

## Elektrik Tesislerinde Yeni Uygulama ve Yaklaşımlar



Prof. Dr. İsmail Kaşıkçı



### Etik kuralları:

Seminer notlarının tamamı veya herhangi bir bölümü yazarın izni olmaksızın yayınlanamaz, basılamaz, mikrofilme çekilemez, dolaylı olsa dahi kullanılamaz, fotokopi yapılamaz. Tüm notlar seminer verilen firma, kurum ve kuruluşlar dışında kullanılamaz. Metinler ve şekiller başka türlü çizilemez ve değiştirilemez.

5846 sayılı yasa No: 4110

## SEMİNER PROGRAMI

### 1. GÜN: 21 Aralık 2016

#### (Novotel Zeugma-1 Salonu)

- 09:00-11:00 TN ve TT sistemler, TT Sistemden TN Sistemine Geçiş
- 11:00-12:00 Doğalgaz Tesisat Topraklamasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar
- 12:00-13:00 Öğle yemeği
- 13:00-14:00 Y.G Tesisleri Topraklamasında Dikkat Edilecek Hususlar
- 14:00 -14.30 Prof.Dr. İsmail KAŞIKÇI Kitap İmza Programı
- 14:30-16:00 Topraklamaya İlişkin Hesaplama ve Programları
- 16.00-17.00 Soru-Cevap

### 2. GÜN: 22 Aralık 2016 ( Şube Eğitim Salonu )

#### 1.Eğitim

09:00-11:00: Almanya ve Avrupadaki Mesleki Uygulamalar, Mühendislik Eğitimi ve Yetkileri

#### 2-Bilirkişilik Uygulamaları

11.00-13.00: Elektrik İç Tesisat ve Topraklama Ölçüm Uygulamaları ( Şube Binasında)

14.00-17.00: Kurum Ziyaretleri ( TEDAŞ-TEİAŞ)

### ELEKTRİK MESLEĞİ KONULARI

1. Elektrik mesleğinde Norm ve Yönetmelikler
2. Elektrik Tesislerinde Kısa Devre Hesapları IEC 60909-0
3. Şok Akımlara Karşı Güvenlik Önlemleri IEC 60 364-4-41
4. Kablo ve İletkenlerin Aşırı Akımlara Karşı Korunması IEC 364-4-43
5. Elektrik Tesislerinde Gerilim Düşümü Hesabı IEC 60 364-5-52
6. Elektrik Tesislerinde Selektif Açma ve Koruma IEC 60 364-5-53: Elektrik Tesislerinde Cihazların Seçimi, Koruması ve Ayırması

**7. AG Elektrik Tesislerinde Topraklamalar IEC 60 364-5-54: Topraklama tesisleri, Koruma ve Potansiyel Dengeleme iletkenleri**

**8. İlk Denetleme ve Deneyler IEC 60 364-6**

**9.YG elektrik Tesislerinde Topraklama EN 50522, IEEE Std. 80**

**10. YKS tesisleri IEC 62305-3**

**11. AG ve YG'de Koruma**

### Dünyada Norm Kuruluşları

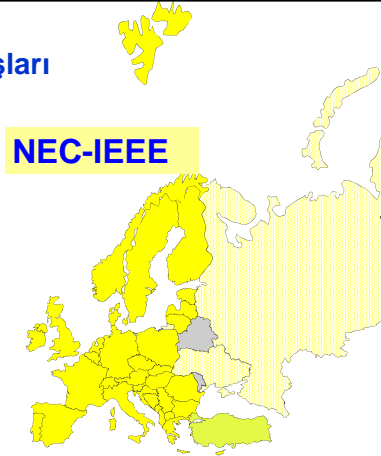
IEC, EN

NEC-IEEE

TSE

BS, VDE

DKE  
VDE DIN



### Binalarda Elektrik Tesisleri

**IEC 60 364**

<b>IEC 60364-1: Amaç, Kapsam, Dayanak ve Uygulama, Tanımlar</b>			
<b>Bölüm 2: Kısım 2: Tanımlar Bölüm 3: Kısım 30 Genel Karakteristiklerin Belirlenmesi</b>			
<b>Bölüm 3:</b> Genel Karakteristiklerin Belirlenmesi	<b>Bölüm 4:</b> Güvenlik Önlemleri	<b>Bölüm 5:</b> Donanımın seçimi ve koruma için güvenlik önlemleri	<b>Bölüm 6:</b> İlk denetleme ve deneyler
<b>Kısım 30:</b> Genel Karakteristiklerin Belirlenmesi	<b>Kısım 41:</b> Şok akımlara karşı güvenlik önlemleri	<b>Kısım 51:</b> Genel önlemler	<b>Kısım 61:</b> Denetlemenin önemli kısımları
<ul style="list-style-type: none"> <li>En büyük talep gücü</li> <li>Egzamanlılık faktörü</li> <li>Beslemenin niteliği</li> <li>Dağıtım kaynakları</li> <li>Tesisin devre düzeni</li> <li>Uyumluluk</li> <li>Bakım</li> <li>Besleme kaynakları</li> <li>Diğer etkiler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kısım 42: Termik etkilere karşı koruma</li> <li>Kısım 43: Kablo ve iletkenlerin aşırı akıma karşı korunması</li> <li>Kısım 44: Aşırı gerilime karşı koruma</li> <li>Kısım 45: Düşük gerilime karşı koruma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kısım 52: Kablo ve iletken tesisleri</li> <li>Kısım 53: Açma ve kontrol cihazları</li> <li>Kısım 54: Topraklama, koruma iletkeni ve potansiyel dengeleme iletkeni</li> <li>Kısım 55: Diğer elektrik malzemeleri</li> <li>Kısım 56: Güvenlik amaçlı kurulan elektrik tesisleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Özde denetleme</li> <li>Kontrol ve ölçme</li> <li>Koruma ve potansiyel dengeleme iletkeni</li> <li>Elektriksel ayırma ile koruma</li> <li>Yalıtım direncinin ölçülmesi</li> <li>Otomatik kesme ile koruma</li> <li>Düner alan ölçümü</li> <li>Gerilimin ölçülmesi</li> <li>Diğer ölçümler</li> </ul>
<b>Bölüm 7:</b> Özel tesisatlar veya yerler için özel kurallar	<b>Kısım 701:</b> Banyo ve duş yerleri	<b>Kısım 710:</b> Tıbbi yerler	<b>Kısım 718:</b> Kalabalık toplulukların bulunduğu binalar, karavanlar
	<b>Kısım 722:</b> Uçan yapılar, gösteri amaçlı arabalar ve karavanlar		

**IEC 60364 Bölüm 7 - Özel tesisatlar veya yerler için özel kurallar;**

IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 701 Küvet veya duşlu hacimler  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 702 Kapalı ve açık alandaki yüzme havuzları  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 703 Elektrikli Sauna ısıtıcı hacimler  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 704 İnşaat şantiyeleri  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 705 Tarım ve bahçe yapıları  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 706 Sınırlı hareket imkanı veren geçiş ortamları  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 710 Hastanelerde elektrik tesisatları  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 718 İnsan kalabalıklarının olduğu elektrik tesisatları  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 720 Yangın tehlikesi olan işletmeler  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 721 Karavanlar, Tekneler, Yatlar ve bunların Kamp Yerleri veya Yat Limanlarındaki enerji

IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 722 Uçan Yapılar, Gösteri amaçlı arabalar ve Karavanlar  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 723 Deney düzenekli derslikler  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 724 Mobilya ve benzeri teftişatta elektrik tesisatı; örneğin, perde rayları, dekoratif kaplamalar

IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 725 Yardımcı devreler  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 726 Kaldırma araçları  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 728 Yedek güç kaynakları  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 729 Şalt tesisleri ve dağıtıcıların montajı ve çalıştırılması  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 730 Boş duvarlarda veya yarı malzeme ile yapılmış binalarda iletkenlerin döşenmesi

IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 731 Elektrik işletmeleri ve kapalı elektrik işletmeleri  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 732 Dağıtım şebekesinde yapı bağlantı kutusu  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 736 Yüksek Gerilim şalt sahasındaki alçak gerilim akım devreleri  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 737 Nemli ve ıslak hacimler; açık hava tesisleri  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 738 Fiskiyeler  
 IEC 60364 Bölüm 7 - Kısım 739 TN ve TT şebekelerde  $I_{\Delta n}$  30mA ile evlerde doğrudan dokunmaya karşı ek koruma

IEC 60364 Bölüm 1 - Kısım 10 Amaç, Kapsam, Dayanak ve Uygulama

IEC 60364 Bölüm 2 - Kısım 200 Genel

- Kısım 30 Elektrik tesislerinin planlanmasında genel hususlar

**IEC 60364 Bölüm 4 - Koruma Önlemleri;**

**Kısım 41 Tehlikeli vücut akımlarına karşı korunma**

IEC 60364 Bölüm 4 - Kısım 42 Isıl tesirlere karşı korunma

IEC 60364 Bölüm 4 - **Kısım 43 Kablo ve iletkenlerin aşırı akımlara karşı korunması**

IEC 60364 Bölüm 4 - Kısım 44 Aşırı gerilime karşı korunma

IEC 60364 Bölüm 4 - Kısım 45 Düşük gerilime karşı korunma

IEC 60364 Bölüm 4 - Kısım 46 Kesme ve yol verme ile koruma

IEC 60364 Bölüm 4 - Kısım 48 Korunma önlemlerinin seçilmesi

**IEC 60364 Bölüm 5 - Elektrik işletme malzemesinin seçimi ve tesisi**

IEC 60364 Bölüm 5 - Kısım 51 genel

IEC 60364 Bölüm 5 - Kısım 52 kablolar, iletkenler ve baralar

IEC 60364 Bölüm 5 - Kısım 53 Ayırma, anahtarlama ve koruma

**IEC 60364 Bölüm 5 - Kısım 54 topraklama, koruma iletkeni, potansiyel dengeleme**

IEC 60364 Bölüm 5 - Kısım 55 Diğer elektrik cihazları

IEC 60364 Bölüm 5 - Kısım 59 Aydınlatma aygıtları ve tesisleri

IEC 60364 Bölüm 5 - Kısım 60 Güvenlik amaçlı elektrik tesisleri

**IEC 60364 Bölüm 6 - Deneyler; Kısım 600 İlk denetleme ve kontroller**

**IEC ve EN Normları, Türkiye'de Yönetmelikler**

Standartlar can ve mal güvenliği için en asgari kurallardır. Uygulanmaları zorunludur.

EİTY'nin uygulanması sakıncalıdır.

1896

1958

2006

TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

Ankara  
Mart 2001

Bu yönetmelik 04.12.1984 tarih ve 10846 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Değişiklik: 04.04.1986 tarih ve 19646 sayılı

Değişiklik: 20.11.1995 tarih ve 22979 sayılı

3. Değişiklik: 25.10.1996 tarih ve 22787 sayılı

4. Değişiklik: 12.7.1998 tarih ve 23482 sayılı

5. Değişiklik: 08.12.2000 tarih ve 24254 sayılı

Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

## Bilgisayar Programları

1. Simaris Design (Siemens)
2. Doc Win (ABB)
3. ECODIAL (Schneider)
4. NEPLAN (ABB)
5. DigSilent (Fichter)
6. Sincal (Siemens)
7. ETAP

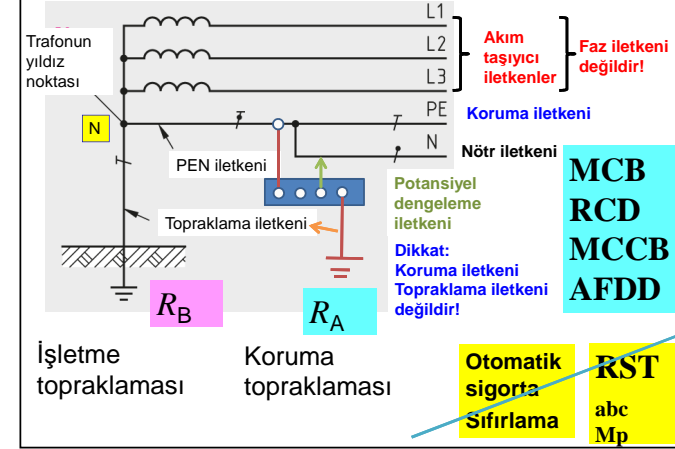
Genel tanımlar, Topraklama tanımları,  
Hata akımı tanımları, Şebeke tanımları

YG ELEKTRİK TESİSLERİNDE  
TOPRAKLAMALAR

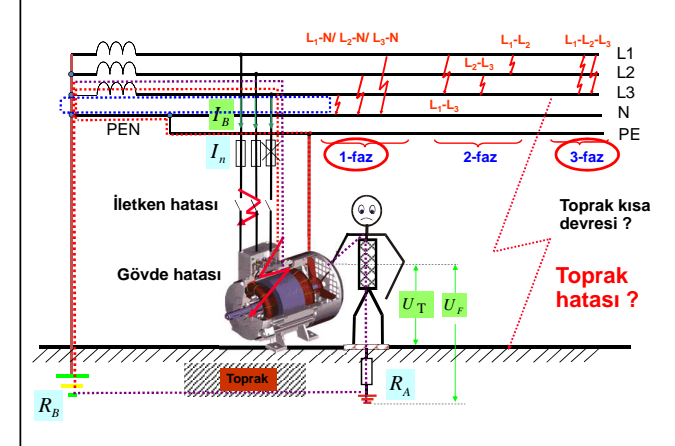
EN 50522

IEC 60364-20

## Tanımlar



## Tanımlar



### Kısa devre akımlarının önemi

$I''_{k3}$  → Üç kutuplu kısa devre akımı panolarda dinamik zorlamaları kontrol etmek için hesaplanır.

$$I''_{cn} > I''_{k3}$$

$I''_{k1min}$  → Tek kutuplu kısa devre akımı son devrede otomatik açmanın istenilen zamanda gerçekleşmesinin kontrolü için hesaplanır.

$$I''_{k1min} > I_a$$

### AG Dağıtım şebekelerinin topraklama tipine göre sınıflandırılması:

#### AG tesislerinde topraklama için:

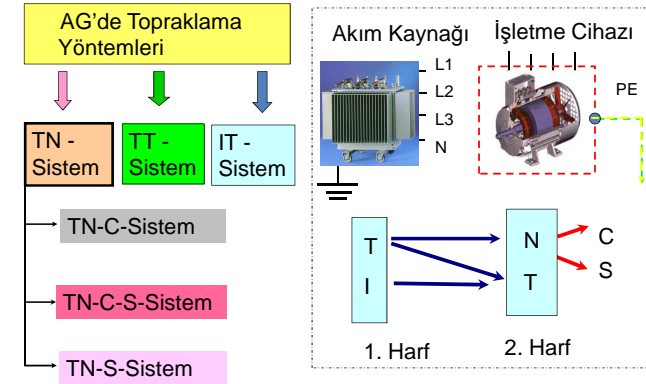
1. Güç sisteminin (örneğin enerji kaynağı veya transformatörün) yıldız noktasının toprağa nasıl bağlandığı ve

**ETTY Üçüncü Bölüm Sayfa 153**

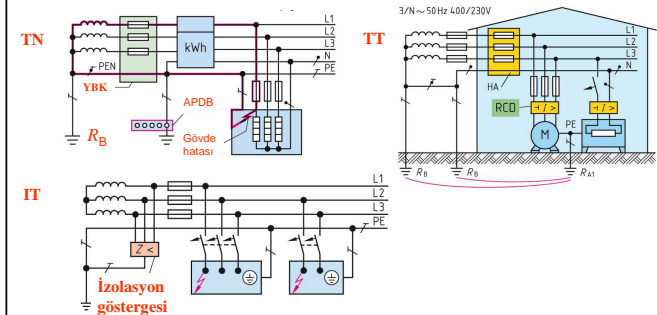
2. Tesisatın açıktaki iletken bölümlerinin (örneğin elektrik cihazları) toprağa nasıl bağlandığı

önemlidir.

### AG Elektrik Sistemlerinde Kodlama



### AG Elektrik Sistemlerinde yıldız noktası ve gövdeye bağımlı koruma çeşitleri



## Elektrik Tesislerinde Kısa Devre Hesapları

IEC 60909-0

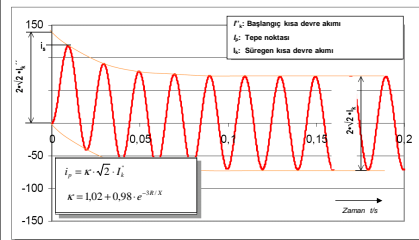
## Şok Akımlara Karşı Güvenlik Önlemleri

IEC 60364 Bölüm 4 - Kısım 41

Elektrik Çarpmasına Karşı Koruma

ETTY Üçüncü Bölüm Sayfa 153

### Kısa devre akımının tesiste etkileri

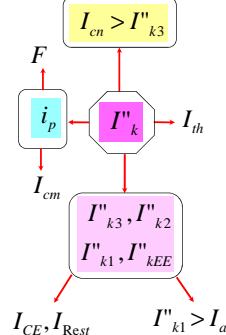


$$I''_{k3} = \frac{c_{\max} \cdot U_n}{\sqrt{3} Z_k}$$

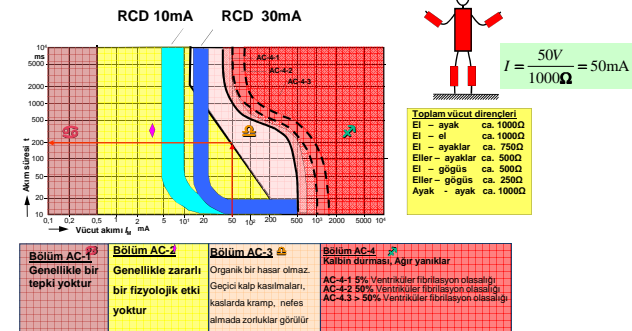
$$I''_{kEE} = 0,85 \cdot I''_{k3}$$

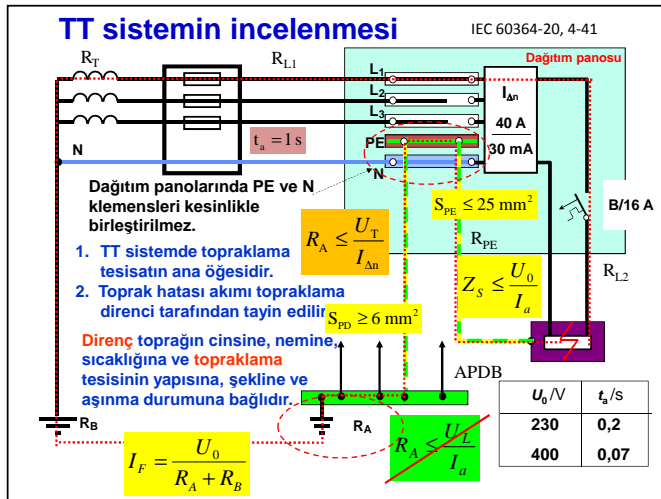
$$I''_{kEEkablo} = 0,5 \cdot I''_{kEE}$$

$$I''_{k1 \min} = \frac{c_{\min} \cdot \sqrt{3} \cdot U_n}{\sqrt{(2R_{1Q} + 2R_{1T} + 2R_{1L} + R_{0T} + R_{0L})^2 + (2X_{1Q} + 2X_{1T} + 2X_{1L} + X_{0T} + X_{0L})^2}}$$



### A.A etkilerinin akım-zaman bölgeleri (50 yıllık bir bilimsel araştırma)

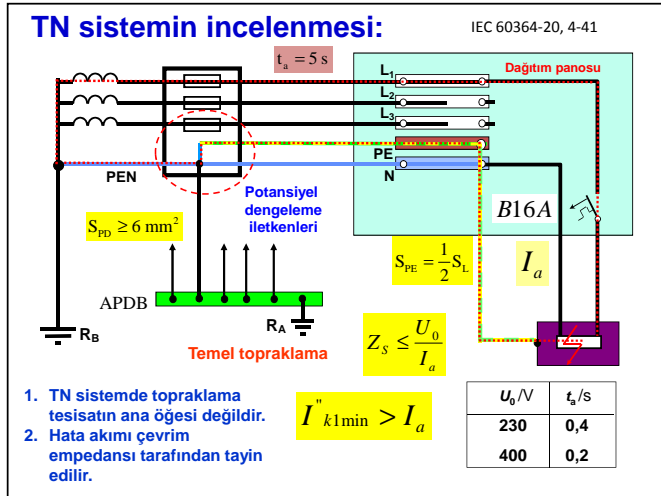




## KABLO VE İLETKENLERİN ARK HATALARINA KARŞI KORUNMASI (AFDD)

EN 62606 -HD 60364-5-53

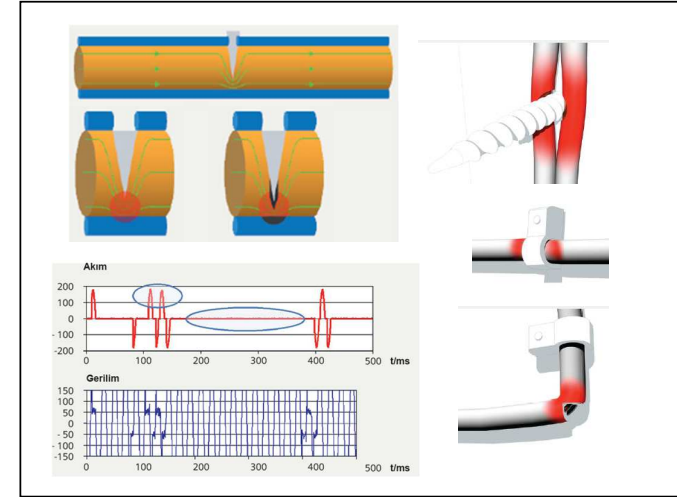
IEC 60364 Bölüm 4 - Kısım 42



### Elektrik tesislerindeki temel sorunları söyle sıralayabiliriz:

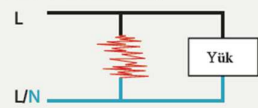
1. Temel (doğrudan) ve hata anında (dolaylı temasa) koruma tamamen garanti edilemedi.
2. Kablo ve iletkenlerin döşenmesinde yapılan hatalar var.
3. İşletme cihazlarında hatalar ortaya çıkıyor.
4. Kullanılan ekipmanlarda meydana gelen hasarlar var.
5. Aksesuarlar da bulunan (uyarı, emniyet ve isim levhaları, pankartlar, bakım günlükleri, ekipmanlar) eksiklikler veya hatalar
6. İletken tesisleri ve bağlantılarında hatalar yapılıyor.
7. Koruma iletkenlerinin yanlış tesis edilmesi ve N iletken etiketleri, devrelerin işaretleri ve elektrik donanımlarında bulunan eksikler
8. Aşırı yük ve kısa devrede koruma, cihazlarının eksik veya yanlış tesis edilmiş olması, potansiyel dengelemede eksiklikler veya hatalar

9. Prize bağlı elektrik tesisatında veya sonrasında sık sık ortaya çıkan hatalar
10. Yalıtımda meydana gelen hatalar, örneğin; Çivi, vida, sıkışma ya da klipsler tarafından meydana hatalar
11. Kabloların yarıçaplarından daha çok bükülmesi dolayısıyla meydana gelen riskler
12. UV ışınları nedeniyle, sıcaklık, nem, gazlar gibi çevresel etkilere karşı yalıtımda meydana gelen hasar ve yaşlanmalar
13. Kemirgen hayvanların zararları
14. Yetersiz ve gevşek klemensler, darbe ile hasarlanmış iletkenler



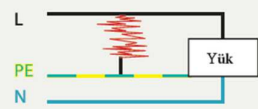
### Elektrik tesislerinde ortaya çıkan hatalar ve ark akımları

Paralel (Faz-faz/Nötr)



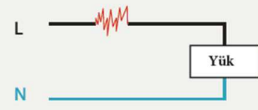
Bu hata ancak minyatür kesici tarafından kesilir.  
Örnek B koruma cihazı

Paralel (Faz-PE)



Bu hata ancak minyatür kesici ve RCD tarafından kesilir.

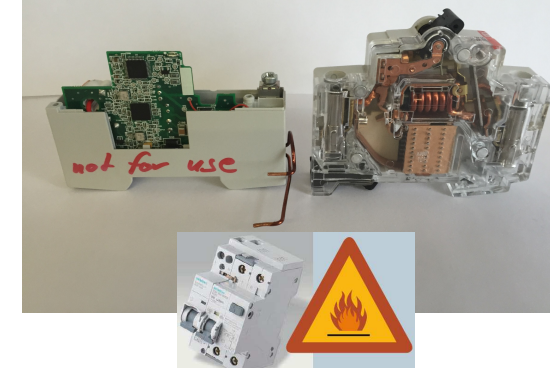
Seri



Bu hata sadece yangın koruma cihazı tarafından kesilir.

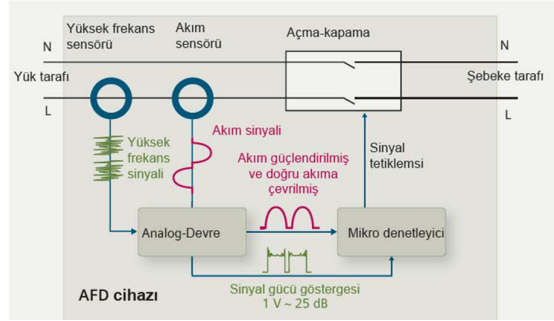
Elektronik cihaz

MCB B/16A

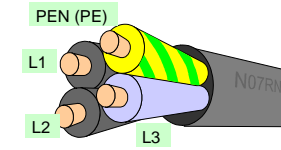




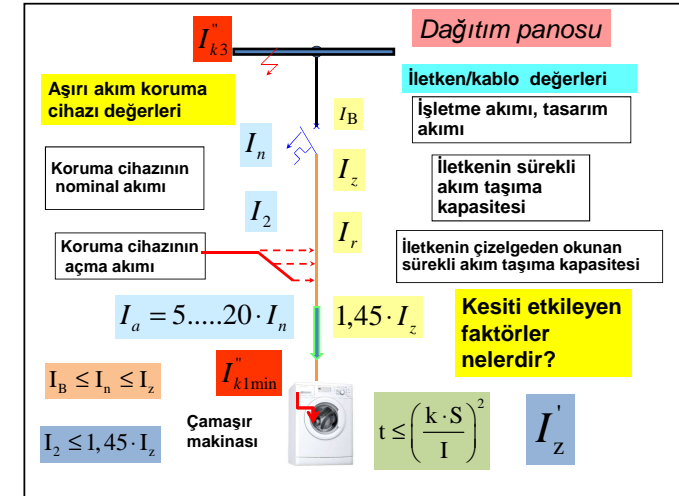
### Yangın koruma şalterinin (cihazının) temel yapısı



### Kablo ve İletkenlerin Aşırı Akımlara Karşı Korunması IEC 364-4-43 (HD 384.4.43 S1) Kısım 43



### Örnek: Bir son akım devresinin (Linye) korunması



HARMONISIERUNGSDOKUMENT **HD 60364-4-443**

HARMONIZATION DOCUMENT

DOCUMENT D'HARMONISATION

Februar 2016

ICS 33.100.10; 33.100.20; 91.140.50

Ersatz für HD 60364-4-443:2006

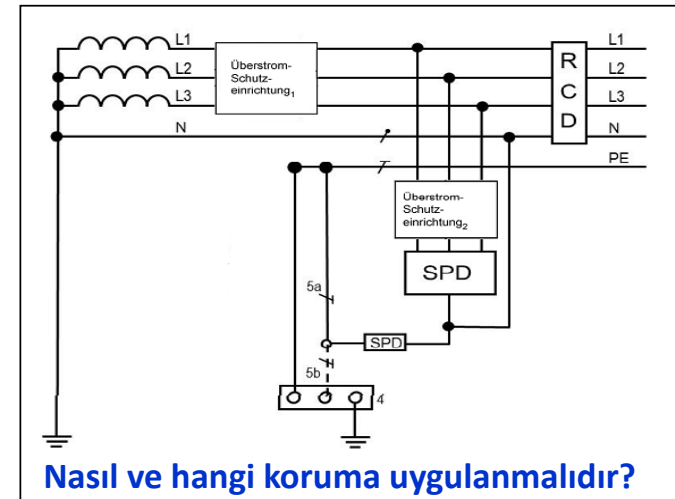
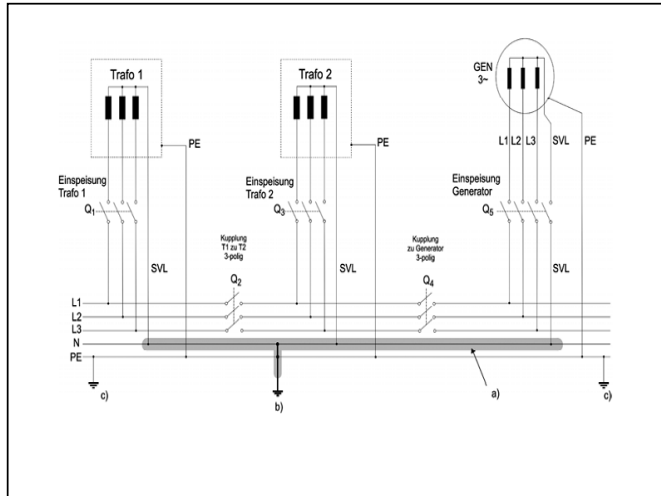
Deutsche Fassung

Errichten von Niederspannungsanlagen –  
Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und  
elektromagnetischen Störgrößen –  
Abschnitt 443: Schutz bei transienten Überspannungen infolge  
atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen  
(IEC 60364-4-44:2007/A1:2015, modifiziert)

Low-voltage electrical installations –  
Part 4-44: Protection for safety – Protection  
against voltage disturbances and electromagnetic  
disturbances –  
Clause 443: Protection against transient  
overvoltages of atmospheric origin or due to  
switching  
(IEC 60364-4-44:2007/A1:2015, modified)

Installations électriques à basse tension –  
Partie 4-44: Protection pour assurer  
la sécurité – Protection contre les perturbations  
de tension et les perturbations  
électromagnétiques –  
Article 443: Protection contre les surtensions  
transitoires d'origine atmosphérique ou dues à  
des manoeuvres

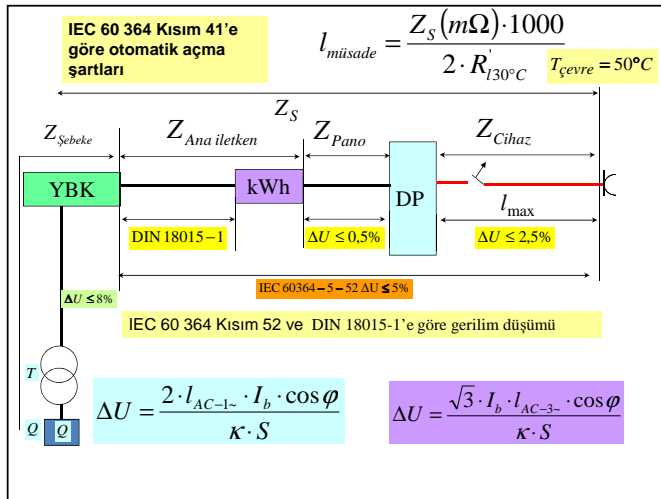
**SPD ne zaman tesis edilmelidir?**



**Nasıl ve hangi koruma uygulanmalıdır?**

**Elektrik Tesislerinde  
Kablo ve iletken seçimi  
Gerilim Düşümü Hesabı**

**IEC 60 364-5-52  
Bölüm 5-Kısım 52**



## Elektrik Tesislerinde Selektif Açma ve Koruma

IEC 60 364-5-53: Elektrik tesislerinde cihazların seçimi, tesisi, koruması ve ayırması

IEC 60 364-7-710: Tıbbi yerler  
IEC 60 364-7-718: Kalabalık toplulukların bulunduğu binalar

### Türkiye'de gerilim düşümü hesabı

Monofaze (tek faz)

$$\%e = \left[ \frac{200 \times N \times L}{56 \times S \times U^2} \right] = 0,074x \left[ \frac{N \times L}{S} \right]$$

N : güç kW  
S : Kesit mm<sup>2</sup>  
L :Uzunluk m  
U :Gerilim V  
(220 V, 380 V)  
k : 56

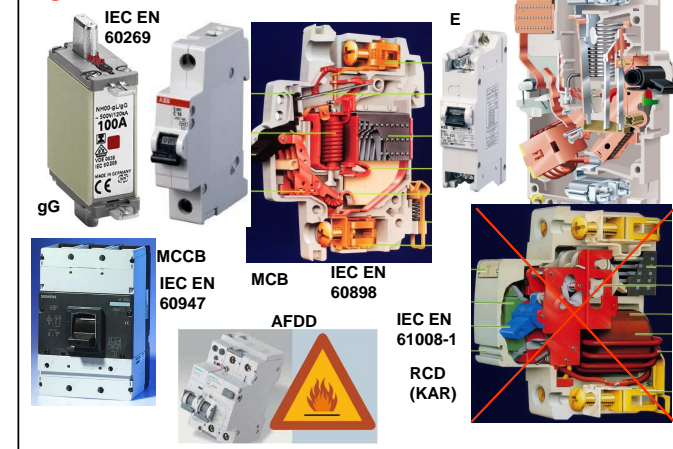
Trifaze (üç faz)

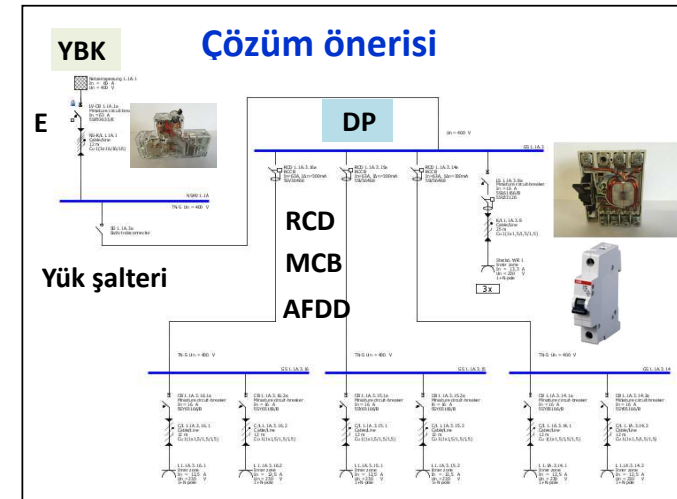
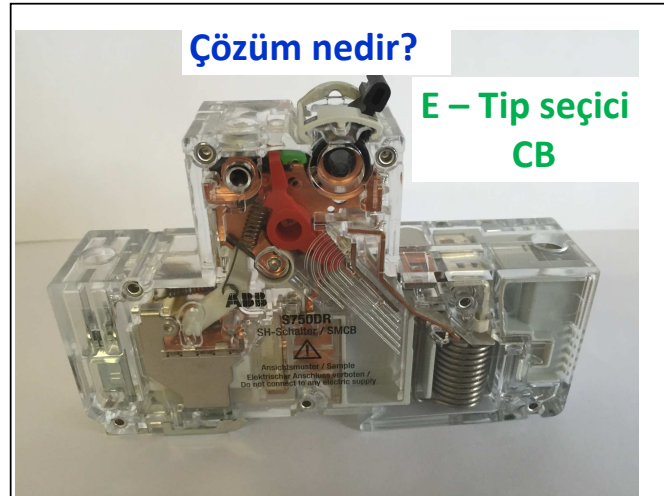
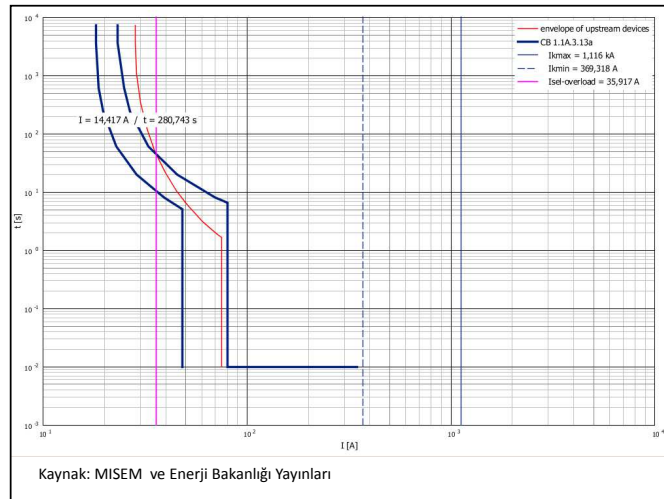
$$\%e = \left[ \frac{100 \times N \times L}{56 \times S \times U^2} \right] = 0,0124x \left[ \frac{N \times L}{S} \right]$$

Güç N değil P' dir. Gerilim düşümü  $\Delta u$ 'dur!!!

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_r \cdot (R_L \cdot \cos \varphi_L + X_L \cdot \sin \varphi_L)$$

### Aşırı Akım Koruma Cihazları





## AG Elektrik Tesislerinde Topraklamalar IEC 60364-54

Topraklamalar Yönetmeliği  
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM  
Alçak Gerilim Tesislerinde Topraklama  
Alçak Gerilim Tesislerinde Dolaylı Temasa Karşı  
Koruma  
Madde 8

DIN 18014

## Topraklama ve Potansiyel dengeleme



**Topraklama direncinin  
değeri hiç bir anlam  
ifade etmiyor!**

**Sadece bir fikir edinmek  
açısından ölçülür!**

**Bazı Avrupa ülkelerinde,  
USA'da ve Türkiye'de  
Topraklama dirençleri  
değerleri**

### Başka Ülkelerde Topraklama Dirençleri

1	İtalya		Binalar TT	$R_A \leq 20 \Omega$	$R_B \leq 2 \Omega$
2	İspanya		TT ve IT	$R_A \leq 25 \Omega$	$R_B \leq 2 \Omega$
3	Fransa		Genel TT 500 mA, linyeler 30 mA		$R_B \leq 2 \Omega$
4	Belçika		TT	$LV R_A \leq 30 \Omega$	
5	Avusturya	TN	TT	$R_A \leq 100 \Omega$	
6	USA	TN		$LV R_A \leq 25 \Omega$ $HV R_A \leq 1 \Omega$ $R_B \leq 1-5 \Omega$ SPD $R_A \leq 1 \Omega$	
7	UK	TN	TT	Tablo 41.5 $R_A > 200 \Omega$ sabit değil 542.2.2'e bak	$R_B \leq 2 \Omega$
8	Almanya	TN	TT	$R_A$ için bir değer yok	$R_B$ için bir değer yok

8	Hollanda	TN		LV	$R_A \leq 166 \Omega$
9	Norveç	IT			
10	Türkiye	TT	TT		

**Tüm bu veriler Amerikan Standartlarından alınmadır**

<p><b>1. Sınıf</b> 380 kV <math>R_B \leq 0,5 \Omega</math> 154 kV <math>R_B \leq 1 \Omega</math></p> <p><b>2. Sınıf</b> 31,5 kV <math>R_B \leq 2 \Omega</math> 154 kV <math>R_B \leq 1 \Omega</math> Direkler <math>R_B \leq 5 \Omega</math> YK <math>R_B \leq 5 \Omega</math></p> <p><b>3. Sınıf</b> &lt; 20 <math>\Omega</math></p>	<p><math>R_A \leq 2 \Omega</math> <math>R_A \leq 5 \Omega</math> <math>R_A \leq 0,5 \Omega</math></p>
---	---

**Alman normu VDE 0100 Türkiye’de yanlış tercüme edilmiş ve uygulanmıştır.**

**Sıfırlama şartları (TN sistem) ile koruma topraklaması (TT sistem) şartları birbirine karıştırılmıştır.**

**Şimdi bunları inceleyelim.**

**Türkiye’de istenen topraklama dirençleri**

- Direkler < 20  $\Omega$
- İşletme topraklaması < 2  $\Omega$
- Koruma topraklaması < 200  $\Omega$  ve < 0,3  $\Omega$
- Koruma topraklaması < 5  $\Omega$
- Parafudr topraklaması < 0,5  $\Omega$
- İndirici merkezler < 5  $\Omega$
- Transformatör direkleri < 5  $\Omega$

**VDE 0100 § 9 Schutzerdung (Koruma topraklaması)**

VDE 0100 / 5.73

0100  
Erichen von Schutzmasslagen bis 1000 V

2. Stecker dürfen nicht in Dosen eingeführt werden können, die in derselben Anlage bei höherer Spannung, z. B. 110 oder 220 V, verwendet werden (Kleinspannungs-Steckvorrichtungen siehe DIN 49 40).

§ 9  
**Schutzerdung**

a) Die Schutzerdung soll die Menschheit bei hoher Berührungsspannung im Körper verhindern. Sie wird hergestellt durch Anschließen der Körper an Leiter oder gereinigte Teile.

b) 1. Bei Schutzerdungen, bei denen im Fehlerfall der Rückfall des Erdstrahlstroms durch das Erdreich (Bild 9-1) stattfindet, ist folgende Bedingung zu erfüllen:

Bild 9-1  
Rückfall des Erdstrahlstroms durch das Erdreich, bei dem z. B. beim Austritten eines Defektstromes

a) und b) bei Anwendung eines Einzelleiters.  
c) bei Anschluss an das Wasserleiternetz, wobei ein etwa vorhandener Betriebsleiter als Einzelleiter hergestellt ist, also nicht an das Wasserleiternetz angeschlossen ist.

0100  
Erichen von Schutzmasslagen bis 1000 V

Der Schutzerdungswiderstand an geschütztes Betriebsmittel darf nicht größer sein als

$R_B = \frac{U_0}{I_a}$

Hierin ist  $I_a$  der aus der Schutzerdung vorgehaltenen Überstromschutzorgans des angeschlossenen Betriebsmittels nach Tabelle 9-1.

2. Bei Schutzerdungen, bei denen der Störpunkt oder der bei Unzulässigkeit geschlossener Ausleiters und der Schutzleiter der Verbraucheranlage unter Beachtung von VDE 0100 mit demselben leitfähigen Wasserleiter (Bild 9-2) verbunden sind, gelten folgende Bedingungen:

Tabelle 9-1  
Zuordnung des Nennstroms  $I_n$  der Überstromschutzorgane zum erdstrahlenden geschützten Betriebsmittel (Kurzschlussstrom (A)  $I_k = I_n \cdot K$ )

No.	Art der Überstromschutzorgane (z. B. Art des Überstromschutzes)	Nennstrom $I_n$		Beiwert $K$	Beiwert $K$
		in Volt	in Volt		
1	Schnelstromeinrichtung nach VDE 0620 und VDE 0660 Teil 4	30 A	30 A	2,5	2,5
2	Schmelzsicherungen mit Kurzschlussstromleistung nach VDE 0660	30 A	30 A	2,5	2,5
3	LS-Schalter des Typs LS 041	1,25 $I_n$			
4	LS-Schalter des Typs LS 041	2,5			2,5

\*) Hier ist  $I_n$  der Nennstrom  $I_n$  des Überstromschutzorgans der Schutzmasslage.

**VDE 0100 § 10 Nullung (Sıfırlama)**

3. Der Nullleiter ist in der Nähe des Stromerzeugers oder Transformators zu erden. In Freileitungnetzen außerdem mindestens an den Enden der Netzausläufer (jeder Abzweig mit einer Länge über 200 m).  
Anlagen im Freien sind in diesem Fall wie Netzausläufer zu behandeln.  
Der Gesamtwiderstand aller Betriebsbedingungen darf 2 Ω nicht überschreiten.

3.2. Der Erdungswiderstand eines oder mehrerer Erder in der Nähe des Stromerzeugers oder Transformators sowie im Bereich der letzten 200 m eines Netzausläufers soll 5 Ω nicht überschreiten (Bild 10-3).

Bild 10-3  
Netzausläufer

**VDE 0100 / 5.73**

Bild 17-1  
Gemeinsame Erdungsanlage

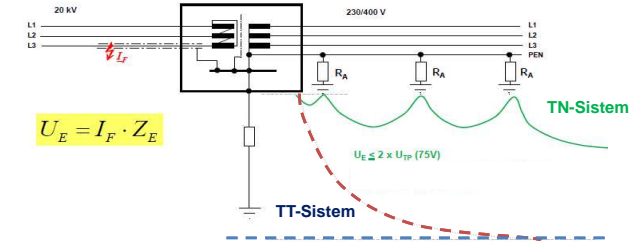
2. wenn das Hochspannungsnetz aus Kabeln und Freileitungen besteht, in allen Anlagen im Bereich des Kabelnetzes mit leitenden Außenmitteln. Dieses Kabelnetz muß mehr als zwei Strahlen mit einer Gesamtlänge von mindestens 3 km haben (Bild 17-2).

Anmerkung:  
Kabel mit nichtleitender Schutzhülle werden kurz als „Kabel mit leitendem Außenmittel“ bezeichnet.

Bild 17-2  
Gemeinsame Erdungsanlage

## TT ve TN Sistemde Potansiyel Dağılımı

### TT ve TN Sistemde Potansiyel dağılımı

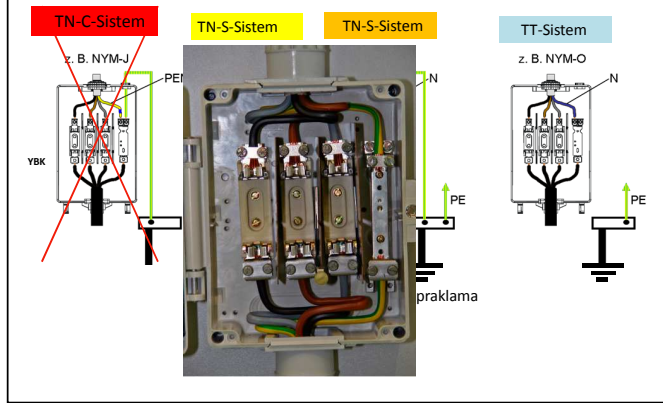


AG'de Yıldız Noktası Topraklaması

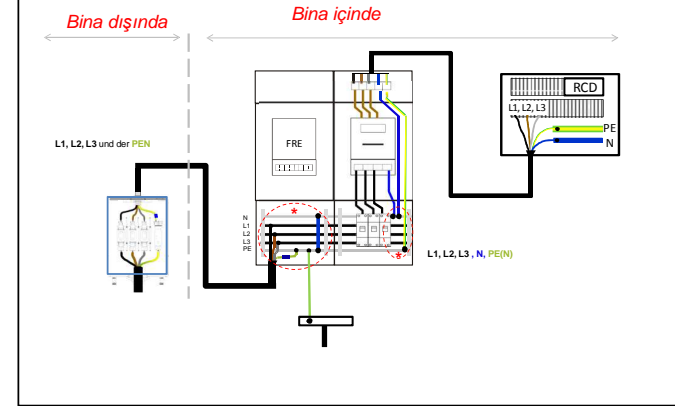
TT Sistemin TN Sisteme Çevrilmesi

AG'de Yapı Bağlantı Kutusu ve Pano uygulaması

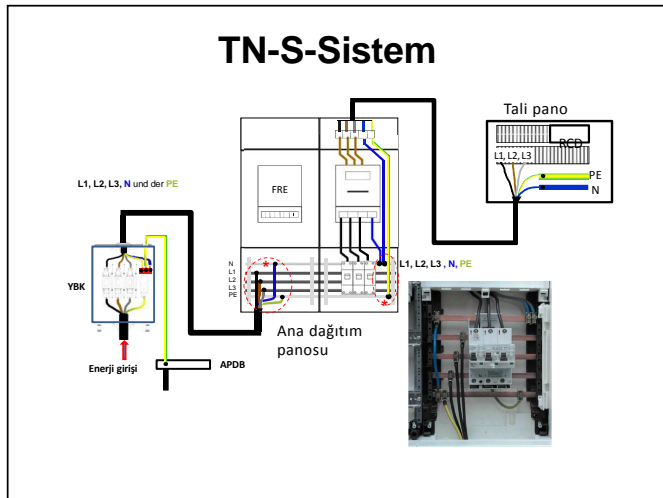
### Yapı bağlantı kutusunda TT ve TN sistemlerin uygulanması



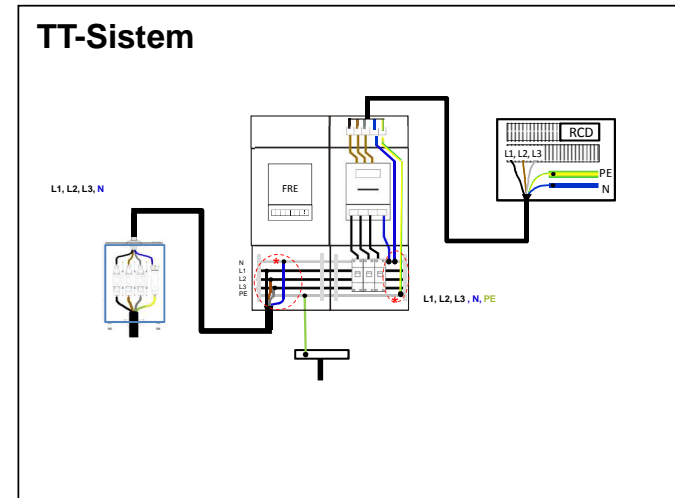
### TN-C-S-Sistem



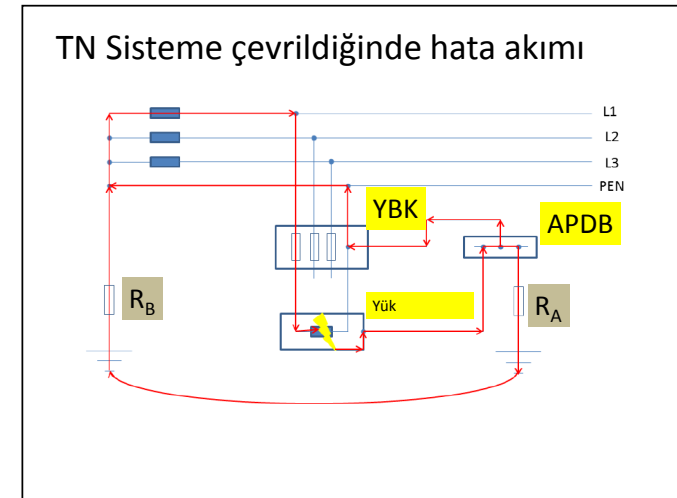
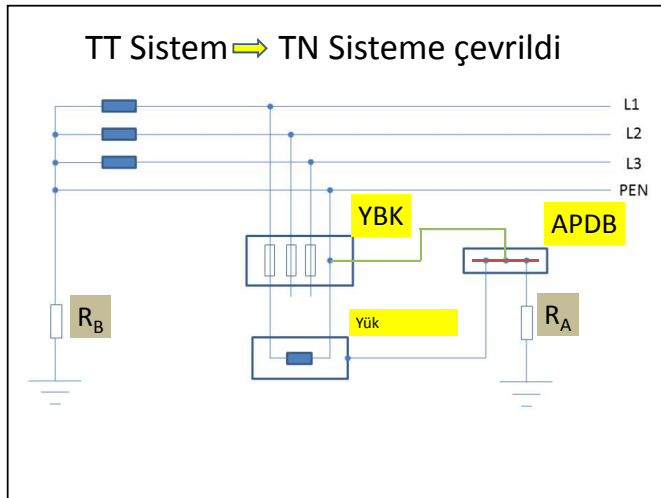
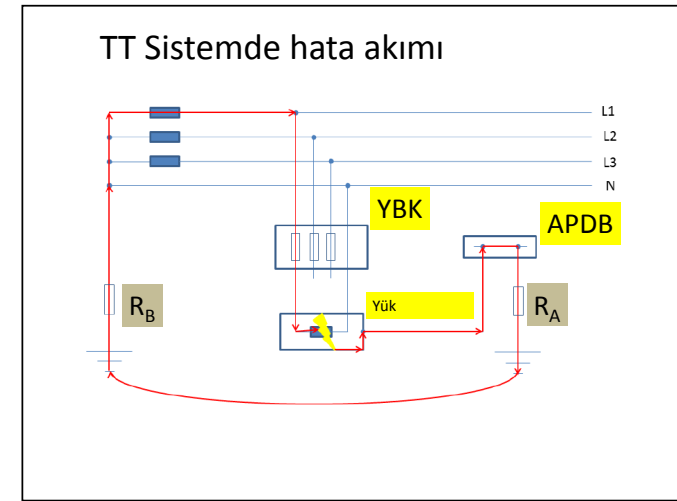
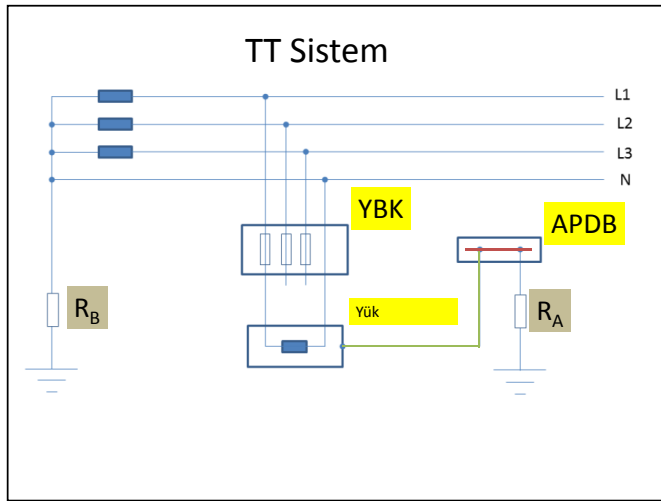
### TN-S-Sistem



### TT-Sistem



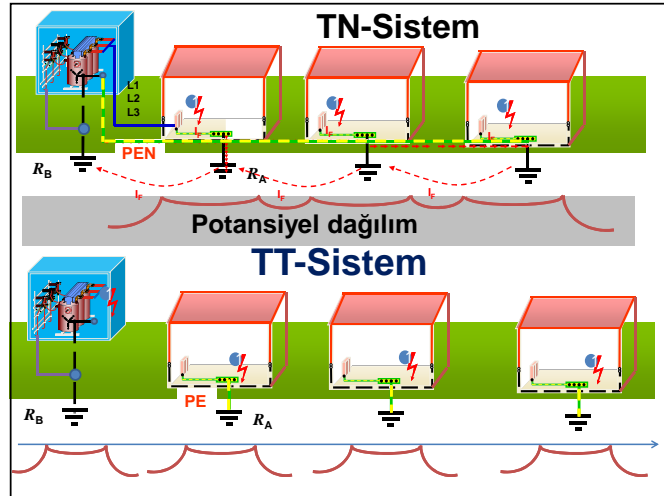




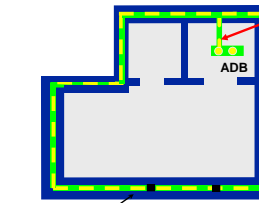
## TT sistemden TN sisteme geçmek için

1. Kendisine ait transformatör dağıtım şebekesinde
2. Aynı kesite ait 4 lü beslemelerde

uygulanabilir.



## Temel topraklama



Mesafe tutucu

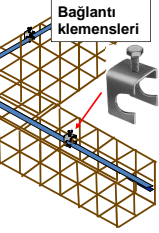
**FE**  
- Çubuk 10 mm veya  
- Şerit 30 x 3,5 mm



Topraklama filizi

$$R_E \approx \frac{2 \cdot \rho_E}{\pi \cdot D}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot L \cdot B}{\pi}}$$



Çelik donatımı temel topraklayıcıya örnek

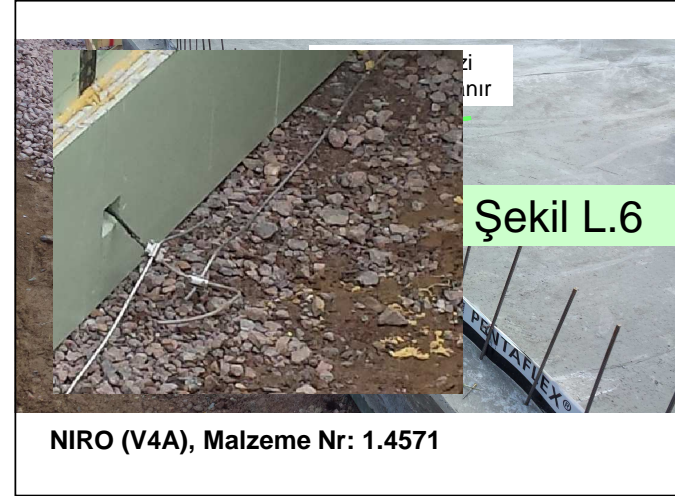
**Temel topraklamaya kazık çakılması anlamsızdır!!**

Yeni formül:

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi \cdot d} \quad d = 1,57 \cdot \sqrt[3]{V}$$

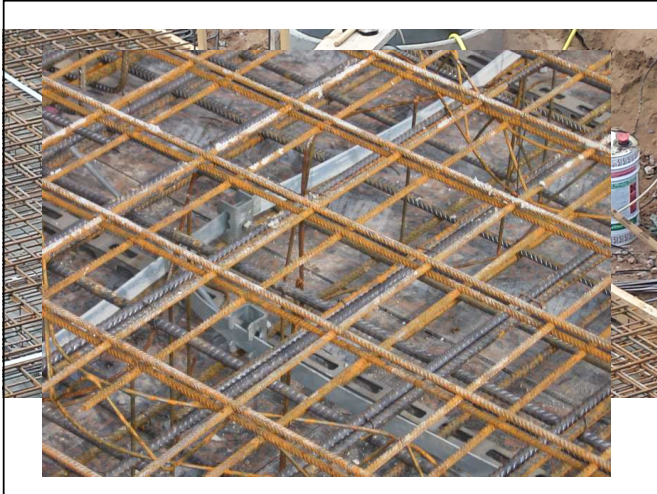
## Topraklama uygulamaları

### 1. Demir hasırı olmayan binada temel topraklama

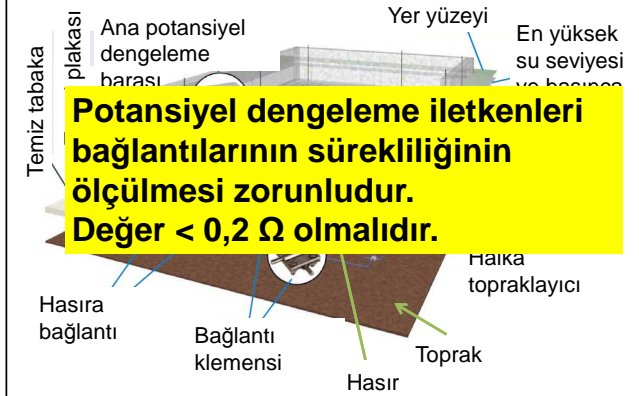


### 3. Yüksek geçiş direnci olan yerlerde topraklama

1. DIN EN 0206 ve DIN 1045-2 göre geçirimsiz beton (Tanklama)
2. Bitüm membranlar, polimer bitüm kaplama su yalıtımı (siyah tava)
3. Darbeye dayanıklı plastik levhalar
4. Yalıtım çevrelemesi olan temeli alt ve yan duvarlarda ısı yalıtımı
5. Kötü elektrik akımı ileten toprak tabakalardan oluşan geri dönüşümlü malzemelerden yapılmış maddeler



### Yeni Topraklama Normu



### Yeni topraklama normuna göre (2014):

- Yüksek geçiş direncinin olduğu yerde korozyona dayanıklı halka topraklama tesis edilmeli, halka değeri 20 m, YKS kurulduğunda 10 m olmalıdır.
- Halka topraklama yapıldığında fonksiyon potansiyel dengeleme iletkeni (20 m x 20 m) temele tesis edilmeli ve her 2 m de demirlere bağlanmalıdır.
- Topraklama tesisi uzman bir firma tarafından yapılmalı ve her iş fotograflanmalıdır. Fonksiyon potansiyel dengeleme iletkeninin geçiş direnci  $\leq 0,2 \Omega$  dan az olmalıdır.

### Temel topraklamanın altı önemli fonksiyonu vardır:

1. Gerilim terazisi için kullanılır.
2. Binada potansiyel dağılımı düzenler
3. YKS için topraklayıcı olarak kullanılır.
4. Binada EMC için düzenli potansiyel sağlar.
5. TT sistemde güvenlik ve korumanın ana ögesidir.
6. TN sistemde potansiyel dengeleme için önemlidir. Açma için hiç bir önemi yok.

### Topraklayıcı özellikleri:

1. **Galvanize çelik**
  - Korozyona karşı dayanıklı.
  - Kimyasal olarak paslanmaz.
  - Orta derecede elektrik iletken.
2. **Paslanmaz çelik V4A CrNiMo Karışımı**
  - Korozyona karşı çok dayanıklı.
  - Diğer malzemelere karşı kimyasal olarak nötr ve etkilenmez.
  - Kötü elektrik iletken.
3. **Bakır**
  - Korozyona karşı çok dayanıklı.
  - Çeliğe karşı kimyasal olarak aynı derecede.
  - Çok iyi elektrik iletken.

### 542.3 Topraklama iletkeni kesiti

Mekanik korumadan ve korozyondan dolayı topraklama iletkeni kesiti en az

- 6 mm<sup>2</sup> bakır
- 35 mm<sup>2</sup> Alüminyum ve
- 50 mm<sup>2</sup> çelik olmalıdır.

### 542.4 Ana potansiyel dengeleme barası

Her tesiste bir tane ana potansiyel dengeleme barası olmalıdır.

## 543 Koruma iletkeni kesit hesabı

Çizelge 54.3 –En küçük koruma iletkeni kesitleri

Ana dış iletken kesiti $S_L$ mm <sup>2</sup>	Koruma iletkeni kesiti $S_{PE}$ mm <sup>2</sup>	
	Koruma iletkeni ile ana dış iletken aynı malzemeden	Aynı malzemeden olursa
$S_L \leq 16$	$S_{PE} = S_L$	$\frac{k_1}{k_2} \cdot S_L$
$16 < S_L \leq 35$	16	$\frac{k_1}{k_2} \cdot 16$
$S_L > 35$	$\frac{S_L}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{S_L}{2}$

- $k_1$  : Dış iletken
- $k_2$  : Koruma iletkeni değerleri Ek A 'da verilmiştir.

TT sistemde koruma iletkeni kesiti işletme ve koruma topraklamanın ayrı yapılması halinde 25 mm<sup>2</sup> bakır ve 35 mm<sup>2</sup> alüminyum ile sınırlanabilir.

0,1 < t ≤ 5 s kadar kesit hesabı:

$$S = \frac{\sqrt{I_F^2 \cdot t}}{k}$$

S : İletkenin kesiti (mm<sup>2</sup>)

I : Hata akımı (A)

k : Malzeme katsayısı ( $\frac{A\sqrt{s}}{mm^2}$ )

t : Açma süresi (s)

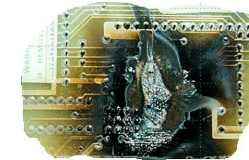
t ≤ 0,1 s kadar kesit hesabı:

$$I_F = I_D \text{ alınmalıdır.}$$

## 543.6 Koruma iletkeni akımları

- Binalarda kaçak (parazit) akımlar
- Harmonikler
- Nötr Topraklaması
- N ve PE arasındaki ölçümler

### Kaçak akımların etkileri



Elektronik kartlar



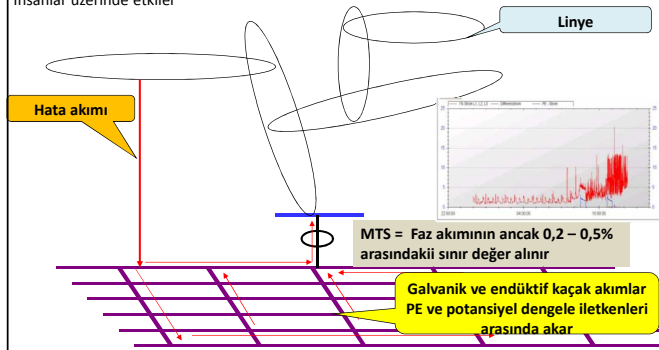
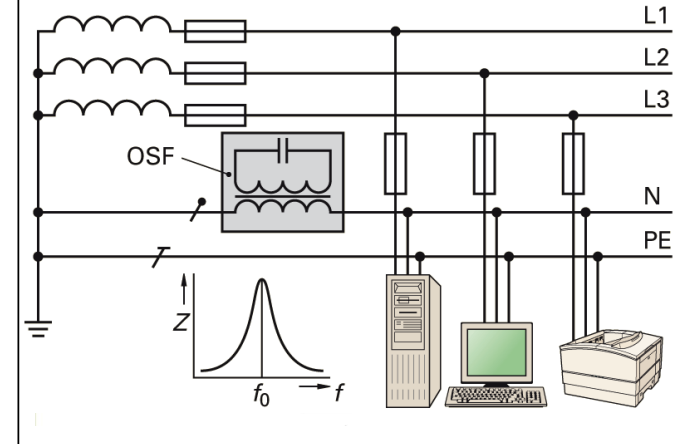
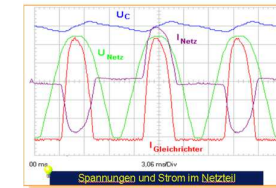
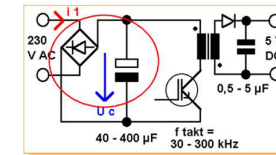
Kalorifer boruları



Su borusu

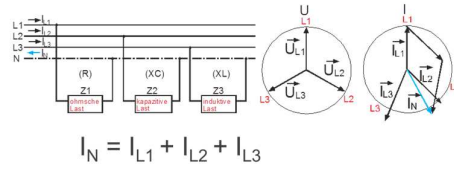
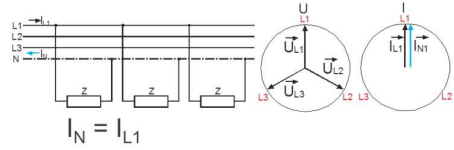
**Bilgisayar kablosu****Bilgi-işlem dairesinde topraklama iletkeni****Merkezi topraklama sistemi**

Hata akımının sonuçları: Yangınlar-Küflenme- Bilgi işlem inforamsyon kaybı-hatalı fonksiyonlar – İnsanlar üzerinde etkiler

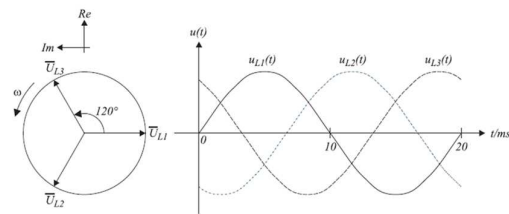
**Kaçak akımların etkileri****Bilgisayar güç kaynağı**

**Harmonikler cihazda ortaya çıkar ve tüm sisteme yayılır**

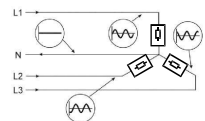
### 3 fazlı sistemlerin yüklenmesi



### 3 fazlı sistemler ve Fourier serileri



**Simetrik lineer yük** Sinüs eğrisi

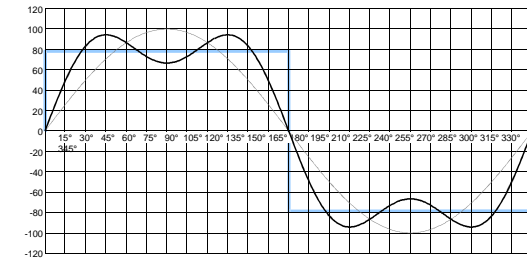


$$u_1(t) = \hat{u} \cdot \sin \omega t$$

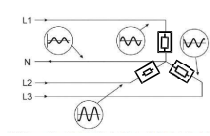
$$u_2(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$u_3(t) = \hat{u} \cdot \sin(\omega t - 240^\circ)$$

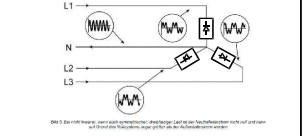
### 1 ve 3. Harmonikler



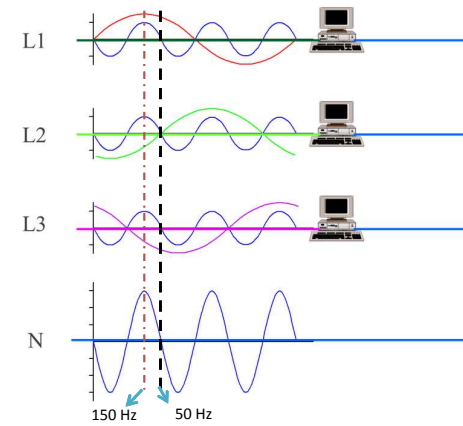
**Asimetrik lineer yük**



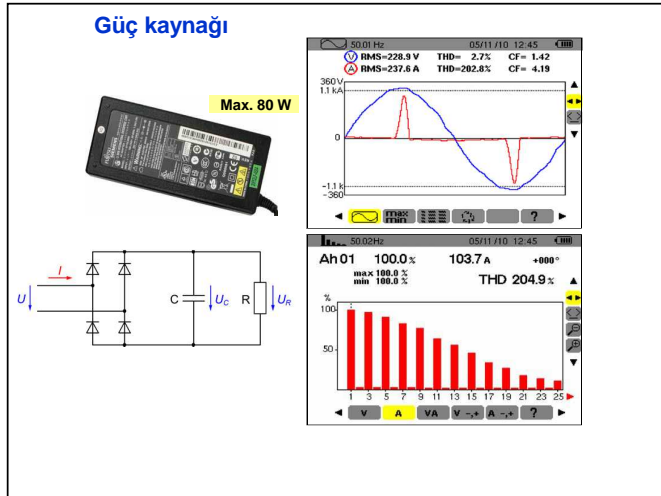
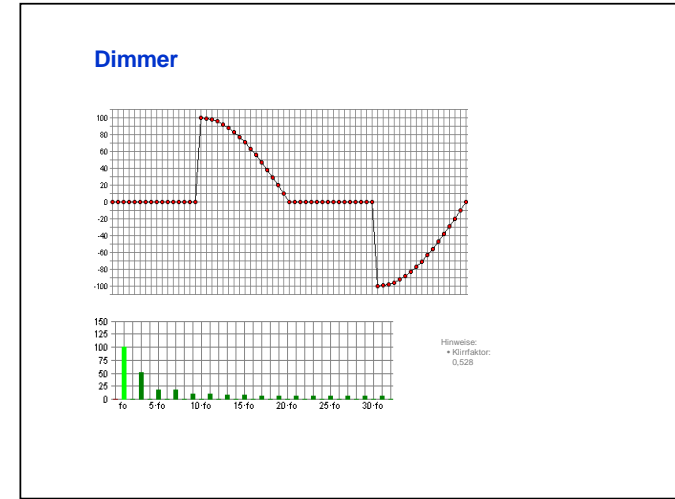
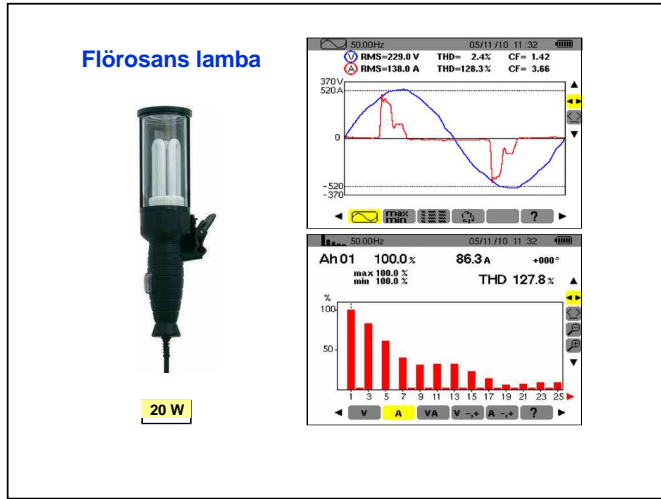
**Asimetrik lineer olmayan yük**



### Nötr iletkenin yüklenmesi





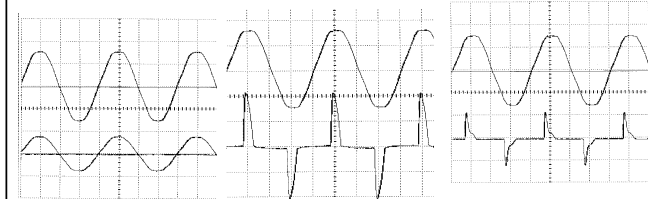


### Ev cihazları

**25 W Lamba**  
200 V/Div.  
0,2 A/Div.  
5 ms/Div.

**40 W Televizyon**  
200 V/Div.,  
2 A/Div.,  
5 ms/Div.

**20 W Tasarruf lambası**  
200 V/Div.  
0,5 A/Div.  
5 ms/Div.



## ÜÇ FAZLI SİSTEMLERDE HARMONİK AKIMLARIN ETKİSİ

Dört ve beş damarlı kablolarda dört damardan da akım geçmesi halinde harmonik akımlar için zayıflatma faktörleri. Burada dengeli üç fazlı sistemlerde nötrden akım geçmesi hali ele alınmıştır. Bu çeşit akımlar nötr hattındaki toplamları sıfır olmayan harmonikler taşıyan faz akımlarından kaynaklanır. Nötrde sıfırlanmayan en önemli harmonik her zaman üçüncü harmoniktir. Nötr hattından geçen üçüncü harmonik akımının miktarı, temel frekanslı faz akımını aşabilir. Böyle durumlarda nötr akımının kablunun akım taşıma kapasitesi üzerinde kayda değer etkisi vardır.

## Çözüm önerileri

Nötr hattı akımının faz akımlarından büyük olduğu durumlarda kablo kesiti nötr akımına göre seçilir. Kablo kesitinin nötr akımına göre belirlendiği ve nötr akımının faz akımlarından çok fazla büyük olmadığı hallerde, faz akımları için listelerdeki akım taşıma kapasitelerinin azaltılması zorunludur.

TABLO D.1  
Dört ve beş damarlı kablolarda harmonik akımlar için zayıflatma faktörleri

Üçüncü harmonik akımlarının miktarı %	Zayıflatma faktörü	
	Faz akımına göre seçim	Nötr akımına göre seçim
0-15	1,0	-
15-33	0,86	-
33-45	-	0,86
> 45	-	1,0

## Harmonikler

Örnek:

Tesis şekli, C metoduna göre duvar üzerine tutturulmuş, üç fazlı, PVC yalıtımlı, dört damarlı bir kablunun 39 A taşıdığı farzedilsin.

**Örnek:**

Tesis şekli, C metoduna göre duvar üzerine tutturulmuş, üç fazlı, PVC yalıtımlı, dört damarlı bir kablonun 39 A taşıdığı farzedilsin.

Eğer devrede harmonik yoksa akım taşıma kapasitesi 41 A olan 6 mm<sup>2</sup>lik kablo yeterlidir.

Eğer % 20 üçüncü harmonik varsa 0,86 zayıflatma faktörü uygulaması ile yük akımı  $39 / 0,86 = 45$  A'e yükseltilir. Bu yük için 10 mm<sup>2</sup>lik kablo gerekir.

Eğer % 40 üçüncü harmonik varsa kablo seçimi nötr akımına göre yapılacaktır. Nötr akımı  $39 \times 0,4 \times 3 = 46,8$  A ve 0,86 zayıflatma faktörü ile  $46,8 / 0,86 = 54,4$  A bulunur. Bu yük için 10 mm<sup>2</sup> kesit uygundur.

Eğer % 50 üçüncü harmonik varsa, seçim yine nötr akımına göre yapılacaktır.  $39 \times 0,5 \times 3 = 58,5$  A Bu durumda faktör 1 ve kesit 16 mm<sup>2</sup> olacaktır.

Table A.2 Tablo A.1deki tesisat şekillerine göre akım taşıma kapasiteleri  
PVC yalıtımlı, iki adet yüklü iletken Bakır veya Alüminyum  
iletken sıcaklığı: 70 °C/Ortam sıcaklığı: 30 °C havada, 20 °C toprakta

iletkenin kesiti mm <sup>2</sup>	Tablo A.1 'e göre tesisat yöntemi					
	A1	A2	B1	B2	C	D
1						
Bakır	2	3	4	5	6	7
1,5	14,5	14	17,5	16,5	19,5	22
2,5	19,5	18,5	24	23	27	29
4	26	25	32	30	36	38
6	34	32	41	38	46	47
10	46	43	57	52	63	63
16	61	57	76	69	85	81
25	80	75	101	90	112	104

## VDE Seminar

VDE 0100  
Teil 520  
Beiblatt 3

Tabelle 1a – Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden für Verlegearten A, B, C, D, E, F und G bei Belastung mit Oberschwingungen, Leiter aus Kupfer oder Aluminium, Betriebstemperatur 70 °C; Umgebungstemperatur: 25 °C in Luft, 20 °C im Erdboden													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Verlegeart <sup>1)</sup>													
	Verlegung in wärmedämmten Wänden, z. B. in Hohlwänden, die mit Mineralwolle, Styropor o. dgl. ausgefüllt sind	Verlegung in Elektroisulationsrohren oder -kanälen auf oder in Wänden bzw. abgehängten Kanälen für Unterturverlegung, Kabelkanälen	Direkte Verlegung auf oder in Wänden, unter Decken oder in ungeächten Kabelarmen	Verlegung in wärmedämmten Wänden, z. B. in Hohlwänden, die mit Mineralwolle, Styropor o. dgl. ausgefüllt sind		Verlegung in Elektroisulationsrohren oder -kanälen auf oder in Wänden bzw. abgehängten Kanälen für Unterturverlegung, Kabelkanälen		Direkte Verlegung auf oder in Wänden, unter Decken oder in ungeächten Kabelarmen		Verlegung in wärmedämmten Wänden, z. B. in Hohlwänden, die mit Mineralwolle, Styropor o. dgl. ausgefüllt sind			
Referenzverlegeart <sup>2)</sup>	A 1 <sup>3)</sup>		A 2		B 1 <sup>4)</sup>		B 2		C				
Anteil der Oberschwingungen in % des Außenleiterstroms	> 15% > 33% > 45% 33% > 45% > 45%		> 15% > 33% > 45% 33% > 45% > 45%		> 15% > 33% > 45% 33% > 45% > 45%		> 15% > 33% > 45% 33% > 45% > 45%		> 15% > 33% > 45% 33% > 45% > 45%				
Kupfer	4	21	15	13	21	15	13	25	18	16	29	22	19
	6	27	20	17	27	20	17	31	23	20	31	23	24
	10	39	29	25	35	26	23	46	34	29	42	31	27
	16	51	38	33	47	35	31	62	46	40	57	42	37
	25	66	49	43	62	46	40	81	60	52	73	54	47
	35	81	60	52	76	56	49	101	75	65	90	67	58
	50	98	73	63	90	67	58	122	90	79	108	80	69
	70	124	92	80	114	85	74	150	115	101	136	101	85
	95	150	111	97	137	101	88	189	140	122	163	121	106
	120	171	127	111	157	116	101	218	161	141	187	130	121
	150	197	146	127	179	133	116	239	177	154	205	152	132
	185	224	166	144	203	150	131	270	200	174	232	172	150
	240	281	193	168	238	176	154	324	240	209	271	201	175
	300	299	222	193	272	201	176	359	266	232	309	229	199

Üç fazlı sistemler şebekede sağa dönen bir elektrik alanı oluşturur.

Harmonikler ile:

Pozitif sistem elektrik alanını fazlaştırır.  
Negatif sistem elektrik alanın zayıflatır.

Sıfır sistemin yönü olmadığından nötr iletkeninde akımların toplanmasına mal olur.

Normal işletmede 10 mA' geçen akımda kesit yükseltilmelidir.

Sistemde dengeli besleme sağlanmalıdır.

3. Harmonikler ölçülmelidir.

Nötr iletkeni üzerinden geçen akım kontrol edilmeli ve kesit yükseltilmelidir.

L-N arasındaki gerilim ölçülür.

L-PE arasında gerilim ölçülür.

- Bir değer okunmaz ise PE bağlı değildir.
- L-N arasındaki değer okunur ise topraklama bağlantısı vardır.

N-PE arasında 0 V ölçülür ise N-PE kısa devredir.

**< 5 Volta kadar bir değer sorun yaratmaz.**

**Unutmayalım:** Farklı potansiyel farklı kaçak akımları oluşturacaktır.

Gevşek bağlantı olup olmadığını kontrol ediniz.

Ortak Nötr iletkeni kullanmayınız.

Nötr ve koruma iletkenin irtibatlı olup olmadığını kontrol ediniz.

Her Linye için ayrı hat çekiniz.

Fazla yükleri ve fazlar arasındaki etkileşimi en aza indirin.

İletken uzunluklarını kontrol ediniz ( $Z_L$ ).

Normal ve bilgisayar yüklerini ayrı tesis ediniz.

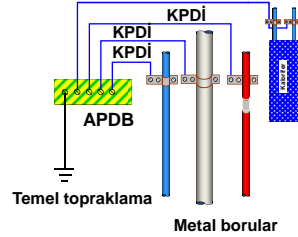
Gerekirse ayrı bir koruma iletkeni çekiniz.

## 544.1 Koruma potansiyel dengeleme iletkeni kesitleri (Di)

Koruma potansiyel dengeleme iletkeni kesiti en az

- 6 mm<sup>2</sup> bakır
- 16 mm<sup>2</sup> Alüminyum
- 50 mm<sup>2</sup> çelik

olmalıdır.



## EVSEL VE KÜÇÜK TÜKETİMLİ TİCARİ TESİSLERDE DOĞAL GAZ İÇ TESİSAT TEKNİK ŞARTNAMESİ

### TOPRAKLAMA VE ÖLÇMELER

## Enerji Odası ve Uygulaması



## EVSEL VE KÜÇÜK TÜKETİMLİ TİCARİ TESİSLERDE DOĞAL GAZ İÇ TESİSAT TEKNİK ŞARTNAMESİ

**Her kazan dairesi için özel topraklama tesisi yapılmalıdır.**

Kazan ve kazana ait çelik baca için tek bir topraklama tesisi yapılması yeterlidir. Kazan dairesi topraklaması 21.08.2001 tarihli ve 24500 sayılı resmi Gazetede yayımlanan Elektrik tesislerinde Topraklama Yönetmeliğine uygun şekilde yapılır.

Topraklama tesisi :

- 0,5 m<sup>2</sup>, 2 mm. kalınlığında bakır levha,
- Son bakır çubuk elektrotlar ile yapılmalıdır.

Bakır çubuk elektrotlar, Ø 16 mm çapında en az 1,5 m boyunda veya Ø 20 mm çapında en az 1,25 m boyunda olmalı ve çubuk elektrotların topraklama direnci 5Ω sınırlarının altında kalmalıdır. (Nötr-Toprak voltajı ≤ 3V )

Her üç halde, bakır elektrotlar veya levhalar, en az 16 mm<sup>2</sup> çok telli bakır kablo ve iletken pabuç kullanılarak doğal gaz tesisatına irtibatlandırılmalıdır. Bakır elektrotlar veya levhalar toprak içinde düşey olarak bütünüyle yerleştirilmeli, toprak üzerinde kalan iletken boru muhafazası ile kazan dairesi ana tablosuna irtibatlandırılmalıdır. Kazan dairesinin elektrik tesisatının uygunluğu; Akredite edilmiş kurumlardan alınacak uygunluk raporları ile kabulü yapılacaktır. Bu uygunluk raporu GAZDAŞ yetkilisine tesisat kontrolünde sunulmalıdır.

## Doğalgaz boru sistemi ölçümleri

D.ÖLÇÜM SONUÇLARI							
TT SİSTEMLER İÇİN ARTIK AKIM AYGITI (AAA) KORUMA							
Ölçüm No	ÖLÇÜM NOKTASI	Koruma İletkeni kesiti (mm <sup>2</sup> )	Nominal Akımı (A)	$I_{\Delta N}$ (mA)	$R_x$ (Ω)	$R_{ca}$ (Ω)	SONUÇ
	DOĞALGAZ KOLON TOPRAKLAMASI	16 mm <sup>2</sup> CU	40	30	1,30	200	UYGUN

### AÇIKLAMALAR

- $I_n$  : Koruma elemanının Anma Akımı
- $I_{\Delta N}$  : Kaçak Akım Koruma Rölesi Fark Akımı ( 30 mA veya 300 mA )
- $R_x$  : Ölçülen topraklama Yayılım Direnci
- $R_{ca}$  : Hesaplanan Sınır Topraklama Direnci ( TT şebeke için  $R_{ca}=200$  OHM)

Bu ölçüm doğru değildir. Doğal gaz boruları topraklanmaz, potansiyel dengeleme barasına bağlanır.

Çizelge-12:TT sistemlerinde hata akımı koruma düzenlerinin anma hata akımı ve işletme elemanlarının gövdelerinde izin verilen en büyük topraklama dirençleri (RCD için)

Topraklama dirençleri	Anma hata akımı	$I_{\Delta n}$	10mA	30mA	100mA	300mA
İşletme elemanlarının gövdelerinde ölçülen izin verilen en büyük topraklama direnci	$R_A$	$U_T = 50V$	5000Ω	1666Ω	500Ω	166Ω
		$U_T = 25V$	2500Ω	833Ω	250Ω	83Ω
Selektif RCD için verilen değerler	$R_A$	$U_T = 50V$				83Ω

25 V dokunma gerilimi normlardan kalkmıştır!

Bu çizelge teorik değerleri vermektedir. Kuru ve nemli toprak arasında ölçülen değerler arasındaki fark beş kat artabilir.

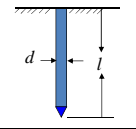
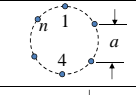
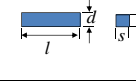
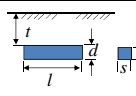
Çizelge-11:TT sistemlerinde açma zamanlarına karşı düşen açma akımları için izin verilen en büyük topraklama dirençleri (sigorta ve kesiciler için)

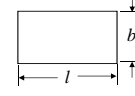
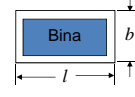
230V 50Hz	AG gG, gM sigortaları				Aşırı akım koruma cihazları (MCB, MCCB)					
	$I_n$	$I_a$	$R_A$	$R_A$	B		C		MCCB	
		(5 s)	$U_T=50V$	$U_T=25V$	$I_a=5 I_n$	$R_A$	$I_a=10 I_n$	$R_A$	$I_a=11 I_n$	$R_A$
	A	A	Ω	Ω	A	Ω	A	Ω	A	Ω
	10	47	1,1	0,53	50	1,0	100	0,50	110	0,42
	16	65	0,77	0,38	80	0,63	160	0,32	192	0,26

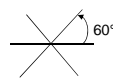
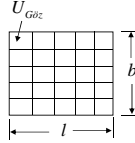
MCCB (güç kesiciler) için firmalardan açma katsayısı istenmeli ve topraklama direnci hesaplanmalıdır. +% 20 hata faktörleri dikkate alınmalıdır.

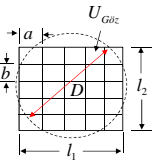
## Topraklama hesapları

### Çeşitli topraklama elektrotları ve yayılma dirençleri

Derin topraklayıcı		$R_{A-Tek} = \frac{\rho_E}{2\pi \cdot l} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l}{d}\right)$ $R_A \approx \frac{\rho_E}{l}$ Yaklaşık formül
Birden fazla		$R_A \approx k \cdot \frac{1}{n} \cdot R_{Atek}$ $k = 1 \dots 2$ $a/l = 3$
Yüzeysel (şerit) topraklayıcı		$d = \frac{2 \cdot (b+s)}{\pi}$ $d = \frac{1}{2} \cdot b$ $R_A = \frac{\rho_E}{\pi \cdot l} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot l}{d}\right)$
Yüzeysel Topraklayıcı Toprak içinde		$R_A = \frac{\rho_E}{\pi \cdot l} \left[ 2 \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} + \ln \frac{\sqrt{(2l)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} + \left(\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{(2l)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} - \left(\frac{1}{2}\right)} \right]$

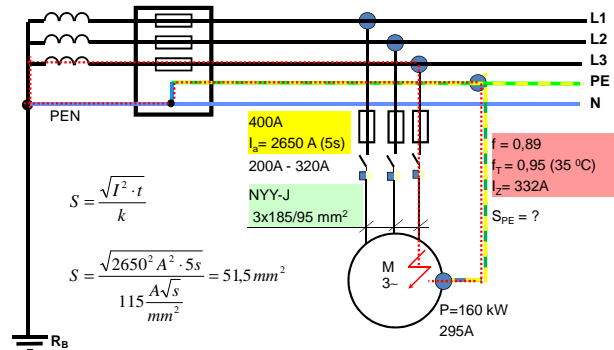
Temel topraklayıcı		$R_E = \frac{\rho_E}{\pi \cdot d}$ $d = 1,57 \cdot \sqrt[3]{V}$ $R_A = \frac{2 \cdot \rho_E}{\pi \cdot D}, D = \sqrt{\frac{4 \cdot l \cdot b}{\pi}}$
Halka topraklayıcı		$R_E = \frac{\rho_E}{\pi^2 \cdot D} \cdot \ln \frac{2\pi \cdot D}{d}$ $R_A \approx \frac{\rho_E}{2\pi^2 \cdot D} \cdot k$ $k \approx 15 \dots 20$ $R_E \approx \frac{2 \cdot \rho_E}{3 \cdot D}$ $D = 1,13 \cdot \sqrt{A}$

Yıldız topraklayıcı		$R_A = \frac{\rho_E}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{l^2}{0,009 \cdot t \cdot d}$
Gözlü topraklayıcı	 $D = \sqrt{\frac{4 \cdot l \cdot b}{\pi}}$	$R_A \approx \frac{\rho_E}{2 \cdot D} + \frac{\rho_E}{l_{Toplam}}$ $R_A \approx \frac{\rho_E}{2 \cdot D}$ $R_A \approx \frac{\rho_E}{4} \sqrt{\frac{\pi}{A}}$ } Yaklaşık formüller $\frac{U_{Göz}}{U_E} \approx \frac{2 \cdot D}{l_{Toplam}}$ } $U_E \approx \frac{\rho_E \cdot I_E}{2D}$ $U_{Göz} \approx \frac{\rho_E \cdot I_E}{l_{Toplam}}$

Gözlü topraklayıcı		<b>Laurent yöntemi:</b> $R_A = \frac{\rho_E}{4r} + \frac{\rho_E}{l_{Toplam}}$ r: eşdeğer yarıçap (D/2) <b>Koch yöntemi:</b> $R_A = \frac{\rho_E}{2D} \cdot k$ $\frac{l_1}{a} \geq 10$ $k = 1,3$ $\frac{l_2}{a} \geq 20$ $k = 1,2$ <b>Schwarz yöntemi:</b> <b>Semboller:</b> h: gömülme derinliği d: gözlü topraklayıcıda iletken çapı veya bir çubuğun kesit çapı n: iletken sayısı t: bir çubuğun uzunluğu
1) Gözlü topraklayıcı:	$R_g = \frac{\rho_E}{\pi} \cdot \ln\left(\frac{2l}{\sqrt{d \cdot h}} + k_1 \frac{l}{\sqrt{A}} - k_2\right)$	2) Çubuk topraklayıcı: $R_t = \frac{\rho_E}{2\pi l} \cdot \ln\left(\frac{8l}{d} - 1 + \frac{2k_1 l}{\sqrt{A}} (\sqrt{n} - 1)^2\right)$
3) Karşılıklı etki direnci:	$R_{Eski} = \frac{\rho_E}{\pi d_g} \cdot \ln\left(\frac{2l_k}{l_k} + k_1 \frac{l_g}{\sqrt{A}} - k_1 + 1\right)$	4) Eşdeğer yayılma direnci: $R_{Eşdeğ} = \frac{R_g \cdot R_k - R_m^2}{R_g + R_k - 2R_m}$

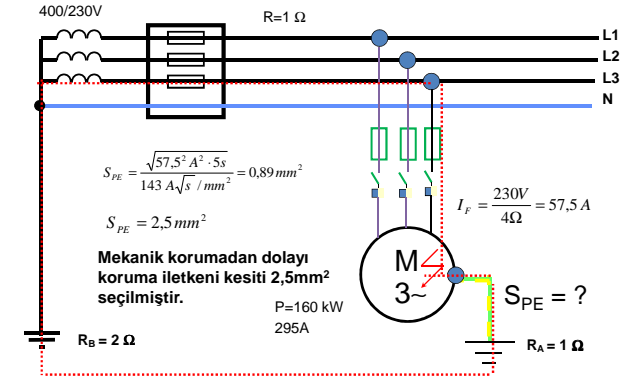
**Bir akım devresine  
AKC veya RCD tesis  
edilirse topraklama  
direnci kaç Ohm  
olmalıdır?**

### TN sistemde koruma iletkenin (PE) kesit hesabı

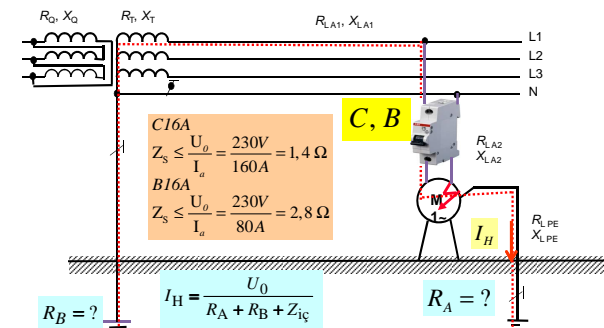


**Koruma iletkenin kesit hesabı yerine normlarda belirtilen değerlerin alınması önerilir (bak IEC 60364 Kısım 5-54).**

### TT sistemde koruma iletkenin (PE) kesit hesabı



### Örnek: Aşırı akım koruma cihazı tesis edilirse







**Türkiye'den bir örnek**

Binat boyu  $a = 42,00$  m  
 Binat eni  $b = 168,00$  m  
 Ölçülen toprak bağli direnci  $\rho = 100,00 \Omega$

Topraklayıcıya eşdeğer daire alan çapı  $D = \sqrt{4 \cdot (a \cdot b) / \pi} = \sqrt{4 \cdot 42,00 \cdot 168,00 / \pi} = 94,81$   
 Temel topraklama direnci  $R_{T0} = 2 \cdot \rho / D = 2 \cdot 100,00 / 94,81 = 0,70$

Binat giriş algortası  $I_n = 1000$  A olarak seçilmiştir.  
 ETTY çabı  $I_{ETTY} = 1000$  A algortaya göre  $I_{ETTY} = 1000 \cdot 0,2 = 200$  A

Buna göre olması gereken topraklama değeri hesaplanacaktır olursa :

$R_{T0} = 25 / I_{ETTY}^2 = 25 / 1000^2 = 0,00250 \Omega$

Bu değer temel topraklamanın üzerindedir ve kazık ilave edilerek topraklama düşülmek istenirse:

$L = 1,5$  m ,  $d = 2,5$  cm çapında topraklama kazığı için yaklaşık olarak topraklama direnci:  
 $R_{T0} \cdot \rho \cdot L = 100,00 / 1,5 = 66,67 \Omega$

Temel topraklaması ile kazıklar paralel olacağından çıkartılacak kazık adedini bulmak için:

$1/R_{T0} + 1/R_{T0} = 1/0,0025 + 1/66,67 = 1/0,70$   
 $n = 26571,86$  adet kazık çakılması gerekmektedir.

Bu bir kazık alımı konusuna topraklama direnci  $R_{T0} = 63 \Omega$  olması yeterli gelecektir.

Yazmak gerekirse:

Buna göre temel topraklamasına ilave edilecek kazık sayısı:  
 $1/R_{T0} + 1/R_{T0} = 1/0,0025 + 1/66,67 = 1/0,70$   
 $n = 331,86$  adet kazık çakılması gerekmektedir.

NOT:  
 TEMEL TOPRAKLAMAŞI 21.08.2001 TARİHİ VE 24550 SAYILI RESMİ GAZETEDE YAYINLANARAK YÜRÜRLÜĞE GİRİŞİ ÇILAN ELEKTRİK TESİSLERİ TOPRAKLAMA YÖNETMELİĞİNE UYGUN OLARAK YAPILMALIDIR.

**26571 adet kazık**

**Bu çok anlamsız bir hesaptır!!!!**

**331 adet kazık**

## AG Elektrik Tesislerinde Ölçme ve Denetleme IEC 60364-600

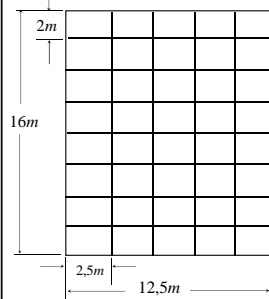
Topraklamalar Yönetmeliği

### ETTY Sayfa 161 Madde 10a)

Madde 7- Topraklama Tesislerinde Muayene, Ölçme ve Denetleme Madde 10-a)



### Örnek : Ağ gözlü bir topraklayıcıda topraklama direncini hesaplayalım



Eşdeğer yarıçap:

$$r_e = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{16m \cdot 12,5m}{\pi}} = 7,98m$$

Bir gözün uzunluğu:

$$l_{göz} = (2m + 2,5m) \cdot 2 = 9m$$

Tüm gözlerin uzunluğu:

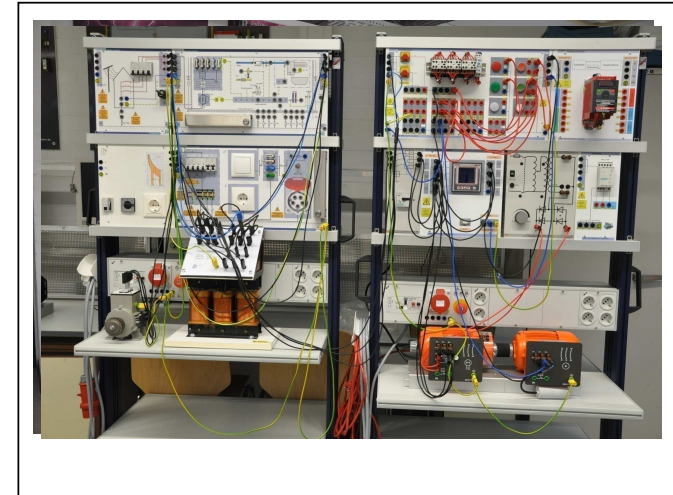
$$l_{Toplam} = 208,5m$$

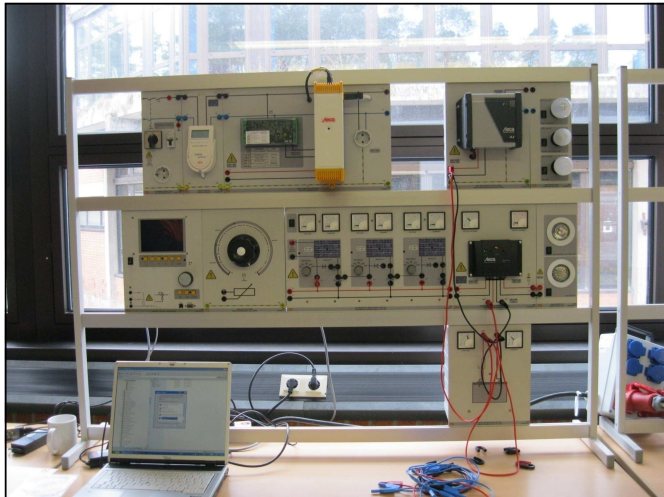
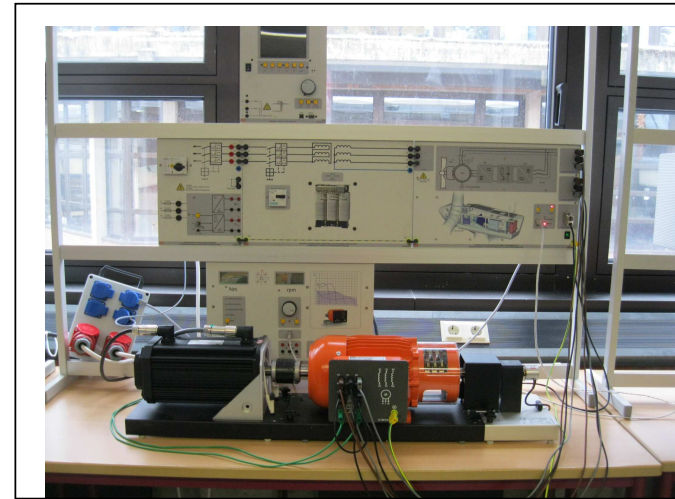
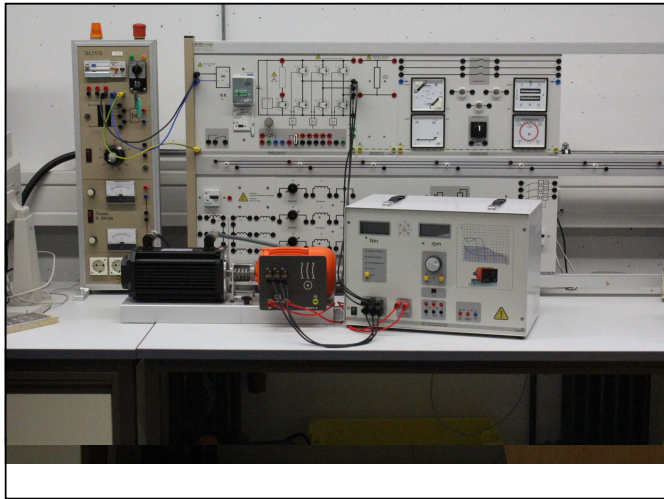
Topraklama direnci (Laurent formülü ile):

$$R_{Göz} = \frac{\rho_E}{4r_e} + \frac{\rho_E}{l_{Toplam}} = \frac{150\Omega m}{4 \cdot 7,98m} + \frac{150\Omega m}{208,5m} \approx 5,47\Omega$$

EN 50522'e göre:

$$R_{Göz} = \frac{\rho_E}{2 \cdot \sqrt{A}} = \frac{150\Omega m}{2 \cdot \sqrt{(16m \cdot 12,5m)}} = 5,3\Omega$$





**SORU:**

**AG elektrik tesislerinde hangi ölçümler yapılmalıdır?**

**İstenilen değerler nelerdir?**

**Madde 7- Topraklama Tesislerinde Muayene, Ölçme ve Denetleme Madde 10-a)**

1. Ana ve tamamlayıcı potansiyel dengeleme, koruma iletkenlerinin sürekliliği,
2. Yalıtım direnci gerilim altındaki iletkenler ve her bir gerilim altındaki iletken ve toprak arasında, tesis enerjilenmeden önce,
3. TT sistemde kurulan topraklayıcının yayılma direnci,
4. TN sistemde çevrim empedansı,
5. Tek faz kısa devre akımı ve olası toprak hatası akımı,
6. RCD mekanik olarak (4 haftada bir) ve elektriksel olarak (her yıl) ölçülecektir.

**İlk ölçümler**

Koruma iletkeni PE direnci  $< 1,0 \Omega$

Potansiyel dengeleme iletkeni direnci  $< 0,1 \Omega$

RCD ölçümü ?  
 $t_a - I_{\Delta n}$

Otomatik açma ile koruma ?

$t_a - I_a$

Topraklama direnci ölçümü ?

Gerilim polaritesi ölçümü

Döner alan ölçümü

Kablo ve iletkenlerin yalıtkanlık direnci  
Ölçme gerilimi direnç  
500V  $\geq 1 M\Omega$

Yalıtkan zemin ve duvarlar  
<500V a kadar  $\geq 50 k\Omega$

**MEGER devri bitmiştir.**