

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**İZOLATÖRLER  
522EE0128**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. İZOLATÖRLER .....	3
1.1. İzolatörler .....	3
1.1.1. Tanımı ve Görevleri.....	3
1.1.2. İzolatör Çeşitleri .....	4
1.2. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği.....	18
1.2.1. Elektriksel Boyutlandırma .....	18
1.2.2. Mekanik Boyutlandırma .....	18
1.2.3. İzolatör Dolgu Gereci ve Bağlantı Parçaları.....	19
UYGULAMA FAALİYETİ .....	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	22
2. DİREKLERE İZOLATÖR MONTAJI .....	22
2.1. Gerilime Göre Standarda Uygun İzolatör Montaj Mesafeleri.....	22
2.2. İzolatör Bağlantı Parçaları .....	24
2.2.1. İzolatör Demirleri .....	24
2.3. İzolatörü Direk Üzerine Montaj Yapma Teknikleri.....	26
2.4. Direk Üzerinde Emniyetli Çalışma Kuralları.....	26
2.5. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği.....	27
UYGULAMA FAALİYETİ .....	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	32
3. TRAF0 BİNALARINA İZOLATÖR MONTAJI.....	32
3.1. Gerilime Göre Standarda Uygun Montaj Mesafeleri .....	32
3.2. İzolatörü Kaide Üzerine ve Duvara Montaj Yapma Teknikleri.....	32
3.2.1. Trafo Binalarında Montaj Yapılan İzolatör Tipleri .....	32
3.2.3. İzolatör Montajı İşlem Sırası .....	34
3.3. İzolatör Montajında Dikkat Edilecek Hususlar .....	34
3.4. İzolatör Montajında Emniyetli Çalışma Kuralları.....	34
UYGULAMA FAALİYETİ .....	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	38
4. İZOLATÖR KORUMA ELEMANLARI VE MONTAJI.....	38
4.1. İzolatörlerin Korunması .....	38
4.1.1. İzolatör Koruma Elemanları .....	38
4.1.2. Montaj ve Bağlantı Teknikleri.....	42
4.1.3. Koruma Elemanları Topraklama Bağlantıları.....	43
4.2. Topraklamalar Yönetmeliği .....	45
UYGULAMA FAALİYETİ .....	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	50
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	51
CEVAP ANAHTARLARI .....	52
KAYNAKÇA .....	53

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0128</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Yüksek Gerilim Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>İzolatörler</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Enerji nakil hatları ve koruma sistemlerinde kullanılan izolatörler hakkında bilgilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	İzolatör ve bağlantı elemanlarının montajını yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Uygun ortam sağlandığında standartlara, Kuvvetli Akım Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun ve hatasız olarak izolatör ve izolatör koruma elemanlarını seçebilecek ve montajını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. İzolatörleri seçebileceksiniz.</li><li>2. Direklere izolatör montajını yapabileceksiniz.</li><li>3. Trafo binalarına izolatör montajını yapabileceksiniz.</li><li>4. İzolatör koruma elemanlarını seçebilecek ve montajlarını yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Elektrik atölyesi, elektrik makineleri laboratuvarı, işletme ortamı <b>Donanım:</b> Projeksiyon, bilgisayar
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Elektrik enerjisinin üretildiği santraller, çoğu zaman tüketim bölgelerinden uzakta kurulur. Bu bakımdan elektrik enerjisinin üretildiği yerlerden tüketim bölgelerine taşınması gerekmektedir. Günlük hayatta pek çok kullanma alanı bulunan elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımının ekonomik bir şekilde yapılabilmesi, enerji alanında en önemli konulardan biridir.

Önceleri yalnız aydınlatma amaçlı kullanılan elektrik enerjisi, daha sonraları pek çok alanda kullanılmaya başlanınca iletim ve dağıtım sistemlerinin önemi artmıştır. 19. yüzyılın sonlarına doğru Avrupa ve Amerika'da elektrik enerjisinin taşınmasına başlanmış ancak gerilimin düşük olması nedeni ile iletim kısa mesafelere yapılabilmektedir.

Yurdumuzda ilk enerjinin taşınması 1902 yılında Tarsus'ta yapılmış, bir değirmenden elde edilen 2 kW'lık bir güç şehre taşınmıştır. Daha sonraları İstanbul Silahtarğa Santrali işletmeye açılmış, onu büyük şehirlerde kurulan santraller ve dağıtım şebekeleri izlemiştir. Bugün yurdumuzda pek çok hidroelektrik, termik, gaz türbinli ve dizel santraller elektrik enerjisi üretmekte üretilen bu enerji de en yüksek 380 kV olan gerilimlerle ve enterkonnekte bir sistemle yurdun dört köşesine taşınmaktadır.

Yukarıda kısaca özetlediğimiz elektrik enerjisi iletim ve dağıtım sisteminin en önemli unsurlarından biri de izolatörlerdir. Bu modül sonucunda izolatörleri ve izolatör koruma elemanlarını tanıyacak, direklere ve trafo binalarına montajlarını yapabilecek bilgi ve yeteneğe sahip olabileceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Atölye ortamında, verilen izolatörleri tanıyacak ve hatasız olarak seçebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bulduğunuz yerleşim birimindeki direk ve trafo binalarının izolatörlerini inceleyiniz.
- Yüksek gerilim taşıyan direkler ve şalt sahalarında kullanılan izolatörleri inceleyiniz. Diğer izolatörlerle karşılaştırınız.
- İzolatörlerin yapım malzemelerini araştırınız. Özellikle porselen izolatörlerin tercih edilme sebeplerini araştırınız.

## 1. İZOLATÖRLER

### 1.1. İzolatörler

#### 1.1.1. Tanımı ve Görevleri

Enerji nakil hava hatlarında kullanılan iletkenlerin direklere tespitine yarayan, iletkenleri hem taşımaya hem de toprak ile diğer iletkenlere karşı izole etmeye yarayan şebeke malzemelerine izolatör denir.

Enerji iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılan izolatörlerin iki ana görevi vardır:

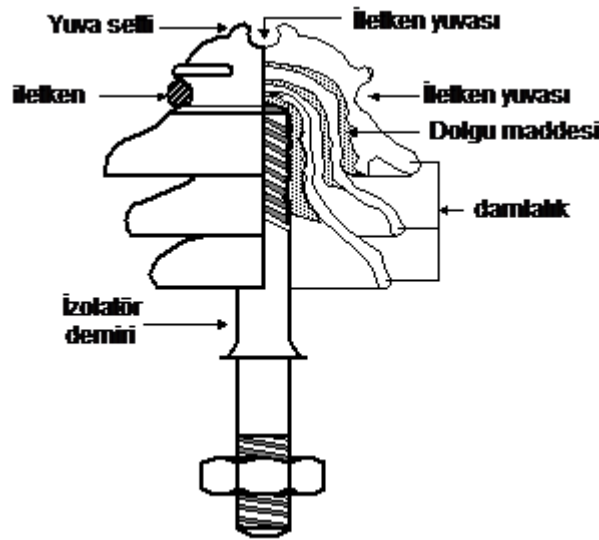
- Elektriksel bakımdan iletkenleri topraktan ayırmak
- İletken ağırlığını ve iletkenlere gelen ek yükleri karşılamak

İzolatörler, elektrik akımına karşı büyük direnç gösteren, sıcak ve soğuk hava şartlarına dayanıklı malzemeler olan porselen ve camdan imal edilir. Bunlara ilaveten, silikon ve epoksi reçineli izolatörler de yapılmakta ancak maliyeti yüksek olduğundan pek kullanılmamaktadır.

İzolatörlerin iletkenlere gelebilecek yükleri emniyetli bir şekilde taşıyabilmeleri için mekanik dayanımlarının da iyi olması gerekir.

**İzolatör başlıca beş kısımdan oluşur:** (Şekil 1.1’de izolatör kısımları gösterilmiştir.)

- **Gövde:** İletkenin ve mesnet demirinin tutturulduğu kısımdır.
- **Tutturma yuvası:** İzolatör demirinin izolatöre tespit edilebilmesi için açılan düz veya vidalı kısımdır.
- **Siper veya etek (damlalık):** İzolatörün elektriksel direncini artırmak için gövdeye yapılmış bir veya birden fazla kanatlardır.
- **İletken yuvası:** İzolatöre bağlanacak olan iletkenlerin yerleştirilmesi için yapılmış yuvalardır.
- **Tutturma demiri (izolatör demiri):** İzolatörü direk veya konsol (travers) üzerine tespit etmeye yarayan demir aksamıdır.



Şekil 1.1: İzolatör kısımları

## 1.1.2. İzolatör Çeşitleri

İzolatörler elektrik akımına karşı direnci çok büyük ve yüksek derecedeki sıcaklığa dayanıklı porselen, cam, epoksi reçine ve silikondan yapılır.

### 1.1.2.1. Yapıldığı Malzemenin Cinsine Göre İzolatör Çeşitleri

Porselen, cam, epoksi reçineli ve silikon izolatörler olmak üzere dört tanedir.

#### ➤ Porselen izolatörler

Isıl ve mekaniki dayanımlarının yüksek olmasından dolayı çok eskiden beri kullanılan izolatörlerdir.





**Resim 1.1: Porselen izolatörler**

Sert porselenden yapılan izolatörlerin yapı maddeleri % 50 kaolin, % 25 feldspat ve % 25 kuvarştır. İzolatörün dielektrik dayanımını artırmak için ince bir sır (porselen) tabakasıyla kaplanarak yüzeyinin pürüzsüz (deliksiz) olması sağlanır. Yüzeyin pürüzsüz olması, kirlenen izolatörlerin yağmur sularıyla kolayca temizlenmesine yardımcı olur. Porselenin dielektrik dayanımı 60-70 kV/cm'dir ve cama göre daha azdır.

#### ➤ **Cam izolatörler**

Yapım malzemesi kalsiyum silikat ile sodyum silikat ergitilerek karışım hâline gelirse adi cam elde edilir. Adi cama başka maddeler de katılarak izolatörlerde kullanılan dayanıklı cam elde edilir. Dielektrik dayanımları 140 kV/cm'dir ve porselene göre daha fazladır. Maliyetleri ucuzdur. Saydam olduklarından kırık ve çatlakları kolayca görülebilir.

Cam izolatörlerin termik genleşmeleri, porselen izolatörlere göre daha küçük olduğundan ortam ısısının değişmelerinde fiziki zarar görme olasılığı azdır. Nem, cam izolatör üzerinde porselene göre daha çabuk yoğunlaşır, bu da cam izolatör üzerinde pisliklerin toplanmasına ve kaçak akımlara neden olur. Cam ışığı geçiren bir madde olduğundan güneş ışığında daha az ısınır, porselen izolatör daha çok ısınır. Cam izolatörlerin mazisi porselen izolatörler kadar eski olmamakla birlikte, son zamanlarda yapılan enerji nakil hatlarında cam izolatörler de kullanılmaktadır. Çöl, buzullu bölge veya ağır kış olan bölgelerde, sisli-tozlu bölgelerde cam tipi olanları tercih edilir.



**Resim 1.2: Cam izolatör**

### ➤ **Epoksi reçineli izolatörler**

Diğer izolatörlere nazaran pahalı olduğu için ülkemizde enerji nakil hatlarında epoksi reçineden yapılan izolatörler henüz kullanılmaya başlanmamıştır. Ancak dâhilî sistemlerde bara ve ayırıcı mesnet izolatörü olarak kullanılmaktadır.

### ➤ **Silikon izolatörler**

Silikon izolatörlerin diğer adıyla kompozit izolatörlerin cam ve porselen izolatörlere karşı birçok üstünlükleri olmakla beraber pahalı olmaları dolayısıyla kullanım alanları azdır. Ancak gelişmiş güvenlik ortamı sağlaması sebebiyle yakın gelecekte daha geniş bir kullanım alanı bulacağı kesindir. Silikon izolatörlerin üstünlüklerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- Darbelere karşı dayanıklıdır.
- Hafif olduğundan tesise ek bir yük getirmez.
- Gerilme vb. kuvvetlere karşı dayanımı çok yüksektir.
- Üzerinde yağmur suyu, kar suyu tutunmadığından ark gibi önemli bir elektriksel olumsuzluk olmaz.
- Çatlama ve kırılma riski çok azdır.
- Çok soğuk ve çok sıcak havalarda bile özelliğini kaybetmez.
- Güneşin ultraviyole ışınlarından etkilenmez.
- Kurulumu kolaydır.



**Resim 1.3: Epoksi reçine ve silikon izolatörler**

#### **1.1.2.2. Porselen İzolatörlerle Cam İzolatörlerin Karşılaştırılması**

- Cam izolatörler, şeffaf olduğundan çatlama ve kırılmaların tespiti daha kolaydır, porselen izolatörlerde daha zordur.
- Cam izolatörlerin termik genleşmeleri, porselen izolatörlere göre daha küçük olduğundan ortam ısısının değişmesinde fiziki zarar görme olasılığı azdır.
- Cam, ışığı geçiren bir madde olduğundan güneş ışığında daha az ısınır, porselen izolatör daha çok ısınır.
- Cam izolatörler, porselen izolatörlere göre hem daha ucuz hem de dielektrik dayanımı daha yüksektir.
- Nem, cam izolatör üzerinde porselene göre daha çabuk yoğunlaşır. Bu da cam izolatör üzerinde pisliklerin toplanmasına ve kaçak akımlara neden olur.

### 1.1.2.3. Taşıdığı İletkenin Gerilimine Göre İzolator Çeşitleri

- **Alçak gerilim izolatorleri:** Anma gerilimi 1000 V'a kadar olan ve TS 76 kapsamına giren izolatorlerdir. Bunlar: Taşıyıcı (E), durdurucu (ED), mesnet (ED), gergi (ED), mekanik (EM) ve makara (EM) tipi izolatorlerdir.

Küçük boyutlu olanlar alçak gerilimde kullanılır ve bunlara fincan tipi izolatorler de denilmektedir. 1 kV'ın üzerindeki gerilimlerde VDH tipi izolatorler kullanılır. Pin tipi izolatorler ara izolatorü ( N 80- E 80, N 95- E 95 sembolleri ile anılır), hat sonu veya başlangıcı izolatorü diye iki sınıfa ayrılır. Çekilecek hava hattı iletkeni izolator fincanında bulunan oyuğa oturtulur ve bir bağ teli ile ya da özel bir kelepçe ile sıkıca tespit edilir.



Resim 1.4: Pin tipi ve makara tipi AG izolator



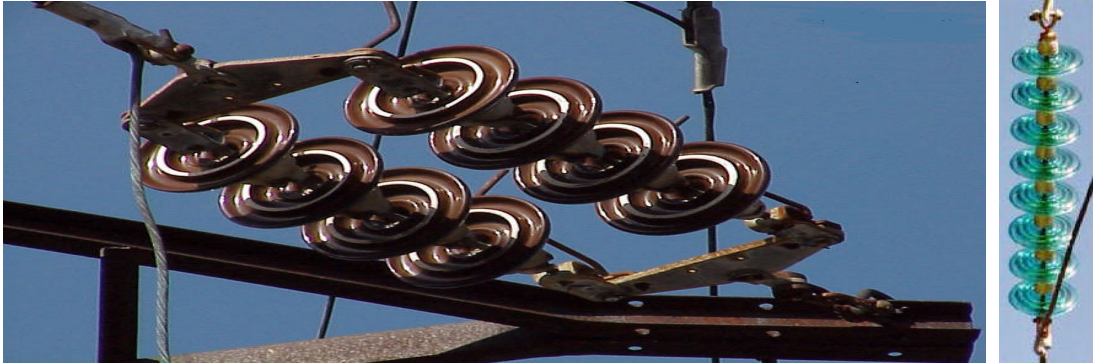
Resim 1.5: Fincan tipi ( N60- 80- 95 ) mesnet izolatorler ve montaj demirleri

- **Orta gerilim izolatorleri:** Anma gerilimi 35 KV'a kadar olan izolatorlerdir. Bunlar:
  - Pin tipi izolatorler (VHD 10- 15- 20- 35)
  - Hava Hattı mesnet izolatorleri ( VKS 35)
  - Zincir izolatorler ( U 40- 60- 70- 100) (K1)
  - Çubuk izolatorler ( L 40- 70- 100)
  - Demir yolu izolatorleri
  - Dolu tip mesnet izolatorleri (MD)
  - Ayırıcı mesnet izolatorler (C 4 -170)
  - Ayırıcı itici mesnet izolatorler (SCD – 30)
  - Geçit izolatorleri (DAF – 30 / 400)
  - Bara mesnet izolatorleridir (SAR – 30 )
  - Trafo buşing izolatorleri

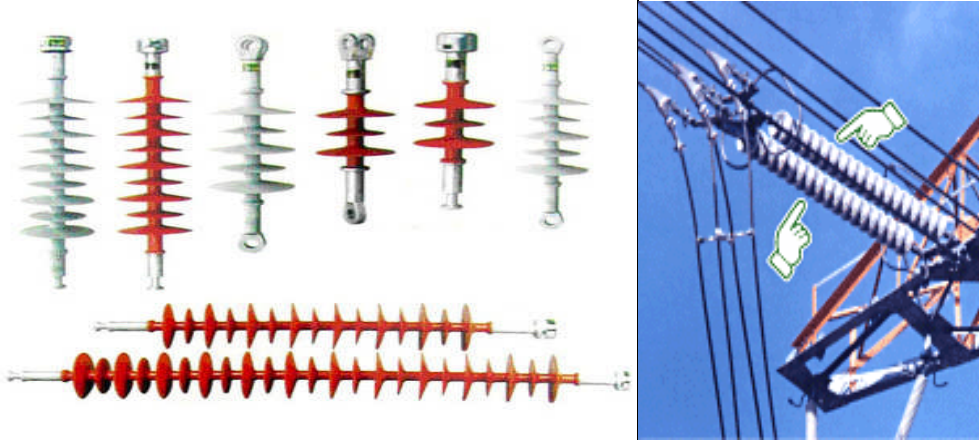


**Resim 1.6: OG porselen PİN tipi- çubuk- zincir izolatörler**

- **Yüksek ve çok yüksek gerilim izolatörleri:** Anma gerilimi 35 KV'tan büyük olan izolatörlerdir. Burada porselen ve kompozit ( silikon) izolatörler yüksek gerilim enerji iletim hatlarında 170 kV ve 420 kV gerilim kademelerinde kullanılmaktadır. Çöl, deniz ve endüstriyel kirliliğin yüksek olduğu bölgelerde hidrofobik özelliğinin yüksek olması sayesinde daha iyi yalıtım sağlaması, kompozit izolatörün delinmez tip olması, montaj kolaylığı, porselen izolatöre ve cam izolatöre oranla daha hafif olması gibi avantajlarından dolayı tercih edilmektedir.



**Resim 1.7: YG porselen ve cam zincir izolatör**



**Resim 1.8: YG Silikon izolatör**

#### **1.1.2.4. Kullanma Yerlerine Göre İzolatör Çeşitleri**

İzolatörler kullanım yerlerine göre iki çeşittir. Bunlar, dâhilî ve haricî tip izolatörlerdir.

➤ **Dâhilî tip izolatörler**

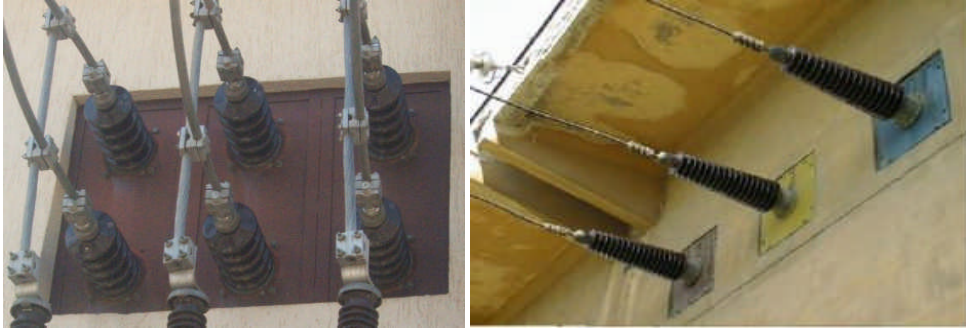
- Trafo bina içi izolatörler

Mesnet izolatörler, kapalı tesislerin baralarını taşımak ve yalıtılmak amacıyla kullanılır. Tek veya çok parçalı olarak imal edilir. Duvar veya kaide üzerine monte edilir.



**Resim 1.9: Mesnet tipi epoksi izolatör**

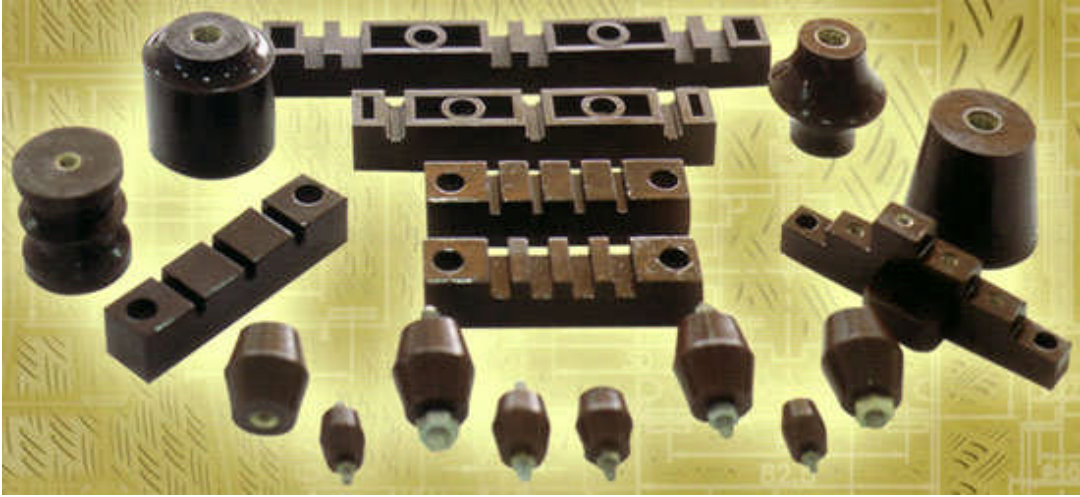
Geçit izolatörler, bina içinden dışarıya veya baralara, aynı zamanda bina dışından da içeriye enerji geçişlerinde kullanılan izolatörlerdir.



**Resim 1.10: Hariçten dâhile geçit izolatörleri**

- Panolarda kullanılan izolatörler

Mesnet izolatörler kullanılır. Kaide üzerine montaj yapılırlar. Baraları taşımak ve yalıtım amacıyla kullanılır.



**Resim 1.11: Pano tipi mesnet izolatör**

➤ **Hariçî tip izolatörler**

- Direklerde kullanılan izolatörler

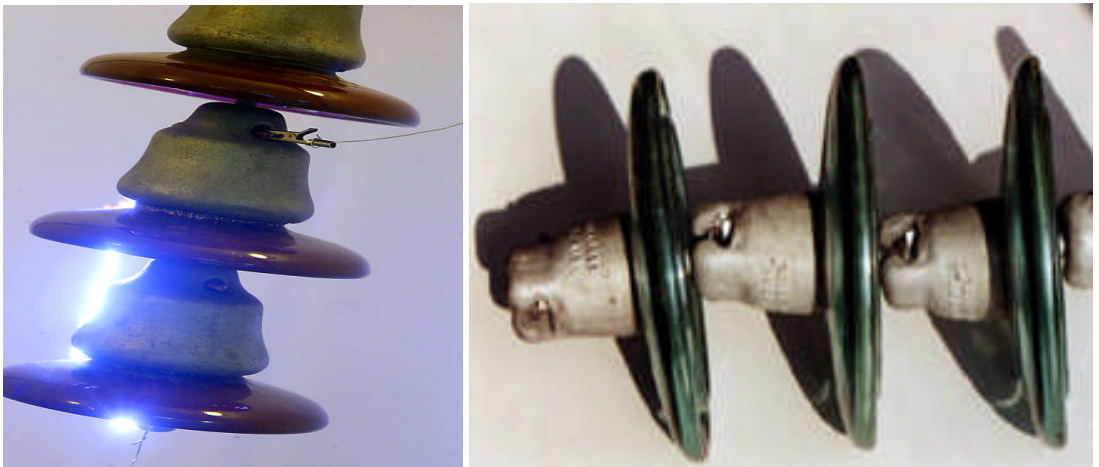
Mesnet izolatörler, 35 kV'a kadar olan havai hatlarda tek veya çok parçalı olarak kullanılır. İletkenleri taşımak ve direklerden yalıtım üzere travers üzerine veya ağaç direklerde doğrudan direğin üzerine montaj yapılır.



**Resim 1.12 : Haricî OG izolatörleri**



**Resim 1.13: Haricî AG izolatörleri**



**Resim 1.14 : Zincir tipi izolatörler**

Zincir izolatörlerin darbe, kopma ve kırılma mukavemetleri, mesnet izolatörden fazla olduğundan yüksek ve çok yüksek gerilimlerin taşınmasında tercih edilir. İletkenleri taşımak ve direklerden yalıtılmak üzere travers üzerine monte edilir.

➤ **Trafo binası dışında kullanılan izolatörler**

- Mesnet izolatörler
- Zincir izolatörler
- Geçit izolatörler



**Resim 1.15 : Transformatör buşing izolatörü**

➤ **Şalt sahalarında kullanılan izolatörler**

- Mesnet izolatörler
- Zincir izolatörler





**Resim 1.16: Yüksek gerilim şalt sahası**

### 1.1.2.5. Yapılış Tiplerine Göre İzolatör Çeşitleri ve Yapıları

#### ➤ Mesnet izolatörler

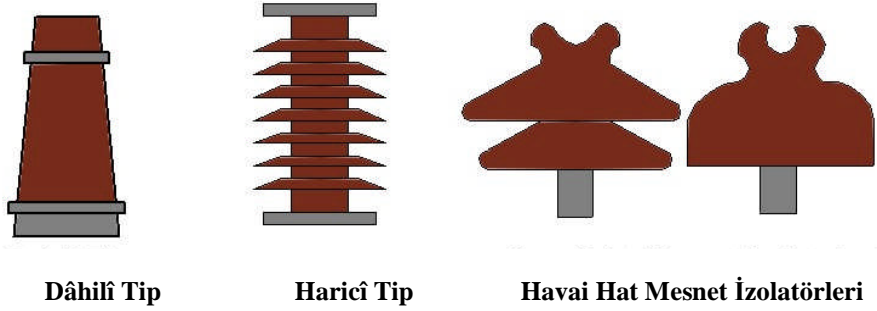
Enerji nakil hatlarını ve baraları taşıyan, bunların monte edilecekleri yerlere değmemelerini sağlayan (izole eden) izolatörlerdir. Tek veya çok parçalı olarak cam veya porselenden imal edilir.



Resim 1.17: AG ve OG izolatörler

İzolatörler, konsollara izolatör demirleri yardımıyla tutturulur. İzolatör demiri, vidalı veya vidasız olarak izolatörle irtibatlandırılır. Vidasız olanlarında dolgu maddesi olarak çimento veya kurşun kullanılır.

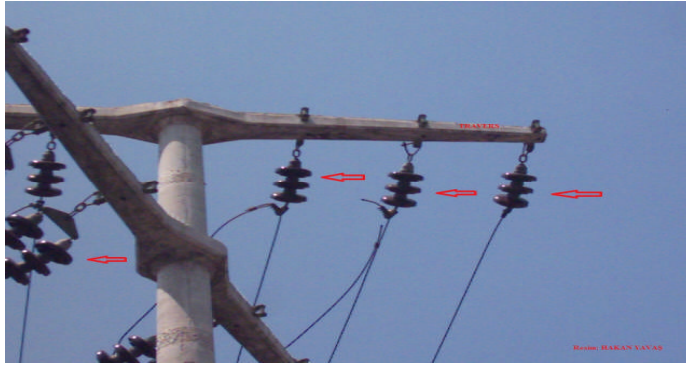
Mesnet izolatörler hem alçak gerilimde hem de 35 kV'a kadar olan yüksek gerilimlerde kullanılır. Mesnet izolatörlerinin çok parçalı olanları 220 kV gerilimlere kadar kullanılabilir.



Şekil 1.2: Mesnet izolatör çeşitleri

➤ **Zincir tipi izolatörler**

Aynı cins izolatörlerin uygun geçeclerle birbirlerine eklenmesiyle elde edilen izolatörlerdir. Genellikle yüksek gerilimli hava hatlarının taşınmasında kullanılır.

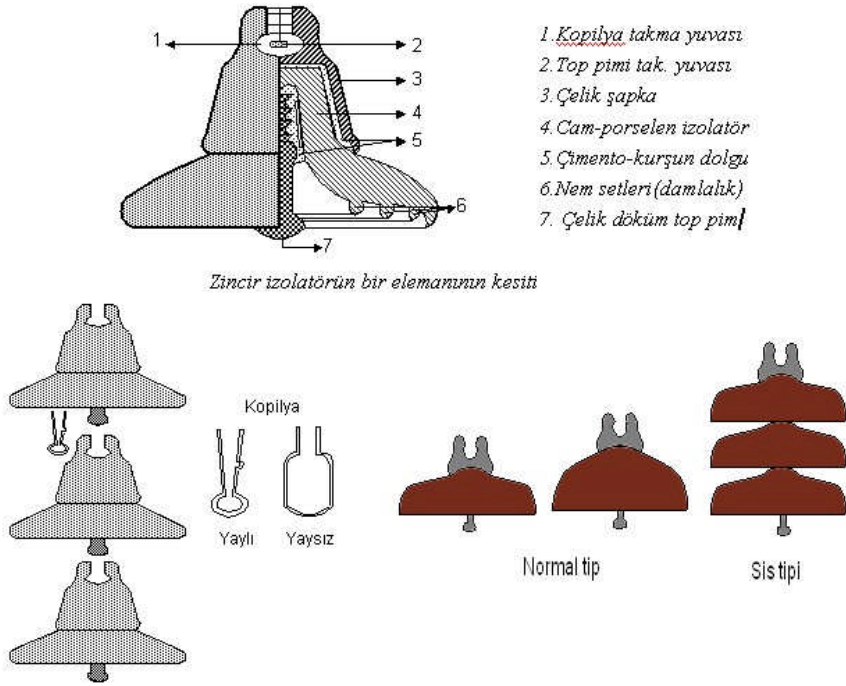


Resim 1.18: Zincir tipi OG porselen izolatörler

Her izolatör elemanının alt kısmında yuvarlak şekilde yapılmış pim, üst kısmında ise bu pimin geçebileceği yuva bulunur. Bu aparatlar yardımıyla izolatör zincirini oluşturan elemanlar birbirine eklenir. Elde edilen izolatör grubunun zincire benzemesinden dolayı bu ismi almıştır. Mekaniki dayanımları çok yüksektir. Kullanılacağı bölgenin iklim durumuna göre değişik tiplerde, cam veya porselenden yapılır.



Resim 1.19: Zincir tipi izolatörün bir elemanı



**Şekil 1.3: Zincir tipi izolatör grubu ve çeşitleri**

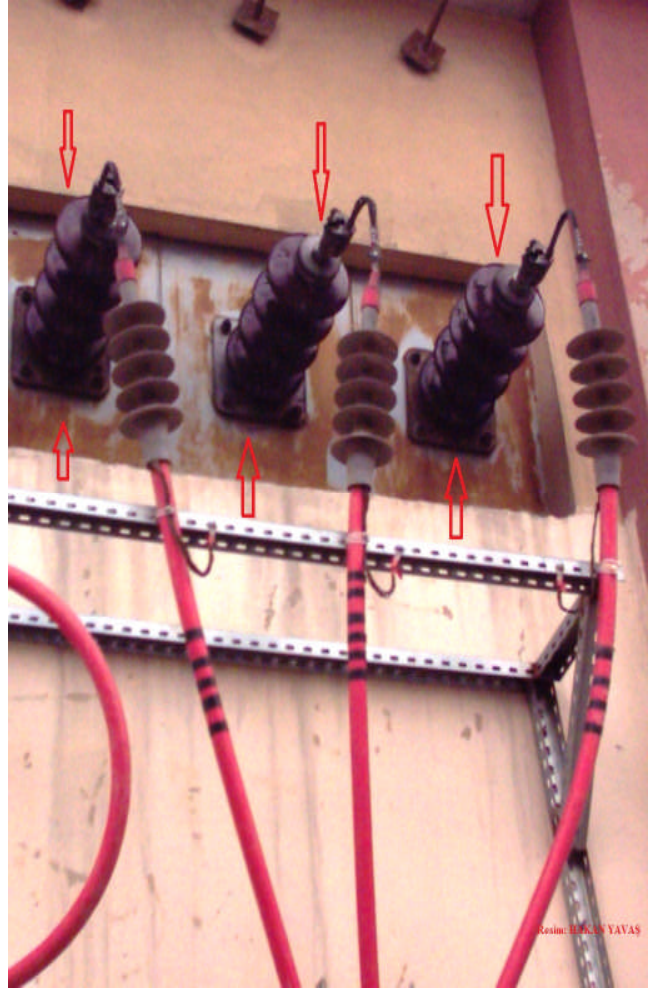
Zamanla enerji nakil hattının geriliminde değişiklik yapılabilir. Gerilimin yükselmesi durumunda birkaç eleman eklenir, gerilimin düşmesinde birkaç eleman çıkarılır. Böylece hattın izolasyon değerini değiştirme imkânı olur.

Mesnet tipi izolatörlerle zincir tipi izolatörlerin karşılaştırmasını yapılacak olunursa

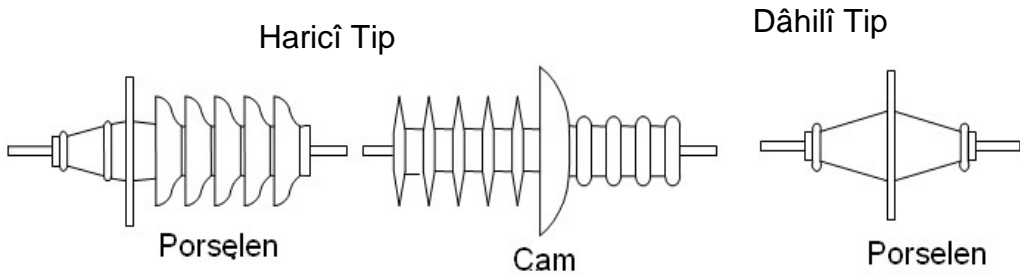
- Zincir izolatörde, elemanlardan biri kırılırsa sadece o eleman değiştirilebilir. Mesnet izolatör kırıldığında ise tamamı yenilenmelidir.
- Zincir izolatöre eleman (damlalık) eklenerek farklı gerilimlerde kullanılabilir. Mesnet izolatör, sadece imal edildiği gerilimde kullanılır.
- Mesnet izolatörler, yüksek gerilim için imal edildiğinde ağır ve kullanışsız olmaktadır. Zincir izolatör daha kullanışlıdır.
- Zincir izolatörlerin kullanıldığı hatların esnekliği daha fazladır. Mesnet izolatörlü hatlarda böyle bir durum olmadığından kopma ihtimali daha fazladır.

#### ➤ **Geçit izolatörleri**

Bina içinden dışarıya veya baralara, aynı zamanda bina dışından da içeriye enerji geçişlerinde kullanılan izolatörlerdir. Yapı olarak mesnet izolatörle aynı özelliği taşır. Cam veya porselenden yapılır.



Resim 1.20: Geçit izolatörler



Şekil 1.4: Geçit tipi izolatör çeşitleri

## 1.2. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

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

### 1.2.1. Elektriksel Boyutlandırma

İzolatörler, ilgili Türk standartlarına uygun olmalıdır. Buna göre anma gerilimi 1000V'a kadar olan ve TS 76 kapsamına giren izolatörler:

- Taşıyıcı izolatörleri (E)
- Durdurucu izolatörleri (ED)
- Mesnet izolatörleri (ED)
- Gergi izolatörleri (ED)
- Mekanik izolatörleri (EM)
- Makara izolatörleri (EM)

Anma gerilimi 1000 V'tan yüksek olan izolatörler:

- Mesnet izolatörleri (MN)
- Dolu tip mesnet izolatörleri (MD)
- Zincir izolatörler (Z.40.U) (K1)
- Çubuk izolatörler (ÇD)
- Ayırıcı mesnet izolatörler (C 4 - 170)
- Ayırıcı itici (SCD - 30)
- Geçit izolatörleri (DAF - 30 / 400)
- Bara mesnet izolatörleri (SAR - 30)

### 1.2.2. Mekanik Boyutlandırma

#### ➤ 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.

#### ➤ 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.

#### ➤ 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.

### 1.2.3. İzolatör Dolgu Gereci ve Bağlantı Parçaları

#### ➤ İzolatör dolgu gereci

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.

#### ➤ İzolatör bağlantı parçaları

İzolatör bağlantı elemanları, izolatörleri mesnet noktalarına ve iletken donanımlarına, izolatör elemanlarını birbirine bağlamaya yarayan parçalardır.

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.

Zincir izolatörlerin bağlantı parçaları ise yapıldığı malzemeye göre en az aşağıda belirtilen emniyet kat sayıları 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.



Resim 1.21: İzolatör bağlantı parçaları

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yapım gereçlerine göre izolator çeşitlerinin yapım malzemelerini ve özelliklerini analiz ediniz.	➤ Yapım gereçlerine göre izolator çeşitlerini bulunuz, inceleyiniz ve ölçüleri hakkında bilgi edininiz
➤ Kullanım yerlerine göre izolator çeşitlerinin kullanım nedenleri ve özelliklerini analiz ediniz.	➤ Kullanım yerlerine göre izolator çeşitlerinin kullanım nedenleri ve özelliklerini analiz ediniz.
➤ Yapılış tiplerine göre izolator çeşitlerinin kullanım nedenleri ve özelliklerini analiz ediniz.	➤ Yapılış tiplerine göre izolator çeşitlerinin kullanım nedenleri ve özelliklerini analiz ediniz.

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yapım gereçlerine göre izolatorların seçimini yapabildiniz mi?		
2. Kullanım yerlerine göre izolatorların seçimini yapabildiniz mi?		
3. Yapılış tiplerine göre izolatorların seçimini yapabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Enerji nakil hatlarını, şalt sahaları ve dağıtım merkezlerinde baraları tespit edildikleri yerden yalıtın ve taşıyan elemanlara izolatör denir.
2. ( ) Yapıldığı malzemenin cinsine göre izolatörler porselen izolatörler, cam izolatörler ve epoksi reçineli izolatörler olmak üzere üç gruba ayrılır.
3. ( ) İzolatör demiri, izolatörü direk veya konsol (travers) üzerine tespit etmeye yarayan demir aksamdır.
4. ( ) Porselen izolatörler, cam izolatörlere göre hem daha ucuz hem de dielektrik dayanımı daha yüksektir.
5. ( ) Nem, cam izolatör üzerinde porselene göre daha çabuk yoğunlaşır. Bu da cam izolatör üzerinde pisliklerin toplanmasına ve kaçak akımlara neden olur.
6. ( ) Zincir izolatöre eleman (damlalık) eklenerek farklı gerilimlerde kullanılabilir. Mesnet izolatör sadece imal edildiği gerilimde kullanılır.
7. ( ) Zincir izolatörlerin kullanıldığı hatların esnekliği daha fazladır. Mesnet izolatörlü hatlarda böyle bir durum olmadığından kopma ihtimali daha fazladır.
8. ( ) Geçit izolatörleri bina içinden dışarıya veya baralara, aynı zamanda bina dışından da içeriye enerji geçişlerinde kullanılan izolatörlerdir.
9. ( ) Kopilya, mesnet izolatörlerin birbirine eklenmesini sağlayan bir elemandır.
10. ( ) İzolatörler, konsollara izolatör demirleri yardımıyla tutturulur. İzolatör demiri, vidalı veya vidasız olarak izolatörle irtibatlandırılır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Uygun ortam ve araç gereç sağlandığında her yerde, standartlara ve Kuvvetli Akım, Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun olarak direklere izolatör montajını hatasız yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bulduğunuz yerleşim birimindeki direk çeşitlerini (ağaç, beton ve demir) inceleyiniz. Bu direklerde kullanılan izolatör tiplerini araştırınız.
- Yüksek gerilim taşıyan direklerde kullanılan izolatörleri inceleyiniz. Diğer izolatörlerle karşılaştırınız.
- Bu incelemelerinizde gördüğünüz izolatör tiplerini çiziniz.

## 2. DİREKLERE İZOLATÖR MONTAJI

### 2.1. Gerilime Göre Standarda Uygun İzolatör Montaj Mesafeleri

Enerji nakil hatları, çeşitli nedenlerle titreşim ve salınım yapar. Bunlara, kuşların konması ve havalanması, kar ve buzların kırılarak dökülmesi ile rüzgârların neden olduğu titreşim ve salınımlar örnek verilebilir. Bu olumsuzluklara direkler arasındaki mesafeler ile iletkenlerin cinsi, ağırlığı ve sehmi de etki eder. Gerek yukarıda anlatılan sebepler gerekse yüksek gerilimlerin emniyetli taşınmaları göz önünde bulundurulduğunda izolatörler arasındaki montaj mesafeleri büyük önem taşımaktadır. Bu mesafeler:

- Hava hatlarında malzeme, kesit, salgı ve anma gerilimleri aynı olan, aynı ya da farklı yatay yüzeylerde bulunan iletkenler arasındaki en küçük (D) uzaklığı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$D = k \cdot (F_{mak} + L)^{1/2} + (U/150)$$

**Bu formülde,**

**D:** Direk üzerinde iletkenler arasındaki uzaklık (**m**)

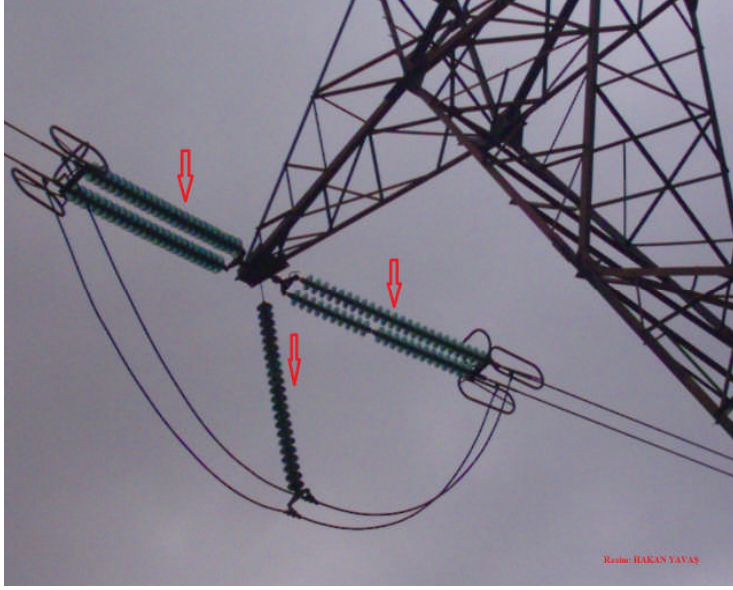
**k:** Bir kat sayı olup bu kat sayı alçak gerilimde **0,35**, yüksek gerilimde **0,50** alınacaktır.

**F<sub>mak</sub>:** Hesaplanan direğin en büyük açıklığına ilişkin en büyük salgı (sehim) (**m**)

**L:** Taşıyıcı zincir izolatörün uzunluğu (**m**) (Mesnet izolatöründe L=0 alınacaktır.)

**U:** Hattın fazlar arası anma gerilimi (**kV**)

- Bir direk üzerinde birden fazla sistem bulunursa ve bunlarda malzeme, kesit, salgı ve anma gerilimleri farklı ise bu iletkenler arasında alınacak en küçük “D” uzaklığı, her devrenin kendi salgı ve gerilimlerinin yukarıda verilen formülde yerine konması ile bulunacak değerlerden en büyüğüne eşit olacaktır.



**Resim 2.1: Zincir tipi YG cam izolatörler**

Formül ile ilgili olarak aşağıdaki uyarıların dikkate alınması gerekir:

- Konsol ve travers boyları ile bunlar arasındaki uzaklıklar yukarıdaki gibi hesaplanmakla birlikte gerilim altındaki iletkenler arasındaki uzaklığın ( $U/150$ ) m'den daha az olmadığı doğrulanacaktır. Bu uzaklık 0,20 m'den az olamaz.
- Yukarıda hesaplanan konsol ve travers boyları ile bunlar arasındaki uzaklıklar, ayrıca kamçılanma kontrolü yapılarak doğrulanacaktır. Bir direkte birbirinin üstünde bulunan iletkenlerden, alttaki iletkenin üzerindeki buz yükünün birdenbire düşmesinden sonra alttaki iletkenin düşey düzlemde bir sıçrama yapacağı varsayılarak sıçramadan sonra üstteki buzlu iletkene uzaklığı ( $U/150$ ) m'den az olmayacaktır. Bu uzaklık 0,20 m'den az olamaz (Bu madde yalnızca yüksek gerilimli büyük aralıklı hatlara uygulanır.).
- Aynı direk üzerinde bulunan yüksek ve alçak gerilimli iletkenlerin bağlantı noktaları arasındaki düşey uzaklık en az 1,5 m olacaktır.
- Alçak gerilimli küçük aralıklı hatlarda iletkenler arasındaki uzaklık 0,40 m'den az olmayacaktır. Bu uzaklıklar aşağıdaki durumlarda küçültülebilir:
  - Gerilimleri birbirine eşit olan aynı faz iletkenlerinde
  - İletkenlerin birbirine değmemesi için gerekli güvenlik önlemleri alınmış olan hatlarda
  - Hat iletkenleriyle topraklanmış metal bölümler arasındaki uzaklık en az; ( $U/150 + 0,05$ ) m olacaktır.

- Bu uzaklık yüksek gerilimli hava hatlarında 0,20 m'den, alçak gerilimli hava hatlarında da 0,05 m'den az olamaz (U: Fazlar arası anma gerilimidir (kV)).

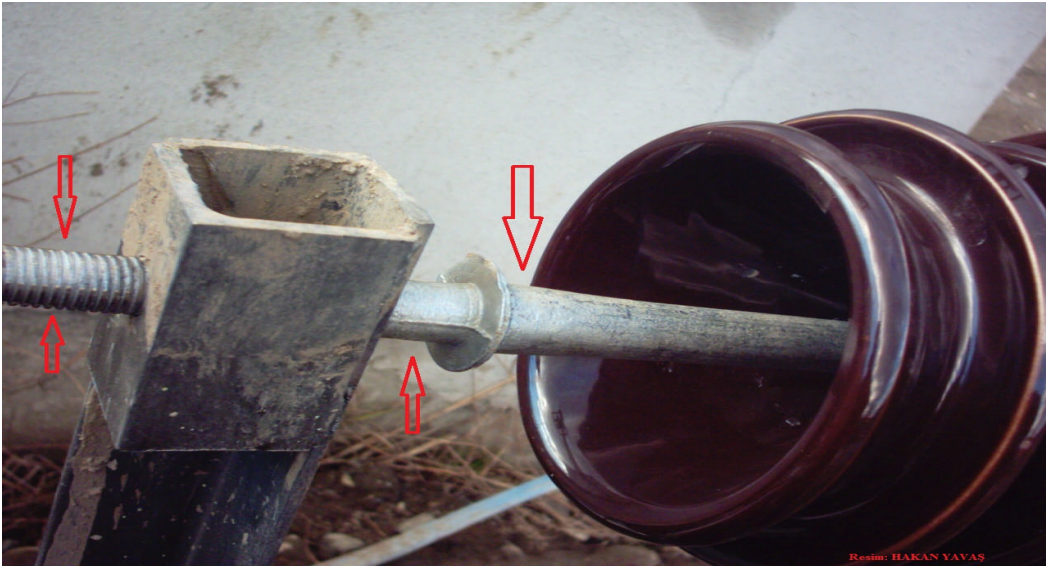
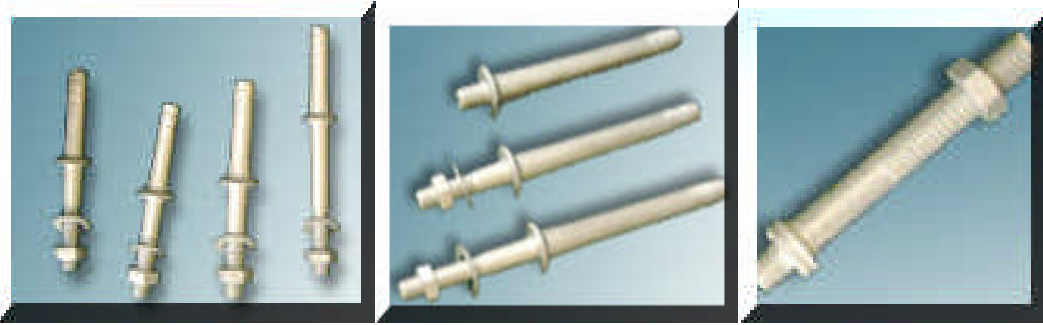
## 2.2. İzolatör Bağlantı Parçaları

### 2.2.1. İzolatör Demirleri

İzolatör demirleri, çıplak iletkenli havai hatlarda izolatörlerin mesnetlerine bağlantısını sağlayan bir bağlantı elemanıdır. İzolatör demirleri, izolatöre ya uygun bir malzeme ile dondurularak ya da yerine vidalanarak tespit edilir.

#### 2.2.1.1. Mesnet Tipi İzolatör Demirleri

Enerji nakil hatlarında kullanılan mesnet tipi izolatörlerin konsola bağlantısını sağlayan gereçlerdir.



Resim 2.2: İzolatör demirleri

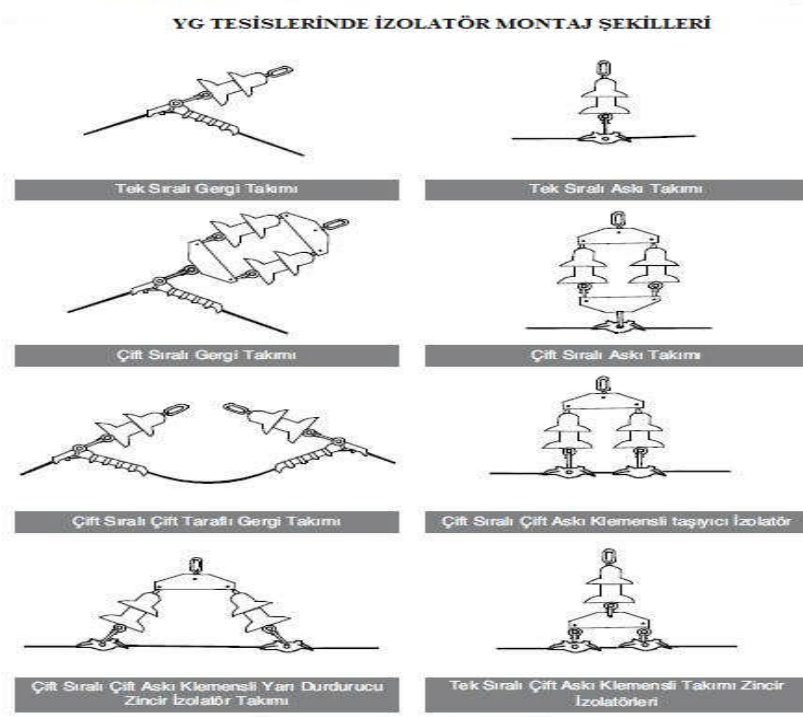
### 2.2.1.2. Zincir Tipi İzolatör Demirleri

Enerji nakil hatlarında kullanılan zincir tipi izolatörlerin konsola bağlantısını sağlayan gereçlerdir. Bu gereçler, hat hırdavat malzemeleri olarak adlandırılmıştır. Kullanıldıkları yerlere göre aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar:

- Tek askı takımı
- Çift askı takımı
- Tek gergi takımı
- Çift gergi takımı



Resim 2.3: Zincir tipi izolatör montaj elemanları



Şekil 2.1: YG tesislerinde izolatör montaj elemanları ve şekilleri

Tüm izolatör demirleri imalatlarından sonra hava şartlarından etkilenmemeleri için galvanizle kaplanmıştır.

### 2.3. İzolatörü Direk Üzerine Montaj Yapma Teknikleri

- İzolatör montajının yapılacağı direk tipine göre (ağaç, beton ve demir) kullanılacak izolatör demirleri seçilir.
- Mesnet izolatörün izolatör demirlerine, şartname ve tekniğine göre tespiti yapılır.
- Zincir izolatörlerin askı ve gergi tertibatları, tekniğine göre birleştirilerek takım hâline getirilir.
- Direğe uygun araç ve gereçler yardımıyla çıkılır (ayakçalık, asansör, merdiven vb.).
- Direğin cinsine göre seçtiğimiz izolatörün montajı, direk veya travers üzerine araç ve gereçler yardımıyla yapılır (somun, cıvata, anahtar takımı vb. yardımıyla).



Resim 2.4: Havai hatlarda izolatör montajı

### 2.4. Direk Üzerinde Emniyetli Çalışma Kuralları

OG (orta gerilim) ve YG (yüksek gerilim) tesislerinde her türlü çalışmalar aşağıdaki işlemlerden sonra yapılmalıdır:

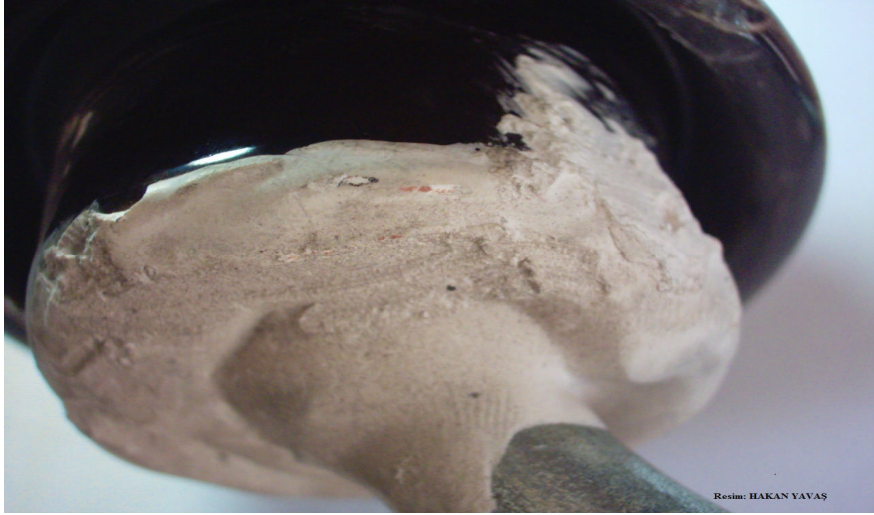
- Üzerinde çalışılacak teçhizatı gerilimsiz bırakmak için önce kesiciler, sonra ayırıcılar açılmalıdır.
- Tesisin güvenlik altına alınması amacıyla kesme cihazları ile kumanda tertibatı üzerine güvenlik kartları, ikaz ve ihbar levhaları konmalıdır.
- Çalışma yerinde gerilim yokluğunun kontrolü, iletkenlerin her biri üzerinde neon lambalı gerilim kontrol stankası (gerilim dedektörü), hat tüfeği ve benzeri özel aletler yardımı ile yapılmalıdır.
- Gerilim yokluğu tespit edilince mahalli topraklama ve kısa devre etme işlemleri, çalışma yerinin mümkün olduğu kadar yakınında ve çalışma yerini besleyebilecek bütün kollar üzerinde yapılmalıdır.
- Yukarıda anlatılan işlem, enerji kaynaklarından ayrılmış olan hat parçaları üzerinde de yapılmalıdır. Çünkü bu parçalar, atmosferik aşırı gerilimler veya endüksiyon tesirinde kalmış olabilir.

- Topraklama ve kısa devre yapma işlerinde izole eldivenler, baret, izole ayakkabı, izole halı veya izole tabure ile stankalar kullanılmalıdır.
- Topraklama ayırıcısı bıçaklarının hepsinin kapalı olması şarttır.
- Çalışma yeri levhalar, bayraklar, flamalar, kordonlar, bariyerler vb. işaretlerle sınırlanmalıdır.
- Tesislerin müsait olduğu hâllerde, gerilim altında kalmış bulunan kısımlarına yaklaşılmasını yasaklayıcı levhalar konulmalıdır.
- İş emniyeti sağlandıktan sonra ayakçalık, emniyet kemeri, baret, iş ayakkabısı, iş eldiveni vb. koruyucu araç gereçler giyilir.
- Direğe, uygun araç ve gereçler yardımıyla çıkılır.
- Direk tipine göre (ağaç, beton ve demir) seçtiğimiz ve hazırladığımız izolatörlerin, işlem basamaklarına uygun olarak montajı yapılır.

## 2.5. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

### ➤ İzolatör dolgu gereci

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



Resim 2.5: İzolatör dolgu gereci

### ➤ İzolatör bağlantı parçaları

#### • İzolatör demirleri

İzolatör demirleri, çıplak iletkenli havai hatlarda izolatörlerin mesnetlerine bağlantısını sağlayan bir bağlantı elemanıdır. İzolatör demirleri, izolatöre ya uygun bir malzeme ile dondurularak ya da yerine vidalanarak tespit edilir. İzolatör demirlerini iki gurupta inceleyebiliriz:

○ **Mesnet tipi izolatör demirleri**

N-80 tipi deveboynu izolatör demirleri, ağaç direklerde kullanılır.



**Resim 2.6: Deve boynu izolatör demirleri**

N-80A tipi izolatör demirleri, alçak gerilim traversli direklerde kullanılır.

N-80B tipi izolatör demirleri, alçak gerilim traversli tesislerde durdurucu izolatörlerde kullanılır.

DT.C-15 tipi izolatör demirleri, 15 kV'luk OGENH (Orta gerilim enerji nakil hatları) taşıyıcı olarak VHD-15 izolatörü ile kullanılır.

DT.B-15 tipi izolatör demirleri, 15 kV'luk OGENH durdurucu olarak VHD-15 izolatörü ile kullanılır.

DT.C-35 izolatör demiri, 35 kV'luk OGENH taşıyıcı olarak VHD-35 izolatörü ile kullanılır.

DT.B-35 izolatör demiri, 35 kV'luk OGENH durdurucu olarak VHD-35 izolatörü ile kullanılır.

DMN.30-T izolatör demiri, 15 KV'luk OGENH taşıyıcı olarak mesnet dolu tip izolatörlerle birlikte kullanılır.

Tüm izolatör demirleri, imalatlarından sonra hava şartlarından etkilenmemeleri için galvanizle kaplanmıştır.

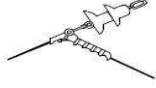
○ **Zincir tipi izolatör demirleri**

Enerji nakil hatlarında kullanılan zincir tipi izolatörlerin konsola bağlantısını sağlayan gereçlerdir. Bu gereçler, hat hırdavat malzemeleri olarak adlandırılmıştır.





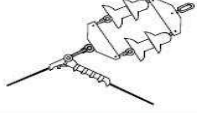
### YG TESİSLERİNDE İZOLATÖR MONTAJ ŞEKİLLERİ



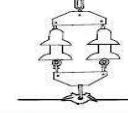
Tek Sıralı Gergi Takımı



Tek Sıralı Aslı Takımı



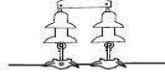
Çift Sıralı Gergi Takımı



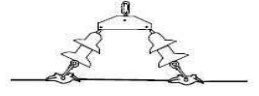
Çift Sıralı Aslı Takımı



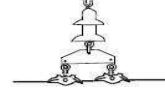
Çift Sıralı Çift Taraflı Gergi Takımı



Çift Sıralı Çift Aslı Klemensli taşıyıcı İzolatör



Çift Sıralı Çift Aslı Klemensli Yarı Durdurucu Zincir İzolatör Takımı



Tek Sıralı Çift Aslı Klemensli Takımı Zincir İzolatörleri

## UYGULAMA FAALİYETİ

Seçmiş olduğunuz uygun yere ( travers- konsol- trafo binasına vb.) yönetmeliğe göre mesnet ve zincir tipi izolatör montajını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kullanılan direğe ve çalışma ortamına uygun izolatörü seçiniz.	➤ Çalışma süresince iş güvenliği kurallarına uyunuz ve iş güvenliği ekipmanlarınızı kullanınız
➤ Kullanılan gerilime uygun izolatörü seçiniz.	➤ İzolatör çeşitlerini gözden geçiriniz
➤ İzolatör montaj aparatlarını seçiniz	➤ İzolatör gerilim dayanımlarını göz önünde bulundurunuz.
➤ İzolatörleri montaj aparatları ile tutturunuz	➤ Zincir tipi izolatörleri birbirine tuttururken kopilyaların iyice yerine oturduğuna dikkat

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Mesnet tipi izolatöre montaj aparatını tutturabildiniz mi?		
2. Zincir tipi izolatöre montaj aparatını tutturabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Kuşların konması ve havalanması, kar ve buzların kırılarak dökülmesi ile rüzgârlar, enerji nakil hatlarında titreşim ve salınımlara neden olur. Bu olumsuz duruma direkler arasındaki mesafeler ile iletkenlerin cinsi, ağırlığı ve sehmi de etki eder.
2. ( ) Gerilim altındaki iletkenler arasındaki uzaklık  $U/250$  m'den az olmamalıdır (U: Hattın KV cinsinden gerilimi.).
3. ( ) Mesnet tipi izolatör demirleri, mesnet tipi izolatörlerin konsola veya direklere bağlantısını sağlayan gereçlerdir.
4. ( ) OG ( orta gerilim ) ve YG ( yüksek gerilim ) tesislerinde üzerinde çalışılacak teçhizatı gerilimsiz bırakmak için önce kesiciler, sonra ayırıcılar açılmalıdır.
5. ( ) OG (orta gerilim) ve YG (yüksek gerilim) tesislerinde, tesisin güvenlik altına alınması amacıyla kesme cihazları ile kumanda tertibatı üzerine güvenlik kartları, ikaz ve ihbar levhaları konmalıdır.
6. ( ) OG ve YG tesislerinde çalışma yerinde gerilim yokluğunun kontrolü, iletkenlerin her biri üzerinde kontrol kalemi vb. aletler yardımı ile yapılmalıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Uygun ortam ve araç gereç sağlandığında her türlü yerde, standartlara ve Kuvvetli Akım, Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun olarak trafo binalarına izolatör montajlarını hatasız yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bulduğunuz yerleşim birimindeki trafo binalarındaki izolatör tiplerini araştırınız.
- Bu izolatörlerle direklerde kullanılan izolatör tiplerini karşılaştırınız.

## 3. TRAFO BİNALARINA İZOLATÖR MONTAJI

### 3.1. Gerilime Göre Standarda Uygun Montaj Mesafeleri

Trafo binalarında açık alanlardaki direklerin maruz kaldığı rüzgâr, kar, buz, kuşlar, sehim vb. etkilerin hiçbiri oluşmaz. Bu sebeple iki izolatör arası mesafenin tespiti için gerilimlerin uygun taşınma mesafelerinin göz önünde bulundurulması yeterlidir. Buna göre iki izolatör arasındaki mesafe,

**D=U/150** orantısıyla bulunur.

**D:** İletkenler arasındaki uzaklık (**m**)

**U:** Fazlar arası anma gerilimi (**kV**)

Yukarıdaki işlem sonucunda bulunan değer ne olursa olsun, iki izolatör arasındaki mesafe 20 cm'den aşağı olamaz.

### 3.2. İzolatörü Kaide Üzerine ve Duvara Montaj Yapma Teknikleri

#### 3.2.1. Trafo Binalarında Montaj Yapılan İzolatör Tipleri

Trafo binalarında montaj yapılan izolatör tipleri: Dâhilî ve haricî bara mesnet izolatörü, dâhilden dâhile ( Bina içi) geçit izolatörleri, dâhilden harice geçit izolatörleridir.

### 3.2.1.1. Dâhilî ve Haricî Bara Mesnet İzolatörü

Şartnamesine ve standardına uygun evsafa, proje ve şartnamesine uygun akım değerlerinde ve sistem gerilimlerinde dâhilî tip mesnet izolatörü ve şartnamesinde belirtilen yüzeysel kaçak mesafeli, eğilme ve kırılma yüklerine dayanıklı hâricî tip mesnet izolatörü kullanılır.



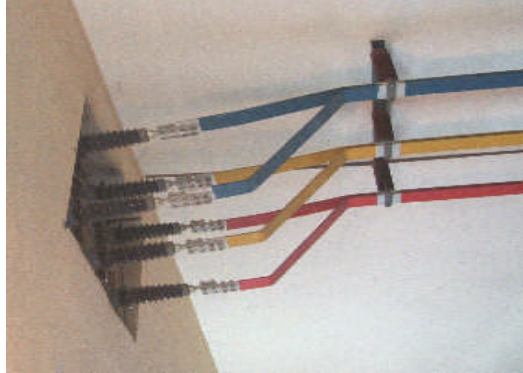
Resim 3.1: Mesnet tipi izolatörler ve baralar

### 3.2.1.2. Dâhilden Dâhile (Bina İçi ) Geçit İzolatörleri

Şartnamesine ve standardına uygun olarak projesine uygun akım ve gerilim değerlerinde, metal kısımları korozyona dayanıklı malzemeden bağlantı terminalleri monte edilmiş olarak tespit flanşları üzerinde galvanizli topraklama cıvatası ile komple porselen veya basınçlı dökme epoksi reçineden mamul geçit izolatörü kullanılır.

### 3.2.1.3. Dâhilden Hârice (Bina İçi-Bina Dışı) Geçit İzolatörleri

Şartnamesine ve standardına uygun olarak projesine uygun akım ve gerilim değerlerinde, metal kısımları korozyona dayanıklı malzemeden tijleri ve bağlantı terminalleri monte edilmiş olarak tespit flanşları üzerinde galvanizli topraklama cıvatası ile komple porselen veya basınçlı dökme epoksi reçineden mamul geçit izolatörü kullanılır.



Resim 3.2: Trafo binası ve geçit izolatörleri

### 3.2.3. İzolatör Montajı İşlem Sırası

- Yüksek gerilimde çalışma kuralları ile ilgili güvenlik tedbirleri alınır.
- Gerilime göre uygun izolatör seçilir.
- İzolatör kaidesi trafo binasına araç ve gereçler yardımıyla monte edilir.
- İzolatör kaidesi üzerine, yukarıda hesaplanan mesafelere göre izolatörlerin montajı yapılır.
- Bina içine geçit izolatörleri kullanılarak enerji girişi yapılır.

### 3.3. İzolatör Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

İzolatörlerin trafo binalarına montajları yapılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Yüksek gerilimle ilgili güvenlik tedbirleri tamamıyla alınmış olmalıdır.
- İzolatör kaidesini yerleştirmek için sağlam bir zemin seçilmelidir.
- İzolatör kaidesi, uygun tarzda zemine yerleştirilir. Sağlam olması için kaynak ve cıvatalama yapılır.
- Cıvata başlarının ezilmemesine, somunların dış sıyırmasına dikkat edilir.
- Yalıtım malzemelerinin yalıtımlarının bozulmamasına dikkat edilmelidir.
- Montaj yapılırken araç ve gereçler usulüne uygun olarak kullanılmalıdır.

### 3.4. İzolatör Montajında Emniyetli Çalışma Kuralları

OG ve YG tesislerinde her türlü çalışmalar aşağıdaki işlemlerden sonra yapılacaktır:

- Tesislerin müsait olduğu hâllerde, gerilim altında kalmış bulunan kısımlarına yaklaşılmasını yasaklayıcı levhalar konulmalıdır.
- Üzerinde çalışılacak teçhizatı gerilimsiz bırakmak için önce kesiciler, sonra ayırıcılar açılmalıdır.
- Tesisin güvenlik altına alınması amacıyla kesme cihazları ile kumanda tertibatı üzerine güvenlik kartları, ikaz ve ihbar levhaları konmalıdır.



Resim 3.3: Trafo binası güvenlik ve uyarı levhaları

- Çalışma yerinde gerilim yokluğunun kontrolü, iletkenlerin her biri üzerinde neon lambalı gerilim kontrol stankası, yüksek gerilim dedektörü ve benzeri özel aletler yardımı ile yapılmalıdır.
- Topraklama ve kısa devre yapma işlerinde izole eldivenler, baret, izole ayakkabı, izole halı veya izole tabure ile stankalar kullanılmalıdır.



**Resim 3.4: Kişisel güvenlik araç gereçleri**

- Topraklama ayırıcı bıçaklarının hepsinin kapalı olması şarttır.



**Resim 3.5: Ayırıcılarda kullanılan mesnet izolatörleri**

- Çalışma yeri levhalar, bayraklar, flamalar, kordonlar, bariyerler vb. işaretlerle sınırlanmalıdır.
- İş emniyeti açısından emniyet kemeri, baret, iş ayakkabısı, iş eldiveni vb. koruyucu araç gereçler giyilmelidir. Ayrıca çalışma alanı izole halı, tabure vb. araç gereçlerle yalıtılmış olmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Yönetmeliğe göre geçit izolatörü montajını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kullanılan gerilime uygun izolatörü seçiniz.	➤ İzolatör çeşitlerini gözden geçiriniz
➤ Kullanılacağı yere uygun izolatörü seçiniz	➤ İzolatör gerilim dayanımlarını göz önünde bulundurunuz.
➤ Gerilime uygun mesafeleri tespit ediniz.	➤ İki izolatör arasındaki mesafe 20 cm'den aşağı olamaz” kuralını unutmayınız..
➤ İzolatörün duvara montajını yapınız	➤ Formülden faydalanınız. $D= U/150$
➤ İzolatörün kaideye montajını yapınız.	➤ YG çalışma kurallarına dikkat ediniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kullanım yerine ve gerilim değerine göre uygun izolatörü seçebildiniz mi?		
2. İzolatörler için standartlara uygun montaj mesafesini tespit edebildiniz mi?		
3. İzolatörlerin standartlara uygun olarak montajını yapabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. (.....) Trafo binalarında iki izolatör arasındaki mesafe  $D=U/150$  oranısıyla bulunur.
2. (.....) Yüksek gerilimlerin kontrolü, yüksek gerilim dedektörü ile yapılır.
3. (.....) Trafo binalarında yapılacak her türlü işlerde izole eldivenler, baret, izole ayakkabı, izole halı, izole tabure vb. kullanılmalıdır.
4. (.....) Trafo binalarında dâhilî ve haricî bara mesnet izolatörleri ile geçit izolatörleri kullanılır.
5. (.....) Cıvata başları ve somunlar açılmayacak şekilde ezilerek monte edilir.
6. (.....) Geçit izolatörleri, bina içinden dışarıya veya baralara, aynı zamanda bina dışından da içeriye enerji geçişlerinde kullanılan izolatörlerdir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Uygun ortam ve araç gereç sağlandığında her türlü yerde, standartlara ve Kuvvetli Akım, Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun olarak izolator koruma elemanlarını seçebilecek ve montajlarını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Elektrikte arkın ne anlama geldiğini araştırınız.
- Yüksek gerilimli nakil hatlarında ark oluşmasının sebeplerini araştırınız.
- Yüksek gerilimli nakil hatlarında ark oluşmasını önlemek ve arkın zararlı etkilerini azaltmak amacıyla alınan tedbirleri araştırınız.

## 4. İZOLATÖR KORUMA ELEMANLARI VE MONTAJI

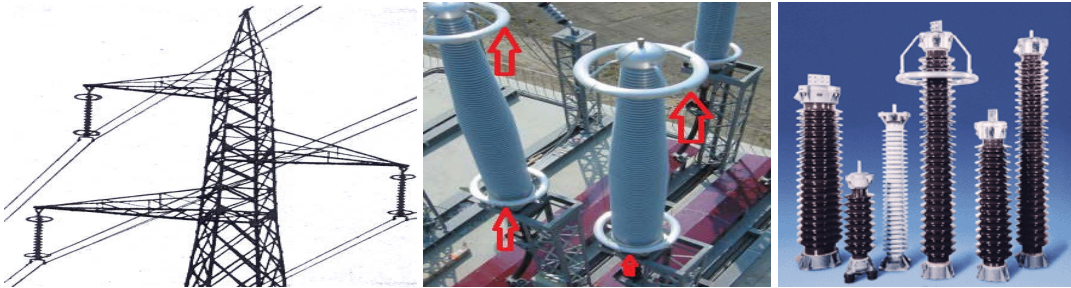
### 4.1. İzolatörlerin Korunması

#### 4.1.1. İzolatör Koruma Elemanları

İletim ve dağıtım hatlarında, çeşitli sebeplerle ( atmosferik olaylar, iletkenlerin kopup birbirinin üzerine düşmesi vb.) aşırı gerilimden dolayı (ark) atlama meydana geldiğinde izolatorleri korumak için bazı koruyucular kullanılır. Bunlar, ark koruma halkaları, ark boynuzları, ark çemberleri, kuşkonmazlardır.

##### 4.1.1.1. Ark Koruma Halkaları

Resim 4.1'de görüldüğü gibi izolator zincirinin iletkenle temaslı tarafına izolatorü saracak şekilde iletken bir koruma halkası konur ve iletken bağlama aparatına bağlanır.



Resim 4.1: Ark koruma halkası

Ark koruma halkaları, ark boynuzu ile birlikte kullanılır. İzolatör üzerinde meydana gelen arkın, ark boynuzu ile halka arasında akışını sağlayarak toprağa geçmesini sağlar.

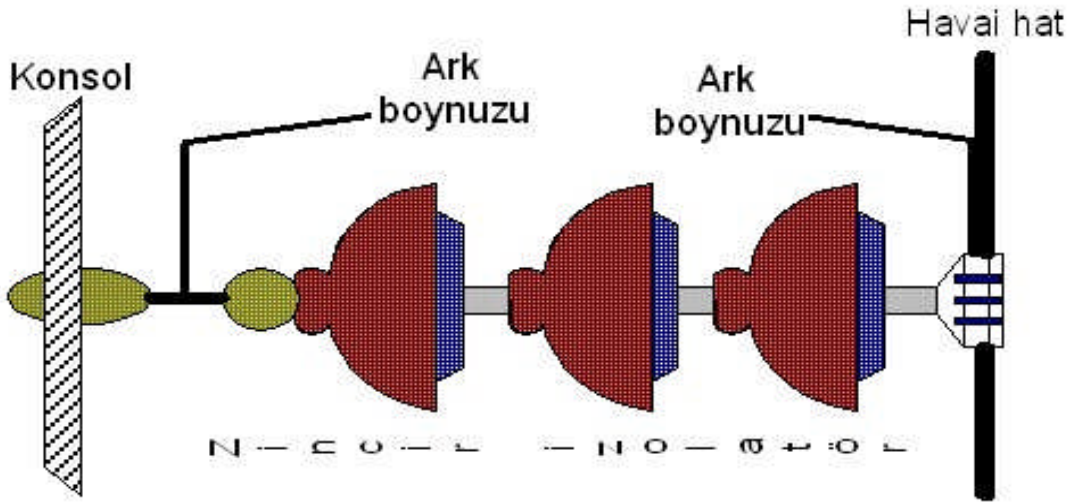
#### 4.1.1.2. Ark Boynuzları

Ark atlamasında koruma yapılmaz ise izolatör porseleni genellikle kırılır ve dökülür. Arkın izolatör üzerinden atlamasını önlemek için zincir tipi izolatörlerde ark boynuzları kullanılır.



Resim 4.2: Trafo buşing ark boynuzu ve zincir tipi izolatör ve ark boynuzları

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi boynuzlardan biri izolatörün üst kısmında olacak şekilde konsolda veya traverste bulunur ve toprakla irtibatlanır. Boynuzun diğeri ise izolatörün alt kısmında bulunur ve iletkeni izolatöre bağlama aparatına bağlanır. Bu şekilde ark, izolatörden belirli bir uzaklıkta tutularak izolatörün zarar görmesi önlenmiş olur.



Şekil 4.1: Ark boynuzu prensip şeması

Ark boynuzu aralığı, hava şartları ağırlaştığında ve deniz seviyesinden çok yükseldiğinde yeniden ayarlanmalıdır (Boynuz aralığı arttırılmalıdır.). Deniz seviyesinden 1.000 metre yükseklikten sonraki her 100 metrede boynuz aralığı % 1,5 arttırılmalıdır.

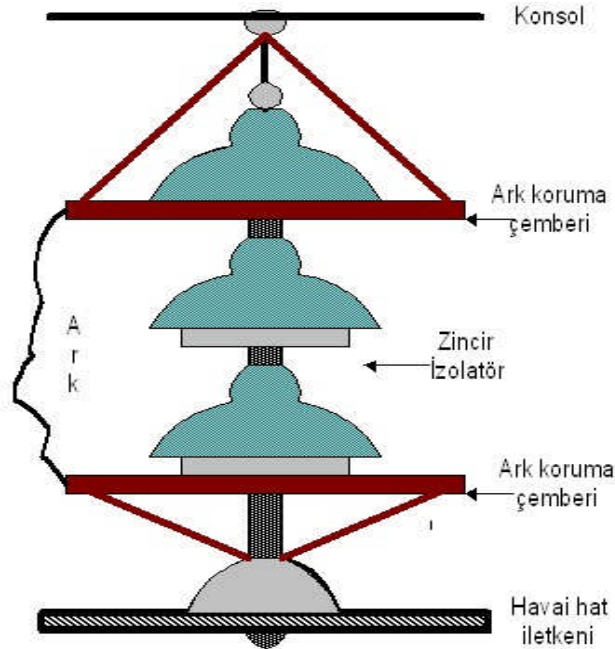
Tablo 4.1'de VDE (Alman) standartlarına göre kV cinsinden işletme gerilimi ve buna karşılık gelen elektrot boynuz açıklıkları verilmiştir.

İşletme Gerilimi (kV)	Boynuzlar Arası Mesafe (cm)
6	6
10	8,6
15	11,5
30	22
60	40
150	83
380	230

Tablo 4.1: VDE (Alman) standartlarına göre elektrot boynuz açıklıkları

#### 4.1.1.3. Ark Koruma Çemberleri

İzolatör üzerinde yüzeysel atlama (ark) meydana geldiği anda rüzgâr eserse ark, izolatörün altına girebilir ve zarar verebilir. Bu durumu önlemek için izolatörün alt ve üst kısmına iletken çemberler konur. Ark atlaması, çemberler arasında gerçekleşir.



Şekil 4.2: Ark koruma çemberi prensip şeması

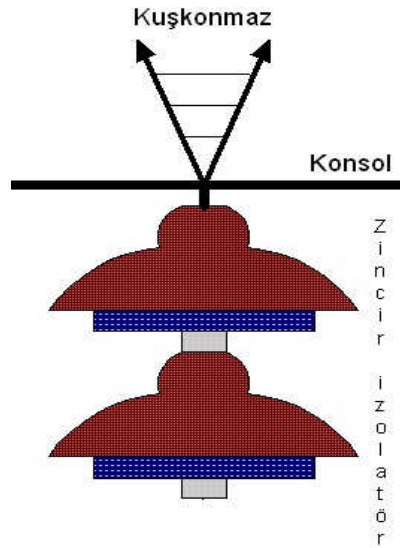


Resim 4.3: Ark koruma çemberi

#### 4.1.1.4. Kuşkonmazlar

Kuşkonmazların görevi, adından da anlaşıldığı gibi kuşların izolatörler üzerine konmasını önlemektir (Şekil 4.3) .

Havai hat direkleri, kuşların en çok kondukları yerlerden biridir. Büyük yapılı kuşların direk başlarına konarken ya da havalanırken kanatları yüksek gerilim hatlarına temas edebilmektedir. Bu temas, hatlar arası kısa devrelere sebep olmakta ve hat güvenliğini tehlikeye sokmaktadır.



Şekil 4.3: Kuşkonmaz



**Resim 4.4: Kuşkonmazlar**

Tüm bu sakıncaları olabildiğince azaltmak için kuşların direk tepesine konacakları anda ayaklarına veya gövdelerine batarak konmalarını önler.

## **4.1.2. Montaj ve Bağlantı Teknikleri**

### **4.1.2.1. Montaj İşlem Sırası**

- Enerji nakil hattının gerilimine göre uygun bir izolatör koruma elemanı seçilir.
- Emniyet kurallarına uygun olarak montaj için direğe çıkılır.
- Montajı yapılacak malzemeler, montaj sırasına göre direğe çıkartılır.
- Travers üzerine malzemeler sırasına göre montaja başlanır.
- Montajı biten elemanlar üzerine iletkenler, tekniklerine uygun şekilde bağlantısı yapılır.
- Yapılan uygulama kontrol edilir.
- Malzemelerle birlikte aşağı inilir.

### **4.1.2.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar**

- Emniyet kurallarına uygun şekilde direğe çıkılmalıdır.
- Kesinlikle malzemelerin yalıtkanlıklarının bozulmamasına dikkat edilir.
- Somun ve cıvataların montajları yapılırken uygun alet ve avadanlıklar kullanılır.
- Kesinlikle somun ve cıvataların dış sıyırmasına dikkat edilir.
- Montajı yapılan koruma elemanlarının gerilim aralıklarına dikkat edilir.

### 4.1.3. Koruma Elemanları Topraklama Bağlantıları

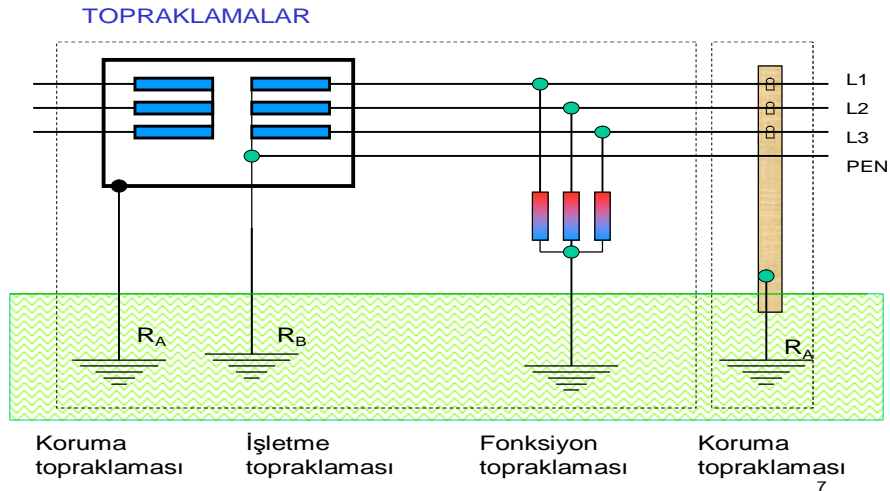
#### 4.1.3.1. Topraklama ve Önemi

Elektrik tesislerinde aktif olmayan bölümler ile sıfır iletkenleri ve bunlara bağlı bölümlerin bir elektrot yardımı ile toprakla iletken bir şekilde birleştirilmesine topraklama denilmektedir.

Elektrik sistemlerinin devamlılığını sağlamak ve insan hayatını güvenceye almak için elektrik sistemlerinde, gerilim altındaki kısımlar yalıtılır. Toprağa karşı yalıtımda, çeşitli sebeplerle her zaman bozulma ve delinme şeklinde hata meydana gelmesi kaçınılmazdır. Topraklama, meydana gelebilecek bu çeşit bir hata durumunda insan hayatını güvenceye almak amacıyla uygulanacak işlemlerden biridir. Diğer taraftan şebekelerin düzgün çalışmasını sağlamak maksadı ile topraklama işlemine gerek duyulur.

Topraklama, başlıca üç maksatla yapılmaktadır:

- **Koruma topraklaması:** İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme araçlarının aktif olmayan kısımlarının topraklanmasıdır.
- **İşletme topraklaması:** İşletme akım devresinin, tesisin normal işletilmesi için topraklanmasıdır.
- **Fonksiyon topraklaması:** Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklamadır. Yıldırım etkilerine karşı koruma, raylı sistem topraklaması, zayıf akım cihazlarının topraklanmasıdır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Topraklama çeşitleri

Koruma topraklaması, alçak gerilim tesislerinde temas gerilimine karşı koruma yöntemlerinden biridir.

Yüksek gerilim tesislerinde ise temas gerilimine karşı korumada kullanılacak tek yöntemdir. Başta da belirtildiği gibi işletme araçlarının aktif olmayan bölümleri, uygun şekilde toprak içine tesis edilmiş olan bir topraklama düzenine iletken bir şekilde bağlanarak koruma topraklaması elde edilir. Burada uygulanan yöntem ile hata hâlinde, insan vücudu üzerinden geçecek akımı oldukça az tutmak ve bu arada devredeki koruma cihazlarının çalışmasını sağlayarak arızalı kısmın hızla devre dışı olmasını sağlamaktır.

İşletme topraklaması, alçak gerilim şebekelerinde transformatörlerin sıfır noktalarının doğru akım tesislerinde bir kutbun veya orta iletkenin topraklanması ile yapılır. Böylece sistemde, toprağa karşı oluşacak gerilimin belirli değerleri aşmamasına çalışılır. Orta ve yüksek gerilim şebekelerinde işletme topraklaması, ülkelerin yönetmeliklerine göre değişmektedir. Ülkemizde orta gerilim şebekeleri, direnç üzerinden topraklanmaktadır. Yüksek gerilim şebekelerinin ise direkt olarak topraklanması yoluna gidilmektedir.

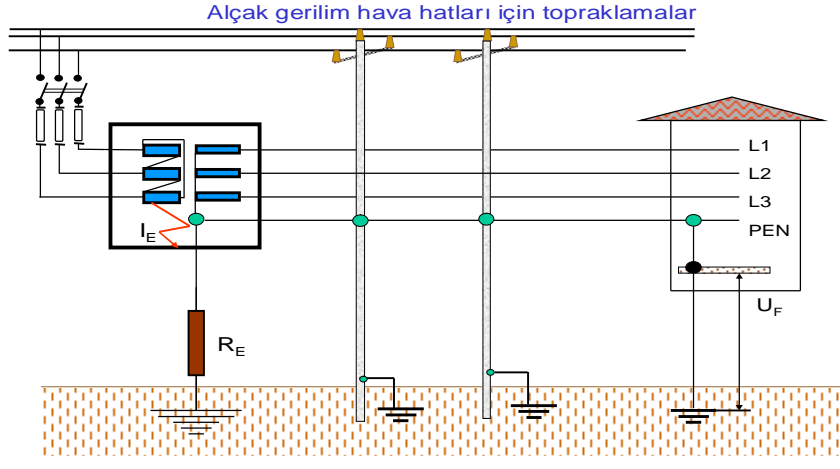
#### 4.1.4.2. Topraklamanın Yapılışı

Aşağıdaki Şekil 4.5'te alçak ve yüksek gerilim hava hatlarında yapılan topraklamalara ait şemalar verilmiştir. Alçak gerilim şebekelerinde direklerin metal kısımları, A.gerilim şebekesi nötr hattına bağlanmalı ve direk alt ucundan uygun bir toprak elektroduna irtibatlanmalıdır. Yüksek gerilim hattı taşıyan müşterek direklerde ve trafo direklerinde de aynı işlem uygulanır.

Buna göre topraklamanın yapılışı için gerekli işlem basamakları aşağıda sıralanmıştır:

- Topraklama levhasının cinsine göre (bakır, galvanizli çelik sac, galvanizli şerit veya topraklama elektrodu) çukur açılır.
- Topraklama çukuru, 50-100 cm kadar derinlikte olmalıdır.
- Topraklama çukurunun tabanına nemli olması için bir miktar kum serilir.
- Bu kumun üzerine bir miktar tuz serilir (Kömür tozu da olabilir.).
- Topraklama levhasının etkili alanı (toprak temas yüzeyi), en az 0,5 m<sup>2</sup> olmalıdır (70\*70 veya 100\*50 cm'lik).
- Topraklama levhalarının kalınlığı, bakır levhalar için en az 2 mm, galvanizli çelik saclar için en az 3 mm olmalıdır.
- Topraklama iletkeninin kesiti, faz iletkeninin kesitinin yarısından az olmamalıdır (Bakır iletkenler için en küçük kesit toprak üstünde 16 mm<sup>2</sup>, toprak altında ise 50 mm<sup>2</sup> olmalıdır.).
- Topraklama levhası üzerine topraklama iletkeni, somunlu cıvata ile sağlam bir şekilde tutturulur.
- Topraklama çukuruna topraklama levhası indirilir.
- Topraklama çukuru toprakla doldurulur (Levhaların etrafına kesinlikle taş ve kum konulmaz.).
- Topraklama levhasına bağlanmış olan topraklama iletkeni tesise irtibatlandırılır.
- Topraklama hem tesisin korunması hem de insan hayatı bakımından son derece önemlidir. Bu yüzden topraklama sistemlerinin zaman zaman kontrol edilmesi gerekir.





Şekil 4.5: Alçak ve orta gerilim tesislerinde topraklamalar

## 4.2. Topraklamalar Yönetmeliği

- Topraklama tesislerinin kurulması için temel koşullar:
  - Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılığın sağlanması gerekir.
  - Isıl bakımdan en yüksek hata akımına (hesap yolu ile bulunan) dayanıklı olması gerekir.
  - İşletme araçları ve nesnelerin zarar görmesinin önlenmesi gerekir.
  - En yüksek toprak hata akımı esnasında, topraklama tesislerinde ortaya çıkabilecek gerilimlere karşı insanların güvenliğinin sağlanmasıdır.
- Bütün topraklamalar, Topraklama Yönetmeliği'ne, Elektrik Dağıtım Tesisleri Genel Teknik Şartnamesi'ne, Tip Projelerine, TEDAŞ şartname ve uygulama esaslarına uygun olarak yapılacaktır.
- Topraklama iletkeni olarak işletme topraklamalarında  $50 \text{ mm}^2$  kesitinde bakır iletkenli NYY kablo, koruma topraklamalarında  $95 \text{ mm}^2$  galvanizli örgülü çelik iletken veya muadili en az  $100 \text{ mm}^2$  kesitinde 3 mm kalınlığında sıcak daldırma galvanizli şerit kullanılacaktır.
- Aydınlatma direklerinin veya AG saha dağıtım kutularının topraklama elektrodu yerine gerektiğinde topraklama sistemi olarak 35, 50 veya  $95 \text{ mm}^2$  örgülü bakır iletken kullanılacaktır.
- Aşağıda belirtilen topraklama malzeme ve montajları, AG - YG şebekeleri, bina ve direk trafo postalarının koruma ve işletme topraklamaları ile parafudr topraklamaları için geçerlidir. Santral, dağıtım merkezleri ve indirici trafo merkezleri topraklamaları için gerekli malzemeler, keşif listelerinde gösterilir ve Topraklama Yönetmeliği'ne ve Tip Projelerine göre yapılır.

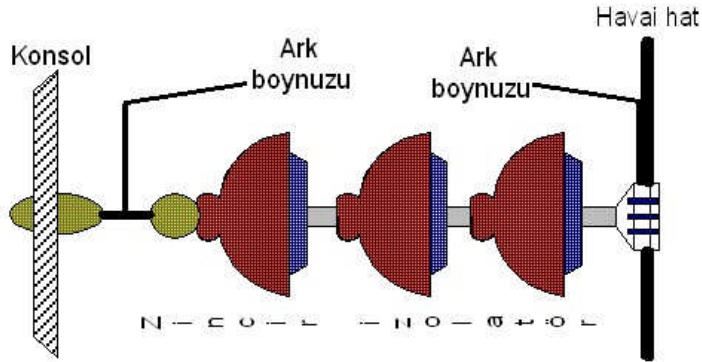
- **50 mm<sup>2</sup> NYY kablo (işletme topraklaması için)**
  - **Montaj:** İzoleli topraklama kablosunun şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına uygun olarak kanala, direğe, duvara vb. montajı, montaj için gerekli tespit kroşeleri, cıvata, somun vs. gerekli her türlü malzemedir.
- **Galvanizli şerit**
  - **Malzeme:** En az 100 mm<sup>2</sup> kesitinde en az 3 mm kalınlığında sıcak daldırma galvanizli şerittir.
  - **Montaj:** Galvanizli şeridin şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına uygun olarak kanala, direğe, duvara vb. montajı, montaj için gerekli tespit kroşeleri, cıvata, somun vs. gerekli her türlü malzemedir.
- **Örgülü bakır iletken**
  - **Malzeme:** 35, 50 veya 95 mm<sup>2</sup> örgülü bakır iletkenidir.
  - **Montaj:** Gerektiğinde örgülü bakır iletkenin şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına uygun olarak kanala, direğe, duvara vb. montajı, montaj için gerekli tespit kroşeleri, cıvata, somun vs. gerekli her türlü malzemedir.
- **Topraklama elektrodu (topraklama kazığı)**
  - **Malzeme:** Topraklama elektrodu olarak 65x65x7mm köşebentten 2 m boyunda sıcak daldırma galvanizli topraklama kazığı veya muadili galvanizli borudur.
  - **Montaj:** Elektrodun şartnamesine, projesine ve uygulama esaslarına göre üst ucu toprak yüzeyinden en az 50 cm derinde olacak şekilde gömülmesidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- 1) Gerekli iş güvenliği tedbirlerine uyararak uygun araç gereç ile izolatör koruma elemanlarının montajını yapınız.

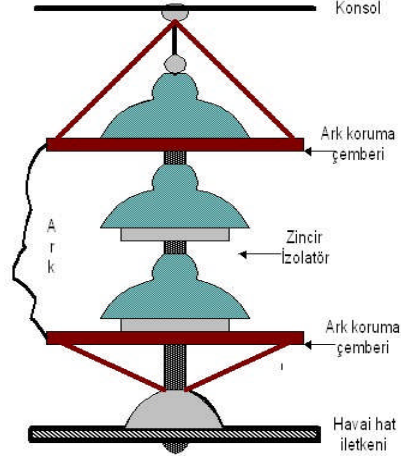
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Montajı yapılmış izolatöre uygun ark koruma halkasını seçiniz.	➤ Emniyet önlemlerini almayı unutmayınız.
➤ Gerekli iş güvenliği kurallarına uyararak uygun araç gereç ile ark koruma halkası montajını yapınız.	➤ Cıvata ve somunların dış sıyırmasına dikkat ediniz
➤ Ark koruma halkasına topraklama hattının bağlantısını yapınız	➤ Topraklamanın standartlara uygun olmasına dikkat ediniz.

- 2) Ark boynuzu montajı



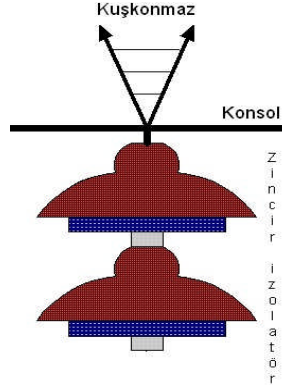
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Montajı yapılmış izolatöre uygun ark boynuzunu seçiniz.	➤ İzolatör koruma seçimi yaparken kullanılacak yerin gerilimini ve tehlikeyi göz önünde bulundurunuz.
➤ Gerekli iş güvenliği kurallarına uyararak uygun araç gereç ile ark boynuzu montajını yapınız.	➤ Emniyet önlemlerini almayı unutmayınız
➤ Ark boynuzuna topraklama hattının bağlantısını yapınız.	➤ Cıvata ve somunların dış sıyırmasına dikkat ediniz.

### 3) Ark koruma çemberi montajı



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Montajı yapılmış izolatöre uygun ark koruma çemberini seçiniz.	➤ İzolatör koruma seçimi yaparken kullanılacak yerin gerilimini ve tehlikeyi göz önünde bulundurunuz.
➤ Gerekli iş güvenliği kurallarına uyarak uygun araç gereç ile ark koruma çemberinin montajını yapınız.	➤ Emniyet önlemlerini almayı unutmayınız
➤ Ark koruma çemberine topraklama hattının bağlantısını yapınız.	➤ Cıvata ve somunların dış sıyırmasına dikkat ediniz.

#### 4) Kuşkonmazların montajı



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Montajı yapılmış izolatöre uygun kuşkonmazı seçiniz.	➤ İzolatör koruma seçimi yaparken kullanılacak yerin gerilimini ve tehlikeyi göz önünde bulundurunuz.
➤ Gerekli iş güvenliği kurallarına uyarak uygun araç gereç ile kuşkonmaz montajını yapınız.	➤ Emniyet önlemlerini almayı unutmayınız
	➤ Cıvata ve somunların dış sıyırmasına dikkat ediniz.

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İzolatörlere uygun koruma elemanlarının seçimini yapabildiniz mi?		
2. İzolatörlere koruma elemanlarının montajını standartlara uygun yapabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Enerji nakil hatlarını, yüksek gerilimin zararlı etkilerinden korumak için kullanılan koruma elemanları ark koruma halkaları, ark boynuzları ve ark çemberleridir.
2. ( ) Ark koruma halkası, izolatör üzerinde meydana gelen arkın ark boynuzu ile halka arasında akışını sağlayarak toprağa geçmesini sağlar.
3. ( ) Arkın izolatör üzerinden atlamasını önlemek için zincir tipi izolatörlerde ark boynuzları kullanılır.
4. ( ) Kuşkonmazların görevi, adından da anlaşıldığı gibi kuşların izolatörler üzerine konmasını önlemektir.
5. ( ) Topraklama levhalarının kalınlığı bakır levhalar için en az 3 mm, galvanizli çelik saclar için en az 2 mm olmalıdır.
6. ( ) Topraklama levhasının etkili alanı, en az 0,05 m<sup>2</sup> olmalıdır.
7. ( ) Topraklama iletkeninin kesiti, faz iletkeninin kesitinin yarısından az olmamalıdır (Bakır iletkenler için en küçük kesit toprak üstünde 16 mm<sup>2</sup>, toprak altında ise 50 mm<sup>2</sup> olmalıdır.).
8. ( ) Ark boynuzu aralığı, hava şartları ağırlaştığında ve deniz seviyesinden çok yükseldiğinde yeniden ayarlanmalıdır (Boynuz aralığı artırılmalıdır.).
9. ( ) Topraklama çukuru en az 50 cm derinliğinde olmalıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

## KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
<b>İzolatörler</b>		
1. İzolatörlerin çeşitlerini seçebildiniz mi?		
2. İzolatörlerin yapıldıkları malzemeye, kullanılma yerlerine ve yapılaş tiplerine göre çeşitlerini seçebildiniz mi?		
<b>Direklere izolatör montajı</b>		
3. İzolatör tipini ve gerekli araç gereçleri seçebildiniz mi?		
4. Direğe izolatörün montajını güvenlik kurallarına uygun olarak yapabildiniz mi ?		
<b>Trafo binalarına izolatör montajı</b>		
5. Duvara veya kaide üzerine montajı yapılacak izolatörü ve gerekli araç gereçleri seçebildiniz mi?		
6. İzolatörün montajını güvenlik kurallarına uygun olarak yapabildiniz mi ?		
<b>İzolatör koruma elemanları ve montajı</b>		
7. İzolatör koruma elemanlarının çeşitlerini seçebildiniz mi?		
8. Montaj ve topraklamaları yönetmeliklere uygun olarak yapabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış
10-	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Doğru
6	Yanlış

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru
9	Doğru



## KAYNAKÇA

- KILINÇ Eyüp, **Endüstriyel Elektrik Ders Kitabı**, Kahramanmaraş, 2000.
- YAVAŞ Hakan, **Bina Enerji Giriş Sistemleri**, Ankara, 2009.
- **Topraklamalar Yönetmeliği**, Ankara, 2001.
- **Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**, Ankara, 2003.
- TEDAŞ, TEİAŞ yayınları, broşürleri