

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**PARAFUDUR VE SİGORTALAR  
522EE0129**

**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 .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. PARAFUDURLAR.....	3
1.1. İletim ve Dağıtım Hatlarında Oluşan Yüksek Gerilim Nedenleri .....	3
1.1.1. İç Aşırı Gerilimler.....	3
1.1.2. Dış Aşırı Gerilimler .....	4
1.2. Parafudurların Görevleri .....	4
1.3. Parafudurların Seçimi .....	5
1.3.1. Parafudur Topraklama Direncinin Belirlenmesi .....	5
1.3.2. Parafudur Tipinin Belirlenmesi .....	6
1.3.3. Parafudurların Yerinin Belirlenmesi.....	8
1.4. Parafudurların Çeşitleri ve Yapısı.....	9
1.4.1. Yapılışlarına Göre Parafudurlar.....	9
1.4.2. Gerilimlerine Göre Parafudurlar.....	12
1.4.3. Tesisatın Özelliğine Göre Parafudurlar .....	15
1.5. Parafudur Ayırıcıları .....	17
1.6. Parafudur Darbe Sayıcı .....	17
1.7. Topraklamalar Yönetmeliği .....	19
UYGULAMA FAALİYETİ .....	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	22
2. PARAFUDUR YERİNE MONTAJ VE BAĞLANTILARI.....	22
2.1. Parafudur Montaj Yerleri .....	22
2.2. Parafudur Montaj Yöntem ve Teknikleri .....	23
2.2.1. Parafuduru Montaj Yerine Getirirken Dikkat Edilecek Hususlar.....	23
2.2.2. Parafudur Yerine Montaj İşlem Sırası .....	23
2.2.3. Parafudur Montajında Dikkat Edilecek Hususlar .....	26
2.3. Parafudur Bağlantıları.....	26
2.3.1. Parafudur Bağlantısında Kullanılan İletkenlerin Özelliği.....	26
2.3.2. Parafudur Bağlantı Yöntem ve Teknikleri.....	26
2.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği.....	29
2.5. Topraklamalar Yönetmeliği .....	31
UYGULAMA FAALİYETİ .....	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	34
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	35
3. YÜKSEK GERİLİM SİGORTALARI .....	35
3.1. Yüksek Gerilim Tesislerinde Aşırı Akımların Oluş Nedenleri .....	35
3.2. Yüksek Gerilim Sigortaları .....	35
3.2.1. Görevleri.....	35
3.2.2. Yapısı.....	36
3.2.3. Çeşitleri ve Özellikleri .....	37
3.2.4. Teknik Özellikleri.....	38
3.2.5. YG Sigortaları Seçimi.....	40
3.2.6. Yüksek Gerilim Sigortaları Üretim Standartları.....	41
3.2.7. Sigorta Montajında Dikkat Edilecek Hususlar .....	43

---

3.3. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği.....	45
3.4. Topraklama Yönetmeliği .....	45
UYGULAMA FAALİYETİ .....	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	47
CEVAP ANAHTARLARI .....	49
KAYNAKÇA .....	50

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0129</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Yüksek Gerilim Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Parafudur ve Sigortalar</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Parafudur ve sigortaların, yapı özellikleri ve çeşitlerini standartlara uygun bir şekilde seçebilme ve montajı ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40 / 24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Alan ortak modülleri başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Parafudur ve sigortaların montajını yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, standartlar (TS-IEC), kuvvetli akım, topraklamalar yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, parafudurları ve sigortaları seçebilecek, montajlarını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Parafudurları hatasız olarak seçebileceksiniz.</li><li>2. Parafudurların yerine montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.</li><li>3. Sigortaları hatasız olarak seçebilecek ve yerine montajını yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Atölye ortamı, sektör sanayi kuruluşları <b>Donanım:</b> Parafudur, parafudur katalogları, parafudur montaj platformu, montaj araç gereçleri, eldiven, baret, iletken, el aletleri, yüksek gerilim sigortası, sigorta katalogları, yüksek gerilim kontrol aleti, tanıtım CD'leri, projeksiyon, slayt
<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,

Yüksek gerilimde kullanılan elemanlar oldukça pahalıdır, bu elemanların bakımı ve onarımı da oldukça pahalıya mal olmaktadır. Bu yüzden bu elemanları olumsuz etkilerden olabildiğince korumak gerekir. Böylece daha az bir masrafla kurulum maliyetinin artmasına rağmen ileride olabilecek arızalar önlenir.

Enerji nakil hatlarında ve yüksek gerilim şalt tesislerinde yüksek akımların veya gerilimlerinin meydana getireceği ısı ve diğer olumsuz etkilere karşı koruyan elemanlar vardır. Bu elemanlar yüksek gerilim sigortaları, parafudurlar, kuşkonmazlar, izolatörler, koruma iletkeni, topraklama ve koruma röleleridir. Biz bu modülde parafudur ve yüksek gerilim sigortalarını ele alacağız.

Parafudurları veya yüksek gerilim sigortalarının uygun yerlere, gerektiği gibi yerleştirilmeleri gerekir. Aksi takdirde korunması gereken yüksek gerilim elemanı daha da kötü bir hale gelebilir. Şebekeye veya şalt tesislerindeki değerler dikkate alınarak, sigorta veya parafudurun katalog değerlerinden uygun olanı seçilmelidir.

Elektrik makineleri ve transformatörler ile mukayese edildiğinde, parafudur daha yeni bir teçhizattır. 1930 yıllarında ortaya çıkmasına rağmen parafudur ancak ikinci dünya savaşından sonra yaygın olarak kabul edilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü teçhizat izolasyonu ve yıldırım gerilimlerinin karakteristikleri hakkında o zamana kadar elde edilen bilgiler yeterli değildi.

Koruyucu teçhizatın deşarj karakteristikleri ve izolasyonun gerçek dayanım seviyesi bilinmediğinden koordinasyon hakkındaki ilk girişimler kişisel düşünce ve deneylere dayanıyordu. Bundan dolayı trafo istasyonlarının bazı kısımları aşırı izole edilmiş ve bazı kısımları da düşük izole edilmiştir.

Bu modülde, parafudurların seçimini, yapısını, yüksek gerilim sigortasının görevlerini ve çeşitlerini öğreneceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında, standartlara, Kuvvetli Akım ve Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun olarak parafudurları hatasız seçebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Aşırı gerilimin meydana geliş nedenlerini araştırınız.
- Parafudurların kullanım amaçlarını araştırınız.
- Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, çevrenizde varsa parafudur imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca parafudur ürün kataloglarını inceleyebilirsiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

## 1. PARAFUDURLAR

### 1.1. İletim ve Dağıtım Hatlarında Oluşan Yüksek Gerilim Nedenleri

Yüksek gerilim hatlarında meydana gelen arızaların çoğu aşırı yüksek gerilimden meydana gelir. Bu aşırı yüksek gerilim hatlarda ve bu hatlara bağlı olan birçok cihazda arızalara neden olur. Aşırı gerilimler cihazlardaki yalıtkan maddede delinmelere neden olabilir. Bunun sonucu olarak hatlarda ve cihazlarda kısa devrelere neden olarak cihazlara zarar verir.

Aşırı yüksek gerilimlerin zararlarını yok etmek veya azaltmak için çeşitli aygıtlar kullanılarak önlem alınır. Bu aygıtlardan bazıları da parafudur ve yüksek gerilim sigortalarıdır. Aşırı yüksek gerilimler meydana geliş nedenlerine göre iki kısımdır.

#### 1.1.1. İç Aşırı Gerilimler

Yüksek gerilim hatları daha önce de belirttiğimiz gibi hatları birbirine bağlama kısa devreler, fazların teması gibi nedenlerden dolayı aşırı gerilim meydana gelebilir. Bu aşırı gerilimler yalnızca elektrik şebekelerinden meydana geldiği için iç aşırı gerilimler adı verilir.

İç aşırı gerilimler şebekenin karakteristik özelliğinden dolayı orta veya yüksek frekanslı, az veya çok sönümlü ve çoğunlukla kısa sürelidir. Genellikle işletme frekansının yarı periyodunda söner.

İç aşırı gerilimler, jeneratör yükünün kalkması, boşta çalışan hattın sonunda gerilim yükselmesi, kapasitif devrenin açılması, toprak teması veya kısa devre arızaları, iki fazlı kısa devreler gibi çeşitli şebeke olaylarından kaynaklanır. Bu aşırı gerilimler çalışma geriliminin % 70 - % 80'i civarında olabilir.

### 1.1.2. Dış Aşırı Gerilimler

Atmosferik olaylardan meydana gelen aşırı gerilimlere dış aşırı gerilimler adı verilir. Yüksek gerilim hatlarında dış aşırı gerilimler iki nedenden kaynaklanır: Bunlardan birincisi faz veya toprak hattına yıldırım düşmesiyle meydana gelir. İkinci neden ise yıldırım bulutundaki elektrik yükünün etkisiyle hatta elektrik yükü dalgası oluşarak yüksek gerilim meydana gelmesidir. Cihazların yalıtımları, iç aşırı gerilimlere dayanabilecek düzeyde imal edilmektedir. Ancak dış aşırı gerilime karşı uygun topraklama sistemleri ile koruma aygıtları olarak eklatörler ve parafudurlar kullanılır.

Topraklama iletkenlerinin kesiti, kısa devre yük akımları ve aşırı atmosferik gerilimlerin meydana getirdiği çok yüksek değerdeki akımları, kısa sürede ve ekonomik olarak en kısa yoldan toprağa ulaştırmak için iletkenlerin sıcaklığının 300 °C'ye kadar artacağı varsayımına göre belirlenmelidir. Bu bakımdan bu gibi iletkenler için yalıtkan kaplı iletkenler değil çıplak iletkenler kullanılmalıdır.

## 1.2. Parafudurların Görevleri

Bir yüksek gerilim tesisini veya bunun bir kısmını müsaade edilmeyen aşırı gerilimlere karşı koruyan aygıtlara aşırı gerilimlere karşı koruma aygıtları denir. Bu koruma aygıtlarından biri de parafudur. Parafudur, büyük akım darbelerini toprağa iletir ve işletmeyi kesintiye uğratmadan aşırı gerilimleri şebeke izolasyonu için zararsız bir düzeye indirir.

Yüksek gerilim cihazlarının hat arızaları, yıldırım düşmeleri ve kesici açması gibi manevralar sonucu meydana gelen aşırı ve zararlı çok yüksek gerilim şoklarının ve enerji iletim hatlarında meydana gelen yürüyen dalgaların hasar etkisini önleyen cihazlara veya kısaca enerji nakil hatlarında meydana gelen aşırı gerilimi toprağa deşarj eden koruma elemanlarına **parafudur** denir.

Elektrik enerjisinin iletiminin başlangıcından beri, yıldırımlara karşı koruma önemli bir güvenlik problemi olarak ortaya çıkmıştır. İlk önceleri, ark boynuzları ile veya atlamanın daha az zarar vereceği noktalarda izolasyonu azaltarak tesisler korunmaya çalışılmıştır. Bütün bu metotlar belli bir koruma seviyesi sağlamaktadır fakat dik alınlı gerilim dalgaları için atlama gerilimini ve izolasyon dayanma seviyesini koordine etmek daima zor olmuştur. Dik alınlı aşırı gerilimle karşılaşp çalışmaları halinde, ark boynuzları, izolasyonda transformatörleri hasarlandıracak düzeyde zorlanmalara neden olabilir.

Parafudurlar, 1930'larda yıldırımlara karşı korumada kullanıldı. Son 20 seneden beri, bunlar daha çok manevra aşırı gerilimlerine karşı kullanılmaktadır. Normal olarak manevra aşırı gerilimleri 245 kV'un üzerindeki şebekelerde önem kazanırlar.

Parafudurun koruma görevlerinden başlıcaları şunlardır:

#### Hat arızaları sonucu oluşan yüksek gerilimler,

- Geçici olaylar sonucu ortaya çıkan yüksek gerilimler,
- Yıldırım etkisi ile oluşan yüksek gerilimler,
- Devre açma- kapama sırasında endüksiyondan dolayı oluşan yüksek gerilimler.

Normal durumda parafudurlar yalıtkan durumdadır. Ancak üzerinden çok büyük akımlar geçirerek toprağa iletir. Aşırı akımın etkisi geçince tekrar eski haline (yalıtkan) döner.

Bilindiği gibi güç transformatörlerin yüksek gerilim buşinglerinin enerji besleme ve toprak tarafında eklatörler (ark boynuzu) tespit edilmiş olarak imal edilmektedir. Trafoların montajı aşamasında ark boynuzu uçlarının birbirine bakması ve mesafelerinin kontrol edilmesi, bozuldu ise ayarlanması gerekmektedir.

### 1.3. Parafudurların Seçimi

Parafudurların seçimi çok önemlidir. Anma gerilimi darbe boşalma akımlarına göre seçilmelidir.

#### 1.3.1. Parafudur Topraklama Direncinin Belirlenmesi

Parafudurların yıldırım etkilerine karşı elektrik cihazlarını etkili bir şekilde koruyabilmesi için topraklama iletken ve sistemlerinin çok iyi boyutlandırılması gerekir. Yıldırım akımlarının, elektrik cihazlarının topraklanmış tesis bölümleri ile işletme gereği gerilim altında bulunan bölümlerinde tehlikeli olmaması için geri atlama oluşmaması gerekir.

Bunun için parafudur topraklama direnci;

$$R_{da} = \frac{U_{da}}{i_{da}} \text{ (Ohm) } \text{ formülüyle hesaplanır.}$$

Burada;

*R<sub>da</sub>*: Direk ya da dayanak topraklama tesisinin darbe topraklama direnci,

*U<sub>da</sub>*: Yalıtkanın darbe dayanım gerilimi,

*I<sub>da</sub>*: Direk ya da dayanaktan geçen yıldırım akımının tepe değeridir.

*Uda yalıtkanın darbe dayanım gerilimi IEC 76 'da 1,2 / 50 ms değerleri için;*

36 kV anma geriliminde Uda: 170 kV,  
1 kV anma geriliminde Uda: 20 kV olarak verilmektedir.  
Burada;  
1,2 ms darbe geriliminin anma cephe süresini,  
50 ms darbe geriliminin anma sırt yarı değer süresini ifade etmektedir.

36 kV anma gerilim değerinde olan tesislerde geri atlama olmaması için parafudurun topraklama direnci; yıldırım akımlarının 20 – 60 kA değerleri için:

$$R_{da} = \frac{U_{da}}{i_{da}} (\text{Ohm}) = 170 / 20 = 8,5 \text{ ohm,}$$
$$= 170 / 60 = 2,8 \text{ ohm değerleri arasında olmalıdır.}$$

1 kV anma gerilim değerinde olan tesislerde geri atlama olmaması için parafudurun topraklama direnci;

$$R_{da} = \frac{U_{da}}{i_{da}} (\text{Ohm}) = 20 / 20 = 1 \text{ ohm,}$$
$$= 20 / 60 = 0,33 \text{ ohm değerleri arasında olmalıdır.}$$

20 kA değerinde bir yıldırım akımının % 80'inin 20 kA'ı aşmadığı belirtilmiştir. Bu bakımdan parafudurların topraklama sistemleri ile 36 kV anma gerilim değerindeki tesislerin topraklama sistemlerinin, birbirlerine 20 m'den daha yakın olmaları durumunda parafudurun topraklama direnci 8,5 ohm değerinden daha büyük olmamalıdır.

1 kV anma gerilim değerindeki tesisler için bu değer 1 ohm olarak dikkate alınmalı ya da iki topraklama tesisi arasında 20 m'lik bir toprak engeli olmalıdır. Parafudur topraklama iletkenleri, en kısa yoldan ve köşe yapmadan yüksek gerilim topraklama tesisine bağlanmalıdır.

### **1.3.2. Parafudur Tipinin Belirlenmesi**

Parafudurların seçiminde; gerilim değeri, darbe anma akımı ve kısa devre akımı olmak üzere üç ana değer göz önüne alınır.

#### **1.3.2.1. Parafudur Gerilim Değeri**

Parafudur gerilim değerinin belirlenmesinde, sistemi besleyen şebekenin ya da kaynağın besleme tarafının üçgen, yıldız ve yıldız noktasının da doğrudan ya da direnç üzerinden topraklı olması durumu göz önüne alınır. Nötr ya da başka bir deyişle yıldız noktası, büyük değerlerde empedanslarla topraklanmış ise nötrü yalıtılmış kabul edilir.

Sistemin toprak katsayısı (e);  $e < 0,8$  ise sistem doğrudan topraklı,  $e > 0,8$  ise nötrü yalıtılmış kabul edilmektedir.

➤ Yıldız noktası yalıtılmış veya üçgen devrelerde parafudurun fazlar arası gerilim değeri;

( $0,8 < e < 1$ ) olan sistemlerde  $U_p = 1,1 \times U_n$  ile hesaplanır.

➤ Yıldız noktası doğrudan topraklı sistemlerde parafudurun fazlar arası gerilim değeri;

$U_p = 1,1 \times U_n \times e$  (e= 0,8 alınır.)

🧐 Örnek 1: Bir 154 / 34,5 kV indirici merkezde transformatörün 34,5 kV sargısının yıldız noktası 60 ohm direnç üzerinden topraklıdır. Transformatörü korumak için kullanılacak parafudurun gerilimi ne olmalıdır?

Çözüm: 60 ohm'luk direnç nedeniyle transformatörün nötrü yalıtılmış kabul edilir ( $e > 0,8$ ).

$U_p = 1,1 \times U_n = 1,1 \times 34,5 = 37,95$  kV olarak bulunur. 37 kV'luk ya da 36 kV'luk parafudur seçilmelidir.

🧐 Örnek 2: Bir 154 / 34,5 kV indirici merkezde transformatörün 34,5 kV sargısının orta noktası doğrudan topraklıdır. Transformatörü korumak için kullanılacak parafudurun gerilimi ne olmalıdır?

Çözüm:  $U_p = 1,1 \times U_n \times e = 1,1 \times 34,5 \times 0,8 = 30,36$  kV olarak bulunur. 30 kv'luk parafudur seçilir.

Ülkemizin ulusal elektrik sisteminde 25 MVA gücün üzerindeki 154 / 34,5 kV transformatörlerin 34,5 kV tarafının yıldız noktası bir dirençle topraklıdır.

➤ Eğer fider bir hava hattını besliyor ise kullanılan direnç değeri;

$R_y = 60$  ohm olup  $I_k = 34500 / (1,73 \times 60) = 300$  amper ile sınırlıdır.

➤ Eğer fider bir yer altı şebekesini besliyor ise kullanılan direnç değeri;

$R_y = 20$  ohm değerindedir, bu durumda  $I_k = 34500 / (1,73 \times 20) = 1000$  amper ile sınırlıdır.

34,5 kV dağıtım sisteminde faz – toprak arızalarında akımın 300 ya da 1000 amper ile sınırlandırılması nötr direnci üzerinde düşen gerilimin;  $dU = 300A \times 60 = 18000$  volt ya da  $dU = 1000A \times 20 = 20000$  volt gibi değerlerde olacağı için 34,5 kV şebeke yalıtılmış gibi bir etki gösterecektir. Bu bakımdan “e” topraklama katsayısını 1 ya da 0,8 olarak dikkate almak yeterlidir.

Parafudurların çalışma gerilimi, koruduğu şebekedeki yalıtkanlığı en zayıf kısmın, delinme geriliminden daha küçük olmalıdır. Aksi takdirde, parafudur kapama yapmaz ve

cihazlar zarar görür. Parafudur kapama (çalışma) gerilimi, normal gerilimin 3,5 katını geçmemelidir. Parafudur, nominal geriliminin seçimi, sistem izolasyonu ve parafudurun ömrü açısından büyük önem taşır. Nominal gerilim değerinin büyük seçilmesi, deşarjın erken sonlanmasına, küçük seçilmesi ise geç sonlanmasına neden olur. Bu iki durum da parafudur için tehlike meydana getirir.

### **1.3.2.2. Darbe Anma Akımı Değeri**

Parafudurlar 5 ve 10 kA darbe anma akımına göre yapılmaktadır. Atmosferik boşalmaların yoğun olduğu bölgelerde 10 kA anma darbe akımlı parafudurlar seçilebilir. Yıldırım akımlarının seyrek olduğu yerlerde 5 kA'lık parafudur seçimi uygun olmaktadır.

Parafudurlar, alçak gerilim şebekesinde kullanılacaksa 1,5 kA, orta gerilimli trafo merkezlerinde kullanılacaksa 2,5 kA veya 5 kA, santraller ve büyük trafo merkezlerinde kullanılacaksa 10 kA değerinde darbe boşalma akımlı seçilir.

### **1.3.2.3. Kısa Devre Akımı Değeri**

Atmosferik boşalmalardan başka işletme frekansında olan kaçak akımlar da parafudurları zorlamaktadır. Yıldız noktası doğrudan topraklı sistemlerde iki faz – toprak arızalarında kısa devre akımının çok özel durumlarda 40 kA'i geçtiği görülmüştür. Yıldız noktası direnç üzerinden topraklanmış sistemlerde ise iki faz – toprak arızalarında kısa devre akımı seyrek olarak 15 kA düzeyine ulaşır. Bu bakımdan parafudurun kısa devre akımı, kendisine en yakın kesici ya da ayırıcının kısa devre akımı düzeyinde, ya da bir üst değerde olmalıdır.

Bilindiği gibi kısa devre dayanımı, olması gerekenden düşük seçildiği takdirde parçalanarak çevresine daha büyük zararlar verebilmektedir. Parafudurlar genelde 10, 20 ve 40 kA kısa devre akımı düzeyinde imal edilmektedir.

### **1.3.3. Parafudurların Yerinin Belirlenmesi**

Aşırı atmosferik boşalmalar nedeniyle; transformatör, kesici, ayırıcı, kablo başlıkları vb.nin dış aşırı gerilimlerden etkilenmemesi için bunları korumakla görevli parafudurların, elektrik sisteminin uygun yerlerine yerleştirilmesi gerekmektedir. Uygun yere yerleştirilmeyen parafudurlar faydadan çok arıza kaynağı olur. Böyle hallerde daha büyük zararlar açması kaçınılmazdır.

Parafudurlar korunması gereken elektrik sistemleri ile paralel olarak faz – toprak arasına bağlanır. Parafudurlar, korunması istenen elektrik sistemlerine mümkün olduğu kadar yakın olmalı ama hiçbir zaman 10 metreyi de geçmemelidir. 36 kV'a kadar olan yüksek gerilim tesislerinde gerilim yansımalarının neden olduğu iç aşırı gerilimler nedeniyle yürüyen dalgalar parafudurlar ile denetim altına alınmalıdır. Bu bakımdan hava hatları ile uzunluğu 30 metreyi aşan yer altı kabloları, birleştiği noktalara parafudur yerleştirilerek korunmalıdır. Hava hattı ile arka arkaya yer altı kabloları bağlanıyorsa, kabloların hava hattı ile birleştiği yerlere parafudurlar yerleştirilmeli, sistem hava hattından yansiyacak dış aşırı gerilimlere karşı korunmalıdır.

## 1.4. Parafudurların Çeşitleri ve Yapısı

Parafudur çeşitleri yapılarına, gerilimlerine ve tesisatın özelliğine göre incelenebilir. Ayrıca parafudurlar porselen gövdeli ve polimer gövdeli olarak imal edilir.

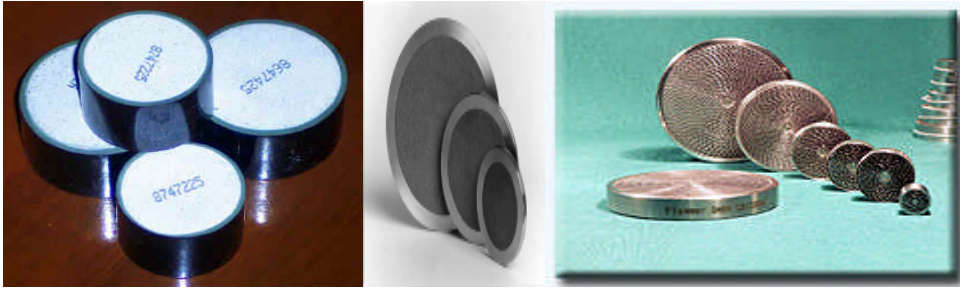
### 1.4.1. Yapılarına Göre Parafudurlar

Yapılarına göre parafudurları; değişken dirençli, metal oksit, borulu, deşarj tüplü olarak inceleyeceğiz.

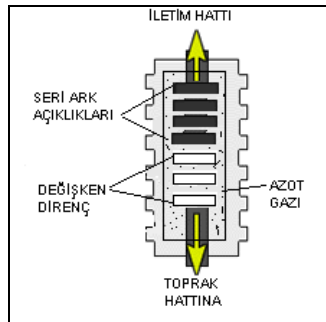
#### 1.4.1.1. Değişken Dirençli Parafudurlar

Aşırı gerilimleri, gerilime bağlı değişken dirençler üzerinden topraklamak suretiyle sınırlar. Bunlarda ark akımı, değişken dirençler yardımıyla kolayca kesilebilecek bir değere kadar indirilir ve bu dirençlerle seri bağlı elektrotlar yardımıyla kesilir. Genel olarak ark akımı dolayısıyla şebekede fark edilir bir gerilim düşmesi meydana gelmez.

Parafudur temel olarak iki kısımdan ibarettir. Bunlar atlama aralıkları ve değeri gerilime bağlı olarak değişen dirençlerdir. Genellikle porselenden yapılmış içi boş bir silindir olup silindir içinde çok bölmeli bir ark kamarası ve bir dizi seri bağlanmış gerilim bağımlı direnç (VDR) diskleri bulunur. Bir dirençle buna seri bağlı bir eklatörden ibarettir. Faz toprak arasına monte edilir. Aşırı gerilimde Parafudurun değişken direnç değeri düşer, ayrıca seri atlama arasındaki izolasyon delinerek ark başlar. Başlama anında aşırı gerilim değeri azaldıkça değişken direncin değeri yükselir ve akan akımı sınırlar. Birkaç mikro saniye, sonunda ark söner. Parafudurlar şebekenin emniyet supabı gibi çalışır.



Resim 1.1: Değişken dirençler

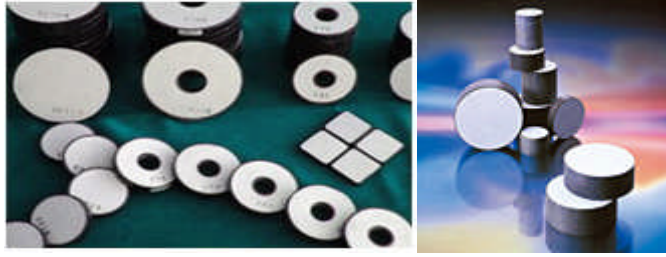


Şekil 1.1: Değişken dirençli parafudur

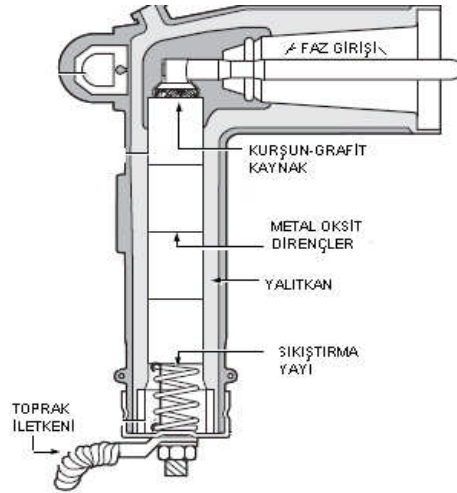


### 1.4.1.2. Metal Oksit Parafudurlar

Metal oksit parafudurlarda aktif eleman olarak değişken direnç yerine yarı iletken malzeme, çinko oksit (Zn O) bloklar kullanılır. Bunlarda seri eklatör yoktur. Dolayısıyla bunlar değişken dirençli parafudurlara göre daha basit ve güvenli çalışır. Metal oksit parafudurların ana elemanı olan metal oksit dirençler başta çinko oksit (ZnO) olmak üzere az miktarda bizmut oksit (BiO), mangan oksit (MnO) ve antimon oksit (SbO) ihtiva eder.



Resim 1.2: Metal oksit bloklar



Şekil 1.2: Metal oksit parafudurlar



Resim 1.3.'te, 36 kV'a kadar 5 kA ve 10 kA porselen mahfazalı atlama aralıksız mekanik ayırıcılı metal oksit parafudur görülmektedir.

Anma gerilimleri: 3 kV - 36 kV

Anma boşalma akımları: 5 kA ve 10 kA

TS-EN 60099-4 ve IEC 60099-4 standartlarında üretilmektedir.

Resim 1.3: Metal oksit parafudur

Tip	PMPP-5	PMPP-10
Anma boşalma akımı (8/20 ms)	5 kA	10 kA
Yüksek akım darbesi dayanımı (4/10 ms)	65 kA	100 kA
Uzun süreli akım darbesi dayanımı	75 A, 1000 ms	250 A, 2000 ms
Anma frekansı	50 Hz	50 Hz
Basınç boşaltma sınıfı	16 kA	20 kA

**Tablo 1.1: Metal oksit parafudur teknik özellikleri**



Resim 1.4.'te, 36 kV'a kadar 5 kA ve 10 kA polimer mahfazalı atlama aralıksız, metal oksit parafudur görülmektedir.

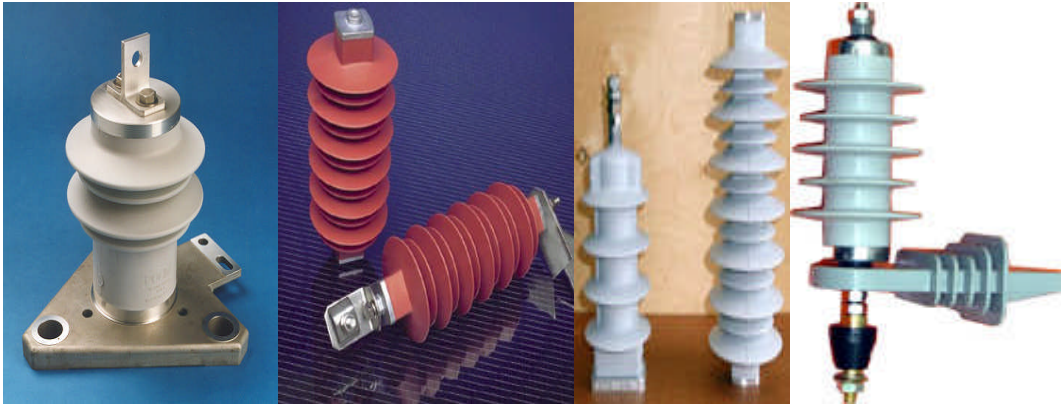
Anma gerilimleri: 3 kV - 36 kV

Anma boşalma akımları: 5 kA ve 10 kA

TS-EN 60099-4 ve IEC 60099-4 standartlarına uygundur.

**Resim 1.4: Polimer parafudur**

Polimer (Silikon) parafudur'un avantajları arasında, işletme kolaylığı, dayanıklılığı ve fiyatının porselen tip ile aynı çizgiye çekilmesi sayılabilir. Ürünün diğer teknik özellikleri ise kısaca; işletme koşulları ve özellikle sismik etkiler nedeniyle oluşan mekanik zorlanmaları absorbe etmesi, yoğun kirli ortamlarda bile silikon muhafaza yüzeyinde oluşabilecek elektriksel boşalmaları düşük düzeyde tutabilmesi ve aynı zamanda mesnet izolatörü işlevini de görmesi nedeniyle yerden tasarruf şeklinde özetlenebilir.



**Resim 1.5: Polimer parafudurlar**

### 1.4.1.3. Borulu Parafudurlar

Aşırı gerilimleri, ark üzerinden dirençsiz bir bağlantı yardımıyla topraklamak şeklinde sınırlar. Ark akımı, boru içinde meydana gelen basınçlı gaz ile kesilir. Ark akımı: TS 460 /

1983'e göre izleme akımı boşalma akımının geçişini izleyen ve şebeke gerilimi altında parafudurdan geçen akımdır.

#### **1.4.1.4. Deşarj Tüplü Parafudurlar**

Aşırı gerilimleri bir ark üzerinden dirençsiz bir bağlantı yardımıyla topraklamak suretiyle sınırlar. Fakat bunlarda ark akımının kesilmesi şebeke gerilimine bağlıdır.

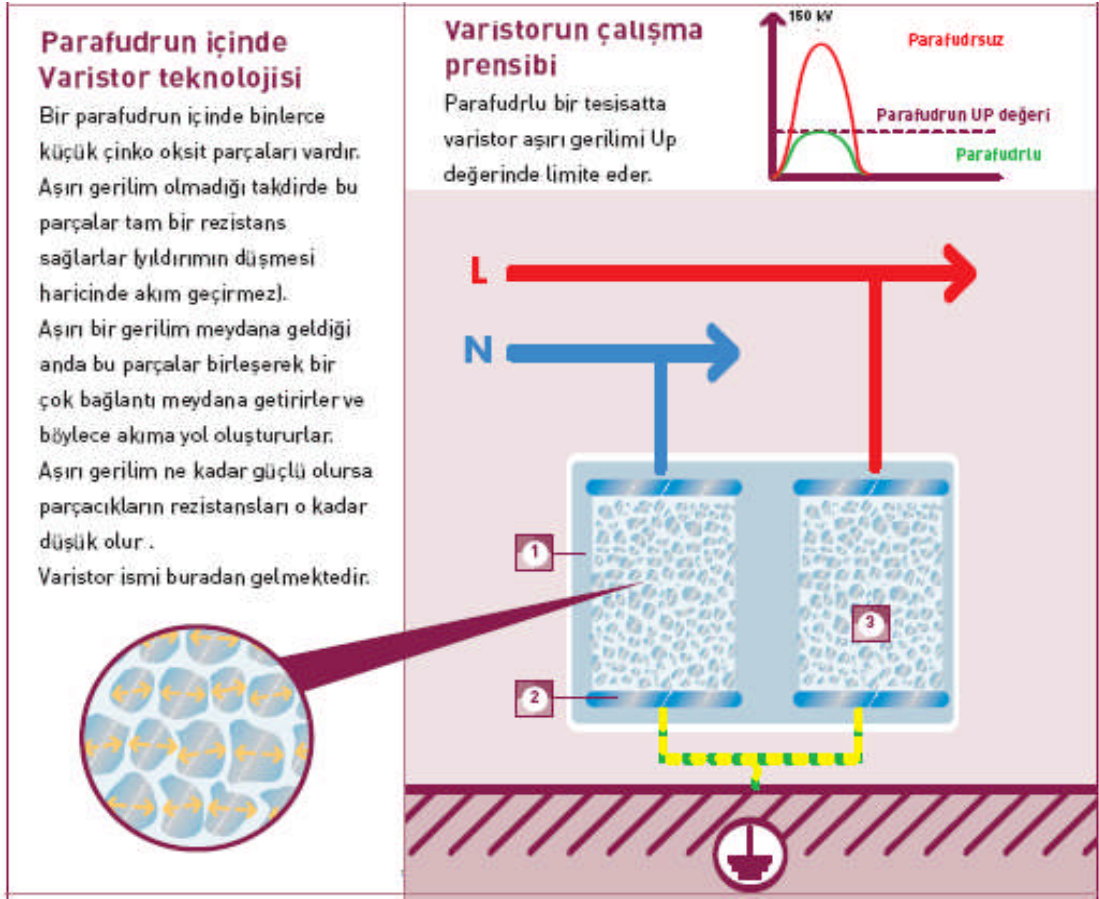
#### **1.4.2. Gerilimlerine Göre Parafudurlar**

Gerilimlerine göre parafudurlar, alçak gerilim ve yüksek gerilim parafudurları olmak üzere iki çeşittir.

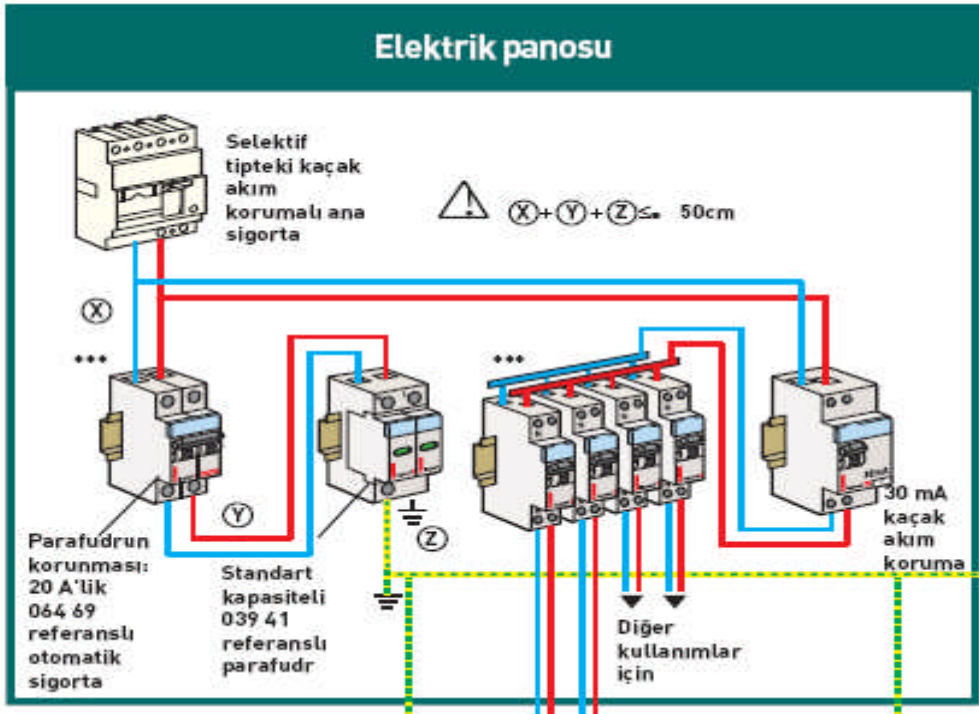
##### **1.4.2.1. Alçak Gerilim Parafudurları**

Havai hatlarla beslenen alçak gerilim tesisatları, S tipi veya gecikmeli abone devre kesicisinden hemen sonra korunmalıdır. Parafudur, elektrik tablosunun toprak hattına bağlanmış olmalıdır. Bu parafudurlar entegre bir termik koruma ile teçhiz edilmiş olup bir kaide ve mekanik sinyalizasyonlu işaret lambalı çıkartılabilen bir yedek modülden meydana gelmektedir. Yeşil işaret lambası "parafudur çalışır konumda" demektir, kırmızı işaret lambası "yedek modülün değişmesi gerekir" anlamı taşır.

Alçak gerilim parafudurları, 5 kA'lık 20 darbeyi kaldırarak şekilde tasarlanmıştır. Çalışma gerilimi monofaze için 250 volt, trifaze için 400 volt'tur. Parafudurun yapısında çinko oksitten oluşmuş varistör vardır.



Şekil 1.3: Alçak gerilim parafudur iç yapısı



**Şekil 1.4: Alçak gerilim parafuduru bağlantısı**

### Parafudur ve paratoner karşılaştırılması

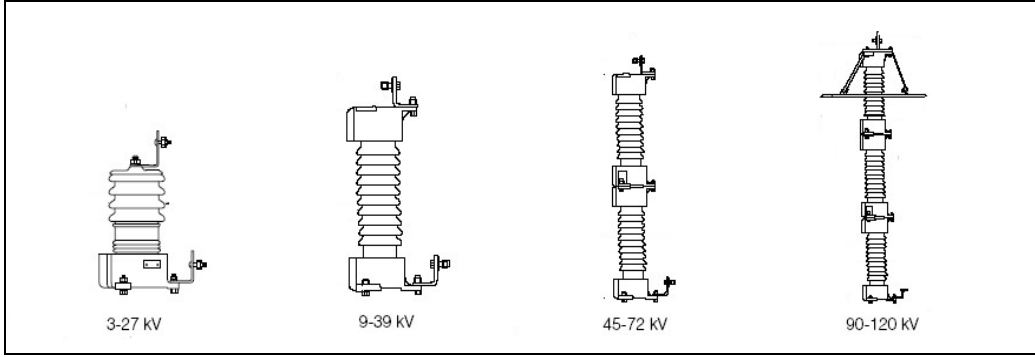
Parafudur bağlı olduğu sistemi veya ekipmanı enerji veya besleme hatları üzerinden gelebilecek aşırı gerilimlere karşı koruma sağlayan ekipman olarak tanımlanmaktadır. Paratoner ise doğrudan doğruya yapıyı veya binayı yıldırıma karşı koruyan bir ekipmandır. İkisinin fonksiyonları ve kullanım yerleri farklıdır. Paratoner yapıyı / binayı korur ve harici kullanılır, hiçbir şekilde elektronik ekipmana koruma sağlamaz. Parafudur ise enerji hatları üzerinden gelebilecek aşırı gerilim darbelerine karşı, enerji sistemini veya enerji sistemine bağlı olan ekipmanı koruyan ekipmandır.



Alçak gerilim parafudurları ve yüksek gerilim kablo koruma parafudurları da kullanılmaktadır. AG sistem ve teçhizatını aşırı gerilimlere karşı koruyan 2,5 kA ve 5 kA; 0,28 kV alçak gerilim parafudurları üretilmektedir. Ayrıca yüksek gerilim kablo kılıflarını aşırı gerilimlere karşı koruyan 5 kA ve 10 kA; 3 kV - 7 kV kablo koruma parafudurları da üretilmektedir.

### 1.4.2.2. Yüksek Gerilim Parafudurları

Yüksek gerilim parafudurları; enerji nakil hatlarının, trafo merkezlerinin, yüksek gerilim kablolarının, şalt sahalarının iç ve dış aşırı gerilimlerden korunması amacıyla kullanılır. Kullanılan gerilim miktarı arttıkça parafudur boyutları da büyümektedir.



Şekil 1.5: Yüksek gerilim parafudurları



Resim 1.6: Yüksek gerilim parafudurları

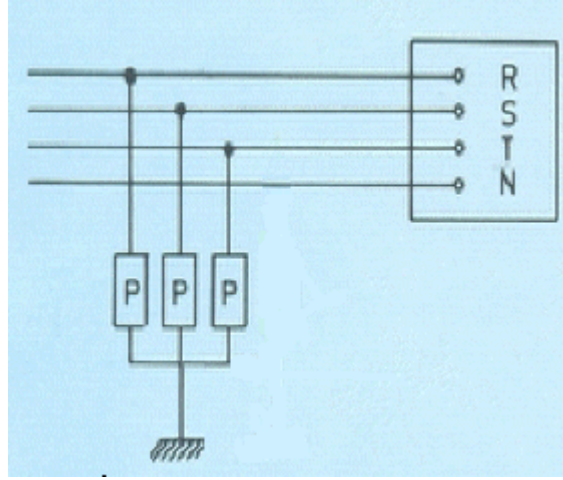
### 1.4.3. Tesisatın Özelliğine Göre Parafudurlar

Parafudurlardan uzun süre faydalanabilmek için üzerindeki etiket değerlerine bakılarak uygun devrelere bağlanmaları gerekir.

#### 1.4.3.1. Faz Parafudurlar

Faz iletkeni ile toprak arasına yerleştirilen parafudurlardır (Şekil 1.6'a bakınız). Parafudur topraklamaları ayrı yapılmalı ve toprak geçiş direnci 4 ohm'dan küçük olmalıdır.

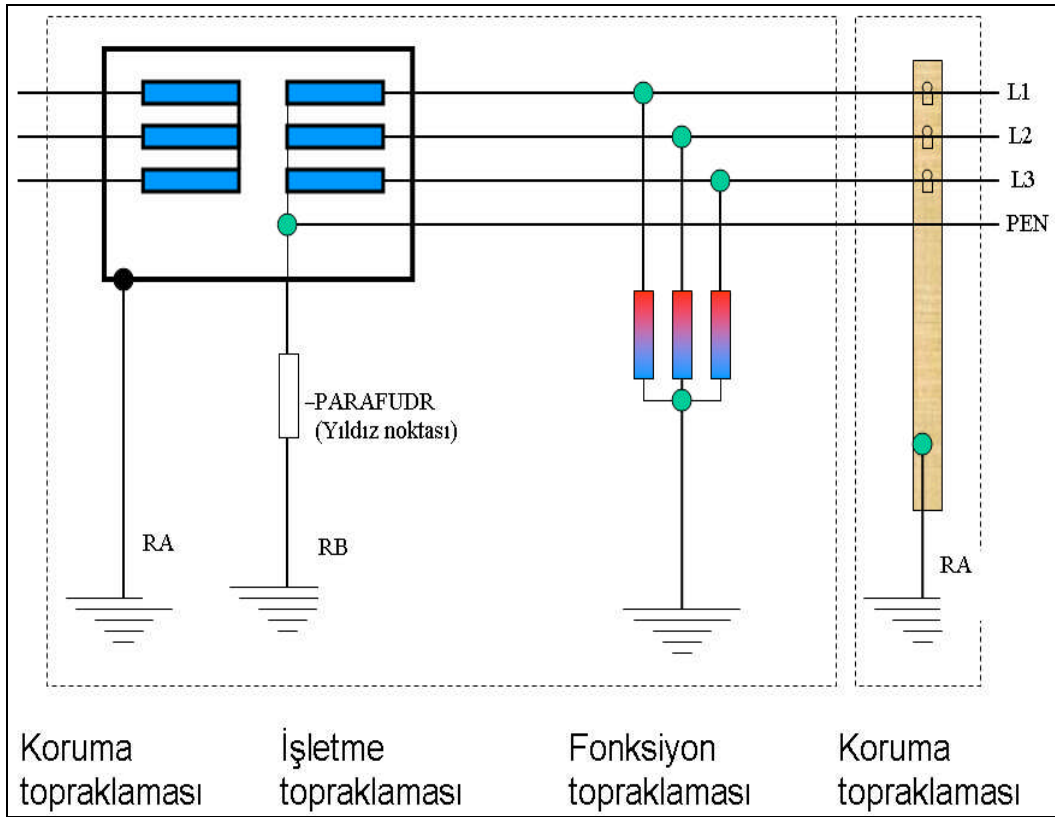




Şekil 1.6: Faz parafuduru

### 1.4.3.2. Yıldız Noktası Parafudurlar

Yıldız noktası (trafo sargıları) ile toprak arasına yerleştirilen parafudurlardır.



Şekil 1.7: Topraklama çeşitleri ve yıldız noktası parafudur

### 1.4.3.3. Özel Amaçlı Parafudurlar

Özel hallerde kullanılan parafudurlardır.

## 1.5. Parafudur Ayırıcıları

Parafudurlarda nadiren meydana gelen arızalar sonucunda enerji hatlarında kısa devreler olabilir. Kısa devre olan parafudurların arızaya rağmen hatta bağlı kalması durumunda, sisteme yeniden enerji verilmesinde problemlerle karşılaşılabilir. Bu nedenle parafudurlarda istendiğinde bulunan parafudur ayırıcıları sayesinde arızalı parafudurlar sistemden ayrılırken hattın kısa zamanda yeniden işleme alınması da sağlanır. Ayrıca parafudur gövdesinden farklı renkteki tasarımı sayesinde arızalı parafudurun yer seviyesinden kolayca fark edilmesini de sağlar. Parafudurun toprak ucuna seri bağlanır ve arızalı parafuduru sistemden ayırmak amacıyla kullanılır.



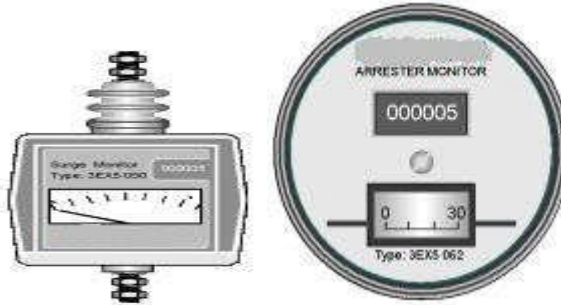
Resim 1.7: Parafudur ayırıcı

## 1.6. Parafudur Darbe Sayıcı

Darbe sayıcı, belirli bir sınırının üzerinde olup parafudur tarafından soğurulan aşırı gerilim darbelerinin sayısını kaydeder. Buna ilave olarak parafudur sızıntı akımı ölçülür ve gösterilir. Araç önünde camı olan dökme alüminyum bir koruma kılıfına konulmuştur. Anahtarlama amaçlı yardımcı röle kontağı, opsiyonel olarak mevcuttur.

Darbe sayıcı özellikleri:

- Akım darbesi algılama limiti 8/20  $\mu$ s 200 A
- Sızıntı akımı ölçümü
  - Mili ampermetre ile gösterim



Şekil 1.8: Darbe sayıcı göstereci



### ➤ Gösterim Birimi

Parafudur görüntüleme sistemi, parafudura eklenmesi gereken bir algılayıcıyı ve örneğin bir kontrol odasına yerleştirilebilecek uzak gösterim birimini içerir. Bu genellikle parafudur tarafından algılanan dalgalanmaları kaydetmek, kaçak akımı devamlı görüntüleyip aralıklarla bir osiloskop yardımıyla ölçmek için kullanılır. Gösterim ünitesi; paslanmaz çelik bir bölme içinde cam bir pencere arkasına yerleştirilmiştir. Arkasında bulunan bir BNC konnektör, kaçak akımı izlemek için osiloskop bağlantısını sağlar.

### ➤ Darbe Sayıcının Algılama Sınırı

Akım darbesi 4/10 $\mu$ s, 8/20 $\mu$ s	1000 A
Akım darbesi 30/60 $\mu$ s	200 A
Uzun Süreli Akım darbesi	100 A

1. **İç aşırı gerilim:** Toprak temasları, kısa devreler gibi istenilen ya da istenilmeyen bağlama olayları ya da rezonans etkileriyle oluşan bir aşırı gerilimdir.
2. **Dış aşırı gerilim:** Yıldırımli havalarda etkisiyle oluşan bir aşırı gerilimdir.
3. **Başka şebekelerin etkisi ile oluşan aşırı gerilim:** Başka şebekelerin, sözü edilen şebekeye etkisi sonucunda oluşan gerilimdir.

### Madde 8:

1.3) Rezonans olayları sonucunda oluşan aşırı gerilimlere karşı alınacak önlemler:

- i) Yıldız noktası dirençsiz topraklanan şebekelerde rezonans olayları oluşmaz.
- ii) İletken kopması sonucunda rezonans olayı nedeniyle oluşan aşırı gerilimler kopma noktası şebekeden iki taraflı beslenerek (çift hat ya da kapalı ring hattı gibi) önlenir.
- iii) Yer altı kablolu şebekelerde, uygulanabildiğinde iç aşırı gerilimlere karşı parafudur veya arktan dolayı zarar oluşmayacak yerlerde eklatör kullanılması tavsiye edilir.

2) Hava koşullarının etkisiyle oluşan dış aşırı gerilimlerde:

2.1) Aşırı gerilimlerin oluşmasını önleyen ya da bunları sınırlayan yapımsal önlemler:

- i) Hatlar ve transformatör merkezleri için yer seçiminde hava koşulları iyi olan ve yıldırım tehlikesi az olan yerler seçilmelidir. Hatlar, geçecekleri yerin doğal koruyucu özelliklerinden yararlanabilmek için olabildiğince yamaç ve vadi gibi yerlerden geçirilmelidir.

ii) Hava hatlarının iletkenleri, gerekli durumlarda üzerlerindeki yeter sayıdaki toprak iletkenleri ile korunmalı ve işletme akım devresindeki elemanlara yıldırım düşmesini önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır. Yıldırım yoğunluğunun fazla olduğu yerler hariç 36 kV'a kadar olan hava hatlarında toprak iletkeni kullanılmayabilir.

2.2) Elektrik tesis ve aygıtlarını yıldırım etkisinden korumak için parafudur, eklatör (atlama aralığı) gibi koruyucu aygıtlar kullanılmalıdır. Özellikle 400 kVA'ya kadar olan tesislerde eklatör kullanılması tavsiye edilir.

## 1.7. Topraklamalar Yönetmeliği

### **Madde 4:**

7.1) Topraklamanın çeşitlerine göre tanımlar:

iii) Açık topraklama: Topraklama iletkeni üzerine bir parafudur veya eklatör bağlanan topraklamadır.

### **Madde 11:**

d) Ayrılmış Topraklama Tesisleri:

Ayrılmış topraklama tesisleri, yıldırıma karşı koruma sağlamak için transformatör merkezinde bir parafudur üzerinden birbirleriyle bağlanabilir.

Not: Parafudurun atlama gerilimi (hava aralıklı parafudurda) veya sürekli işletme gerilimi (metal oksit parafudurda) yüksek gerilim tesisinin topraklama geriliminden fazla olmalıdır.

### **Madde 19:**

Topraklayıcı ve Topraklama Tesislerinin Topraklama Dirençlerinin Kontrolü ve Ölçülmesi için Kurallar

a) Aşırı gerilim sınırlayıcılarına (parafudurlar) ilişkin tekil topraklayıcılar, aşırı gerilim sınırlayıcılarıyla birlikte kontrol edilmelidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Parafudurları hatasız olarak seçiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kullanma gerilimlerine göre parafudurları seçiniz.</li><li>➤ Yapılışlarına göre parafudurları seçiniz.</li><li>➤ Parafudur ayırıcıyı seçiniz.</li><li>➤ Parafudur darbe sayıcıyı seçiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kullanma gerilimlerine göre parafudurları seçerken katalog değerlerini dikkatli inceleyiniz.</li><li>➤ Parafudurları seçerken izolatörlerle karıştırmamaya dikkat ediniz.</li><li>➤ Parafudurların kullanılacağı yerlere dikkat ediniz.</li><li>➤ Parafudurun yapım şekline dikkat ediniz.</li><li>➤ Parafudur ayırıcı ve darbe sayıcının diğer gereçlerden farkını doğru belirleyiniz.</li></ul>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İletim ve dağıtım hatlarında oluşan yüksek gerilim nedenlerini kavrayabildiniz mi?		
2. İç ve dış aşırı gerilimleri kavrayabildiniz mi?		
3. Parafudurların görevlerini kavrayabildiniz mi?		
4. Parafudurların seçimi ölçütlerini kavrayabildiniz mi?		
5. Parafudur çeşitlerini doğru olarak seçebildiniz mi?		
6. Parafudur ayırıcı ve darbe sayıcıyı doğru olarak seçebildiniz mi?		
7. İş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		

### 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

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Atmosferik etkilerden meydana gelen aşırı gerilimlere iç aşırı gerilimler denir.
2. ( ) Parafudur, hatlarda meydana gelen aşırı gerilimi toprağa deşarj eden koruma elemanıdır.
3. ( ) Parafudurların üzerinden bir kez yüksek gerilim geçtiğinde değiştirilmeleri gerekir.
4. ( ) Metal oksit parafudurun yapısında yarı iletken malzeme bulundurulur.
5. ( ) Normal durumda parafudurlar iletken durumdadır.
6. ( ) Parafudurlar, korunması istenen elektrik sistemlerine mümkün olduğu kadar yakın olmalı ama hiçbir zaman 10 metreyi de geçmemelidir.
7. ( ) Alçak gerilim parafudurun yapısında çinko oksitten oluşmuş varistör vardır.
8. Aşağıdaki soruyu dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

Bir 154 / 34,5 kV indirici merkezde transformatörün 34,5 kV sargısının yıldız noktası 60 ohm direnç üzerinden topraklıdır. Transformatörü korumak için kullanılacak parafudurun gerilimi aşağıdakilerden hangisidir ( $\epsilon > 0,8$ )?

- A) 33,25 kV
- B) 28,55 kV
- C) 37,95 kV
- D) 39,45 kV

### 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

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında, standartlara, Kuvvetli Akım ve Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun olarak parafudurların montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Parafudurların nereye montaj yapılır, araştırınız.
- Parafudurların montaj ve bağlantıları nasıl yapılır, araştırınız.
- Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, şalt sahalarını, trafo merkezlerini ve çevrenizde varsa eğer parafudur imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca parafudur ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

## 2. PARAFUDUR YERİNE MONTAJ VE BAĞLANTILARI

### 2.1. Parafudur Montaj Yerleri

Hava hatları ile uzunluğu 30 metreyi aşan yer altı kablolarının birleştiği noktalara, parafudur yerleştirilerek hatlar korunmalıdır. Hava hattı ile arka arkaya yer altı kabloları bağlanıyorsa, kabloların hava hattı ile birleştiği yerlere parafudurlar yerleştirilip hava hattından yansiyacak dış aşırı gerilimlere karşı kablolar korunmalıdır.

Ayrıca parafudurların kullanıldıkları diğer yerler aşağıda sıralanmıştır:

- Şalt sahalarında
- Transformatör direklerinde
- Uzun hatların belirli noktalarına
- Transformatör merkezlerinde
- Uzun branşman hatlarının ayırım noktalarına
- Alçak gerilim şebekelerinde her besleme noktasında ana bara üzerine yerleştirilir.



**Resim 2.1: Trafo merkezi ve hava hattı ile yer altı kablosu birleşim noktasında parafudurlar**

## **2.2. Parafudur Montaj Yöntem ve Teknikleri**

Parafudur montajının tekniğine uygun yapılması gerekir.

### **2.2.1. Parafuduru Montaj Yerine Getirirken Dikkat Edilecek Hususlar**

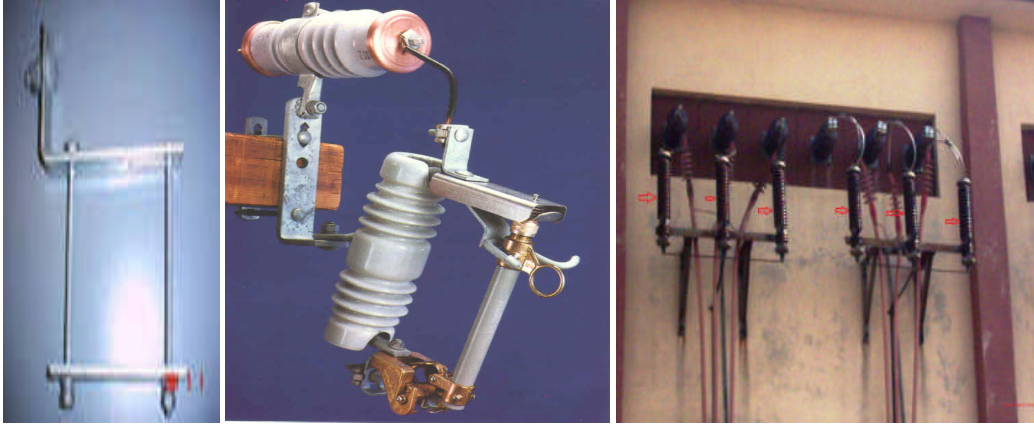
Parafudurun montajı yapılırken dış yalıtkan kısmının zarar görmemesi gerekir. Bunun için parafudurun dışındaki ambalajı montaj yerine kadar çıkarılmamalıdır. Çünkü ambalajı çıkarıldığında çok az bir zedelenmede dahi o kısımdan ark yapabilir. Parafudur kesinlikle düşürülmemeli, çatlama olmamalıdır.

### **2.2.2. Parafudur Yerine Montaj İşlem Sırası**

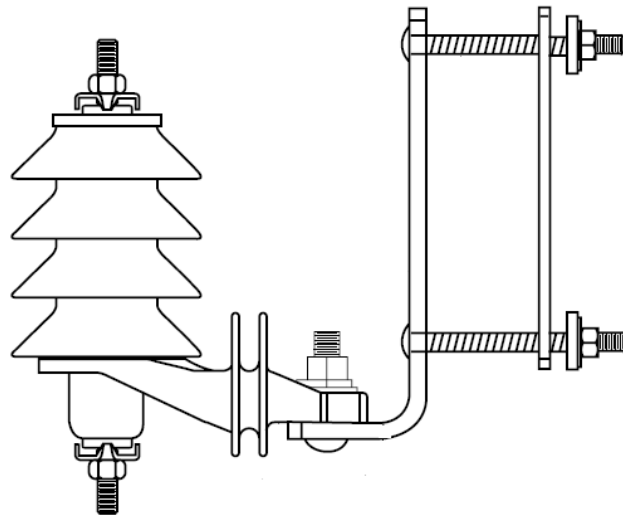
Parafudur montajında kullanılan araç ve gereçler; cıvatalar ve onlara uygun somunlar, somunlara uygun anahtar takımları ile parafuduru direğe sabitlemek için kullanılacak lama demirleridir. Cıvata, somunlar ve lamalar paslanmaz tipte olmalıdır.



**Resim 2.2: Montaj civata ve somunları**



**Resim 2.3: Parafudur ve montaj lama sacı**

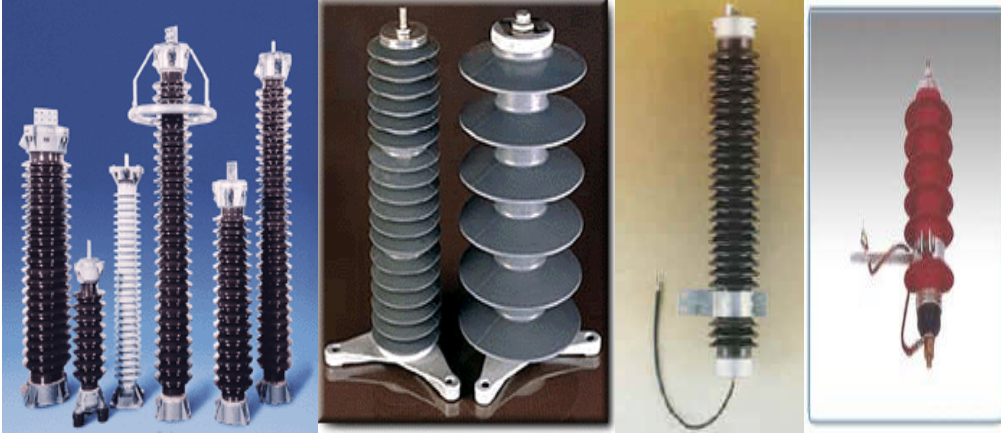


**Şekil 2.1: Parafudurun montajı**



Parafudurları yerine monte ederken aşağıdaki sıra takip edilir:

- Önce montaj yapılacak tesisin proje ve şemaları incelenerek parafudurların bağlanacağı yerler belirlenir. Parafudurun kullanım yerine göre tipi ve montajı değişmektedir. Mesnet tipindeki parafudur, direk zemine montaj yapılmaktadır (Resim 2.4.).
- Parafudurların monte edileceği önceden hazırlanmış olan demir lama yerine monte edilir.
- Parafudurlar demir lamaya monte edilir. Her faza bir adet parafudur monte edilir.
- Parafudurları montaj vidalarını uygun şekilde sıkınız. Fazla sıkılırsa parafudur çatlayabilir, gevşek olursa parafudur koruma görevini tam yapamaz.
- Parafudurun bağlantı bara veya iletkeni hazırlanır.
- Parafudurun bağlanacağı yere ayrı bir topraklama hazırlanır. Çünkü parafudurun topraklaması tesisten ayrı yapılmalıdır.



**Resim 2.4: Mesnet tipi ve demir lama ile montaj parafudurları**



**Resim 2.5: Demir (galvanizli) lamaya parafudur montajı**





**Resim 2.6: Parafudurun yerine montajı**

### **2.2.3. Parafudur Montajında Dikkat Edilecek Hususlar**

Parafuduru direğe monte etmek için önce demir bir lama hazırlanması gerekir. Bu demir lamanın bağlantı yerlerine parafudurlar en altından bağlanmalıdır. Yoksa üst kısımdan bağlanırsa bu demir lamaya elektrik gerilimi atlama yapabilir.

Parafuduru montaj yerine götürmeden önce bağlantı vidaları açılarak hazırlanmalıdır. Parafuduru monte ederken dış izolasyonunun kesinlikle zedelenmemesi gerekir. Parafudurun montaj ayakları, parafudurun en alt kısmına bağlanmalıdır. Bu ayaklar şebeke bağlantı kısmına en az 30 cm uzaklıkta olmalıdır.

## **2.3. Parafudur Bağlantıları**

Parafudur bağlantıları yöntem ve teknikleri şunlardır:

### **2.3.1. Parafudur Bağlantısında Kullanılan İletkenlerin Özelliği**

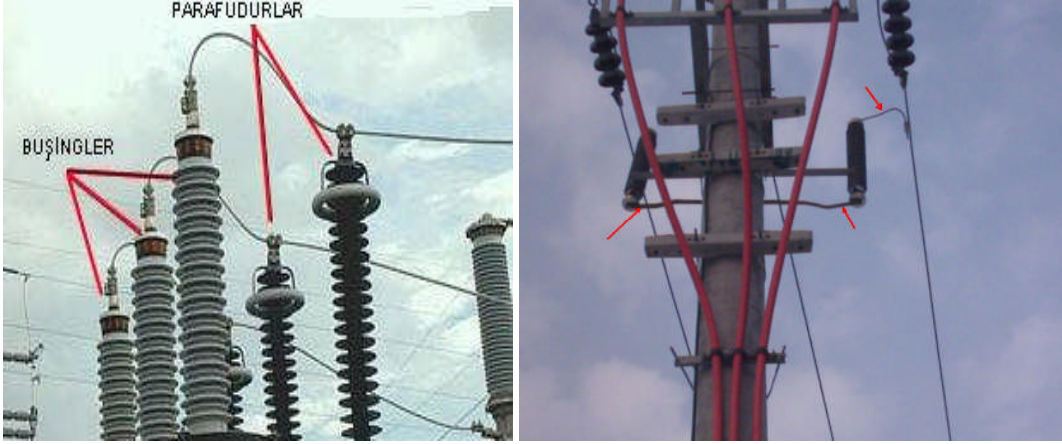
Parafudurun topraklama bağlantıları, galvaniz metal dikdörtgen kesitli iletken veya yalıtılmış 50 mm<sup>2</sup> kesitinde iletken ile yapılmalıdır.

### **2.3.2. Parafudur Bağlantı Yöntem ve Teknikleri**

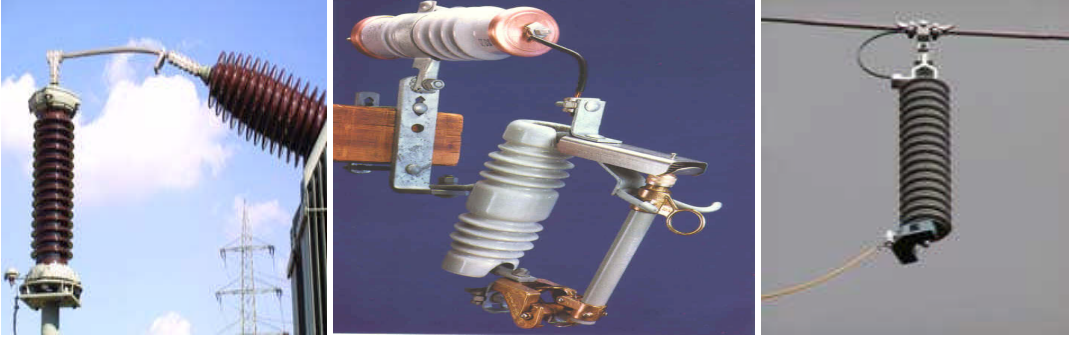
Parafudurların şebekeye bağlantılarının daire kesitli bakır iletken veya havai hat iletkeni (çelik alüminyum) ile yapılması gerekmektedir.

### 2.3.2.1. Parafudur Giriş Çıkış Bağlantı İşlem Sırası

Parafudurun önce şebeke tarafı bağlanır. Şebeke giriş bağlantısı sağlam bir şekilde yapıldıktan sonra toprak bağlantı kısımları (çıkış) birbirine kısa devre (yıldız bağlantı) edildikten sonra topraklama hattına bağlanır.



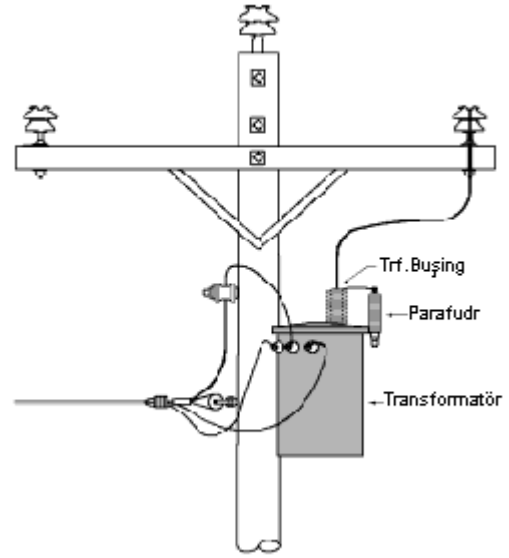
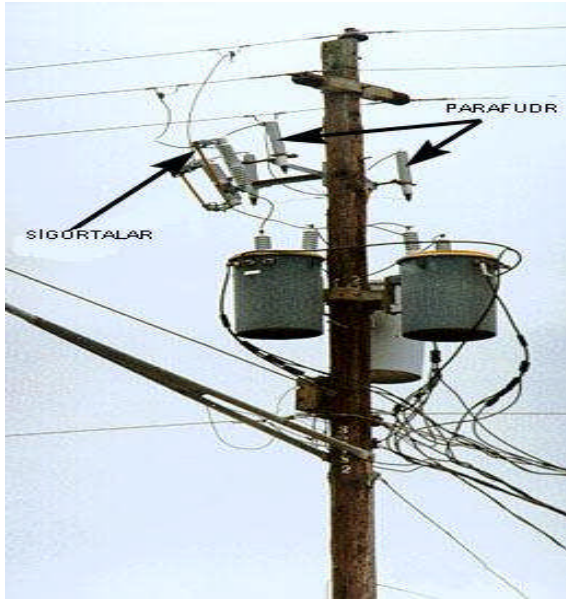
Resim 2.7: Parafudur bağlantı iletkenleri



Resim 2.8: Parafudur bağlantıları



Resim 2.9: Parafudur bağlantıları



**Resim 2.10: Direkte parafudur bağlantıları**



**Resim 2.11: Trafo direğinde parafudur bağlantıları**

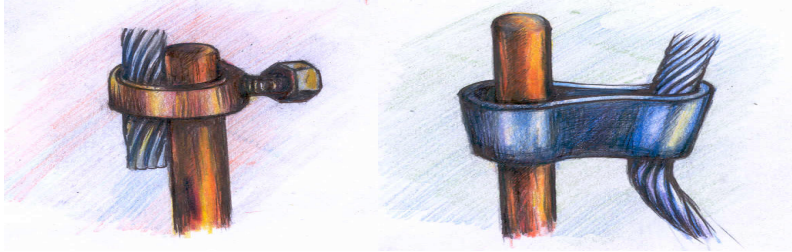
### **2.3.2.2. Parafudur Bağlantılarında Dikkat Edilecek Hususlar**

Parafudur topraklamaları ayrı yapılmalı ve toprak geçiş direnci 4 ohm'dan küçük olmalıdır. İşletme topraklaması (nötr topraklama) ayrı yapılmalı, koruma topraklamasından uzak ve toprak geçiş direnci 2 ohm'dan küçük olmalıdır. Eklatörler ve trafo gövde topraklaması birlikte ancak 4 ohm'dan küçük olmalıdır.

Topraklamada aşgari galvaniz veya bakır kazık kullanılmalı, cıvata ve bağlantı yerleri iyi temas sağlayacak şekilde, temiz ve oksidasyonsuz yapılmalıdır. Galvaniz malzeme kullanılmalı, bakır topraklama tercih edilmelidir. Levha kullanılması tavsiye edilmemektedir.



Dağıtım trafosunun OG tarafındaki parafudur ve OG topraklamaları ile trafonun yıldız noktası topraklaması arasında en az 20 m mesafe olmalı ve yıldız noktası NYY kablo ile topraklanmalıdır.



Şekil 2.2: Yıldız noktası topraklama montajı

## 2.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Topraklamalar ve koruma yöntemleri

**Madde 8-a)** Topraklamalar ve indirekt temasa karşı diğer koruma yöntemleri:

Elektrik kuvvetli akım tesislerinin topraklanmasında Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği hükümleri uygulanır. Endirekt temasa karşı şebeke tiplerine göre uygulanabilecek diğer koruma yöntemleri ve şebeke tip sınıflamaları için Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nde belirtilen ilgili hükümler de göz önüne alınır.

**b)** Aşırı gerilimlerin oluşmasını önlemek veya aşırı gerilimleri zayıflatmak için alınacak önlemler:

1) İç aşırı gerilimlerde

1.1) Toprak teması sonucunda oluşacak aşırı gerilimlere karşı alınacak önlemler: 3 amperden küçük kapasitif toprak temas akımlarında ark, özel bir önlem alınmadan kendi kendine söner. Toprak temas akımının daha büyük değerlerinde şebekenin yıldız noktası aşağıda belirtildiği gibi topraklanmalıdır.

i) Söndürme bobini üzerinden topraklama: Uygun değerli bir reaktans bobini ile temas noktasındaki akımın kalıcı akım değerine düşmesi ve arkin sönmeyeceği kadar büyükse şebekeyi bölerek sönmeye sağlanmalıdır.

ii) Dirençsiz ya da küçük bir omik ya da reaktif direnç üzerinden topraklama: Bu durumda ark otomatik tekrar kapama ile söndürülebilir. Bu yöntem hava hatlarında kullanılır. Kablolü şebekelerde tekrar kapama rölesi kullanılmaz ve tekrar kapama yapılmamalıdır.

1.2) Bağlama olayları sonucunda oluşacak aşırı gerilimlere karşı alınacak önlemler:

i) Bu konuda bağlama tekniği ile ilgili olarak aşağıdaki önlemler alınabilir:

- Boşta çalışan transformatörlerin devrelerinin aynı anda iki taraftan kesilmesi önlenmelidir.

- Transformatörler ile reaktans bobinlerinde olduğu gibi seri bağlı endüktif dirençler, kısa devre durumu dışında hep birlikte devre dışı edilmemeli, ayrı ayrı devreden çıkarılmalıdır.

ii) Bağlama olayları sonucunda oluşacak aşırı gerilimleri küçültmek için en uygun önlem, transformatörlerin yıldız noktalarını dirençsiz olarak ya da küçük omik dirençler üzerinden topraklamaktır.

iii) İstenerek ya da kendiliğinden olan açma ve kapamalar sonucunda oluşan aşırı gerilimler kesici, ayırıcı ve sigortalarda alınacak yapımsal (konstrüktif) önlemlerle de küçültülebilir.

Aşırı gerilimler: örneğin, akımların sıfırdan geçme anında kesilmesi, kontaklar arasında tekrar atlamaların önlenmesi ya da devre açılır veya kapatılırken uygun dirençlerin bağlanmasıyla küçültülebilir.

**1.3) Rezonans olayları sonucunda oluşan aşırı gerilimlere karşı alınacak önlemler:**

i) Yıldız noktası dirençsiz topraklanan şebekelerde rezonans olayları oluşmaz.

ii) İletken kopması sonucunda rezonans olayı nedeniyle oluşan aşırı gerilimler kopma noktası şebekeden iki taraflı beslenerek (çift hat ya da kapalı ring hattı gibi) önlenir.

iii) Yer altı kablolu şebekelerde, uygulanabildiğinde iç aşırı gerilimlere karşı parafudur veya arkten dolayı zarar oluşmayacak yerlerde eklatör kullanılması tavsiye edilir.

## **2) Hava koşullarının etkisiyle oluşan dış aşırı gerilimlerde**

**2.1) Aşırı gerilimlerin oluşmasını önleyen ya da bunları sınırlayan yapımsal önlemler:**

i) Hatlar ve transformatör merkezleri için yer seçiminde hava koşulları iyi olan ve yıldırım tehlikesi az olan yerler seçilmelidir. Hatların, geçecekleri yerin doğal koruyucu özelliklerinden yararlanabilmeleri için olabildiğince yamaç ve vadi gibi yerlerden geçirilmelidir.

ii) Hava hatlarının iletkenleri, gerekli durumlarda üzerlerindeki yeter sayıdaki toprak iletkenleri ile korunmalı ve işletme akım devresindeki elemanlara yıldırım düşmesini önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır.

Yıldırım yoğunluğunun fazla olduğu yerler hariç 36 kV'a kadar olan hava hatlarında toprak iletkeni kullanılmayabilir.

**2.2) Elektrik tesis ve aygıtlarını yıldırım etkisinden korumak için parafudur, eklatör (atlama aralığı) gibi koruyucu aygıtlar kullanılmalıdır. Özellikle 400 kVA'ya kadar olan tesislerde eklatör kullanılması tavsiye edilir.**

### 3) Başka şebekelerin etkisi ile oluşan aşırı gerilimlerde

3.1) Elektrostatik ve elektromagnetik etkilerle oluşan aşırı gerilimler için alınacak önlemler:

i) Birbirini etkileyecek akım devreleri arasındaki açıklık olabildiğince büyük tutulmalıdır. Akım devrelerinin birbirine elektromagnetik etkilerini yok etmek için bu devreler çaprazlanmalıdır.

ii) Birbirini etkileyecek kablo hatlarında endüklenecek gerilim, özel metal zırh kullanılarak ve kabloyu yalıtım transformatörleri ile kısa parçalara bölerek küçültülebilir.

## 2.5. Topraklamalar Yönetmeliği

### 1) Topraklamanın çeşitlerine göre tanımlar

i) Dolaysız topraklama: Topraklama direncinden başka hiçbir direnç içermeyen topraklamadır.

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

iii) Açık topraklama: Topraklama iletkeni üzerine bir parafudur veya eklatör bağlanan topraklamadır.

### 7.2) Topraklamanın amaçlarına göre tanımlar

i) Koruma topraklaması: İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için, işletme akım devresinde bulunmayan iletken bir bölümün topraklanmasıdır.

ii) İşletme topraklaması: İşletme akım devresinin bir noktasının, cihazların ve tesislerin normal işletilmesi için topraklanmasıdır. Bu topraklama iki şekilde yapılabilir:

- Dirençsiz (doğrudan doğruya) işletme topraklaması: Bu durumda, topraklama yolu üzerinde normal topraklama empedansından başka hiçbir direnç bulunmamaktadır.

- Dirençli işletme topraklaması: Bu durumda, ek olarak omik, endüktif ya da kapasitif dirençler bulunmaktadır.

iii) 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 deyimine, örneğin "yabancı gerilim bileşeni az olan topraklama" gibi adlandırmalar da dâhildir.

iv) Fonksiyon ve koruma topraklaması: Fonksiyon topraklamasının aynı topraklama iletkenini kullanarak ve aynı zamanda koruma topraklaması olarak da kullanıldığı topraklamadır.

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

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

vi) Yıldırıma karşı topraklama: Yıldırım düşmesi durumunda, işletme gereği gerilim altında bulunan iletkenlere atlamaları (geri atlamalar) geniş ölçüde önlemek ve yıldırım akımını toprağa iletmek için işletme akım devresine ilişkin olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Parafudurların Yerine Montajını ve Bağlantılarını Yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tesis proje ve şemaları inceleyiniz.</li><li>➤ Parafuduru montaja hazırlayınız.</li><li>➤ Parafuduru emniyetli bir şekilde montajını yapınız.</li><li>➤ Bağlantı bara veya iletkenini hazırlayınız.</li><li>➤ Parafudurun kullanıldığı yere göre bara veya iletkenle parafudur giriş hattını bağlayınız.</li><li>➤ Parafudur çıkışını topraklamaya bağlayınız.</li><li>➤ Bağlantıları son kez kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun parafudurun seçimi için katalogları dikkatli inceleyiniz.</li><li>➤ Montaj sırasında parafudurun izolasyonunun zarar görmemesini sağlayınız.</li><li>➤ Parafudur bağlantılarında gevşeklik kalmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Parafudur bağlantı yerine uygun lama demirleri hazırlamayı unutmayınız.</li></ul>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Parafudur montaj araç gereçlerini doğru seçebildiniz mi?		
2. Parafudurun yerine montajını doğru yaptınız mı?		
3. Parafudur giriş bağlantılarını doğru yaptınız mı?		
4. Parafudur çıkış bağlantılarını doğru yaptınız mı?		
5. Parafudur topraklamasını doğru yaptınız mı?		
6. İş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		

### 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. ( ) Hava hatları ile uzunluğu 30 metreyi aşan yer altı kablolarının birleştiği noktalara, parafudur yerleştirerek bu hatlar korunmalıdır.
2. ( ) Parafudurların girişleri şebekeye, çıkışları topraklamaya bağlanır.
3. ( ) Her faza ayrı ayrı parafudur bağlanmalıdır, üç faz için üç adet parafudur kullanılmalıdır.
4. ( ) Parafudur topraklaması işletme topraklamasına bağlanmalıdır.
5. ( ) O.G. tarafındaki parafudur ve OG topraklamaları ile trafonun yıldız noktası topraklaması arasında en az 20 m mesafe olmalıdır.
6. ( ) Parafudur topraklamaları ayrı yapılmalı ve toprak geçiş direnci 40 ohm'dan küçük 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 bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında, standartlara, Kuvvetli Akım ve Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun olarak sigortaları hatasız seçebilecek ve yerine montajını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır;

- Aşırı akımların meydana geliş nedenlerini araştırınız.
- Yüksek gerilim sigortaları nerelerde kullanılır, araştırınız.
- Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, çevrenizde yüksek gerilim sigortaları imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca yüksek gerilim sigortaları ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

## 3. YÜKSEK GERİLİM SİGORTALARI

### 3.1. Yüksek Gerilim Tesislerinde Aşırı Akımların Oluş Nedenleri

Enerji iletim hatlarında iletken kopması, yalıtkan bozulması, aşırı gerilim, yıldırım düşmesi gibi nedenlerle kısa devreler görülür. Ayrıca fazların toprağa yaptığı kaçak arızası sonucu da toprak arızası çıkar. Bütün bu olaylar yüksek gerilim tesislerinde aşırı akımlara neden olur.

### 3.2. Yüksek Gerilim Sigortaları

#### 3.2.1. Görevleri

Sigorta akım devresine seri olarak bağlanan ve akım belirli bir değeri aştığı zaman eriyerek devreyi kesen koruyucu bir aygıttır.

OG sigortalarının çeşitli tipleri olmakla birlikte, daha güvenli ve ekonomik olduklarından akım sınırlayıcı tipleri ülkemizde ve yabancı ülkelerde tercih edilmektedir. Bu tipler tamamen kapalı bir sistemde sessiz çalışır. Fonksiyonunu yerine getirirken dışarıya

alev veya gaz taşması olmaz. Bu nedenle filtre, alev hücresi, özel ventil vs. gibi ek cihazlar gerektirmez.

Bu tür **yüksek kesme kapasiteli** sigortalar, OG salt tesislerinin kısa devre korumaları için kullanılır. Transformatör, kondansatör, motor, kablo çıkışları veya voltaj transformatörlerinin önüne yerleştirildikleri zaman üstün kesme nitelikleriyle yüksek arıza akımlarının doğuracağı ısı ve diğer kötü etkilere karşı koruyucu görevi yapar.

OG salt tesislerini kısa devre arıza akımlarına karşı en mükemmel ve en ekonomik olarak koruma, sigorta ile mümkündür. Sigortalar, aşırı yük koruması için uygun bir cihaz değildir; çünkü ancak **Imin** (asgari açma akımı) değerinin üzerindeki sahada emniyetle çalışır. Bir başka deyişle, **In (anma akım) değeri ile Imin değeri arasındaki sahada emin bir açma yapamaz ve bazı hallerde sigorta tahrip olabilir.** Kullanılan akım hattının özellikleri ve sigortanın kontrüksiyonuna bağlı olarak Imin değişir. Şüphesiz, güvenle kullanma sahasının genişlemesi büyük bir avantajdır. Bu nedenle Imin mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır.

Sigortanın, **In** anma akımı ile **Imin** asgari açma değerleri arasında yüklenmesi kaçınılmaz bir zorunluluk ise bu durumda özel termik korumalı sigorta ile donatılmış yük ayırıcısı kullanılması tavsiye edilir. Bu sayede, sigorta içinde oluşan yüksek ısı porselen gövdenin termik olarak dayanabileceği en son noktaya erişmeden, termik sistem çalışarak çarpma pimi kurtulur ve yük ayırıcının üç kutuplu açmasını sağlar. Bu sayede riskli saha önemli ölçüde daraltılmış olur.



Resim 3.1: YG Sigortaları

### 3.2.2. Yapısı

İç eleman gövdesi yıldız kesitindedir. Bunun üzerine titizlikle sarılan erime telleri gövde boyunca tamamen birbirinin aynı pek çok hücrecik oluşturur. Her hücrecikteki tel kesit ve boyları kesinlikle aynıdır. Böylece akım hattı boyunca birçok kısmi ark oluşur, ısı enerjisi eşit olarak tüm sigorta boyunca dağıtılır ve daha yüksek kesme performansına erişilmiş olunur.

Sigorta erime hattı olarak bugün için ideal olan, yüksek saflıkta ve hassas ölçülerde gümüş tel veya band kullanılmıştır. Bunlar, her iki uçtaki bakır temas parçalarına nokta kaynağı ile tutturulmuştur. Bu iç eleman, ark söndürme ortamı olarak çok temiz ve belirli tane büyüklüğünde nemsiz kuvarz kumu ile iyice yataklanmıştır.

Dış gövdeyi oluşturan boru, kesin olarak yüksek hararete dayanıklı, yanmayan, tutuşmayan izole edilmiş malzemedir. Özellikle, hariçte kullanılacak sigortalar bu niteliklerine ilave olarak atmosferik şartlara dayanıklı, su veya rutubet emme özelliği sıfır, atmosferdeki korozyon unsurlarına; tuzlara, asitli veya alkalik gazlara, buhara karşı dayanıklı olmalıdır.

Bir arızayı takiben sigorta attıktan sonra, sigorta gövdesi, iki ucu arasında gereken izolasyonu temin edecektir. Bu bakımdan kuruda ve yağmurda gerekli izolasyon seviyesini temin etmelidir. Sayılan özellikler düşünülürse, bugün için mümkün en ideal malzeme içi ve dışı sırlı, kaliteli elektroporselendir.

Oluşacak yüksek basınç ve ısıya dayanıklılık bakımından porselen borular C 130 IEC 672'ye uygun veya daha üstün özelliklere sahip olmalıdır. Ayrıca ürünlerde, çaptaki kaçınılmaz ovallığı giderecek ve metal başlık çapına hassas uyum sağlayacak tarzda uçları taşlanmış porselen boru kullanılmaktadır. Her iki uçtaki metal başlıklar 1,0-1,2 mm elektrolitik bakırdan presle imal edilmiş olup oksidasyona karşı nikel veya gümüş (4-6 mikron) kaplıdır.

Başlıklar silikon bir conta kullanılarak pres altında sıvama yolu ile porselen boruya sabitlenmiştir. İç gövde akım hattındaki metal parçalar elektrolitik bakırdan imal edilmiş ve **In** değerine bağlı olarak ya gümüş kaplıdır veya yağdan arındırılmış çıplak bakırdır. Gerek akım geçirgenliğinin mükemmeliyeti ve gerekse sigorta karakterine etkisi bakımından gümüş tel ve bandlar metal aksama punto kaynağı ile tutturulmuştur. İç gövde, dış gövdeye presle ve punto kaynağı ile monte edilmiştir.

Sigortanın her iki uçtaki kapakları ve optik fanus yüksek ısıya dayanıklı silikon contalama ve pres sıvama yöntemi ile monte edilmiştir. Böylece mekanik dayanıklılık ve su sızdırmazlık özellikleri mükemmelleştirilmiştir.

### **3.2.3. Çeşitleri ve Özellikleri**

Genel tip olarak yüksek gerilim sigortaları; optik göstergeli ve çarpma pimli sigortalar olarak imal edilir. Ayrıca normal tipleri de bulunmaktadır. YG sigortaları genelde eriyen telli üretilmektedir.

#### **3.2.3.1. Optik Göstergeli Sigortalar**

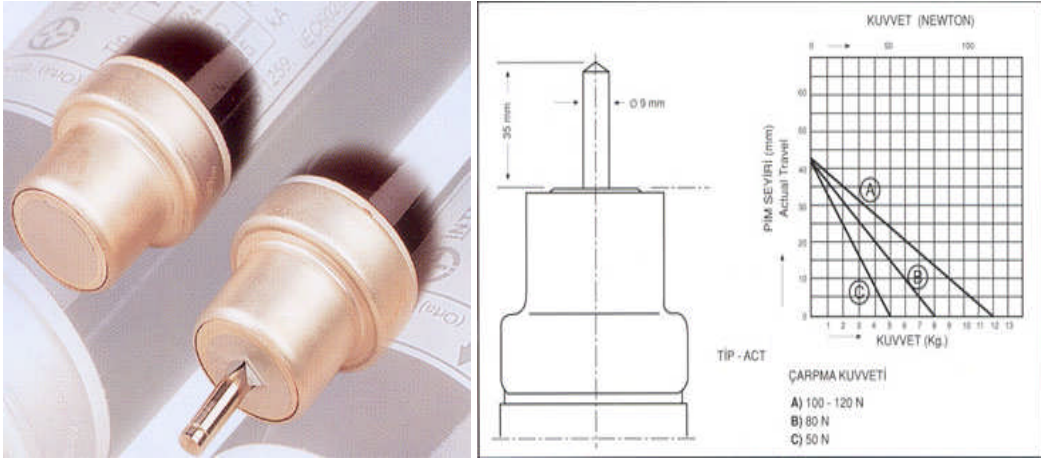
Optik göstergeli OG YG sigortalarında, sigortanın atıp atmadığını bildiren gösterge tertibat mevcuttur. Sigorta atar atmaz bir kırmızı yüksük, gösterge fanusunun içine doğru itilir ve bu sayede arızalı sigortayı bulmak kolaylaşmış olur.

### 3.2.3.2. Çarpma Pimli Sigortalar

TSE 1259, IEC 60282-1, sigorta attığında bir pim kuvvetle dışarı itilir. Böylece atan sigorta belirleneceği gibi serbest kalan pimin enerjisi ile mekanik bir sistemin çalıştırılması da (mesela bir şalterin açılması veya bir ihbar sisteminin çalıştırılması) mümkün olur.



Resim 3.2: Optik göstergeli sigorta



Resim 3.3: Çarpma pimli sigorta

Şekil 3.1: Çarpma pimli sigorta özelliği

### 3.2.4. Teknik Özellikleri

Sigortaların teknik özellikleri; termik koruma, kısa devre akımının sınırlandırılması, nominal kesme özelliği, tehlikeli aşırı gerilimlere dayanım, minimum işletme gerilimi, güç sarfiyatı şeklinde belirtilir.

- **Termik Koruma:** OG sigortalarının çalışması alışlagelmiş anlamda asgari açma akımı (**I<sub>min</sub>**) ile belirlenir. Bu sigortalar ancak **I<sub>min</sub>** değerinin üzerindeki sahada emniyetle çalışır. Yani, **I<sub>n</sub>** (Anma Akım) ile **I<sub>min</sub>** değeri arasındaki sahada emin bir açma garanti edilemez. Sigortanın bu değerler arasında yüklenmesi, sigortanın aşırı derecede ısınmasına ve neticede patlamasına ve

çevresine büyük zarar vermesine yol açabilir. Zira bu kritik alanda erime elemanı yalnızca bir veya birkaç küçük parçada erir ve buralarda oluşan ark devreden akımın geçmesini sürdürür, dolayısıyla aşırı termik zorlanmalara neden olur. Bu sorunu giderebilmek için sigortalar termik koruma sistemi ile donatılmalıdır.

Termik koruma sistemi sigortanın iç bünyesinde yer alır ve sigortanın her ne sebepten olursa olsun aşırı ısınması halinde, tehlikeli olacak termik zorlamaya erişilmeden önce, çarpma piminin kurtulması vasıtasıyla şalterin açılmasını, dolayısıyla devrenin kesilmesini sağlar. Termik koruma sistemli sigortalar ancak bir şalter ile kombine ise kullanılmalıdır. Otomatik açmalı bir şalter ile kombine ve bilhassa SF6 gaz izoleli "Ring main unit" panolarda muhakkak termik koruma sistemli sigortaların kullanılması tercih edilmelidir.

- **Kısa Devre Akımının Sınırlandırılması:** OG sigortaları daha ilk yarım periyotta akım yükselirken devreyi keser; diğer bir tabirle kısa devre 10 mili saniyeden daha kısa sürede yani kısa devre darbe akımı tepe değerine henüz erişmeden kesilecektir. Böylece tesis kısa devre akımlarının tahrip edici termik ve mekanik zorlamalarından korunmuş olacaktır. Sigortanın akım sınırlama hadisesi, devreden geçmesine müsaade edeceği akımdır ve bu ancak sigorta telinin akımı kadar büyük olabilir. Erime teli belirli yerlerinden başlayarak eriyecek ve buharlaşacaktır. Meydana gelen ark kuvarz kumu ile soğutulacaktır. Arkin sönmeye t. süresince akım ark uzunluğunca azalacak ve gerilimin ilk sıfırdan geçişi civarında tamamen kesilecektir.
- **Nominal Kesme Özelliği:** Anma kesme performansı sigorta iç yapısının özelliklerine, erime elemanının hassasiyetine ve soğutma ortamının özelliklerine bağlıdır. Bu özelliklerin iyileştirilmesi sigortanın kesme sınırını yükseltir. Erime ve ark sürelerinin küçüklüğü, pek çok kısmi arkların oluşması ve bunların söndürülmesinin sigorta boyunca eşit olarak yapılabilmesi, daha az ısı oluşturulması ve bu ısının sigorta boyunca eşit dağılması bir sigortanın anma kesme sınırını yükseltir.
- **Tehlikeli Aşırı Gerilimler:** Kısa devre akımı kesildiği anda gerilim sıçrama yapacaktır. Transformatör, kondansatör, kablo çıkışları ve gerilim transformatörlerinin önünde bu tip sigorta kullanmanın temin edeceği avantaj yüksektir.
- **Minimum İşletme Gerilimi:** İşletme geriliminin, sigortanın Un değerine oranla küçük olması devrenin kesilmesi anındaki gerilim sıçramasını, sigortanın konstrüksiyonuna tabi olarak aşırı arttırabilir. 10 kV bir işletme geriliminde  $U_n = 20$  kV'luk bir sigorta tehlikesizce kullanılabilir.
- **Güç Sarfiyatı:** Sigortada oluşan ısı atmosfere iyi şekilde iletilmelidir. Kapalı ortamlarda ve izole panolarda ısı, cihazların anma değerlerinde önemli bir sınırlama faktörüdür. Sigortanın takribi güç sarfiyatı ( $R \times I^2 \times K$ ) olarak hesaplanabilir. Sigorta iç direncinin R (20 °C'deki) değerinin ısınma neticesinde artışını belirten K faktörü,  $I_N$  değeri için takriben 1,4-2 dir.  $I_N$  den daha düşük akım değerleri için bu faktör takriben 1,1 -1,4 gibi bir değer olur.

### 3.2.5. YG Sigortaları Seçimi

Sigortanın koruma yapacağı yere uygun özelliklerde seçilmesi gerekir.

- **Sigorta Nominal Gerilimi:** İşletme gerilimine uygun seçilmelidir.
- **Nominal Kesme Özelliği:** Şebekenin kısa devre yüküne uygun özellikte sigorta seçilmesine özen gösterilmelidir. Bazı özel hallerde bir üst boydaki sigortayı seçerek veya iki sigortayı seri bağlayarak daha yüksek anma kesme gücüne erişilebilir.
- **Nominal Akım:** Sigortanın isimlendirilmesi için belirtilen bir değerdir. Aslında, uygulamada önemli olan sigortanın kullanma yer ve amacına uygun tespiti ve seçimidir. Bu seçimde ısınma en önemli faktörlerden biridir. Örneğin, bir trafo korumasında, açık havada  $I_n=6$  amper bir sigorta uygun ise, aynı trafonun tamamen kapalı bir ortamda bulunan sigorta ile korunması halinde  $I_n=10$  amperlik sigorta gerekebilir. Daha yüksek akım değerlerinin gerektiği istisnai hallerde aynı değerdeki iki sigortayı paralel bağlamak gerekir. Ancak, yan yana duracak bu iki sigorta ısınma bakımından birbirini etkileyeceği için bir tolerans kabul edilmelidir.
- **Koruma Yapacağı Yere Uygunluğu:** Sigortanın motor, transformatör, kondansatör, kablo ve hat koruması, gerilim trafosu korunmasında kullanılmasına göre seçimi değişmektedir.
  - **Motor Koruması:** Motorların kısa devre korumaları için OG sigorta seçiminde, motorun yol alma akım ve süresi en önemli kriter olarak dikkate alınmalıdır. Sigorta akım zaman eğrilerinde standartların tanıdığı tolerans ihmal edilmemelidir. Diğer önemli bir kriter ise yol verme tekrarı, yani motora saatte kaç defa yol verildiğidir. Yol verme periyodunun sıklığına tabi olarak seçilen sigorta  $I_n$  değeri yükseltilmelidir.
  - **Transformatör Koruması:** OG sigorta  $I_n$  değeri belirli bir değer altında olmamalıdır ki şalter kapandığında trafonun yol almadaki akım değeri (Mıknatıslama ani akımı) sigortaya zarar vermesin.

Pratik bir hesap ile 0,1 saniyelik bir süre için trafo yol alma akımı, trafo tam yük akımının 10-12 misli olarak düşünülebilir. Sigorta  $I_n$  değeri belirli bir değer üstünde olmamalıdır ki trafonun AG tarafında meydana gelebilecek bir kısa devrede OG tarafında akım değeri sigortanın  $I_{min}$  (minimum açma akımı) değerinden küçük olmasın. O.G. sigortasının  $I_n$  değeri o derecede büyük olmalıdır ki sigortalar, trafonun aşırı yüklenmesine müsaade etsin ve AG tarafındaki sigortalar ile aralarında seçiciliği sağlasın. O.G. sigortanın  $I_n$  değeri o derecede küçük olmalıdır ki trafo sargılarındaki bir arızada daha çabuk kesme garantilenir ve OG besleme hattının başındaki sigorta veya röle ile aralarında seçicilik sağlanır.

- **Kondansatör Koruması:** Sigorta  $I_n$  değeri hem sürekli maksimum yük akımı ve hem de müsaade edilebilir harmonik muhtevaya dayanabilmek için yeterince büyük olmalıdır. Sigorta  $I_n$  değeri, kapasitör bankının yol verme akımına dayanabilmelidir. Geçici olayların yaratabileceği gerilim yükselmeleri ihmal edilmemeli ve emniyet bakımından bir üst gerilim



sınıftaki sigorta seçilmelidir. Pratik bir bilgi olarak, sigorta  $I_n$  değeri kondansatör tam yük akım değerinin 1,6-2 katından az olmamalıdır.

- **Kablo ve Hat Koruması:** Kablo ve hava hatlarının zaman zaman aşırı yüklenmelere maruz kalacağı unutulmamalıdır. Aksi halde bu durum sigortanın  $I_n$  ile  $I_{min}$  değerleri arasında yüklenmelerine, dolayısıyla aşırı ısınmalarına ve tahribine sebep olabilir. Bu sebeple sigorta  $I_n$  değeri kablo veya hat kesitlerinin maksimum taşıyabileceği yüke göre seçilmelidir.
- **Gerilim Trafosu Koruması:** Gerilim trafoları çok küçük dayanımlı oldukları için Y.G. sigortaları bizzat gerilim trafosunun kendisini arıza akımlarına karşı etkili olarak koruyamaz. Ancak daha ziyade arızalı gerilim trafosunu sistemden ayırmak için kullanılır. Sigortanın seçiminde esas, gerilim trafosunun yol alma akımına dayanacak büyüklükte olmasıdır. Bu husus sigortanın en çok  $I_n=2$  amper değerinde olmasını gerektirir. Bu çok küçük  $I_n$  değerli sigortalarda kullanılan çok ince akım hattı "korona" hadisesine sebep olabilir. Bu ihtimali düşünerek, sigorta borusunun topraklanmış metal aksamdan oldukça uzak bulunduğundan emin olunmalıdır.

### 3.2.6. Yüksek Gerilim Sigortaları Üretim Standartları

Yüksek gerilim sigortaları, Türk ve uluslararası standartlara uygun olmalıdır. Üretim standartları Tablo 3.1'de belirtilmiştir, inceleyiniz.

Standartlar	TS 1259 IEC 60282- 1
	DİN - VDE 0670/4

**Tablo 3.1: YG Sigorta üretim standartları**

Yüksek gerilim sigortaları standart gerilim ve akımlarda üretilir. İstenirse özel siparişe göre değişik akım ve gerilim değerlerinde üretim yapılabilir.

Anma frekansı	Hz	50
Anma gerilimleri	Kv	7,2- 12- 17,5- 36
Anma akımları	A	2- 4- 6- 10- 16- 20- 25- 30- 40- 50- 63- 75- 80- 100- 125- 150- 160- 200

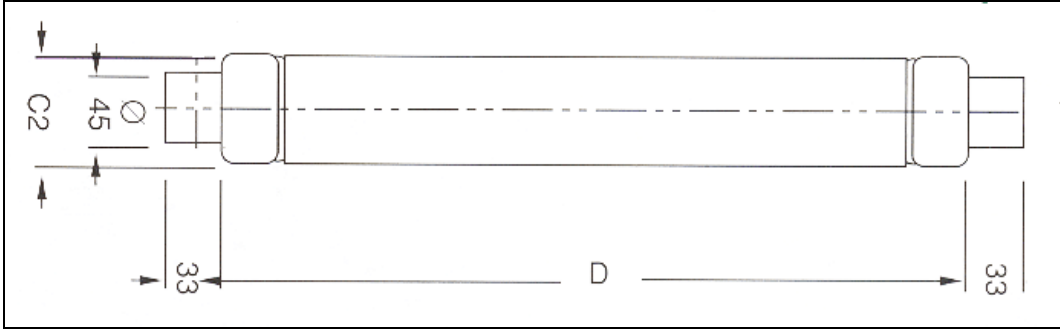
**Tablo 3.2: YG Sigortaları standart gerilim ve akım değerleri**



Anma Kesme Kapasitesi (En büyük kesme akımı)	Anma gerilimi (kV-etken)	(kA-etken)
	7,2	12,5- 16- 25
	12	12,5- 16- 20- 25
	17,5	12,5- 16
	36	12,5- 16

**Tablo 3.3: YG Sigortaları akım kesme kapasiteleri**

YG sigortalarının standart boyutları aşağıda incelenmiştir.



**Şekil 3.2: YG Sigorta boyutları**

#### YÜKSEK GERİLİM SİGORTALARI

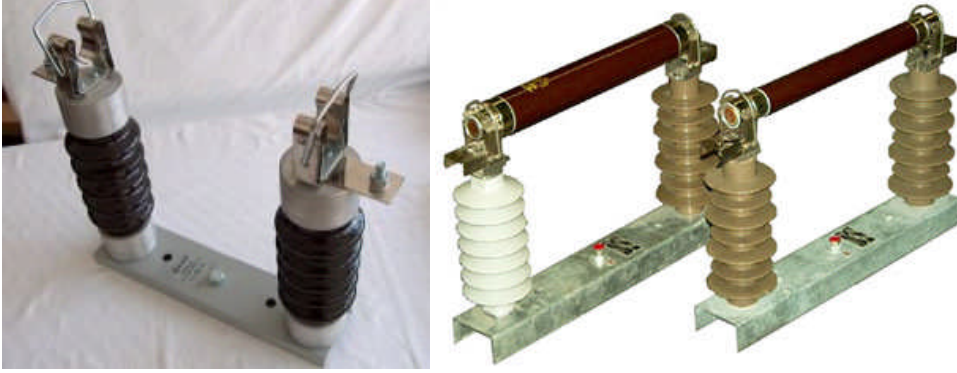
Akım (A)	Çap (mm)	7,2 kV Boy (mm)	12 kV Boy (mm)	17,5 kV Boy (mm)	24 kV Boy (mm)	36 kV Boy (mm)
2-20 A	45	390	390	540	540	635
25 A	45	390	390	540	540	635
30-40 A	45	390	390	540	540	635
63 A	45	390	390	540	540	635
75 A	45	390	390	540	540	635
100 A	45	390	390	540	540	635

Not : Yangın tehlikesine karşı Yüksek Gerilim'de porselen sigorta kullanılması uygundur.

**Tablo 3.4: YG Sigorta boyutları**

### 3.2.7. Sigorta Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

- Düşen veya darbeye maruz kalan bir sigortayı muayene etmeden kullanmak doğru değildir.
- Enerjiyi tam kesmeden, sigorta değiştirilecek ortama girilmemelidir.
- Hat sigortası değiştirilecekse enerji kesildikten sonra hattın üzerinde biriken artık enerji topraklanmalıdır.
- Sigorta değişimi yüksekte yapılacaksa mutlaka emniyet kemeri kullanılmalıdır.
- Sigorta değişiminde mutlaka YG eldiveni kullanılmalıdır.
- 3 fazlı bir tesiste, yalnızca bir tek atan sigortanın arıza akımına maruz kaldığından emin olmadıkça bir sigorta atsa bile üç fazın sigortası da değiştirilmelidir. Zira atmamış olan sigortalar da arıza akımının darbesine maruz kalmış, çalışma noktasına yakın bir değere gelmiş ve dolayısıyla karakteri değişmiş olabilir.
- Atan sigorta, ihtiyaten, hemen değil 5- 10 dakika sonra değiştirilmelidir.



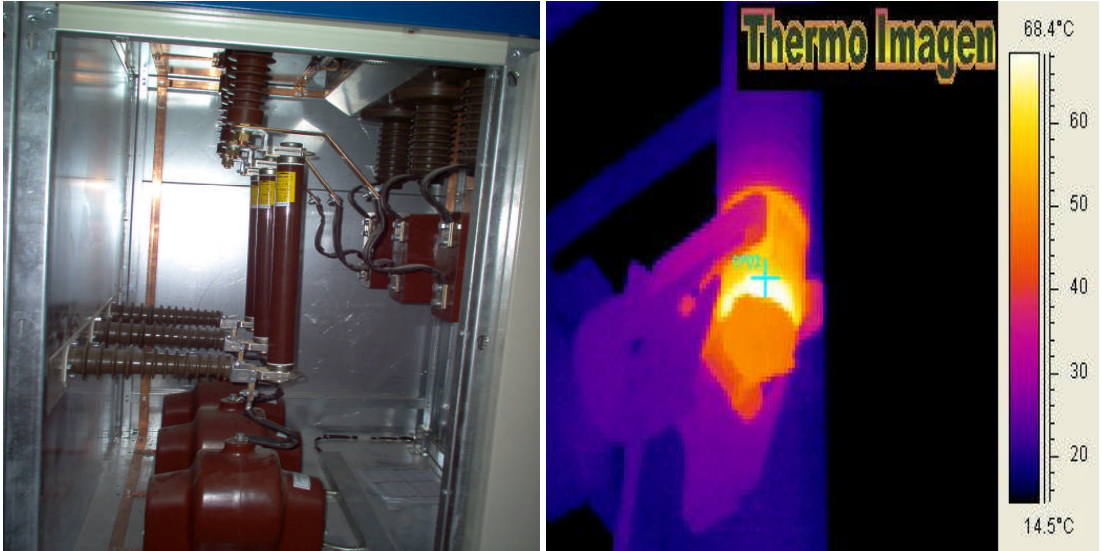
Resim 3.4: Sigorta alt gövdesi ve buşonu



Resim 3.5: YG Sigortasının takılması



**Resim 3.6: YG Sigortalarının takılması**



**Resim 3.7: OG Modüler hücrede sigortalar ve sigorta sıcaklığının termal kamera ile tespiti**



**Resim 3.8: Trafo direğinde sigorta montajı**

### **3.3. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**

#### **Sigorta, minyatür kesici ve kesiciler**

**Madde 9-** Tesislerdeki elektrik donanımlarının aşırı akımlara karşı korunması genel kural olarak sigortalarla ya da kesicilerle yapılacaktır. Sigortalar minyatür kesiciler ve kesiciler buldukları yerde ulaşılacak en büyük kısa devre akımını güvenlikle kesebilecek değerde seçilmelidir. Üzerine tel sarılarak köprülenmiş veya yamanmış sigortalar kullanılmamalıdır.

Aşırı akımlara karşı koruma düzeni, arıza olduğunda tehlike altında kalan iletkenlerin akımının kesilmesini sağlayacak biçimde yerleştirilmelidir. Buna karşılık topraklanmış sistemlerde, aşırı akımlara karşı koruma düzeninin çalışması sırasında topraklama tesisleri sistemden ayrılmamalı; topraklama tesisleri direnci yükseltilmemelidir. Bu tip aygıtların kabul görmüş, tarafsız (akredite edilmiş) laboratuvarlardan alınmış bütün tip deney raporlarının bulunması gereklidir.

### **3.4. Topraklama Yönetmeliği**

#### **Madde 18:**

##### **c) Fonksiyon ve koruma topraklaması:**

5) Fonksiyon topraklaması ve koruma iletkeni (FPE) üzerine, örneğin sigortalar gibi hiçbir koruma düzeni bağlanamaz.



## UYGULAMA FAALİYETİ

Sigortaları Seçiniz ve Yerine Montajını Yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yapısına göre yüksek gerilim sigortalarını seçiniz.</li><li>➤ Yüksek gerilim sigortaların sağlamlığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Yüksek gerilim sigortalarını yerine takınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun yüksek gerilim sigortasının seçimi için katalogları dikkatli inceleyiniz.</li><li>➤ Sigortaların kontrolü sırasında devrede yüksek gerilimin olmadığına dikkat ediniz.</li><li>➤ Montaj sırasında yüksek gerilim sigortasının izolasyonunun zarar görmemesini sağlayınız.</li><li>➤ Yapacağınız tüm çalışmalarda güvenlik önlemlerini almayı unutmayınız.</li></ul>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. YG sigorta çeşitlerini doğru seçtiniz mi?		
2. Sigortaların teknik özelliklerini doğru seçtiniz mi?		
3. Sigortaların seçimi ölçütlerini kavradınız mı?		
4. Sigortaların montajını doğru yaptınız mı?		
5. İş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		

### 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. ( ) Sigorta akım devresine paralel olarak bağlanır.
2. ( ) Yüksek gerilim sigortaları attığı zaman dışından uygun kesitli iletkenle tekrar bağlanır.
3. ( ) Yüksek gerilim sigortaları gövdesi PVC'den yapılır.
4. ( ) Pimli sigortalarda, sigortanın atması ile pim mekanik bir sistemin çalıştırılmasını sağlar.
5. ( ) 10 KV'luk bir işletme geriliminde  $U_n = 20$  KV'luk bir sigorta kullanılabilir.
6. ( ) Atan sigorta hemen değiştirilmelidir.
7. ( ) 3 fazlı bir tesiste, yalnızca bir tek atan sigortanın arıza akımına maruz kaldığından emin olmadıkça, bir sigorta atsa bile üç fazın sigortası da değiştirilmelidir.

## 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

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Parafudurların görevini biliyor musunuz?		
2. Parafudurların yapısını biliyor musunuz?		
3. Parafudurların çeşitlerini biliyor musunuz?		
4. Parafudurların montaj yerini seçmeyi biliyor musunuz?		
5. Parafudur giriş bağlantılarını yapabiliyor musunuz?		
6. Parafudur çıkış bağlantılarını yapabiliyor musunuz?		
7. Parafudur topraklamasını yapabiliyor musunuz?		
8. Montaj ve bağlantılarda iş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu?		
9. Sigortaların görevini biliyor musunuz?		
10. Sigortaların yapılarını biliyor musunuz?		
11. Sigorta çeşitlerini seçebildiniz mi?		
12. Sigortaları yerine takabildiniz mi?		
13. Sigorta montajında emniyet ve güvenlik tedbirlerine uydunuz mu?		

## 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 modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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



## KAYNAKÇA

- ALTIN Mahir, Mustafa ÜSTÜNEL, Mehmet KIZILGEDİK, **Elektrifikasyon**, MEB Yayını, Ankara, 2001.
- FIRAT Hikmet A., **Yüksek Gerilim Elemanları ve Devre Şemaları**, Ey Yayınevi, İstanbul, 1979.
- ALPERÖZ Nusret, **İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları** Sayı: 128, İstanbul, 1974.
- PEŞİNT Adnan, **Elektrik Santralleri Enerji İletimi ve Dağıtımı**, MEB Yayını, Ankara, 1998.
- Prof. Dr. ÖZKAYA Muzaffer, **Yüksek Gerilim Tekniği**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1996.
- YAVAŞ Hakan, **Havai Enerji Hatları- Direkler**, Ankara, 2007.
- ULUSOY Halil, **Yüksek Gerilim Elektrik Malzemeleri ve Testleri**, Akay Ofset Matbaa, Ankara, 1993.
- GÜNDÜZ Avni H., **Yüksek Gerilim Sigortaları**, EMO İzmir Şubesi Şubat 2005 Bülteni.
- Elektrik Kuvvetli Akım Tesislerinde Yüksek Gerilim Altında Çalışma İzin Belgesi Eğitimi ( Katılımcı Rehberi ), TEDAŞ Eğitim Dairesi Başkanlığı, Sayfa 28.
- ÇAMLI Necmettin – Elektrik Mühendisi, **Elektrik Dergisi**, 2000.