

Bu kitaba sığmayan
daha neler var!



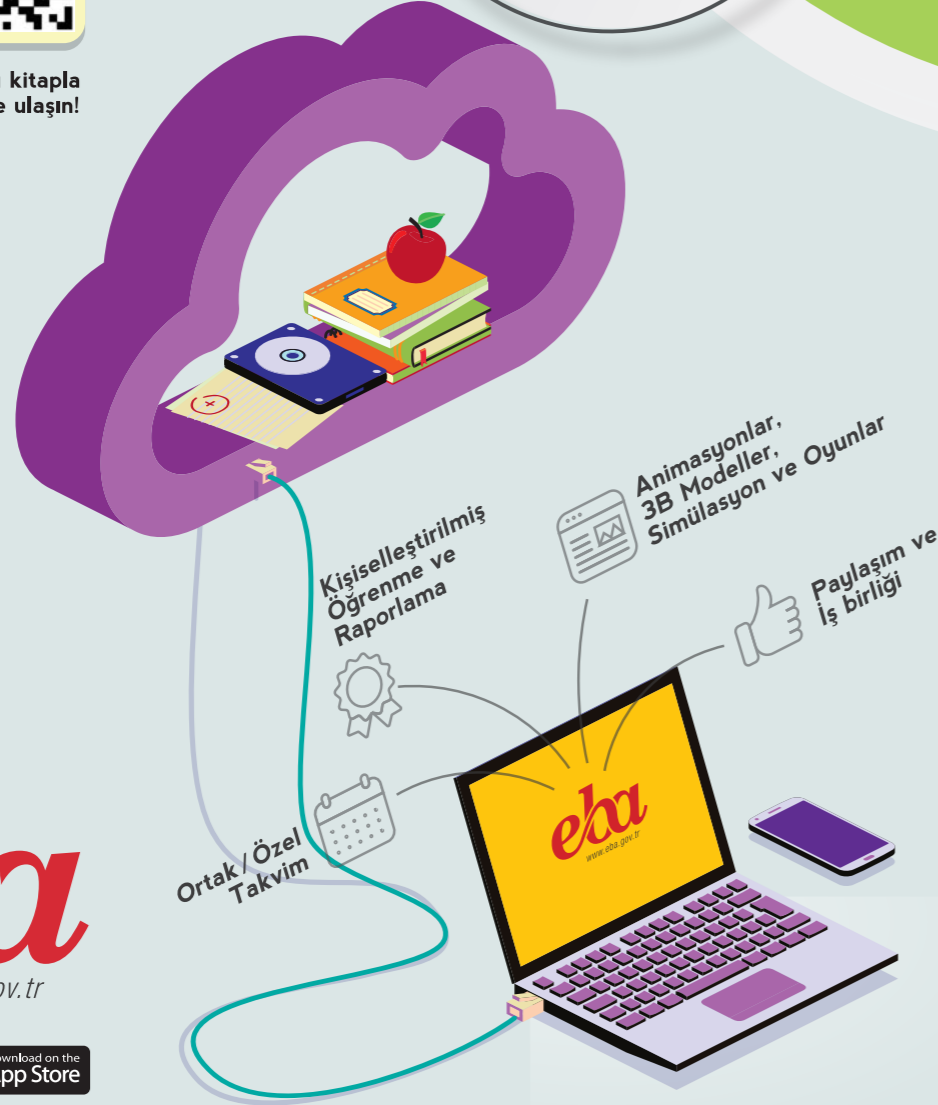
Karekodu okutun, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

ÖDS

ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN
DESTEK SİSTEMİ

<https://ods.eba.gov.tr>

- Konu Anlatımlı
Ders Videoları
- Soru Çözüm
Videoları
- Ders Anlatım
Videoları
- Çoktan Seçmeli
Sorular



eBa
www.eba.gov.tr



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

ISBN 978-975-11-8000-1

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

YCSİSTEMLERİ

11-12

DERS MATERYALİ

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

YG

SİSTEMLERİ

DERS MATERYALİ

11-12



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

YG SİSTEMLERİ

11-12

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Enis AYTEKİN
Hasan DOĞAN
Nazım KILINÇ
Sercan SERT



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI : 9376
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAP DİZİSİ : 3036

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı : **Gölnur GÜNGÖR**

Program Geliştirme Uzmanı : **Dr. Eda ÖZ**

Rehberlik Uzmanı : **Cemal KOÇ**

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı: **Mustafa ÇELİK**

Görsel Tasarım Uzmanı : **Levent IŞIK**

ISBN 978-975-11-8000-1

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

Ruhumun senden İlahî, 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 İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

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

Mehmet Âkif Ersoy

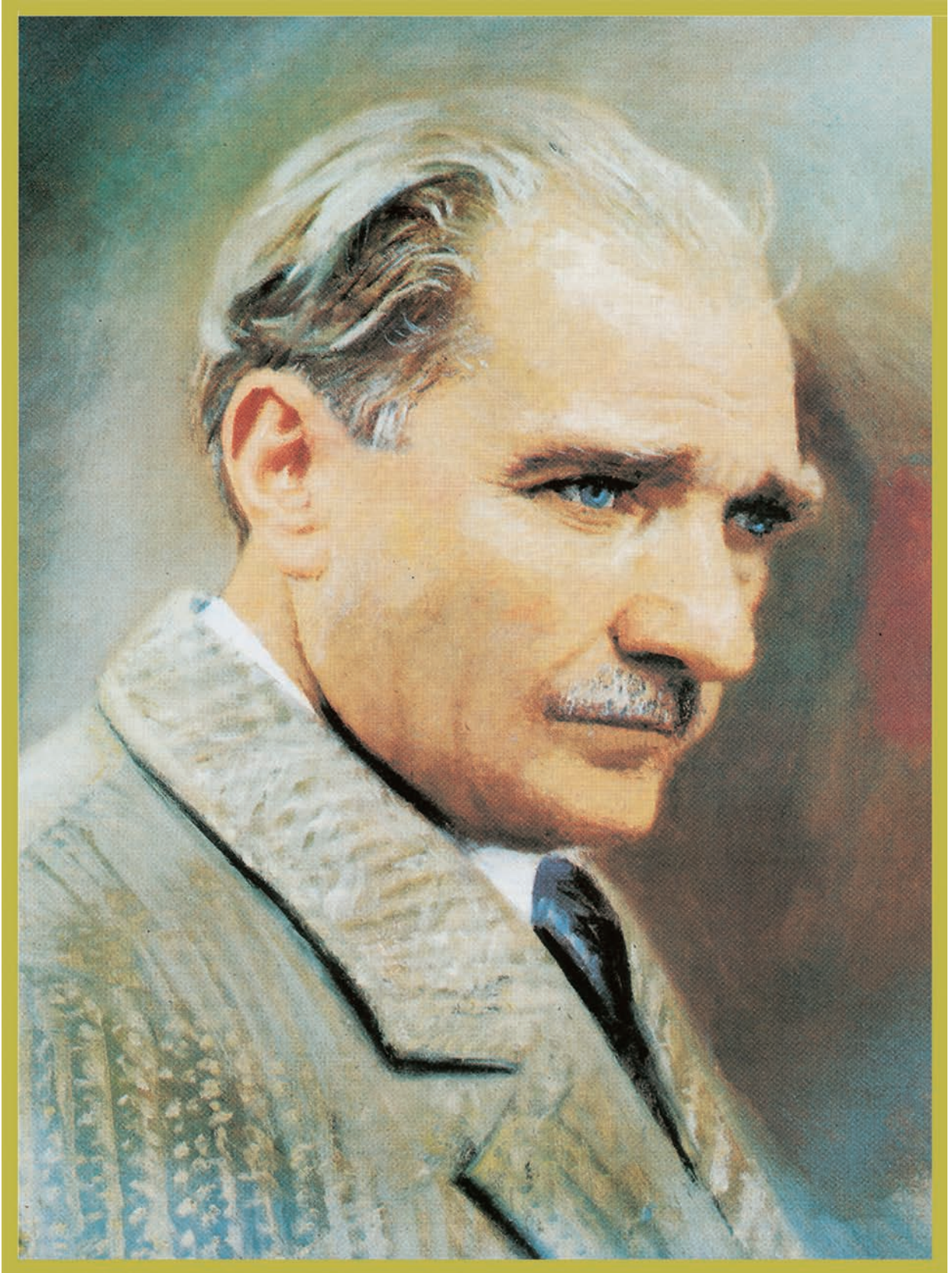
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------------------------------|----|
| DERS MATERYALİNİN TANITIMI | 13 |
|----------------------------------|----|

1. ÖĞRENME BİRİMİ

YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ

| | |
|--|----|
| 1.1. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ OLUŞTURAN DURUMLAR VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ | 18 |
| 1.1.1. Yüksek Gerilim Tesislerinde Çalışmalar Sırasında Alınması Gereken Önlemler..... | 23 |
| 1.1.2. Yüksek Gerilim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazaları ve Nedenleri | 23 |
| 1.1.3. Yüksek Gerilim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Sonuçları..... | 24 |
| 1.1.4. Elektrik Kazaları Sonrasında Yapılacak İşlemler | 24 |
| 1.2. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ MALZEMELERİ | 24 |
| 1.1. UYGULAMA | 30 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 32 |

2. ÖĞRENME BİRİMİ

DAĞITIM VE GÜÇ TRANSFORMATÖRLERİ

| | |
|---|----|
| 2.1. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİBİ..... | 34 |
| 2.2. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN ETİKET BİLGİLERİ..... | 35 |
| 2.3. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN YG VE AG UÇ BAĞLANTILARI | 36 |
| 2.4. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN ARIZA, BAKIM VE ONARIMI..... | 37 |
| 2.5. MEGER İLE YG TRAFOSARGILARININ SAĞLAMLIK KONTROLÜ | 38 |
| 2.6. YAĞLI TİP YG TRAFOLARINDA İZOLASYON YAĞINDAN NUMUNE ALMA, YAĞ TAKVİYESİ YAPMA VE YAĞ DEĞİŞTİRME | 39 |
| 2.7. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNDE SİLİKAJELİN İŞLEVİ VE DEĞİŞİMİ | 40 |
| 2.8. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNDE ARK BOYNUZU DEĞİŞİMİ | 40 |
| 2.9. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN KADEME AYARI | 41 |
| 2.10. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN SEKONDER DEVRESİNDEKİ AG DENGESİZ YÜKLERİN TESPİTİ | 41 |
| 2.1. UYGULAMA | 42 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 44 |

3. ÖĞRENME BİRİMİ

YG DAĞITIM TESİSLERİNDE AYIRICILAR VE KESİCİLER

| | |
|--|----|
| 3.1. AYIRICININ TANIMI, ÇEŞİTLERİ VE PARÇALARI | 46 |
| 3.1.1. Tanımı..... | 46 |
| 3.1.2. Ayırıcı Parçaları..... | 47 |
| 3.1.3. Ayırıcı Çeşitleri..... | 47 |
| 3.2. ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE AYIRICI SEÇİMİ | 49 |
| 3.3. AYIRICININ MONTAJ VE DEMONTAJI | 49 |
| 3.4. AYIRICIYI AÇMA KAPAMA İŞLEMLERİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR | 50 |
| 3.5. AYIRICILARIN ARIZALARI, BAKIM VE ONARIMI | 50 |
| 3.6. KESİCİNİN TANIMI ÇEŞİTLERİ VE PARÇALARININ İŞLEVLERİ | 50 |
| 3.6.1. Tanımı | 51 |
| 3.6.2. Kesici Parçaları..... | 51 |
| 3.6.3. Kesici Çeşitleri | 51 |

3. ÖĞRENME BİRİMİ

YG DAĞITIM TESİSLERİNDE AYIRICILAR VE KESİCİLER

| | |
|---|----|
| 3.7. KESİCİ İLE AYIRICILARDA ETİKETLEME VE KİLİTLEME | 53 |
| 3.7.1. Kesici Etiketi | 53 |
| 3.7.2. Ayırıcı Etiketi | 53 |
| 3.7.3. Kesici ve Ayırıcılarda Kilitleme | 54 |
| 3.8. KESİCİLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ | 54 |
| 3.9. ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE KESİCİ SEÇİMİ..... | 54 |
| 3.10. KESİCİ AÇMA KAPAMA (KESİCİ SEMBOLLERİ VE İŞLEM ALGORİTMASI) | 54 |
| 3.11. KESİCİNİN MONTAJ VE DEMONTAJI | 54 |
| 3.12. KESİCİLERİN ARIZALARI, BAKIM VE ONARIMI..... | 55 |
| 3.1. UYGULAMA | 56 |
| 3.2. UYGULAMA | 58 |
| 3.3. UYGULAMA | 60 |
| 3.4. UYGULAMA | 62 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 64 |

4. ÖĞRENME BİRİMİ

MANEVRALAR

| | |
|--|----|
| 4.1. ÇALIŞMA EKİBİ İÇERİSİNDE İŞ AKTARIMI, DURUM KONTROLÜ VE GERİ BİLDİRİM İÇİN TELSİZ, TELEFON GİBİ İLETİŞİM CİHAZLARININ KULLANIMI | 66 |
| 4.2. MANEVRA ÇEŞİTLERİ | 66 |
| 4.3. YG TRAF0 MERKEZİNE AİT TEK HAT ŞEMALARI | 67 |
| 4.4. AG TESİSLERİNDE ELEKTRİK ENERJİSİNİN KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI | 69 |
| 4.5. TRAF0 MERKEZLERİNDE GERİ BESLEME DURUMLARINA KARŞI ALINACAK TEDBİRLER | 69 |
| 4.6. YG TESİSLERİNDE ELEKTRİK ENERJİSİNİN KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI | 70 |
| 4.7. İNDİRİCİ TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ İLE DAĞITIM MERKEZLERİNDE ENERJİ KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI..... | 72 |
| 4.1. UYGULAMA | 74 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 76 |

5. ÖĞRENME BİRİMİ

HAVAI HATLAR

| | |
|---|----|
| 5.1. DİREK ÜZERİ YÜKSEKTE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİ | 78 |
| 5.1. UYGULAMA | 79 |
| 5.2. DİREKLERİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ VE DİREK BAĞLANTI ELEMANLARI..... | 81 |
| 5.2.1. Direklerin Yapısı | 81 |
| 5.2.2. Direk Çeşitleri..... | 83 |
| 5.2.3. Direk Bağlantı Elemanları | 86 |
| 5.2. UYGULAMA | 88 |
| 5.3. DİREK TEMELLERİ VE DİREK DİKME İŞLEMLERİ..... | 90 |
| 5.3.1. Direk Temelleri..... | 90 |
| 5.3.2. Direk Dikme İşlemleri..... | 92 |
| 5.3. UYGULAMA | 97 |
| 5.4. HAVAI HAT İLETKEN ÇEŞİTLERİ VE İLETKENLERE EK YAPIMI..... | 99 |

5. ÖĞRENME BİRİMİ

HAVAI HATLAR

| | |
|--|-----|
| 5.4.1. Yapılarına Göre İletkenler | 99 |
| 5.4.2. Gerilim Değerlerine Göre İletkenler..... | 100 |
| 5.4.3. İletken Seçiminde Kriterler | 102 |
| 5.4.4. Havai Hat İletkenlerinin Çekilmesi | 104 |
| 5.4.5. İletkenlere Ek Yapımı..... | 105 |
| 5.4. UYGULAMA | 108 |
| 5.5. İZOLATÖRLERİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ, MONTAJI VE İLETKENLERİN İZOLATÖRE TUTTURULMASI..... | 110 |
| 5.5.1. İzolatörlerin Yapısı..... | 110 |
| 5.5.2. İzolatör Çeşitleri | 111 |
| 5.5.3. İzolatör Montajı ve İzolatörün İletkenlere Bağlantısı..... | 112 |
| 5.5. UYGULAMA | 115 |
| 5.6. DİREK TİPİNE GÖRE DİREKLERİN TOPRAKLANMASI | 117 |
| 5.6. UYGULAMA | 119 |
| 5.7. MAHALLÎ TOPRAKLAMA YAPILARAK ENERJİ NAKİL HATTININ MÜDAHALEYE UYGUN HÂLE GETİRİLMESİ..... | 121 |
| 5.7. UYGULAMA | 123 |
| 5.8. HATLARIN PERİYODİK KONTROLÜ, BAKIM VE ONARIMI | 125 |
| 5.8. UYGULAMA | 126 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 128 |

6. ÖĞRENME BİRİMİ

YER ALTI KABLOLARI VE KABLOLARIN BİRBİRİNE EKLENMESİ

| | |
|--|-----|
| 6.1. YER ALTI KABLOLARININ TANIMI, YAPISI VE ÇEŞİTLERİ | 130 |
| 6.1. UYGULAMA | 133 |
| 6.2. YER ALTI KABLOLARININ DÖŞENMESİ..... | 135 |
| 6.2. UYGULAMA | 136 |
| 6.3. YER ALTI KABLOLARININ EK DONANIMLARI VE KABLOLARIN BİRBİRİNE EKLENMESİ..... | 138 |
| 6.3. UYGULAMA | 139 |
| 6.4. YER ALTI KABLOLARININ İZOLASYON TESTİ..... | 141 |
| 6.4. UYGULAMA | 142 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 144 |

7. ÖĞRENME BİRİMİ

YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA

| | |
|---|-----|
| 7.1. YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMANIN AMACI VE ÖNEMİ..... | 146 |
| 7.2. YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA ÇEŞİTLERİ VE İŞLEMLERİ | 147 |
| 7.3. TOPRAKLAMA ELEMANLARI VE TOPRAK ÇUKUR ÖZELLİKLERİ..... | 148 |
| 7.4. İNDİRİCİ MERKEZ, DAĞITIM MERKEZİ, TRANSFORMATÖR BİNASI VE KÖK BİNALARINDA TOPRAKLAMA SİSTEMİNİN YAPILMASI | 150 |
| 7.5. ÖLÇÜ ALETİ KULLANILARAK YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ..... | 152 |
| 7.6. YG YER ALTI KABLO TESİSLERİNDE YAPILACAK TOPRAKLAMA..... | 153 |
| 7.1. UYGULAMA | 156 |
| 7.2. UYGULAMA | 158 |
| 7.3. UYGULAMA | 160 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 162 |

8. ÖĞRENME BİRİMİ

KORUMA RÖLELERİ

| | |
|---|-----|
| 8.1. ELEKTRİK SİSTEMLERİNDEKİ ARIZALARIN GENEL NEDENLERİ | 164 |
| 8.2. KORUMA RÖLELERİNİN KULLANIM YERLERİ VE AMAÇLARI | 165 |
| 8.3. PARAFUDRUN YAPISI, ÇALIŞMASI VE ÇEŞİTLERİ | 165 |
| 8.4. PARAFUDR SEÇİMİ MONTAJ VE BAĞLANTISI | 167 |
| 8.5. PRİMER KORUMA TEÇHİZATI | 168 |
| 8.6. SEKONDER KORUMA TEÇHİZATI..... | 168 |
| 8.7. TRANSFORMATÖR ZATİ KORUMALARININ AMACI, ÇEŞİTLERİ, ÇALIŞMASI VE EKİPMANLARININ MONTAJI | 168 |
| 8.8. AŞIRI AKIM KORUMA | 169 |
| 8.9. TOPRAK AŞIRI AKIM KORUMA | 170 |
| 8.10. DİFERANSİYEL KORUMA | 170 |
| 8.1. UYGULAMA | 172 |
| 8.2. UYGULAMA | 174 |
| 8.3. UYGULAMA | 176 |
| 8.4. UYGULAMA | 178 |
| 8.5. UYGULAMA | 180 |
| 8.6. UYGULAMA | 182 |
| 8.7. UYGULAMA | 184 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 186 |
| CEVAP ANAHTARLARI..... | 187 |
| KAYNAKÇA | 189 |

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

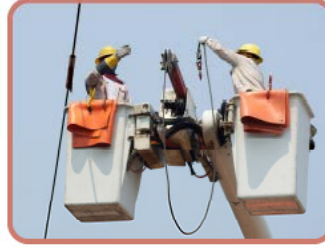
Öğrenme biriminin adını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ

Öğrenme biriminde yer alan konu başlıklarını gösterir.

KONULAR

- 1.1. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ OLUŞTURAN DURUMLAR VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ
- 1.2. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ MALZEMELERİ



Öğrenme birimi kapak görselini gösterir.

TEMEL KAVRAMLAR

akım, gerilim, İSG, KKD, kaza, risk, tehlike, trafo, topraklama

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

İş sağlığı ve güvenliği denince aklınıza neler geliyor? Arkadaşlarınızla fikir alışverişinde bulununuz.

Öğrenme biriminde geçen kavramları gösterir.

Öğrenme birimindeki hazırlık çalışmalarını gösterir.



Öğrenme birimi karekodunu gösterir.

Öğrenme biriminin
numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin
adını gösterir.

Öğrenme biriminde
yer alan konuları
gösterir.



1. ÖĞRENME BİRİMİ

1.1. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ OLUŞTURAN DURUMLAR VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ

Dünyada enerji ihtiyacının artması ile birlikte bu alanda iş sağlığı ve güvenliğinin de önemi artmıştır. Yüksek gerilim tesislerinin kurulması, işletilmesi, bakım ve onarımı sırasında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması gerekir. Yüksek gerilim tesislerinde diğer sektörlerle oranla kaza oranı düşüktür ancak ölümle sonuçlanan kaza oranı yüksektir. Bu kazalar aynı zamanda maddi kayıplara da yol açmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği, iş yerlerinde işin yürütülmesi sırasında çeşitli nedenlerden kaynaklanan ve insan sağlığına, makhinellere ve iş verimine zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır.

İş sağlığı ve güvenliğinin başlıca amaçları şunlardır:

- Çalışanlara sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak.
- Çalışanların çalışma ortamının olumsuz etkilerinden korumak.
- İş ve işçi arasındaki uyumu sağlamak.
- Çalışma sırasında oluşabilecek maddi ve manevi zararları en aza indirmek ya da ortadan kaldırmak suretiyle çalışma verimini artırmak.

YG tesisleri, elektrik enerjisinin üretimi, özelliğinin değiştirilmesi, biriktirilmesi, iletilmesi, dağıtılması ve kullanılmasını sağlayan tesislerdir. Yüksek gerilim, insanlar, diğer canlılar ve eşyalar için tehlikeli olabilir. Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne göre etkin değeri 1000 V ve üzeri olan gerilim yüksek gerilim (YG) olarak tanımlanmıştır. YG tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin neler olduğunu öğrenbilmek için YG elemanlarını bilmek gerekir. YG elemanları; İletkenler, elektrik direkleri, trafo merkezleri, izolatör, kesici, röle vb. şeklinde sınıflandırılmıştır.

İletkenler

Her seviyedeki elektrik iletiminde olduğu gibi yüksek gerilim iletiminde de İletkenler kullanılır. Yüksek gerilim tesislerinde İletkenlerin önemi daha fazladır. İletkenler, esnek olduklarından titreşim sonucu kopmamları için spiral şekilde örgülü olarak yapılır. Enerji taşıma hatlarındaki İletkenler, direkler arasında yüksek gergi ile durduğundan bu hatlarda çelik özlü alüminyum İletkenler kullanılır. Hat çekilmesi sırasında İletkenlerin ezilme, bükülme veya çizilme gibi nedenlerle hasara uğramaması gerekir. Bu nedenle nakil hatlarının çekilmesi sırasında belirli uzunluktaki bitki ve ağaçlar budanmalıdır.

Elektrik Direkleri

Direkler, gerilim altındaki İletkenleri hem yerden hem de birbirinden uzakta tutmak için kullanılır. İletim hattındaki tüm direklerin kesinlikle topraklanması gerekir. Direk topraklaması, direğin kenarından 0-30 m yarıçapındaki alan içinde ve en küçük topraklama direncini sağlayacak yer ve yönde yapılır.

Trafo Merkezleri

Yüksek gerilimi orta ve alçak gerilime dönüştürerek kullanıcılara dağıtmını sağlayan cihazların bulunduğu yerlerdir. Trafo merkezleri; direk, açık yer ve bina tipi olarak gruplandırılır.

Direk Tipi Trafo Merkezleri: Direklerin üzerine monte edilen ve 400 kVA'e kadar kurulan trafo merkezleridir (Görsel 1.1). Bu tip trafoalarda kaçak olma ihtimalinden dolayı beton direkler daha çok tercih edilir. Trafo direğinde ayrıncı, kumanda kolu, parafudr, izolatörler ve korkuluk bulunur. Korkuluk, insan ya da hayvanların direklerle çıkmasını önlemek için kullanılır.



Görsel 1.1: Direk tipi trafo merkezi

Öğrenme birimi
görselini gösterir.

Sayfa numarasını
gösterir.

18

Görsel numarasını ve
adını gösterir.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Uygulama adını ve numarasını gösterir.

Uygulamada kullanılacak "Malzeme listesini" gösterir.


Uygulamaya ilişkin "İşlem Basamakları" nı gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1.1. UYGULAMA PARAŞÜT TİPİ EMNİYET KEMERİ KULLANIMI

AMAÇ: Bu uygulamada paraşüt tipi emniyet kemerini doğru şekilde kullanmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

| Malzeme Listesi | | |
|-----------------|--------------|---------|
| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
| Emniyet kemeri | Paraşüt tipi | 1 adet |



Görsel 1.19: Paraşüt tipi emniyet kemeri

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
5. Paraşüt tipi emniyet kemerine ait kullanım talimatını okuyunuz.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Emniyet kemerini kullanmadan önce kemerin hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
10. Emniyet kemerini yelek giyer gibi omuzlarınızdan geçirin (Görsel 1.19).
11. Bağlantı karabinasını bacaklarınızın arasından geçirek göğüs bağlantı noktası ile birleştiriniz.
12. Bel kolonlarını iki parmak boşluk olacak şekilde ayarlayınız.
13. Bacak kolonlarını dört parmak boşluk olacak şekilde ayarlayınız.
14. İki yandaki tutturma halkalarını kullanarak dengeli bir sabitleme yapınız.
15. Paraşüt tipi emniyet kemerini üzerinden çıkarınız.
16. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, Paraşüt Tipi Emniyet Kemeri Kullanımı Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.

30

Uygulamanın yapılışına ilişkin görselleri gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

- (...) Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne göre etkin değeri 1000 V ve üzeri olan gerilimler yüksek gerilim olarak ifade edilir.
- (...) Yüksek gerilim tesislerindeki kazalarda meydana gelen ölüm oranı diğer sektörlerle göre daha azdır.
- (...) Parafudr, aşırı gerilimin zararlı etkilerine karşı kullanılan bir güvenlik elemanıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

- Makine ya da tesisin topraklanması için kullanılan elemanlara denir.
- Herhangi bir kaza anında tesislerde çalışanların başını darbelerle veya yüksekte düşebilecek nesnelere karşı koruyan iş güvenliği ekipmanına denir.
- Ulaşılması zor olan yüksek yerlerde kullanılan yalıtkan basamaklara denir.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

- Aşağıdakilerden hangisi direk ile iletkenin arasını izole etmeye yarayan elemandır?
A) Parafudr B) İzolatör C) İzole sehpa D) İzole paspas E) Trafo
- 1000 V-5000 V arası gerilimlerde yaklaşıma gerimi kaç cm'dir?
A) 20 B) 40 C) 60 D) 90 E) 150
- Aşağıdakilerden hangisi KKD'lerin özelliklerinden biri değildir?
A) Seçilirken en ucuz olanı tercih edilmelidir.
B) İlgili risklere uygun olmalıdır.
C) Kendisi ek risk oluşturmayacak özellikte olmalıdır.
D) İş yerindeki koşullara uygun olmalıdır.
E) Kullanıcıların ergonomik durumlarına uygun olmalıdır.
- Yüksüz devreleri gerilim altındayken aşırı kapamaya yarayan eleman aşağıdakilerden hangisidir?
A) Ayırıcı B) Kesici C) KKD D) Sigorta E) Transformator

12

Doğru / Yanlış soru grubunu gösterir.

Çoktan seçmeli soruları gösterir.

Çoktan seçmeli soru seçeneklerini gösterir.

Boşluk doldurma soru grubunu gösterir.

1.

ÖĞRENME BİRİMİ YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ

KONULAR

- 1.1. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ OLUŞTURAN DURUMLAR VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ
- 1.2. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ MALZEMELERİ



TEMEL KAVRAMLAR

akım, gerilim, İSG, KKD, kaza, risk, tehlike, trafo, topraklama

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

İş sağlığı ve güvenliği denince aklınıza neler geliyor?
Arkadaşlarınızla fikir alışverişinde bulununuz.





1.1. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ RİSKİ OLUŞTURAN DURUMLAR VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ

Dünyada enerji ihtiyacının artması ile birlikte bu alanda iş sağlığı ve güvenliğinin de önemi artmıştır. Yüksek gerilim tesislerinin kurulması, işletilmesi, bakım ve onarımı sırasında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması gerekir. Yüksek gerilim tesislerinde diğer sektörlere oranla kaza oranı düşüktür ancak ölümle sonuçlanan kaza oranı yüksektir. Bu kazalar aynı zamanda maddi kayıplara da yol açmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği, iş yerlerinde işin yürütülmesi sırasında çeşitli nedenlerden kaynaklanan ve insan sağlığına, makinelere ve iş verimine zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır.

İş sağlığı ve güvenliğinin başlıca amaçları şunlardır:

- Çalışanlara sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak.
- Çalışanları çalışma ortamının olumsuz etkilerinden korumak.
- İş ve işçi arasındaki uyumu sağlamak.
- Çalışma sırasında oluşabilecek maddi ve manevi zararları en aza indirmek ya da ortadan kaldırmak suretiyle çalışma verimini artırmak.

YG tesisleri; elektrik enerjisinin üretilmesi, özelliğinin değiştirilmesi, biriktirilmesi, iletilmesi, dağıtılması ve kullanılmasını sağlayan tesislerdir. Yüksek gerilim; insanlar, diğer canlılar ve eşyalar için tehlikeli olabilir. Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne göre etkin değeri 1000 V ve üzeri olan gerilim **yüksek gerilim (YG)** olarak tanımlanmıştır. YG tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin neler olduğunu öğrenebilmek için YG elemanlarını bilmek gerekir. YG elemanları; iletkenler, elektrik direkleri, trafo merkezleri, izolatör, kesici, röle vb. şeklinde sınıflandırılmıştır.

İletkenler

Her seviyedeki elektrik iletiminde olduğu gibi yüksek gerilim iletiminde de iletkenler kullanılır. Yüksek gerilim tesislerinde iletkenlerin önemi daha fazladır. İletkenler, esnek olduklarından titreşim sonucu kopmamaları için spiral şeklinde örgülü olarak yapılır. Enerji taşıma hatlarındaki iletkenler, direkler arasında yüksek gergi ile durduğundan bu hatlarda çelik özlü alüminyum iletkenler kullanılır. Hat çekilmesi sırasında iletkenlerin ezilme, bükülme veya çizilme gibi nedenlerle hasara uğramaması gerekir. Bu nedenle nakil hatlarının çekilmesi sırasında belirli uzunluktaki bitki ve ağaçlar budanmalıdır.

Elektrik Direkleri

Direkler, gerilim altındaki iletkenleri hem yerden hem de birbirinden uzakta tutmak için kullanılır. İletim hattındaki tüm direklerin kesinlikle topraklanması gerekir. Direk topraklaması, direğin kenarından 0-30 m yarıçapındaki alan içinde ve en küçük topraklama direncini sağlayacak yer ve yönde yapılır.

Trafo Merkezleri

Yüksek gerilimi orta ve alçak gerilime dönüştürerek kullanıcılara dağıtımını sağlayan cihazların bulunduğu yerlerdir. Trafo merkezleri; direk, açık yer ve bina tipi olarak gruplandırılır.

Direk Tipi Trafo Merkezleri: Direklerin üzerine monte edilen ve 400 kVA'e kadar kurulan trafo merkezleridir (Görsel 1.1). Bu tip trafolarla kaçak olma ihtimalinden dolayı beton direkler daha çok tercih edilir. Trafo direğinde ayırıcı, kumanda kolu, parafudr, izolatörler ve korkuluk bulunur. Korkuluk, insan ya da hayvanların direklerle çıkmasını önlemek için kullanılır.



Görsel 1.1: Direk tipi trafo merkezi



Direk tipi trafo merkezlerinin montaj ve bakımında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Direk tipi dağıtım trafolarında çalışma türü ne olursa olsun gerilim önce AG'den daha sonra YG'den kesilmelidir. Gerilim kontrolü yapılmalı, gerilimin olmadığı anlaşıldıktan sonra topraklama ve kısa devre işlemi yapılarak çalışmaya başlanmalıdır.
- Direk tipi trafo merkezleri yüksekte çalışmayı gerektirdiği için emniyet kemeri mutlaka kullanılmalıdır.
- Herhangi bir gerilime temas etme durumuna ve elektrik risklerine karşı koruyucu eldiven ve baret kullanılmalıdır.
- Çalışmalar sırasında iş önlüğü giyilmelidir.
- Direk tipi trafo merkezlerinin montaj ve bakım işlerine yalnız gidilmemelidir.
- Montaj sırasında kullanılacak kaldıraç trafoyunun ağırlığına uygun olmalı, trafoyu kaldırma işlemi yavaşça yapılmalıdır.
- Montaj vidaları gevşek olmamalıdır.

Açık Yer Tipi Trafo Merkezleri: Açık yer tipi trafolar gerilimin yüksekliğinden dolayı açık alana kurulmalıdır. Bu nedenle genellikle şehir merkezlerinin dışına kurulur. Görsel 1.2'de örnek bir açık yer tipi trafo merkezi gösterilmiştir.



Görsel 1.2: Açık yer tipi trafo merkezi

Trafo merkezlerinde alınması gereken güvenlik önlemleri şunlardır:

- Açık yer tipi trafo merkezlerinin kurulduğu yer, tel örgü veya duvarla çevrilmelidir. Yüksek gerilim malzemelerinin bulunduğu yerler ise tel kafes içine alınmalıdır.
- Güvenlik için trafo merkezinde bulunan elemanların arasında gerekli mesafe bırakılmalıdır.
- Yangın bildirim tesisatı kurulmalıdır.
- Tesis, yetkisiz kişilerin girmemesi için kilitli olmalıdır.
- Tesis, üzerinde uyarıcı levhaların olduğu 1,8 m yüksekliğinde bir çit ile çevrilmelidir.
- Zemine konulan cihazlar çite yakın olmamalıdır.
- Tesis gerilimsiz hâle getirilmeden salt alanına girilmemelidir.
- Trafo merkezinde kullanılan her kesicinin ön ve arkasına ayırıcı konulmalıdır.

Bina Tipi Trafo Merkezleri: Alçaltıcı görevi yapmak için şehir veya kasabalarda görüntü kirliliği oluşturmayacak şekilde kullanılır. Bu tip trafo merkezleri kapalı bir bina veya kapalı muhafazalı bir mekânda kurulur (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Bina tipi trafo merkezi



1. ÖĞRENME BİRİMİ

Bina tipi trafo merkezlerinde iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili alınması gereken önlemler şunlardır:

- Trafo merkezinin kapısı güvenli bir şekilde kapalı olmalıdır.
- Kapılar menteşeli, dışarı açılır şekilde ve kilitlenebilir özellikte olmalıdır.
- Bölümler yeterli büyüklükte ve basınca dayanıklı olmalıdır.
- Kapılar, kapalı konumdayken dışarıdan sökülemeyecek özellikte olmalıdır.
- Muhafazanın kapıları üzerinde ölüm tehlikesi levhası ve kapiya yaklaşmanın yasak olduğunu belirten uyarı levhaları bulunmalıdır.
- Havalandırma sisteminin tasarımında cihaz ve makinelerin yaydığı sıcaklık da hesaplanmalıdır.
- Bölümlerin içi ayrı ayrı aydınlatılmalıdır. Aydınlatma için alçak gerilim panosundaki 220 V AC gerilimle şarj edilen kuru tip akü-redresör grubunun özel aydınlatma lambaları kullanılmalıdır. Lambaların şarjları en az dört saat kullanılacak şekilde olmalıdır.
- Trafo binasının belirlenen yerlerine fanlar takılarak havalandırma sağlanmalıdır.
- Yangın söndürme malzemeleri, belirlenen yerlerde bulundurulmalı ve belirli aralıklarla kontrol edilmelidir. Duman dedektörleri ile yangın bildirim tesisi kurulmalıdır.
- Trafo merkezlerinde gerekli kontrol, bakım ve onarım işleri yapılırken personelin gerilime karşı korunması için izole halı ve sehpa kullanılmalıdır.

Ayırıcılar

Devreyi yüksüzken açıp kapatmaya yarayan elemandır (Görsel 1.4). Sistemde gerilim olan bölümle revizyon yapılacak ya da tamir edilecek bölüm arasındaki bağlantıyı keser. Ayırıcılar, devre yüksüzken ve sadece akım geçişi yokken kullanılır. Ayırıcılar hem açık konumlarında hem de her türlü hava koşullarında devreyi tam ve güvenli bir biçimde ayırmış olmalıdır. Burada ana kontakların konumlarının gözle görülmesi şart değildir. Bu aygıtların açık ve kapalı konumları güvenli bir konum göstergesi ile belirlenmelidir. Özellikle son konumlar yanılmaya yer vermeyecek biçimde işaretlenmelidir. Bakım ve onarım yapılacak yere enerji sağlayan tüm kesicilerin açılması ve bunlara ait ayırıcılar ile ayırma işleminin emniyet altına alınması gerekir.

Kötü temastan dolayı ayırıcılarda şu sorunlar oluşabilir:



Görsel 1.4: Ayırıcı

- Ark meydana gelebilir.
- Arklardan dolayı kontaklar oksitlenir ve bunların direnci artar. Kontak direnci artarsa daha büyük arklar meydana gelir.
- Aşırı ısınmadan dolayı kontaklar gevşer. Gevşeyen kontaklar daha büyük arklara sebep olur.



Kesiciler

YG hatları yük altındayken açma ve kapama işlemi yapan elemanlardır (Görsel 1.5). Kesiciler hem çok hızlıdır hem de ark söndürme özellikleri vardır. İdeal bir kesici, arki hızlı bir şekilde söndürmeli; art arda açma kapama yapabilmelidir. Kesiciler, buldukları yerde ulaşılacak en büyük kısa devre akımını güvenli bir biçimde kesebilecek değerde seçilmelidir. Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'ne göre kesicilerin kumanda kollarının tutma noktaları, uygun bir yüksekliğe yerleştirilmelidir. Bu yükseklik, manevra sırasında basılan zeminden en az 50 cm; en fazla 170 cm olmalıdır. Açıktaki tesislerde bu yükseklik gerektiği kadar artırılabilir.



Görsel 1.5: Kesici

Gerilimin kesilmesi için açılmış olan kesicinin bir başkası tarafından yanlışlıkla kapatılmasını önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Aygıtların tahrik ve kumanda kilitleme düzenekleri varsa bunlar kilitlenebilmeli, aygıtların üzerine **Kapamak Yasaktır, Hat Üzerinde Çalışılıyor** gibi yazılar asılmalıdır. Bu önlemler, kesicilerin kapanmasını önleyici anahtarlı kilitleme düzeneği anahtarının yetkili kişi tarafından alınması ile de sağlanabilir. Çalışılacak yeri besleyen tüm kesicilerin açılmış olmasına rağmen söz konusu tesis bölümünün gerilim altında olup olmadığı, gerekli ölçü veya gösterge cihazları ile denetlenmelidir. Denetleyen kişi gerilim olmadığı kanısına vardıktan sonra çalışmaya başlanmalıdır.

İzolatörler

Direk ile iletken arasını izole etmeye yarayan elemanlardır (Görsel 1.6). İzolatörlerde elektriksel atlama ve delinme olmamalıdır.



Görsel 1.6: İzolatör



Parafudrlar

Aşırı gerilimin zararlı etkilerine karşı kullanılan güvenlik elemanıdır (Görsel 1.7). Aşırı gerilim oluştuğunda enerjinin büyük bir bölümünü toprak hattına aktarır. Parafudrlar en kısa yoldan toprağa bağlanmalıdır. Topraklama direncinin 1 ohm'un (Ω) altında olması gerekir. Parafudrlar her üç fazda, faz-toprak arasına ve korunacak cihazın en yakınına bağlanmalıdır. Arızalı ve şüpheli parafudrlarda yüksek basınçlı gaz birikimi oluşabileceği için bunlar dikkatli bir şekilde sökülmelidir. Elektrik tesis ve aygıtlarını yıldırım etkisinden korumak için parafudr gibi koruyucu aygıtlar kullanılmalıdır.



Görsel 1.7: Parafudr

YG Sigortaları

Yüksek gerilim şebekesinde meydana gelen herhangi bir arıza durumunda arızalı kısmın diğer kısımları etkilemesini önlemek için kullanılır. Üzerine tel sarılarak köprülenmiş veya yamanmış sigortalar kullanılmamalıdır. Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'ne göre bağlama tesislerinde kullanılacak sigortaların kumanda kollarının tutma noktaları, uygun bir yüksekliğe yerleştirilmelidir. Yükseklik, manevra sırasında basılan zeminden en az 50 cm; en fazla 170 cm olmalıdır.

Koruma Röleleri

Kısa devre veya istenmeyen yüksek gerilimlerin oluştuğu durumlarda meydana gelebilecek zararları önlemek için kullanılır. Koruma röleleri, oluşan arızayı ışıklı veya sesli bildirim elemanlarıyla bildirir. Bazı koruma röleleri ise bildirim yapmadan devreyi açar. Etkili koruma için röleler, devre açıcı elemanlar ve bildirim sistemleri beraber kullanılmalıdır. Koruma rölelerinin faaliyete geçme akımı, oluşacak minimum arıza akımına göre ayarlanmalıdır. Toprak arızası gibi hâllerde ve arıza akımının yük akımından küçük olduğu tesislerde röleler bu iki akımı ayırt edecek ölçme düzeyleriyle donatılmalı veya tesisin toprak direnci, minimum hattın akımı yük akımından büyük olacak şekilde tesis edilmelidir.

İzolasyon Yağları

İletkenlerin elektrik yüklenmelerinden dolayı oluşan ısıyı dağıtarak bunların soğumasını sağlamak amacıyla kullanılan yağlardır. Ayrıca elemanlar arasında izolasyon görevi yapmak ve oluşan arkları önlemek için de bu yağlar kullanılır.

Yangından Koruma Düzeni

Yüksek gerilim tesislerinde yangın riskine karşı yangın köşeleri oluşturulmalıdır. Yangın söndürücü, yangın tüpü ve gerekli malzemeler tesiste hazır bulundurulmalıdır. Tesislere yangın bildirim tesisatı çekilmeli, iletim hattının bulunduğu alanlarda ve şalt sahasında bulunan otlar temizlenmelidir.



1.1.1. Yüksek Gerilim Tesislerinde Çalışmalar Sırasında Alınması Gereken Önlemler

Bakım ya da onarım yapılacak yere enerjinin gelmesini engelleyecek tüm kesiciler açılmalı, bunlara ait ayırıcılar ile ayırma işlemi yapılmalıdır. Çalışma esnasında kesici ve ayırıcıların başkaları tarafından kapatılmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Aygıtların üzerine uyarı levhaları asılmalıdır. Çalışılacak alanda elektrik olup olmadığı gerekli ölçü aletleri ile kontrol edilmelidir. Çalışılan alana yakın yerlerde gerilim altında olması gereken yerler varsa gerilimli bölümlerle teması engelleyecek önlemler alınmalıdır. Çalışma esnasında gerilimi kesilmiş bölümün topraklanması gerekir. Gerilim altında bulunması gereken bölümler varsa yaklaşma mesafesine dikkat edilmelidir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Yaklaşma Mesafeleri

| Gerilim Değeri | Yaklaşma Mesafesi |
|-----------------------|-------------------|
| 50-3500 V arası | 30 cm |
| 3500-10000 V arası | 60 cm |
| 10000-50000 V arası | 90 cm |
| 50000-100000 V arası | 150 cm |
| 100000-250000 V arası | 300 cm |
| 250000-450000 V arası | 450 cm |

1.1.2. Yüksek Gerilim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazaları ve Nedenleri

YG tesislerinde ciddi yaralanmalara hatta ölümlere yol açan kazalar yaşanabilir. Tesislerde meydana gelen bazı kazalar ve nedenleri Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2: Meydana Gelen İş Kazaları ve Nedenleri

| Meydana Gelen Kaza | Kaza Nedeni |
|--|---|
| Merdivenden düşmek. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Enerji kesimi sırasında arka maruz kalmak. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Ayırıcı direğinde enerjiye maruz kalmak. | İş güvenliği yönergesindeki iş akışına uymamak. |
| Yüksek gerilim sigortasının patlaması sonucunda yaralanmak. | Güvenlik tedbirlerini almamak. |
| Denge kaybı sonucu vinçten düşmek. | İş güvenliği yönergesindeki iş akışına uymamak. |
| Panoda oluşan kısa devre sonucu arka maruz kalmak. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Ağaç direğe çıkarken direklerle birlikte düşmek. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Enerjili hattın altında direk dikimi yaparken elektriğe kapılmak. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Planlı kesintiyi beklemeden hatta müdahale etmek. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Armatür montajı sırasında enerjiye kapılıp çarpılmak. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Kablo soyma sırasında eli falçata ile kesmek. | Kaza geçirenin aceleci davranması. |
| Sepetli araçta çalışırken sepet içinde enerjiye kapılıp çarpılmak. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Duvardan atlarken düşmek. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |
| Direğe çıkarken kayarak düşmek. | Güvenlik tedbirlerine uymamak. |



1.1.3. Yüksek Gerilim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Sonuçları

Yüksek gerilim tesislerinde meydana gelen kazalar ciddi oranda ağır yaralanma veya ölümlle sonuçlanmaktadır. TEİAŞ'ta 2003-2011 yılları arasında meydana gelen kazalara ilişkin yapılan araştırmaya göre 171 kaza olayı yaşanmıştır. Kazaların %52,1'i ya ağır yaralanma ya da ölümlle sonuçlanmıştır. Bu oran, diğer sektörlerde yaşanan kazalara göre çok yüksektir. Kaza oranlarına bakıldığında elektrik sektöründeki iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

1.1.4. Elektrik Kazaları Sonrasında Yapılacak İşlemler

Türkiye'de meydana gelen iş kazalarının büyük bir kısmı elektrik kazalarından oluşmaktadır. Elektrik çarpması sonucunda insanlar yaralanabilir, sakat kalabilir hatta hayatlarını kaybedebilir.

Elektrik kazaları sonrasında yapılması gerekenler şunlardır:

Ortamın Güvenli Hâle Getirilmesi: Elektrik kazasından sonra daha fazla kişinin zarar görmemesi için olay yerine gelen ilk kişi tarafından çevre güvenliği sağlanmalıdır. Sonrasında şalter veya sigortadan elektrik akımı kesilmeli, bu yapılamıyorsa yalıtkan bir cisim kullanılarak kazazedenin elektrik ile teması kesilmelidir. Elektrik akımının kesildiğinden emin olmadan hem kazazedeye yaklaşılmamalı hem de en az 18-20 metrelik bir mesafeye kimse yaklaştırılmamalıdır. Yaralanma durumunda ve kurtarma işlemleri için acil yardım 112 çağrı merkezi aranmalıdır.

Kazazedenin Hayati Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi, Kalp ve Solunumun Yeniden Canlandırılması: Öncelikle kazazedenin akımla bağlantısının olup olmadığından emin olmak gerekir. Kazazedenin bilinç durumu değerlendirilmeli, üzerinde vücudunu sıkan kravat, kemer vb. eşyalar varsa bunlar gevşetilmeli ya da çıkartılmalıdır. Daha sonra solunumu kontrol edilmeli, solunum varsa kazazede yan yatırılmalı, durmuşsa ilk yardım eğitimi almış kişiler tarafından derhâl suni solunum yapılmalıdır. Kalbi durmuşsa hemen kalp masajına başlanmalıdır.

Elektrik Yanıkları ve Düşmelere Bağlı Yaralanmalarda Yapılacak İlk Yardım: Kafa veya boyun yaralanması varsa omuriliğin korunması için kazazedenin mümkün olduğunca hareket ettirilmemesi gerekir. Elektrik yanıklarında ise yaralanan bölgeyi görebilmek için kazazedenin yanan giysi ve ayakkabıları çıkartılmalı fakat kıyafetleri vücuduna yapışmışsa çıkartılmamalıdır. Temiz bir sargı bezi ile yanık yerlerin üzeri kapatılmalı, zaman kaybetmeden kazazede hastaneye götürülmelidir.

1.2. YG TESİSLERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ MALZEMELERİ

İş yerlerindeki iş kazalarının önlenmesi için tehlike kaynağını ortadan kaldırmak, tehlike kaynağının etrafını çevirmek ve çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmasını sağlamak gerekir. **Kişisel koruyucu donanım (KKD)**, risklerin teknik önlemlerle tam olarak önlenemediği durumlarda kullanılmalıdır.

Kişisel koruyucu donanımların özellikleri şunlardır:

- Risklere uygun olmalı ve kendisi ek risk oluşturmamalıdır.
- İş yerlerindeki koşullara uygun olmalıdır.
- Kullanıcıların ergonomik durumları ve sağlık koşullarına uygun olmalıdır.
- Kişisel koruyucu donanımlar, Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği hükümlerine uygun olarak tasarlanıp üretilmiş olmalıdır.
- Tüm kişisel koruyucu donanımlar, tam koruma sağlamalıdır ve üzerlerinde mutlaka CE etiketi olmalıdır.
- Kullanımı, bakım ve temizliği kolay ve pratik olmalıdır.
- Aynı anda birden fazla KKD kullanılması gereken durumlarda bunların bir arada kullanılmaya uyumlu olması gerekir.

YG tesislerinde kullanılacak KKD'ler elektrik çarpmalarına karşı koruyucu nitelikte yalıtılmış olmalıdır. Bunun için KKD'lerin gerçek çalışma koşullarındaki voltajlarla test edilmesi gerekir. Gerilim altında yapılacak çalışmalarda kullanılacak KKD'lerin ve ambalajlarının üzerinde üretim tarihi, seri numarası, uygun kullanım voltajı veya koruma sınıfını belirten işaretlerin bulunması gerekir.



YG tesislerinde kullanılacak KKD'ler, diğer koruyucu malzemeler ve özellikleri şunlardır:

Baret: Herhangi bir kaza anında çalışanların başını darbelere veya yüksekte düşebilecek nesnelere karşı koruyan iş güvenliği ekipmanıdır (Görsel 1.8). Baret, çalışanları elektrik çarpmalarına karşı da korur. Elektriğin bulunduğu her alanda örneğin trafo merkezlerinde kullanılması gerekir. Baret, diğer özelliklerinin yanı sıra 50 Hertz'lik (Hz) ve 20000 V'luk delinme gerilimine karşı 3 dakika (dk.) dayanabilecek nitelikte olmalıdır.



Görsel 1.8: Baret

Emniyet Kemer: Düşme riskinin olduğu yerlerde çalışanı düşmeye karşı korumak için kullanılan iş güvenliği ekipmanıdır (Görsel 1.9). Kemerin arka kısmında çalışanın belini rahatsız etmeyecek şekilde bir destek parçası bulunmalıdır. Emniyet kemeri, vücut hareketlerini engellemeyecek nitelikte olmalıdır. Kemerin dikişlerinde oluşan söküklükler ve tokalarındaki yıpranmalar hayati tehlike oluşturabileceği için her kullanımdan önce mutlaka kontrol edilmelidir.



Görsel 1.9: Emniyet kemeri

Direkten İndirme Aparatı: Düşme riski olan yerlerde çalışanı kaza anında bulunduğu yerden indirmek için kullanılan iş güvenliği ekipmanıdır.



1. ÖĞRENME BİRİMİ

İzole Eldiven: Elektrikli çalışma alanında bulunması gereken iş güvenliği ekipmanlarının en önemlilerinden biridir. Çalışanlar, 36 kV'luk gerilimlerde manevra yapma esnasında izole eldiven kullanmalıdır (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: İzole eldiven

Eldivenin, çalışanı koruyabilmesi için deformasyona uğramamış olması gerekir. Bu eldivenler yağ, ısı ve kimyasal maddelere dayanıklı olacak şekilde üretilir. Eldivenlerin ait olduğu sınıflar ve kullanılacak maksimum gerilim düzeyleri Tablo 1.3'te gösterilmiştir.

Tablo 1.3: Kullanılacak Gerilime Göre Eldivenlerin Sınıflandırılması

| Sınıf | Kullanma Gerilimi (AC) |
|-------|------------------------|
| 0 | 1000 V |
| 1 | 7500 V |
| 2 | 17000 V |
| 3 | 26500 V |
| 4 | 36000 V |

İzole Çizme: Yüksek gerilim için koruma sağlayan izole çizmeler, özellikle manevra sırasında ve direklere çıkılırken kullanılır (Görsel 1.11). İzole eldivenlerde olduğu gibi izole çizmelerde de deformasyon olmamalı ve çizmeler kesinlikle su geçirmemelidir.



Görsel 1.11: İzole çizme



Elektrikçi Güvenlik Ayakkabısı: Elektrik enerjisi ile ilgili yapılan çalışmalarda çalışanların, elektrik enerjisi ile temasının olması durumunda toprak direncini arttırarak kazanın etkilerini azaltan iş güvenliği ekipmanıdır (Görsel 1.12). Bu ayakkabılar ayağa direkt giyilebildiği gibi ayakkabının üzerine giyilecek şekilde de üretilebilir. Ayakkabının yapıldığı malzemeler elektriğe karşı yalıtkan olmalıdır. Güvenlik ayakkabısının tabanları, 50 Hz'lik ve 14 kV'luk test gerilimine 1 dk. dayanabilmelidir.



Görsel 1.12: Elektrikçi güvenlik ayakkabısı

Gözlük: Yüksek sıcaklık, toz, ark atmaları veya kimyasalların yol açtığı tehlikelerden gözleri koruyan kişisel koruyucu donanımdır (Görsel 1.13). Örneğin çalışanların, trafo merkezlerinde oluşabilecek arklardan gözlerini koruyabilmeleri için gözlük kullanmaları gerekir.



Görsel 1.13: Gözlük

Elektrikçi Ark Kıyafeti: Çalışanı ark patlamaları, ısı ve alevden koruyan güvenlik kıyafetidir (Görsel 1.14). Elektrik arki, iletkenler arasında yüksek akımlı ve kesintisiz bir elektrik deşarjıdır. Çok parlak bir ışık ve yoğun ısı oluşturur. Yoğun sıcaklık ciddi yanıklara hatta ölüme yol açabilir.

Pamuk, polyester gibi gündelik yaşamda kullanılan kumaşlar elektrik arkına maruz kaldığında tutuşur, delinir ve alev alarak kişinin vücudunda yaralanmalara sebebiyet verir. Bu tehlikelerden korunabilmek için elektrikçi ark kıyafeti giymesi gerekir.

İzole Paspas: Kaza anında elektrik enerjisinin, çalışanın üzerinden toprağa ulaşmasını engelleyen güvenlik ekipmanıdır. İzole bir zemin oluşturmak için kullanılır.



Görsel 1.14: Elektrikçi ark kıyafeti



1. ÖĞRENME BİRİMİ

İzole Sehpa: Ulaşılması zor olan yüksek yerlerde kullanılan yalıtkan basamaktır. Kaza anında çalışanı toprağa karşı izole etmeye yarar. Sökülebilir veya sabit ayaklı modelleri vardır.

Elektrik Ark Vizörü: Çalışanların boyun ve yüz bölgelerini elektrik arkları ve ısıdan koruyan güvenlik ekipmanıdır (Görsel 1.15). İş güvenliğinde baret oldukça önemli bir materyaldir fakat tek başına kullanıldığında tam olarak güvenliği sağlamayabilir. Baş bölgesinin komple korunması için barete takılan aparatların tümüne **elektrik ark vizörü** denir.



Görsel 1.15: Elektrik ark vizörü

Kulaklık: Yüksek gerilimin bulunduğu alanlarda oluşan arklar çok yüksek düzeyde ses çıkarabilir. Aniden oluşan bu sesin kulaklara zarar vermemesi için kulaklık kullanılmalıdır (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: Kulaklık

Orta Gerilim Detektörü (Neon Lambalı Stanka): 3000 V ile 36000 V arasında gerilim değerine sahip olan yerlerde gerilim olup olmadığını kontrol etmeye yarayan güvenlik malzemesidir (Görsel 1.17). Stanka ucuna takılan neon lambadan oluşur. Neon lamba, her gerilim kademesinde görünecek şekilde ışık vermelidir.



Görsel 1.17: Neon lambalı stanka



Hat Tüfeği: Enerji hatlarında yapılacak çalışmalarda hatta enerji olup olmadığını kontrol etmeye yarayan güvenlik ekipmanıdır. Hat tüfeği, sıkıştırılmış yay ile ok atan bir ekipmandır. Oka bağlanan ince telin elektriğe temasıyla birlikte kopmasından hatta enerji olduğu anlaşılır.

36 kV Manevra Stankası: 36 kV'a kadar olan tesislerde ayırıcıların elle açılıp kapatılmasında kullanılan güvenlik ekipmanıdır. Stanka en az 40 kV'luk enerjiye dayanacak yalıtımda olmalıdır. Elektrik çarpan birinin kurtarılmasında veya yere düşen enerji hattının izole edilmesinde de kullanılabilir.

Hat Topraklama Teçhizatı: 36000 V'a kadar enerjilendirilmiş alanlarda yapılacak çalışmalarda hattı geçici olarak faz-faz ve faz-toprak arası kısa devre eden güvenlik ekipmanıdır.

Acil Durum Kablo Kesme Makası: Acil durum anında yüksek gerilim hattı kablosunu kesmeye yarayan güvenlik ekipmanıdır (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: Acil durum kablo kesme makası

SF6'lı Ortamda Çalışmak İçin Elbise: SF6 gazı, kontaklarda oluşabilecek patlamaları önlemek için kullanılabilir. Bu gazın bulunduğu ortamlarda koruyucu elbise giyilmeli ve yüz maskesi kullanılmalıdır. Maske, herhangi bir partikülün içeri girmesini önleyecek şekilde dizayn edilmelidir. Elbise, el bileğinde eldiveni; ayaklarda ise çizmeyi kavramalıdır. Bu sayede partiküllerin içeri girmesi engellenir.

NOTLAR

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____



1.1. UYGULAMA PARAŞÜT TİPİ EMNİYET KEMERİ KULLANIMI

AMAÇ: Bu uygulamada paraşüt tipi emniyet kemerini doğru şekilde kullanmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|--------------|---------|
| Emniyet kemeri | Paraşüt tipi | 1 adet |



Görsel 1.19: Paraşüt tipi emniyet kemeri

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
5. Paraşüt tipi emniyet kemerine ait kullanım talimatını okuyunuz.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Emniyet kemerini kullanmadan önce kemerin hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
10. Emniyet kemerini yekek giyer gibi omuzlarınızdan geçirin (Görsel 1.19).
11. Bağlantı karabinasını bacaklarınızın arasından geçirerek göğüs bağlantı noktası ile birleştiriniz.
12. Bel kolonlarını iki parmak boşluk olacak şekilde ayarlayınız.
13. Bacak kolonlarını dört parmak boşluk olacak şekilde ayarlayınız.
14. İki yandaki tutturma halkalarını kullanarak dengeli bir sabitleme yapınız.
15. Paraşüt tipi emniyet kemerini üzerinizden çıkarınız.
16. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Paraşüt Tipi Emniyet Kemerini Kullanımı** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.



PARAŞÜT TİPİ EMNİYET KEMERİ KULLANIMI KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Emniyet kemerini kullanmaya başlamadan önce kemerin hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Emniyet kemerini omuzlarından geçirerek giydi. | | | |
| 5. | Bacak arasındaki bağlantı karabinası ile göğüs bağlantı noktasını birleştirdi. | | | |
| 6. | Bel kolonları arasındaki boşlukları doğru şekilde ayarladı. | | | |
| 7. | Bacak kolonları arasındaki boşlukları doğru şekilde ayarladı. | | | |
| 8. | Paraşüt tipi emniyet kemerini üzerinden doğru şekilde çıkardı. | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | |
| 10. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 11. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne göre etkin değeri 1000 V ve üzeri olan gerilimler yüksek gerilim olarak ifade edilir.
2. (...) Yüksek gerilim tesislerindeki kazalarda meydana gelen ölüm oranı diğer sektörlere göre daha azdır.
3. (...) Parafudr, aşırı gerilimin zararlı etkilerine karşı kullanılan bir güvenlik elemanıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Makine ya da tesisin topraklanması için kullanılan elemanlara denir.
5. Herhangi bir kaza anında tesislerde çalışanların başını darbelere veya yüksekten düşebilecek nesnelere karşı koruyan iş güvenliği ekipmanına denir.
6. Ulaşılması zor olan yüksek yerlerde kullanılan yalıtkan basamaklara denir.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi direk ile iletkenin arasını izole etmeye yarayan elemandır?

- A) Parafudr B) İzolatör C) İzole sehpa D) İzole paspas E) Trafo

8. 1000 V-5000 V arası gerilimlerde yaklaşma gerimi kaç cm'dir?

- A) 20 B) 40 C) 60 D) 90 E) 150

9. Aşağıdakilerden hangisi KKD'lerin özelliklerinden biri değildir?

- A) Seçilirken en ucuz olanı tercih edilmelidir.
B) İlgili risklere uygun olmalıdır.
C) Kendisi ek risk oluşturmayacak özellikte olmalıdır.
D) İş yerindeki koşullara uygun olmalıdır.
E) Kullanıcıların ergonomik durumlarına uygun olmalıdır.

10. Yüksüz devreleri gerilim altındayken açıp kapamaya yarayan eleman aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ayırıcı B) Kesici C) KKD D) Sigorta E) Transformatör

2.

ÖĞRENME BİRİMİ DAĞITIM VE GÜÇ TRANSFORMATÖRLERİ

KONULAR

- 2.1. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİBİ
- 2.2. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN ETİKET BİLGİLERİ
- 2.3. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN YG VE AG UÇ BAĞLANTILARI
- 2.4. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN ARIZA, BAKIM VE ONARIMI
- 2.5. MEGER İLE YG TRAFÖ SARGILARININ SAĞLAMLIK KONTROLÜ
- 2.6. YAĞLI TİP YG TRAFOLARINDA İZOLASYON YAĞINDAN NUMUNE ALMA, YAĞ TAKVİYESİ YAPMA VE YAĞ DEĞİŞTİRME
- 2.7. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNDE SİLİKAJELİN İŞLEVİ VE DEĞİŞİMİ
- 2.8. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNDE ARK BOYNUZU DEĞİŞİMİ
- 2.9. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN KADEME AYARI
- 2.10. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN SEKONDER DEVRESİNDE AG DENGESİZ YÜKLERİN TESPİTİ



TEMEL KAVRAMLAR

dağıtım, güç, meger, primer, sekonder, trafo, yüksek gerilim

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Transformatörlerin ne işe yaradığı konusundaki düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak fikir alışverişinde bulununuz.





2.1. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİBİ

Transformatörler, alternatif akımın gücünü ve frekansını değiştirmeden ihtiyaca göre gerilim ya da akımı değiştiren cihazlardır. YG dağıtım transformatörleri elektrik enerjisini **orta gerilimden (OG)**, **alçak gerilime (AG)** dönüştürür. Santrallerde üretilen elektrik enerjisinin uzak mesafelere iletilmesi gerekir. Bu nedenle daha verimli bir iletim için elektrik enerjisinin gerilimi yükseltilir. Elektrik enerjisi, yerleşim yerlerine kadar YG olarak iletilir; yerleşim yerlerinin girişinde OG'ye dönüştürülür. Gerilim seviyelerinin yüksek olduğu yerlerde güç transformatörleri kullanılır. Son olarak orta gerilim, dağıtım transformatörleri ile alçak gerilime dönüştürülür. Transformatörlerin gerilim sınırı 420 kV, güç sınırı ise 2500 kVA'dır (Tablo 2.1). Dağıtım transformatörlerinin kuru tip, genişleme depolu yağlı tip ve hermetik tip olmak üzere üç çeşidi vardır.

Tablo 2.1: Dağıtım Transformatörlerinin Güç ve Gerilim Seviyeleri

| | DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİ | |
|--------------|----------------------------|---------------------------|
| | Yağlı Tip Transformatörler | Kuru Tip Transformatörler |
| Güç (kVA) | 25-2500 | 25-2500 |
| Gerilim (kV) | 1-420 | 1-420 |

Kuru Tip Dağıtım Transformatörleri: Özellikle konutlar, alışveriş merkezleri, ticari binalar gibi kalabalığın fazla olduğu yerlerde kullanılır. Maliyetli olmasına rağmen patlama ve yanma riski olmadığı için daha çok tercih edilir. Transformatörlerin sargıları vakum altında ve reçineli olarak imal edilir. Kuru tip dağıtım trafoları diğer trafolardan farklı olarak hem doğal yolla hava ile hem de fanla soğutulabilir. Fanlı soğutma sistemi ile çalıştırıldıklarında güç kapasiteleri arttırılabilir (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Kuru tip dağıtım transformatörü



Görsel 2.2: Genişleme depolu dağıtım transformatörü

Genişleme Depolu Dağıtım Transformatörü: Bir veya üç fazlı çeşitleri vardır. Atmosfere açık olarak dizayn edilir. Herhangi bir basınç ayarı gerektirmez sadece izolasyon yağı seviyesinin ayarlanması gerekir. Aşırı yük durumunda genişleme deposu sayesinde tehlikeli basıncın oluşması önlenir. Yapısal olarak bakım ve onarım yapmaya uygundur. Transformatörlerin periyodik olarak bakım ve testlerinin yapılması gerekir (Görsel 2.2).



Hermetik Tip Dağıtım Transformatörleri: Hermetik tip transformatörler tamamen kapalıdır ve yağ genişleme depoları yoktur. Trafo, hava ile teması olmadığı için nem almaz ve uzun ömürlüdür. Bakım ve onarımı ya üretildiği fabrikada ya da fabrikadan teknik personel çağrılarak yapılır. Bu tip trafoların boyutları daha küçük olduğu için küçük alanlarda montaj yapılabilir (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: Hermetik tip dağıtım transformatörü

2.2. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN ETİKET BİLGİLERİ

Trafoların üzerinde üretici firma tarafından basılmış bir etiket vardır (Görsel 2.4). Etiket üzerinde yer alan başlıklar ve bu başlıkların anlamları şu şekildedir:

Markası: Transformatörü yapan firmanın adını gösterir.

Seri No.: Transformatörün seri numarasını gösterir.

İmal Yılı: Transformatörün üretildiği yılı gösterir.

TS: Transformatörün hangi standarda göre yapıldığını gösterir.

Güç: Transformatörün nominal gücünü ifade eder.

Frekans: Transformatörün çalışma frekansını ifade eder.

Kademe Etiketi: Transformatörün bulunduğu kademedeki gerilim değerini gösterir.

Bağlantı Grubu: Transformatörün primer ve sekonderinin hangi bağlantı grubunda sarıldığını gösterir.

İzole Seviyesi: YG izolasyon seviyesini gösterir.

Nominal Kısa Devre Gerilimi: Transformatörün nominal % Uk kısa devre gerilimini gösterir.

Maksimum Kısa Devre Gerilimi: Transformatörün maksimum kısa devreye dayanma süresini gösterir.

Soğutma Şekli: ONAN tabii, ONAF fan ile OFAF ise fan ve sirkülasyon pompasıyla soğutmayı ifade eder.

Nominal Akım: Primer ve sekonderden geçebilecek akımı gösterir.

Boşta Akım IO: Yüksüzken çekilebilecek akım değerini % olarak gösterir.

İzolasyon Direnci Test Değerleri Tablosu: Transformatörün fabrikada yapılan test değerlerini gösterir.

| | | | | | | | |
|-----------------------|--------|------------|-------|----------------|--------|-----------------|----------|
| STANDARD | TS 267 | İMAL YILI | 200 | SERİ NO | | TİPİ | HARİC |
| NOM.GÜÇ | 50 kVA | GER.SERİSİ | 36 kV | BAĞ.GRUBU | Yzn 11 | SOĞUTMA | ONAF |
| SERVIS SÜREKLİ | | YAL.SINIFI | A | FAZ SAYISI | 3 | İSINMA | 55/60 °C |
| FREKANS | 50 Hz | Ptg | W | Pcu | W | BOŞ AKIM | A |
| KADEME | | YG | | AG | | BOŞTA ÇEV.ORANI | |
| 1 | | 28500 V | | V | | 71.25 | |
| 2 | | 30000 V | | V | | 75.00 | |
| 3 | | 31500 V | | V | | 78.75 | |
| 4 | | 33000 V | 400V3 | V | | 82.50 | |
| 5 | | 34500 V | | V | | 86.25 | |
| NOMİNAL AKIM | | 0.87477 A | | 72.169 A | | EMPEDANS(UR) % | |
| SİPARİŞ NUMARASI | | 03-54D-030 | | YAĞ CİNSİ | | NYTRO-2000X | |
| KISADEVRE AKIMI (YG) | | 19.439 A | | YAĞ AĞIRLIĞI | | 0.108 t | |
| KISADEVRE AKIMI (AG) | | 1603.75 kA | | ÇIKAN KIS. AĞ. | | 0.295 t | |
| MAX.KISA DEVRE SÜRESİ | | 2 sn | | TOPLAM AĞ. | | 0.450 t | |

Görsel 2.4: Transformatör etiketi



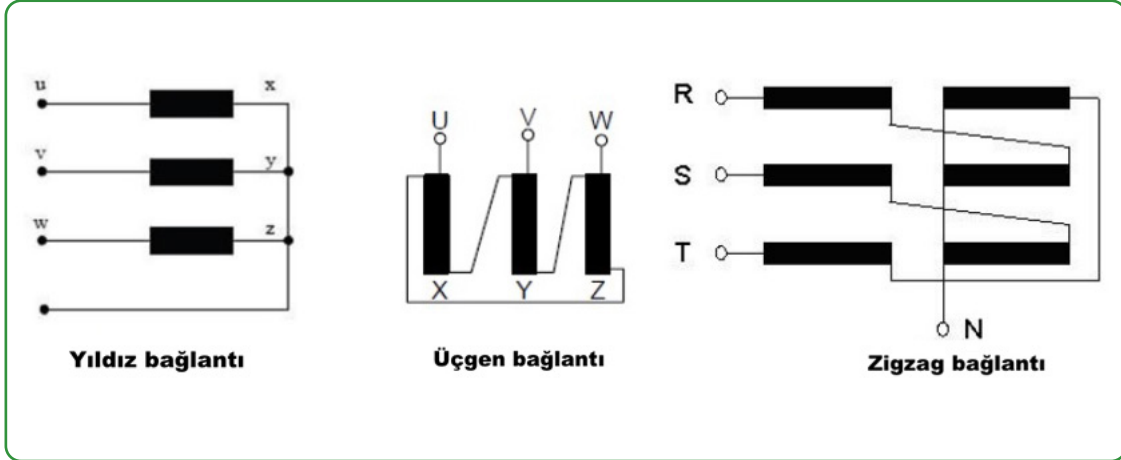
2.3. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN YG VE AG UÇ BAĞLANTILARI

Üç fazlı YG dağıtım transformatörünün yüksek gerilim tarafında üç sargı bulunur. Bu sargılar yıldız ya da üçgen bağlantılı olabilir. Buna uygun olarak alçak gerilim tarafı da yıldız, üçgen ya da zikzak bağlantılı olabilir (Görsel 2.5).

Yıldız Bağlantı: Hem primer hem de sekondere uygulanabilir. Yıldız işareti ile gösterilir.

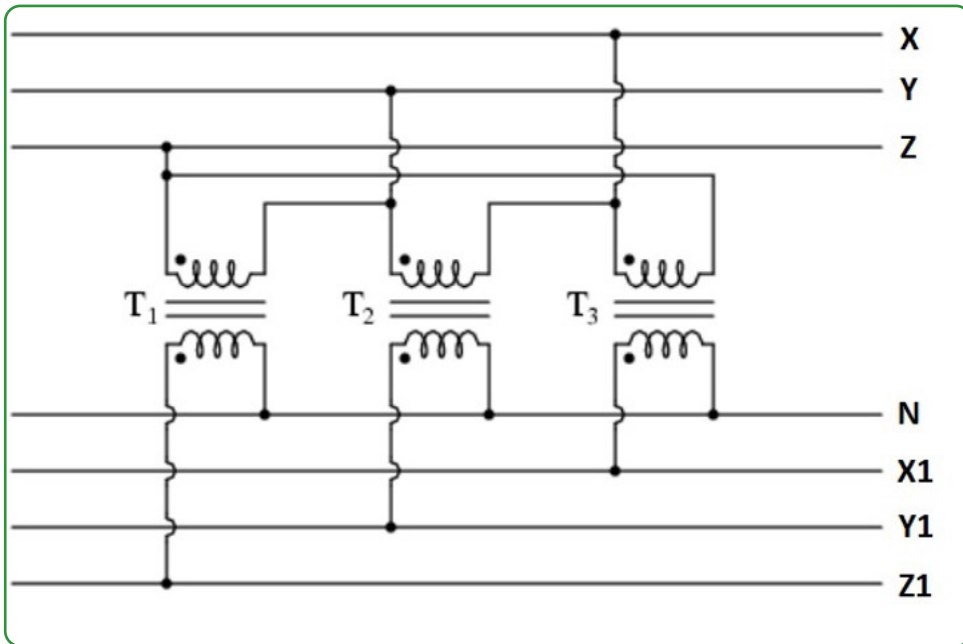
Üçgen Bağlantı: Hem primer hem de sekondere uygulanabilir. Bu bağlantıda nötr hattı yoktur. Üçgen şeklinde gösterilir.

Zikzak Bağlantı: İki parçadan oluşan sekonder sargısına uygulanan bir sarımdır. Sekondere bağlanan dengesiz faz yüklerini dengelemek için yapılır. Z harfi ile gösterilir.



Görsel 2.5: Üç fazlı transformatörde yıldız, üçgen ve zikzak bağlantı

Görsel 2.6'da üçgen ve yıldız bağlı transformatörün faz bağlantı şeması gösterilmiştir.



Görsel 2.6: Üçgen ve yıldız bağlı transformatörün faz bağlantı şeması



Transformatörlerde Bağlantı Grupları ve Grup Açıları

Grup açısı, transformatörün bir fazındaki primer ve sekonderinde endüklenen gerilimler arasında oluşan faz farkıdır. Grup açısı 30'a bölündüğünde bağlantı grubu bulunur. Örneğin grup açısı 150° olan transformatörün bağlantı grubu 5'tir.

Transformatörlerdeki bağlantı grupları ve grup açıları şu şekildedir:

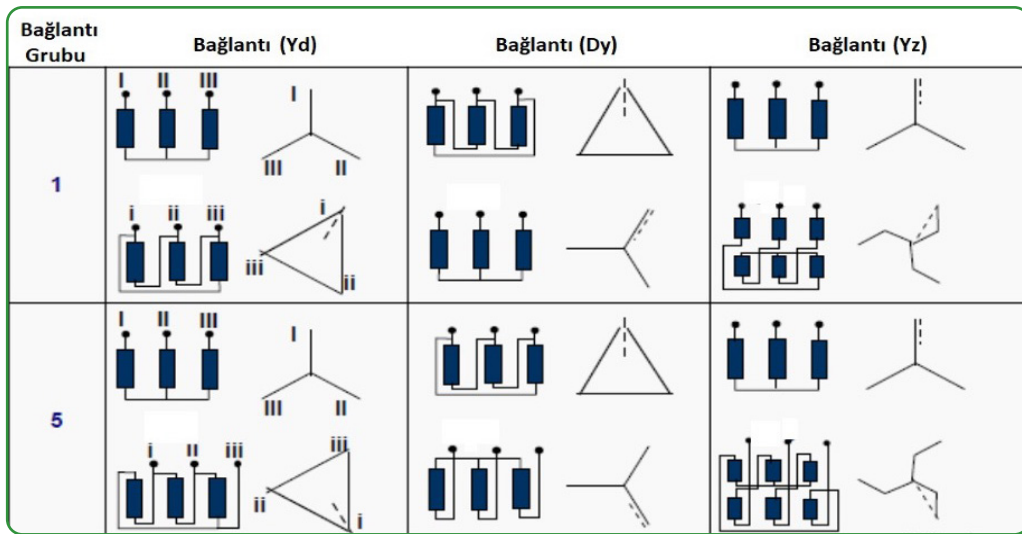
Yy0: Primeri ve sekonderi yıldız bağlı, grup açısı 0° ve bağlantı grubu 0'dır.

Yd11: Primeri yıldız, sekonderi üçgen bağlı; grup açısı 330° ve bağlantı grubu 11'dir.

Dy6: Primeri üçgen, sekonderi yıldız bağlı; grup açısı 180° ve bağlantı grubu 6'dır.

Yz5: Primeri yıldız, sekonderi zikzak bağlı; grup açısı 150° ve bağlantı grubu 5'tir.

Görsel 2.7'de 1. ve 5. gruba ait yıldız-üçgen, üçgen-yıldız ve yıldız-zikzak bağlantı şekilleri gösterilmiştir.



Görsel 2.7: 1. ve 5. gruba ait örnek bağlantı şekilleri

2.4. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN ARIZA, BAKIM VE ONARIMI

Transformatörler çok fazla bakım gerektirmez. Buna karşın uzun ömürlü olmaları ve daha verimli çalışabilmeleri için periyodik olarak kontrollerinin yapılması gerekir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Trafo bakımı



2. ÖĞRENME BİRİMİ

Transformatörlerin kontrollerinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Transformatörlerde yağ sızıntısının olup olmadığı ve yağ seviyesi sık sık gözlenmelidir. Yağ seviyesinde eksilme varsa genişleme depolu tip transformatörlerle aynı özellikte tasfiye edilmiş yağ ilave edilmelidir. Yağ kaçağı varsa bunun yeri tespit edilmeli ve sorun en kısa zamanda çözülmelidir. Hermetik tip transformatörlerde yağ kaçağı gözlenirse zaman kaybetmeden üretici firmaya haber verilmelidir.
- Genleşme depolu transformatörlerde kullanılan silikajel, özelliğini kaybetmişse değiştirilmelidir.
- Transformatörlerin buchholz veya hermetik koruma rölesi varsa bunlar sık sık kontrol edilmeli, gaz birikimi tespit edilirse nedeni araştırılmalı ve fazla gaz tahliye edilmelidir.
- Yağ sıcaklığı trafo üzerindeki termometrelerden izlenmeli, aşırı bir sıcaklık artışı varsa nedeni araştırılmalıdır.
- Toprak direnci her yıl kontrol edilmelidir.
- Trafo enerjiliyken bakım yapılmamalı ve yakından kontrol edilmemelidir.
- Buşingler sürekli temiz tutulmalı, fiziksel durumları kontrol edilmelidir.
- Buşinglerde kırık veya çatlak olması durumunda buşing değişimi, üreticinin bilgisi dâhilinde yapılmalıdır.
- Basınç emniyet valfi varsa bu valf kesinlikle boyanmamalıdır. Valf boyandığı takdirde boya, piston ya da döner mili ya-
pıştırılabilir dolayısıyla valfin görevini yapmasına engel olabilir. Böyle bir durumda herhangi bir basınç artışı olduğun-
da tank ciddi biçimde zarar görebilir.
- Transformatör yılda bir kez detaylı incelenmeli, aksesuarların fonksiyonlarını yerine getirip getirmediği kontrol edil-
melidir. Periyodik olarak kaydedilen sıcaklık ve basınç bilgileri kontrol edildikten sonra incelemeye başlanmalıdır. Sı-
caklık veya basınç hiçbir şekilde değişiklik göstermemişse göstergelerin arızalandığı ya da raporun doğru tutulmadığı
düşünülmelidir.
- Isı değişikliklerinden dolayı yaşanan, sertleşen ve çatlayan contalar değiştirilmelidir.

2.5. MEGER İLE YG TRAF0 SARGILARININ SAĞLAMLIK KONTROLÜ

Trafo sargı direnci ölçümü; özellikle iletken kayıplarının önlenmesi, sargıların sağlamlık kontrolü ve olası arızaları önlemek için yapılır. Trafolarla kötü tasarım, kullanım ve ortam koşullarının yanı sıra yetersiz bakım ve aşırı yükleme sebebiyle çeşitli arızalar meydana gelebilir. Bu nedenle YG trafo sargılarının belirli aralıklarla ölçülmesi gerekir. Direnç ölçümü meger ile yapılabilir (Görsel 2.9). Trafolarla sargı direnci; kısa devre, gevşek bağlantı ve bozulan kontaklar nedeniyle değişebilir. AG ve YG sargılarının da direnç ölçümü yapılmalıdır. YG sargılarının direnci, iletkenin kesiti ve cinsine bağlı olarak 3-8 Ω arasında; AG sargılarının direnci ise iletkenin kesiti ve cinsine göre 0,5-1 **mili ohm (m Ω)** arasında değerler alır.



Görsel 2.9: Meger



2.6. YAĞLI TİP YG TRAFOLARINDA İZOLASYON YAĞINDAN NUMUNE ALMA, YAĞ TAKVİYESİ YAPMA VE YAĞ DEĞİŞTİRME

İzolasyon yağının belirli aralıklarla test edilmesi gerekir. Yağdan numune alınmalı, eksiklik varsa yağ takviyesi yapılmalı ve yağın özelliği bozulmuşsa değiştirilmelidir. Örneğin 36 kV seviyesindeki bir trafonun izolasyon yağı seviyesi en az 40 kV olmalıdır. En çok kullanılan trafo yağ testi, delinme testidir. Bu testte 1 litre (l) yağ numune olarak alınır. Test makinesi ile numune alınan yağın gerilimi yavaş yavaş artırılarak kaç kV seviyesinde delinme olduğu tespit edilir.

Yağlı tip yüksek gerilim trafolarında numune alma aşamaları şu şekildedir:

- Trafonun yağ radyatörlerini soğutan fan sökülür.
- Radyatörlere ait yağ vanaları kapatılır ve radyatörler vakum altında sökülür.
- Silikajel tanklarına ait yağ vanaları kapatılır ve bu tanklar vakum altında sökülür.
- Yağ genişleme tankı ve trafo koruyucu röleler sökülür.
- Akım trafoları yerinden sökülür ve nem almayacak şekilde muhafaza edilir.
- Gerilim kademesini değiştiren kontaktör tankı içindeki yağ, numune olarak kullanılmak için boşaltılır.
- Numune olarak alınan yağ, kimyasal teste ve delinme testine tabi tutulur (Görsel 2.10).

Test sonucuna göre numune alınan yağın özelliği bozulmuşsa izolasyon yağının değiştirilmesi gerekebilir. Yağ seviyesi düşmüşse yağ takviyesi yapılmalıdır.



Görsel 2.10: Transformatör yağ testi



2.7. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNDE SİLİKAJELİN İŞLEVİ VE DEĞİŞİMİ

Silikajel, atmosfere açık genişleme depolu transformatörlerde genişleme tankına monte edilir. Havayla birlikte tanka girmeye çalışan nem ve tozu tutar. Böylece yağ ve yalıtım malzemelerinin özelliklerini korumasını sağlar. Silikajelin rengi normalde mavidir, nem aldıkça pembeye döner. Özelliğini kaybeden silikajelin değiştirilmesi gerekir (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: Silikajel

2.8. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNDE ARK BOYNUZU DEĞİŞİMİ

Ark boynuzları, genel olarak iki metal çubuktan oluşan elektrotlardır. İzolatörler aşırı bir gerilim ile zorlandığında ark oluşabilir. Ark boynuzlarının görevi, oluşabilecek arki izolatörlerden uzaklaştırmaktır (Görsel 2.12). Bozulan ark boynuzu aralıklarının belirli periyotlarla ayarlanması gerekir (Tablo 2.2). Ark boynuzunun mekanik özellikleri bozulmuşsa bunlar değiştirilmelidir.



Görsel 2.12: Ark boynuzu

Tablo 2.2: İşletme Gerilimine Göre Ark Boynuzu Açıklıkları

| İşletme Gerilimi (kV) | 6 | 10 | 15 | 30 | 60 | 150 | 380 |
|-----------------------|---|-----|------|----|----|-----|-----|
| Açıklık (cm) | 6 | 8,6 | 11,5 | 22 | 40 | 83 | 230 |



2.9. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN KADEME AYARI

Transformatörlerde sekonder gerilim düşerse tüketici bundan olumsuz etkilenir. Sekonder geriliminin sabit tutulabilmesi için kademe ayarı yapılmalıdır. Standart dağıtım transformatörleri, \pm %5 gerilim ayarı yapabilecek şekilde üretilir. Boşta gerilim ayarı, transformatörün kapağıyla üst boyunduruk arasına yerleştirilen kayar tip mekanizmalı kademe değiştiriciler ile yapılır. Bunun yanı sıra yük altında kademe değiştiren tipte transformatörler de mevcuttur.

Görsel 2.13'te örnek bir trafo etiketi gösterilmiştir. Bu etiket değerlerine göre şebeke gerilimi 33 kV ise trafodan 4. kademede 400 V alınır. Trafo 4. kademede sekonder gerilimi 400 V'tan azsa kademe düşürülmeli, trafonun sekonder gerilimi 400 V'tan fazlaysa kademe arttırılmalıdır.

| KADEME | YG | AG | BOŞTA ÇEV.ORANI |
|--------|---------|---------|-----------------|
| 1 | 28500 V | V | 71.25 |
| 2 | 30000 V | V | 75.00 |
| 3 | 31500 V | V | 78.75 |
| 4 | 33000 V | 400/3 V | 82.50 |
| 5 | 34500 V | V | 86.25 |

Görsel 2.13: Trafo etiketinde kademe bilgileri

2.10. YG DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİNİN SEKONDER DEVRESİNDEKİ AG DENGESİZ YÜKLERİN TESPİTİ

Dağıtım transformatörlerinin sekonder devresindeki dengesiz yükler, transformatörlerin manyetik sisteminde dengesizliğe yol açar. Manyetik dengesizlikler, transformatörde aşırı ısınmaya ve kayıpların oluşmasına dolayısıyla verimin düşmesine sebep olur. Dengesiz yüklerle maruz kalan transformatörlerin kullanım süreleri de azalır.

Akım ve gerilim çok yüksek olduğunda ölçü aletlerinin transformatöre doğrudan bağlanması mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda ölçme transformatörleri kullanılır. Bunlar, akım ve gerilimi uygun seviyelere indirgeyerek ölçüm yapar. Dağıtım transformatörlerinde akım ölçmek için akım trafosu, gerilim ölçmek için ise gerilim trafosu kullanılır. YG dağıtım transformatörlerinin fazlarına takılan akım trafosu ile dengesiz yükler tespit edilebilir.

NOTLAR

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



2.1. UYGULAMA

YG TRANSFORMATÖR YAĞINDAN NUMUNE ALMA

AMAÇ: Bu uygulamada YG transformatörünün yağından numune almanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|-------------------|----------------------|---------|
| YG transformatörü | Yağlı tip | 1 adet |
| Numune kabı | Koyu renkli cam şişe | 1 adet |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
4. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
5. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
6. Numune alınacak vanayı temiz bir bezle siliniz.
7. Numune vanasından bir miktar yağı boş bir kaba akıtınız ve vanayı temiz bir bezle tekrar siliniz.
8. Numune kabına en az 1,5 litre yağ doldurunuz. Numune alınan yağa elinizin ya da başka bir cismin değmemesine dikkat ediniz. Numune kabını hava kalmayacak şekilde ağzına kadar doldurunuz.
9. Numune kabının ağzını sıkıca kapatınız.
10. Numune kabının üzerine bir etiket yapıştırınız. Bu etiketin üzerine numune adı, transformatör gerilimi ve numune alım tarihini yazınız.
11. Numune kabını ısı ve ışık almayacak bir yerde muhafaza ediniz.
12. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **YG Transformatöründen Numune Yağ Alma** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretilenerek tamamlanacaktır.



YG TRANSFORMATÖRÜNDEN NUMUNE YAĞ ALMA KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Numune alınacak vanayı temiz bir bezle sildi. | | | |
| 4. | Numune alınacak vanadan bir miktar yağı boşa akıtarak vanayı bez ile tekrar sildi. | | | |
| 5. | Numune kabına yağı doldurdu. | | | |
| 6. | Numune kabında hava kalmamasını sağladı. | | | |
| 7. | Numune kabının ağzını sıkıca kapattı. | | | |
| 8. | Numune kabına etiket yapıştırdı. | | | |
| 9. | Numune kabındaki etikete numunenin adını yazdı. | | | |
| 10. | Numune kabındaki etikete transformatörün gerilimini yazdı. | | | |
| 11. | Numune kabındaki etikete numune alma tarihini yazdı. | | | |
| 12. | Numune kabını ısı ve ışık almayacak bir yerde muhafaza etti. | | | |
| 13. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 14. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) Dağıtım transformatörlerinde gerilim sınırı 86 kV'tur.
2. (...) Kuru tip transformatörler insan kalabalığının olduğu yerlerde kullanılır.
3. (...) Düzenli bakım yapılması transformatörün ömrünü uzatır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Hava ile birlikte içeri girmeye çalışan nem ve tozu tutarak transformatör yağının özelliğini korumasını sağlayan malzemeye denir.
5. Aşırı bir gerilimde oluşabilecek arki izolatörlerden uzaklaştran elemana denir.
6. Sekonder geriliminin sabit tutulması için yapılan ayara denir.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi YG dağıtım transformatörlerinin bakımında yapılması gereken işlemlerden biri değildir?

- A) Silikajel kontrol edilmelidir.
- B) Yağ seviyesi kontrol edilmelidir.
- C) Trafo direnci kontrol edilmelidir.
- D) Trafonun bakımı, trafo enerjiliyken yapılmalıdır.
- E) Hermetik koruma rölesi varsa röle kontrol edilmelidir.

8. Grup açısı 330° olan transformatörün bağlantı grubu aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yd0 B) Yd3 C) Yd5 D) Yd6 E) Yd11

9. 36 kV seviyesindeki bir trafonun izolasyon yağı seviyesi en az kaç kV olmalıdır?

- A) 0 B) 10 C) 20 D) 30 E) 40

10. Yüksüz devreleri gerilim altındayken açık kapamaya yarayan eleman aşağıdakilerden hangisidir?

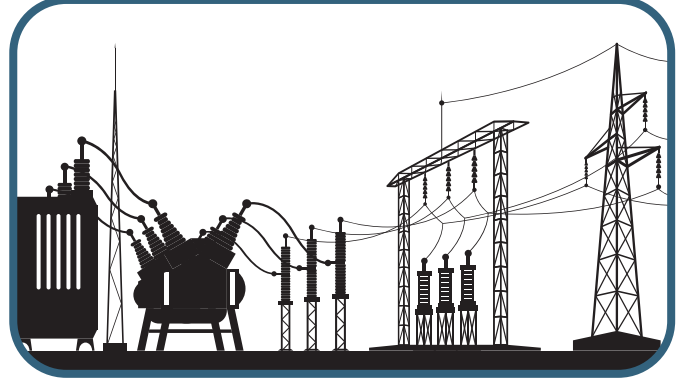
- A) Akım trafosu B) Kesici C) Ohmmetre D) Voltmetre E) Ayırıcı

3.

ÖĞRENME BİRİMİ YG DAĞITIM TESİSLERİNDE AYIRICILAR VE KESİCİLER

KONULAR

- 3.1. AYIRICININ TANIMI, ÇEŞİTLERİ VE PARÇALARI
- 3.2. ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE AYIRICI SEÇİMİ
- 3.3. AYIRICININ MONTAJ VE DEMONTAJI
- 3.4. AYIRICIYI AÇMA KAPAMA İŞLEMLERİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR
- 3.5. AYIRICILARIN ARIZALARI, BAKIM VE ONARIMI
- 3.6. KESİCİNİN TANIMI, ÇEŞİTLERİ VE PARÇALARININ İŞLEVLERİ
- 3.7. KESİCİ İLE AYIRICILARDA ETİKETLEME VE KİLİTLEME
- 3.8. KESİCİLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ
- 3.9. ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE KESİCİ SEÇİMİ
- 3.10. KESİCİ AÇMA KAPAMA (KESİCİ SEMBOLLERİ VE İŞLEM ALGORİTMASI)
- 3.11. KESİCİNİN MONTAJ VE DEMONTAJI
- 3.12. KESİCİLERİN ARIZALARI, BAKIM VE ONARIMI



TEMEL KAVRAMLAR

ayırıcı, işletme değerleri, kesici

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Cihaz işletme koşullarının neler olduğunu araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.



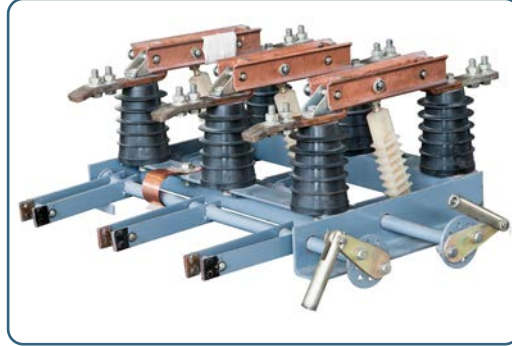


3.1. AYIRICININ TANIMI, ÇEŞİTLERİ VE PARÇALARI

Santrallerde üretilen elektrik enerjisi, yüksek ve orta gerilim şeklinde taşınarak tüketiciye ulaştırılır. Enerji iletim hat ve sistemlerindeki bakım, onarım ve arıza durumlarında enerji açma kapama işleminin yapılması gerekebilir. Bu işlemin güvenli bir biçimde yapılabilmesi için ayırıcılar kullanılır.

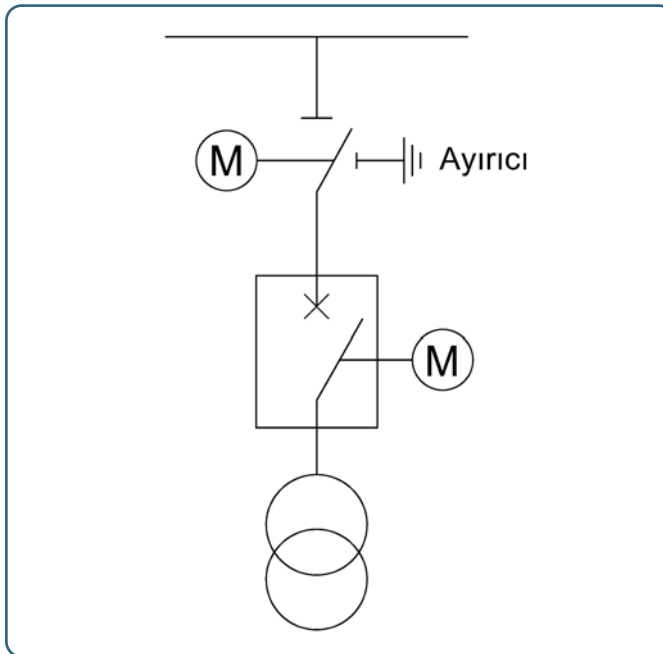
3.1.1. Tanımı

Ayırıcı, orta ve yüksek gerilim şebeke devresi yüksüzken devrenin açılıp kapanması için kullanılan devre elemanıdır (Görsel 3.1). Yapılan açma kapama işlemi gözle görülebilir.



Görsel 3.1: Ayırıcı

Ayırıcıları açma işlemine geçilmeden önce kesici, daha sonra ayırıcılar açılır. Kapatma işleminde ise önce ayırıcılar, daha sonra kesiciler kapatılır. Ayırıcılar; tesis bölümlerindeki bakım, onarım, kontrol ve arıza durumunda işlemlerin güvenli bir şekilde yapılması için kullanılır. Ayırıcılar, yanlış manevrayı önlemek için elektrikselsel veya mekanik olarak kilitleme sistemine sahiptir. Ayırıcının yük altında açılmaması için kilitleme sistemi önemlidir. Sistem; sıfır akım koşullarında anahtarlanma yapar ve kısa devre koşulları, deprem, mekanik zorlanmalar gibi sebeplerle ayırıcı konumunun değişmesini önleyecek kilitleme sistemine sahiptir. Ayırıcılar devreye seri bağlanır (Görsel 3.2).

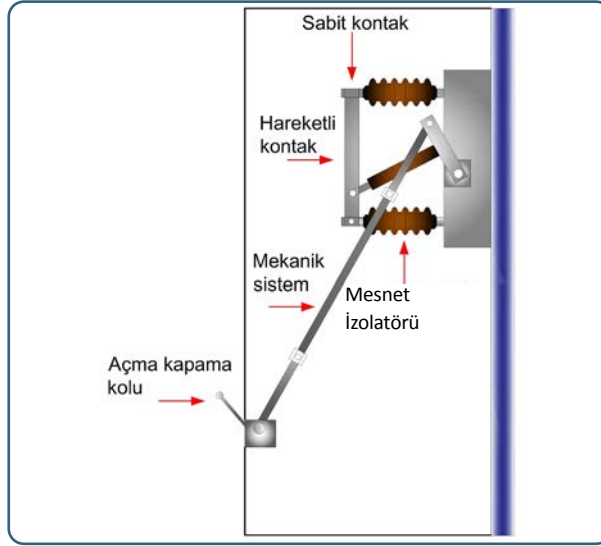


Görsel 3.2: Ayırıcı tek hat şeması



3.1.2. Ayırıcı Parçaları

Standart bir ayırıcı; mesnet izolatörü, sabit ve hareketli kontaklar, kilit tertibatı, yaylar, şase ve açma kapama düzeneğinden oluşur (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Dâhilî tip ayırıcı ve parçaları

Mesnet İzolatörü: Sabit ve hareketli kontakları yerine tutturmak ve elektrikle gövde arasında yalıtım sağlamak için kullanılan elemandır.

Sabit Kontak: Açma kapama sisteminde hareketli kontağın üzerine gelen hareketsiz kontaktr.

Hareketli Kontak: Bir mekanizmayla hareket kazandırılıp sabit kontak üzerine irtibatlandırılan kontaktr.

Şase: Sabit ve hareketli kontakların olduğu mekanizmayla elektriksel bağın kesildiği, bu kısımlardan geriye kalan köşebent ve profilden oluşan aksamdır.

Kilit Tertibatı: Hat ayırıcısıyla toprak bıçağı arasında yer alan ve her ikisinin de aynı anda açılıp kapanmasını elektriksel veya mekanik olarak engelleyen elemandır.

Yaylar: Kontakların takılı kalmadan hızlı bir şekilde konum değiştirmesini sağlayan elemandır.

Açma Kapama Düzeneği: Hareketli kontağın güvenli bir biçimde açma ve kapama yapmasını sağlamak için kullanılan sistemdir.

3.1.3. Ayırıcı Çeşitleri

Ayırıcılar; yapı özellikleri, konumlandırıldığı yer, kumanda şekilleri ve görevlerine göre sınıflandırılır.

Yapı Özelliğine Göre Ayırıcılar

Bıçaklı Ayırıcılar: Bina içi veya dışında emniyetli bir şekilde açma kapama yapan ayırıcılardır (Görsel 3.4). Hareketli üç kontağı, aynı anda açma kapama işlemi yapar. Kilit tertibatı vardır. Dâhilî, haricî, toprak ve sigortalı olmak üzere dört çeşittir.



Görsel 3.4: Bıçaklı ayırıcı

Döner İzolatörlü Ayırıcılar: Ayırıcının hareketli kontağının bulunduğu izolatör, kendi ekseninde dönerek açma kapama işlemini yapar. Genelde haricî tip olarak üretilir (Görsel 3.5). Çok yüksek gerilimlerde kullanılır. Tek ve çift döner izolatörlü ayırıcı olmak üzere iki çeşittir.



Görsel 3.5: Döner izolatörlü ayırıcı

Yük Ayırıcıları: Yük altında açma kapama yapabilen ayırıcılardır. Basit ve ekonomik olduğu için kesicilerden tasarruf etmek amacıyla kullanılır.

Monte Edildikleri Yere Göre Ayırıcılar

Dâhilî Tip Ayırıcılar: Bina içinde kullanılır. Duvar veya sac hücreler üzerine monte edilir.

Haricî Tip Ayırıcılar: Bina dışında açık alanlarda bulunur. Açık hava şartlarına dayanımı göz önünde bulundurularak imal edilir. Ayırıcı kumanda kontrol kolu, çalışanın ulaşabileceği yüksekliğe monte edilir.

Kumanda Ediliş Şekillerine Göre Ayırıcılar

Elle Kumandalı Ayırıcılar: Ayırıcı kontakların mekanik hareketini sağlayan kolunu bir ıstaka yardımıyla açıp kapatan ayırıcıdır.

Mekanik Kumandalı Ayırıcılar: Açma kapama işlemi için mekanik hareketi sağlayan kol kullanılır. Mekanik kumandalı ayırıcılarla bu kola bağlı yaklaşık 3 m uzunluğundaki galvanizli çelik malzemeye güç aktarımı yapılır. Böylece ayırıcı kontakların açılıp kapanması sağlanır.

Pnömatik Kumandalı Ayırıcılar: Açma kapama işlemi yapan mekanik düzeni, pnömatikte kullanılan bir silindir yapar. Silindirin ileri geri hareketi ayırıcının mekanik sistemini çalıştırır.

Elektrik Motoruyla Kumandalı Ayırıcılar: Ayırıcı kontakları açıp kapamak için redüktörlü bir motor kullanılır. Motor ileri geri çalışarak açma kapama işlemini yapar. Ayırıcı kontakları açıp kapamak için ayrıca elle kumanda sistemi de mevcuttur.

Görevlerine Göre Ayırıcılar

Hat Ayırıcısı: Enerji nakil hatlarının giriş çıkışında, kesici ve hat arasında bulunur. Kesici açıkken açma kapama işlemi yapar.

Bara Ayırıcısı: Kesici ile bara arasında bulunur. İletim ve dağıtım hatlarının baralara giriş çıkışında kullanılır.

Toprak Ayırıcısı: Şebekede kalan artık yükü toprağa aktarmak için kullanılır.

Bypass Ayırıcısı: Kesiciye paralel bağlanır. Tek bara sisteminde yük altında açma kapama işlemi yapar. Kesici arıza yaptığında veya kesicinin bakımı sırasında geçici olarak kullanılır.

Transfer Ayırıcısı: Ana bara ile yedek barayı birleştiren ayırıcıdır. Çift baralı sistemlerde kesici kapalıyken kullanılabilir. Ayrıca herhangi bir arıza durumunda enerjinin sürekliliğini sağlamak için de kullanılır.

Bara Bölümleyici Ayırıcısı: Aynı gerilim değerine sahip baraların birleştirilip ayrılmasında kullanılır.



3.2. ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE AYIRICI SEÇİMİ

Ayırıcı seçimi, izolasyon dayanım ve maksimum işletme gerilimi nominal akım değeri ile kısa devre akımına göre yapılır. Bu değerler etiket üzerinde yer alır. Ayırıcı etiketinde ayırıcının özelliklerini belirten rakam ve harfler vardır (Tablo 3.1). Bunlar, ayırıcının dâhilî veya haricî tip olduğunu gösterir.

Tablo 3.1: İşletme Gerilimine Göre Ark Boynuzu Açıklıkları

| AYIRICI ÖZELLİKLERİ | | | |
|---------------------|-----------|-------|-----------------------|
| Harf | Özellik | Rakam | Rakam |
| T | Trifaze | 4 | Nominal akım 400 A |
| A | Ayırıcı | 6 | Nominal akım 630 A |
| H | Haricî | 12 | Nominal akım 1250 A |
| D | Dâhilî | 10 | Anma gerilimi 10 kV |
| S | Sigortalı | 15 | Anma gerilimi 17,5 kV |
| T | Topraklı | 30 | Anma gerilimi 30 kV |
| | | 45 | Anma gerilimi 52 kV |

1. Örnek: TAH 6/10 tipe sahip bir ayırıcının özelliklerini bulunuz.

Çözüm

T: Trifaze
A: Ayırıcı
H: Haricî

6: Nominal akım 630 A
10: Anma gerilimi 10 kV

630 A/10 kV anma değerli, trifaze haricî bir ayırıcıdır.

2. Örnek: TADST 12/45 tipe sahip bir ayırıcının özelliklerini bulunuz.

Çözüm

T: Trifaze
A: Ayırıcı
D: Dâhilî

12: Nominal akım 1250 A
45: Anma gerilimi 52 kV

1250 A/52 kV anma değerli, trifaze dâhilî bir ayırıcıdır.

3.3. AYIRICININ MONTAJ VE DEMONTAJI

Ayırıcılar; şalt sahaları, trafo merkezleri, hat direkleri, orta gerilim güç hücreleri gibi yerlere kurulur. Kurulumu yapmadan önce ayırıcıların montaj yeri tespit edilir. Montaj yapılacak ayırıcılar, ambalajlarından dikkatlice çıkartılmalı ve kontrol edilmelidir. Montajda kullanılan araç gereç; genel olarak lokma takımı, su terazisi, trifor (Ağır yüklerin çekilme, kaldırılma ve yerleştirilmesi uygulamalarında kullanılır.), boru anahtarı ve metal kesme elemanlarıdır. Ayırıcının kurulum yerine göre montajı da değişir.

Montaj için takip edilmesi gereken adımlar şunlardır:

- İş güvenliği tedbirlerine uyulur.
- Ayırıcı gövdesi, bir halat yardımıyla trifor veya vinç kullanılarak montajın yapılacağı yere taşınır.
- Montaj deliklerine civatalar takılır ve somunlar önce hafifçe, sonra terazisi alınıp kuvvetli bir şekilde sıkılır.
- Ayırıcı mesnet izolatörü, sabit ve hareketli kontaklar yerlerine monte edilir.
- Ayırıcı açma kapama düzeneği mekanizmasının montajı yapılır.



3. ÖĞRENME BİRİMİ

- Ayırıcının topraklaması yapılır.
- Ayırıcının açma kapama test işlemi yapılır.

3.4. AYIRICIYI AÇMA KAPAMA İŞLEMLERİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Ayırıcıyı açma kapama işlemine başlamadan önce iş güvenliği tedbirleri alınmalıdır. Devrede yük varken açma kapama işlemi yapılmamalıdır. Önce kesici, daha sonra kesicinin giriş çıkışındaki ayırıcılar açılmalıdır. Kapama işlemi için ise önce ayırıcılar, sonra kesici kapatılmalıdır.

3.5. AYIRICILARIN ARIZALARI, BAKIM VE ONARIMI

İşletme yetkilisi; arıza, bakım ve onarım işine başlamadan önce işi yapacak teknik elemana işin süresi, yeri, cinsi ve önemine ilişkin görev vermelidir. Yetkili, tüm açma kapama işlerini kendisi yapar veya yaptırır. Ayrıca işlerin denetimini yapar.

Kuvvetli akım tesislerinde yapılacak bakım ve onarım çalışmaları sırasında insan hayatının korunması önemlidir. Bir elektrik enerjisi tesisinde gerekli önlemler alınmadan hiçbir bakım ve onarım çalışması yapılmamalıdır.

Arıza, bakım ve onarım işine başlanmadan önce alınması gereken önlemler şunlardır:

- Çalışanlar gerekli koruyucu malzemelerle donatılmalıdır. Kaza durumlarında gerekli olan ilk yardım malzemeleri ve kurtarma aygıtları kullanılabilir durumda olmalı ve uygun bir yerde hazır bulundurulmalıdır.
- Bakım ve onarım işleminden önce gerilim kesilmeli, bunun için kesici ve ayırıcıları ayırma işlemleri yapılmalıdır.
- Kesici ve ayırıcıların, yanlışlıkla bir başkası tarafından kapatılmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu amaçla aygıtların tahrik ve kumanda kilitleme düzenekleri varsa bunlar kilitlemeli, aygıtların üzerine **Kapamak Yasaktır, Hat Üzerinde Çalışılıyor** gibi yazılar asılmalıdır.
- Çalışma yapılacak yerde gerilim kontrolü yapılmalıdır. Kesici ve ayırıcılar açıldıktan sonra bunların bağlı oldukları hatların ölçü ve gösterge cihazlarına bakılarak alanda gerilim olup olmadığı tespit edilmelidir. Çalışma alanına yakın bölümlerde gerilim varsa bu bölümlerde teması önleyici tedbirler alınmalıdır.
- Gerilimi kesilmiş yüksek gerilim tesislerinde çalışılacaksa bu bölüm, önceden topraklanmış bir düzenek üzerinden kısa devre edilmelidir.
- Çalışma süresince çalışanların tehlikeli bir durumla karşılaşma ihtimali düşünülmeli ve devre hiçbir şekilde izinsiz kapatılmamalıdır.

Elektriksel olarak yalıtımı sağlayan izolatörlerde zaman içerisinde birtakım arızalar oluşur. Bunlar genellikle çevresel koşullardan kaynaklanan arızalardır. Rüzgârla gelen kimyasal atık, kül, fabrika bacalarından çıkan toz vb. partiküller izolatör üzerinde kir oluşumuna sebep olur. Bu kirler zaman içinde birikip iletken hâline gelir ve sızıntı akımının oluşmasına neden olur. Bunların önlenmesi için izolatörlerin yıllık bakımlarının düzenli olarak yapılması gerekir. Tesisin elektriği kesildikten sonra elle temizleme, su ile yıkama, kir tutmaz özellik kazandırma gibi uygulamalarla gerekli bakımın yapıp izolatörde biriken kirin uzaklaştırılması sağlanır. İzolatörlerde fiziki bir hasar varsa tesisin elektriği kesilir ve izolatör yenisiyle değiştirilir.

Ayırıcıların sabit ve hareketli kontaklarında arıza meydana gelebilir. Hareketli kontakın temas yüzeyinin sabit kontakın yüzeyine tam teması önemlidir. Temasın zayıf olması kontakta elektriksel direncin artması ve ark oluşumuna sebep olur. Bu durum ayırıcının verimini düşürür ve kullanım süresini kısaltır. Ayırıcının yıllık bakımı düzenli olarak yapılmalı, arıza durumunda kontaklar değiştirilmelidir. Diğer arızalar genelde mekanik sistemde oluşur. Böyle bir durumda mekanik sistemin kontrolü yapılmalı, değiştirilmesi gereken parça varsa yenisiyle değiştirilmelidir. Somon, civatalar ve topraklama kontrol edilmelidir.

3.6. KESİCİNİN TANIMI ÇEŞİTLERİ VE PARÇALARININ İŞLEVLERİ

Yüksek gerilim devrelerinde ayırıcı ve kesiciler birlikte kullanılır. Ayırıcılar basit yapılı olmasına karşın kesicilerin daha karmaşık bir yapısı vardır.



3.6.1. Tanımı

Yüksek gerilim devrelerinde kullanılan kesici; boşa, yükte ve özellikle kısa devre durumunda devrenin açılıp kapatılmasını sağlayan devre elemanıdır (Görsel 3.6).



Görsel 3.6: Kesici

3.6.2. Kesici Parçaları

Standart bir kesici; açma kapama için sabit ve hareketli kontaklar, ark söndürme sistemleri, izolatörler ve işletme mekanizmasından oluşur.

Sabit ve Hareketli Kontaklar: Kesici üzerinden akımın geçtiği kısımdır. Kesici kontakları, parçalı dilimli ve yağlı olarak yapılmıştır.

Ark Söndürme Sistemleri: Hareketli kontakların sabit kontaklardan ayrıldığı ve arkın oluştuğu bölümdür. Burada oluşan ark en kısa sürede söndürülerek kontakların zarar görmemesi sağlanır.

İzolatörler: Kontaklar üzerinden geçen elektrik akımının gövde ile yalıtımını sağlayan elemandır.

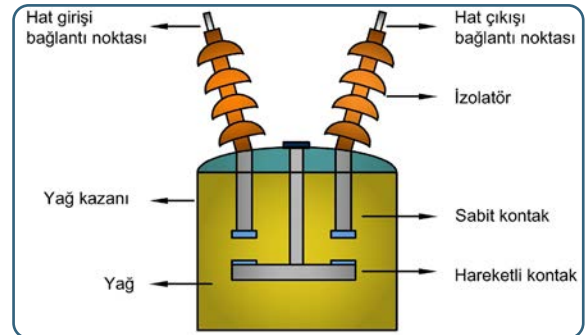
İşletme Mekanizması: Hareketli kontakın hareket etmesini sağlayan tahrik sistemidir. Tırnak, yay, mil gibi parçalardan oluşur. Tahrik sistemi, mekanik veya elektrikle çalışan motorla yapılır.

3.6.3. Kesici Çeşitleri

Kesiciler, devre yük altındayken meydana gelen arkı söndürme düzeneklerine sahiptir. Oluşan arkın söndürülme biçimine göre kurmalı, havalı, vakumlu ve SF₆ gazlı tip kesiciler olarak dört farklı tipte imal edilir.

Kurmalı Tip Kesiciler

Tam Yağlı Kesiciler: Haricî ve dâhilî tip olarak imal edilen kesicilerdir. Kesicinin açma kapama kontakları yağ kazanının içinde olduğu için ark söndürme işlemi de kazan içinde gerçekleşir (Görsel 3.7). Yapısı basit ve kullanımı kolaydır. Kullanılan yağ yalıtkan, kesici yayı kurmalıdır. Otomatik veya elle çalışan kumandası vardır. Bakımları maliyetlidir ve günümüzde kullanılmamaktadır.



Görsel 3.7: Tam yağlı kesici



3. ÖĞRENME BİRİMİ

Az Yağlı Kesiciler: Tam yağlı kesicilerin yağla fazla ihtiyaç duymasından dolayı az yağlı kesiciler imal edilmiştir. Yağın görevi, açma kapama esnasında oluşan arkı söndürmektir. Kontak elemanlarının açılması ile oluşan ark, yağ buharlaştırarak gaz hâline getirir. Oluşan gaz, yağ içerisinden yüzeye çıkarken arkı sürükler ve bir odacıkta bulunan plakalar yardımıyla yolu uzatarak arkı söndürür. Her faza ait yağ hücreleri ayrıdır. Tam yağlı kesiciye göre boyutlarının küçük ve montajının daha kolay olması az yağlı kesicilerin avantajıdır. Yağ kaçakları olabileceği için yağın sık sık değiştirilmesi ise dezavantajıdır.

Havalı Tip Kesiciler

Kesici kontaklarda açma kapama işlemi esnasında oluşan arkın söndürülmesinde basınçlı hava kullanılır. Basınçlı hava kompresör ile sağlanır. Dâhilî ve haricî tipleri vardır. Açma kapama çok hızlı gerçekleştiği için ısınma ve yangın tehlikesi yoktur. Havalı tip kesicilerin kompresör, hava tankı ve tesisatının kurulumu maliyeti arttırır. Maliyetinin yüksek olmasından dolayı daha az tercih edilir. Yapısı basittir ve fazla bakım gerektirmez. Çok yüksek gerilimler için idealdir.

Vakumlu Tip Kesiciler

Vakum ortamında hareketli kontağın sabit kontakta ayrılması işlemi vakumlu tip kesiciler kullanılır (Görsel 3.8). Ark söndürme teknikleri içinde en güvenilir yöntemdir. Vakumlu kesiciler; kullanıcı emniyetini sağlamaları, düşük mekanik çalışma enerjisine gereksinim duymaları ve küçük boyutta olmalarından dolayı orta gerilimde tercih edilir. Kontakları diğer kesicilere göre daha uzun ömürlüdür ve bakım gerektirmez. Herhangi bir gaz ya da yağ içermez, çevre dostudur. Kontak aşınmaları çok azdır. Vakum ortamı, ark söndükten sonra eski yalıtımlık seviyesine çok kısa sürede tekrar döner.



Görsel 3.8: Vakumlu tip kesici

Gazlı Tip Kesiciler

Kesici, kontaklarını açıp kapatırken ark oluşur. Bu arkın söndürülmesi için SF₆ (sülfür hekza florür ya da kükürt hekza florid) gazı kullanılır (Görsel 3.9). SF₆ gazının yangın çıkarma ve patlama riski yoktur. Isı iletim katsayısının yüksek olmasından dolayı ısıyı hızlı bir şekilde dağıtır. Böylece elektrik arkının hızla soğumasını sağlar. SF₆ gazı renksiz ve kokusuzdur. SF₆ gazlı tip kesiciler masrafsızdır, kesicilerin boyutları küçük ve mekanik dayanımları yüksektir. Bu kesicilerin dezavantajı, SF₆ gazının ozon tabakasına zarar vermesidir. Bundan dolayı gazın kullanımına kısıtlama getirilmiştir. Ayrıca SF₆ gazı düşük basınç ve sıcaklıkta sıvılaşır.



Görsel 3.9: SF₆ gazlı kesici



3.7. KESİCİ İLE AYIRICILARDA ETİKETLEME VE KİLİTLEME

Tüm elektrikli cihazlarda olduğu gibi kesici ve ayırıcı cihazlarda da etiket bulunur. Etiket, cihazın hangi şartlarda ve nasıl kullanılacağını gösteren bilgileri içerir.

3.7.1. Kesici Etiketi

Kumanda dolabı üzerine sağlam bir biçimde monte edilen, dolabın ön yüzünde de kolaylıkla görülebilen etikettir. Kesici etiketi, paslanmaz çelik veya paslanmayan başka bir metalden yapılır.

Etiket üzerinde şu bilgiler bulunur:

- İmalatçının adı
- Tip işareti ve seri numarası
- İmalat tarihi (ay ve yıl)
- Uygulanan standart
- Anma gerilimi
- Anma yıldırım darbe dayanım gerilimi
- Anma frekansı
- Anma normal akımı
- Anma kısa devre süresi
- Anma kısa devre kesme akımı
- Anma kısa devre kapama akımı
- SF₆ gazı anma basıncı

3.7.2. Ayırıcı Etiketi

Ayırıcıların şasesi üzerine sağlam bir biçimde monte edilen, montaj durumuna göre şasenin ön yüzünde de kolaylıkla görülebilen etikettir. Ayırıcı etiketi, paslanmaz çelik veya paslanmayan başka bir metalden yapılır; çelik vidalarla veya perçinlerle şaseye sabitlenir.

Etiket üzerinde şu bilgiler bulunur:

- İmalatçının adı
- İmalatçının tip dizaynı
- Mekanik dayanım sınıfı
- İmalat yılı
- Seri numarası
- Anma gerilimi
- Anma frekansı
- Anma yıldırım darbe dayanım gerilimi
- Anma şebeke frekanslı dayanım gerilimi
- Ağırlığı
- Ayırıcının elle kumandası hâlinde tur sayısı
- Ölçüler

3.7.3. Kesici ve Ayırıcılarda Kilitleme

Kesici ve ayırıcılarda açma kapama işleminin kontrollü yapılabilmesi için kilitlemenin olması gerekir. Kilitleme; mekanik, elektrikli ve elektromekanik olmak üzere üç şekilde yapılır.

Mekanik Kilitler: Kilitleme; kesicilerle ayırıcılar, yük ayırıcılarıyla topraklama ayırıcıları, ayırıcılarla topraklama ayırıcıları ve topraklama ayırıcılarıyla kapaklar arasında kullanılır.

Elektrikli Kilitler: Kesici ve ayırıcı hücreleri arasında yer alır. Önce kesici sonra ayırıcı kontaklarının açılmasına izin veren emniyet sistemidir. Ayırıcının yük altında açılmasına izin vermez.

Elektromekanik Kilitleme: Kilitleme düzeneği sayesinde kesici kapalı konumdayken ayırıcı kumanda edilemez.

3.8. KESİCİLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Kesiciler, orta ve yüksek gerilimlerde yük ve kısa devre akımlarını kesmek için dizayn edilmiştir. Kesicinin kontrolü kumanda dolabıyla sağlanır. Kesicinin kumanda dolabında kesici çalışma mekanizması, açma kapama bobinleri, röle ve yardımcı kontaklar, açma kapama butonları veya kolları, pozisyon göstergeleri, sigorta ve otomatik şalterler ile bağlantı terminalleri bulunur. Bir arıza durumunda koruma rölesi çalışır ve kesici kontakları açılır. Bu sırada sabit ve hareketli kontaklar arasında ark oluşur. Oluşan ark, ark hücresinde soğutulup söndürülür.

3.9. ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE KESİCİ SEÇİMİ

Kesici seçimi için öncelikle açma kapama ve ark söndürme hızı, nominal akım değeri, peş peşe açma kapama yapabilmek ve kurulum yapılacak yerdeki beklentiler göz önünde bulundurulmalıdır. Kesici seçiminde anma gerilimi ve fre-



3. ÖĞRENME BİRİMİ

kansı, sürekli işletme akımı gibi hususlara dikkat edilmesi gerekir.

Anma Gerilimi: Kesicinin anma gerilimi, bulunduğu noktadaki şebeke geriliminden daha küçük olmamalıdır.

Kesicilerin standart anma gerilimleri (kV) IEC'ye [The International Electrotechnical Commission (İnterneşinil Elektroteknikl Komisın) (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)] göre şunlardır: 1-6-7,2-12-17,5-24- 36-52-72,5-100-123-145-170-245-300-362-420-525-765 kV'tur.

Anma Frekansı: Kesicinin çalıştığı şebekenin anma frekansdır. Türkiye'de bu frekans 50 Hz'dir.

Sürekli İşletme Akımı: Kesicinin, üzerinden sürekli geçirebileceği etkin akımdır.

3.10. KESİCİ AÇMA KAPAMA (KESİCİ SEMBOLLERİ VE İŞLEM ALGORİTMASI)

Kesicilerin açma kapama işlemi, paralel bağlantı veya uzaktan kumanda sistemiyle yapılır. Ayrıca elle kumanda düzeneği de vardır. Kesiciler; yükte, boşta ve kısa devre durumunda açma kapama yapar. Açma kapama esnasında ark oluşur ve söndürülmediği takdirde kesici kontakları zarar görür. Arkın söndürülmesi için ark söndürme hücreleri vardır. Bu hücrelerde arki söndürmek için vakum, hava, yağ ve gaz kullanılır.

Kesicilerde işlem algoritması standarttır. İşlem algoritması için genellikle kesicilerde bir arıza durumunun oluşması beklenir. Arıza oluştuğunda koruma rölesi çalışır. Uyarma devresi aktifleşir. Kesici kontakları açılır ve oluşan ark söndürülür. Daha sonra kontaklar temizlenir ve kesici kapanır. Bu işlemlerin hızlı bir şekilde yapılması gerekir.

3.11. KESİCİNİN MONTAJ VE DEMONTAJI

Kesicinin montaj aşamasına geçilmeden önce hem personel hem de kullanılacak malzemeyle ilgili gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. İletkenlerin terminallere bağlanışında ve özellikle kısa devre durumunda uygunsuz yük geçişlerine izin verilmemelidir. Kesici; toz, pas yapıcı gaz, duman, yanıcı gaz, tuz gibi çözültisi elektriği ileten alanlara monte edilmemelidir. Paketlenmiş malzemenin, taşıma esnasında hasar alma durumu göz önünde bulundurulmalı ve buna göre malzemeler montaj aşamasında kontrol edilmelidir. Daha sonra terminal bağlantıları sıkı bir biçimde yapılmalıdır. İşletim motorla devreye alınıyorsa üretici firmanın bağlantı kataloğuna göre işlem yapılmalıdır. İşletim sistemi alanında yabancı madde (kablo, paketlenme artığı vb.) olmamalıdır. Son olarak yalıtım malzemeleri kuru bir bezle temizlenmelidir.

Kesici demontajının işlemlerine başlanmadan önce devre yükü kesilmelidir. Gerekli uyarı ve emniyet işlemleri yapılmalıdır. Gerek montaj gerekse demontaj, üretici katalog bilgilerine göre yapılmalıdır.

3.12. KESİCİLERİN ARIZALARI, BAKIM VE ONARIMI

Yağlı bir kesici kullanılıyorsa kesicinin patlama ve yanma riski vardır. Bu nedenle kesicinin basınç değerleri kontrol edilmeli ve yağ değişimleri periyodik yapılmalıdır. Havalı bir kesici kullanılıyorsa açma kapama esnasında oluşan sıcaklık ve iyonize gaz kontaklara zarar verir. Yağlı ve havalı kesiciler çevresel faktörlerden etkilendiği için kesicilerin kontak verimleri düşer. Bu durumda kontaklar değiştirilmelidir. En az arıza veren kesici tipi SF₆ ve vakumlu tip kesicidir. Kesicilerin arıza vermemesi için mekanik kısımlarının yağlanması gerekir.



NOTLAR

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

3.1. UYGULAMA

AYIRICININ MONTAJ VE DEMONTAJI

AMAÇ: Ayırıcının direk üzerine montaj ve demontajını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|----------|---------|
| Trifor | | 1 adet |
| Lokma takımı | | 1 adet |
| Anahtar takımı | | 1 adet |
| Su terazisi | | 1 adet |



Görsel 3.10: Ayırıcı montajı

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Ayırıcıyı montaj yapılacağı yere trifor yardımıyla kaldırınız.
10. Montaj deliklerine civataları takınız ve somunları hafifçe sıkınız.
11. Tüm civata ve somunları taktıktan sonra su terazisiyle yere paralelliği sağlayınız.
12. Civata ve somunları iyice sıkınız.
13. Ayırıcı açma kapama mekanizmasını yerine monte ediniz (Görsel 3.10).
14. Mekanik kol düzeneğinin montajını yapınız.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Ayırıcının Montaj ve Demontajı uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



AYIRICININ MONTAJ VE DEMONTAJI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Ayırıcı Montaj ve Demontajı uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.</p> <p style="text-align: center;">1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | | | |
| 4. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 5. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 6. | İşleme başlamadan önce devre gerilimini kesti. | | | | | |
| 7. | Kesiciyi açık ve yayı boшта konumuna getirdi. | | | | | |
| 8. | Kesici kurma kolunu aşağı yukarı hareket ettirdi ve yayı kurulu konuma getirdi. | | | | | |
| 9. | I butonuna basarak kesiciyi kapattı. | | | | | |
| 10. | O butonuna basarak kesiciyi açtı. | | | | | |
| 11. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 12. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 13. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 14. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



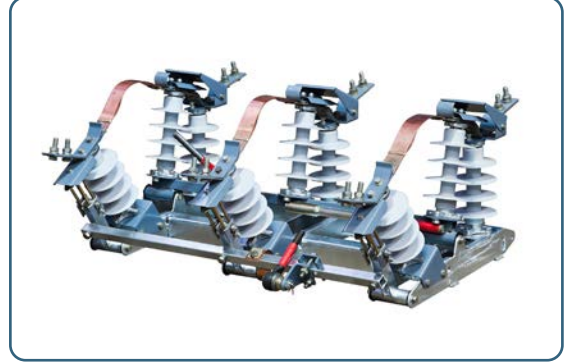
3.2. UYGULAMA

AYIRICI İZOLATÖR VE BİÇAKLARININ DEĞİŞİMİ

AMAÇ: Ayırıcı izolatör ve bıçaklarının değişimini yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|----------|---------|
| Lokma takımı | | 1 adet |
| Anahtar takımı | | 1 adet |



Görsel 3.11: Ayırıcı izolatör ve bıçakları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Görsel 3.11'deki ayırıcı izolatörlerinin somun ve cıvatalarını sökünüz.
10. Ayırıcı izolatörlerine ait somun ve cıvataları sökünüz.
11. Yeni izolatörleri yerlerine takıp izolatörlerin cıvata ve somunlarını anahtar takımıyla sıkınız.
12. Yeni bıçakları yerlerine takıp bıçakların cıvata ve somunlarını anahtar takımıyla sıkınız.
13. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Ayırıcı İzolatör ve Bıçaklarının Değişimi uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



AYIRICI İZOLATÖR VE BIÇAKLARININ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Ayırıcı İzolatör ve Bıçaklarının Değişimi uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.</p> <p style="text-align: center;">1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | | | |
| 4. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 5. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 6. | Ayırıcı izolatörlerinin somun ve cıvatalarını söktü. | | | | | |
| 7. | Ayırıcı bıçaklarının somun ve cıvatalarını söktü. | | | | | |
| 8. | Yeni izolatörleri yerlerine taktı, izolatörlerin cıvata ve somunlarını sıktı. | | | | | |
| 9. | Yeni bıçakları yerlerine taktı, bıçakların cıvata ve somunlarını sıktı. | | | | | |
| 10. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 11. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 12. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 13. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



3.3. UYGULAMA

KESİCİ AÇMA KAPAMA TESTİ

AMAÇ: SF₆ kesicisinin açma ve kapama testini yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|----------|---------|
| Pense | | 1 adet |
| Tornavida | | 1 adet |



Görsel 3.12: Kesici açma ve kapama kontrol ünitesi

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. İşleme başlamadan önce devre gerilimini kesiniz.
10. Kesiciyi açık ve yayı boştaki konumuna getiriniz.
11. Kesici kurma kolunu aşağı yukarı hareket ettirerek yayı, kurulu konuma getiriniz.
12. I butonuna basarak kesiciyi kapatınız.
13. O butonuna basarak kesiciyi açınız.
14. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Kesici Açma ve Kapama Testi uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



KESİCİ AÇMA VE KAPAMA TESTİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Kesici Açma ve Kapama Testi uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.</p> <p style="text-align: center;">1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | | | |
| 4. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 5. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 6. | İşleme başlamadan önce devre gerilimini kesti. | | | | | |
| 7. | Kesiciyi açık ve yayı boşta konumuna getirdi. | | | | | |
| 8. | Kesici kurma kolunu aşağı yukarı hareket ettirdi ve yayı kurulu konuma getirdi. | | | | | |
| 9. | I butonuna basarak kesiciyi kapattı. | | | | | |
| 10. | O butonuna basarak kesiciyi açtı. | | | | | |
| 11. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 12. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 13. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 14. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |

3.4. UYGULAMA KESİCİ ETİKET BİLGİLERİ

AMAÇ: Yağlı kesici etiket bilgilerini açıklamak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|----------|---------|
| Pense | | 1 adet |
| Tornavida | | 1 adet |

| MARKA | | | |
|----------------------|---------------|----|------------------|
| <i>TYP</i> | MB-45 20-19-2 | | TSE |
| <i>NO</i> | 15455523 | | |
| <i>Un</i> | 40 | kV | <i>In</i> 500 kA |
| <i>Ia</i> | 76 | kA | <i>m</i> 180 kg |
| <i>U₁</i> | 120 | kV | <i>t</i> 3 s |
| <i>f</i> | 50/60 | | Hz |

Görsel 3.13: Kesici etiketi

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Tip işareti ve seri numarasını temrin defterine yazınız (Görsel 3.13).
10. Standart numarasını temrin defterine yazınız.
11. Üretim tarihini ay ve yıl olarak temrin defterine yazınız.
12. Anma nominal akımını temrin defterine yazınız.
13. Anma gerilimini temrin defterine yazınız.
14. Anma frekansını temrin defterine yazınız.
15. Anma kısa devre süresini temrin defterine yazınız.
16. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Kesici Etiket Bilgileri uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



KESİCİ AÇMA VE KAPAMA TESTİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|--|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Kesici Etiket Bilgileri uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.</p> <p style="text-align: center;">1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | | | |
| 4. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 5. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 6. | İşleme başlamadan önce devre gerilimini kesti. | | | | | |
| 7. | Tip işareti ve seri numarasını temrin defterine doğru şekilde yazdı. | | | | | |
| 8. | Standart numarasını temrin defterine doğru şekilde yazdı. | | | | | |
| 9. | Üretim tarihini ay ve yıl olarak temrin defterine doğru şekilde yazdı. | | | | | |
| 10. | Anma nominal akımını temrin defterine doğru şekilde yazdı. | | | | | |
| 11. | Anma gerilimini temrin defterine doğru şekilde yazdı. | | | | | |
| 12. | Anma frekansını temrin defterine doğru şekilde yazdı. | | | | | |
| 13. | Anma kısa devre süresini temrin defterine doğru şekilde yazdı. | | | | | |
| 14. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 15. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 16. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) Yüksek gerilim devre arızası durumunda önce kesici daha sonra ayırıcı, devreden alınmalıdır.
2. (...) Ayırıcılarla yapılan açma kapama işlemi gözle görülür.
3. (...) Kesici kontaktlarını açıp kapamak için bir kumanda mekanizması vardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Yüksek gerilim devrelerinde elektriksel veya mekanik olarak iki hattın aynı anda açılıp kapanmasını engelleyen tertibata denir.
5. Şebeke üzerinde kalan artık yükü toprağa aktarıp sistemi ve can güvenliğini koruyan ayırıcıya denir.
6. Kesiciyi açma kapama esnasında kontaklarda oluşan arkın söndürülmesinde gazı kullanılır.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Kesicide oluşan arkın söndürülmesinde basınçlı hava kullanılan kesici tipi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Havalı B) Gazlı C) Kurmalı D) Vakumlu E) Yağlı

8. Kesici kontaktlarının açma kapama esnasında zarar görmemesi için kurulan sistem aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ark söndürme B) Frenleme C) Kilitleme D) Havalandırma E) Yıkama

9. T: Trifaze

A: Ayırıcı

D: Dâhilî

6: Nominal akım 630 A

30: Anma gerilimi 30 kV

Buna göre değer ve özellikleri verilen ayırıcı tip aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 630 A/52 kV Trifaze dâhilî B) 630 A/30 kV Trifaze haricî C) 630A/30 kV Trifaze dâhilî
D) 1250 A/52 kV Trifaze dâhilî E) 400 A/52 kV Trifaze dâhilî

10. Aşağıdakilerden hangisi kesici parçalarından biri değildir?

- A) Ark söndürme sistemi B) Sabit ve hareketli kontak C) İstaka
D) İzolatörler E) İşletme mekanizması

4.

ÖĞRENME BİRİMİ MANEVRALAR

KONULAR

- 4.1. ÇALIŞMA EKİBİ İÇERİSİNDE İŞ AKTARIMI, DURUM KONTROLÜ VE GERİ BİLDİRİM İÇİN TELSİZ, TELEFON GİBİ İLETİŞİM CİHAZLARININ KULLANIMI
- 4.2. MANEVRA ÇEŞİTLERİ
- 4.3. YG TRAF0 MERKEZİNE AİT TEK HAT ŞEMALARI
- 4.4. AG TESİSLERİNDE ELEKTRİK ENERJİSİNİN KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI
- 4.5. TRAF0 MERKEZLERİNDE GERİ BESLEME DURUMLARINA KARŞI ALINACAK TEDBİRLER
- 4.6. YG TESİSLERİNDE ELEKTRİK ENERJİSİNİN KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI
- 4.7. İNDİRİCİ TRANSFORMATÖR MERKEZLERİYLE DAĞITIM MERKEZLERİNDE ENERJİ KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI



TEMEL KAVRAMLAR

fider, hat, manevra

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Yüksek gerilim kumanda sistemi için uygulanan manevralarda sistem enerjisinin kesilmemesi için ne tür yöntemler kullanılabilir? Konuyla ilgili araştırma yapıp edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.





4.1. ÇALIŞMA EKİBİ İÇERİSİNDE İŞ AKTARIMI, DURUM KONTROLÜ VE GERİ BİLDİRİM İÇİN TELSİZ, TELEFON GİBİ İLETİŞİM CİHAZLARININ KULLANIMI

Ayrırcı ve kesicilerde yapılacak açma kapama işlemi ekip çalışmasını gerektirir. Çalışma ekibi kendi içerisinde işi önceden tanımlamalı ve izlenecek yolu belirlemelidir. Ekip, sahaya giderek iş güvenliği tedbirlerini almalı ve çalışma alanını kontrol etmelidir. Durum kontrolü yaptıktan sonra iletişim cihazlarıyla anlık bildirim sağlamalıdır.

Ekip içerisinde her durum ve koşulda iyi bir iletişim önemlidir. Sahada iletişim genelde telefonla sağlanır. Telefonla iletişimin sağlanamadığı durumlar için ekipte telsiz de bulundurulmalıdır. **Telsiz**, merkez ve seyfar ünitelerden oluşan cihazdır (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Telsiz üniteleri

Genel olarak telsizlerde açma kapama, kanal seçme, acil durum, susturma, güç ayarı, tuş kilidi ve tuş takımı bulunur (Görsel 4.2). Telsiz konuşmaları sade, anlaşılır, kısa ve öz olmalıdır. Konuşma başında önce karşı tarafın kodu, daha sonra konuşma yapacak kişinin kodu söylenmelidir. Konuşmayı karşı tarafın anladığından emin olunmalıdır. Bunun için de cümle bitiminde **TAMAM** denmeli, karşı tarafın **ANLAŞILDI TAMAM** ifadesiyle konuşmanın anlaşıldığına dair onay alınmalıdır.



Görsel 4.2: Telsiz bölümleri

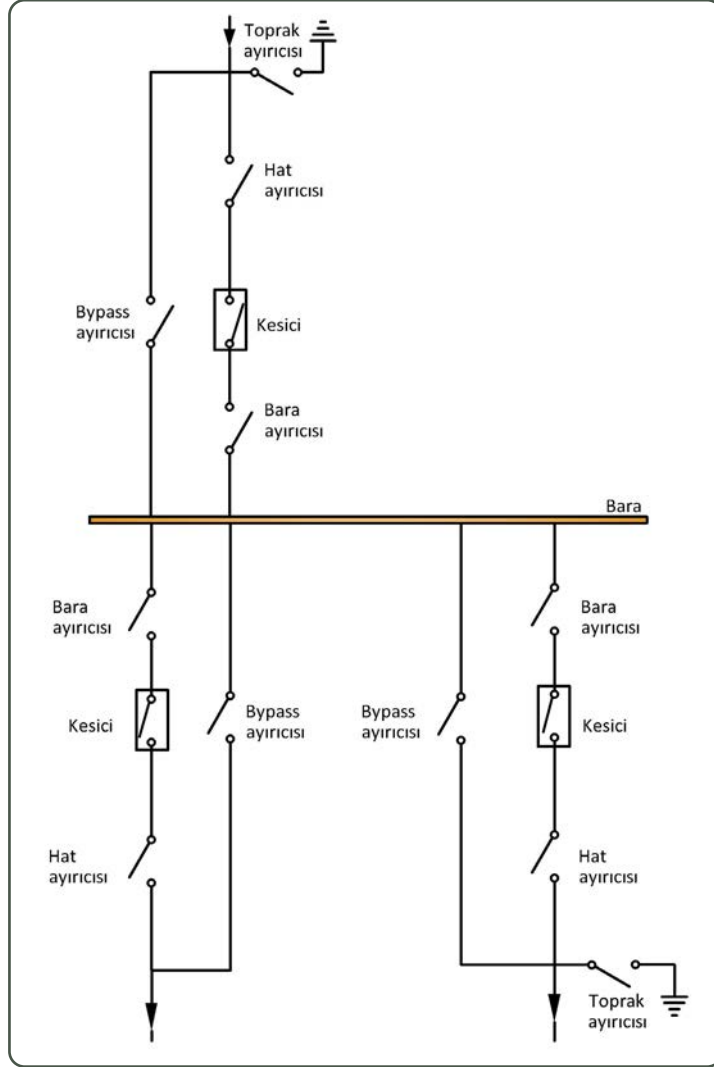
4.2. MANEVRA ÇEŞİTLERİ

Manevra, yüksek gerilim sistemlerini kesici ve ayrırcılarla güvenli bir biçimde açmak veya kapamak için yapılan uygulamalara denir. Manevralar sistemin tamamı veya belirli alanları için uygulanır. Açma ve kapama manevrası olarak iki çeşittir. Açma manevrası, sistemi enerjisiz hâle getirmek; kapama manevrası ise enerjili hâle getirmek için kullanılır.



4.3. YG TRAFİ MERKEZİNE AİT TEK HAT ŞEMALARI

YG elektrik enerji sistemlerinin iletim ve dağıtım çok önemlidir. İletim ve dağıtım devre elemanlarının kumandası pano içerisinde yer alır. Panoların üzerinde sistemin işleyişini gösteren tek hat şeması vardır (Görsel 4.3). Doğru ve hızlı manevra yapmak için tek hat şeması kullanılır. Tek hat şeması, manevra şemasıdır.



Görsel 4.3: Tek hat şeması

Yüksek gerilim kumanda panolarında bara sistemi vardır. Baralar gerilim seviyelerine göre farklı şekilde renklendirilmiştir (Tablo 4.1).

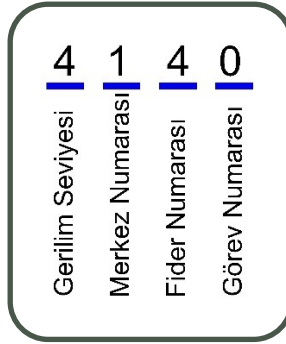
Tablo 4.1: Bara Renkleri ve Anlamları

| Renk | Anlamı | Renk | Anlamı |
|------------|--------|-----------------|---------|
| Kahverengi | 380 kV | Yeşil veya mavi | 34,5 kV |
| Kırmızı | 154 kV | Mavi veya sarı | 10,5 kV |



4. ÖĞRENME BİRİMİ

Manevra şeması üzerinde bara, ayırıcı ve kesiciler bulunur. Bunlar dört basamaklı sayı ile ifade edilir. İlk rakam (Tablo 4.2) ve son rakam (Tablo 4.3) belirleyici özellik gösterir. 4140 numaralı hattın ilk rakamı 4'tür ve gerilim seviyesi Tablo 4.2'de görüldüğü gibi 66 kV'tur. 4140 numaralı hattın son rakamı ise 0'dır ve görev numarası Tablo 4.3'te verildiği üzere toprak ayırıcısıdır.



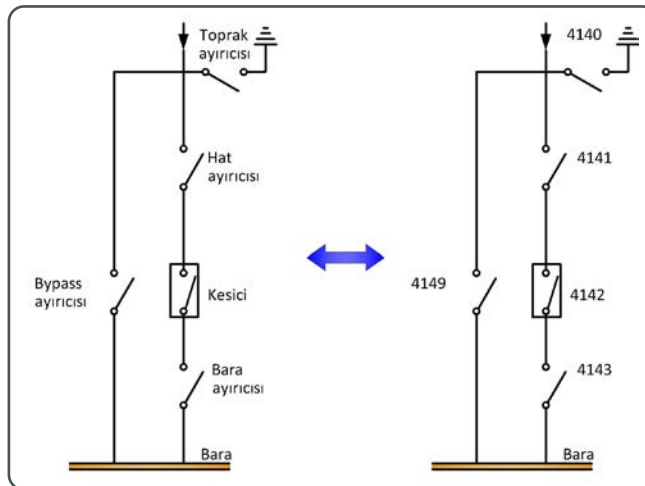
Tablo 4.2: Manevra Şemasındaki İlk Rakam ve Anlamı

| Kodlamadaki İlk Rakam ve Anlamı | |
|--|-------------------------------------|
| <u>1</u> : 6,3 kV Kesici ve ayırıcı | <u>4</u> : 66 kV Kesici ve ayırıcı |
| <u>2</u> : 10,5 kV-15 kV Kesici ve ayırıcı | <u>5</u> : 154 kV Kesici ve ayırıcı |
| <u>3</u> : 33 kV Kesici ve ayırıcı | <u>9</u> : 380 kV Kesici ve ayırıcı |

Tablo 4.3: Manevra Şemasındaki Son Rakam ve Anlamı

| Kodlamadaki Son Rakam ve Anlamı | |
|---------------------------------|------------------|
| <u>0</u> | Toprak ayırıcısı |
| <u>Tek Sayı</u> | Ayırıcı |
| <u>Çift Sayı</u> | Kesici |
| <u>9</u> | Bypass ayırıcısı |

Görsel 4.4'te 66 kV'luk bir tek ana bara sistemi verilmiştir. Bu sistemin numaralandırma işlemi tek hak şemasıyla gösterilmiştir.



Görsel 4.4: Tek hat şemasının numaralandırılması



4.4. AĞ TESİSLERİNDE ELEKTRİK ENERJİSİNİN KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI

Bakım, onarım veya arıza durumlarında gerilim altında çalışma yapılması uygun değildir. Alçak gerilim tesislerinde tesisin gerilimini kesme işlemi, önce kesicilerin sonra da ayırıcıların açılmasıyla yapılır. Ardından pano içerisinde yer alan termik manyetik şalter açılır (Görsel 4.5). Daha küçük akımlar için ise paket şalterler kullanılır.



Görsel 4.5: Termik manyetik şalterlerin pano içerisindeki bağlantıları

Gerilim kesme işleminin kontrolleri yapıldıktan sonra ilgili yerlere uyarı levhaları konmalı, iletişim cihazları etkin şekilde kullanılmalıdır. Sistem geriliminin tekrar verilebilmesi için arıza bakım ve onarım işleminin bittiği; telsiz, telefon gibi iletişim araçları ile ekip içerisinde onaylanmalıdır. Onay alındıktan sonra pano içindeki termik manyetik şalterler aktif duruma getirilmeli, önce ayırıcılar daha sonra kesiciler kapatılmalıdır.

4.5. TRAFİ MERKEZLERİNDE GERİ BESLEME DURUMLARINA KARŞI ALINACAK TEDBİRLER

Trafo merkezlerindeki YG devre elemanlarının sorunsuz çalışması önemlidir. Buna karşın elektrik tesislerinde aşırı gerilim, iç ve dış aşırı gerilim ve başka şebekelerin etkisi ile oluşan aşırı gerilimler gibi istenmeyen durumlar meydana gelebilir.

Aşırı gerilim; iletkenler arasında ya da iletkenlerle toprak arasında oluşan, işletme geriliminin en büyük değeri üzerinde ve işletme frekansının dışında olan gerilimdir. Kısa devre veya rezonans etkisiyle oluşan gerilim **iç aşırı gerilim**, yıldırım etkisiyle oluşan aşırı gerilim ise **dış aşırı gerilim**dir. Bir şebekenin diğer bir şebeke üzerine etkisiyle oluşan aşırı gerilim, **başka şebekenin oluşturduğu aşırı gerilim**dir.

Trafo merkezlerinde geri besleme durumlarına karşı alınacak tedbirler şunlardır:

- Aşırı gerilimlerden korunmak için transformatör merkezlerinin yer seçiminde hava koşullarının uygun, yıldırım tehlikesinin az olduğu yerler tercih edilmelidir.
- Hatlar, yamaç veya vadi gibi yerlerden geçirilmelidir.
- Hava hatlarının iletkenleri, toprak iletkenleri ile korunmalıdır.
- İşletme akım devresindeki elemanlara yıldırım düşmesini önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Transformatör merkezlerini yıldırım etkisinden korumak için parafudr, eklatör (atlama aralığı) gibi koruyucu aygıtlar kullanılmalıdır.
- Gerilimin bir şebekeden diğerine geçmesini önlemek için yapısal önlemler alınmalıdır.
- Şebekeler arasında, yaklaşma mesafeleri ile yalıtım sağlanmalıdır.

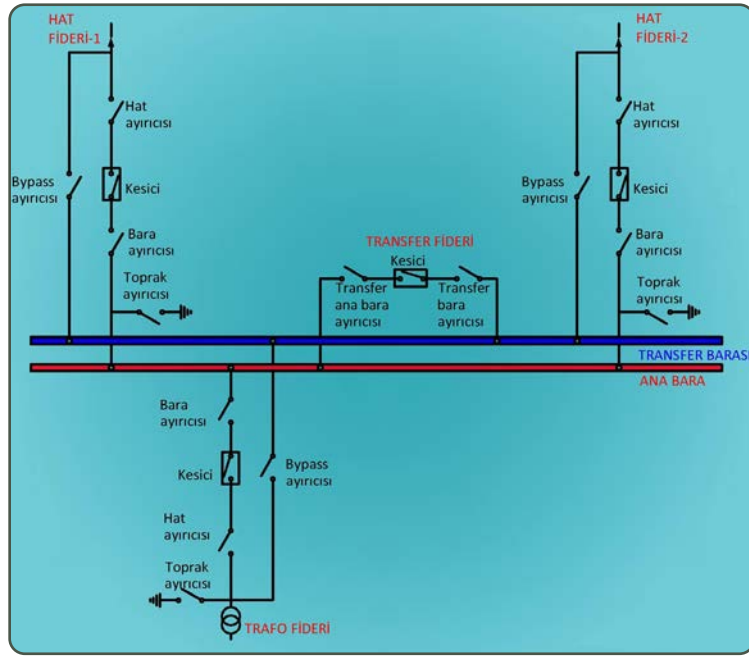


4.6. YG TESİSLERİNDE ELEKTRİK ENERJİSİNİN KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI

YG tesislerinde elektrik enerjisinin kesilip tekrar verilmesi manevraları yapılmadan önce aygıtların bir başkası tarafından yanlışlıkla kapatılmasını önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Aygıtların üzerine **Kapamak Yasaktır** veya **Hat Üzerinde Çalışma Var** gibi yazılar asılmalıdır.

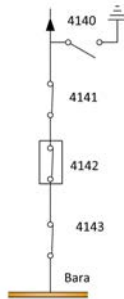
Ana bara ve transfer baradan oluşan sisteme **transfer baralı sistem** denir (Görsel 4.6). Sistemde ana bara tarafında olan ayırıcılar **bara ayırıcısı**, hat tarafında olan ayırıcılar ise **hat ayırıcısı** olarak ifade edilir. Ana bara ile transfer bara arasındaki ayırıcıların ve kesicinin olduğu hatta **transfer fideri** denir. Sistemde bakım, onarım gibi bir çalışma yapılacak isteniyorsa bypass ayırıcısı kullanılır.

Enerjinin kesilmesi işlemi için önce kesici daha sonra sırasıyla hat ve bara ayırıcısı açılır. Geri besleme yoksa toprak ayırıcısı kapatılır. Enerjinin verilmesi işleminde ise toprak ayırıcısı kapalıysa açılır. Daha sonra sırasıyla hat ve bara ayırıcısı, son olarak da kesici kapatılır.



Görsel 4.6: Ana bara ve transfer baralı sistem

1. Örnek: Örnekte verilen sistemin 4142 No.lu kesicisinde bakım çalışması yapılacaktır. Sistemin elektrik kesme manevrasını yapınız.



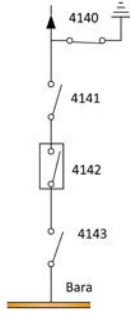
Çözüm

İşlem, öncelik sırasına göre şu şekilde yapılır:

- » 4142 numaralı kesici açılır.
- » 4141 numaralı hat ayırıcısı açılır.
- » 4143 numaralı bara ayırıcısı açılır.
- » Hat üzerinde gerilim kalmaması için 4140 numaralı topraklama ayırıcısı kapatılır.



2. Örnek: Örnekte verilen sistemde bara üzerinden enerji verilmesi işleminin manevrasını yazınız.

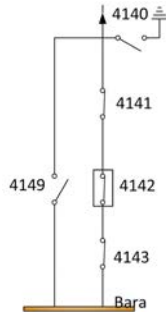


Çözüm

İşlem, öncelik sırasına göre şu şekilde yapılır:

- » 4140 numaralı topraklama ayırıcısı açılır.
- » 4142 numaralı kesici kapatılır.
- » 4141 numaralı hat ayırıcısı kapatılır.
- » 4143 numaralı bara ayırıcılar kapatılır.

3. Örnek: Örnekte görülen 4142 No.lu kesici bakıma alınacaktır. Hat fiderinin enerjisini kesmeden bakıma alma manevrasını yapınız.

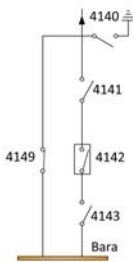


Çözüm

İşlem, öncelik sırasına göre şu şekilde yapılır:

- » 4149 No.lu bypass ayırıcısı, 4142 No.lu kesici enerjiliyken kapatılır.
- » 4142 No.lu kesici açılır.
- » 4143 No.lu bara ayırıcısıyla 4141 No.lu hat ayırıcısı açılır.
- » Fider hattı enerjisi bypass hattı üzerinden enerjilendiği için 4140 No.lu toprak ayırıcısı kapatılmaz.

4. Örnek: Akım yapılan 4142 No.lu kesiciyi devreye alma manevrasını yapınız.



Çözüm

İşlem, öncelik sırasına göre şu şekilde yapılır:

- » 4143 No.lu bara ayırıcısıyla 4141 No.lu hat ayırıcısı kapatılır.
- » 4142 No.lu kesici kapatılır.
- » 4149 No.lu bypass ayırıcısı açılır.
- » Hat fider enerjisinde kesintisi olmadığı için 4140 No.lu toprak ayırıcısı kapatılmaz.



4.7. İNDİRİCİ TRANSFORMATÖR MERKEZLERİ İLE DAĞITIM MERKEZLERİNDE ENERJİ KESİLMESİ VE VERİLMESİ MANEVRALARI

İndirici transformatör merkezi, yüksek gerilimin orta gerilime düşürülmesi için yapılan ve tüketim alanlarına yakın yerlere kurulan merkezdir. Transformatör merkezlerinde şalt ve kumanda sahası bulunur. Şalt sahalarında ayırıcı, kesici, parafudr, bara, güç ve ölçü transformatörleri bulunur (Görsel 4.7). Şalt sahaları açık alanda olabileceği gibi kapalı alanda da olabilir. Kumanda sahasında akü, yönetim ve takip odası vardır (Görsel 4.8).

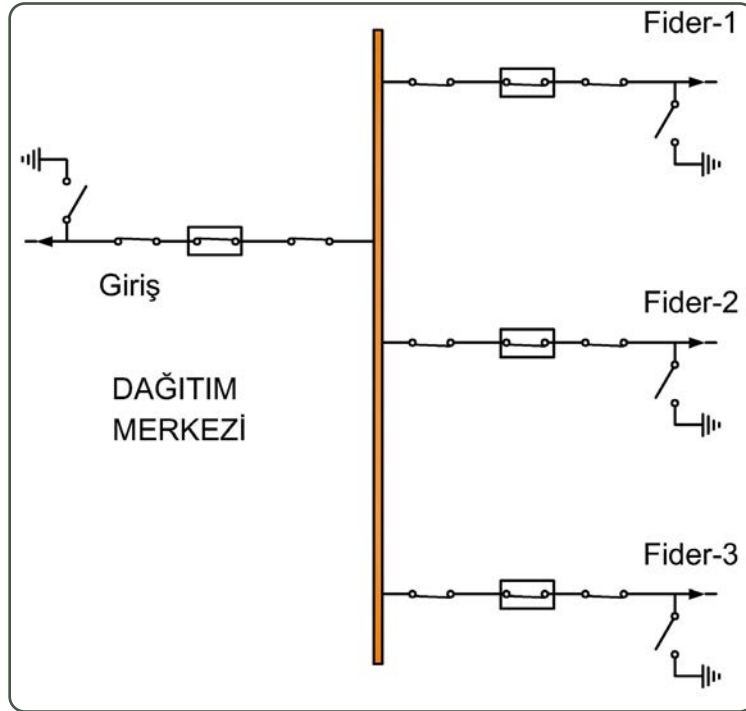


Görsel 4.7: Şalt sahası



Görsel 4.8: Kumanda sahası

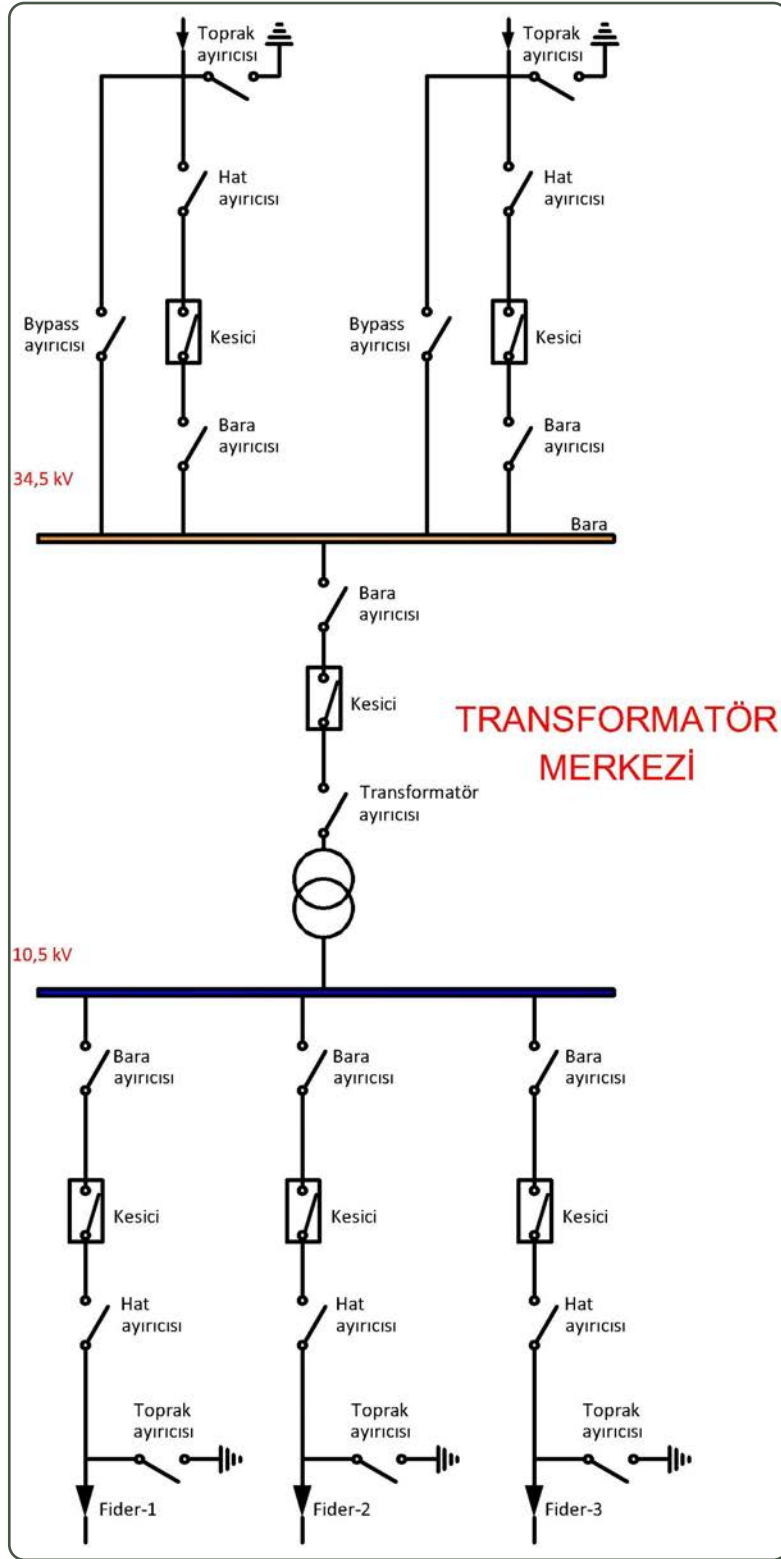
Dağıtım merkezleri; enerji iletim ve dağıtım şebekelerinin ortasında bulunan, birden fazla çıkışı olan, kesici ve ayırıcılarla manevra yapılan kapalı tesislerdir (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: Dağıtım merkezi şebekesi



Transformatör merkezlerinde elektriğin kesilmesi ve verilmesi işlemi temelde aynı olmakla birlikte sistem kuruluma göre değişiklik gösterir. Görsel 4.10'da bir yüksek gerilim transformatör merkezi devresi verilmiştir.



Görsel 4.10: Transformatör merkezi devre şeması



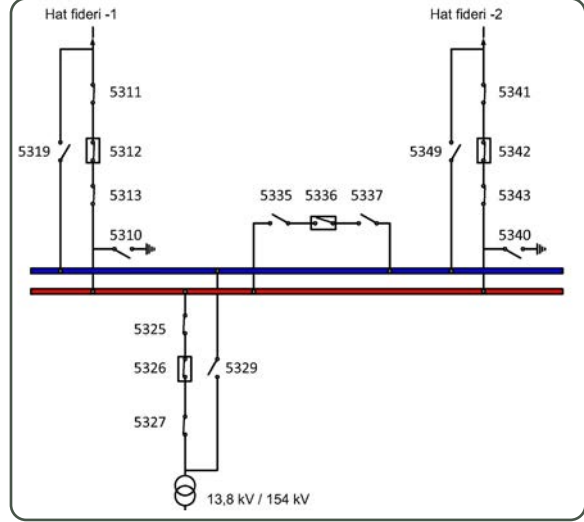
4.1. UYGULAMA

YÜKSEK GERİLİM ELEKTRİK ENERJİSİNİ KESME MANEVRASI

AMAÇ: Görsel 4.11'deki 5342 No.lu kesiciyi bakıma almak için gerekli elektrik kesme manevralarını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|---------------------------------------|--------------|---------|
| Yüksek gerilim manevraları deney seti | 230 V, 50 Hz | 1 adet |



Görsel 4.11: Ana ve transfer baralı sistem

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanızda malzeme listesindeki deney setini kullanınız.
9. 5319, 5329 ve 5349 No.lu ayırıcıların açık olup olmadığını kontrol ediniz.
10. 5335, 5337 ve 5349 No.lu ayırıcıları kapatınız.
11. 5336 No.lu kesiciyi kapatınız.
12. 5342 No.lu kesiciyi açınız.
13. 5341 ve 5343 No.lu ayırıcıları açınız.
14. 5342 No.lu kesicinin bakımını yapınız.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Yüksek Gerilim Enerjisini Kesme Manevrası uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



YÜKSEK GERİLİM ENERJİSİNİ KESME MANEVRASI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|--|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Yüksek Gerilim Elektrik Enerjisini Kesme Manevrası uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Malzeme listesindeki deney setini kullandı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | İşleme başlamadan önce devre gerilimini kesti. | | | | | |
| 6. | 5319, 5329 ve 5349 No.lu ayırıcıların açık olup olmadığını kontrol etti. | | | | | |
| 7. | 5335, 5337 ve 5349 No.lu ayırıcıları kapattı. | | | | | |
| 8. | 5336 No.lu kesiciyi kapattı. | | | | | |
| 9. | 5342 No.lu kesiciyi açtı. | | | | | |
| 10. | 5341 ve 5343 No.lu ayırıcıları açtı. | | | | | |
| 11. | 5342 No.lu kesicinin bakımını yaptı. | | | | | |
| 12. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 13. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 14. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) Yüksek gerilim sisteminin bir kısmını enerjisiz hâle getirmek için açma manevrası kullanılır.
2. (...) Bypass ayırıcısı, sistemde bakım ve onarım çalışması yapmak için kullanılır.
3. (...) Yüksek gerilim sahalarında güvenli bir çalışma için iletişim önemlidir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Yüksek gerilim devrelerinde elektrik enerjisi verme ve kesme işlemi ile yapılır.
5. Manevra şeması üzerinde son rakamı 9 olan ayırıcıya denir.
6. Kesici ve ayırıcı sistem kodu 9 ile başlayan sistemin gerilimi kV'tur.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Manevra kodu 5312 olan bir kesici, kaç kV'luk bir gerilimi açma kapama yapmaktadır?

- A) 154 B) 66 C) 33 D) 10,5 E) 6,3

8. Bir hat fiderinde kesici, hat ayırıcısı ve bara ayırıcısına paralel olan ayırıcı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Transfer ayırıcısı B) Toprak ayırıcısı C) Bara bölümleyici ayırıcısı
D) Bypass ayırıcısı E) Trafo ayırıcısı

9. Manevra şeması kodu verilen bir devre elemanında kodda anlamı olmayan bölüm aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Gerilim seviyesi B) Merkez numarası C) Görev numarası
D) Fider numarası E) İletken kesiti

10. Yüksek gerilim hatları ve transformatör merkezlerinin kurulmasında yamaç, vadi gibi yerlerin tercih edilme sebebi aşağıdakilerden hangisi olamaz?

- A) Kolay ulaşılabilir olması
B) Hava koşullarından etkilenmenin az olması
C) Kurulumun kolay olması
D) Yıldırım tehlikesinin az olması
E) Taşıt yolu olması

5.

ÖĞRENME BİRİMİ HAVAİ HATLAR

KONULAR

- 5.1. DİREK ÜZERİ YÜKSEKTE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİ
- 5.2. DİREKLERİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ VE DİREK BAĞLANTI ELEMANLARI
- 5.3. DİREK TEMELLERİ VE DİREK DİKME İŞLEMLERİ
- 5.4. HAVAİ HAT İLETKEN ÇEŞİTLERİ VE İLETKENLERE EK YAPIMI
- 5.5. İZOLATÖRLERİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ, MONTAJI VE İLETKENLERİN İZOLATÖRE TUTTURULMASI
- 5.6. DİREK TİPİNE GÖRE DİREKLERİN TOPRAKLANMASI
- 5.7. MAHALLÎ TOPRAKLAMA YAPILARAK ENERJİ NAKİL HATTININ MÜDAHALEYE UYGUN HÂLE GETİRİLMESİ
- 5.8. HATLARIN PERİYODİK KONTROLÜ, BAKIM VE ONARIMI



TEMEL KAVRAMLAR

direk, gerilim, İSG, izolatör mesnet, topraklama

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Yüksekte çalışma durumunda oluşabilecek riskler nelerdir?





5.1. DİREK ÜZERİ YÜKSEKTE ÇALIŞMA GÜVENLİĞİ

Düşme sonucu yaralanma riski oluşturabilecek alanlar **yüksekte çalışma** olarak isimlendirilir.

Yüksekte çalışma işleminde kullanılan kişisel koruyucu donanımlar; baret, emniyet kemeri, direkten indirme aparatı, yalıtkan eldiven, çizme ve paspas, gözlük, elektrikçi ark kıyafeti ve güvenlik ayakkabısı, elektrik ark vizörü, kulaklık, orta gerilim detektörü, hat tüfeği, manevra stankası, hat topraklama teçhizatı ve acil durum kablo kesme makarasıdır (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: Yüksek gerilim korunma ekipmanları

6131 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na uygun olarak direk üzeri yüksekte çalışma güvenliği için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler şöyle sıralanabilir:

- Direk üzeri çalışacak kişiler uygun olan KKD'leri seçmelidir.
- Yüksek gerilimde kullanılacak KKD'ler elektrik çarpmalarından koruyacak yalıtım düzeyine sahip olmalıdır.
- Kullanılacak KKD ve kutularının üzerinde üretim tarihi, seri numaraları, kullanım gerilimleri ve koruma sınıfları bulunmalıdır.

Görsel 5.2'de direk üzerinde çalışma gösterilmiştir.



Görsel 5.2: Direk üzerinde çalışma



5.1. UYGULAMA DİREĞE TIRMANMA

AMAÇ: Bu uygulamada direğe tırmanma işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.3: Direğe tırmanma

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|------------------------------|------------|
| Direk | Ahşap, beton, demir | 1 adet |
| KKD | İşin gerektirdiği donanımlar | Birer adet |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanım kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Direğe tırmanmadan önce gerekli güvenlik önlemlerini alınız (Görsel 5.4).
9. Acil durum kablo kesme makarasını alınız.
10. Elektrik ark vizörünü alınız.
11. Direkten inme aparatını bağlayınız.
12. Direğe dikkatli bir şekilde çıkınız.
13. Hat kontrolünü yapınız.
14. Direkten dikkatli bir şekilde ininiz.
15. Direkten inme aparatını çıkartınız.
16. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
17. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Direğe Tırmanma** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.



DİREĞE TIRMANMA KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 6. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 7. | Acil durum kablo kesme makarasını aldı. | | | |
| 8. | Elektrik ark vizörünü aldı. | | | |
| 9. | Direkten inme aparatını bağladı. | | | |
| 10. | Direğe dikkatli bir şekilde çıktı. | | | |
| 11. | Hat kontrolünü yaptı. | | | |
| 12. | Direkten dikkatli bir şekilde indi. | | | |
| 13. | Direkten inme aparatını çıkardı. | | | |
| 14. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 15. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 16. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



5.2. DİREKLERİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ VE DİREK BAĞLANTI ELEMANLARI

Direkler, havai hat iletkenlerini topraktan ve birbirlerinden izole etmek için enerji iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılır. Direklerin kullanım yerlerine göre taşıyıcı, durdurucu, geçit, köşe, son, dağıtım ve branşman olarak değişik çeşitleri vardır.

5.2.1. Direklerin Yapısı

Havai hat direkleri yapılarına göre ağaç, beton ve demir olarak üretilir.

Ağaç Direkler

Kök nar, ardıç, ladin gibi ağaçlardan yapılan direklerdir. Mekanik zorlanmaya karşı dirençleri düşük olduğundan direkler arası uzaklık kısa olmalıdır. Alçak ve orta gerilimde kullanılır. Ağaç direkler haşere ve hava koşullarından etkilendikleri için direklere katran sürme, bakır sülfatla kaplama gibi koruma işlemleri yapılır. Direkler 80 m direk açıklığına kadar kullanılabilir. Direk boyları; 8-8,5-9-9,5-10-10,5-11-11,5-12-12,5-13-13,5 ve 14 m'dir. Ağaç direkler payanda (dayanak) ya da çelik tellerle desteklenmelidir (Görsel 5.4).

Ağaç direklerin avantajları; ucuz, hafif ve esnek olmalarının yanı sıra direklerin dikme işlemlerinin de kolay olmasıdır. Boya masrafı yoktur ve kaçak akımlara karşı daha güvenlidir. Dezavantajları ise kısa ömürlü olması, tepe kuvvetinin azlığı, esneklikten dolayı salgı değişmesi, yıldırım düşmesi sonucu yanması ve yüksek gerilimde kullanılamamasıdır.



Görsel 5.4: Ağaç direkler

Beton Direkler

Demir, çimento, su ve katkı maddelerinin karışımıyla üretilen direklerdir. Beton ve çeliğin homojen karışımı için vibrasyon (titreşim) ya da santrifüj (savurma) yöntemi kullanılır. Santrifüj direklerinin içleri boş ve direkler daire biçimlidir. Santrifüj yönteminde beton karışımında bulunan fazla miktardaki suyun atılması ile sıkı bir beton karışımı oluşturulur. Bu yöntemle yapılan beton direklerin dış cephesi düzgün ve pürüzsüzdür. Vibrasyon direklerinin içleri dolu ve direkler dikdörtgen biçimindedir. Vibrasyon yönteminde uygun beton harcı demir kalıplara dökülür. Kalıbın içerisinde oluşan karışımın vibrasyon yöntemiyle homojen olarak dağıtılması amaçlanır.

Beton direkler, 8 m'den 26 m'ye kadar değişik boylarda üretilir. Alçak gerilim şebekelerinde 9-10 m'lik direkler tercih edilir. Görsel 5.5'te çift santrifüj beton direk, Görsel 5.6'da ise vibrasyon beton direk gösterilmiştir.



Görsel 5.5: Çift santrifüj beton direk



5. ÖĞRENME BİRİMİ

Beton direklerin avantajları; demir direklere göre %50 daha ucuz, uzun ömürlü, bakım aralıklarının uzun ve doğa şartlarına karşı dayanıklı olmasıdır. Sanayi bölgelerinde bulunan zararlı gaz ve kimyasallardan etkilenmez, tepe kuvvetine dayanıklıdır. Dezavantajları ise ağır ve kırılabilir olması, taşıma ve dikme işlemlerinin zor olmasıdır.

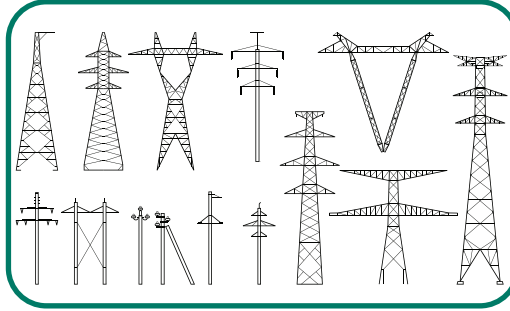


Görsel 5.6: Vibrasyon beton direk

Demir Direkler

Enerji iletim ve dağıtımında sıklıkla kullanılan demir direkler, U-I-L şeklinde profiller hâlinde üretilir. Direklerin temellerinde beton kullanılmalıdır.

Demir direklerin avantajları; ağaç direklere göre daha uzun ömürlü, beton direklere göre daha hafif olmalarıdır. Ayrıca sağlamdır ve tepe kuvvetleri yüksektir. Parçalara ayrılabilirdikleri için transfer ve montajları kolaydır. Arızaları kısa sürede giderilir. Dezavantajları; demir direklerin pahalı ve bakım ücretlerinin yüksek olması, hava koşullarından olumsuz etkilenmesi ve izolasyonlarının zor olmasıdır. Görsel 5.7'de direk şekilleri gösterilmiştir.



Görsel 5.7: Direk şekilleri

A ve kafes tipi demir direkler alçak gerilim hatlarında kullanılır. A tipinde olanlar 8I-10U şeklinde gösterilir. I ve U, direk yapımındaki demirin kesitini gösterir. Ortalama 9,5 m-10 m uzunluğundadır. Görsel 5.8'te kafes tipi, Görsel 5.9'da ise A tipi demir direk gösterilmiştir.



Görsel 5.8: Kafes tipi demir direk



Görsel 5.9: A tipi demir direk



Galvaniz cıvatalı, boyalı ve kaynak yapılmış türde imal edilen pilon (çatal) direkler, yüksek ve çok yüksek gerilim hatlarında kullanılır (Görsel 5.10).



Görsel 5.10: Pilon tipi direkler

Boru tipi demir direkler; düşük güç ihtiyacı olan sokak, cadde, liman, apartman, park vb. yerlerin aydınlatılmasında kullanılır. 4 m-8 m uzunluğunda üretilir. Direklerin montajları, vinç yardımı ile özel olarak hazırlanmış kalıplara yapılır (Görsel 5.11).



Görsel 5.11: Boru tipi direk

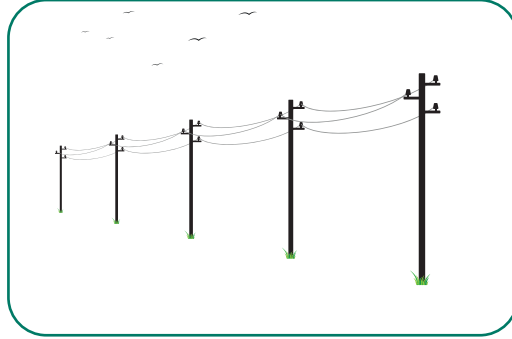
5.2.2. Direk Çeşitleri

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'ne göre direkler; kullanım yerlerine göre taşıyıcı, durdurucu ve son direklerle ile dağıtım direkleri olarak dörde ayrılır.



Taşıyıcı Direkler

İletkenleri taşımak üzere düz hatlarda kullanımının yanı sıra durdurucu direkler arasında iletkenin ağırlığını kaldırmak için de kullanılan direklerdir (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Taşıyıcı direkler

Durdurucu Direkler

Taşıyıcı direklere bağlanan iletkenlerin gergin durması ve sarkmaması için kullanılır. Yedi direkte bir durdurucu direk kullanılmalıdır. Geçit yerleri gibi özel durumlarda direk aralığı değişebilir.

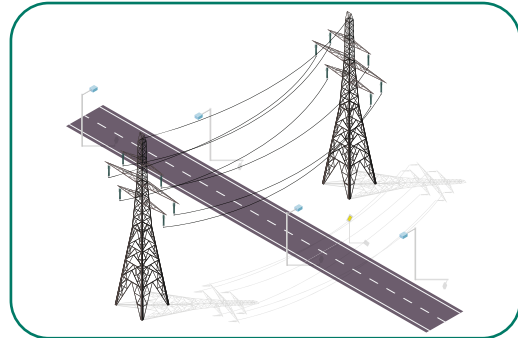
Son Direkler

Havai hatların başlangıç ve sonlarında kullanılan direklerdir. Havai hattın tek taraflı toplam gerilme kuvvetine dayabilecek güçtedir.

Dağıtım Direkleri

Bir ya da daha çok hattın ayrıldığı yerlerde kullanılır. Geçit, köşe ve branşman direkleri olarak üç çeşittir.

Geçit Direkleri: Kara yolu, su yolu ve haberleşme hatlarının bulunduğu yerlerde hem iletkenlerin kopmaması hem de direklerin devrilmemesi için kullanılan direklerdir (Görsel 5.13).



Görsel 5.13: Kara yolu geçit direği



Görsel 5.14: Köşe direği

Köşe Direkleri: Hava hatlarında açı değişimi için kullanılır. Görsel 5.14'te görüldüğü gibi köşe durdurucu ve köşe taşıyıcı görevi görür.



Branşman Direkleri: Havai hatlarda taşıyıcı ve köşede taşıyıcı konumunda bulunan direklerde bir ya da iki yönde hat ayrılması sonucu **taşıyıcı** ve **köşede taşıyıcı** olarak adlandırılan direklerdir. Direkler; gerilimlerine göre taşıyıcı, son ve durdurucu direkler ile alçak gerilim, geçit, köşe ve dağıtım direkleri olarak kullanılır.

Alçak Gerilim Direkleri

1000 V'a kadar olan gerilim hatlarında kullanılır. Alçak gerilim direkleri; ağaç, demir ya da beton olabilir. Bazen aynı direkte hem alçak hem de orta gerilim hattı iletimi görülebilir.

Orta Gerilim Direkleri

1 kV ile 34,5 kV arası gerilim değerlerinde kullanılan direklerdir. Uzunlukları 9 m-25 m arasında değişir. Ağaç, beton ve demir olarak üretilir. Bunların içerisinde beton ve demir direk kullanımı yaygındır. Beton direkler, 400 kVA değerine kadar olan transformatörlerin yerleşim işlemlerinde kullanılır (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Orta gerilim direkleri

Görsel 5.16'da orta gerilim beton trafo direği gösterilmiştir.



Görsel 5.16: Orta gerilim beton trafo direği

Yüksek Gerilim Direkleri

34,5 kV-154 kV arası değerlerde galvaniz saclı, vidalı, kafes ve A tipi direklerdir. Her ortamda kullanılabilmesi için demir direklere boya ve izolasyon tabakası sürülür. İzolasyon tabakası belirli sürelerde yenilenmelidir. Çeşitli iletkenler için farklı tip ve uzunlukta direkler bulunur. Bu direklerin uzunlukları 8,75 m-18,75 m arası değerlerdedir (Görsel 5.17).



Görsel 5.17: Yüksek gerilim direği



Çok Yüksek Gerilim Direkleri

154 kV-380 kV değerleri arasında galvaniz saclı, vidalı kafes ve A tipi direklerdir. Yüksek ve çok yüksek gerilim havai hat direklerinde iletim hattını koruma amacıyla direğin tepesinden bir iletken çekilir ve topraklandırılır (Görsel 5.18).



Görsel 5.18: Çok yüksek gerilim direkleri

5.2.3. Direk Bağlantı Elemanları

Direk bağlantı elemanları olarak travers ve konsollar kullanılır. **Traversler**, enerji iletim hatlarında bulunan iletkenlerin direkler üzerinde güvenli bir şekilde geçmesi ve taşınmasını sağlayan bağlantı elemanıdır. Ayrıca izolatörler de direklere traversler sayesinde bağlanır. Travers tercihinde iletken sayısı, iletkenin gerilme kuvveti ve ağırlığı ile izolatör, direk tipi, işletme gerilimi, işletmenin kuruluş yeri gibi faktörler etkilidir. Traverslerin sayısı; kullanılacak iletkenin yerleşimi ile direğin taşıyıcı, köşe, durdurucu ve branşman oluşuna göre değişir. Traversler genellikle beton ve demirden yapılır. Demir direk traversleri; alçak, orta ve yüksek gerilim için üretilir. Traversler; taşıyıcı, durdurucu ve nihayet tip olmak üzere üç çeşittir.

Beton direk traverslerinin alçak ve orta gerilimde kullanılanları vibrasyon yöntemi ile imal edilir. Standart travers boyları 2-2,2-2,4 m'dir. Yüksek gerilimde kullanılan traversler çeşitli boy ve şekillerde üretilir. Görsel 5.19'da beton, Görsel 5.20'de demir travers gösterilmiştir.



Görsel 5.19: Beton travers



Görsel 5.20: Demir travers

Traverslerin direğe takılma işleminde kullanılan yardımcı malzemeler; gergi takımı, topraklama somunu, civata, anahtar, kelepçe, takoz ve su terazisidir. Traversler montaj sırasında projede belirtilen mesafelere göre takılır. Betondan yapılmışlarsa iç yüzeylerine mukavemet (dayanıklılık) için pürüzlendirme yapılır. Traverslerin betonlama işlemi en son yapılır ve üzerleri çamurla kaplanır. Beton çatlamış travers değiştirilir. Travers montajı direk dikilmeden önce yapılmalıdır. Direk tepesine konsol takılacaksa esneme olmaması için konsol ucu biraz kaldırılır. Direk ile travers arasındaki topraklama direğin takılmasından önce tamamlanmalıdır.



Konsollar, havai hatlarda bulunan direklerde izolatörleri belirlemek için kullanılan bağlantı elemanıdır. Bunlar beton ve demirden imal edilir. Konsolların yapısı ve sayısı; iletkenlerin yerleşim şekline, direğin taşıyıcı, durdurucu, nihayet, branşman ve dağıtım direği olup olmamasına göre değişir. Konsollar; direğe gelen kuvvet, hat yönüne dik gelen kuvvet ve direktten aşağıya doğru iletkenin kendisi üzerinde oluşabilecek kuvvet göz önünde bulundurularak üretilir (Görsel 5.21).



Görsel 5.21: Konsollar

Konsollar; taşıyıcı, nihayet ve köşe tip olarak üç çeşittir. Taşıyıcı tip 80 cm, 122°; nihayet tip 100 cm, 122°; köşe tip ise 100 cm ve 85° değerlerindedir. Konsolların montajında kullanılan yardımcı elemanlar; gergi takımı, topraklama somunu, civata, anahtar, kelepçe, takoz ve su terazisidir. Konsolun montajında projede belirtilen mesafelere göre yerleştirme yapılır. Konsolun iç yüzü pürüzlendirilir. Betonlama işlemi sona bırakılır ve konsolun üstü çamurla kaplanır. Beton çatlamış konsol değiştirilir. Konsol montajı direk dikilmeden önce yapılmalıdır. Konsol, direk tepesine takılacaksa esneme olmaması için konsol ucu biraz kaldırılır. Direk ve konsol arasındaki topraklama işlemi direk montajından önce tamamlanmalıdır.

Korkuluklar, uzman olmayan kişilerin şehirlerde direklere çıkmasını önlemek amacıyla kullanılır. Ayrıca korkuluklar direk üzerinde çalışan kişiler için de güvenlik sağlar.

NOTLAR

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



5.2. UYGULAMA DİREĞE KONSOL MONTAJINI YAPMA

AMAÇ: Bu uygulamada direğe konsol montajını yapma işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.22: Konsol montajı

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|--------------------------|------------------------------|------------------|
| Direk | Ahşap, beton, demir | 1 adet |
| KKD | İşin gerektirdiği donanımlar | Birer adet |
| Konsol | Beton ya da demir | Yeterli miktarda |
| Konsol bağlantı ekipmanı | El aletleri | Yeterli miktarda |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Direğe tırmanmadan önce güvenliğinizi sağlayınız (Görsel 5.22).
9. Kullanacağınız direk bağlantı elemanlarını alınız.
10. Konsol bağlantı ekipmanını alınız.
11. Direğe dikkatli bir şekilde tırmanınız.
12. Konsol bağlantısını gerekli ekipman ile gerçekleştiriniz.
13. Direkten dikkatli bir şekilde ininiz.
14. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Direğe Konsol Montajını Yapma** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.



DİREĞE KONSOL MONTAJINI YAPMA KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 6. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 7. | Kullanacağı direk bağlantı elemanlarını aldı. | | | |
| 8. | Konsol bağlantı ekipmanını aldı. | | | |
| 9. | Direğe dikkatli bir şekilde tırmandı. | | | |
| 10. | Konsol bağlantısını gerekli ekipman ile gerçekleştirdi. | | | |
| 11. | Direkten dikkatli bir şekilde indi. | | | |
| 12. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarını yerine getirdi. | | | |
| 13. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 14. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |

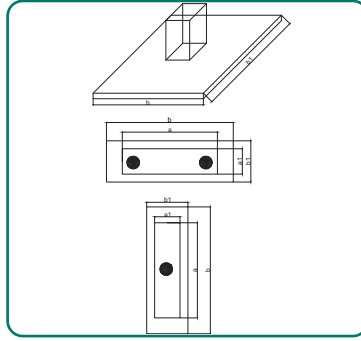


5.3. DİREK TEMELLERİ VE DİREK DİKME İŞLEMLERİ

Direk temeli, dikimi yapılacak bir direğin maruz kaldığı yatay ve dikey kuvvetlere karşı durarak direğin yıkılmasını önlemek için uygulanır.

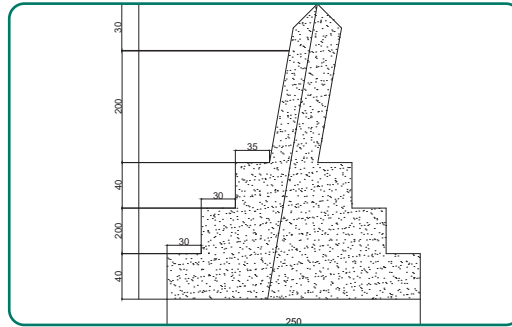
5.3.1. Direk Temelleri

Direklerin maruz kaldığı yatay ve düşey kuvvetler, direklerin toprak içerisinde kalan parçalarının toprak dışına doğru çıkmasına neden olur ya da direğin gömülü olduğu zeminin bozulmasına yol açar. Demir direk temelleri için en az 150 cm, beton direk temelleri için ise en az 120 cm derinlik olmalıdır. Direklerde yaygın olarak köşegen kesitli blok temel ve kademeli tip temel kullanılır (Görsel 5.23).



Görsel 5.23: Köşegen kesitli blok temel

Görsel 5.24'te kademeli temel gösterilmiştir.



Görsel 5.24: Kademeli temel

Enerji iletim hatları değişik zeminlerde faaliyet gösterir. Bu sebeple her farklı zeminde yeni bir temel planlaması yapılmalıdır. Tren, köprü geçişi gibi yerler ile kayalık, kumlu, toprak, bataklık, sulu zemin gibi değişik zemin yapısına sahip alanlarda bunlara yönelik özel temeller hazırlanmalıdır. Zeminin özelliğine göre temel çukuru hazırlandıktan sonra ağaç kalıp ya da çelik sac kalıp ile direk çukurunda temel kalıbı hazırlanmalıdır. Temel betonunun hazırlanması sırasında temel altında kalan düzeltme betonu dâhil 20 dozlu beton için 0,5 m³ kum, 0,7 m³ çakıl ve 250 kg'lık çimento hazırlanmalıdır. Beton homojen olarak karıştırılmalıdır. Beton dökme işleminden önce zeminde suyu emen bölümler ıslatılmalı, sonra beton dökümü gerçekleştirilmelidir. Temel betonu 250 dozdan 500 doza kadar farklı yerlere, farklı değerlerde dökülebilir. Direk dikme işleminde son beton dökme işleminden itibaren minimum 7 gün sonra üst bölüm yerleştirilmesi yapılmalıdır.



Tablo 5.1'de kademeli ölçüler ve blok temel ölçüleri gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Kademeli Ölçüler ve Blok Temel Ölçüleri

| Temel Tip Numarası | Temel Cinsi | Temel Ebat ve Hacmi | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------|--------|-------|-------|---------------------|
| | | a (m) | a1 (m) | b1 (m) | b (m) | T (m) | V (m ³) |
| 1 | Tam Blok | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 2,1 | 0,72 |
| 2 | | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 2,1 | 0,98 |
| 3 | | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 2,1 | 1,28 |
| 4 | | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 2,1 | 1,62 |
| 5 | Kademeli Küçük Tip | 0,6 | 0,6 | 1,36 | 1,36 | 2,1 | 1,574 |
| 6 | | 0,8 | 0,6 | 1,36 | 1,56 | 2,1 | 1,892 |
| 7 | | 1 | 0,6 | 1,36 | 1,76 | 2,1 | 2,246 |
| 8 | | 1,2 | 0,6 | 1,36 | 1,96 | 2,1 | 2,581 |
| 9 | | 1,4 | 0,6 | 1,36 | 2,16 | 2,1 | 2,917 |
| 10 | | 1,6 | 0,6 | 1,36 | 2,36 | 2,1 | 3,252 |
| 11 | | 1,8 | 0,6 | 1,36 | 2,56 | 2,1 | 3,588 |
| 12 | | 2 | 0,6 | 1,36 | 2,76 | 2,1 | 3,924 |
| 13 | Kademeli Orta Tip | 1,6 | 1 | 1,76 | 2,36 | 2,1 | 4,763 |
| 14 | | 1,9 | 1 | 1,76 | 2,66 | 2,1 | 5,519 |
| 15 | | 2,2 | 1 | 1,76 | 2,96 | 2,1 | 6,274 |
| 16 | | 2,5 | 1 | 1,76 | 3,26 | 2,1 | 7,030 |
| 17 | | 2,8 | 1 | 1,76 | 3,56 | 2,1 | 7,785 |
| 18 | | 3,1 | 1 | 1,76 | 3,86 | 2,1 | 8,540 |
| 19 | Kademeli Büyük Tip | 2,7 | 1,5 | 2,26 | 3,46 | 2,1 | 10,578 |
| 20 | | 3 | 1,5 | 2,26 | 3,76 | 2,1 | 11,649 |
| 21 | | 3,3 | 1,5 | 2,26 | 4,06 | 2,1 | 12,719 |
| 22 | | 3,6 | 1,5 | 2,26 | 4,36 | 2,1 | 13,789 |
| 23 | | 3,9 | 1,5 | 2,26 | 4,66 | 2,1 | 14,860 |
| 24 | | 4,2 | 1,5 | 2,26 | 4,96 | 2,1 | 15,930 |
| 25 | | 4,5 | 1,5 | 2,26 | 5,26 | 2,1 | 17,001 |
| 26 | | 4,8 | 1,5 | 2,26 | 5,56 | 2,1 | 18,071 |
| 27 | | 5,1 | 1,5 | 2,26 | 5,86 | 2,1 | 19,141 |
| 28 | | 5,4 | 1,5 | 2,26 | 6,16 | 2,1 | 20,212 |
| 29 | | 5,7 | 1,5 | 2,26 | 6,46 | 2,1 | 21,283 |
| 30 | | 6,1 | 1,5 | 2,26 | 6,86 | 2,1 | 22,710 |
| 31 | | 6,5 | 1,5 | 2,26 | 7,26 | 2,1 | 24,137 |
| 32 | | 7 | 1,5 | 2,26 | 7,66 | 2,1 | 25,921 |
| 33 | | 7,5 | 1,5 | 2,26 | 8,06 | 2,1 | 27,702 |
| 34 | | 8 | 1,5 | 2,26 | 8,46 | 2,1 | 29,489 |
| 35 | | 8,5 | 1,5 | 2,26 | 8,86 | 2,1 | 31,273 |
| 36 | | 9 | 1,5 | 2,26 | 9,26 | 2,1 | 33,057 |

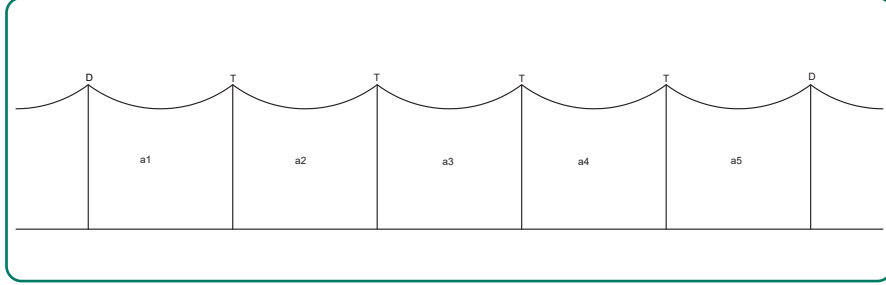


Direkler arası mesafe hesabı değişiklik göstermektedir. Hesaplama için öncelikle menzil bulunmalıdır. **Menzil**, birbirini takip eden iki direk arasındaki yatay uzaklıktır. Maksimum, ortalama ve ruling menzil olarak üç çeşittir.

Maksimum Menzil: Direğin bir tarafında oluşabilecek en büyük açıklıktır.

Ortalama Menzil: İletken ve direk cinsi ile buz yükü alanına bağlı olan, ekonomik direk boyu ile düz alanda bulunan direkler arasındaki ortalama açıklıktır.

Ruling Menzil: İki durdurucu direk arasında taşıyıcı direklerden oluşan bir hat parçası için hesaplanan menzildir (Görsel 5.25).



Görsel 5.25: Ruling menzil

Direkler dikim alanlarına nakledilirken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Nakliye sırasında ağaç direklerde çatlama ya da kırılma olabilir. Direklerde sarsıntıdan dolayı hasar oluşmaması için direkler koruyucu malzeme ile sarılmalıdır.
- Beton direklerin nakliyesi esnasında direklerde kırılma olabilir. Bu nedenle direkler taşınırken esneme payı göz önünde bulundurulmalıdır. Nakliye esnasında araçtaki direklerin başı, ortası ve sonuna takoz konularak destek yapılmalıdır.
- Demir direkler takılma yerine ulaştırılırken direklerin galvaniz bölümlerine dikkat edilmeli, çatlaması önlenmeli, parçaları eğilip bükülmemelidir.

5.3.2. Direk Dikme İşlemleri

Direk dikme işlemleri; çok yüksek, yüksek ve orta gerilim direklerinde yapılır.

Çok Yüksek Gerilim Direklerinde Dikme İşlemi

- Direkler, 6 m'lik galvaniz demirden yapıldığı için taşıma işlemi dikkatli yapılmalıdır.
- Projede belirtildiği şekilde direğin dikileceği yer belirlenmelidir.
- Malzemeler, dikme yapılacak sahaya düzgünce yerleştirilmelidir.
- Direklerin ayakları ve temel betonu dikkatlice kontrol edilmeli (Temel betonu dökme işleminden en az 7 gün sonra dikme işlemi yapılır.) araziye göre kazı yapılmalıdır.
- Direk dikme alanında bulunan ot, çalı gibi bitkiler temizlenmelidir.
- Üst montaj yapılırken elemanlar aşırı bir şekilde çekilip eğilmemelidir.
- Cıvatalar sıkılmadan önce direğin dengesi ve düzgünlüğü kontrol edilmelidir.
- Cıvatalar, direğin üst montajı bitince tork anahtarı ile sıkılmalıdır.
- Somunun sağlam olması için cıvata ile birleştiği yer karşılıklı zımbalanmalıdır (Zımbalama, cıvata ve somunun birleşim dışlarının karşılıklı bozulması ve zımbanın ucunun, somuna 1 mm-2 mm girmesidir.).
- Direklerin koruma topraklaması yapılmalı, kontrol edecek kişi tarafından ölçüm yapıldıktan sonra kontrol tutanağına ölçüm bilgileri yazılmalıdır.
- Topraklama parçaları projede belirtildiği gibi direk üzerine yerleştirilmeli ve cıvatalar zımbalanmalıdır.



- Tehlike işareti (20 cm-32 cm) ve direk numara levhası, galvaniz sacdan fırınlı boya ile oluşturularak direklerin 4 m-6 m arasına takılmalıdır.
- Direk, profilde olması gereken yerden düzlük olmak kaydıyla ileri geri 2 m'den fazla kaymamalıdır.
- Direğin taban merkez kazığının düz zeminde dik pozisyondaki kaçıklığı 0,1 m'yi geçmemelidir.
- Direk ekseninin düşeydeki eğimi %5'i geçmemelidir.
- Direk tepesinin düzlükte dik istikamette kaçıklığı 0,1 m ve %5 eğimi geçmemelidir.
- Çift ya da daha çok bölümlü çelik kafes direklerinin temel alt kuşak parçaları arasındaki fark, 12 mm'den fazla olmamalıdır.
- Direğin dört ayağının temel içerisinde kalan bölümünün alt alanı, sabitleme ve sağlamlaştırma amacıyla pa-buç ve cıvatalar ile bağlanmalıdır.

Yüksek Gerilim Direklerinde Dikme İşlemi

- Direkler 6 m'lik galvaniz demirden yapıldığı için taşıma işlemi dikkatli yapılmalıdır.
- Malzemeler dikme yapılacak sahaya düzgünce yerleştirilmelidir.
- Direklerin ayakları kontrol edilmelidir.
- Temel betonu dikkatlice kontrol edilmeli (Temel betonu dökme işleminden en az 7 gün sonra dikme işlemi yapılır.) araziye göre kazı yapılmalıdır.
- Direk dikme alanında bulunan ot, çalı gibi bitkiler temizlenmelidir.
- Üst montaj yapılırken elemanlar aşırı bir şekilde çekilip eğilmemelidir.
- Cıvatalar sıkılmadan önce direğin dengesi ve düzgünlüğü kontrol edilmelidir.
- Cıvatalar direğin üst montajı bitince tork anahtarı ile sıkılmalıdır.
- Somunun sağlam olması için cıvata ile birleştiği yer karşılıklı zımbalanmalıdır (Zımbalama, cıvata ve somunun birleşim dışlarının karşılıklı bozulması ve zımbanın ucunun, somuna 1 mm-2 mm girmesidir.).
- Direklerin koruma topraklaması yapılmalı, kontrol edecek kişi tarafından ölçüm yapıldıktan sonra kontrol tu-tanağına ölçüm bilgileri yazılmalıdır.
- Topraklama parçaları projede belirtildiği şekilde direk üzerine yerleştirilmeli, cıvatalar zımbalanmalıdır.
- Tehlike işareti (20 cm-32 cm) ve direk numara levhası, galvaniz sacdan fırınlı boya ile oluşturularak direklerle 4 m-6 m arasına takılmalıdır.
- Direk, profilde olması gereken yerden düzlük olmak kaydıyla ileri geri 2 m'den fazla kaymamalıdır.
- Direğin taban merkez kazığının düz zeminde dik pozisyondaki kaçıklığı 0,1 m'yi geçmemelidir.
- Direk ekseninin düşeydeki eğimi %5'i geçmemelidir.
- Direk tepesinin düzlükte dik istikamette kaçıklığı 0,1 m ve %5 eğimi geçmemelidir.
- Çift ya da daha çok bölümlü çelik kafes direklerinin temel alt kuşak parçaları arasındaki fark, 12 mm'den fazla olmamalıdır.
- Direğin dört ayağının temel içerisinde kalan bölümünün alt alanı, sabitleme ve sağlamlaştırma amacıyla pa-buç ve cıvatalar ile bağlanmalıdır.

Orta Gerilim Direklerinde Dikme İşlemi

Beton Direklerin Dikimi

- Projeye göre direğin dikileceği yer belirlenmelidir.
- Temel kontrol edilmeli, zemine uygun kalıp boşluğu bırakılarak kazı yapılmalıdır.

- Temel betonu dikkatlice kontrol edilmelidir (Temel betonu dökme işleminden en az 7 gün sonra dikme işlemi yapılır.). Tel, bu süreden önce çekilmemelidir.
- Direk dikimi vinç vasıtası ile yapılmalı, dikim esnasında topraklama şeridi betonun içerisinde kalmalıdır.
- Direk kaldırılırken hasar görmemeli, hasar gören direk varsa yenilenmelidir.
- Direğin pozisyonu ve dengesi belirlenmelidir. Direk tahta takozlarla sabitlenmeli ve kenarlarına beton dökülmelidir.
- Durdurucu ve köşe durdurucu direklerde tek yönlü tel çekimi öncesinde gerekli önlemler alınmalıdır.
- Nihayet pozisyonu için dikilecek çift direklerde tepedeki iki direk arasındaki uzaklık 20 cm olmalı, açortay pozisyonu için dikilecek direklerde ise 10 cm olmalıdır.
- Direğin temele girmiş olduğu yerden itibaren direkler arası boşluk 90 cm'den fazla olmamalıdır.
- Direk, profilde olması gereken yerden düzlük olmak kaydıyla ileri geri 2 m'den fazla kaymamalıdır.
- Direğin taban merkez kazığının düz zeminde dik pozisyonundaki kaçıklığı 0,1 m'yi geçmemelidir.
- Direk ekseninin dikeydeki eğimi, direk toprak üstü boyunun 5/1000'ini geçmemelidir.
- Tepenin düzlük olması kaydıyla direğin dik istikametteki kaçıklığı yukarıda belirtilen sapmalardan fazla olmamalıdır.
- Betonu hasar görmüş direkler değiştirilmelidir.
- Direklerin nakliye dikim işlemleri sırasındaki eğimi %5'i geçmişse direkler değiştirilmelidir.

Demir Direklerin Dikimi

- Projeye göre direğin dikileceği yer belirlenmelidir.
- Temel betonu dikkatlice kontrol edilmelidir (Temel betonu dökme işleminden en az 7 gün sonra dikme işlemi yapılır.).
- Direk malzemesi temel betonunun yanına bırakılmamalıdır. Yuvarlak galvaniz boru direk, vinç ile indirilmelidir.
- Zemin temizlenmelidir.
- Dik ekseninde eğim kontrolü yapılmalıdır.
- Boru direk dikilirken vinçle beraber kendir özlü çelik halat sapan ve taşıma aparatı kullanılmalıdır.
- Cıvatalı galvaniz direklerin vidaları, dikim esnasında denge oluşturulduktan sonra sıkılmalı; cıvata ve somunlar zimbalanmalıdır.
- Direk traversleri, branşman açıklıkları ve düzlük göz önünde bulundurularak dikim yapılmalıdır.
- Toprak ve direk arasına toprak zeminden 15 cm-20 cm aşağıya kadar beton doldurulup toprakla sıkıştırılmalı, üstüne yağmurluk betonu dökülmelidir.
- Topraklama ve işaret levhaları asılmalıdır.
- Topraklama kontrolü yapılmalıdır.
- Direk, profilde olması gereken yerden düzlük olmak kaydıyla ileri geri 2 m'den fazla kaymamalıdır.
- Direğin taban merkez kazığının düz zeminde dik pozisyonundaki kaçıklığı 0,1 m'yi geçmemelidir.
- Direk ekseninin düşeydeki eğimi, %5'i geçmemelidir.
- Direk tepesinin düzlükte dik istikamette kaçıklığı 0,1 m ve %5 eğimi geçmemelidir.
- Çift ya da daha çok bölümlü çelik kafes direklerinin temel alt kuşak parçaları arasındaki fark, 12 mm'den fazla olmamalıdır.
- Direğin dört ayağının temel içerisinde kalan bölümünün alt alanı, sabitleme ve sağlamlaştırma amacıyla pabuç ve cıvatalarla bağlanmalıdır.
- Direk temelının üstü, direğin ortası merkez alındıktan sonra yana eğik olarak betonlanmalıdır. Yağmurlama için üst beton dozu 500 olmalıdır.
- Direkler topraklanmalıdır.



Direk dikme işlemi, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilmiştir. Bu yönetmelikte direk lentelerinin yapısı ve bağlantı parçaları ile ilgili bilgi verilmiştir. Ayrıca direk temelleri hususunda açıklamalar yapılmıştır.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Direk lenteleri

Madde 55-a) Lente halatı olarak sıcak galvanizli, içinde lifli bölüm bulunmayan çelik halatlar kullanılacaktır.

b) Çelik lente halatının kuramsal (teorik) kopma emniyeti 2,5'dan küçük olmamalıdır. Ancak hesap sonucu ne olursa olsun lentinin zemin üzerinde bulunan bölümünün kesiti 25 mm^2 'den, zemin içinde kalan bölümünün kesiti ise 50 mm^2 'den az olmayacaktır. Zemine giren bölüm, çapı en az 10 mm. olan yuvarlak demirden de olabilir.

c) Lente bağlantı parçalarında etkin kopma ya da kayma yükü, halatın maruz kalacağı maksimum yükün 2,25 katından küçük olamaz.

d) Lente halatları tekrar gerilmeyi sağlayacak düzenlerle donatılacaktır. Bu düzenler yerden ulaşılabilecek yükseklikte bulunacaktır.

e) Bağlantı parçaları çözülmeye karşı güvenlik altına alınmalıdır.

f) Lenteler ancak zarar görmeyecekleri ve trafiği güçleştirmeyecek yerlerde kullanılır.

g) Lenteler bağlandıkları direktteki iletkenlerin fazlar arası anma geriliminin en az iki katına eşit kuruda atlama ve bir katına eşit yaşta atlama gerilim değeri olan izolatörler ile yalıtılmalıdır. İzolatörlerin mekanik dayanımı, en az lentinin dayanımı kadar olmalıdır. İzolatörün tespit edildiği yer, üzerinden geçen iletkenlerin yatay izdüşümlerinin açığında kalmalıdır. İzolatörün yerden yüksekliği en az 2,40 m. olmalıdır.

Lenteler; topraklanmış veya ağaç direkli alçak gerilim hatlarının en alt iletkenlerinin en az 50 cm. altında bağlanmış ise yalıtılmayabilir.

Temeller

Madde 56-a) Temellerin boyutlandırılması:

Direkler, devrilmeye karşı güvenlik bakımından 49 uncu maddede belirtilen yüklenme varsayımlarındaki koşulların en ağırına göre hesaplanacaktır. Temel hesaplarında mutlaka direk tasarımına esas olan emniyet değerlerinin üzerinde bir emniyet sağlanacaktır. Direk temellerinin hesaplanmasında çeşitli topraklar için Çizelge-19'daki değerler kullanılacaktır.

b) Direklerin temel içinde kalan bölümünün korunması:

1) Demir direklerde toprak içinde kalan metal bölümlerin korozyon ve çürümeye karşı korunması için gerekli önlemler alınacaktır. Beton temelli demir direklerde beton içinde kalan parçaların korunması için önlem gerekmez.

2) Ağaç direklerin toprak içinde kalacak bölümü en az aşağıdaki uzunluklarda olacaktır.

Zeminden başlayarak yüksekliği 8 m'ye kadar olan direklerde 130 cm, 8 m'yi geçen her bir metre için bu uzunluğa 10 cm eklenecektir. Ağaç direkler yerel koşullarda dikkate alınarak çepeçevre taşlarla tutturulmalıdır.

Ağaç direklerin temel içinde kalan bölümü ile toprak üstündeki yaklaşık 30 cm.'ye kadar olan bölümünün, toprak içerisindeki suların etkisi ile çürümelerini önlemek için gerekli önlemler alınacaktır. Bu önlemler direğin yukarıda anılan bölümlerinde en az direğin üst bölümünün dayanıklılığını sağlayacak nitelikte olacaktır. Ağaç direkler doğrudan doğruya beton içine gömülemez.



Çizelge-19 Direk temellerinin hesaplanmasında kullanılacak zemin karakteristikleri

| Zemin cinsi | 1,5 m derinlikteki zemin emniyet gerilmesi kg/cm ² | Toprak yoğunluğu kg/m ³ | İçsel sürtünme açısı derece | Toprak şev açısı derece |
|--|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Dolma toprak, doğal toprak | 0,6 | 1600 | 32 | 30 |
| Yapışkan olmayan toprak: ince ve orta irilikte kum | 1 | 1800 | 30 | 30 |
| İri kumlu, daneli toprak (1-3 mm) | - | 1900 | 34 | 28 |
| 1/3'ü çakıl olan çakıllı kum | 1,6 | 1800 | 30 | 30 |
| Yuvarlak çakıl | 2 | 1900 | 30 | 30 |
| Keskin kenarlı balast | 2 | 1800 | 26 | 27 |
| Yapışkan toprak, balçık, kil | 1 | 2000 | 25 | 32 |

3) Çizelge-19'daki değerlerin geçerli olabilmesi için, temel çukurlarının kusursuz biçimde doldurulduğu ve sıkıştırıldığı varsayılmıştır.

4) Temelde su çıkarsa en elverişsiz temel suyu düzeyi dikkate alınarak temelin taşıma kuvvetinin zayıflaması hesaba katılacaktır.

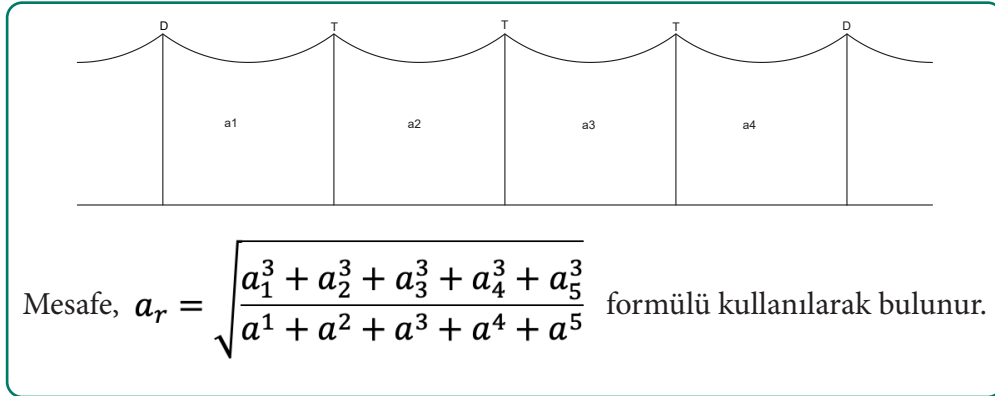
5) Temel hesaplarında demirsiz betonun yoğunluğu en çok 2200 kg/m³, demirli betonun yoğunluğu ise 2400 kg/m³ alınacaktır.



5.3. UYGULAMA

DİREK DİKME İŞLEMİNDE MENZİL HESAPLAMA

AMAÇ: Bu uygulamada direk dikme işleminde menzil hesaplama işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.26: Ruling menzil ve formülü

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Direk yerleşimini inceleyiniz (Görsel 5.26).
8. Ruling formülünü inceleyiniz (Görsel 5.26) .
9. Öğretmeninizin verdiği ölçülere göre mesafeyi hesaplayınız.
10. Bulduğunuz sonucu öğretmeninize söyleyiniz.
11. Hesaba göre direk temellerini hazırlayınız.
12. Direk dikme işlemi için gerekli güvenlik önlemlerini alınız.
13. Direk dikme işlemi için gerekli teçhizatı hazırlayınız.
14. Direk dikme işlemini yapınız.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Direk Dikme İşleminde Menzil Hesaplama** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.

**DİREK DİKME İŞLEMİNDE MENZİL HESAPLAMA
KONTROL LİSTESİ**

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 6. | Direk yerleşimini inceledi. | | | |
| 7. | Ruling formülünü inceledi. | | | |
| 8. | Mesafeyi hesapladı. | | | |
| 9. | Bulduğu sonucu öğretmeni ile paylaştı. | | | |
| 10. | Hesaba göre direk temellerini hazırladı. | | | |
| 11. | Direk dikme işlemi için gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 12. | Direk dikme işlemi için gerekli teçhizatı hazırladı. | | | |
| 13. | Direk dikme işlemini yaptı. | | | |
| 14. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 15. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 16. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



5.4. HAVAI HAT İLETKEN ÇEŞİTLERİ VE İLETKENLERE EK YAPIMI

Havai hatlarda kullanılacak iletkenler, enerji iletimi ve mekanik mukavemet hususunda belirtilen koşullara uygun olarak seçilmelidir. Kablolar, esnek olması ve kopmaması için spiral örgülü olarak yapılır. Örgülü kabloların endüktif reaktansları, direnç ve endüktanslarından dolayı aynı kesit ve tipteki örgüsüz kablolarla göre daha büyüktür. Bu artışı düşürmek için katlardaki damarlar, birbirini takip eden katlarda ters yönde ortak merkezli olarak yapılır.

İletken seçiminde elektriksel etkilerle beraber direk ve izolatörlere etki eden mekanik etkiler de göz önünde bulundurulmalıdır. İletken tercihinde enerji kaybı, üst maliyet, gerilim düşümü, ısınma, korona kaybı ve hat güzergâhlarında buz yükü dikkate alınmalıdır. Ülkemizde beş buz yükü bölgesi mevcuttur.

Korona Kaybı: İletkenin üzerinden akım geçmesi ile oluşan elektrikli alan, havanın dayanma gücünü geçerse kısa süreli deşarj oluşur. Bu durum **korona olayı** olarak adlandırılır. Nemli ve yağışlı hava şartlarında havanın dayanma gerilimi düşer. Elektrikli alan içerisindeki elektronlar hızlanır ve enerji kazanır böylece havayı iyonize eder. Belirtilen kaybı ortadan kaldırmak için iletkenler düzgün ve parlak koruyucu ile kaplanır. Demet iletken kullanımı ve iletken çapının büyütülmesi kaybı azaltır.

Havai hatlarda kullanılan iletkenler; içi dolu ya da masif tek tel ve örgülü, çok telli bakır ya da alüminyum telden üretilir. Tek telli olan som tel iletkenler, tek malzemedendir; örgülü çok telli iletkenler ise aynı cins metalden üretilir. Örgülü iletkenler; büyük kesitler için kolay takılma, esneklik ve nakliye kolaylığından dolayı tercih edilir.

Yüksek gerilim iletiminde 3 AWG, 1/0 AWG, 3/0 AWG, 266 MCM, 477 MCM St-AI kesitli iletkenler kullanılır. **AWG [American Wire Gauge (Amerikan Vayır Geyc)]**, Amerikan tel ölçülerinin İngilizce baş harfleridir. AWG'nin ön tarafı 0000, 000, 00, 0, 1, 2, 3,.....,40 olarak gösterilir.

3 AWG = 3 AWG Swallow [Sıvallov (Kırlangıç)]

0 AWG = 1/0 AWG Raven [Revın (Kuzgun)]

000 AWG = 3/0 AWG Pigeon [Pıgın (Güvercin)]

5.4.1. Yapılarına Göre İletkenler

İletkenler; bakır, tam alüminyum (AAC) ve çelik özlü alüminyum (ACSR, St-AI) olmak üzere üçe ayrılır.

Bakır İletkenler

Mekanik dayanımı ve iletkenliğinin iyi olmasından dolayı tercih edilir. Bakırın maliyet ve ağırlığının fazla olması nedeniyle havai hatlarda alüminyum iletkenler bakıra göre daha fazla tercih edilir (Görsel 5.27).



Görsel 5.27: Bakır iletkenler



Alüminyum İletkenler (AAC)

Alüminyum, hafif ve ucuz olmasından dolayı diğer iletkenlere göre daha yaygın olarak kullanılır. Ağırlığı fazla olan kablolar daha ağır direklerle taşındığından havai hatlarda alüminyum iletkenler tercih edilir (Görsel 5.28).



Görsel 5.28: Alüminyum iletkenler

Çelik Özlü Alüminyum İletkenler (ACSR)

Çelik üzerine sarılı alüminyum iletkenler sayesinde yüksek çekme ve gerilme özelliğine sahiptir. Kanada standartlarına göre üretilir. Nehir geçişleri ve uzun direk aralığı olan iletim hatlarında tercih edilir. Orta gerilim iletim hatlarında ise kırılma, kuzgun ve güvercin türleri tercih edilir. TSE standartlarına uygun olarak 15 mm²-750 mm² kesitleri arasında üretilir.

İletkenler genellikle ağaç makaralara sarılı biçimde teslim edilir. Makaraların açılma yönü makara üzerine işaretlenir. Üreticinin adı, iletkenin üretim yılı, standardı, cinsi, anma adı, kesit, çap, parça uzunluğu sipariş kodu ile makara ağırlıkları, tipi ve numarası bir etiket ile makara üzerine takılır.

5.4.2. Gerilim Değerlerine Göre İletkenler

Alçak gerilimde çıplak ya da izoleli alüminyum, orta gerilimde örgülü bakır ya da alüminyum, yüksek gerilimde ise mekanik dayanımı arttırmak için çelik özlü alüminyum iletken kullanılır.

Alçak Gerilim İletkenleri

Yerleşim yerlerindeki hanelere dağıtımda ve sokak aydınlatmasında kullanılır. 1 kV'a kadar kullanılan iletkenlerdir. Alüminyum iletkenler; hafif, düşük maliyetli ve emniyetli olmasından dolayı alçak gerilimde kullanılır (Görsel 5.29).



Görsel 5.29: Alüminyum iletken



Tablo 5.2'de kablo yapısı ve bununla ilgili bilgiler gösterilmiştir.

Tablo 5.2: Kablo Yapısı

| | |
|---------------------------|---|
| Faz İletkenleri | 16 mm ² dairesel kesitli som iletken ile 25 mm ² -70 mm ² sıkıştırılmış çok telli yuvarlak alüminyumdan oluşur. Diğer kesitlerdeki üretim taleple olur. |
| Nötr-Askı İletkeni | Faz iletkenlerinin üst kesiti, izolesiz ve sıkıştırılmış çok telli yuvarlak alüminyum alaşım formundadır. |
| İzolasyon | TS-11654 şartlarını taşıyan ve hava şartlarına dayanıklı siyah poliüretandan oluşur. |
| Yapı | Alüminyum kablolar; dış ortama dayanıklı siyah poliüretan ve izoleli alüminyum iletkenlerin, mekanik yükleri taşıyan alüminyum alaşımdan yapılmış bir askı teline sarılması ile oluşur. Talep hâlinde 16 mm ² sokak aydınlatma fazı eklenebilir. |
| Faz Ayrımı | Fazlar; kablo boyunca kesintisiz, dayanıklı iki, üç ya da dört adet tırnak ile ayrılır. Sokak aydınlatma fazında tırnak yoktur. |
| İşaret | Faz iletkeninin yalıtkanı üzerinde üretici ve kablo adı, yalıtkanın boyu ve kesiti, işletme gerilimi, üretim yılı, TSE işareti ve standardı basılıdır. |
| Standart | TS-11654 (SFS 2200) |

Orta Gerilim İletkenleri

1 kV-35 kV arasında kullanılan çelik özlü iletkenlerdir. Köy ve kasaba hatları ile şehir içi dağıtım hatlarında, vadi ve nehir geçişlerinde kullanılır. Kırlangıç, kuzgun ve güvercin tipi iletkenler tercih edilir.

Yüksek Gerilim İletkenleri

36 kV-154 kV arası iletim hatlarıdır. 154 kV'luk iletim hatlarında standart olarak 468 mm² 795 MCM Drake (Dreyk), 546 mm² 954 MCM Cardinal (Kardinal) ve 726 mm² 1272 MCM Pheasant (Fesant) olan çelik özlü (ACSR) alüminyum iletken ile tek ya da çift devre direkleri kullanılır. 154 kV'luk hatlarda genellikle her fazda bir iletken bulunur. Çok yüksek talep bölgelerinde iletim hatlarının taşıma kapasitesini arttırmak için 154 kV'luk ikili demet Cardinal iletkenli çift devre stratejik kısa hatlar oluşturulur.

Hava hat yollarının belirlenemediği kalabalık yerleşim alanlarında standart olarak 154 kV, 630 mm² ya da 1000 mm² kesitli XLPE bakır iletken yer altı kablosu kullanılır. 154 kV iletim hatlarında enerji iletiminin düzenlenmesinde kullanılan iletken termik kapasite ve sınırları ile yer altı kablolarının tip ve kapasiteleri Tablo 5.3'te verilmiştir. Tablo 5.4'te 154 kV iletim hatlarında kullanılan yer altı güç kablolarının tip ve kapasiteleri verilmiştir.

Tablo 5.3: 154 kV İletim Hatlarında Kullanılan İletken Tip ve Kapasiteleri

| Tip | Toplam İletken Alanı (mm ²) | MCM | Akım Taşıma Kapasitesi (A) | Yazlık Kapasite (MVA) | Bahar Kapasite (MVA) | Termik Kapasite (MVA) |
|------------|---|-------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Hawk | 281 | 477 | 796 | 110 | 180 | 132 |
| Drake | 468,4 | 795 | 683 | 153 | 250 | 182 |
| Cardinal | 547 | 954 | 765 | 171 | 280 | 204 |
| 2BCardinal | 2x547 | 2x954 | 2x765 | 342 | 560 | 408 |
| Pheasant | 726 | 1272 | 925 | 206 | 336 | 247 |

Tablo 5.4: 154 kV İletim Hatlarında Kullanılan İletken Tip ve Kapasiteleri

| Tip | Toplam İletken Alanı (mm ²) | MCM | Akım Taşıma Kapasitesi (A) |
|--------------------|---|-----|----------------------------|
| XLPE Kablo (bakır) | 1000 | 935 | 250 |
| XLPE Kablo (bakır) | 630 | 655 | 175 |



Çok Yüksek Gerilim İletkenleri

154 kV üstü iletim hatlarıdır. 380 kV iletim hatları, standart 954 MCM Cardinal 546 mm² ve 1272 MCM Pheasant 726 mm² kesitli, her fazda iki ya da üç demetli çelik özlü alüminyum iletkenler uygun hava koşulları ve mekanik şartlarda tek devre direkler üzerinde kullanılır. Kalabalık yaşam alanlarında bir direk üzerinden birden fazla devre kullanılabilir.

Aşırı buz yükünün olabileceği 1600 m yüksekliğin üstündeki güzergâhlar, ek güvenlik tedbirleri gerektirebilir. Böyle alanlarda 20 km'ye kadar sınırlı uzaklıklarda bulunan ve özel olarak yapılan direklerde her demette iki ya da üç iletken yerine elektriksel olarak eş değer durumda olan 2027 mm² kesitli tek iletken kullanılabilir.

Havai hattın geçirilemediği kalabalık yerleşim alanlarında standart olarak 380 kV 2000 mm² kesitli XLPE bakır iletken yer altı kablosu kullanılır. Tablo 5.5'te 380 kV iletim hatlarında kullanılan iletkenlerin tip ve kapasiteleri verilmiştir.

Tablo 5.5: 380 kV İletim Hatlarında Kullanılan İletkenlerin Tip ve Kapasiteleri

| Tip | Toplam İletken Alanı | MCM | Akım Taşıma Kapasitesi (A) | Yazlık Kapasite (MVA) | Bahar Kapasite (MVA) | Termik Kapasite (MVA) |
|-------------|----------------------|--------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 2B Rail | 2x517 | 2x954 | 2x755 | 832 | 1360 | 995 |
| 2B Cardinal | 2x547 | 2x954 | 2x765 | 845 | 1360 | 1005 |
| 3B Cardinal | 3x547 | 3x954 | 3x765 | 1268 | 2070 | 1510 |
| 3B Pheasant | 3x726 | 3x1272 | 3x925 | 1524 | 2480 | 1825 |

Not: 2B ve 3B, sırasıyla ikili ve üçlü iletken demetlerini gösterir.

İletken Üretim Standartları

İletkenler TSE standartlarına göre üretilir. TEİAŞ internet sitesinden iletkenlerin TSE standartları ile ilgili gerekli bilgilere ulaşılabilir.

5.4.3. İletken Seçiminde Kriterler

Gerilimin büyüklüğü ve hattın durumuna göre seçilecek kablolarda iletkenlik, koronaya dayanıklılık, çap, özgül ağırlık, sehim (salgı), mekanik dayanım ve ısı dayanımı kriterleri önemlidir.

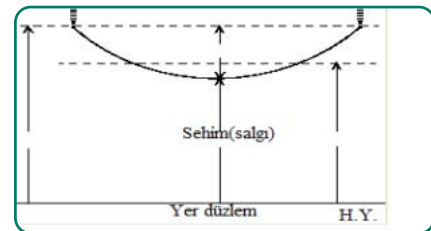
İletkenlik: Öz iletkenlik katsayısı (σ), iletken seçiminde göz önünde bulundurulacak bir husustur. İletkenlerde sık kullanılan maddelerden gümüş bakıra, bakır ise alüminyuma göre daha iyi iletkendir (gümüş $\sigma = 63$, bakır $\sigma = 58$, alüminyum $\sigma = 36$).

Koronaya Dayanıklılık: Özellikle nemli ve sisli havalarda iletken etrafında oluşan ışık halkaları, iletkenin yüzeyinde delinmeye neden olur. Bu durumun yaşanmaması için havai hatlarda kullanılan iletkenlerin hem yüzeyi pürüzsüz olmalı hem de iletkenler dayanıklı olmalıdır.

Çap: Havai hatlarda örgülü alüminyum ya da çelik özlü alüminyum kablolar kullanılır. Alüminyumun bakıra göre daha az iletken olmasından dolayı çapı daha büyüktür. İletken çapı seçiminde buz ve rüzgâr yükü de göz önünde bulundurulmalıdır.

Özgül Ağırlık: Havai hatlardaki iletkenlerin ağırlığının az olması direktteki çekme kuvvetini de azaltır. Bu nedenle iletkenlerin özgül ağırlıklarının düşük olması tercih edilir.

Sehim (Salgı): Havai hatlardaki kablolar ağırlıklarından dolayı sarkar. Gerilen iletkenlerin bağlı olduğu izolatörlerin yere paralel hayali çizgi ile kablonun en çok sarktığı uzaklığa **sehim** denir (Görsel 5.31).



Görsel 5.30: Sehim (salgı)



Sehim $f = \frac{G * a * a}{8 * P}$ formülü ile bulunur. Formüle

F = Sehim (m)

P = Gerilme (kg/cm²)

G = İletkenin yoğunluğu (kg/dm³)

a = İki direk arası uzaklık (m)

Sehim hesabı iki direk arasındaki ortalama aralığa göre yapılır. Bu aralık sehim hesaplama ile bulunabileceği gibi arazi şekli, iklim ve bölgelere göre hazırlanmış çizelgelerden de bulunabilir.

Havai hat iletkenleri ve bunların özellikleri Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilmiştir. Bu yönetmeliğe göre iletkenlerin bölgesel sıcaklık durumlarındaki davranışları anlatılmıştır. Kullanılacak iletkenlerin çekme zorlanmalarıyla ilgili bilgi verilmiştir.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

İletkenler

Madde 46-a) İletkenlerin en büyük zorlanmaları:

1) Hava hatlarında kullanılacak iletkenlerin en büyük çekme zorlanmaları, iletkenin kopma dayanımının %45'ini geçmeyecektir.

2) Hava hatlarında kullanılacak iletkenlerin +15°C'da rüzgarsız durumda çekme zorlanmaları iletkenin kopma dayanımının %15'ini geçmeyecektir. Ancak titreşimi söndürücü önlemler alındığında bu değer %22'ye kadar artırılabilir.

3) Küçük aralıklı hatlarda (müşterek direkli hatlar dahil), 10 mm² kesitli bakır iletkenler için 12 kg/mm² ve 21 mm² alüminyum iletkenler için 7 kg/mm²lik en büyük çekme gerilmesi esas alınarak +5°C için hesaplanan salgılara paralel olacak şekilde öteki iletken gerilme ve salgılarına göre hazırlanacak çizelgeler kullanılacaktır. Büyük aralıklı hatlarda -5°C'da iki kat buz yükü alınarak askı noktalarında iletkenin en büyük gerilmesinin, kopma dayanımının %70'ini aşmadığı doğrulanacaktır.

b) Büyük aralıklı hatlarda iletkenlerin çekme gerilmelerini ve bu gerilmelere ilişkin en büyük salgıları hesaplamak için aşağıdaki varsayımlar ayrı ayrı göz önüne alınacaktır:

1) İletken,

1. Bölgede -10°C

2. Bölgede -15°C

3. Bölgede -25°C

4. ve 5. Bölgelerde -30°C

sıcaklıkta rüzgarsız ve buzsuz olarak bulunmaktadır.

2) İletken üzerinde -5°C sıcaklıkta Çizelge-9'daki buz yükleri vardır.

3) 1. Bölgede 50°C

2. Bölgede 45°C

3., 4. ve 5. Bölgelerde 40°C sıcaklıklarda rüzgar esmediği varsayılacaktır.

Çizelge-9

| Bölge No. | Buz Yükü Kat Sayısı k | Buz Yükü kg/m | Ortam Sıcaklığı (°C) | |
|-----------|-----------------------|---------------|----------------------|-----------|
| | | | En Düşük | En Yüksek |
| 1 | 0 | 0 | -10 | 50 |
| 2 | 0,2 | 0,2 | -15 | 45 |
| 3 | 0,3 | 0,3 | -25 | 40 |
| 4 | 0,5 | 0,5 | -30 | 40 |
| 5 | 1,2 | 1,2 | -30 | 40 |



4) İletkenler üzerine -5°C sıcaklıkta, yatay ve hatta dik yönde rüzgar estiği varsayılacaktır. Rüzgar kuvveti Madde 48-b/1'de belirtildiği biçimde hesaplanacaktır.

c) Özel durumlar:

- 1) Hat birden fazla bölgeden geçiyorsa, her bölgedeki hat bölümü o bölgeye ilişkin değerlerle hesaplanacaktır.
- 2) Direkler üzerinde malzeme ve kesiti farklı iletkenlerin bulunması durumunda direk açıklığı, en küçük açıklığı veren iletkene göre saptanacaktır.
- 3) 1. Bölgede bulunup yükseltisi (kotu) 600 m.'yi aşan arazideki hatların hesabı 2. Bölge koşullarına, 2. Bölgede bulunup yükseltisi 900 m.'yi aşan arazideki hatların hesabı 3. Bölge koşullarına ve 3. Bölgede bulunup yükseltisi 1600 m.'yi aşan arazideki hatların hesabı 4. Bölge koşullarına göre yapılacaktır. Bu durumda madde 46-c/1 de göz önüne alınmalıdır. Küçük aralıklı alçak gerilim hatlarında arazi yükseklik farkları göz önüne alınmaz.

Mekanik Dayanım

Havai hatlarda kullanılan iletkenler dış ortamdan etkilenir. İletkenlerin mekanik dayanımı, örgülü alüminyum tellerin içinde bulunan galvaniz çelik teller ile sağlanır. Bu tellerde mekanik dayanımı yüksek iletkenler tercih edilir (Tablo 5.6).

Tablo 5.6: Çeşitli İletkenlerin Mekanik Dayanımı

| Tip | Toplam İletken Alanı | MCM | Akım Taşıma Kapasitesi (A) | Yazlık Kapasite (MVA) | Bahar Kapasite (MVA) |
|----------------------------|----------------------|-----|----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Alüminyum | 12 | 18 | $2,7 \cdot 10^{-3}$ | $2,3 \cdot 10^{-5}$ | $1/0,56 \cdot 10^6$ |
| Aldrey | 24 | 30 | $2,7 \cdot 10^{-3}$ | $1,23 \cdot 10^{-5}$ | $1/0,6 \cdot 10^6$ |
| Çelik St I | 32 | 40 | $7,8 \cdot 10^{-3}$ | $1,23 \cdot 10^{-5}$ | $1/1,92 \cdot 10^6$ |
| Çelik St II | 56 | 70 | $7,8 \cdot 10^{-3}$ | $1,1 \cdot 10^{-5}$ | $1/1,96 \cdot 10^6$ |
| Çelik St III | 90 | 120 | $7,8 \cdot 10^{-3}$ | $1,1 \cdot 10^{-5}$ | $1/2 \cdot 10^6$ |
| Çelik St IV | 110 | 150 | $7,8 \cdot 10^{-3}$ | $1,1 \cdot 10^{-5}$ | $1/2 \cdot 10^6$ |
| Çelik alüminyum St/Al: 1/6 | 21 | - | $3,45 \cdot 10^{-3}$ | $1,95 \cdot 10^{-5}$ | $1/0,75 \cdot 10^6$ |
| St/Al: 1/4,3 | 24 | - | $3,5 \cdot 10^{-3}$ | $1,76 \cdot 10^{-5}$ | $1/0,79 \cdot 10^6$ |
| St/Al = 1/3 | 28 | - | $3,98 \cdot 10^{-3}$ | $1,66 \cdot 10^{-5}$ | $1/0,87 \cdot 10^6$ |

Isıya Dayanım

Üzerinden akım geçen iletken ısınır. Özellikle havanın sıcak olduğu yaz aylarında kablo sarkması artacağından sehim hesabına ve kullanılacak iletkenlerin uzama katsayılarına dikkat edilmelidir.

5.4.4. Havai Hat İletkenlerinin Çekilmesi

Havai hat iletkenleri çekilmeden önce gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır. İletkenler, direklerde iletkenleri çekmeye yardımcı olan makaraların üstüne kaldırılarak hareket ettirilir. Germe kuvveti ile gerilme işlemi yapılır. Makara üzerinde izolatör ve gerekli atlama bağlantıları yapılır.



5.4.5. İletkenlere Ek Yapımı

Havai hatlarda kullanılan ek malzemeler; zırh çubukları, bükme boru ekler, cıvatalı ve sıkma tipi klemenslerdir. Cıvatalı klemensler, gerekli mekanik dayanıklılığa sahip alüminyum alaşımdan üretilir. Alüminyumun oksitlenmesini önlemek için macun kullanılır. Bu macun klemenslere sürülmeden önce klemenslerde oksitlenen tabaka varsa temizlenmelidir. Alüminyum ve bakır klemensler, alüminyum iletken den bakır iletkene ek yapmak için kullanılır. Ek yapımında kullanılan klemens çeşitleri; alüminyum bakır, hawk, tırnaklı ve braşmandır (Görsel 5.31).

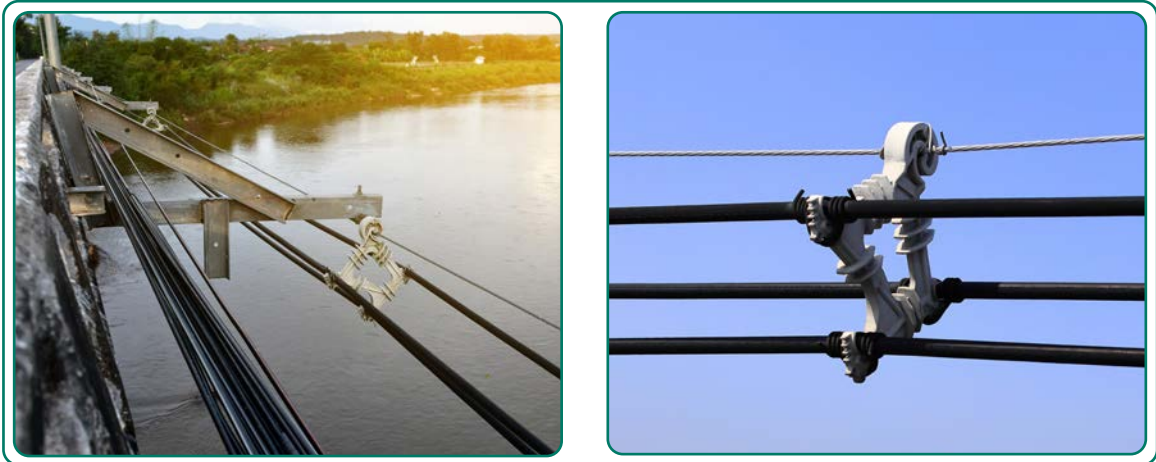


Görsel 5.31: Klemens çeşitleri

Bükme boru ekler, alçak ve orta gerilim hatlarında alüminyum iletkene ek yapılması gerektiğinde kullanılır. 100 mm² kesite kadar olan iletkenler, bu borularla eklenir. Ek borusunun uçlarına takılan iletkenler bükme borusu ile sıkıştırılır.

Sıkma tipi klemensler, yüksek gerilim havai hatlarda ve çelik özlü alüminyum iletkenlerin birbirine eklenmesinde kullanılır. Her direk aralığında bir ek yapılmalıdır. Alüminyum klemensler, zedelenmiş iletkenlerin tamiri için yüksek tonlu presler ile uygulanır.

Zırh çubukları, yüksek gerilim havai hatlarda taşıyıcı direklerde bulunan iletkenleri izolatörlere bağlamayı sağlar. Alüminyum yapıda ve tel formundadır. Sert bir alüminyum malzemeye şekil verilerek üretilir. Çubuklar, hat iletkeninin üzerine sarılır ve askı takımına bağlanır. Aynı faza ait iletkenler; 2'li, 3'lü ya da 4'lü çekildiğinde rüzgârdan etkilenerek birbirlerine değebilir. Bunun sonucunda iletkenlerde hasar oluşabilir. Sorunu çözmek için iletkenlere 60 m-65 m aralıklar ile esnek bir parça takılır. Bu parçaya ara parça [spacer (speycır)] denir (Görsel 5.32).



Görsel 5.32: Ara parça (spacer)



İletim hatlarının durdurucu ve köşede durdurucu direklerinde bulunan aynı faz iletkenleri, izolatörlerin uçlarında birbirine bağlanır. Bu işleme **gevşek irtibat [camper (kempah)]** denir (Görsel 5.33).



Görsel 5.33: Gevşek irtibat (camper)

Havai hat iletkenleri ve iletkenlere ek yapımı ile ilgili özellikler Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilmiştir. Bu yönetmelikte iletkenlerin alçak ve yüksek gerilimdeki kesit bilgileri verilmiştir. Ayrıca yalıtılmış hava hattı kablolarıyla ilgili açıklama da yapılmıştır.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Madde 43-a) Çıplak iletkenler:

1) İletkenlerin özellikleri ve kullanılması:

i) İletkenler bakır, tam alüminyum, çelik özlü alüminyum ya da sağlamlık ve kimyasal dayanıklılık bakımından bunlara eşdeğer olan alaşımlardan yapılmalıdır. İletkenler ilgili standartlara uygun olacaktır.

ii) Bir telli (som) ya da örgülü çelik iletkenler, ancak kullanıldıkları yerde oluşabilecek korozyon etkilerine karşı sürekli olarak dayanabilecek şekilde metal örtü ile kaplandıkları takdirde kullanılabilir.

iii) Kesitleri ve cinsleri ne olursa olsun hava hatlarında kullanılan alüminyum iletkenler ile, kesitleri 16 mm²'den (16 mm² dahil) büyük bakır iletkenler örgülü olmalıdır.

iv) Bir merkezin çıkışı ile ilk mesnet noktası olan direk arasında ve direk üstündeki köprüleme ve atlamalarda bir telli iletken de kullanılabilir.

v) Yüksek gerilimli hava hatlarında yalnız örgülü iletkenler kullanılır.

vi) İletkenlerin kopma kuvveti, alçak gerilimli hatlarda en az 350 kg., yüksek gerilimli hatlarda ise en az 550 kg. olmalıdır.

vii) Hava hatlarında kullanılan çıplak örgülü iletkenlerin kesitleri aşağıdaki değerlerden küçük olamaz.

| | Alçak Gerilim | Yüksek Gerilim |
|-----------------|--------------------|----------------------|
| Bakır | 10 mm ² | 16 mm ² |
| Tam alüminyum | 21 mm ² | -- |
| Çelik/alüminyum | -- | 21/4 mm ² |
| Çelik | 16 mm ² | 16 mm ² |
| Bronz | 16 mm ² | 16 mm ² |

Alçak gerilimli küçük aralıklı hatlarda 10 mm² kesitli bir telli veya örgülü bakır iletkenler ya da iletkenlik bakımından buna eşdeğer olan başka iletkenler kullanılabilir.

**2) İletken ekleri:**

İki direk arasında eklerden olabildiğince kaçınılmalıdır. Artık teller eklenerek kullanılamaz. Zorunlu durumlarda iki direk arasında her iletken için ancak bir ek yapılabilir.

Lehim ve kaynakla ek yapılmamalıdır. Ekler iyi bir iletkenlik ve sürekli bir sağlamlık sağlamalıdır. Alüminyum iletkenler örülerek ek yapılamaz.

Çekmeye zorlanan iletken ekleri, en büyük çekme kuvvetinin 2,5 katı ile iletken kopma kuvvetinin %90'ından küçük olanına dayanmalıdır. Ek malzemeleri ilgili standartlara uygun olmalıdır.

b) Yalıtılmış hava hattı kabloları:

1) Bu kablolarda taşıma görevi ya ayrı bir askı teli ya da doğrudan doğruya kendi nötr iletkeni ile yerine getirilir. Ancak nötr iletkeni askı teli olarak da kullanıldığında, bunun mekanik bakımdan gerekli dayanımı sağladığı doğrulanmalıdır. Bu durumda nötr iletkeninin yalıtılmış olması zorunlu değildir.

2) Bu kabloların yalıtılmasını sağlayan kılıflar, kullanıldıkları yörelerde ve yerlerde oluşabilecek her türlü elektrik ve mekanik dayanımı azaltacak ya da bozacak etkilere karşı dayanacak biçimde olmalıdır.

3) Askı telli ya da kendi kendini taşıyan biçimdeki yalıtılmış hava hattı kabloları, mekanik zorlanmalar bakımından tek bir iletken olarak varsayılmalıdır. Kablo yapısından ileri gelen mekanik yüklenmeler iletken boyunca düzgün biçimde dağılmış olmalıdır.

4) Kabloların yalıtılmış faz iletkenlerinin birbirlerinden kablo boyunca herhangi bir noktada ayırt edilebilmeleri için yalıtkan örtüleri üzerinde iletken boyunca gözle ve dokunma ile seçilebilecek farklılıkları olmalıdır.

5) Yalıtılmış hava hattı kablolarında ekler yalnızca durdurucu direkler üzerinde yapılabilir.

6) Yalıtılmış hava hattı kabloları izolatörlü olarak kullanılmalıdır.

7) Yalıtılmış hava hattı kabloları ilgili standartlarda belirtildiği gibi olmalıdır.

8-i) Ayrı askı teli bulunmayan kabloların izolatörlerinin ve izolatör bağlantı parçalarının mekanik dayanımı çıplak iletkenlerdeki gibi olmalıdır.

ii) Ayrı askı teli bulunan kablolarda:

(1) İzolatörler, izolatörün kopma kuvveti izolatöre etki eden kuvvetlerin en az 1,75 katı ile, iletkenin kopma kuvvetinin 0,70'inden en büyüğü olacak biçimde,

(2) İzolatör bağlantı parçaları ile izolatörün tespiti için kullanılan bağlantı parçaları, izolatöre etki eden kuvvetlerin en az 2 katı ile iletkenin kopma kuvvetinin 0,80'inden, en büyüğü olacak biçimde seçilir.



5.4. UYGULAMA

İLETKENLERİ GEREKLİ TEÇHİZATI KULLANARAK BİRBİRİNE EKLEME

AMAÇ: Bu uygulamada iletkenleri gerekli teçhizatı kullanarak birbirine ekleme işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.34: İletkenleri birbirine bağlama

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|---------------------------|--|------------------|
| İletken | Havai hat iletkeni | Yeterli boyda |
| KKD | İşin gerektirdiği donanımlar | Birer adet |
| İletken bağlantı ekipmanı | El aletleri, klemensler, bükme boru ve bükme sıkma pensesi | Yeterli miktarda |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Uygun iletkeni alınız.
9. Kullanacağınız iletken bağlantı ekipmanlarını alınız.
10. Bağlantı ekipmanını iletkenlerin uçlarına yerleştiriniz.
11. Bağlantı ekipmanının montajını uygun ekipman ile gerçekleştiriniz (Görsel 5.34).
12. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
13. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **İletkenleri Gerekli Teçhizat Kullanarak Birbirine Ekleme** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.



İLETKENLERİ GEREKLİ TEÇHİZATI KULLANARAK BİRBİRİNE EKLEME KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 6. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 7. | Uygun iletkeni aldı. | | | |
| 8. | İletken bağlantı ekipmanlarını aldı. | | | |
| 9. | Bağlantı ekipmanını iletkenin uçlarına yerleştirdi. | | | |
| 10. | Bağlantı ekipmanının montajını uygun ekipman ile gerçekleştirdi. | | | |
| 11. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 12. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 13. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



5.5. İZOLATÖRLERİN YAPISI, ÇEŞİTLERİ, MONTAJI VE İLETKENLERİN İZOLATÖRE TUTTURULMASI

Enerji iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılan izolatörler, elektriksel olarak iletkenleri topraktan ayırma ve iletken ağırlığı ile iletkenlere gelen ek yükleri karşılama amacıyla kullanılır. Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ve TEİAŞ şartnamelerine uygun olarak izolatör üretim ve seçimi yapılır.

5.5.1. İzolatörlerin Yapısı

İzolatörler cam ya da porselenden üretilir. Cam izolatör çabuk kırılır ve ısı değişimlerinden daha fazla etkilenir. Porselen izolatörler ise cama göre daha dayanıklıdır. Enerji iletim şebekelerinde genellikle 25 kV'a kadar olan gerilimlerde mesnet tipi cam izolatörler kullanılır. Camın dielektrik dayanımı ortalama 140 kV max/cm, porselenin ise 60-70 kV max/cm'dir. Bunlara ek olarak silikon ve epoksi reçineli izolatörler de üretilir fakat yüksek maliyetten dolayı fazla tercih edilmez. Görsel 5.35'te cam izolatör, Görsel 5.36'de porselen izolatör gösterilmiştir.



Görsel 5.35: Cam izolatör



Görsel 5.36: Porselen izolatör

İzolatörler genelde mesnet ve zincir tip olarak kullanılır. Bunların yanında gergi, durdurucu ve mekik izolatörler de vardır. Hava hattı iletkenlerinin üstüne tutturulan izolatörlere **mesnet tip izolatör** denir. Tek parça şeklinde veya çok parçalı üretilir. Çok parçalı izolatörler, 80 kV'a kadar olan gerilimlerde kullanılır fakat 50 kV'tan sonra zincir tip izolatör kullanılması daha uygundur. Özellikle orta ve yüksek gerilim şebekelerinde kullanılan izolatörlere **zincir tip izolatör** denir. Zincirdeki eleman sayısı, işletme gerilimine göre değişir. Görsel 5.37'de mesnet tip, Görsel 5.38'de ise zincir tip izolatör gösterilmiştir.



Görsel 5.37: Mesnet izolatörler



Görsel 5.38: Zincir izolatör



Zincir tip izolatörlerde bir eleman kırıldığında ya da bozulduğunda kolayca değiştirilebilir. Bu işlem mesnet tip izolatörlerde zor olduğundan izolatörün tamamen değiştirilmesi gerekir. Yüksek gerilimde kullanılacak mesnet tip izolatörler ağırdır. İletim hattının gerilimi yükseltildiğinde zincirde bulunan eleman sayısı artırılarak zincir izolatör kullanılabilir. Zincir tip izolatör hattın esnekliği ile uyumludur. Mesnet tip izolatörde esneklik olmadığından izolatörün kopma ihtimali daha yüksektir.

5.5.2. İzolatör Çeşitleri

İzolatörler, kullanılacak gerilim alanlarına göre orta, yüksek ve çok yüksek gerilim; kullanım yerlerine göre ise dâhilî, haricî ve geçit tip şeklinde sınıflandırılır.

Gerilime Göre İzolatör Çeşitleri

Fincan tip, küçük boyutlu alçak gerilimde kullanılan izolatörlerdir. 1 kV üzeri gerilimlerde **pin tip (VDH)** izolatör kullanılır. Görsel 5.39'da fincan tip, Görsel 5.40'ta pin tip izolatör gösterilmiştir.



Görsel 5.39: Fincan tip izolatör



Görsel 5.40: Pin tip izolatör

Orta gerilimde kullanılan izolatörlerin anma gerilimi 35 kV'a kadar dayanıklılık gösterir. Orta gerilimde pin, mesnet ve zincir tip ile çubuk, demir yolu, geçit ve trafo izolatörleri kullanılır. Görsel 5.41'de zincir tip izolatör gösterilmiştir.



Görsel 5.41: Zincir tip izolatör



Görsel 5.42: Silikon tip izolatör

Yüksek ve çok yüksek gerilim izolatörü, anma gerilimi 35 kV'tan büyük olan izolatörlerdir. Bunlarda porselen ve silikon tip izolatör kullanılır. Silikon tip izolatörler; delinmemesi, montaj kolaylığı, hafif olması, iyi yalıtım sağlaması ve su tutmamasından dolayı daha kullanışlıdır (Görsel 5.42).



Kullanım Yerlerine Göre İzolatörler

İzolatörler, dâhilî ve haricî tip olmak üzere ikiye ayrılır. Dâhilî tipte trafo bina içi izolatörü olarak mesnet tip kullanılır. Bu izolatörlerin montajı duvar ya da bir tutacağa yapılır. Geçit izolatörler, bina içinden dışarıya ya da dışarıdan içeriye geçişlerde kullanılır. Panolarda kullanılan izolatörlerin montajı bir tutacağa yapılır. Bunlar, baraları yalıtılmak amacıyla kullanılır.

Haricî tip izolatörler için direklerde mesnet tip izolatör kullanılır. Direkt direğe montaj yapılır. Zincir tip izolatör, diğerlerine göre daha dayanıklı olduğundan yüksek ve çok yüksek gerilimlerde tercih edilir. Travers üzerine montaj yapılır. Trafo binası dışında mesnet, zincir ve geçit izolatörler; şalt sahasında ise mesnet ve zincir izolatörler kullanılır.

İzolatör seçiminde işletme gerilimi, kullanım amacı, kullanma açısı, iletken kesiti ve cinsi önemlidir. Seçilen izolatör, gereken mekanik ve elektriksel sağlamlıkta olmalı, hava etkilerine karşı dirençli olmalıdır. Kir, toz ve havadaki kimyasal maddeler izolatörlerin kullanma gerilimlerini etkiler. Asit, kimyasal madde ya da çimento üretilen tesislere yakın yerlerdeki izolatörler ile demir yolu ve denize yakın yerlerde bulunan izolatörlerde nem ve kirlenme çok görülür. TSE standartlarına göre izolatörlerde yaşta atlama deneyleri yapılır.

Deneyde kullanılan formül şöyledir:

$$U_{yaş} = 1,1 (2*U+10) \text{ kV}$$

$$U_{yaş} = \text{Yaşta atlama gerilimi kV}$$

$$U = \text{İşletme gerilimi kV}$$

Örnek: 20 kV işletme geriliminde kullanılacak izolatörün en küçük yaşta atlama gerilimi nedir?

$$\text{Çözüm: } U_{yaş} = 1,1 (2*20+10) \text{ kV} \quad U_{yaş} = 55 \text{ kV}$$

Örneğe göre 55 kV'un altında atlama olmaması gerekir. 55 kV'un altındaki gerilimlerde atlama olması durumunda izolatör değiştirilmelidir.

5.5.3. İzolatör Montajı ve İzolatörün İletkenlere Bağlantısı

İzolatör montajı ve izolatörün iletkenlere bağlantısında bağlantı parçaları ve bağlantı demirleri kullanılır.

İzolatör Bağlantı Parçaları: İzolatörleri mesnet ve iletken bağlantı parçalarına, izolatör elemanlarını da birbirine bağlayan parçalardır.

İzolatör Bağlantı Demirleri: İzolatörleri mesnetlere bağlayan parçalardır. Demirler uygun malzemeyle doldurularak ya da vida ile uygun bir yere takılarak monte edilir. Zincir tip izolatörlerin konsollara bağlantısı; tek, çift askı ve tek, çift gergi takımı olarak sınıflandırılır (Görsel 5.43).



Görsel 5.43: İzolatör bağlantı parçaları



İzolatör montajında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edilmeli, eksik ve kırık izolatörler yenisi ile değiştirilmelidir. Gerilime uygun izolatör seçilmelidir. Montaj sırasında uygun araç gereç, uygun yerlerde kullanılmalıdır.

Enerji dağıtım ve iletim hatlarındaki olumsuz hava şartları, iletkenlerin kopması gibi sebeplerden aşırı gerilim oluşur ve ark meydana gelir. Bu istenmeyen durumdan izolatörleri korumak için ark koruma halkaları, ark boynuzları, ark çemberi ve kuşkonmazlar kullanılır (Görsel 5.44).



Görsel 5.44: İzolatör koruma parçaları

İzolatöre iletken bağlantısı yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Bağ yapmak için tel ve gerekli malzemeler temin edilir.
- Direkte gerekli İSG kuralları uygulanır.
- Makara direğe takılır.
- Bağ telinin orta noktası, izolatöre göre konumlandırılır.
- İzolatörün her iki yanında kalan iletken parçaları spiral şeklinde sarılır.
- İletken, izolatörün oyuğuna yerleştirilir.
- Bağ telinin üst ucu izolatörün etrafından dolandırılır ve iletkenin üstünden geçirilerek bağlama yapılır. Bağlama telinin alt ucu da aynı şekilde bağlanır.
- İzolatörün arkasında bulunan bağlama teli, çapraz bir şekilde sağ ve sol taraflardan döndürülerek iletkene sarılır.
- Dışarıda kalan uçlar pense ile düzeltilir.

Görsel 5.45'te izolatöre iletken bağlantısı gösterilmiştir.



Görsel 5.45: İzolatöre iletken bağlantısı



İzolatörler ile ilgili özellikler Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilmiştir. Bu yönetmelikte izolatör tipleri ve bağlantı parçaları ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

c) İzolatörler:

İzolatörler hava etkilerine ve işletme sırasında oluşacak elektrik, mekanik ve elektrodinamik zorlanmalara dayanacak nitelikte olmalı ve aşağıdaki biçimde boyutlandırılmalıdır.

1) Elektriksel boyutlandırma:

İzolatörler, ilgili Türk Standardlarına uygun olmalıdır.

2) Mekanik boyutlandırma:

i) Mesnet izolatörleri: Mesnet izolatörlerinin kopma kuvveti izolatörlere etki eden kuvvetlerin en az 2,5 katı ile iletkenin kopma kuvvetinin %90'ından en büyüğü olacak biçimde seçilir.

ii) Zincir izolatörler: Zincir izolatörler, bu izolatörün kopma kuvveti ile izolatöre etki eden kuvvetlerin en az 2,5 katı ile iletken kopma kuvvetinin %90'ından en büyüğü oluşacak biçimde seçilir.

Birden fazla paralel sıralı zincir izolatörlerde (n) paralel sıralı zincirin izin verilen yükü bir sıralı zincirin izin verilen yükünün (n) katına eşit olmalıdır.

iii) Diğer çeşit izolatörler: Bunlar yukarıda sözü edilenlerin dışında kalan çubuk izolatörler, dolu çekirdekli mesnet izolatörleri ve iki başlıklı (motor) izolatörler olup bunlarda da en az yukarıda sözü edilen izolatörlerdeki güvenlik koşulları aranır.

3) İzolatör dolgu gereci ve bağlantı parçaları:

i) İzolatörleri demirlerine tespit etmek ve çeşitli izolatör bölümlerini birleştirmek için kullanılacak dolgu gereçleri ve bağlantı parçaları, herhangi bir genleşme ya da benzeri olaylar nedeniyle bu izolatörlerde aşırı zorlanmalar oluşturmamalıdır. Bunlar olası kısa devre zorlanmalarına karşı dayanıklı olmalıdır.

ii) Mesnet izolatörlerinin tespit edilmesi için kullanılan bağlantı parçaları, izolatöre etki eden kuvvetlerin en az 2,5 katı ile iletkenin kopma kuvvetinin %90'ından büyüğünü karşılamalıdır.

iii) Zincir izolatörlerin bağlantı parçaları ise yapıldığı malzemeye göre en az aşağıda belirtilen emniyet katsayıları ile dış yükleri karşılamalıdır:

- Çelik bağlantı parçaları için 2,5
- Karışık alaşımlı parçalar için 2,5
- Temper döküm ve çelik döküm parçalar için 3
- Döküm alaşımlı parçalar için 4

Birden fazla paralel sıralı zincir izolatörlerin zincirlerinden birinin kopması durumunda geriye kalan ve çekmeye zorlanan bağlantı parçaları, gerecin kopma kuvvetinin %50'sinden fazlasına zorlanmamalıdır.



5.5. UYGULAMA

GEREKLİ TEÇHİZATI KULLANARAK İLETKENLERİ İZOLATÖRE TUTTURMA

AMAÇ: Bu uygulamada gerekli teçhizatı kullanarak iletkenleri izolatöre tutturma işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.46: İzolatöre iletken bağlantısı

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------------------|---------------------------------|------------------|
| İletken | Havai hat iletkeni | Yeterli boyda |
| İzolatör | Mesnet, silikon | Birer adet |
| İzolatör bağlantı ekipmanı | El aletleri, bağlantı teçhizatı | Yeterli miktarda |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. İzolatörün yapısı, çeşitleri ve izolatöre iletken bağlantısını öğretmeninize açıklayınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Uygun olan iletkeni alınız.
10. Yapısı ve çeşidine göre uygun izolatörü alınız.
11. Kullanacağınız izolatör bağlantı ekipmanlarını alınız.
12. Bağ telinin orta noktasından başlayarak teli izolatöre sarma işlemini yapınız.
13. Bağ telinin uçlarını izolatöre uygun şekilde dolandırınız.
14. İletkeni izolatörün oyuğuna yerleştiriniz.
15. İletkenin izolatöre bağlantısını gerekli ekipman ile gerçekleştiriniz (Görsel 5.46).
16. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
17. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Gerekli Teçhizatı Kullanarak İletkenleri İzolatöre Tutturma** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.

**GEREKLİ TEÇHİZATI KULLANARAK İLETKENLERİ İZOLATÖRE
TUTTURMA KONTROL LİSTESİ**

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|--|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | İzolatörün yapısı, çeşitleri ve izolatöre iletken bağlantısını öğretmenine açıkladı. | | | |
| 6. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 7. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 8. | Uygun olan iletkeni aldı. | | | |
| 9. | Yapısı ve çeşidine göre uygun izolatörü aldı. | | | |
| 10. | İzolatör bağlantı ekipmanlarını aldı. | | | |
| 11. | Bağ telini izolatörün orta noktasından başlayarak sağ ve sola doğru sardı. | | | |
| 12. | Bağ telinin uçlarını uygun şekilde izolatöre dolandırdı. | | | |
| 13. | İletkeni izolatörün oyuğuna uygun şekilde yerleştirdi. | | | |
| 14. | İletkenin izolatöre bağlantısını gerekli ekipman ile gerçekleştirdi. | | | |
| 15. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 16. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 17. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



5.6. DİREK TİPİNE GÖRE DİREKLERİN TOPRAKLANMASI

Topraklama, elektrik tesislerinde aktif olmayan bölümler ve bağlı bölümlerin toprakla birleştirilmesine denir. Çeşitli arızalar ya da yıldırım düşmesi gibi olaylar direğin aşırı gerilime maruz kalmasına neden olur. Bunun neticesinde direğin kendisinde ve çevresinde yüksek gerilimler oluşur. Topraklama direnci ne kadar azsa gerilim değeri de bu ölçekte küçülür. Direklerin topraklama geçiş dirençlerinin 4Ω 'dan küçük olması istenir. Topraklama direnci; zeminin yapısına, sıcaklığa, kazık ya da levhanın boyutuna, zeminin kuru ya da ıslak oluşuna göre değişir.

Topraklama yapılırken şu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Topraklama için uygun kazık ya da bakır levha belirlenir.
- Topraklama iletkeni en az 70 mm^2 kesitli galvaniz örgülü çelik tel olmalıdır.
- Direğe uygun olan uzaklığa en fazla 20 m uzaklıkta kazık çukuru olmalı, direnç 4Ω civarı olmalıdır.
- Çelik örgülü tel; yumuşak zeminde en az 80 cm, sert zeminde ise 30 cm civarı döşenmeli ve zemine beton dökülmelidir.
- Tel, tek parça olmalıdır. Çelik tel, direk ve kazığa uygun bir şekilde takılmalıdır.
- Topraklama yapıldıktan sonra test cihazı ile ölçüm yapılmalıdır.
- Topraklama kazıkları 30 kV'a kadar 70 cm olmalı, 154 kV-380 kV arasında ve 150 cm derinlikten sonra dik olmalıdır.
- Topraklama iletkenleri, paslı ve gevşemiş olmamalıdır.
- ıslak ve gevşek zeminlerde topraklama kuru zemine kaydırılmalıdır.

Enerji iletim hatlarına düşebilecek yıldırımları toplayıp toprağa iletmek amacıyla koruma iletkenleri kullanılır. Bu iletkenler, örgülü çelik tel biçimindedir. Koruma telleri, havai hatların üstünden koruma teli için üretilmiş küçük izolatörler kullanılarak direklerin tepesine çekilir (Görsel 5.47).



Görsel 5.47: Koruma iletkeni

Orta gerilim hatlarında kullanılan traversler L profilden imal edilir ve üzerlerine takılan izolatör ile beraber topraklanır. İzolatör koruması için kullanılacak izolatör kaideleri ve bağlantı parçaları tek tek topraklanabilir. Ortak bir topraklama mevcut ise izolatörlere ortak topraklama levhası da uygulanabilir. Topraklanmış metal kısımlar ya da metal iskelet üzerine yerleştirilen mesnet izolatörlerinin takma vidaları, iletken toprak bağlantısı olarak kullanılabilir.



Parafudr; yüksek gerilim tesislerinde hat arızaları, yıldırım düşmesi, kesici açması gibi işlemler neticesinde oluşan aşırı ve zararlı çok yüksek gerilim şoklarının etkisini önlemeye yarayan malzemedir. Aşırı gerilim dalgalarını toprağa iletir. Bir direnç ile ark söndürme görevinde bulunan uygun kesitte ve biçimde bir metal çubuk elektrottan (eklatör) oluşur. Parafudr; korunması beklenen yüksek gerilim cihazının en yakın yerine, havai hat sonlarına ve trafo girişlerine her faza birer adet olacak şekilde bağlanır. Parafudrların çalışma gerilimi, koruduğu şebekedeki yalıtkanlığı en az olan bölümün delinme geriliminden daha küçük olmalıdır. Bu koşul yerine getirilmezse parafudr kapama yapamaz ve cihazlar zarar görür (Görsel 5.48).



Görsel 5.48: Parafudr

Topraklama için toprak elektrodu kullanılır. Beton içine gömülü ya da toprak içerisinde iletken ile bağlantılı iletken parçalara **toprak elektrodu** denir. Elektrotlar toprak içerisinde uzun süre kaldığı için korozyona karşı dayanıklı olmalıdır. Topraklama elektrotları şerit, levha ve çubuk formunda olabilir. Şerit topraklayıcılar genel olarak 1 m derinliğe gömülür. Çubuk topraklayıcılar ise yere dik açı oluşturacak şekilde çakılmalıdır. Levha topraklayıcıların etkinliği az olduğundan bunlar nadiren kullanılır.

İşletme topraklaması, çalışan sistemin topraklamasının yapılmasıdır. Böylece sistemlerin korunması ve güvenliği sağlanır, işletme akım devresi ile toprak arasında bağlantı yapılır.

Travers ve Konsolun Topraklanması

Travers ve konsollar, montaj esnasında direğin üstündeki topraklama somununa iletken ile yerleştirilir. Direk içi topraklama hattı direğin alt ucunda bulunan topraklama somunu ile bağlanır. Direk dikildikten sonra topraklama somunu ve iletkeniyle topraklama levhası ya da kazığı birbirine birleştirilir ve topraklama yapılır.

Havai hatlarda topraklama ile ilgili bilgiler Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilmiştir. Bu yönetmelikte direklerin topraklanması ile ilgili bilgi verilmiştir.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Hava hatlarında topraklama

Madde 57- Hava hatlarının topraklamasında Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği hükümleri uygulanır.

Yüksek Gerilim Havai hatlarında direklerin tek tek topraklanması hâlinde söz konusu yönetmelikte belirtilen toprak geçiş direnci elde edilemediği takdirde toprak geçiş direncinin bu değerde olmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır.



5.6. UYGULAMA

BETON DİREK TOPRAKLAMASINI YAPMA

AMAÇ: Bu uygulamada beton direk topraklaması işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.49: Beton direk topraklaması

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------------|----------------------|------------------|
| Direk | Beton | |
| Topraklama elektrodu | Şerit, çubuk | Birer adet |
| Travers, konsol | | Yeterli miktarda |
| El aletleri | Pense, tornavida vb. | Yeterli miktarda |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Uygun topraklama elektrodunu alınız.
9. Kullanacağınız el aletlerini alınız.
10. Topraklama için yeterli derinlikte kazı yapınız.
11. Topraklama elektrodunun bağlantısını yapınız (Görsel 5.49).
12. Elektrodu yerleştiriniz.
13. Elektrodu toprağa gömünüz.
14. Travers ve konsolun topraklamasını yapınız.
15. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
16. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Beton Direk Topraklamasını Yapma** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.

**BETON DİREK TOPRAKLAMASINI YAPMA
KONTROL LİSTESİ**

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 6. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 7. | Uygun olan iletkeni aldı. | | | |
| 8. | İzolatör topraklama elektrodunu aldı. | | | |
| 9. | Kullanacağı el aletlerini aldı. | | | |
| 10. | Yeterli derinlikte kazı yaptı. | | | |
| 11. | Elektrot bağlantısını yaptı. | | | |
| 12. | Elektrodu yerleştirdi. | | | |
| 13. | Elektrodu toprağa gömdü. | | | |
| 14. | Travers ve konsolun topraklama bağlantısını yaptı. | | | |
| 15. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 16. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 17. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



5.7. MAHALLİ TOPRAKLAMA YAPILARAK ENERJİ NAKİL HATTININ MÜDAHALEYE UYGUN HÂLE GETİRİLMESİ

Elektrik Tesisleri Topraklamalar Yönetmeliği'nde yer alan işletme elemanlarının ve tesislerin topraklanması için özel önlemler bölümünde "Toprak iletkeni bulunan YG hava hatlarının toprak iletkenleri, hat boyunca faz iletkenleri üzerinden bağlama tesisine kadar gelmeli ve tesisin topraklamasına bağlanmalıdır. Ayrıca açık hava merkezlerindeki demir ve çelik yapılar, hava hattı direkleri gibi topraklanmalıdır." ifadesi yer alır. Dağıtım tesislerinde geçici olarak yapılan topraklamaya **mahallî topraklama** denir.

Mahallî topraklama ve kısa devre yapmada genel kurallar şunlardır:

- Topraklama ve kısa devre işlemi yapılırken iletkenlere izolasyonlu eldiven ile müdahale edilmelidir.
- Topraklama ve kısa devre işleminde ilk önce fazın toprağa teması sağlanmalı, ardından sırayla her bir faz için kısa devre işlemi yapılmalıdır.
- Direk tipi iletim trafolarında çalışma türü ne olursa olsun gerilim, önce alçak daha sonra yüksek gerilimden kesilmelidir. Gerilim kontrolü yapıp, gerilimin olmadığı görüldükten sonra topraklama ve kısa devre işlemi yapılarak çalışmaya başlanmalıdır.

Alçak Gerilimde Mahallî Topraklama

Alçak gerilimli bir sistemde çalışmaya başlamadan önce ana panodaki termik manyetik ana şalter açılmalı, kol çıkışılarındaki sigortalı yük kesicisi veya yük ayırıcısındaki sigortalar çıkarılmalıdır. Gerekli kesme manevraları yapılarak üzerinde çalışılacak tesis kısımları gerilimin dışında bırakılmalıdır. Tesislerde gerilim olup olmadığı alçak gerilim dedektörü ile izlendikten sonra topraklama ve kısa devre işlemleri yapılarak tesis çalışmaya hazır hâle getirilmelidir.

Yüksek Gerilim Tesislerinde Mahallî Topraklama

Yüksek gerilimde topraklama yapmadan önce dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Üzerinde çalışılacak sistemin enerjisini kesmek için ilk önce kesiciler, sonra ayırıcılar açılmalı; haricî tip ayırıcıların kolları asma kilitle korunmalıdır.
- Kesici ve ayırıcıların her bir fazının enerjisiz durumu gözle ve diyot lambalı istanka ile teker teker kontrol edilmelidir.
- Topraklamalar gözle kontrol edildikten sonra topraklama ayırıcısı kapatılmalıdır.
- Çalışma yerinde gerilim olup olmadığının kontrolü, iletkenlerin her biri üzerinde diyot lambalı gerilim kontrol istankası veya hat tüfeği ile yapılmalıdır.
- Gerilim olmadığı belirlendiğinde topraklama ve kısa devre işlemleri, çalışılacak alanın en yakınında ve çalışma alanını besleyebilecek bütün kollar üzerinde yapılmalıdır. Hat parçaları atmosferik aşırı gerilim veya endüksiyon tesirinde kalabilir. Bu nedenle işlem, enerji kaynaklarından ayrılmış olan hat parçaları üzerinde de yapılmalıdır.
- Topraklama ve kısa devre işlemleri, topraklama ayırıcılarının kapatılmış olması durumunda bile çalışma alanında harfiyen uygulanmalıdır.
- Topraklama ve kısa devre işlemlerinde yalıtkan eldiven ve ayakkabı, baret, yalıtılmış istanka, izole halı ve tabure kullanılmalıdır.
- Topraklama ayırıcı bıçaklarının hepsi kapalı olmalı, ayrıca bunlar gözle de kontrol edilmelidir.
- Çalışma alanı; levha, bayrak, flama, kordon, bariyer gibi uyarılarla çevrelenmelidir.
- Tesislerin uygun olduğu durumlarda gerilim altında kalan bölümleri diğer alanlardan ayırmak amacıyla bu bölümlere uyarıcılar konulmalıdır.
- Tersten enerji gelme ihtimali bulunan fider hücrelerine, **Bu Fidere Tersten Enerji Gelebilir** ibaresi taşıyan uyarı levhaları asılmalıdır.
- Kondansatörlerin bulunduğu yerlerde her işlemten önce kondansatörler boşaltılmalıdır.



5. ÖĞRENME BİRİMİ

- Boşaltma tertibatı olsa dahi kondansatörlerin herhangi bir çalışmadan önce bütün uçlarının özel bir ekipmanla topraklanması sağlanmalıdır.
- İşaret, flama, kordon, levha, emniyet kartları gibi güvenlik malzemeleri ile kısa devre ve topraklama ekipmanı kaldırılmadan tesisata gerilim verilmemelidir.
- Yer altı kabloları üzerinde çalışmaya başlamadan önce ve gerilimin kesilmesinden hemen sonra kapasitif boşalmayı yapmak gerekir. Bunun için kablonun tüm iletkenleri çalışma yerinin iki tarafından topraklanmalı ve kısa devre edilmelidir.
- Gerilim vermede kullanılan bütün ayırıcı ve kesiciler; yeniden gerilim altına girme tehlikesine karşı fazların belirlenmesi, deney vb. çalışmalar için topraklamanın kaldırdığı durumlarda açık pozisyonda ve kilitli olmalıdır.

Havai hatta mahallî topraklama işlemi yapılırken şu adımlar izlenir:

- Havai hattın bir kısmında sorun oluştuğunda enerji hattı, kesici ve ayırıcı vasıtasıyla açılarak hattaki sorun giderilir.
- Bara ve topraklama ayırıcısı açılır.
- Arızalı bölgenin iki tarafı topraklama ekipmanı ile topraklanır. Bu ekipman; topraklama direği, iletken, ıstaka, klemens gibi bağlantı parçalarından oluşur.
- Bağlantı klemensleri her faza bağlanır.
- Havai hatta arıza işlemlerinden önce yüksek gerilim ve fazların ölçümlerinin sıfır olup olmadığı kontrol kalemi ile kontrol edilir.
- Arıza için hatta çıkılır.
- Gerekli işlemler yapılır.
- Arıza giderildikten sonra klemensler fazlardan çıkarılır.
- Topraklama çubuğu bağlantısı sökülür.
- Topraklama ve hat ayırıcısı ile bara kapalı konuma alınır.
- Kesici kapalı konuma alınır.
- Enerji açılır.

NOTLAR

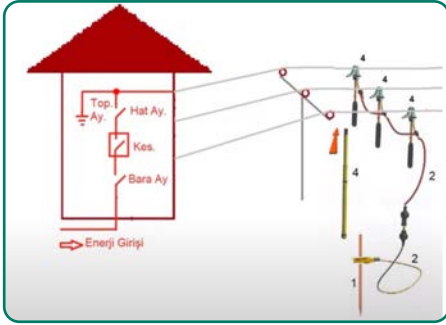
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____



5.7. UYGULAMA

DİREKLERDE MAHALLÎ TOPRAKLAMA YAPMA

AMAÇ: Bu uygulamada direklerde mahallî topraklama yapma işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.50: Mahalli topraklama

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|-----------------------------|--|------------------|
| Havai hat | | |
| Mahallî topraklama ekipmanı | Toraklama çubuğu, iletken, bağlantı parçaları, istaka, klemens | Yeterli miktarda |
| El aletleri | Pense, tornavida vb. | Yeterli miktarda |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Mahallî topraklama yapılacak hattın müdahaleye uygun hâle getirilme aşamalarını öğretmeninize açıklayınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Elektrik bağlantısını kesiniz.
10. Barayı açınız.
11. Ayırıcıları açınız.
12. Topraklama ekipmanını alınız.
13. Topraklama çubuğunu takınız.
14. Havai hattın her fazına klemens takınız.
15. Hat enerjisini kontrol ediniz.
16. Havai hatta çıkınız.
17. Gerekli arıza işlemlerini yapınız.
18. Klemensleri fazlardan çıkartınız.
19. Topraklama çubuğu bağlantısını sökünüz.
20. Barayı kapatınız.
21. Ayırıcıları kapatınız.
22. Elektrik bağlantısını açınız.
23. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
24. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, Direklerde Mahallî Topraklama Yapma Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretilenerek tamamlanacaktır.

**DİREKLERDE MAHALLÎ TOPRAKLAMA YAPMA
KONTROL LİSTESİ**

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Mahallî topraklama yapılacak hattın müdahaleye uygun hâle getirilme aşamalarını öğretmenine açıkladı. | | | |
| 6. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 7. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 8. | Elektrik bağlantısını kesti. | | | |
| 9. | Barayı açtı. | | | |
| 10. | Ayırıcıları açtı. | | | |
| 11. | Topraklama ekipmanını aldı. | | | |
| 12. | Topraklama çubuğunu taktı. | | | |
| 13. | Havai hattın her fazına klemens taktı. | | | |
| 14. | Hat enerjisini kontrol etti. | | | |
| 15. | Havai hatta çıktı. | | | |
| 16. | Gerekli arıza işlemlerini yaptı. | | | |
| 17. | Klemensleri fazlardan çıkarttı. | | | |
| 18. | Topraklama çubuğu bağlantısını söktü. | | | |
| 19. | Barayı kapattı. | | | |
| 20. | Ayırıcıları kapattı. | | | |
| 21. | Elektrik bağlantısını açtı. | | | |
| 22. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 23. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 24. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



5.8. HATLARIN PERİYODİK KONTROLÜ, BAKIM VE ONARIMI

Elektrik iletim hatlarının periyodik bakımının yapılması; kullanılan cihaz, parça ve malzemelerin ömrünü uzatacağı gibi çıkabilecek arızaları da önler. Hattın enerjisi kesilse bile atmosfer olayları ya da hattın kapasitesinden dolayı statik yük birikmesi olabilir. Bu sebeple hatların bakım ve onarımı yapılırken İSG kurallarına mutlaka uyulmalıdır.

Enerji iletim hatlarındaki kontroller periyodik olarak 6 ayda bir yapılır. Kontrol sürecinde genel durum izlenir. Kontrol işlemi sırasında belirlenen hata ve eksikliklerden acil olarak düzeltilmesi gereken hatalar düzeltilip eksiklikler giderilir. Bakım ise periyodik olarak yılda 1 defa yapılır. Kontrol sürecinde belirlenen eksiklikler ile yeni tespit edilenler giderilir, hatalar varsa düzeltilir (Tablo 5.7).

Tablo 5.7: Enerji İletim Hattı Kontrol ve Bakım Süreleri

| | Periyot | |
|---|---------|-------|
| | Kontrol | Bakım |
| Enerji iletim hattının kısımları | 6 ay | 1 yıl |
| Ağaç direk ve konsollar | 6 ay | 1 yıl |
| Beton direk ve konsollar | 6 ay | 1 yıl |
| Demir direk ve konsollar | 6 ay | 1 yıl |
| Temel, lente ve payandalar | 6 ay | 1 yıl |
| Tehlike ve numara levhaları ile korkuluklar | 6 ay | 1 yıl |
| Topraklama tesisleri | 6 ay | 1 yıl |
| İletken ve iletken ekleri | 6 ay | 1 yıl |
| İzolatörler | | 1 yıl |
| Damper ve camper ile ark boynuzları | 6 ay | 1 yıl |
| Hırdavat | 6 ay | 1 yıl |
| Güzergâh | 6 ay | 1 yıl |
| Hat bakım teçhizatı | 6 ay | 1 yıl |
| Aydınlatma lambaları | 6 ay | 1 yıl |
| Demir aksamın boyanması | | 5 yıl |

Tablo 5.8'de parafudr bakım süreleri gösterilmiştir. Kablo, kablo başlıkları ve geçit izolatörleri 6 ayda bir; topraklama tesisatı ise yılda bir kez kontrol edilmelidir. Direklerin toprak direnç ölçümlerinin 4 Ω 'dan küçük olması beklenir. Topraklama direnci; zeminin yapısına, sıcaklığa, kazık ya da levhanın boyutuna, zeminin nemli veya kuru oluşuna bağlı olarak farklılık gösterir. Ölçüm, meger test cihazı ile yapılır.

Tablo 5.8: Enerji İletim Hattı Kontrol ve Bakım Süreleri

| | Periyot | |
|--------------------------------|---------|-------|
| | Kontrol | Bakım |
| Mesnetler | | 1 yıl |
| İzolatörler | | 1 yıl |
| Hat ve topraklama bağlantıları | 6 ay | |
| Genel çalışma | | 1 yıl |

Kontroller sırasında havai hatlardaki direk ve konsolların durumu, iletken ve ekleri, iletkenlerin zemin, bina ve ağaçlara yakınlığı ile mesnet ve diğer izolatörlerin durumu, ark boynuzları, parafudr ve topraklama kesinlikle gözden geçirilmelidir. Kablolarda kablo başlığı, bağlantıları, ekleri, muhafazaları ve kablo sarkması ile arıza oluşturabilecek malzemelerin durumu, kablo arızasının sebepleri ve kabloların genel durumu izlenmelidir. Kablo hatası düzeltildikten sonra izolasyon, faz sırası, test, muayene ve toprak direnci ölçümü yapılmalıdır.



5.8. UYGULAMA DİREK TOPRAKLAMALARININ ÖLÇÜLMESİ

AMAÇ: Bu uygulamada direk topraklamalarının ölçülmesi işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



Görsel 5.51: Direk topraklama ölçümü

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|----------------------|------------------|
| Meger | Havai hat iletkeni | Yeterli boyda |
| Direk | Metal | 1 Adet |
| El aletleri | Pense, tornavida vb. | Yeterli miktarda |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Direğin periyodik kontrolünü yapınız.
9. Hattın periyodik kontrolünü yapınız.
10. İzolatörün bakım ve onarım işlemini yapınız.
11. Megeri ölçüm konumuna alınız.
12. Direk topraklama ölçümünü gerçekleştiriniz (Görsel 5.51).
13. Ölçüm sonucunu topraklama değerlerine göre açıklayınız.
14. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Direk Topraklamalarının Ölçülmesi** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.



DİREK TOPRAKLAMALARININ ÖLÇÜLMESİ KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 6. | Direğin periyodik kontrolünü yaptı. | | | |
| 7. | Hattın periyodik kontrolünü yaptı. | | | |
| 8. | İzolatörün bakım ve onarımını yaptı. | | | |
| 9. | Megeri uygun ölçüm konumuna aldı. | | | |
| 10. | Direk topraklama ölçümünü gerçekleştirdi. | | | |
| 11. | Ölçüm sonucunu topraklama değerlerine göre açıkladı. | | | |
| 12. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 13. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 14. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| DEĞERLENDİRME: Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) Yüksek gerilim hattında çalışma yapılırken izole eldiven kullanılmalıdır.
2. (...) Direk dikme işleminde direğin düşeydeki eğimi önemlidir.
3. (...) Ağır kabloların daha ağır direklerle taşınması için havai hatlarda alüminyum iletken tercih edilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Elektrikli alanın, havanın dayanma gücünü aşp ortamda kısa süreli deşarj oluşturmalarına denir.
5. Direk bağlantı elemanları olarak kullanılmaktadır.
6. 1 kV ile 34,5 kV arası gerilim değerlerinde kullanılan direklere direkleri denir.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi iletim tesislerinde kullanılan izolatör çeşitlerinden biri değildir?

- A) Durdurucu B) İlerletici C) Mekik D) Mesnet E) Zincir

8. Aşağıdakilerden hangisi iletken seçiminde göz önünde bulundurulan kriterlerden biri değildir?

- A) Çap B) Sıcaklık C) İletkenlik D) Özgül ağırlık E) Sehim

9. Aşağıdakilerden hangisi direklerin kullanım yerlerinden biri değildir?

- A) Durdurucu B) Geçit C) İlk D) Taşıyıcı E) Son

10. 50 kV işletme geriliminde kullanılacak izolatörün en küçük yaşta atlama gerilimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 120 kV B) 121 kV C) 121 V D) 132 V E) 132 kV

6.

ÖĞRENME BİRİMİ

YER ALTI KABLOLARI VE KABLOLARIN BİRBİRİNE EKLENMESİ

KONULAR

- 6.1. YER ALTI KABLOLARININ TANIMI, YAPISI VE ÇEŞİTLERİ
- 6.2. YER ALTI KABLOLARININ DÖŞENMESİ
- 6.3. YER ALTI KABLOLARININ EK DONANIMLARI VE KABLOLARIN BİRBİRİNE EKLENMESİ
- 6.4. YER ALTI KABLOLARININ İZOLASYON TESTİ



TEMEL KAVRAMLAR

güzergâh, izolasyon, makaron, manivela

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Yüksek gerilim hatlarının yer altından geçirilmesinin faydaları neler olabilir?





6.1. YER ALTI KABLOLARININ TANIMI, YAPISI VE ÇEŞİTLERİ

Enerji iletim hatlarının havai hatlarda iletilemediği ortamlarda yer altı enerji iletim ve dağıtım hatları kullanılır. Yer altı kabloları şehir içlerinde görüntü kirliliğini ortadan kaldırır ve güvenli bir iletim hattı oluşturur. Boğaz gibi büyük su yolu geçişlerinde enerji iletim hatlarının yer altından geçmesi gerekir.

Yer altı kablolarının avantajları şunlardır:

- Görüntü kirliliği oluşturmaz.
- Atmosfer ve hava olaylarından etkilenmez.
- Cadde, alan, park gibi yerlerde düz hat iletimi ya da kavisli iletim olanağı sağlar.
- Nadiren arıza çıkarır ve bakım ihtiyaçları çok azdır.
- Havai hat iletim tesislerine göre daha güvenlidir.

Yer altı kablolarının dezavantajları şunlardır:

- Havai hatlara göre maliyetleri yüksektir.
- Kabloların arıza tespiti, bakım ve onarımı zordur.

Yer altı kablolarının üretiminde bakır ve alüminyum iletkenli 1 kV-15 kV'a kadar protodur, 1 kV-154 kV'a kadar protothen-x yalıtkan özellikli kablolar kullanılır. Y kablolarının yalıtkan çeperi PVC ya da EPR (Etilen Propilen Kauçuk) malzemedendir. Protodur-PVC ve Y kablolar tek ya da çok damarlıdır. Protodur malzemenin alt ve üstünde dielektrik kaybını düşürmek için iletken katmanlar, üç damarlı kablolar ise yassı çelik zırlı muhafaza vardır. Dış etkenlere karşı çok dayanıklıdır. Genellikle şehir hatları, şalt tesisleri ve sokak aydınlatmalarında yer altında kullanılır. Yer altı iletim hatlarında özellikle protothen-x yalıtkanlı kablolar tercih edilir. Yalıtkan malzemesi diğer kablolarla nazaran daha korumalıdır. Sıcaklık değişimlerinde elektrik değerleri sabit kalır. PVC korumaya nazaran mekanik ve sıcaklık dayanımı daha iyidir (Görsel 6.1).



Görsel 6.1: Yer altı kabloları

Alüminyum iletkenli Alvinal-K kablolar üç damarlı plastik izolelidir. Toprak içerisine yerleştirilir. Ağır işletme şartlarına karşı dayanıklıdır. Nominal gerilimi 0,6/1 kV'tur. Belediye iletim hatları ile sokak ve cadde aydınlatmalarında kullanılır. Nötr iletken, kazı işlemi yapılırken kablonun zarar görmesi durumunda ait olduğu faz sigortasının atmasını sağlar.

Alüminyum iletkenli Alvinal-Z kablolar, ağır işletme şartlarına karşı dayanıklıdır. Çelik zırlı, plastik izoleli, nötr iletkenli, düşük kesitli ve dört damarlı iletkenlerdir. Nominal gerilimi 0,6/1kV'tur. Çelik koruyucu muhafazadan dolayı çökme tehlikesi olan alanlarda ve madenlerde gerekli dayanıklılığı sağlar. Deniz altı kablosu olarak da kullanılabilir.

Bakır iletkenli YVV kablo, protodur yalıtkan ve dış kılıfa sahiptir. Nominal gerilimi 0,6/1kV'tur. Bakır iletkenli YE3V kablo; protothen-x yalıtkan, koruma bandı ve protodur dış kılıfa sahiptir. Nominal gerilimi 0,6/1kV'tur.



Bakır iletkenli YE3SV (2XSY) kablo; çok telli, dielektrik kaybı düşük, protothen-x izoleli, özel iç ve dış yarı iletken katmanlı, yüksek kısa devre akımlarına karşı uygun kesitte, bakır ekranlı, protodur dış kılıflı ve tek damarlı iletim kablolarıdır. Anma gerilimi 5,8/10 kV'tur. Özel üretim ile tatlı ve tuzlu su alanlarında kullanılabilir. Toprak içine yerleştirilir. Kısa devre akımlarının büyük olduğu alanlarda ve yük artışı beklenen hatlarda kullanılır. Özel üretim ile tatlı ve tuzlu su olan ortamlarda da kullanılabilir.

Bakır iletkenli YE3S (AL) E kablo; bir damarlı, çok telli, dielektrik kayıpları çok düşük, protothen-x izoleli, özel iç ve dış yarı iletken katmanlı, yüksek kısa devre akımlarına karşı uygun kesitte, bakır ekranlı, lastik dolgu katmanlı, alüminyum koruyucu kılıflı ve poliüretan dış kılıflıdır. Su sızdırmazlık özelliği vardır. Güvenlik ve çevre koruma sebebiyle 154 kV havai hatlarda şehir merkezine girilmeyen yerlerde toprak altına yerleştirilerek gerilim düşümlerini ve kayıplarını düşük seviyeye indirip şebekeyi kompanze eder. Enerjiyi 154/34,5/0,4 kV ring sistemlerine iletir. Enerji üretim merkezlerinden ulusal ve uluslararası enterkonekte şebekelerin beslemesi ve uydu kentlerin ana dağıtım hatlarına bağlanmasında kullanılır. IEC (**Uluslararası Elektroteknik Komisyonu**) kurallarına göre özel şartname ile üretilir.

Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'nde yer altı kabloları ile ilgili bilgi verilmiştir. Bu yönetmelikte kabloların yük akımı, kısa devre dayanımı, gerilim düşümü ve mekanik koşullar ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Kablolar

Madde 58- Bu Yönetmeliğin kapsamına giren tesislerde Türk Standartlarına uygun kablolar kullanılacaktır. Bunlar bulunmadığında Madde 1'de belirtilen standartlara uygun kablolar kullanılacaktır.

a) Kablo seçimi:

Kablo seçiminde aranılan öteki koşulların yanında aşağıdakiler de göz önünde bulundurulacaktır:

1) Anma gerilimi:

Kablolar için iki anma gerilimi kullanılır:

U: Fazlar arası gerilim,

U₀: İletken ile metal kılıf ya da toprak arasındaki gerilim.

2) Yük akımı:

Kablo kesitleri, yük akımına bağlı olarak çeşitli kablo tiplerine, döşeme durumlarına ve ortam koşullarına göre standartlarda belirtilen ya da yapımcılar tarafından bildirilen yüklenme durumlarına göre belirlenir.

Kablo kesitinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulacak koşullardan bazıları aşağıdadır:

- Gelecekte yük artışları
- İzin verilen iletken sıcaklığı (sürekli kullanmadaki iletken sıcaklığı, seçilen kablo tipi için belirtilen değerlerden büyük olmamalıdır.)
- Kabloda oluşan ısının dışarıya atılmasında etkili olan ortam koşulları (toprağın ısı direnci vb.)
- Kablonun tek ya da çok damarlı oluşu
- Kablonun havada ya da yeraltında döşenmiş olması
- Kablonun döşenme yöntemi
- Özgül ısı dayanımı

Bu hesapların yapılmasında ilgili standartlarda yer alan kablolarla ilgili çizelgelerden yararlanılacaktır.

3) Kısa devre dayanımı:

Kablolar kullanılacakları şebekelerde oluşacak kısa devre akımlarına dayanmalıdır. Kabloların kısa devre dayanıklılığı hesapla gösterilmelidir. Kısa devre sonucunda kablo iletken sıcaklığı PVC yalıtkanlı kablolarda en çok 160°C, XLPE yalıtkanlı kablolarda en çok 250°C olacaktır.



6. ÖĞRENME BİRİMİ

Özellikle tek damarlı kablolarda kablo tutturma parçaları, kısa devrenin neden olacağı kuvvetlere dayanacak boyutta seçilmeli ve aralarında yeterli açıklık olmalıdır.

4) Gerilim düşümü:

Kabloların gerilim düşümü hesaplanırken omik dirençten başka endüktif empedans da gözönüne alınmalıdır.

Gerilim düşümü indirici trafo merkezlerinin sekonderinden itibaren yüksek gerilim dağıtım şebekelerinde %7'yi aşmamalıdır. Ancak ring şebekeler için ayrıca arıza hallerinde ringin tek taraflı beslenmesi durumu için gerilim düşümü tahkikleri yapılmalıdır. Bu durumda gerilim düşümü %10'u aşmamalıdır.

Alçak gerilim tesislerinde gerilim düşümü %5'i aşmamalıdır. Kendi transformatörü bulunan tesislerde, transformatörlerin AG çıkışından itibaren gerilim düşümü bakımından en kritik durumda olan tüketiciye kadar olan toplam gerilim düşümü aydınlatma tesislerinde %6,5, motor yüklerinde %8'i aşmamalıdır. Ring olması halinde yüksek gerilim için yukarıdaki açıklamalar aynen geçerlidir.

5) Etkin güç kaybı:

Kablo kesiti madde 58-a/2, 3 ve 4'de belirtilen yöntemlere göre hesaplanacak en büyük kesite uygun olarak seçilir. Ancak hat kayıpları da göz önüne alınarak daha büyük kesitli (ekonomik kesit) kablolar kullanılabilir. Önemli kablo hatlarında ekonomik hesap, kablo maliyeti, hat kayıpları, yıllık kullanma süresi, enerji fiyatı, reel faiz, amortisman süresi göz önüne alınarak yapılmalıdır. Bu durumda ekonomik kesite çıkılması tavsiye edilir.

6) Dielektrik kaybı:

Özellikle yüksek gerilimli ve uzun kablolar kullanıldığında özel koşullar dışında dielektrik kaybı düşük olan kablolar (XLPE gibi) seçilmelidir.

7) Mekanik koşullar:

Kablo kullanılacağı yerdeki mekanik koşullar göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Mekanik zorlanma olan yerlerde, buna dayanıklı kablo cinsleri seçilmelidir. Örneğin çekiye çalışan kabloların zırhı olmalı, eğimli yerlerde ve ek kutularının yakınında, çeki kuvvetini taşıyan kelepçelerle tutturulmalıdır.

Toprağa doğrudan gömülü kabloların çelik zırhlı olması tavsiye edilir. Çelik zırhsız kabloların yeraltında beton kanallar, beton büzler veya beton muhafaza içine alınmış PVC borular içinde kullanılması tavsiye edilir.

8) Kimyasal etkiler ve dış etkiler:

Kablolar döşendikleri yerlerdeki kimyasal etkilere, su, rutubet ve hava koşulları ile öteki çevre etkilerine dayanacak tipte seçilmelidir.

9) Kablolar işletme koşullarına uygun tipte seçilmelidir.

10) Yer durumu: Kablolar döşenecekleri yerlerin özelliklerine uygun tipte seçilmelidir. İnsanların yoğun bulunduğu, paniğin yaşanabileceği tüm yapılar, yüksek katlı binalar, hastaneler, tüneller, tiyatrolar, okullar, alış-veriş merkezleri gibi yapı ve yerlerde yangın anında az duman çıkaran, halojensiz özellikli kablolar kullanılmalıdır.



6.1. UYGULAMA

YER ALTI KABLOSUNUN YAPISI VE ÇEŞİDİ

AMAÇ: Bu uygulamada yer altı kablosunun yapısı ve çeşidini açıklar işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|------------------|--------------|
| Kablo | Yer altı kablosu | Yeteri kadar |



Görsel 6.2: Yer altı kablosu

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanızda malzeme listesindeki yer altı kablosunu kullanınız (Görsel 6.2).
8. Kullandığınız yer altı kablosunun yapısını açıklayınız.
9. Kullandığınız yer altı kablosunun çeşidini açıklayınız.
10. Kullandığınız yer altı kablosunun kullanım ortamını açıklayınız.
11. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
12. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Yer Altı Kablosunun Yapısını ve Çeşidi** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.

**YER ALTI KABLOSUNUN YAPISI VE ÇEŞİDİ
KONTROL LİSTESİ**

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|---|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanacağı kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Malzeme listesindeki yer altı kablosunu kullandı. | | | |
| 6. | Aldığı yer altı kablosunun yapısını açıkladı. | | | |
| 7. | Aldığı yer altı kablosunun çeşidini açıkladı. | | | |
| 8. | Aldığı yer altı kablosunun kullanım yerini açıkladı. | | | |
| 9. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 10. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 11. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



6.2. YER ALTI KABLOLARININ DÖŞENMESİ

İletim kabloları; çevresel koşullar, güvenlik ve estetik görünüm açısından yer altından geçirilir. Ayrıca boğaz geçişlerinde de iletim bu kablolarla yer altından sağlanır. Kablonun geçiş hattının belirlenmesinde toprak ve çevre şartlarına dikkat edilmelidir. Kablonun döşenme işlemi düz bir hatta ve kısa yoldan yapılırsa maliyeti daha uygun olur.

Şehir dışında kablo geçiş güzergâhı belirlenirken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Mevcut yollara kolay ulaşılabilir olmalıdır.
- Kablolar, arazi şartlarına göre en engebesiz yerden geçirilmelidir.
- Kablolar; nehir, köprü, demir yolu, tren yolu ve kara yolu geçişlerini sıkça kesmemelidir. Ek kutusu konmamalıdır.
- Kablolar tarla içinden geçirilmemelidir. Ek kutusu konmamalıdır.
- Kablolar rutubet ve zararlı kimyasalların olduğu sanayi tesislerinden uzakta olmalıdır.
- Kablolar, cadde ve yol boyunca döşenmelidir.
- Kablo güzergâhı işaretlenmelidir. Ek kutuları güvenli bir yere yerleştirilmeli ve işaretlenmelidir. İşaret levhası konmalıdır. Bu sayede tamirat işlemleri de kolaylıkla yapılabilir.
- Kablo güzergâh olarak dar boğazlardan, kayalık ve engebeli araziden geçirecekse çelik bandajlı özel kablo kullanılmalıdır. Kablonun başında ve sonunda bir miktar fazlalık bırakmak oluşabilecek arızalarda tamirat kolaylığı sağlar.
- Güzergâh bataklık ise kablolar, kazıklar üzerine yerleştirilen boruların içinden geçirilir. Böylece kablo korunmuş ve güzergâh sabitlemiş olur.

Şehir içi kablo geçiş güzergâhı belirlenirken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Kablo geçiş yolları kısa olmalıdır.
- Kablolar yol ve sokak boyunca yaya kaldırımının altına döşenmelidir.
- Kablonun geçeceği yollar telefon, su, doğal gaz hatları ile beraber belirlenmeli; kablolar uygun yerlere döşenmelidir.
- Kablolar yol kenarına döşenirse ek bir bağlantı yapılması gerektiğinde yolun bozulması gerekebilir. Bundan dolayı kablolar, yola paralel olarak ve uygun uzaklıkta döşenmelidir.
- Kablolar kimyasal suların olduğu alanlara döşenmemelidir. Zorunlu durumlarda toprağın çok derin kazılması koşuluyla demir boru içine yalıtım yapıldıktan sonra döşeme yapılmalıdır.
- Kablo döşemesinde ek ve bransman kutuları ölçülerek sonuçlar durum planına işlenmeli, bina ve sabit yerlere gerekli işaretler konmalıdır.

Yer altı kablo makaralarının üzerinde kablonun cinsi, kesiti, damar sayısı, işletme gerilimi, boyu ve serme yönü bilgileri bulunur. Makaralar araçlar ile taşınır. Makarada olmayan kablolar yuvarlanarak yere serilir. Kablonun döşeme için çekilip sürüklenmesi kabloya zarar verir. Bundan dolayı makarada olmayan kablolar manivela, makine (bucurgat) tarzı bir araç ile yerden yükseltilir ve yere serilme yapılır. Kablo serilmeden önce uçlarına pabuç ve kılıf takılmalıdır. Kabloların serilme ve çekilme işlemlerinde kablo uçlarının zarar görmemesi ve kolay çekilmesi için kablo ucu ve çorabı kullanılır.

Yer altı kablolarının döşenme yönteminin seçilmesinde maliyet, güzergâh şartları ve estetik görünüm göz önünde bulundurulur. Yer altı kabloları su altına, toprak ve bina içerisine döşenir.



6.2. UYGULAMA YER ALTI KABLOLARININ DÖŞENMESİ

AMAÇ: Bu uygulamada yer altı kablolarının döşenmesi işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|----------------------|--------------|
| Kablo | Yer altı kablosu | Yeteri kadar |
| El aletleri | Pense, tornavida vb. | |



Görsel 6.3: Yer altı kablolarının döşenmesi

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Kablo çekimi için uygun yeri belirleyiniz.
9. Kablo yerleşimi için kazı işlemini yapınız.
10. Kablo makarasını uygun yere getiriniz.
11. Kablo makarasının sabitlenmesini yapınız.
12. Kablo çekimini yapınız (Görsel 6.3).
13. Kablo alanını kapatınız.
14. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **Yer Altı Kablolarının Döşenmesi** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.



YER ALTI KABLOLARININ DÖŞENMESİ KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanılacak kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 6. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 7. | Kablo çekimi için uygun yeri belirledi. | | | |
| 8. | Kablo yerleşimi için kazı yaptı. | | | |
| 9. | Kablo makarasını uygun yere getirdi. | | | |
| 10. | Kablo makarasını sabitledi. | | | |
| 11. | Kablo çekimini yaptı. | | | |
| 12. | Kablo alanını kapattı. | | | |
| 13. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 14. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 15. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



6.3. YER ALTI KABLOLARININ EK DONANIMLARI VE KABLOLARIN BİRBİRİNE EKLENMESİ

Trafo merkezlerinin enerji giriş ve çıkış bağlantı noktalarında, şalt alanlarındaki bağlantılarda, tesislere enerji bağlantısında ve havai hatların geçirilemediği yerlerde yer altı kablolarına bağlantı yapılır.

Yer altı kablolarının bağlantısında kablo pabuçları kullanılır. Kullanılacak pabuç, kablo kesitine uygun olmalıdır. Kablo uçları gereğinden fazla açılmamalıdır. Pabuçlar kabloları sıkma pensi ile takılmalıdır. Pabuç gevşek bağlandığında ark oluşumuna sebep olur. Bu nedenle pabucun gerekli sağlamlıkta takılması önemlidir. Pabuçlar, 6 mm² ile 400 mm² kesitine kadar kullanılabilir.

Yer altı kablolarına pabuç takılırken şunlara dikkat edilmelidir:

- Kablo, pabuca girme derinliğine göre açılmalıdır.
- İletken uçlar temizlenmelidir.
- Soyulmuş iletken, izole malzemesine kadar pabuca takılmalıdır.
- Pabuç uygun ölçüdeki sıkma pensi ile sıkılmalıdır. Pabucu başka el aletleri ile ezip kabloya takma işlemi yapılmamalıdır.
- Pabuç en az iki yerden pens ile sıkılmalıdır.
- Pabucun sağlamlığı kontrol edilmelidir.

Yer altı kablo bağlantılarında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Yüksek gerilim bağlantılarında kablo başlığı kullanılmalıdır.
- Kablo başlıkları direk üzerine ya da bağlantı yerlerine monte edilmelidir.
- Alçak gerilim dışında kablo bağlantılarında kablo başlığı kullanılmalıdır.
- Kablo uçlarına pabuçlar uygun şekilde takılmalıdır.
- Pabuçlar gevşek olmamalıdır.
- Yüksek gerilim kablolarının havai hatlara bağlantılarında parafudr ile koruma sağlanmalıdır.
- Tek damarlı kablolar; kısa devre durumunda oluşabilecek hasarlara karşı direk, trafo, duvar gibi yerlere sağlam bir şekilde takılmalıdır. Kablo tutturma ekipmanı ile kablolar birbirinden ayrılmalıdır.
- Kısa devre durumları göz önünde bulundurularak termik manyetik şalterler ile koruma sağlanmalıdır.
- Kablonun aşırı ısınmasından dolayı istenmeyen durumlar oluşabilir. Bu nedenle sigorta akımı, kablonun taşıyacağı akımdan büyük olmalıdır.
- Kabloların direklere takılmasında koruyucu sac muhafaza ve boru kullanılmalıdır. Koruyucu malzemeler anti statik malzemedir.
- Yer altı kablolarının metal kılıfları tesislerin topraklama sistemine takılmalıdır.



6.3. UYGULAMA

AG YER ALTI KABLOSUNUN EKLENMESİ VE TESTLERİNİN YAPILMASI

AMAÇ: Bu uygulamada AG yer altı kablosunun eklenmesi ve testlerinin yapılması işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------|
| Kablo | Yer altı kablosu | Yeterli miktarda |
| Bağlantı parçası ve makaron | | Yeterli miktarda |
| Ölçü aleti | | 1 adet |
| El aletleri | Kablo sıkma pensi, kontrol kalemi vb. | Birer adet |
| Isıtıcı | Pürmüz | 1 adet |



Görsel 6.4: Yer altı kablosunun eklenmesi

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Ek yapılacak kabloyu uygun duruma getiriniz (Görsel 6.4).
9. Ek pabucunu kabloya takınız.
10. Ek pabucunu uygun el aleti ile sıkılaştırınız.
11. Ek yerinin üstüne makaronu takınız.
12. Isı büzüşmeli makaronu ısıtıp makaronun kabloya yerleşmesini sağlayınız.
13. Kabloları birleştirecek makaronu takınız.
14. İzolasyonlu makaronu ısıtınız.
15. Yapılan işlemleri kontrol ediniz.
16. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
17. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **AG Yer Altı Kablosunun Eklenmesi ve Testlerinin Yapılması** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.

**AG YER ALTI KABLOSUNUN EKLENMESİ VE TESTLERİNİN YAPILMASI
KONTROL LİSTESİ**

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ | |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| | | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | | |
| 3. | Kullanılacak kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | |
| 6. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | | |
| 7. | Ek yapılacak kabloyu uygun duruma getirdi. | | | |
| 8. | Ek pabucunu kabloya taktı. | | | |
| 9. | Ek pabucunu uygun el aleti ile sıktı. | | | |
| 10. | Ek yerinin üstüne makaronu taktı. | | | |
| 11. | Makaronu ısıtıp sabitledi. | | | |
| 12. | Üst birleştirici makaronu taktı. | | | |
| 13. | Makaronu ısıtıp izolasyonu sağladı. | | | |
| 14. | Yapılan işlemleri kontrol etti. | | | |
| 15. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | |
| 16. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | |
| 17. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | |
| Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | | |



6.4. YER ALTI KABLOLARININ İZOLASYON TESTİ

Yer altı kablolarında izolasyon için su geçirmez özellikte jeller kullanılır. Ayrıca yer altı kablolarının birbirine bağlantısında ısı büzüşmeli ek yapma malzemeleri de kullanılır. Bağlantı yapılacak kablo, uygun ek parçaları ile birleştirilip kablonun üstüne ısı büzüşmeli makaron takılır. Makaron ısıtıldığında su geçirmez koruyucu tabaka ile kablo birbirine yapışır. Bu işlemler dikkatli bir şekilde yapıldığında kabloya izolasyon sağlanmış olur.

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'nde topraklama ve azalma faktörü ile ilgili bilgi verilmiştir. Metal kılıfların topraklanma işlemleri konusunda açıklama yapılmıştır.

ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR YÖNETMELİĞİ

Ek-J

Hava Hattı Koruma Telleri ve Yeraltı Kablolarının Metal Kılıfları ile İlgili Azalma Katsayıları

J.1 Genel:

Hava hatları koruma telleri ve yeraltı kablolarının metal kılıfları toprağa akan hata akımlarının bir kısmını taşır. Bunlar, ilgili devrenin toprak akımının bir kısmını taşırlar. Toprak hatasından etkilenen yüksek gerilim tesislerinin topraklama sistemi, bu etkiyle toprak hata akımı bakımından, etkin bir şekilde deşarj edilecektir. Bu durum azalma faktörü ile ifade edilir.



Görsel 6.5: İzolasyon testi

Yüksek gerilim bir damarlı kabloların işletme akımları, izin verilebilir yüklenme akımlarından oldukça küçük ise metal kılıflar her iki taraftan topraklanabilir. İşletme akımları ile yüklenme akımları yakın değerde ise metal kılıflar bir tarafta topraklanabilir. Topraklama ölçümü yapılırken metal kılıfın trafo merkezi koruma topraklamasına olan bağlantısı ayrılmalıdır.

Kablo izolasyon testinde her bir kablonun birbirleriyle ve toprakla olan izolasyonu kontrol edilir. Fazlar arası, faz nötr arası ve faz toprak arası izolasyon ölçümünde kısa devre yoksa yapılan ek ve bağlantı sağlamdır (Görsel 6.5). İzolasyon sağlanmıştır.



6.4. UYGULAMA

YG YER ALTI KABLOSUNA KABLO BAŞLIĞI EKLENMESİ VE KABLONUN TEST EDİLMESİ

AMAÇ: Bu uygulamada AG yer altı kablosunun eklenmesi ve testlerinin yapılması işlemini doğru şekilde yapmanız beklenmektedir. İşlem basamaklarını takip ederek uygulamayı gerçekleştiriniz. Çalışmanız, uygulamanın sonunda verilen Kontrol Listesi'ndeki ölçütlere göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|---------------------------------------|------------------|
| Ölçüm cihazı | | 1 adet |
| Kablo | Yer altı kablosu | Yeterli miktarda |
| Kablo başlığı | | Yeterli miktarda |
| El aletleri | Kablo sıkma pensi, kontrol kalemi vb. | Birer adet |



Görsel 6.6: Yer altı kablosunun eklenmesi

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların kullanım talimatını okuyunuz.
4. Kullanacağınız kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
8. Başlık takılacak kabloyu uygun duruma getiriniz (Görsel 6.6).
9. Başlığı kabloya takıp uygun el aleti ile sıkılaştırınız.
10. Ek yerinin üstüne makaronu takınız.
11. Isı büzüşmeli makaronu ek yerinin üzerine takıp ısıtınız.
12. İzolasyonlu makaronu ısıtınız.
13. Ölçüm aleti ile fazlar arasındaki ölçümü yapınız.
14. Ölçüm aleti ile faz-toprak arasındaki ölçümü yapınız.
15. Ölçüm aleti ile faz-nötr arasındaki ölçümü yapınız.
16. Ölçüm sonuçlarına göre kısa devre durumunu kontrol ediniz.
17. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
18. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Uygulama, **YG Yer Altı Kablosuna Kablo Başlığı Eklenmesi ve Kablonun Test Edilmesi** Kontrol Listesi'ndeki ölçütler (EVET / HAYIR) işaretlenerek tamamlanacaktır.



YG YER ALTI KABLOSUNA KABLO BAŞLIĞI EKLENMESİ VE KABLONUN TEST EDİLMESİ KONTROL LİSTESİ

| SINIF | No. | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI | DEĞERLENDİRME TARİHİ / SÜRESİ |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|
| | | | |
| YÖNERGE: Kazanılan beceri ve davranışlar için EVET , kazanılamayanlar için HAYIR kutucuğunu işaretleyiniz. | | | |
| ÖLÇÜTLER | | | EVET |
| | | | HAYIR |
| 1. | Teknik dokümanları (talimat, prosedür vb.) okudu. | | |
| 2. | İSG kurallarını uyguladı. | | |
| 3. | Kullanılacak kişisel koruyucu donanımların hasarlı olup olmadığını kontrol etti. | | |
| 4. | Kişisel koruyucu donanımlarını giydi. | | |
| 5. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | |
| 6. | Çalışmaya başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldı. | | |
| 7. | Başlık yapılacak kabloyu uygun duruma getirdi. | | |
| 8. | Başlığı kabloya taktı ve uygun el aleti ile sıkı. | | |
| 9. | Ek yerinin üstüne makaronu takıp sabitledi. | | |
| 10. | Üst birleştirici makaronu kabloya taktı. | | |
| 11. | Makaronu ısıtıp izolasyonu sağladı. | | |
| 12. | Fazlar arasındaki ölçümü yaptı. | | |
| 13. | Faz-toprak arasındaki ölçümü yaptı. | | |
| 14. | Faz-nötr arasındaki ölçümü yaptı. | | |
| 15. | Ölçüm sonuçlarına göre kısa devre durumunu kontrol etti. | | |
| 16. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | |
| 17. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | |
| 18. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | |
| Kontrol Listesi'nde HAYIR olarak işaretlenen ölçütler için ilgili konuları tekrar ediniz. | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) İzolasyon testinde fazlar arasındaki ölçüm yapılır.
2. (...) Yer altı kablolarında arıza tespiti ve arızayı ortadan kaldırma süreci zordur.
3. (...) Alüminyum iletkenli Alvinol-Z kablolar ağır işletme şartlarına karşı dayanıklıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Kablo geçiş güzergâhı belirlenirken kablonun geçeceği yol olmalıdır.
5. Kablo güzergâhı bataklık alan içinden geçiyorsa kablolar üzerinden geçirilir.
6. Kabloların direklere takılmasında kullanılan ürünler malzemeden üretilmelidir.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi yer altı iletim hatlarının avantajlarından biri **değildir**?

- A) Arıza çıkartma sıklığı düşüktür. B) Görüntüsü güzeldir. C) Güvenlidir.
D) Hava olaylarına dirençlidir. E) Maliyeti yüksektir.

8. Aşağıdakilerden hangisi şehir içi kablo geçiş güzergâhı belirlenirken göz önünde bulundurulması gereken etkenlerden biri **değildir**?

- A) Kabloların döşenmesinde ek ve bransman kutuları durum planına işlenir.
B) Kablolar kazık üzerinde döşenir.
C) Kablolar; telefon, su ve doğal gaz hatlarıyla beraber belirlenerek döşenmelidir.
D) Kablolar, yol kenarlarına döşenmelidir.
E) Kablolar, yol ve sokak boyunca döşenmelidir.

9. Aşağıdakilerden hangisi şehir dışı kablo geçiş güzergâhı belirlenirken göz önünde bulundurulması gereken etkenlerden biri **değildir**?

- A) Kablolar, engebesiz yerden geçirilmelidir.
B) Kablolar kimyasal tesislerden uzak olmalıdır.
C) Kabloların mevcut yollara ulaşımı kolay olmalıdır.
D) Kablolar bataklıkta kazık üstü borularla geçirilmelidir.
E) Kablolar uzun hattan geçirilmelidir.

10. Aşağıdakilerden hangisi yer altı kablolarına pabuç takılırken dikkat edilmesi gereken hususlardan biri **değildir**?

- A) İletken uçları kontrolsüz bağlanmalıdır. B) Kablo, pabuça göre açılmalıdır. C) Pabuç birkaç yerden sıkılmalıdır.
D) Pabuç sıkı olmalıdır. E) Sağlamlığı kontrol edilmelidir.

7.

ÖĞRENME BİRİMİ YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA

KONULAR

- 7.1. YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMANIN AMACI VE ÖNEMİ
- 7.2. YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA ÇEŞİTLERİ VE İŞLEVLERİ
- 7.3. TOPRAKLAMA ELEMANLARI VE TOPRAK ÇUKUR ÖZELLİKLERİ
- 7.4. İNDİRİCİ MERKEZ, DAĞITIM MERKEZİ, TRANSFORMATÖR BİNASI VE KÖK BİNALARINDA TOPRAKLAMA SİSTEMİNİN YAPILMASI
- 7.5. ÖLÇÜ ALETİ KULLANILARAK YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ
- 7.6. YG YER ALTI KABLO TESİSLERİNDE YAPILACAK TOPRAKLAMA



TEMEL KAVRAMLAR

adım gerilimi, dokunma gerilimi, topraklama, yüksek gerilim

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Yüksek gerilim sistemleri ve şalt sahaları hakkında bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.





7.1. YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMANIN AMACI VE ÖNEMİ

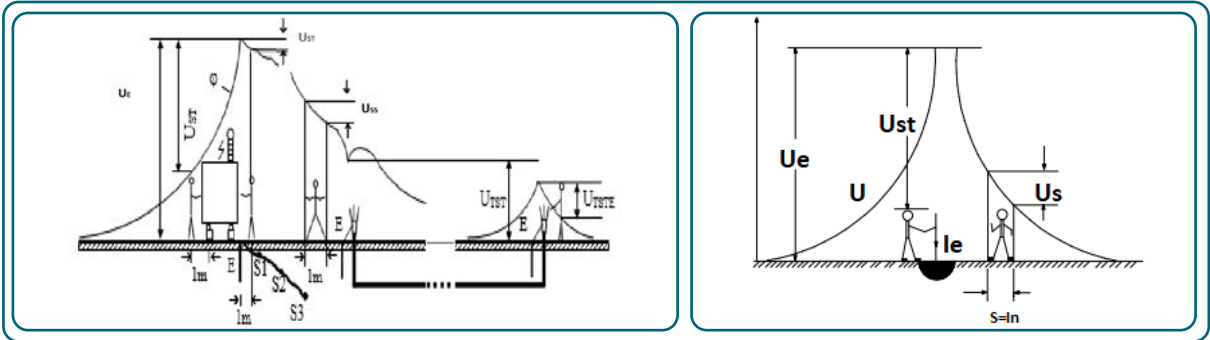
Elektrik kuvvetli akım tesisleri; canlılar ve nesnelere için yaklaşma, dokunma gibi durumlarda tehlikeli olabilen, elektrik enerjisinin üretilmesi, iletilmesi, dağıtılması ve diğer enerji türlerine dönüştürülerek kullanılmasını sağlayan tesislerdir. Bir tesisin yüksek gerilim tesisi olarak adlandırılması için fazlar arası gerilimin etkin değerinin 1000 V'un üstünde olması gerekir. Yüksek gerilim sistemi genel olarak iletim hattı, havai hat, gerilim transformatörü, izolatör, kesici, ayırıcı, akım transformatörü, yıldırım parafudru ve topraklama hattından oluşur (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Yüksek gerilim tesisi

Elektriksel bakımdan iletken bir parçayı bir topraklama tesisi üzerinden toprağa bağlamaya **topraklamak**; topraklamak için kullanılan araç, düzen ve yöntemlerin tümüne **topraklama** denir. **Topraklama tesisi** ise birbirlerine iletken olarak bağlanan ve sınırlı bir alan içerisinde bulunan topraklayıcılar ya da aynı görevi yapan metal parçalar ile topraklama iletkenlerinin tümüdür. Etkin değeri 50 V'un üzerinde olan tüm tesislerdeki gerilim ile yüksek gerilimde hata süresine bağlı olarak değişen gerilime **tehlikeli gerilim** denir. İnsan ve hayvanların hatalı davranışlarından dolayı ortaya çıkabilecek tehlikelerden korunmaya **dolaylı dokunmaya karşı koruma** denir.

Topraklama hattının amacı hem canlıların hem de işletmenin güvenliğini sağlamaktır. Topraklama, izolasyon hatası ya da yıldırım sonucu oluşan adım gerilimi ve dokunma gerilimine karşı koruma sağlar. Topraklama geriliminin insan tarafından köprülenebilen bölümüne **dokunma gerilimi (UT)** denir. Bu durumda insan vücudu üzerindeki akım yolu, elden ayağa veya elden eledir. Topraklama geriliminin, insanın 1 m'lik adım açıklığı ile köprüleyebildiği bölümüne ise **adım gerilimi (US)** denir. Bu durumda insan vücudu üzerindeki akım yolu, ayaktan ayağıdır (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Dokunma ve adım gerilimi



Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre kullanılan iletkenler şu şekilde tanımlanmıştır:

Faz İletkenleri (L1, L2, L3): Elektrik enerji kaynaklarını tüketicilere bağlayan fakat orta noktadan ya da yıldız noktasından çıkmayan iletkenlerdir.

Nötr İletkeni (N): Şebekenin orta veya yıldız noktasına bağlanan, elektrik enerjisinin iletilmesine katkıda bulunan bir iletkenidir. Doğru akım sistemlerinde kaynağın orta noktasına bağlanan iletkenine de **orta iletken** denir.

Koruma İletkeni (PE): Elektriksel olarak tehlikeli gövde akımlarına karşı alınacak güvenlik önlemleri için işletme elemanlarının açtığı iletken bölümlerini potansiyel dengeleme barası, topraklayıcılar ve elektrik enerji kaynağının topraklanmış noktasına bağlayan iletkenidir.

Koruma İletkeni + Nötr İletkeni (PEN): Koruma iletkeni ile nötr iletkeninin işlevlerini bir iletkende birleştiren topraklanmış iletkenidir.

Fonksiyon Topraklama İletkeni (FE): Yalnızca fonksiyon topraklaması için kullanılan bir topraklama iletkenidir.

Fonksiyon Topraklama ve Koruma İletkeni (FPE): Hem fonksiyon topraklaması hem de koruma topraklaması için birlikte kullanılan tek bir topraklama iletkenidir.

Topraklama sisteminin tasarımı için toprak özgül direncinin ölçülmesi, kısa devre akımı hesabı ya da tespiti, bakır iletken kesitinin hesabı, topraklama ağı proje taslağının hazırlanması, topraklama direncinin hesaplanması, adım ve dokunma gerilimi kontrolünün yapılması gerekir.

7.2. YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA ÇEŞİTLERİ VE İŞLEVLERİ

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre topraklamalar; çeşit, amaç ve şekillerine göre tanımlanmıştır.

Çeşitlerine Göre Topraklamalar

Topraklamalar; dolaysız, dolaylı ve açık topraklama olarak üçe ayrılır.

Dolaysız Topraklama: Topraklama direncinden başka hiçbir direnç içermeyen topraklamadır.

Dolaylı Topraklama: Topraklama iletkeni üzerine ek olarak bağlanan omik, endüktif veya kapasitif dirençlerle yapılan topraklamadır.

Açık Topraklama: Topraklama iletkeni üzerine bir parafudr veya eklätör bağlanan topraklamadır.

Amaçlarına Göre Topraklamalar

Koruma, işletme, fonksiyon, fonksiyon ve koruma topraklaması, düşük gürültülü topraklama, yıldırma karşı topraklama ve raylı sistem topraklaması olarak yediye ayrılır.

Koruma Topraklaması: İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme akım devresinde bulunmayan iletken bir bölümün topraklanmasıdır.

İşletme Topraklaması: İşletme akım devresinin bir noktasının, cihaz ve tesislerin normal işletilmesi için topraklanmasıdır. Bu topraklama dirençli ve dirençsiz olarak iki şekilde yapılabilir.

Dirençsiz (Doğrudan Doğruya) İşletme Topraklaması: Topraklama yolu üzerinde normal topraklama empedansından başka hiçbir direncin bulunmadığı topraklamadır.

Dirençli İşletme Topraklaması: Ek olarak ohmik, endüktif ya da kapasitif dirençler bulunan topraklamadır.

Fonksiyon Topraklaması: Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi amacıyla yapılan topraklamadır. Fonksiyon topraklaması, toprağı dönüş iletkeni olarak kullanan iletişim cihazlarının işletme akımlarını da taşır.

Not: Bir iletişim tesisinin fonksiyon topraklaması, eskiden kullanılan iletişim tesisi işletme topraklaması ile aynıdır. Fonksiyon topraklaması, **yabancı gerilim bileşeni az olan topraklama** olarak da adlandırılır.



7. ÖĞRENME BİRİMİ

Fonksiyon ve Koruma Topraklaması: Fonksiyon topraklamasının aynı topraklama iletkenini kullandığı ve aynı zamanda koruma topraklaması olarak da kullanılan topraklamadır.

Not: Bir iletişim tesisinin fonksiyon ve koruma topraklaması, eskiden kullanılan iletişim tesisi işletme ve koruma topraklaması ile aynıdır.

Düşük Gürültülü Topraklama: Dış kaynaklardan iletilen (bozucu büyüklüklerle olan) girişimin seviyesi, bağlandığı bilgi işlem veya benzeri donanımda bilgi kayıplarına neden olan kabul edilmeyecek etkiler üretmeyen bir topraklama bağlantısıdır.

Not : Genlik/frekans karakteristikleri ile ilgili olarak (suseptans = $1/x$) duyarlılık, donanımın tipine bağlı olarak değişir.

Yıldırıma Karşı Topraklama: Yıldırım düşmesi durumunda işletme gereği gerilim altında bulunan iletkenlere atlama-ları (geri atlamalar) geniş ölçüde önlemek ve yıldırım akımını toprağa iletmek için işletme akım devresine dâhil olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır.

Raylı Sistem Topraklaması: İletken kısımlarla raylı sistem toprağı arasındaki dolaysız, dolaylı veya açık bağlantıdır. Raylı sistem toprağı, geri dönüş iletkeni olarak görev yapan traversler veya topraklama tesisleri üzerinden toprakla bağlantısı olan raylar ve bunlara bağlanmış iletken kısımlardır.

Şekline Göre Topraklamalar

Münferit, yıldız, çoklu ve yüzeysel topraklama olmak üzere dörde ayrılır.

Münferit (Tekil) Topraklama: İşletme elemanı veya cihazın sadece kendine ilişkin topraklayıcıya bağlı olduğu topraklamadır.

Yıldız Şeklindeki Topraklama: Birçok işletme elemanının veya cihaza ilişkin topraklama iletkenlerinin topraklandığı bir noktada bunların yıldız şeklinde toplanmasıdır.

Çoklu Topraklama: Bir işletme elemanı veya cihazının topraklanmış birçok iletkene (örneğin potansiyel dengeleme ve koruma iletkeni (PE) veya fonksiyon topraklama iletkeni (FE)) bağlandığı topraklamadır. Çoklu topraklama iletkenleri, aynı topraklama birleştirme iletkenine veya farklı topraklayıcılara bağlı olabilir.

Yüzeysel Topraklama: Topraklanacak işletme elemanları veya cihazların, iletişim tesislerinin işletme akımı taşımayan iletken kısımlarının, ağ şeklinde kendi aralarında koruma topraklamasına veya fonksiyon ve koruma topraklamasına bağlandığı topraklamadır.

7.3. TOPRAKLAMA ELEMANLARI VE TOPRAK ÇUKUR ÖZELLİKLERİ

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre topraklama tesislerinin kurulmasında şu dört koşul yerine getirilmelidir:

- Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılığın sağlanması
- Isıl bakımdan en yüksek hata akımına (hesaplanarak bulunan) karşı dayanıklılığın sağlanması
- İşletme araçları ve nesnelerinin zarar görmesinin önlenmesi
- En yüksek toprak hata akımı esnasında topraklama tesislerinde ortaya çıkabilecek gerilimlere karşı insanların güvenliğinin sağlanması

Hata akımının değeri ve hata süresi, esas olarak yüksek gerilim sistemi nötrünün topraklanma şekline bağlıdır. Farklı gerilim seviyelerinin kullanıldığı bir tesiste, bu dört koşul her bir gerilim seviyesinde yerine getirilmelidir. Farklı gerilim sistemlerinde aynı anda meydana gelen hata veya arızalar dikkate alınmayabilir.

Topraklama tesislerinin kurulmasındaki koşulların yanı sıra bu tesislerin boyutlandırılmasında da hata akımının değeri, hatanın süresi, toprağın özellikleri gibi parametreler (değişken) önemlidir.

Topraklayıcılar, toprak ile sürekli temasta bulunduğu için korozyona (kimyasal ve biyolojik etkiler, oksitlenme, elektrolitik korozyon oluşumu, elektroliz vb.) karşı dayanıklı malzemelerden oluşmalıdır. Bunlar hem montaj esnasında çıkabilecek mekanik zorlanmalara hem de normal işletmede oluşan mekanik etkilere karşı dayanıklı olmalıdır. Beton temelinde gömülen çelik ve çelik kazıklar veya diğer doğal topraklayıcılar topraklama tesisinin bir kısmı olarak da kullanılabilir.



Çıplak bakır ya da bakır kaplamalı çelikten yapılmış geniş topraklayıcı sistemlerin, boru hatları gibi çelik yer altı tesislerine metalik olarak temas etmemesi gerekir. Aksi durumda çelik bölümler büyük bir korozyona uğrayabilir. Topraklama iletkenlerinin mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılık bakımından en küçük kesitleri; bakır 16 mm², alüminyum 35 mm² ve çelik 50 mm²'dir.

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne (ETTY) göre bir topraklama tesisinde genel olarak toprak içine gömülen veya çakılan yatay, düşey ya da eğik birkaç topraklayıcının bir araya getirilmesiyle uygun toprak yayılma direncinin elde edilmesi için çeşitli topraklayıcı kombinasyonları yapılır. Toprak öz direncini düşürmemek için kimyasal maddelerin kullanılması önerilmez. Yüzeysel topraklayıcılar 0,5 m ile 1 m arasında bir derinliğe yerleştirilmelidir. Bu derinlik, mekanik olarak yeterli bir güvenlik sağlar. Topraklayıcının, donma noktası sınırı altında kalan bir derinliğe tesis edilmesi uygun olur. Düşey çakılan çubuklardan her bir çubuğun başı, genellikle toprak seviyesinin altına yerleştirilmelidir. Toprak öz direncinin derinliğe bağlı olarak azalması hâlinde düşey veya eğik olarak çakılmış topraklayıcıların, toprak öz direncini korumada özellikle yararı vardır. Yönetmeliğe uygun olarak topraklanmış ve inşaatın bir birimini oluşturan metal iskelet, bu iskelete doğrudan bağlanan toprak bölümleri için topraklama iletkeni olarak kullanılabilir. Sonuç olarak bütün iskelet yapısının iletken kesiti yeterli ve bütün ek yerleri elektriksel iletkenlik ve mekanik bağlantı bakımından güvenli olmalıdır. Geçici olarak sökme işlemi yapılacaksa iskelet yapısı bölümünün topraklama sisteminden ayrılmasını engellemek için önlem alınmalıdır. Büyük metal iskelet yapılar, topraklama sistemine yeterli sayıda (en az iki noktada) bağlanmalıdır.

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre gerektiğinde önlem alınması gereken durumlar şunlardır:

- Metal bölümlerin, topraklama sisteminin bulunduğu alandan dışarı çıktığı noktada sistemle olan bağlantısının kesilmesi
- İletken bölüm veya alanların yalıtılması
- İletken bölüm veya alanların etrafına, dokunmayı önlemek üzere uygun engeller tesis edilmesi
- Farklı topraklama sistemlerine bağlı bölümler arasına yalıtkan engellerin tesis edilmesi
- Uygun potansiyel düzenlenmesi yapılması
- Uygun düzenekler kullanılarak aşırı gerilimlerin sınırlandırılması

Normal olarak tehlikeli potansiyel farklarının meydana gelmeyeceği yerlerde yüksek gerilim tesisine ilişkin topraklama sistemi; bir global topraklama sisteminin bir bölümünü oluşturuyorsa yalıtılmış boru, kablo vb. nin iletken bölümleri uzaktaki bir toprak potansiyeline bağlıysa ve yüksek gerilim tesisinin topraklanmış iletken bölümlerine aynı anda erişebiliyorsa problemler büyür. Buna göre donanımın topraklayıcıdan etkilenen alandan yeterince uzağa yerleştirilmesi gerekir. Bu mümkün değilse gerekli önlemler alınmalıdır. Bununla ilgili genel bir uzaklık belirtilemez, tehlike derecesi her bir durum için özel olarak belirlenmelidir.

Toprak öz direnci; değişik yerlerdeki toprağın cinsi, tane yapısı, yoğunluğu ve nemine bağlı olarak değişir. Tasarımda yerinde ölçme yapılmalıdır. Tablo 7.1'de toprak öz dirençleri gösterilmiştir.

Tablo 7.1: Alternatif Akım Frekanslarında Toprak Öz Direnci (Sık Ölçülen Değerler)

| Toprak Cinsi | Toprak Öz Direnci Pe (Ω) | Toprak Cinsi | Toprak Öz Direnci Pe (Ω) |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Bataklık | 5-40 | Havanın etkisiyle dağılmış taş | çoğunlukla < 1000 |
| Çamur, kil, humus | 20-200 | Kum taşı | 2000-3000 |
| Kum | 200-2500 | Granit | > 50000 |
| Çakıl | 2000-3000 | Morenin (Buzul taşı) | > 30000 |



Bara iletişim tesisinin bulunduğu bölgede her bir potansiyel dengeleme iletkeninin cihazlara olan uzunluğu, yaklaşık 10 m'yi aşmayacak şekilde düzenlenmelidir. Koruma amaçlı potansiyel dengelemesi için iletişim tesisinin dokunmaya açık bütün iletken kısımları (gövde), potansiyel dengeleme barasıyla bağlanmalıdır. Bu husus, koruma iletkeni bağlantısı olmayan iletişim cihazları ve koruma yalıtımlı kısımlara sahip cihazlar için de geçerlidir.

Bir santral veya ana indirici merkeze ilişkin topraklama tesisinin bulunduğu bölge içinde döşenen ve kendi potansiyel dengeleme barası bulunan bir cihaz grubuna giden iletişim kablosunun zırhı, iletken kılıfı, ekranı ve kablo başlığı tercihen topraklama birleştirme iletkeni ile potansiyel dengelemesine dâhil edilmelidir. Bununla birlikte potansiyel dengeleme iletkeninin kesiti, iletişim tesisinden potansiyel dengeleme barası santral veya ana indirici merkezin topraklama tesisine ortak topraklama birleştirme iletkenine giden potansiyel dengeleme bağlantısının kesitinden daha büyük olmamalıdır.

Bir santral veya ana indirici merkezin iletişim tesisindeki iletişim cihazlarına ilişkin cihaz grupları, bir potansiyel dengeleme barasından yaklaşık 10 m daha uzakta bulunabilir. Böyle bir durumda düzeneklerin bulunduğu yerde düzeneklere ilişkin bir potansiyel dengeleme barası düzenlenmeli ve koruma potansiyel dengelemesi yapılmalıdır. Bir santral veya ana indirici merkeze ilişkin iletişim sisteminin potansiyel dengeleme baraları birbirleriyle en kısa yoldan bağlanmalıdır. Potansiyel dengeleme bağlantısının kesiti, santralin ve ana indirici merkezin potansiyel dengeleme barası ile ortak topraklama birleştirme iletkeni arasındaki potansiyel dengeleme iletkeninin en küçük kesitine eşit olacak şekilde seçilmelidir.

İletişim düzenlerinin bağlantı kabloları, bunların azalma etkilerinden yararlanmak amacıyla potansiyel dengeleme bağlantılarının hemen yakınından çekilmelidir. Azalma etkisi, potansiyel dengelemesinin iletken kablo merdivenleri veya tavaları ile yapılması durumunda artırılabilir. Bağlantı kablolarının iletken dış kılıfları veya ekranları her iki uçundan potansiyel dengelemesine dâhil edilebilir. Bağlı bulunan iletişim cihazları, hatların kesişim yerlerinde beklenen etkilenme gerilimlerine uygun olarak korunmalıdır. Bir iletişim tesisinin iletişim düzenleri, tüketici tesisinin farklı alt dağıtım panolarına bağlıysa bağlantı trafiğindeki fonksiyon bozulmalarının önlenmesi için iletişim akım devrelerinde gerektiğinde potansiyel ayırma gibi önlemlere başvurulur.

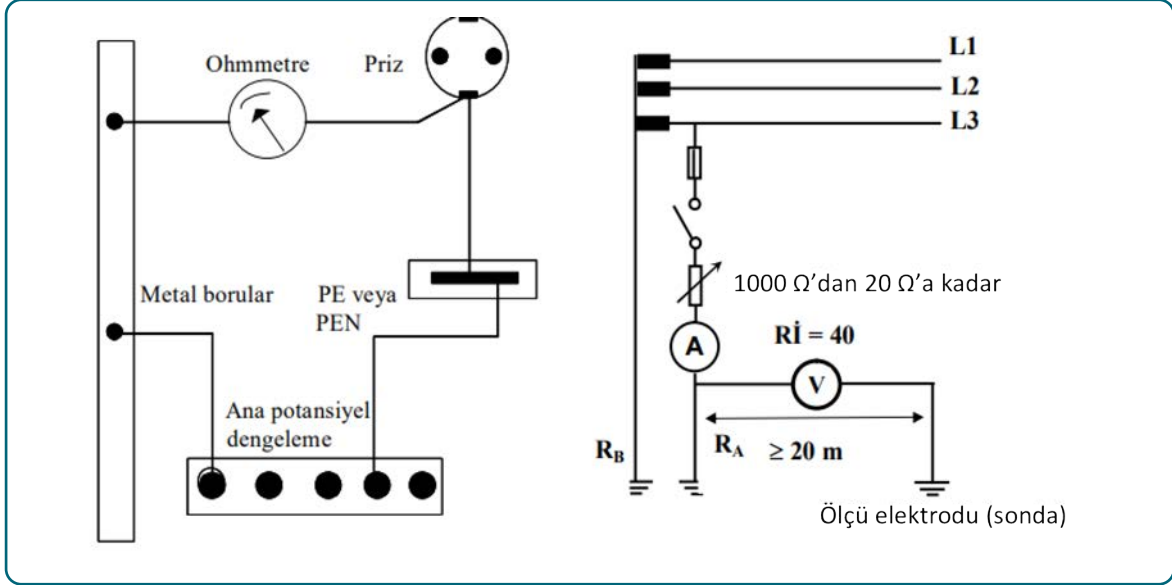
Dokunulabilir iletken kısımları bulunan iletişim cihazları (örneğin iklim koşullarına dayanıklı iletişim cihazları), yüksek gerilim işletme cihazlarının dokunmaya müsait iletken kısımlarıyla (gövde) el mesafesinde bulunabilir. Bu durumda iletişim cihazı; haberleşme bağlantı kablosunun zırhı, iletken dış kılıf ve iletken ekranıyla aynı şekilde santral veya ana indirici merkezin topraklama tesisine en kısa yoldan bağlanmalıdır.

Kuvvetli akım tesisleri, santrallere veya ana indirici merkezlere yerleştirilen haberleşme kablolarını etkilediği için bununla ilgili gerekli önlemler alınmalıdır. Yıldırım etkisiyle ortaya çıkan aşırı gerilime karşı bu kablolar uygun şekilde korunmalıdır.

İletişim sisteminin topraklama tesisine ile santral veya ana indirici merkezin topraklama tesisine arasındaki yüksek gerilim direkleri veya bunların yıldız noktaları doğrudan veya akım sınırlandırıcı dirençler üzerinden topraklanmış şebekelerdeki potansiyel sürüklenmelerinden olan minimum mesafeleri, topraklama tesislerinin kenarları baz alınarak verilmiştir. Aynı minimum mesafeler; örneğin dağıtım panosu, ankesörlü telefonlar gibi toprak potansiyeline bağlı ve halka açık iletişim tesis kısımları için de geçerlidir. Münferit durumlarda topraklayıcıların veya bunlara iletken olarak bağlı bulunan tesis kısımlarının yer değiştirmesi ya da tesis kısımlarının topraklayıcılardan ayrılması durumunda minimum mesafelerin hâlâ sağlanıp sağlanamayacağı kontrol edilmelidir. İletişim kablolarının yüksek gerilim topraklama tesislerine yaklaşması durumunda iletişim sistemlerinin işletme akım devreleri ve iletken kablo dış kılıfları için uygun (DIN VDE 0845) koruma önlemleri alınmalıdır.

7.5. ÖLÇÜ ALETİ KULLANILARAK YG TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre her topraklama tesisi, kullanıcı tarafından işletmeye alınmadan önce montaj ve tesis aşamasında gözle muayene edilmeli ve kontrolden geçirilmelidir. Topraklama tesislerinin bir yerleşim planı bulunmalıdır. Montaj sırasında özellikle bağlantılarda korozyona karşı korunma için doğru önlemlerin alınıp alınmadığı göz muayenesi ile kontrol edilmelidir. Gerek tesis etme aşamasında gerekse işletme dönemindeki muayenede ölçme ve denetleme periyotları yapılmalıdır. Topraklama direnci, kompanzasyon veya akım-gerilim yöntemiyle ölçülebilir (Görsel 7.4).



Görsel 7.4: Topraklama iletkenleri

Yoğun yerleşim bölgelerinde kapalı çevrim empedansının, iki topraklayıcı ile akım ve gerilim yöntemine göre ölçülmesi mümkündür. Ölçülen topraklayıcı, koruma iletkeni veya PEN iletkeninden ayrılır. Topraklayıcı ve daha uzaktaki düşük dirençli topraklama tesisi arasındaki (örneğin bir TN sistemindeki PEN iletkeni) direnç ölçülür. Ölçülen değer, izin verilen en yüksek topraklama direncine eşit veya bundan küçük olmalıdır. Ölçme için topraklayıcı ile ana topraklama barası arasındaki iletken; topraklama barasından ayrılarak ölçme cihazının bir ucuna, ana iletken de ölçme cihazının diğer ucuna bağlanır ve topraklama direnci ölçülür. Yatay doğrultuda geniş alan kaplayan topraklayıcılarda gerilim konisinin şekli değişir. Büyüklük belirlemek üzere yapılan ölçmelerde ölçülecek topraklayıcı, yardımcı topraklayıcı ve gerektiğinde ölçme sondasının gerilim konilerinin birbirleriyle kesişmemeleri hatta birbirlerine dokunmamları gerekir. Topraklama direncinin ölçülmesinden önce daima topraklayıcının konumu ve şekli hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Ölçülen topraklayıcı, yardımcı topraklayıcı veya ölçme sondası arasındaki bölge; metal boru hatları, toprağa gömülü iletken topraklama tesisleri ve katodik (bir tür metal koruma metodu) koruma tesislerinden arındırılmış olmalıdır. Bu sağlanmadığı takdirde yardımcı topraklayıcıya olan uzaklık metal kısımlardan başlamalıdır.

Örnek olarak verilen ölçme yöntemi için kontrol edilecek topraklama direnci, topraklanmamış bir ana iletken ile aşırı akım koruma düzeninden sonra bağlanan ve 1000 W ile 20 W arasında ayarlanabilen bir direnç ve ampermetre üzerinden bağlanır. Daha sonra ön dirençten itibaren R_i iç direnci yaklaşık 40 kW olan bir voltmetre ve topraklayıcı ile en az 20 m uzaklıktaki ölçme elektrodu (sonda) arasındaki gerilim ölçülür. Topraklama direnci, ölçülen gerilimin akıma bölünmesiyle bulunur.



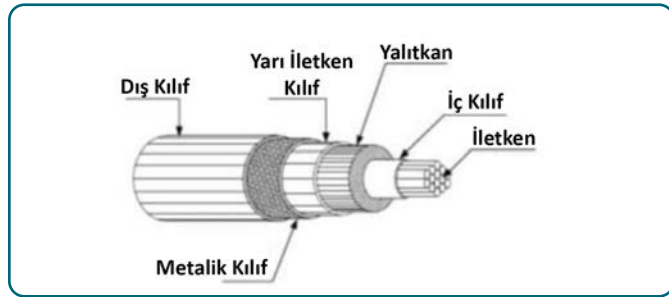
Sık yerleşim bölgelerinde topraklama direncinin ölçülmesi için gerekli sondaları referans toprağa yerleştirmek genelde mümkün değildir. Bunun yerine iki topraklayıcı üzerinden çevrim direncini ölçmeye izin verilir. Ölçülen değer, şart koşulan topraklama direncine eşit veya ondan daha küçük olmak zorundadır. Kompanzasyon ölçme yöntemine göre iki veya dört iletkenli ölçme yöntemiyle yapılan bu ölçmede akım ve gerilim ölçme yöntemiyle elde edilenden daha değişik (yani çoğunlukla daha yüksek) değerler elde edilebilir. Bu nedenle iki topraklayıcı üzerinden yapılan ilk kontroller sadece son olarak belirtilen ölçme yöntemine göre yapılmalıdır. Ölçme sonuçlarının değerlendirilmesi sırasında ortam sıcaklığı ve toprak neminin, topraklama dirençlerinin değerleri üzerindeki mevsimlere bağlı etkileri dikkate alınmalıdır.

7.6. YG YER ALTI KABLO TESİSLERİNDE YAPILACAK TOPRAKLAMA

Günümüzde hızla değişen çevre koşulları ve arıza durumlarına göre havai hatlar yerini yer altı kablolu enerji nakil hatlarına bırakmıştır. Yer altı hatlarında kullanılan kablolar hem dış etkilere karşı mukavemeti arttırmaya hem de topraklama için gerekli zırh ve katmanlara sahiptir.

Güç kablosunun sahip olduğu katmanlar içten dışa sırasıyla Görsel 7.5'te gösterilmiştir.

- İletken
- İç kılıf
- Yalıtkan (XLPE veya PVC)
- Yarı iletken kılıf
- Zırh (bakır veya alüminyum)
- Dış kılıf



Görsel 7.5: Yüksek gerilim kablosu Dış kılıf, Yarı iletken kılıf, İç kılıf, Metalik kılıf)

Kablo arızaları, genellikle yalıtkan tabakanın zarar görmesi veya çevresel etkilere dolayı zamanla yıpranan kabloların yalıtkanlık özelliğinin kaybolmasından kaynaklanır. Yalıtkanın özelliğini zamanla kaybetmesinde yüksek elektriksel zorlanma ve sıcaklık artışı önemli bir etkidir.

Yüksek gerilim kabloları başlık noktalarından topraklandığında kablonun metalik kılıfından kılıf akımı akmaya başlar. Metalik kılıftan akan akım, kablonun yalıtkan tabakası üzerinde hem sıcaklığı hem de elektrik alanını artırarak yalıtkanın özelliğini kaybetmesine ve kablonun arızalanmasına neden olur. Kablo başlıkları üretilirken yapılan imalat hataları da kabloda arızaya yol açabilir. Bir diğer arızalanma nedeni yük akımından kaynaklı harmonik akımlarıdır. Kablonun metalik kılıfı bir transformatör gibi davranacağı için metalik kılıfta akım harmonikleri görülür. Ortaya çıkan harmonik akımlar hem kılıf gerilimini hem de sıcaklığı artırır.

Metalik kılıf, yalıtkan tabakayı korurken yük akımından dolayı üzerinde potansiyel fark oluşur. Metalik kılıf topraklanmazsa kablo uzunluğunun da artması ile kılıf üzerindeki gerilim büyür. Özellikle yüksek gerilim kablosuna kablo başlığı takılırken yalıtkan üzerinde bulunan yarı iletken malzeme, yalıtkan üzerinden kazındığı için kılıf üzerindeki gerilim artışı kablo başlığı üzerinde dengesizlik ve yüksek elektrik alanı oluşmasına neden olur. Bu yüzden yüksek gerilim kabloları kablo başlık noktalarından kılıf üzerindeki potansiyeli sıfırlamak için topraklanır.

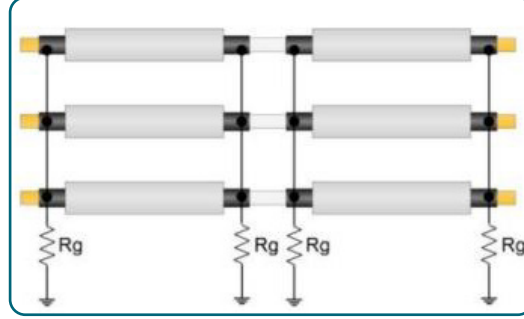
Topraklama yöntemine göre akım taşıma kapasitesi değişir. Topraklama yöntemlerinde en çok kullanılan bağlantılar; iki uçtan, tek uçtan ve çaprazlanmış topraklamadır. Kablo topraklaması için seçilen yönteme göre zırh ve ekran katmanlarında gerilim veya akım endüklenir. Bu durum, kabloların güvenli işletilmesini ve akım taşıma kapasitesini doğrudan etkiler.



İki Uçtan Topraklama

İki uçtan topraklama [both end grounding (bot end grağnding)] yöntemine göre üç fazlı sistemlerde faz kablolarının her birinin ekranları aynı yerden birleştirilerek topraklanır (Görsel 7.6). Topraklama bağlantısı kablunun her iki ucu için de yapılır. Bu bağlantı yapıldığında kablo çevresinde kablunun içinden geçen akıma bağlı olarak oluşan manyetik alandan dolayı metalik ekranda akım endüklenir. Oluşan akımın meydana getireceği ısı etkisi kablunun soğumasına engel olacağından akım taşıma kapasitesi bir miktar azalır. Dolayısıyla her iki uçtan topraklama yöntemi için zırh ve ekran kayıpları oluşur.

İki uçtan topraklı sistemlerde kablo zırhından akan akımlar, kablo çekirdeğinden akan akımla doğru orantılıdır. Bu akımların, ekran ve zırhın taşıyabilecekleri değerlerin üzerine çıkması kablo arızalarına sebep olur. Kablo ekranları üzerinden ve kablunun içinden kısa devre akımı geçmesi durumu kablo seçiminde dikkate alınmalıdır.



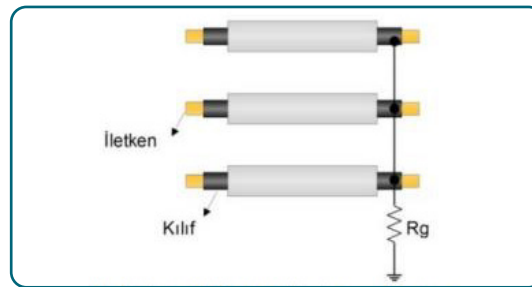
Görsel 7.6: İki uçtan topraklama

Tek Uçtan Topraklama

Tek uçtan topraklama [single end grounding (singil end grağnding)] yönteminde zırhlar, üç faz kablosu için de tek noktadan birleştirilir ve beraber topraklanır (Görsel 7.7). İki uçtan topraklama yönteminden farklı olarak burada işlem yalnızca kablunun bir ucunda gerçekleştirilir. Zırh ve metalik ekran tek uçtan topraklandığında akım yolu kapanmayacağından kablo zırhı üzerinde akım endüklenemez. Ekran ve zırhtan akım akmayacağı için kablo sadece çekirdek akımından dolayı ısınacaktır. Bundan dolayı iki uçtan topraklama yöntemine göre bu yöntemde akım taşıma kapasitesi daha yüksek olur. Sirkülasyon akımları oluşmadığından tek uçtan topraklamada zırh ve ekran kayıp faktörleri (λ_1 ve λ_2) sıfır olarak kabul edilir.

Tek uçtan topraklama yönteminde topraklanmamış olan açık uça gerilim yükselmesi söz konusudur. Bu yükselme kablunun cinsi, kesiti, uzunluğu ve kablodan akan akıma bağlı olarak da değişim gösterir. Kablodaki yalıtkan katmanlar, dayanma gerilimlerini aştığı zaman arızalara ve/veya can kayıplarına neden olabilir.

Yaygın uygulamalarda zırh gerilimi için sınır değer 200 V olarak belirlenir ancak kablunun kullanıldığı sistemin gerilim seviyesi de önemlidir. Türkiye’de 154 kV sistemlerde zırh gerilimin sınır değeri 150 V, 380 kV sistemlerde ise 200 V olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin kullanılan kablo cinsi, kesiti, uzunluğu gibi bilgiler dikkate alınarak hesaplanması ve ilgili yönetmeliklere göre mutlaka kontrol edilmesi sağlanmalıdır.

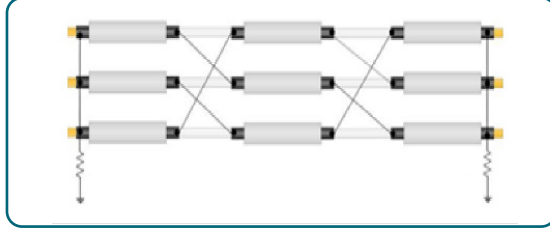


Görsel 7.7: Tek Uçtan Topraklama



Çapraz Bağlantılı Topraklama

Çapraz bağlantılı topraklama [cross linked grounding (kıros linkt grağnding)] yönteminde yüksek gerilim hattı, hat boyunca eşit bölümlere ayrılır. Bu bölümlerin sadece zırh ve ekranları birbirine çapraz şekilde bağlanır (Görsel 7.8). Kablo zırh ve ekranları en uç noktalardan birleştirilerek topraklanır. Bu sayede kabloda topraklanmamış açık uç kalmadığı için gerilim yükselmesi meydana gelmez. Benzer şekilde çaprazlamadan kaynaklı sirkülasyon akımlarının bileşkeleri de azalır. Kablo eşit uzunlukta, üç veya üçün katları sayısında bölümlere ayrılırsa sirkülasyon akımlarının bileşkesi sıfırlanabilir. Böyle bir uygulama için gerilim yükselmesi ve sirkülasyon akımı sıfır kabul edilebilir.



Görsel 7.8: Çapraz topraklama

Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre yer altı kablo hatlarında yapılacak bir işlemde elektrik kesilmesinden hemen sonra kapasitif boşalmayı sağlamak için üzerinde çalışılan kabloların bütün iletkenleri kısa devre edilerek topraklanmalıdır.

Yer altı kablolu şebekelerde, iç aşırı gerilimlere karşı parafudr veya arktan dolayı zarar oluşmayacak yerlerde eklatör (atlama aralığı) kullanılması tavsiye edilir. Yer altına dönecek kablolar, sokak ve alanlarda en az 80 cm derinliğe gömülmelidir. Bu yerlerin dışında kablonun gömüleceği derinlik en az 60 cm olmalıdır. Bu derinlik zorunlu durumlarda özel koruyucu önlemler alınarak 20 cm dolaylarında azaltılabilir.

Yer altı kablosu ile gaz ve petrol boru hattı arasında izole PVC veya PE gibi maddeler konulmalıdır. Buna benzer maddelerin boyutları ve et kalınlığı en az 5 mm olmak şartı ile uzunlukları şu şekilde olmalıdır:

- Kesişme hâlinde gaz veya petrol boru hattı çapı, 2 kat genişliğinde ve kesişim iz düşümleri 2 kat uzunluğunda olmalıdır.
- Paralel gitme hâlinde gaz veya petrol boru hattı çapı, 2 kat genişliğinde ve normal paralellik mesafesi kadar uzunlukta olmalıdır.

Toprağa doğrudan gömülü kabloların çelik zırhlı olması uygundur. Çelik zırhsız kabloların, yer altında beton kanallar ve büzler ya da beton muhafaza içine alınmış PVC borular içinde kullanılması uygun olur.

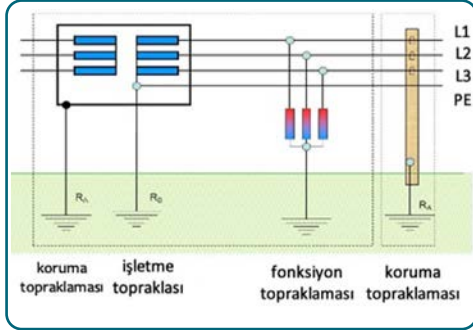
NOTLAR

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



7.1. UYGULAMA TOPRAKLAMA SİSTEMLERİ

AMAÇ: Elektrik üretim, iletim ve dağıtım tesislerinde koruma amaçlı topraklama sistemleri kurmak.



Görsel 7.9: Topraklama bağlantı şeması

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|-------------------|---------|
| Topraklayıcı | Bakır | 4 adet |
| Kablo | 6 mm ² | 1500 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Topraklama çubuklarını dörder metrelik mesafelerde toprağa monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 7.9'da verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Topraklama Sistemleri uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



TOPRAKLAMA SİSTEMLERİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

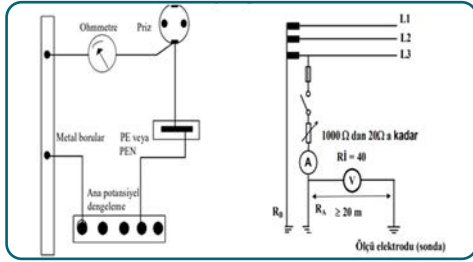
| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Topraklama Sistemleri uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puan]</p> | | | | | | |



7.2. UYGULAMA

ÖLÇÜ ALETİ KULLANILARAK TOPRAKLAMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ

AMAÇ: Topraklama sistemlerinde direnç değerini belirlemek.



Görsel 7.10: Ölçü aleti topraklama bağlantı şeması

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|---------------------------------|-------------------|---------|
| Ohmmetre, voltmetre, ampermetre | 220 V | 3 adet |
| Metal borular | 6 mm ² | 1500 cm |
| Priz | Topraklı | 1 adet |
| Bara | Bakır | 1 adet |
| Direnç | 1 K | 1 adet |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
11. Yüksük, uygun pens vb. kullanarak iletken bağlantılarını yapınız.
12. Görsel 7.10'da verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
13. Öğretmeninizin gözetiminde cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
14. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Ölçü Aleti Kullanılarak Topraklama Direncinin Ölçülmesi uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



ÖLÇÜ ALETİ KULLANILARAK TOPRAKLAMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

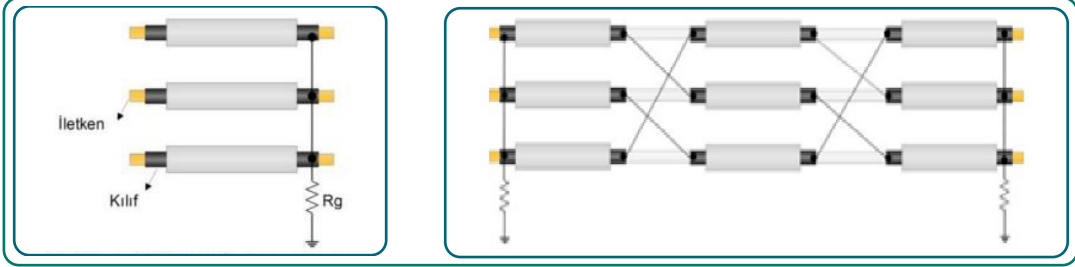
| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Ölçü Aleti Kullanılarak Topraklama Direncinin Ölçülmesi uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



7.3. UYGULAMA

YG YER ALTI KABLO TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA

AMAÇ: YG yer altı kablo tesislerinde topraklama bağlantısı yapmak.



Görsel 7.11: YG yer altı kablo tesislerinde tek taraflı ve çapraz topraklama

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|-------------------|---------|
| Topraklayıcı | Bakır | 4 adet |
| Direnç | 4 K | 3 adet |
| Kablo | 4 mm ² | 1500 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
11. Yüksük, uygun pens vb. kullanarak iletken bağlantılarını yapınız.
12. Görsel 7.11'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
13. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
14. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: YG Yer Altı Kablo Tesislerinde Topraklama uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçüt- lere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



YG YER ALTI KABLO TESİSLERİNDE TOPRAKLAMA UYGULAMASI DERCELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: YG Yer Altı Kablo Tesislerinde Topraklama uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik dokümanları, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) Yüksek gerilim tesisinde fazlar arası gerilimin etkin değeri 1000 V'un üzerindedir.
2. (...) Tehlikeli gerilimin etkin değeri 50 V'un üzerindedir.
3. (...) Topraklama iletkeni üzerine ek olarak bağlanan omik, endüktif veya kapasitif dirençler üzerinden yapılan topraklamaya dolaylı topraklama denir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme akım devresinde bulunmayan iletken bir bölümün topraklanmasına denir.
5. İşletme akım devresinin bir noktasını cihaz ve tesislerin normal işletilmesi için dirençli ya da dirençsiz olarak topraklamaya denir.
6. Bir iletişim tesisinin veya işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi amacıyla yapılan topraklamaya denir.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıda verilen yöntemlerden hangisi topraklama çeşitlerinden biri değildir?

- A) Dolaylı topraklama B) Açık topraklama C) Kapalı topraklama
D) Koruma topraklaması E) İşletme topraklaması

8. Aşağıdakilerden hangisi Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne göre topraklama tesislerinin kurulmasında yerine getirilmesi gereken koşullardan biri değildir?

- A) Mekanik dayanım B) Isıl dayanıklılık C) İşletme güvenliği
D) İnsanların güvenliği E) Hata akımının hata süresine eşit olması

9. Aşağıda verilenlerden hangisi güç kablosu katmanları içinde yer almaz?

- A) Fiber cam B) Yalıtkan C) Yarı iletken kılıf
D) Zırh (bakır veya alüminyum) E) İç kılıf

10. Aşağıda verilen yöntemlerden hangisi topraklama çeşitlerinden biri değildir?

- A) Münferit topraklama B) Yıldız şeklinde topraklama C) Çoklu topraklama
D) Üçgen şeklinde topraklama E) Yüzeysel topraklama

8.

ÖĞRENME BİRİMİ KORUMA RÖLELERİ

KONULAR

- 8.1. ELEKTRİK SİSTEMLERİNDEKİ ARIZALARIN GENEL NEDENLERİ
- 8.2. KORUMA RÖLELERİNİN KULLANIM YERLERİ VE AMAÇLARI
- 8.3. PARAFUDRUN YAPISI, ÇALIŞMASI VE ÇEŞİTLERİ
- 8.4. PARAFUDR SEÇİMİ, MONTAJ VE BAĞLANTISI
- 8.5. PRİMER KORUMA TEÇHİZATI
- 8.6. SEKONDER KORUMA TEÇHİZATI
- 8.7. TRANSFORMATÖR ZATİ KORUMALARININ AMACI, ÇEŞİTLERİ, ÇALIŞMASI VE EKİPMANLARININ MONTAJI
- 8.8. AŞIRI AKIM KORUMA
- 8.9. TOPRAK AŞIRI AKIM KORUMA
- 8.10. DİFERANSİYEL KORUMA



TEMEL KAVRAMLAR

adım gerilimi, dokunma gerilimi, topraklama, yüksek gerilim

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Elektrik enerjisinin uzak mesafelere iletilmesi konusunda bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.





8.1. ELEKTRİK SİSTEMLERİNDEKİ ARIZALARIN GENEL NEDENLERİ

Elektrik tesislerinde meydana gelen arızalar, bağlı oldukları sistemlerin çalışmasını engeller. Arızalar nedeniyle elektrik sistemlerinin verimliliği düşer. Görsel 8.1'de görülen yüksek gerilim tesislerinde kullanılan kesici, ayırıcı, akım trafosu, parafudr gibi malzemelerin iletkenlerle olan bağlantı noktalarında bakır alüminyum uyumsuzluğu, su, rutubet vb. nedenlerle yanma ve oksitlenme meydana gelir.



Görsel 8.1: YG iletim hattı

Elektrik sistemlerindeki arızaların nedenleri şunlardır:

- Oksitlenme, elektrik tesislerinde arıza oluşmasına neden olur.
- Kullanılan teçhizatların zamanla yıpranması ve yenisiyle değiştirilmemesi durumunda tesislerde arızalar oluşur.
- Gerekli bakım ve onarımların zamanında yapılmaması elektrik sistemlerinde oluşan arızaların en temel nedenleri arasındadır.
- Sisteme eklenen yeni yükler yeni altyapı çalışmalarını gerektirir. Buna uygun olarak enerji tesisleri yeniden yapılandırılmalıdır aksi takdirde sık sık enerji kesintileri meydana gelir.
- Açık şalt sahalarında gerekli önlemler alınmadığında yabani hayvanların neden olacağı arızalar oluşabilir. Örneğin yüksek gerilim iletim hatlarına konan kuşlar nedeniyle bu hatlarda arızalar meydana gelir.
- Elektrik tesislerinde uygun değerde koruma elemanları kullanılmadığında enerji kesintileri yaşanır.
- Deniz kenarına yakın yerlerde nem ve tuzlanmadan kaynaklanan iletken madde korozyonu yaşanır.
- Yüksek gerilim sistemlerinde arıza ararken hat radarları yerine insan eliyle arıza arama, enerji kesintilerine neden olur.
- Asit laboratuvarının olmaması, izolasyon yağlarının asitlenme, nemlenme ve yaşlanması nedeniyle arızalar meydana gelir.
- Mevsimsel farklardan dolayı iletim hatlarında toz ve nemden kaynaklı oluşan kirli tabaka arızaya neden olur.
- Yıldırım gibi atmosferik olaylar sonucu arızalar oluşabilir.
- Elektrik sistemlerinde meydana gelen faz faz, faz toprak gibi kısa devreler ve hatlarda kopma nedeniyle de arızalar oluşur.
- Aşırı yüklenme sonucu iletim hatlarında arızalar meydana gelir.
- Sistemde oluşan aşırı gerilimler sonucu arızalar meydana gelir.



8.2. KORUMA RÖLELERİNİN KULLANIM YERLERİ VE AMAÇLARI

Elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında güvenli ve sürekli bir enerjinin sağlanması büyük önem arz eder. Zorunlu hâllerde kesintinin lokal ve kısa süreli olması hedeflenir. Ayrıca enerji kesintisinden dolayı oluşan kayıpların minimum düzeyde tutulması istenir.

Koruma sistemlerinde amaç; genel olarak alternatör, transformatör, hat gibi şebeke elemanlarının birinde kısa devre veya izolasyon hatası sonucunda oluşabilecek arıza akımlarının veya aşırı gerilimlerin yol açabileceği zararları minimuma indirmektir.

Elektrik tesislerinde arıza nedeniyle oluşabilecek hasarların önüne geçmek amacıyla koruma röleleri kullanılır. Koruma röleleri; üretim, iletim ve dağıtım hatları boyunca oluşan arızalarda şebeke, alıcı yükler ve canlıları koruyan elemanlardır.

Enterkonekte şebeke sisteminde meydana gelen kısa devre arıza akımı, şebekenin birkaç farklı kaynaktan beslenmesinden dolayı yüksek değerler alır. Bu nedenle enerji hattının kısa devre olan kısmı belirlenerek hattın hızlıca devre dışı bırakılması gerekir. Aksi durumda alternatör ve transformatör gibi elemanların çok kısa sürede zarar görmesi sonucunda yüksek gerilim sisteminin tamamında enerji kesintisi olur.

Gece geç saatlerde şebekeden beslenen alıcılar azalır. Dolayısıyla alternatör uyarımları da bu saatlerde çok küçüktür. Alıcıların azaldığı saatlerde oluşacak bir kısa devre durumunda hatlardan geçecek akımlar da küçük olur. Küçük akım değerleri, koruma amacıyla kullanılan aşırı akım rölelerinin çalışmaları için yeterli olmaz. Bu amaçla kullanılan mesafe röleleri, kısa devre arıza durumlarında arızalı kısmı tespit ederek devre dışı bırakır. Böylece elektrik tesisinin sadece arızalı bölümünü devre dışı bırakarak hattın sağlam bölümlerinde enerji sürekliliğini sağlar. Ayrıca izolasyon hatası sonucu transformatör ve alternatörlerin faz sargıları arasında oluşan kısa devreler veya bir fazın kendi sargıları arasındaki kısa devreleri önlemek için büyük ve güçlü transformatör ile alternatörlerde sargı kısa devre koruma rölesi kullanılır.

Enerji iletim hatlarının korunmasında aşırı akım, diferansiyel, mesafe rölesi gibi farklı tipte röleler kullanılır. Ayrıca iletim hatlarını korumak için yaygın olarak mesafe koruma ve aşırı akım koruma röleleri de tercih edilir. Günümüzde kullanılan elektromekanik röleler, teknolojik gelişmelere bağlı olarak yerini elektronik ve mikrodenetleyicili statik rölelere bırakmıştır.

8.3. PARAFUDRUN YAPISI, ÇALIŞMASI VE ÇEŞİTLERİ

Parafudr; yüksek gerilim hatlarında yıldırım düşmesi, anahtarlama, rezonans, kısa devre arızaları gibi durumlarda oluşan ve yüksek gerilim şokları sonucu meydana gelen aşırı gerilimi, sistemi korumak amacıyla toprağa deşarj eden koruma cihazıdır. Bir diğer deyişle parafudr, darbe akımını yönlendirerek gerilimi sınırlayan ve tesisin normal çalışma durumunu sağlayan koruma elemanıdır.

Tesis, nominal çalışma gerilimindeyken parafudrlar yalıtkan durumdadır. Parafudr, elektrik tesislerinde yüksek gerilim meydana geldiğinde iletme geçerek gerilimi kendi üzerinden toprağa iletir. Aşırı akımın etkisi geçince eski yalıtkan durumuna geri döner.

Parafudrların koruma sağladığı tipler şunlardır:

Yıldırım Darbe Gerilimine Karşı Koruma (Tip-1, B): Direkt olarak yıldırıma maruz kalan trafo, ana dağıtım panosu, invertör gibi yerlerde kullanılır.

Şebeke Aşırı Gerilimine Karşı Koruma (Tip-2, C): Şebeke darbe gerilimine karşı koruma sağlar. Tip-1 ve Tip-2 beraber kullanılarak da yıldırım ve şebeke gerilimine karşı ortak koruma sağlanır.

Data ve Sinyal Hatları Koruması (Tip-3, D): Haberleşme modülleri, Cat5-Cat6 kabloları, DC güç kaynakları ve kamera girişlerinde yıldırım ve aşırı gerilimlere karşı koruma sağlayan parafudrlardır.



8. ÖĞRENME BİRİMİ

Elektrik tesisatının bulunduğu tesiste ya da tesisin 50 m yakınında paratoner varsa ana besleme panosuna sayaçtan önce sadece Tip-1 veya Tip-1 ve Tip-2 beraber bağlanmalıdır. Paratoner yoksa Tip-2 parafudr, tesis içi dağıtım panolarına sayaçtan sonra bağlanır. Dağıtım panolarına 30 m mesafedeki data sinyal, uydu ve bilgisayar hattını korumak için ise Tip-3 parafudrlar bağlanmalıdır.

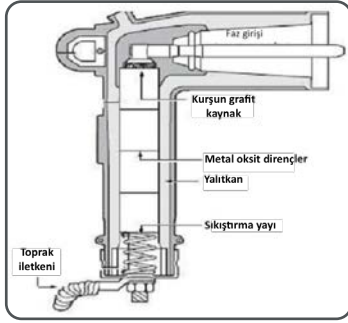
Parafudrlar, genel olarak silisyum karbür (SiC) ve metal oksit (MO) dirençli olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca kullanıldıkları yerler, yalıtım ortamları, gövdelerinin porselen ya da polimer olması gibi çeşitli durumlara göre de alt sınıflara ayrılır.

Parafudr çeşitleri şunlardır:

- Yapılarına göre değişken dirençli, metal oksit dirençli, borulu ve deşarj tüplü parafudrlar
- Gerilimlerine göre alçak, orta ve yüksek gerilim parafudrları
- Tesisatın özelliğine göre faz (faz toprak arasına bağlanan), yıldız noktası (trafonun yıldız noktasına bağlanan) ve özel amaçlı parafudrlar

Yapılışlarına Göre Parafudrlar

Değişken Dirençli Parafudrlar: Atlama aralıkları (seri eklatör) ve değişken dirençlerden oluşan bir yapıya sahiptir (Görsel 8.2). Gerilim arttıkça direnç değeri azalır. Atlama aralığından geçen aşırı gerilim, direnç üzerinden faz toprak arasına bağlı parafudrdan geçerek toprağa akar.



Görsel 8.3: Metal oksit dirençli parafudr

Borulu Parafudrlar: Aşırı gerilim sonucu oluşan akım, direkt olarak toprağa aktarılır. Bu esnada oluşan ark, basınçlı gaz ile söndürülür.

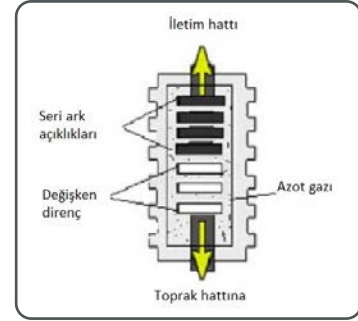
Deşarj Tüplü Parafudrlar: Aşırı gerilim sonucu oluşan akım, borulu tip parafudrlarda olduğu gibi deşarj tüplü parafudrlarda da direnç kullanılmadan toprağa aktarılır.

Gerilimlerine Göre Parafudrlar

Yüksek Gerilim Parafudrları: Çalışma gerilim değerleri 1000 V'un üzerinde olan parafudrlardır. Yapılarında metal oksit dirençler vardır. Dış kılıfları, porselen veya polimerden üretilir. Şalt sahalarında transformatörleri korumak amacıyla kullanılır.

Kısa devre durumunda arızaya rağmen parafudrların sistemde bağlı kalması, sisteme yeniden enerji verilirken sorunlar yaşanmasına neden olabilir. Bu amaçla kullanılan parafudr ayırıcıları, arızalı parafudrları sistemden ayırırken aynı zamanda tesisin en kısa sürede yeniden devreye alınmasını da sağlar (Görsel 8.4).

Parafudrun bünyesinde bulunan darbe sayıcı, parafudrdan toprağa yönlendirilen aşırı gerilim darbelerinin sayısını kaydeder. Ayrıca parafudrun sızıntı akımını ölçer.



Görsel 8.2: Değişken dirençli parafudr

Metal Oksit Dirençli Parafudrlar: Yapısında atlama aralıkları ve direnç bloğu yerine metal oksit direnç bloğu (ZnO) bulunur (Görsel 8.3). Parafudr sürekli olarak devrededir ve üzerinden küçük miktarlarda akımın geçmesine izin verir.



Görsel 8.4: Parafudr ayırıcı



8.4. PARAFUDR SEÇİMİ MONTAJ VE BAĞLANTISI

Parafudr seçilirken sürekli çalışma gerilim değeri (U_c), parafudr gerilim koruma seviyesi (U_p), yıldırım ve şebeke darbe değeri ile nominal akım değeri (anma boşalma deşarj gerilimi) göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca parafudr tipi belirlenirken gerilim değeri, darbe anma akımı ve kısa devre akımı da dikkate alınmalıdır.

Sistemin toprak katsayısı (e) değeri $< 0,8$ ise sistem doğrudan topraklı, (e) değeri $> 0,8$ ise nötrü izole edilmiş olarak kabul edilir.

Yıldız noktası yalıtılmış veya üçgen devrelerde parafudrun fazlar arası gerilim değeri şu formülle hesaplanır:

$$(0,8 < e < 1) \text{ olan sistemlerde } U_p = 1,1 \times U_n$$

Yıldız noktası doğrudan topraklı sistemlerde parafudrun fazlar arası gerilim değeri ise

$$U_p = 1,1 \times U_n \times e \text{ (} e = 0,8 \text{ alınır.) formülü ile hesaplanır.}$$

Örneğin 154/34,5 kV indirici merkezde transformatörün 34,5 kV (U_n) sargısının yıldız noktası 60Ω direnç üzerinden topraklı ise transformatörü korumak için kullanılacak parafudrun gerilimi şu şekilde hesaplanır:

60Ω 'luk direnç nedeniyle transformatörün nötrü yalıtılmış kabul edilir ($e > 0,8$).

$$U_p = 1,1 \times U_n = 1,1 \times 34,5 = 37,95 \text{ kV olarak bulunur. Bu durumda } 37 \text{ kV'luk ya da } 36 \text{ kV'luk parafudr seçilmelidir.}$$

Örnek: Bir 154/34,5 kV indirici merkezde transformatörün 34,5 kV sargısının orta noktası doğrudan topraklıdır. Transformatörü korumak için kullanılacak parafudrun gerilimi ne olmalıdır?

Çözüm: $U_p = 1,1 \times U_n \times e = 1,1 \times 34,5 \times 0,8 = 30,36 \text{ kV}$ olarak bulunur. 30 kV'luk parafudr seçilir.

Parafudrlar; şalt sahaları, transformatör direkleri, uzun hatların belirli noktaları, transformatör merkezleri, uzun branşman hatlarının ayırım noktaları ve alçak gerilim şebekelerinde her besleme noktasındaki ana bara üzerine bağlanır. Havai hatları ile uzunluğu 30 m'yi aşan yer altı kablolarının birleştiği noktalara, parafudr konarak hatların korunması sağlanır. Hava hattı ile seri olarak yer altı kablolarının bağlantısı varsa kabloların bu hat ile birleştiği noktalara parafudrlar bağlanmalı, kablolar havai hattan yansıyacak dış aşırı gerilimlere karşı korunmalıdır.

Parafudrun montajı yapılırken şu hususlara dikkat dilmelidir:

- Parafudrun dış yalıtkan kısmının zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Bu amaçla parafudrun dışındaki ambalaj, montaj yapılarına kadar çıkarılmamalıdır. Zedenlenmesi durumunda parafudr ark yapabilir.
- Parafudr kesinlikle darbe almamalı ve herhangi bir fiziksel zarar görmemelidir.
- Parafudrun montajında uygun civata, somun, sabitleme laması ve anahtar takımları kullanılmalıdır. Civata, somun ve lama paslanmaz tipte seçilmelidir.
- Parafudrun topraklama bağlantısı için seçilen iletkenler, galvaniz metal dikdörtgen kesitli veya yalıtılmış 50 mm^2 kesitinde olmalıdır.
- Parafudrlar şebekeye bağlanırken daire kesitli bakır iletken veya havai hat iletkeni (çelik alüminyum) kullanılması zorunludur.
- Parafudrun topraklama bağlantıları ayrı yapılmalıdır. Toprak geçiş direnci 4Ω 'dan küçük olmalıdır. İşletme topraklaması, koruma topraklamasından uzak ve toprak geçiş direnci 2Ω 'dan küçük olmalıdır. Bu topraklama eklatörler ve trafo gövde topraklaması birlikte yapılabilir ancak toprak geçiş direnci 4Ω 'dan küçük olmalıdır.
- Topraklama yapılırken galvaniz veya bakır kazık tercih edilmelidir. Civata ve bağlantı yerlerinde temas sorunu yaşanmaması için bağlantı yerleri temiz ve oksidasyonsuz olmalıdır.



8.5. PRİMER KORUMA TEÇHİZATI

İletim ve dağıtım sistemlerinde koruma röleleri doğrudan doğruya tesislere bağlanırsa primer koruma yapılır. Koruma röleleri; aşırı akım ve gerilim ile düşük gerilime karşı koruma yapar. Primer koruma sisteminde hata akımı ya da gerilimi direkt olarak koruma elemanı üzerinden geçer. Röleler, açma işlemini aynı eleman (eriyen telli sigorta, termik manyetik şalter vb.) üzerinden gerçekleştirir.

Koruma rölelerindeki çalışma süresinin değişiklik gösterme nedenleri şunlardır:

- Polarizasyon geriliminin ayarların üzerine çıkması
- Artık akımın ayarların üzerine çıkması
- Artık akım ile polarizasyon gerilimi arasında oluşan farkın, artık akıma müdahale gerektirecek düzeye ulaşması

Röleler; yaptıkları göreve, korudukları cihazlara ve çalışma prensiplerine göre de sınıflandırılabilir.

Korudukları Cihazlara Göre Röleler: Alternatör, bara, trafo ve şebeke koruma röleleridir.

Yaptıkları Göreve Göre Röleler: Aşırı akım, hatalı gerilim, kısa devre, stator-gövde koruma, toprak kısa devre, faz kısa devre ve güç rölesi biçiminde gruplandırılabilir.

Çalışma Prensiplerine Göre Röleler: Mesafe ve empedans rölesi, aşırı akım zaman röleleri, diferansiyel röle vb. biçiminde sınıflandırılabilir.

Koruma elemanları, iletim ve dağıtım sistemlerinde primer olarak görev yapar. Koruma röleleri ise primer ya da sekonder bağlanabilir.

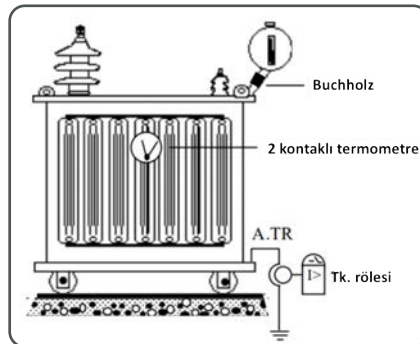
8.6. SEKONDER KORUMA TEÇHİZATI

İletim ve dağıtım sistemlerinde koruma röleleri, bir akım ya da gerilim trafosu gibi ekipmanlar yardımıyla tesislere bağlanırsa sekonder koruma yapar. Yüksek gerilimli büyük ve güçlü devrelerde, elektrik enerjisi sistemlerinde sekonder röle kullanılması zorunludur. Arıza veya herhangi bir nedenle koruma sistemi üzerinden açma ya da kapama işlemi sırasında tehlike oluşturabilecek ark, elektriksel deşarjlar, çarpılma vb. meydana gelebilir. Elektriksel olarak büyük değerlerde gerçekleşen bu durumların önlenmesi için sekonder koruma yapılır. Ayrıca açma kapama elemanlarının fiziki boyutlarından dolayı direkt olarak koruma yapmak zorlaşır.

Sekonder koruma sisteminde korunmanın gerçekleştiği sistemden alınan elektriksel veri değerlendirilerek koruma elemanına açma bilgisi gönderilir. Bu sayede devrenin enerjisi kesilir (örneğin kontaktörlerin otomatik ana şalter ve kesicileri açması gibi).

8.7. TRANSFORMATÖR ZATİ KORUMALARININ AMACI, ÇEŞİTLERİ, ÇALIŞMASI VE EKİPMANLARININ MONTAJI

Transformatör içi meydana gelen arıza durumlarında koruma amacıyla zatî koruma yapılır (Görsel 8.5). Uygulanan koruma yöntemleri çeşitli olup bunların başlıcaları tank, buchholz (bukolz) ve teknik korumalardır.

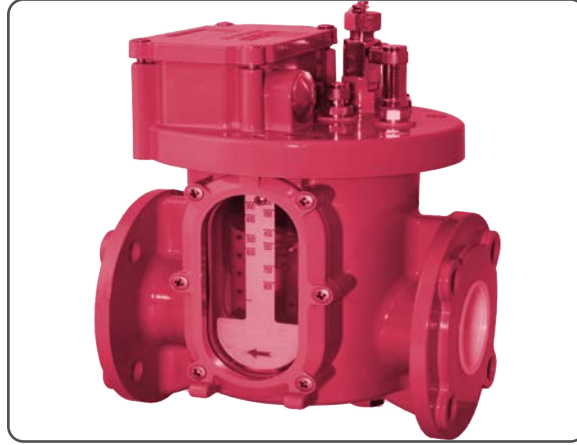


Görsel 8.5: Zatî koruma



Tank Koruma: Sargı ile tank arasında oluşabilecek bir kısa devre durumunda transformatör tankı ile toprak arasına bağlanan ve akım trafosunun sekonderinden enerjilenen bir toprak rölesi sayesinde kesici açtırılır. Böylece trafonun korunması sağlanır. Ayrıca trafonun primer tarafında yer alan toprak rölesi de koruma görevi görür ancak kaynak tarafının izole olması durumunda her iki koruma da çalışmaz.

Buchholz Koruma: Güç transformatörlerinde meydana gelen iç arızalar nedeniyle yağın ısınarak genleşmesi sonucunda ortaya çıkan gazın etkisiyle çalışarak koruma yapan rölelere **buchholz rölesi** denir (Görsel 8.6). **Buchholz koruma** ise transformatör ana tankı ile rezervuar tankı arasına buchholz rölesi bağlanarak yapılan korumadır. Transformatörde iç arıza oluşması durumunda rölenin kapanması için iki açık kontağı vardır. Bunlardan birincisi, küçük arıza akımlarında yardımcı röle sayesinde kontağını kapatarak arıza sinyal lambasının yanmasını sağlar ancak açma yapmaz. İkinci kontak ise büyük iç arıza akımlarında kapanarak kesiciyi açtırır ve sinyal lambasını yakar.



Görsel 8.6: Buchholz rölesi

Bağlantı için kullanılan iletkenler en az 2,5 mm iki tek damarlı çok telli olmalıdır. Aynı zamanda koruma devresi iletkenleri ile alarm devresinin iletkenleri ayrı olmalıdır. Buchholz rölesi, imalatçı firma tarafından montajı yapılmış şekilde teslim edilir. Rölenin montajı yapılırken arıza sonucu oluşan gazın, bağlantı borusundan genleşme tankına geçmesi gerekir. Bunun için buchholz rölesi, transformatör tankından genleşme tankına doğru yani üzerindeki ok yönü genleşme tankını gösterecek şekilde 5° eğimle yükselen düz bir boruya monte edilmelidir. Üretici firmaya bağlı olarak bağlantıdaki bu eğim 2° ile 7° arasında değişir.

Bağlantı yapılırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Bağlantı için hazırlanan kablo uçları klemense uygun ölçülerde açılmalıdır.
- Bağlantı vidaları iletkenlere zarar vermeyecek ölçüde ayarında sıkılmalıdır.
- İletkenler kablo kanallarına düzenli yerleştirilmelidir.
- Bağlantı yapılırken iletkenin izolasyonuna zarar verilmemelidir.

Termik Koruma: Tank üst seviyesinden alınan yağ sıcaklık değeri, transformatör tankı üzerine bağlı bir analog sıcaklık göstergesine aktarılır. Gösterge yolu üzerinde biri sinyal diğeri açma yaptırmak üzere iki kontak bulunur. Bunlardan ilki sinyal alınması istenen ilk sıcaklık değerlerine (genellikle 60 °C -70 °C), ikincisi ise açtırma sıcaklığı olan 80 °C'ye ayarlanır. Bu sıcaklık değerlerine ayarlanmasının nedeni belirtilen sıcaklıkta yağ özelliklerinin değişmesidir.

8.8. AŞIRI AKIM KORUMA

Aşırı akıma karşı en çok kullanılan koruma röleleri, ters zaman-aşırı akım ve ani-aşırı akım röleleridir. Bu röleler hem ana hem de yedek koruma olarak enerji tesislerinde kullanılabilir. Zaman-aşırı akım röleleri hattan geçen akıma istenen bir zaman gecikmesinde açma yapması için seçilir. Ani aşırı akım röleleri ise hızlı şekilde açma yapılması istendiğinde kullanılır. Röleler, aşırı akımın büyüklüğüne bağlı olarak daha önceden belirlenmiş değer aşıldığında çalışır.



Ülkemizde iletim şebekelerinde ana koruma, genellikle mesafe röleleriyle yapılır. Aşırı akım röleleri ise sistemi aşırı yüklenmelere karşı korumak için kullanılır. Aşırı akım röleleri iletim sisteminde hatlarda gerçekleşebilecek aşırı yüklenmelere karşı koruma yapacak şekilde ayarlanır. Hatların aşırı yüklenme ölçütü olarak hattın anma akımının %120'sine kadar olan akım değerleri referans kabul edilir. Tablo 8.1'de hat tipleri ve akım taşıma kapasiteleri verilmiştir.

Tablo 8.1: Hat Tipleri ve Akım Taşıma Kapasiteleri

| Hat Tipleri | Anma Akımları | Akım Trafosu Oranları |
|-------------|---------------|-----------------------|
| 477 MCM | 0.495 kA | 500/5 |
| 795 MCM | 0.683 kA | 800/5 |
| 2x795 MCM | 1.366 kA | 1500/5 |
| 954 MCM | 0.766 kA | 800/5 |
| 1272 MCM | 0.927 kA | 1000/5 |

8.9. TOPRAK AŞIRI AKIM KORUMA

Toprak aşırı akım arızalarına karşı koruma yapılırken şebekelerin topraklama şekline göre seçim yapılır. Örneğin yalıtılmış nötrlü şebekeler, toprak arızası akımının genliği ve şebekedeki kapasitif akımlarının toplamıdır. Bu tip şebekelerde koruma yapılırken toprağa karşı yalıtım izleme rölesi kullanılmalı, toprak arızası oluştuğunda ikinci bir arıza oluşmadan sorun en kısa sürede giderilmelidir.

Koruma işlevinin gerçekleşmesi için nötr noktasının toprağa göre gerilimini ölçebilen bir röle kullanılmalıdır. Bu amaçla üretilmiş röle, gerilim transformatörünün sekonder faz gerilimlerinden beslenebilir. Bunun yanı sıra üç faz kablusunun içinden geçtiği bir toroid veya fark tipi akım trafosundan beslenen bir sıfır bileşen akım rölesi, arıza noktasına akan kapasitif arıza akımını algılayacak şekilde bağlanarak rölenin koruma yapması sağlanır.

Nötrü empedans topraklı şebekelerde toprak arıza akımı, genelde 10 A-1000 A arasında bir değerle sınırlanır. Alıcı hatların her biri, toroid tipi veya sıfır bileşen akımı oluşturacak şekilde bağlı klasik akım trafolarından beslenen toprak aşırı akım röleleri ile korunur. Nötrü doğrudan veya düşük empedans topraklı şebekelerde ise üçgen yıldız besleme trafolarının nötrleri genelde topraklıdır. Nötr noktası yoksa bu nokta, zikzak veya yıldız üçgen bağlı bir topraklama trafosu ile topraklanmış olabilir. Bu durumda toprak arıza akımı yalnızca trafo reaktansı ile sınırlanır. Bundan dolayı üç fazlı kısa devre akımı düzeyindedir. Üç hat akım trafosundan beslenen toprak rölesi ile yüksek duyarlıklı bir koruma sağlamak mümkündür.

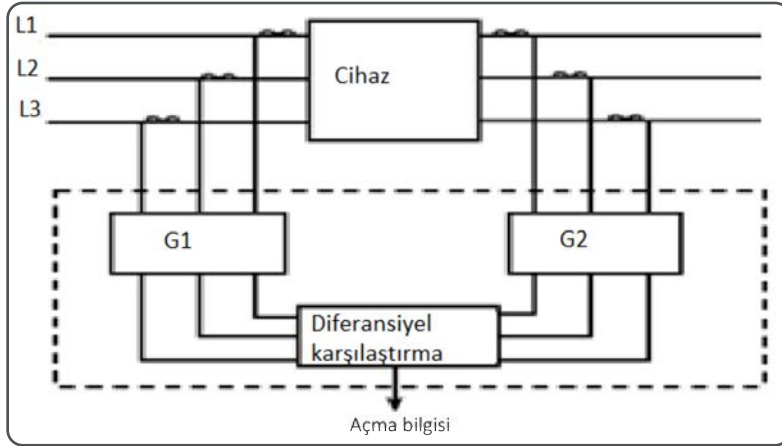
8.10. DİFERANSİYEL KORUMA

Koruma röleleri; özelliklerine göre akım, gerilim ve empedans bilgilerine bağlı olarak kesicilere açma kapama sinyalleri göndermek suretiyle koruma işlemi yapar. Güç sistemlerinde güç trafolarını korumak amacıyla genellikle aşırı akım röleleri ile birlikte diferansiyel koruma röleleri de kullanılır.

Güç transformatörlerinin korunma işlemi, iç yapılarından kaynaklanan arızalardan dolayı diferansiyel koruma röleleri ile yapılır. Güç transformatörlerinde diferansiyel koruma, transformatörün primer ve sekonder akım trafoları arasındaki akımın vektörel olarak kıyaslanması sonucu yapılan akım ölçümü prensibine dayalı bir korumadır. Sonuç olarak diferansiyel koruma röleleri, sınırları önceden belirli bir alanda koruma yapar. Röle, bu alanların dışında devreye girmez. Diferansiyel koruma rölesi ile güç transformatörünün iki tarafındaki akım değerleri karşılaştırılır. İdeal olan, arızasız işletme koşullarında röleye giren akım değerinin rölenin diğer tarafından aynı şekilde çıkmasıdır. Bu durum asıl akım trafolarıyla ya da gerektiğinde yardımcı akım trafolarıyla sağlanır.



Görsel 8.7'de temel bir diferansiyel koruma rölesinin prensip şeması gösterilmiştir.



Görsel 8.7: Diferansiyel koruma prensip şeması

Normal işletme şartlarında giren çıkan akımların diferansiyel değerlerinin eşit olduğu kabul edilir. Şemada giren çıkan akımların, birbirleri ile aynı çıkış karakteristiğine sahip olmaları G1 ve G2 dönüştürücüleriyle sağlanır.

Akım transformatörlerinin primerlerinden hat akımları geçer. Diferansiyel röle, akım transformatörlerinin aralarındaki bağlantıya şönt olarak bağlanmıştır. Normal işletme şartlarında röle çalışmaz. Dengenin bozulduğu durumlarda röle uçlarında gerilim oluşur ve bu gerilime bağlı olarak röle üzerinden akım geçer. Bu akıma neden olan durum alternatif akım arasındaki fark ya da faz-toprak kısa devresi olabilir. Nötr hattı, diferansiyel korumada etkinken koruma hattı etkin olmadığı için kullanılmaz. Diferansiyel koruma sistemleri; alternatör, transformatör ve hat korumasında uygun değişiklik ve ayarlamalar yapılarak kullanılabilir.

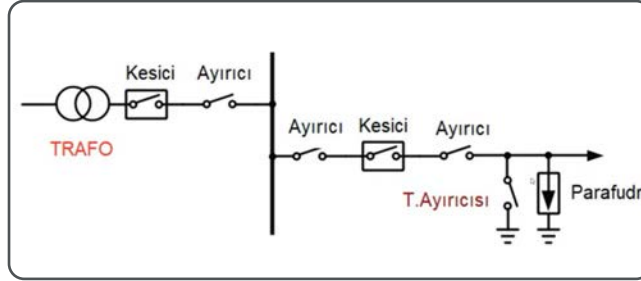
NOTLAR

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



8.1. UYGULAMA PARAFUDR MONTAJ VE BAĞLANTISI

AMAÇ: Elektrik üretim, iletim ve dağıtım tesislerinde koruma sağlamak için parafudr montaj ve bağlantısını yapmak.



Görsel 8.8: Parafudr bağlantı şeması

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|-------------------|---------|
| Parafudr | Tip-2, C | 1 adet |
| Kablo | 6 mm ² | 40 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Parafudru ray üzerine monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 8.8'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Parafudr Montaj ve Bağlantısı uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



PARAFUDR MONTAJ VE BAĞLANTISI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Parafudr Montaj ve Bağlantısı uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



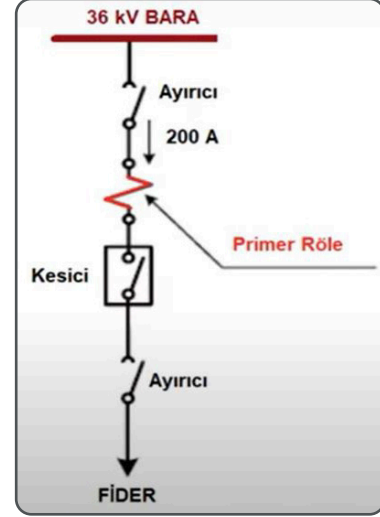
8.2. UYGULAMA

PRİMER KORUMA TEÇHİZATININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

AMAÇ: Primer koruma teçhizatının montaj ve bağlantılarını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|--------------------|---------|
| Röle | Primer | 1 adet |
| Sigorta | 63 A | 1 adet |
| Kablo | 25 mm ² | 40 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |



Görsel 8.9: Primer koruma teçhizatının montajı ve bağlantıları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve enerji kesme prosedürlerini okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Röleyi ray üzerine monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 8.9'da verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Primer Koruma Teçhizatının Montajı ve Bağlantıları uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



PRİMER KORUMA TEÇHİZATININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Primer Koruma Teçhizatının Montajı ve Bağlantıları uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



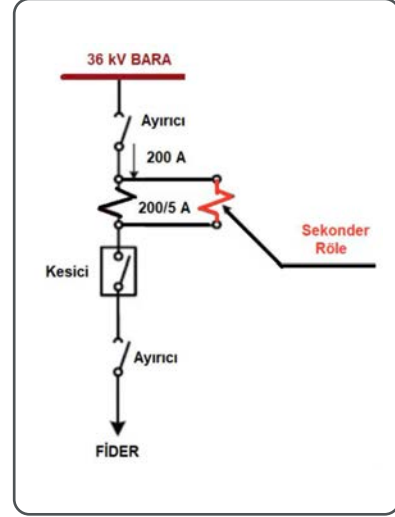
8.3. UYGULAMA

SEKONDER KORUMA TEÇHİZATININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

AMAÇ: Sekonder koruma teçhizatının montaj ve bağlantılarını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|-------------------|---------|
| Röle | Sekonder | 1 adet |
| Akım trafosu | 200/5 A | 1 adet |
| Kablo | 6 mm ² | 50 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |



Görsel 8.10: Sekonder koruma teçhizatının montajı ve bağlantıları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve enerji kesme prosedürlerini okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Akım trafosunu hat üzerine seri, röleyi ise paralel olacak şekilde monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 8.10'da verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Sekonder Koruma Teçhizatının Montajı ve Bağlantıları uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



SEKONDER KORUMA TEÇHİZATININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Sekonder Koruma Teçhizatının Montajı ve Bağlantıları uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



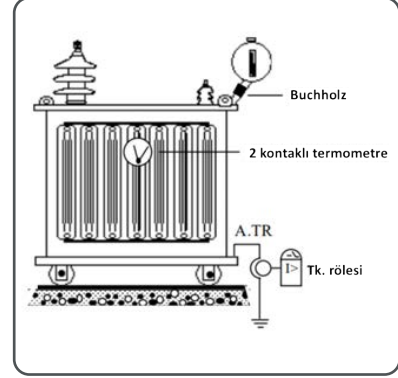
8.4. UYGULAMA

TRANSFORMATÖR ZATİ KORUMALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI

AMAÇ: Transformatör zati korumalarının montaj ve bağlantılarını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|----------------|--------------------------|---------|
| Röle | Buchholz, tank ve termik | 3 adet |
| Kablo | 6 mm ² | 300 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |



Görsel 8.11: Transformatör zati korumalarının montajı ve bağlantıları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Buchholz rölesini yağ hattına, termik röleyi tank üzerine, tank koruma rölesini ise gövde ile toprak arasına monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 8.11'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Transformatör Zati Korumalarının Montajı ve Bağlantıları uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



TRANSFORMATÖR ZATI KORUMALARININ MONTAJI VE BAĞLANTILARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Transformatör Zati Korumalarının Montajı ve Bağlantıları uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



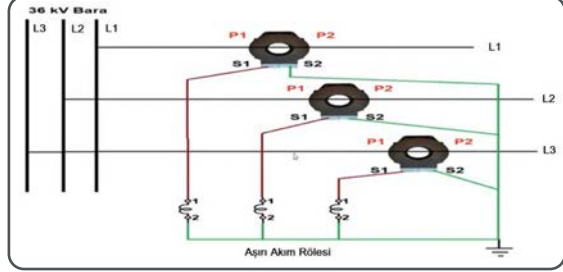
8.5. UYGULAMA

AŞIRI AKIM KORUMA RÖLELERİNİN MONTAJI VE BAĞLANTILARI

AMAÇ: Aşırı akım koruma rölelerinin montaj ve bağlantılarını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|-------------------|-------------------|---------|
| Akım trafosu | 200/5 A | 3 adet |
| Aşırı akım rölesi | 3 fazlı | 3 adet |
| Kablo | 6 mm ² | 500 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |



Görsel 8.12: Aşırı akım koruma rölelerinin montajı ve bağlantıları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Akım trafoları ve aşırı akım rölesini ray üzerine monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 8.12'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Aşırı Akım Koruma Rölelerinin Montajı ve Bağlantıları uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



AŞIRI AKIM KORUMA RÖLELERİNİN MONTAJI VE BAĞLANTILARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Aşırı Akım Koruma Rölelerinin Montajı ve Bağlantıları uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



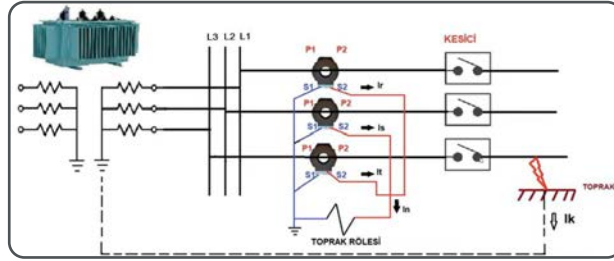
8.6. UYGULAMA

TOPRAK AŞIRI AKIM KORUMA RÖLELERİNİN MONTAJI VE BAĞLANTILARI

AMAÇ: Toprak aşırı akım koruma rölelerinin montaj ve bağlantılarını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|---------------------|-------------------|---------|
| Akım trafosu | 200/5 A | 3 adet |
| Toprak aşırı rölesi | 3 fazlı | 3 adet |
| Kablo | 6 mm ² | 500 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |



Görsel 8.13: Toprak aşırı akım koruma rölelerinin montajı ve bağlantıları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Akım trafolarını ve aşırı akım rölesini ray üzerine monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 8.13'te verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Aşırı Akım Koruma Rölelerinin Montajı ve Bağlantıları uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



TOPRAK AŞIRI AKIM KORUMA RÖLELERİNİN MONTAJ VE BAĞLANTILARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Toprak Aşırı Akım Koruma Rölelerinin Montajı ve Bağlantıları uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



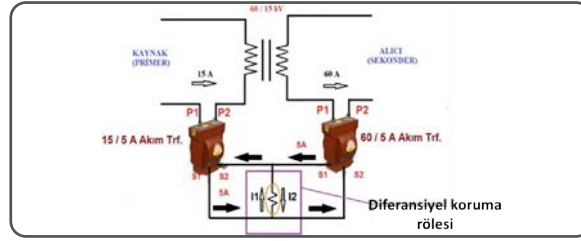
8.7. UYGULAMA

DİFERANSİYEL KORUMA RÖLELERİNİN MONTAJI VE BAĞLANTILARI

AMAÇ: Diferansiyel koruma rölelerinin montaj ve bağlantılarını yapmak.

Malzeme Listesi

| Malzemenin Adı | Özelliği | Miktarı |
|-------------------|---------------------|---------|
| Akım trafosu | 15/5- 60/5 A | 2 adet |
| Diferansiyel röle | 5 A | 1 adet |
| Kablo | 2,5 mm ² | 450 cm |
| El aletleri | Pense, tornavida | 1 adet |



Görsel 8.14: Diferansiyel koruma rölelerinin montajı ve bağlantıları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimat ve enerji kesme prosedürlerini okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uyunuz.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeye çalışınız.
8. Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri alınız.
9. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Diferansiyel koruma rölesini akım trafolarının çıkışına, ray üzerine monte ediniz.
11. Bağlantı için kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
12. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
13. Görsel 8.14'te verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
14. Öğretmeninizin gözetiminde cihaza enerji vererek, cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanını temizleyip düzenleyiniz.

Değerlendirme: Diferansiyel Koruma Rölelerinin Montajı ve Bağlantıları uygulaması, Derecelendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir. Uygulamayı yaparken bu ölçütleri dikkate alınız.



DİFERANSİYEL KORUMA RÖLELERİNİN MONTAJI VE BAĞLANTILARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

| | | | | | | |
|--|---|------------------------|---|---|---|---|
| Öğrencinin Adı Soyadı: | | Öğretmenin Adı Soyadı: | | | | |
| Sınıfı-No.: | | Değerlendirme Puanı: | | | | |
| Tarih: | | Süre: | | | | |
| <p>YÖNERGE: Diferansiyel Koruma Rölelerinin Montajı ve Bağlantıları uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 (Başlangıç düzeyinde), 2 (Geliştirilmeli), 3 (Orta), 4 (İyi), 5 (Çok iyi)</p> | | | | | | |
| ÖLÇÜTLER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Teknik doküman, talimat ve prosedürleri okudu. | | | | | |
| 2. | İSG kurallarını yerine getirdi. | | | | | |
| 3. | Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri aldı. | | | | | |
| 4. | Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti. | | | | | |
| 5. | Verilen devre bağlantılarını yaptı. | | | | | |
| 6. | Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı. | | | | | |
| 7. | Enerji verme prosedürünü uyguladı. | | | | | |
| 8. | Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti. | | | | | |
| 9. | Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uyguladı. | | | | | |
| 10. | Çalışma boyunca çevre koruma kurallarına uydu. | | | | | |
| 11. | Çalışmayı öğretmenin belirlediği sürede bitirdi. | | | | | |
| 12. | Çalışma alanını temizleyip düzenledi. | | | | | |
| Sütun Toplamları | | | | | | |
| Ölçek Puanı | | | | | | |
| <p>DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve bunun üzerinde bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya bunun altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]</p> | | | | | | |



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. (...) Elektrik tesislerinde üretim, iletim ve dağıtım hatları boyunca oluşan arızalarda şebekeyi, alıcı yükleri ve canlıları koruyan elemanlara koruma rölesi denir.
2. (...) Darbe akımını yönlendirerek darbe gerilimini sınırlayan ve tesisin normal çalışma durumunu sağlayan koruma elemanına parafudr denir.
3. (...) Aşırı akımın büyüklüğüne bağlı olarak daha önceden ayarlanmış değer aşıldığında aşırı akım koruma rölesi devrenin enerjisini keser.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Elektrik tesislerinde koruma röleleri doğrudan doğruya tesislere bağlanırsa yapılmış olur.
5. Güç transformatörünün, primer ve sekonder akım trafoları arasındaki akımın vektörel olarak kıyaslanması sonucu yapılan akım ölçümüne denir.
6. Elektrik tesislerinde koruma röleleri bir akım trafosu ya da gerilim trafosu gibi ekipmanlar yardımıyla tesislere bağlanırsa yapılmış olur.

C) Aşağıdaki sorularda doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıda verilenlerden hangisi elektrik tesislerinde kullanılan koruma rölelerinden biri değildir?

- A) Buchholz koruma rölesi B) Mesafe rölesi C) Reed röle
D) Termik röle E) Diferansiyel koruma rölesi

8. Aşağıda verilenlerden hangisi parafudr çeşitlerinden biri değildir?

- A) Değişken dirençli B) Deşarj tüplü C) Metal oksitli
D) Borulu E) Ayırıcı

9. Aşağıda verilenlerden hangisi yüksek gerilim elemanlarından biri değildir?

- A) Presbant B) Kesici C) Ayırıcı D) Akım trafosu E) Parafudr

10. Aşağıdakilerden hangisi sürücünün bir bölümü değildir?

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

CEVAP ANAHTARLARI

| 1. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|--------------|
| 1. | D |
| 2. | Y |
| 3. | D |
| 4. | topraklayıcı |
| 5. | baret |
| 6. | izole sehpa |
| 7. | B |
| 8. | D |
| 9. | A |
| 10. | A |

| 2. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|--------------|
| 1. | Y |
| 2. | D |
| 3. | D |
| 4. | silikajel |
| 5. | ark boynuzu |
| 6. | kademe ayarı |
| 7. | D |
| 8. | E |
| 9. | E |
| 10. | A |

| 3. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|------------------|
| 1. | D |
| 2. | D |
| 3. | D |
| 4. | kilit tertibatı |
| 5. | toprak ayırıcısı |
| 6. | SF ₆ |
| 7. | A |
| 8. | A |
| 9. | C |
| 10. | C |

| 4. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|------------------|
| 1. | D |
| 2. | D |
| 3. | D |
| 4. | manevralarla |
| 5. | bypass ayırıcısı |
| 6. | 380 |
| 7. | A |
| 8. | D |
| 9. | E |
| 10. | E |

CEVAP ANAHTARLARI

| 5. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|----------------------|
| 1 | D |
| 2 | D |
| 3 | D |
| 4 | korona olayı |
| 5 | travers ve konsollar |
| 6 | orta gerilim |
| 7 | B |
| 8 | B |
| 9 | C |
| 10 | B |

| 6. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|-------------|
| 1 | D |
| 2 | D |
| 3 | D |
| 4 | kısa |
| 5 | direk |
| 6 | anti statik |
| 7 | E |
| 8 | B |
| 9 | E |
| 10 | A |

| 7. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|----------------------|
| 1 | D |
| 2 | D |
| 3 | D |
| 4 | koruma topraklaması |
| 5 | işletme topraklaması |
| 6 | fonksiyon topraklama |
| 7 | C |
| 8 | E |
| 9 | A |
| 10 | D |

| 8. ÖĞRENME BİRİMİ | |
|-------------------|---------------------|
| 1 | D |
| 2 | D |
| 3 | D |
| 4 | primer koruma |
| 5 | diferansiyel koruma |
| 6 | sekonder koruma |
| 7 | C |
| 8 | E |
| 9 | A |
| 10 | D |

KAYNAKÇA

- Bilgir. İ.(2018). Elektrik Dağıtım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatının ve Uygulamalarının İncelenmesi ve İrdelenmesi (Yüksek lisans tezi). Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. YÖK tez merkezinden edinilmiştir (515832).
- Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği (2000, Kasım 30). Resmî Gazete (Sayı: 24246). Erişim Adresi:
[https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=9949&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5#:~:text=3\)%20Y%C3%BCksek%20gerilim%3A%20Etkin%20de%C4%9Feri,s%C3%BCresine%20ba%C4%9Fl%C4%B1%20olarak%20de%C4%9Fi%C5%9Fen%20gerilimdir](https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=9949&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5#:~:text=3)%20Y%C3%BCksek%20gerilim%3A%20Etkin%20de%C4%9Feri,s%C3%BCresine%20ba%C4%9Fl%C4%B1%20olarak%20de%C4%9Fi%C5%9Fen%20gerilimdir)
- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği (2001, Ağustos 21). Resmî Gazete (Sayı: 24500). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=10392&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Elektrik Elektronik Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı. (2020). Ankara.
- Güçtekin. O. (2020). Sürücü Beslemeli Farklı Verim Sınıflarındaki Asenkron Motorlarda IEC Standartlarına Göre Performans Analizi (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa. YÖK tez merkezinden edinilmiştir (633638).
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (2008). Yüksek ve Orta Gerilim İletiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Problemleri ve Çözüm Önerileri Uzmanlık Tezi, <https://www.csgb.gov.tr/media/1489/nasipgulincekara.pdf> adresinden alınmıştır.
- Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları, 27. Baskı.
Kaynakça, APA 6.0 yazım kuralları ve kaynak gösterme biçimine göre yazılmıştır.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Materyalin genel ağ ve görsel kaynakçasına bu karekoddan ulaşılır.

Karekoda ulaşılammaması durumunda aşağıdaki link kullanılabilir.

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2502>



