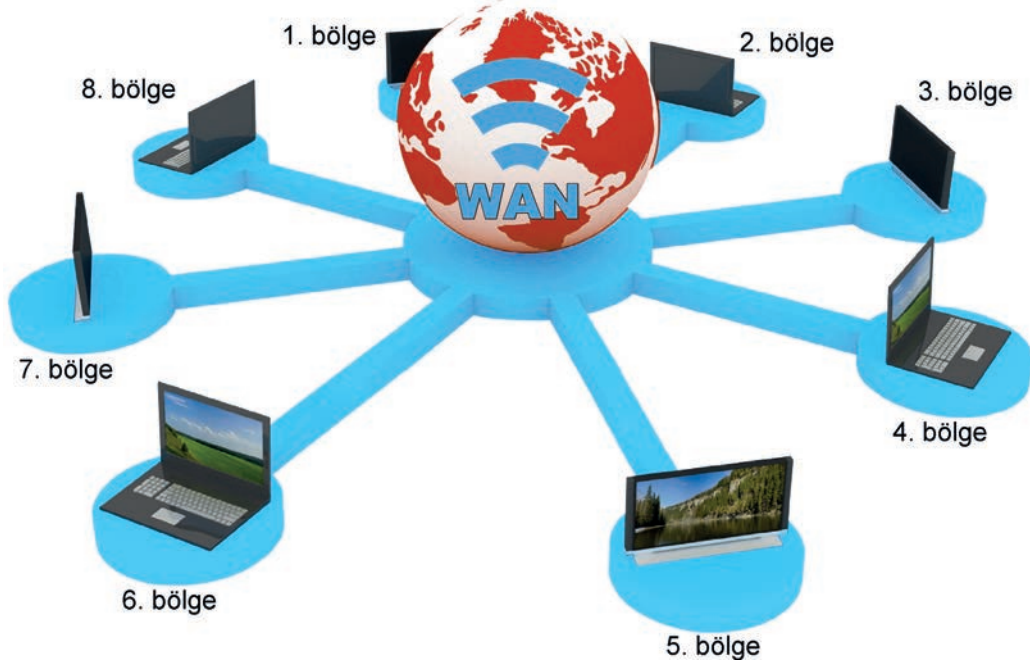
e) Büyükşehir Alan Ağı (MAN-Metropolitan Area Network): Şehir içerisinde geniş bir alana yayılan büyük bir ağ türüdür. Şehrin birçok noktasından bu ağa bağlanmak mümkündür (Görsel 5.24). Sadece kablo ile bağlantı oldukça zordur. Kablosuz bağlantı da kullanılır. Bunun için modemlerden faydalanılır. Televizyon iletişim ağı MAN'a örnek olarak gösterilebilir.



Görsel 5.24: MAN bağlantısı



f) Geniş Alan Ağı (WAN-Wide Area Network): Büyük şehirler, bölgeler hatta ülke genelini kapsayan geniş alanlı oldukça büyük ağ türüdür (Görsel 5.25). Birden çok LAN'ın birbiri ile bağlanmasıyla oluşur. En bilindik geniş alan ağı, internettir. Modemlerin çoğunun üzerinde WAN portu bulunur.



Görsel 5.25: WAN bağlantısı

g) Kurumsal Özel Ağ (EPN-Enterprise Private Network): Bazı kurumsal işletmelerin kullandığı ağ türüdür. Birden çok ofisi birbirine bağlamak için kullanılır. Mesajlar gönderilmeden önce şifrelenir. Büyük şirketler için en uygun ağ türüdür. Örneğin farklı illerdeki hastane şubelerini birbirlerine bağlamak için EPN ağ türü kullanılır. Örneğin aynı üniversitenin farklı kampüslerinin birbirine bağlanmasında, bir bankanın farklı illerdeki şubeleri arasındaki iletişimde, bir giyim mağazasının farklı yerlerdeki şubeleri arasındaki veri alışverişinde kurumsal özel ağ türü kullanılır.

ğ) Sanal Özel Ağ (VPN-Virtual Private Network): Genel bir ağ üzerinde belirli bir yer paylaşımlı özel ağ türüdür. Genellikle uzak bir çalışanı veya konumu, daha merkezî bir ağa bağlaması gereken kuruluşlar tarafından kullanılır. Hızlı büyüyen bir kuruluş, halka açık internetten kaçınıyorsa ve WAN gibi geniş bir alan ağına da bütçesi yetmiyor ya da daha ekonomik bir çözüm istiyorsa VPN kullanabilir.

h) Bulut Ağı: Teknik bir ağıdır. Bulut teknolojisi olarak da bilinir. Altyapısı bulut hizmetleri aracılığı ile sağlanan bir WAN'dır. Fotoğraf, video gibi büyük boyutlu dosyaların bir haricî disk gerektirmeden, fiziksel olarak taşınmasına gerek olmaksızın farklı cihazlardan erişimine imkân tanıyan bir ağ türüdür. Kurulum gerektirmeyen, web tabanlı uygulamalar yardımı ile dokümanlara erişim kolaylığı sağlayan online depolama hizmetidir. En yaygın kullanılan bulut hizmetleri şunlardır:

- iCloud
- Google Sürücü
- SkyDrive
- Dropbox
- Yandex.Disk



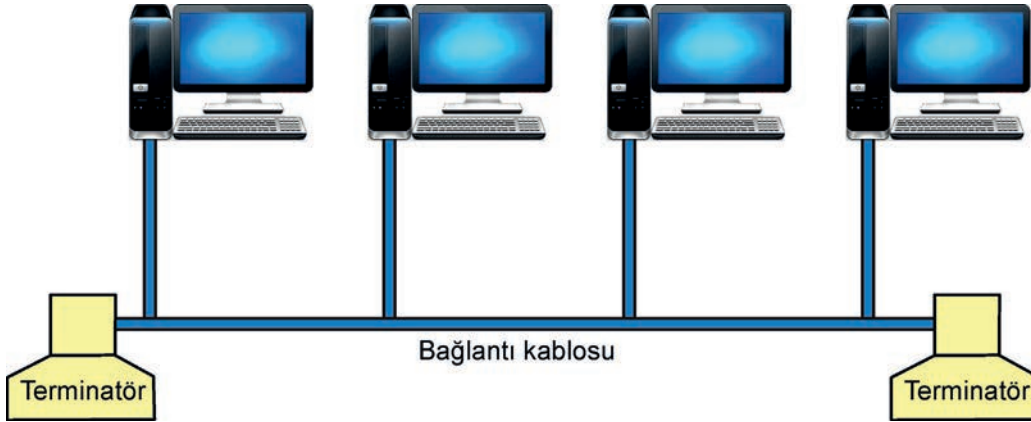
5.2.3. Ağ Topolojileri

Bir bilgisayar ağında başka birimlerle iletişim kurma yeteneğine sahip yönlendirici, sunucu bilgisayar, istemci bilgisayar gibi elektronik birimlere **düğüm** adı verilir. Düğümlerin birbirine bağlı olduğu model veya hiyerarşiye **ağ topolojileri** denir. Topolojiler, şirketin altyapısına ve ihtiyaçlarına göre kullanılan ağı hızlandırabilir, yavaşlatabilir veya bozabilir. Bu nedenle bir ağı tercih etmeden ve kullanmaya karar vermeden önce doğru topolojinin seçilmesi oldukça önemlidir. Yaygın olarak bilinen ve kullanılan ağ topolojileri şu şekilde sıralanabilir:

- Ortak yol (bus) ağ topolojisi
- Halka (ring) ağ topolojisi
- Kafes ağ topolojisi
- Yıldız ağ topolojisi
- Ağaç ağ topolojisi

5.2.3.1. Ortak Yol (Bus) Ağ Topolojisi

Veri yolu topolojisi olarak da adlandırılır. Her bilgisayarın veya ağ cihazlarının tek bir kabloya veya merkeze bağlı olduğu ağ kurulumudur. Hattın sonunda terminatör denen sonlandırıcı ile kablo sonlandırılır (Görsel 5.26).



Görsel 5.26: Ortak yol (bus) topolojisi

Cihazların bağlantısında RJ-45 ağ kablosu kullanılır (Görsel 5.27). Verilerin iletiildiği kablo; veri yolu, omurga veya ana hat olarak adlandırılır.



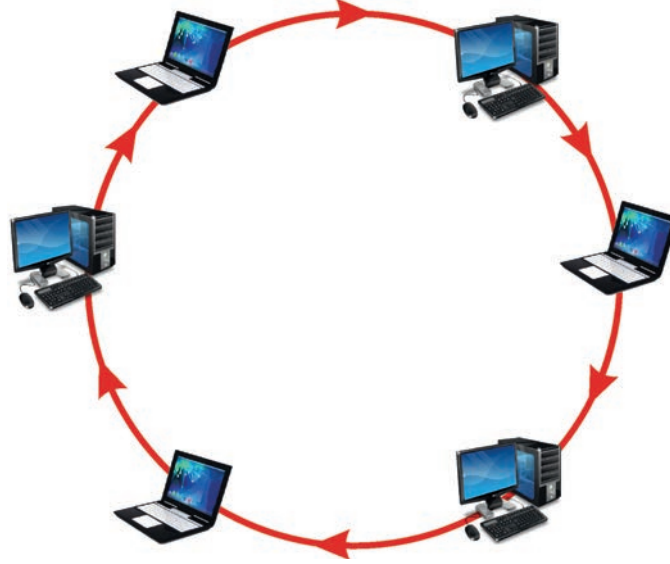
Görsel 5.27: RJ-45 konnektör ve bağlantısı



5.2.3.2. Halka (Ring) Ağ Topolojisi

Ağdaki tüm cihazlar tek bir halka şeklinde birbirine bağlanır. Cihazların birbirlerine olan yakınlıklarına göre halka yapısına yerleştirildiği klasik bir ağ topolojisidir. Ağ trafiği halka içerisinde tek bir yönde ilerleyerek tüm cihazlardan geçer (Görsel 5.28).

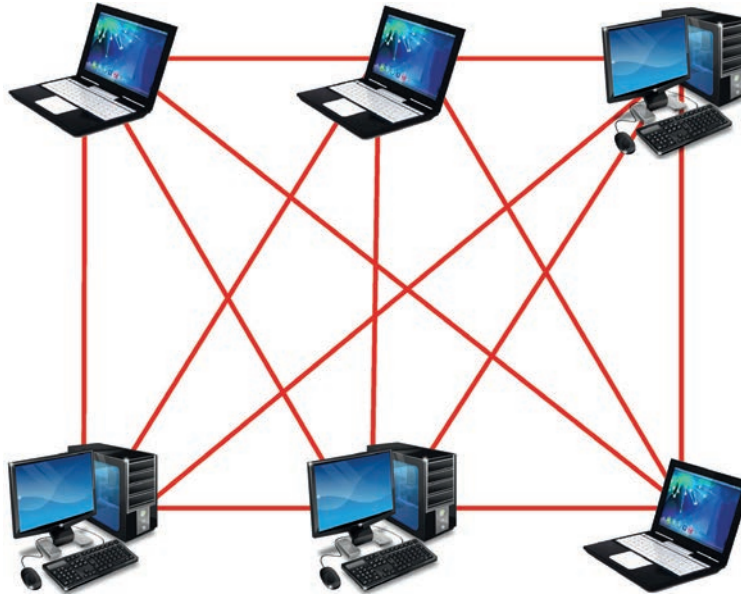
Ağda cihazların veri alan ve veri veren olmak üzere iki bağlantısı vardır. Her bir cihaz kendinden önceki ve kendinden sonraki cihaza bağlanır. Oldukça verimli olan halka ağı topolojisi aynı zamanda **aktif topoloji** olarak da adlandırılır.



Görsel 5.28: Halka ağı topolojisi

5.2.3.3. Kafes Ağ Topolojisi

Ağdaki her cihazın birbirine bağlı olduğu ağ topolojisidir (Görsel 5.29). Genellikle kablosuz ağlar için tercih edilmekle birlikte kablolu ağlar için de kullanılır. Her cihaz yalnızca kendi verilerini göndermekle kalmaz, aynı zamanda diğer cihazların verilerini de aktarır.



Görsel 5.29: Kafes ağı topolojisi



5.2.3.4. Yıldız Ağ Topolojisi

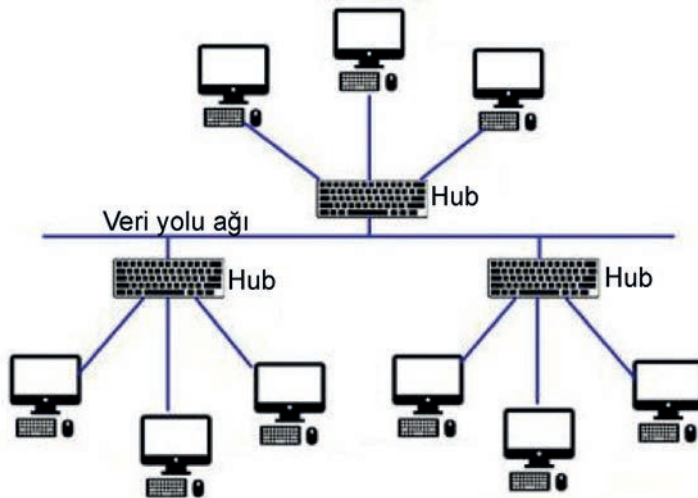
Ağdaki her bir cihazın, yönlendirici, anahtar veya hub olarak bilinen merkezî bir düğüme fiziksel olarak ayrı ayrı bağlandığı bir ağ topolojisidir. Genellikle ev ağlarında, ofis ve iş yerlerinde kullanılan en yaygın ağ topolojisidir. Görsel olarak temsil edildiğinde bu topoloji ona adını veren bir yıldıza benzer (Görsel 5.30). Yıldız ağ topolojisine teknik olarak kaç cihazın bağlanacağına dair bir sınırlama yoktur. Yalnız bağlı olan cihaz sayısı arttıkça ağ performansında ve hızında düşme meydana gelir. Bir cihaz başka bir cihaza veri göndermek istediğinde bu veri önce huba, hub tarafından da cihaza iletilir.



Görsel 5.30: Yıldız ağ topolojisi

5.2.3.5. Ağaç Ağ Topolojisi

Birçok cihazın bir ağacın dalları gibi düzenlendiği özel bir topoloji türüdür (Görsel 5.31). Bir ağaç topolojisinde iki düğüm arasında yalnızca bir bağlantı olabilir. Ağaç topolojisi aynı zamanda **yıldız veri yolu topolojisi** olarak da bilinir. Çünkü hem veri yolu topolojisi hem de yıldız topolojisinin karışımından oluşur. Örneğin bir şirket ağındaki cihazların iletişimde ağaç topolojisi kullanılır çünkü şirket ağında ast-üst hiyerarşi oluşumu önemlidir ve ağaç topolojilerinin yapısı bu ihtiyacı karşılar. Ağaç topolojileri **hiyerarşi topolojileri** olarak da bilinir.



Görsel 5.31: Ağaç ağ topolojisi



1. Uygulama

5'Lİ YILDIZ AĞ TOPOLOJİSİ KURULUMU

AMAÇ: 5'li yıldız ağ topolojisi kurulumu yapmak.



Görsel 5.32: 5'li yıldız ağ topolojisi kurulumuna ait malzeme görseli

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Bilgisayar	Laptop veya masa üstü	5 adet
Hub	8 portlu	1 adet
Konnektör	RJ-45	10 adet
Kablo	RJ-45 ethernet kablosu	10 metre
El aletleri	Kablo soyucu, tornavida, RJ-45 sıkma pensi	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş önlüğünüzü giyip malzemeleri öğretmeninizden alınız.
2. Hubı uygun bir yere monte ediniz. Cihazları huba 2 metre uzaklıktaki beş farklı alana yerleştiriniz.
3. Ethernet kablosunu 2 metre uzunluğunda beş adet olacak şekilde keserek uçlarını 1 cm soyunuz.
4. Soyduğunuz kabloların ucunu RJ-45 konnektörüne yerleştiriniz ve sıkma pensi ile sıkınız.
5. Kestiğiniz tüm kabloların her iki ucuna konnektör bağlama işlemini gerçekleştiriniz.
6. Uçlarına konnektör takılı kabloları kullanarak cihazları tek tek huba bağlayınız.
7. Bilgisayarlara yazıcının setup programını yükleyip hubı tanıtınız.
8. Cihazlardan veri göndererek hub üzerinden cihazlar arası veri akışı yapıp yapılmadığını kontrol ediniz.
9. Bağladığınız cihazları sökünüz, malzemeleri toplayıp ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Aynı cihazlarla başka hangi topolojilerin kurulumu gerçekleştirilebilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Cihazların doğru yere yerleştirilmesi	20	
Sınıfı:	2. Konnektörün sıkma pensiyle kabloya montajı	20	
Numarası:	3. Topolojinin doğru kurulması	20	
ÖĞRETMEN	4. Topolojinin doğru çalışması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



5.3. SCADA SİSTEMLERİ

SCADA [Supervisory Control And Data Acquisition (Süpervayzör Kontrol end Data Akı- zeyşin)], denetleyici kontrol ve veri toplama anlamına gelen sistemdir. Endüstriyel cihazların çalışma süreçlerini izleme, kontrol ve analiz etme amacıyla kullanılır. SCADA sistemi donanım ve yazılım sistemlerinin bileşenlerinden oluşur. Kullanılan donanım verilerinin hem uzaktan hem de yerinden toplanmasını sağlar. SCADA sistemleri, enerji santralleri gibi şalt sahasın- dan uzak olan alanlarda enerji verilerine ulaşılmasında, trafo merkezlerinde, güç dağıtımında ve bütün enerji iletim ve dağıtım sistemlerinin kontrolünde kullanılır. Bu sistem; transformatör, kesici, ayırıcı, motor, pompa, valf gibi donanım sensörlerini, yerinde veya uzaktan izleyerek verileri, sunucu üzerinden ağdaki bilgisayarlara ulaştırır. SCADA aracılığı ile transformatör merkezlerindeki tüm ayırıcı ve kesicilerin açılıp kapatılması, akım ve gerilim değerlerinin okunması mümkündür. Yapılan her okuma, kumanda edilme ve ortaya çıkan her alarm, mer- kezdeki bilgisayara iletilir ve kaydedilir. Bilgisayardaki bu kayıtlardan istendiği vakit raporlar alınabilir, güvenilir analizler ve istatistikler elde edilebilir ve geriye yönelik verilere ulaşılabilir.

5.3.1. SCADA'nın Ana Bileşenleri

Güç sistemlerinde kullanılan SCADA'lar, bir yazılım paketine dayalı güç dağıtım uygu- laması olarak tanımlanır. Elektrik iletim ve dağıtım sistemi birçok trafo merkezinden oluşur. Bu merkezlerde kontrol ediciler, sensör ve arayüz kısımları bulunur. YG tesislerinde bir trafo merkezini gerçek zamanlı olarak kontrol etmek ve izlemek için programlanabilir mantık de- netleyicileri PLC [Programmable Logic Controller (Programılabilir Logic Kontrolör)], devre ke- siciler ve güç kontrol elemanları kullanılır. Enerji verileri PLC'lerden ve diğer cihazlardan transformatör merkezinde bulunan bilgisayar destekli bir SCADA sistemine iletilir. SCADA ile farklı merkezleri izlemek ve kontrol etmek için bir veya daha fazla bilgisayar kullanılabilir. Teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme ile birlikte enerji üreten ve dağıtan firmaların ihtiyaçları- na göre düşük maliyetle maksimum verimliliğe sahip otomatik SCADA sistemleri geliştirilmiş- tir. SCADA sistemlerinin ana bileşenleri şu şekildedir:

- İnsan-makine arayüzü (HMI)
- Denetim sistemi (RTU'lar, PLC'ler)
- İletişim altyapısı
- SCADA programlama

5.3.1.1. İnsan-Makine Arayüzü (HMI)

İnsan-Makine Arayüzü HMI [Human-Machine Interface (Hüman-Meşin İntirfeys)], makine ile kullanıcı arasındaki bir ara birimdir. HMI, bir kişiyi bir makineye, sisteme veya cihaza bağ- layan kullanıcı arayüzü ve kontrol panelidir.

Arayüz; endüstriyel bilgisayarlar, MP3 çalarlar, ofis ekipmanları, ev aletleri, akıllı cihazlar gibi çok geniş bir teknolojiyi içerisinde barındıran bir terimdir. HMI ise daha spesifik olarak makine kontrol sistemlerini ve üretimi ifade eder. Çeşitli cihazlardan kurumsal düzeyde veri ve bilgilerin toplanmasını ve paylaşılmasını destekler. HMI, teknik olarak bir ekran uygulama- sıyla kullanıcının bir makine ile etkileşime girmesine izin verir. Programlanabilir akıllı cihaz- lardan dijital ve analog değerler şeklinde veri alışverişi yapar. Endüstriyel ortamlarda çeşitli otomasyon ekipmanlarını kontrol etmek ve sinyal vermek için gerekli elektronik özelliklere sahiptir.



HMI cihazları temel LED gösterge ekranına sahip basit tasarımlar olabildiği gibi LCD ve dokunmatik ekranlı olabilir (Görsel 5.33). Günümüzde ek özellikler eklenerek geliştirilen HMI'ler, otomasyon sistemlerinde makineler ile iletişimi oldukça kolaylaştırmaktadır.



Görsel 5.33: İnsan - Makine Arayüzü (HMI)

HMI ve SCADA kullanıldıkları işletme büyüklüğü açısından birbirinden farklı işlevleri yerine getirir. HMI ve SCADA sistemleri yakından ilişkili olsa da aslında her ikisi de büyük bir endüstriyel kontrol sistemin parçasıdır.

HMI'ler sınırlı bir endüstriyel sürecin kontrol ve denetiminde kullanıcıya yardımcı olmak için bilgileri görsel olarak iletir. SCADA sistemleri ise geniş bir endüstriyel süreçte veri toplama ve kontrol sistemi operasyonu için daha büyük bir kapasiteyle görev yapar. Bunun aksine HMI'ler, SCADA sistemlerindeki gibi bilgi toplamaz, bilgileri kaydetmez veya bu bilgileri veri tabanına bağlamaz. HMI'ler, bir SCADA sisteminin parçası olarak ve onunla birlikte lokal olarak çalışan etkili bir iletişim aracıdır.

HMI sistemlerinin en yaygın kullanım alanları şunlardır;

- Tarım sektörü
- Tekstil fabrikaları
- Nükleer enerji santralleri
- Elektrik santralleri
- İlaç üretim tesisleri
- Kâğıt fabrikaları
- Otomobil üretim tesisleri
- Su arıtma ve geri dönüşüm tesisleri
- Yiyecek ve gıda işleme tesisleri
- Demir, metal ve maden işleme tesisleri



5.3.1.2. Denetim Sistemi

Denetleme sistemi SCADA sistemlerinin çekirdek noktasıdır. Süreçler hakkında veriler toplanır. Elde edilen verilerle sahaya bağlı cihazlara uygun kontrol komutlarını gönderir. Çoğu denetim sistemi, RTU (Remote Terminal Unit-Uzak Terminal Birimi) ve PLC tarafından gerçekleştirilir. Denetim sistemi, RTU/PLC'den dijital verileri ileten veya alan ve bu verileri işleyen merkezî bir sistemdir. Bir denetim sistemi; verileri depolama, raporlama ve analiz işlemleri için sonradan bu verilere erişim amacıyla bir veri tabanı depolama sunucusundan oluşur. Ana istasyon veya denetim istasyonu olarak kullanılan sistem, küçük SCADA sistemlerinde tek bir bilgisayardan oluşur. Daha büyük SCADA sistemlerinde ise dağıtılmış yazılım uygulamaları, kurtarma sistemleri, alarm ve güvenlik sistemleri gibi birçok yapıdan oluşur. SCADA sistemi olası bir arıza durumunda sürekli olarak kontrol eden, izleyen, müdahale etmek üzere bekleyen bir yapıya sahiptir.

RTU'lar sahada belirli alanlarda elektrik sinyallerinin SCADA ve otomasyon sistemlerine taşınması için kullanılan küçük bilgisayar birimleridir. Bu birim, sensörler ve kumanda elemanlarıyla arayüz oluşturulan mikroişlemci kontrollü bir elektrik cihazıdır. Sensörlerden gelen raporları toplamak ve kontrol rölelerine komutlar iletmek için yerel toplama noktası olarak görev yapar. RTU'lar, verileri kaydetmeyip anlık olarak merkezî SCADA sistemlerine veya denetleyici bilgisayarlara iletir (Görsel 5.34).



Görsel 5.34: Çeşitli RTU'lar

Giriş uçlarına verilen elektriksel komutları, hafızasına yüklenen yazılıma uygun bir şekilde işleyerek çıkış uçlarına yansıtan ve iş elemanlarını kontrol eden süreç kontrol cihazlarına PLC denir. PLC'ler, haberleşme yöntemi ile çok sayıda saha cihazından elde edilen verileri SCADA ve denetleyici bilgisayar sistemine iletebilir (Görsel 5.35).



Görsel 5.35: PLC



PLC'ler de RTU'lara benzer şekilde SCADA sisteminden alınan kontrol programlarını yürütebilir. PLC'ler karmaşık otomasyon ve kritik kontrolleri işleme konusunda RTU'lardan daha fazla özelliğe sahiptir. PLC ile beraber çalışan SCADA sistemleri, daha fazla kod yazma ve bant genişliği işleme işlemleri yapabilir.

5.3.1.3. İletişim Altyapısı ve Telemetri

SCADA sistemlerinde iletişim ihtiyacını karşılamak için modern iletişimin yanı sıra doğrudan ve seri radyo iletişim kombinasyonu da kullanılır. YG sistemleri, enerji santralleri ve tren istasyonları gibi büyük alanlarda IP ve ethernet kullanılır. SCADA ağlarında genellikle Modbus, Profibus, RP-570 ve Conitel protokol türleri kullanılır. Bu protokoller daha çok SCADA sistemlerinin kurucuları için geçerli olan yani satıcıya özel ağ protokolleridir.

SCADA üreticileri tarafından tanımlanmış ve IEC'de (Uluslararası Elektrik Komisyonu) standart hâle getirilmiş protokoller IEC 61850, DNP3 ve IEC 60870 olarak bilinir. Bu protokollerin çoğu TCP/IP üzerinden çalışacak şekilde genişletilmiştir.

Bir SCADA sisteminin kablolu veya kablosuz olarak uzaktan izlenmesi ve yönetilmesi işlemine telemetri adı verilir. Günümüzde telemetri denince daha çok **kablosuz haberleşme** ifade edilmektedir (Görsel 5.36). En yoğun kullanılan telemetri; radyo modem cihazları, GSM, GPRS, VSAT uydu sistemleridir.



Görsel 5.36: Telemetri cihazı

Telemetri; şehir merkezlerinden uzak bölgelerde ya da çok gelişmiş büyük şehirlerde bulunan elektrik, su, doğal gaz vb. sayaçlardaki bilgilerin işlenmesi ve okunmasına yarar. Enerji sistemlerinde telemetri; basınç, nem, ısı, ışık, sıvı seviyesi, duman, gaz vb. sensör verileri ile AC/DC akım, gerilim, frekans vb. birimlerin ölçülmesinde kullanılır.

WEB üzerinden kullanıcı adı ve şifresi ile kişiye özel tanımlama yapılarak izleme ve kontrol işlemleri gerçekleştirilir. Kullanıcının talep etmesi hâlinde sayaçlarda okunacak verilere dayalı bilgi ve raporlar, iletişim altyapısı kullanılarak e-mail veya SMS üzerinden kullanıcıya iletilebilir.

5.3.1.4. SCADA Programlama

SCADA programlama, bilgisayar gibi bir ana cihaz veya insan-makine arayüzünde kullanılır. SCADA programı, otomasyon sisteminin çalışma sürecinde bütün durum bilgilerini izleme, raporlama, analiz etme ve sisteme müdahale etmek için kullanılan bir programdır. Bu program sayesinde sistemin tüm verileri harita, diyagram, şema vb. formatında bir monitör ekranında simülasyon şeklinde görüntülenebilir.



Programlamanın tasarım aşamasında genellikle C dili veya farklı programlama dilleri kullanılmaktadır. Bir SCADA sistemi; ana bilgisayar, ana sunucu, denetleyici ve koordinatör bilgisayarlar, yerel ve bulut sunucular, PLC ve RTU'lar, sensörler ve aktüatörler (solenoid veya motorlu vb. kumanda elemanları) gibi bileşenlerden oluşur (Görsel 5.37). Program genel olarak beş seviyeden (level) oluşur.

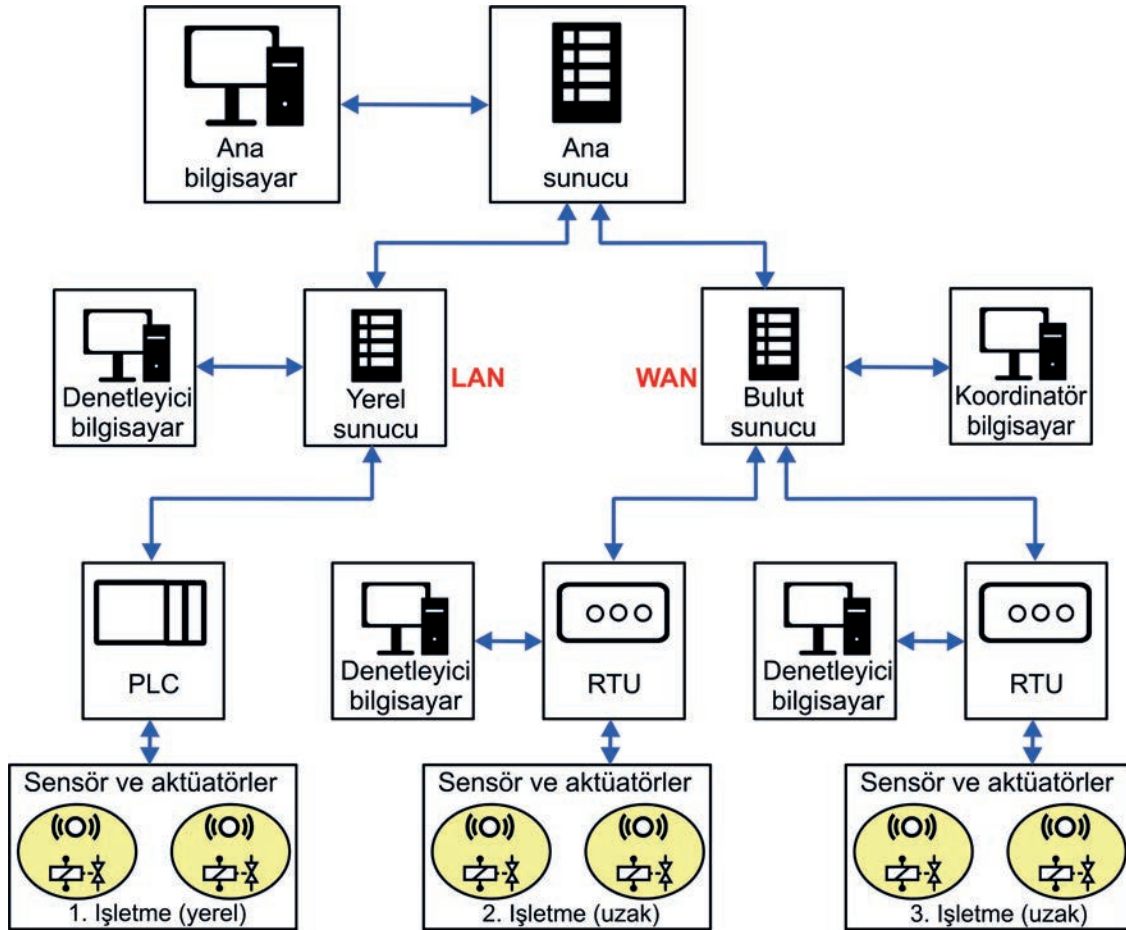
Seviye 0: Sensörler ve aktüatörlerden oluşur. Fiziksel çevre ile fiili olarak etkileşime giren cihazlardır. Sensörler, etrafındaki fiziksel değişiklikleri algılayabilen ve uygun elektrik veya elektronik sinyaller üretebilen cihazlardır. Termostat kullanarak ortamın sıcaklığını ölçmek gibi. Aktüatörler ise kendisine bir elektrik veya elektronik sinyal uygulandığında fiziksel değişiklikler yapan cihazlardır.

Seviye 1: Programlama cihazlarıdır. PLC ve RTU'lardan oluşur. Sensörler ve aktüatörler düzeyindeki cihazları kontrol eder. Yalnızca LAN ile kurulabileceği gibi LAN ve WAN'ın kombinasyonundan da kurulabilir.

Seviye 2: Denetleyici bilgisayarlardan oluşur. SCADA yazılımının çalışmaya başladığı bilgisayarlardır. Bu bilgisayarlardan işlemleri yapmak için gerçek talimatlar ve komutlar verilir. Üretim, hata, risk vb. durumları gözlemlemek ve kontrol etmek bu bilgisayarların temel işlevidir.

Seviye 3: Bu seviyedeki bilgisayarlar genellikle birden fazla tesise bağlıdır. Üretim, planlama, raporlama, zamanlama yönetimi, sorumlu kişiler tarafından bu seviyede yapılır.

Seviye 4: SCADA sisteminin en üst seviyesini oluşturur. Bu seviyede, tesisin ve makinelerin tamamına bir ana bilgisayar bağlıdır. Bu bilgisayar yönetim ekibi tarafından çalıştırılır ve kontrol edilir. Tesise ait tüm veriler burada toplanır ve muhafaza edilir. Verilere dayalı kararın alındığı yerdir.



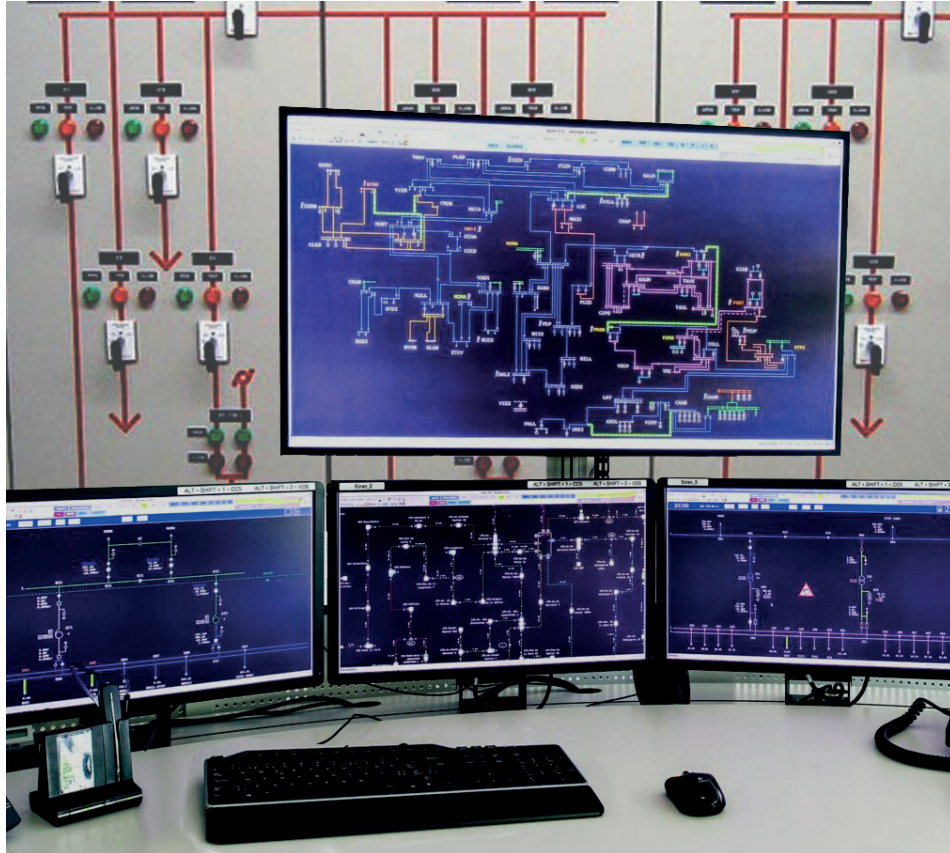
Görsel 5.37: Örnek bir SCADA sisteminin blok diyagramı



5.3.2. YG Enerji Sistemlerinde SCADA Kullanımı

SCADA; üretim, iletim ve dağıtım olmak üzere yüksek gerilim enerji sistemlerinin bütün enterkonekte ağında kullanılır. SCADA sistemi sayesinde tüm YG enerji sistemi güvenli bir şekilde izlenir ve hızlı bir biçimde kontrol edilir (Görsel 5.38). Enerji sistemlerinin verileri raporlanarak bu veriler zaman içinde analiz edilebilir. Yüksek gerilim tesislerinde SCADA sistemlerinin kullanım amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Şebekedeki gerilim, akım ve frekans değerlerinin anlık ve sürekli olarak izlenmesini sağlar.
- Şebekedeki aktif ve reaktif güç kontrolünü sağlar.
- Termik santrallerde kazan ve türbin koruması ve durumu hakkında bilgi edinmeye yardımcı olur.
- Hidrolik santrallerde su debisi ve tribün durumu hakkında bilgi verir.
- Rüzgâr santrallerinin verilerini aktarır.
- YG enerji yük dağıtımının izlenerek planlanmasını sağlar.
- YG şalt sahalarında ve küçük dağıtım merkezlerinde ayırıcı, kesicilerin durumları gözlemlenir.
- Sistemde koruyucu rölelerin ve diğer güvenlik donanımının durumu denetlenir.
- Sistemde oluşan arızaların zamanında tanınmasını ve donanımın hasar görmesini önler.
- Oluşan arızalar giderildikten sonra sunulan hizmetin hızlı bir şekilde geri yüklenmesini sağlar.
- Kesintisiz enerji kullanımını kolaylaştırır.
- Enerji dağıtım şebekesinin uzaktan izlenmesini ve raporlanmasını sağlar.

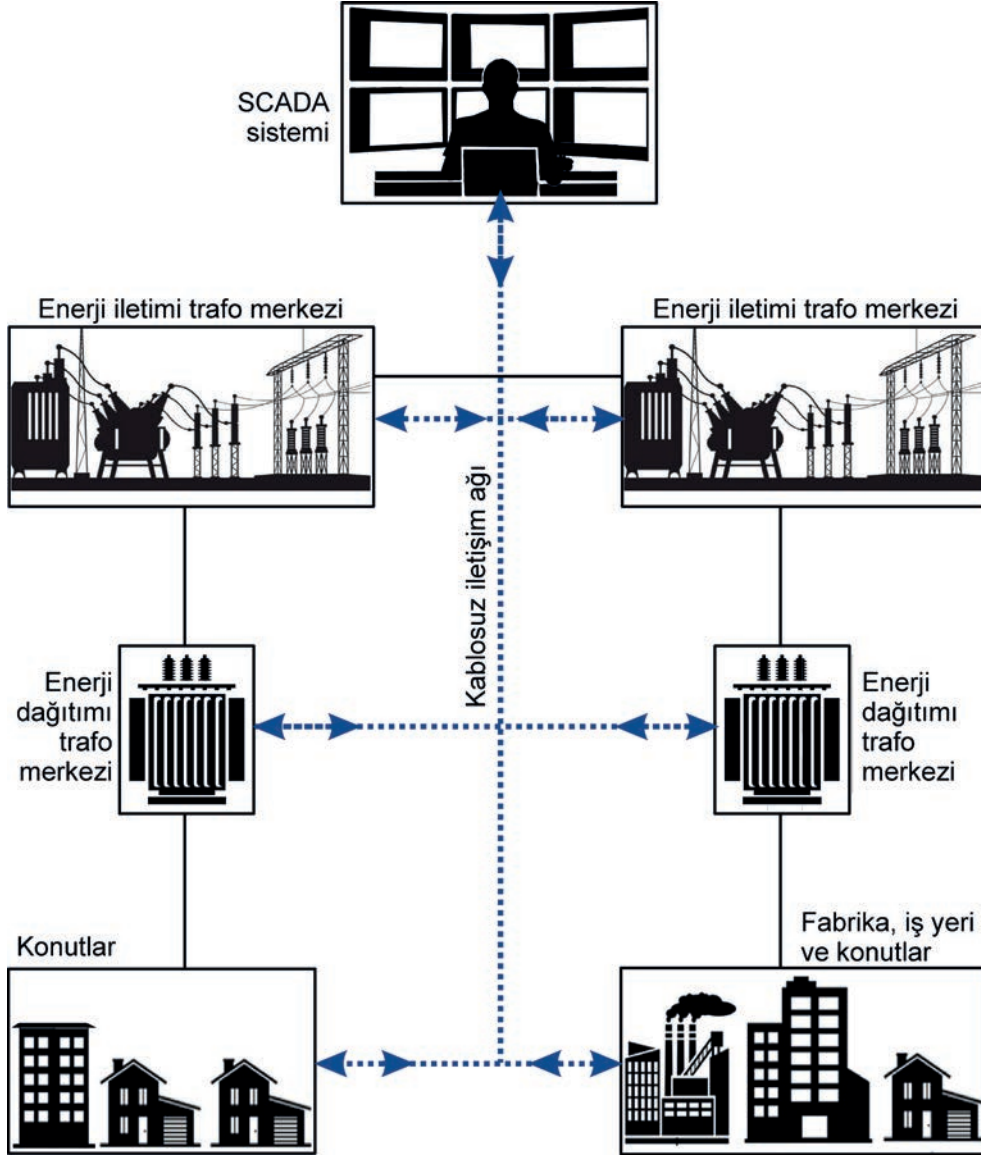


Görsel 5.38: YG enerji dağıtım merkezinde SCADA izleme ve kontrol sistemi



5.3.2.1 SCADA Sistemiyle Transformatör Merkezi Kontrolü

Transformatör merkezleri, YG sisteminde elektrik beslemesini ve yük kontrolünü sürdürmek için kullanılan tesislerdir. Trafo merkezindeki donanımın durumunu anlık olarak sürekli izlemek ve kumanda elemanlarına gerekli kontrol sinyalleri göndermek için SCADA sistemi kullanılır (Görsel 5.39).



Görsel 5.39: Trafo merkezleri SCADA ağı şeması

SCADA sistemi transformatör merkezine ait geçmiş verileri toplar, olası elektrik kazaları veya arıza durumunda uyarı amaçlı alarmlar üretir. Transformatör merkezlerinde bara gerilimi kontrolü, bara yük dengeleme, sirkülasyon akımı kontrolü, aşırı yük kontrolü, transformatör arıza koruması, bara arıza koruması gibi işlemler SCADA yardımı ile gerçekleştirilir.

SCADA sistemi yalnız izleme ve kontrol sağlama işlevi yapmayıp aynı zamanda küçük sorunların büyümeden giderilmesini sağlar. Ayrıca güncel veriler üretirek transformatör merkezlerinin ve ilgili ekipmanların ömrünün uzamasını sağlar. Oluşabilecek risklerin önüne geçilerek bakım ve onarımda hizmet kalitesinin artmasına katkı sunar. SCADA sistemiyle trafo merkezlerindeki ekiplere, cihazlara uzaktan erişim sağlanarak sistemlerin kontrol edilebilir. Bu sayede mühendislik ve bakım maliyetleri azaltılarak ekonomik katkı sağlanır.



2. Uygulama

SCADA PROGRAMI İLE SİSTEM ELEMANLARININ KONTROLÜ

AMAÇ: SCADA programı ile sistem elemanlarını kontrol etmek.



Görsel 5.40: SCADA otomasyon eğitim seti

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Bilgisayar	Laptop veya masa üstü (SCADA programı yüklenmiş)	1 adet
Uygulama deney seti	SCADA otomasyon eğitim seti	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş önlüğünüzü giyip öğretmeninizden malzemelerinizi alınız.
2. Sistem eleman bağlantılarını öğretmen gözetiminde eğitim seti üzerinde yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde enerji vererek sistem elemanlarını çalıştırınız.
4. Bilgisayar ekranındaki SCADA program simülasyonundan elemanların kontrolünü yapınız.
5. Bağladığınız cihazları sökünüz, malzemeleri toplayıp ortamı temizleyiniz.

SORU

1. SCADA sistemi otomasyon işlemlerinde bize hangi kolaylıkları sağlar? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Cihazların doğru yere yerleştirilmesi	20	
Sınıfı:	2. Eleman bağlantılarının yapılması	20	
Numarası:	3. Sistemin doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Sistem elemanlarının kontrol edilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () Kuranportör YG enerji hatları üzerinden haberleşme yapılan sistemdir.
2. () Hat tıkaçı enerji iletim hattına paralel olarak bağlanır.
3. () Tekrarlayıcılar, sinyal güçlendirme işlemi yapar.
4. () SCADA sistemi donanım ve yazılım sisteminin bileşiminden oluşur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. SCADA sisteminin kablolu ve kablosuz olarak uzaktan kontrol edilmesine adı verilir.
6. Bilgi iletmek ve paylaşmak için iki veya daha fazla cihazla sistemi oluşturulur.
7. Yüksek değerdeki dalga frekanslarını yakalamak için kullanılır.
8. Taşıyıcı çıkış direncini hat direncine eşitleyerek kayıpsız sinyal iletmek için kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi kuranportör sisteminin yapı parçasıdır?

- A) Bilgisayar B) İnternet sunucusu C) Kaplin kapasitörü
D) Koaksiyel kablo E) Tablet

10. Aşağıdakilerden hangisi ağ topolojilerden biridir?

- A) Bilgisayar B) Sunucu C) Üçgen D) Wi-Fi E) Yıldız

11. Aşağıdakilerden hangisi ağ topolojilerden biridir?

- A) IP B) RTU C) SCADA D) TCP E) VPN

12. Aşağıdakilerden hangisi ağ topolojilerden biridir?

- A) CAN B) PAN C) SAN D) WAN E) WLAN

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

<https://www.mevzuat.gov.tr> (Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği)
https://www.emo.org.tr/ekler/596c69468e85ae5_ek.pdf?dergi=4
https://www.tedas.gov.tr/sx.web.docs/tedas/tedas_arge/docs/sartnameler/tedas_arge/TEDA%-C5%9E-MLZ_99-032_E.pdf
[https://www.tedas.gov.tr/sx.web.docs/tedas/tedas_arge/docs/sartnameler/tedas_arge/TEDAS-M-LZ-2020-069\(24.01.2020\).pdf](https://www.tedas.gov.tr/sx.web.docs/tedas/tedas_arge/docs/sartnameler/tedas_arge/TEDAS-M-LZ-2020-069(24.01.2020).pdf)
eva@evaelektromekanik.com (Katalog)
www.ulusoyelektrik.com.tr (Katalog)
<http://www.elimsan.com> (Katalog)
<https://www.birtanelektrik.com/urunler>
<https://rayepano.com/itm-panolari>
<http://www.elimsan.com>
<https://yeo.com.tr/>
<https://www.dinamikgroup.net/transformatorler/yagli-tip-guc-transformatorleri/index.html>
<http://www.procomelektrik.com/makaleler/elektrik-ve-guc-trafolari>
<https://www.procyon.com.tr/blog/228/hermetik-trafo/>
<https://federal.com.tr>
<https://astoras.com.tr>
<https://www.eltas.com.tr/>
<http://www.safsu.org>
<https://www.electricaltechnology.org/>
<https://www.aselsan.com/tr>
<https://www.tdk.gov.tr>
www.birtanelektrik.com (Site ve Katalog)
www.birtanstore.com
<https://www.spiceworks.com>
<https://www.electrical4u.com>

GÖRSEL KAYNAKÇASI



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2503>
Kitabın görsel kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

DİJİTAL MATERYAL İÇERİĞİ

Uygulamanın Adı	Sayfa No.	Kitapta Kullanılacak Karekod Linki
METAL MUHAFAZALI MODÜLER HÜCRE BÖLÜMLERİNİN İNCELENMESİ	25	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41900
KESİCİLİ HÜCREYİ DEVREYE ALMA MANEVRASI	58	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41901
KESİCİLİ HÜCREYİ DEVREDEN ÇIKARMA MANEVRASI	61	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41902
ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN TEK BARALI SİSTEM AÇMA MANEVRASI	107	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41903
ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN TEK BARALI SİSTEM KAPAMA MANEVRASI	109	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41904
ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN BAYPAS AYIRICILI TEK BARALI SİSTEM AÇMA MANEVRASI	111	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41905
ŞALT SAHASI KUMANDA PANOSU ÜZERİNDEN BAYPAS AYIRICILI TEK BARALI SİSTEM KAPAMA MANEVRASI	113	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41906
BOMEMETRE İLE AKÜ YOĞUNLUĞUNUN ÖLÇÜLMESİ	133	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41907
AKÜ DEĞİŞİMİ YAPMA	136	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41908
YG ATIK SİGORTA TESPİTİ	152	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41911
YG SİGORTA SEÇİMİ	159	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41912
5'Lİ YILDIZ AĞ TOPOLOJİSİ KURULUMU	184	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=41913

CEVAP ANAHTARI

1. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	5. SF6 gazı	9. B
2. Doğru	6. enerji analizörü	10. E
3. Yanlış	7. koruma	11. D
4. Doğru	8. XLPE	12. D

2. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	5. kesici	9. A
2. Yanlış	6. güvenlik kartları	10. A
3. Yanlış	7. transfer bara	11. B
4. Doğru	8. parafudr	12. C

3. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	5. doğrultucu	9. C
2. Yanlış	6. bomemetre	10. A
3. Doğru	7. akü odası	11. B
4. Yanlış	8. tek	12. E

4. Öğrenme Birimi		
1. Yanlış	5. en büyük kesme	9. A
2. Doğru	6. kuvars kumu	10. B
3. Doğru	7. iş güvenliği	11. B
4. Yanlış	8. doğru	12. E

5. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	5. telemetri	9. C
2. Yanlış	6. network	10. E
3. Doğru	7. hat tıkaçı	11. B
4. Doğru	8. hat ayarlayıcı	12. D

NOTLAR

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is a vertical margin line on the left side, creating a narrow left margin. The paper appears to be from a notebook or a standard ruled document.

NOTLAR