



**ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.**

**TOPRAKLAMA**

**EĞİTİM NOTLARI - 2022**

**ADM & GDZ**

**ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.**

**TOPRAKLAMA**

**EĞİTİM NOTLARI - 2022**

**Hazırlayan**

**Ümit YALÇIN  
Elk. Müh.**

## İÇİNDEKİLER

Sh. No:

- 1-) Topraklama Genel Bilgileri ..... 2 - 55
- 2-) Topraklama direnci hesapları ..... 24 - 28
- 3-) Topraklama Çizimleri ..... 30 - 37
- 4-) Temel Topraklama Bilgileri ..... 39 - 44
- 5-) Topraklama Ek dökümanları ..... 46 - 62
- 6-) Topraklama Ölçme Yöntemleri ..... 63 - 82
- 7-) Kaynaklar ..... 83

# **ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR YÖNETMELİĞİ**

## **BİRİNCİ BÖLÜM**

Amaç, Kapsam, Dayanak, Uygulama ve Tanımlar  
Amaç ve Kapsam

**Madde 1-** Bu Yönetmelik esas itibariyle, frekansı 100 Hz'in altındaki alternatif akım (a.a.) ve doğru akım (d.a.) elektrik tesislerine ilişkin topraklama tesislerinin kurulması, işletilmesi, denetlenmesi, can ve mal güvenliği bakımından güvenlikle yapılmasına ilişkin hükümleri kapsar.

Özelliklerinin farklı olması nedeniyle, yüksek gerilimli elektrik kuvvetli akım tesislerine ve alçak gerilimli elektrik tesislerine ilişkin topraklama kuralları ile bilgi işlem ve iletişim donanımlarının topraklanmasına ilişkin kurallar ayrı bölümler halinde verilmiştir.

Elektrikle işleyen taşıtlara ilişkin besleme hatları, bu Yönetmeliğin kapsamına girmez. Bu Yönetmeliğin Ek'leri ve ilgili Türk Standartları bu Yönetmeliğin tamamlayıcı ekidir. Yönetmelikte olmayan hükümler için EN, HD, IEC ve VDE gibi standartlar göz önüne alınır. Çelişmeler durumunda sıralamaya göre öncelik verilir.

Herhangi bir tesisin bu Yönetmeliğin kapsamına girip girmeyeceği konusunda bir kararsızlık ortaya çıkarsa, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının bu konuda vereceği karar geçerlidir.

### **Dayanak**

**Madde 2-** Bu Yönetmelik, 3154 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununun 28 inci maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.

( Resmî Gazetede 21.08.2001 tarih ve 24500 sayı ile yayımlanmıştır. )

### **Uygulama**

**Madde 3-** Bu Yönetmelik, yeni kurulacak tesislere ve büyük değişikliğe uğrayacak kurulu tesislere uygulanır.

Büyük değişikliğe uğramayan tesislerde bu Yönetmelik aşağıdaki koşullarda uygulanır:

-Bu değişiklik, söz konusu tesisin öteki bölümleri üzerinde ya da başka tesislerde karışıklıklar ve önemli tehlikeler oluşturursa,

-Yönetmeliğin uygulanmasının var olan tesislerde köklü değişiklikleri gerektirecek sonuçları doğurmaması koşulu ile önemli genişletme, önemli değişiklik ya da önemli onarım yapılırsa.

Bu Yönetmeliğin herhangi bir maddesinin uygulanması, yerel koşullar nedeniyle zorluklar ya da teknik gelişmeyi önleyecek durumlar ortaya çıkarırsa, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına gerekçeli başvuru yapılması durumunda, Bakanlık yalnızca o başvuru için söz konusu maddenin uygulanmamasına izin verebilir.

## **TOPRAKLAMAYA İLİŞKİN TANIMLAR**

### **1) Toprak:**

Elektrik potansiyelinin her noktada sıfır olduğu yeryüzünün madde ve yer olarak ifadesidir. Örnek: humuslu toprak, killi toprak, kumlu toprak, çamur, kayalık arazi.

### **2) Referans toprağı (nötr toprak):**

Topraklayıcıdan yeterince uzak bulunan ve topraklama tesisinin etki alanı dışında kalan yeryüzü bölümüdür. Bu bölümdeki herhangi iki nokta arasında, topraklama akımının neden olduğu gerilim ihmal edilecek kadar küçüktür

### **3-)Topraklamak:**

Elektriksel bakımdan iletken bir parçayı bir topraklama tesisi üzerinden toprağı bağlamaktır.

### **4-) Topraklama:**

Topraklamak için kullanılan araç, düzen ve yöntemlerin tümüdür.

### **5) Topraklama iletkeni:**

Topraklanacak bir cihazı ya da tesis bölümünü, bir topraklayıcıya bağlayan top - rağın dışında veya yalıtılmış olarak toprağın içinde döşenmiş bir iletkenidir.

Nötr iletkeni veya ana iletken ile topraklayıcı arasındaki bağlantıya bir ayırma bağlantısı, bir ayırıcı ya da bir topraklama bobini veya direnç bağlanmışsa, bu durumda sadece topraklayıcı ile belirtilen cihazlara en yakın toprak tarafındaki bağlantı ucu arasındaki bağlantı, topraklama iletkenidir.

### **6) Topraklama barası (topraklama birleştirme iletkeni):**

Birden fazla topraklama iletkeninin bağlandığı bir topraklama barasıdır (iletkenidir).

### **7-) Toprağı karşı gerilim:**

Orta noktası ya da yıldız noktası topraklanmış şebekelerde, bir faz iletkeninin bu noktalara göre potansiyel farkıdır. Bu gerilim faz gerilimine eşittir.

## **TOPRAKLAMA TIPLERİ**

Elektrik sistem ve tesislerinde Topraklama, hem sistemin , toprak arızasındaki işleyişini etkilemek hem de arıza noktasının yakınındaki kişilerin güvenliğini sağlamak için yapılır. Topraklama tesisleri normal işletme esnasında varlığını hemen hemen hiç hissettirmedeği halde, bir arıza durumunda tesirli olur ve görevlerini yaparlar. Onun için topraklama, her an işletmede olmayan ve görünmeyen bir nevi gizli bir tesistir ve bu sebeple , elektrik tesisleri içinde topraklama ihmal edilmeden ve hakettiği önem verilerek yürürlükteki “ **Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği** “ ne göre yapılması gerekmektedir.

Topraklama Çeşitleri :

Topraklamalar fonksiyonlarına göre üçe ayrılırlar :

- 1-) Koruma Topraklaması
- 2-) İşletme Topraklaması
- 3-) Fonksiyonel Topraklamalar ( Özel Topraklamalar )

### **1-) Koruma Topraklaması**

Koruma Topraklamasının amacı, insanları ve hayvanları tehlikeli dokunma ve adım gerilimlerine karşı korumak için gerilim altında olmayan iletken tesis bölümlerinde, ulaşılabilecek yüksek dokunma geriliminin sürekli olarak kalmasını önlemektir.

Koruma Topraklamaları, anılan tesis bölümleri topraklayıcılara yada topraklanmış bölümlere topraklama iletkeni ile bağlanarak yapılır.

### **2-) İşletme Topraklaması**

İşletme Topraklamasının amacı, elektrik tesislerinde bulunan işletme araçlarının aktif bölümlerinin topraklanmasıdır.

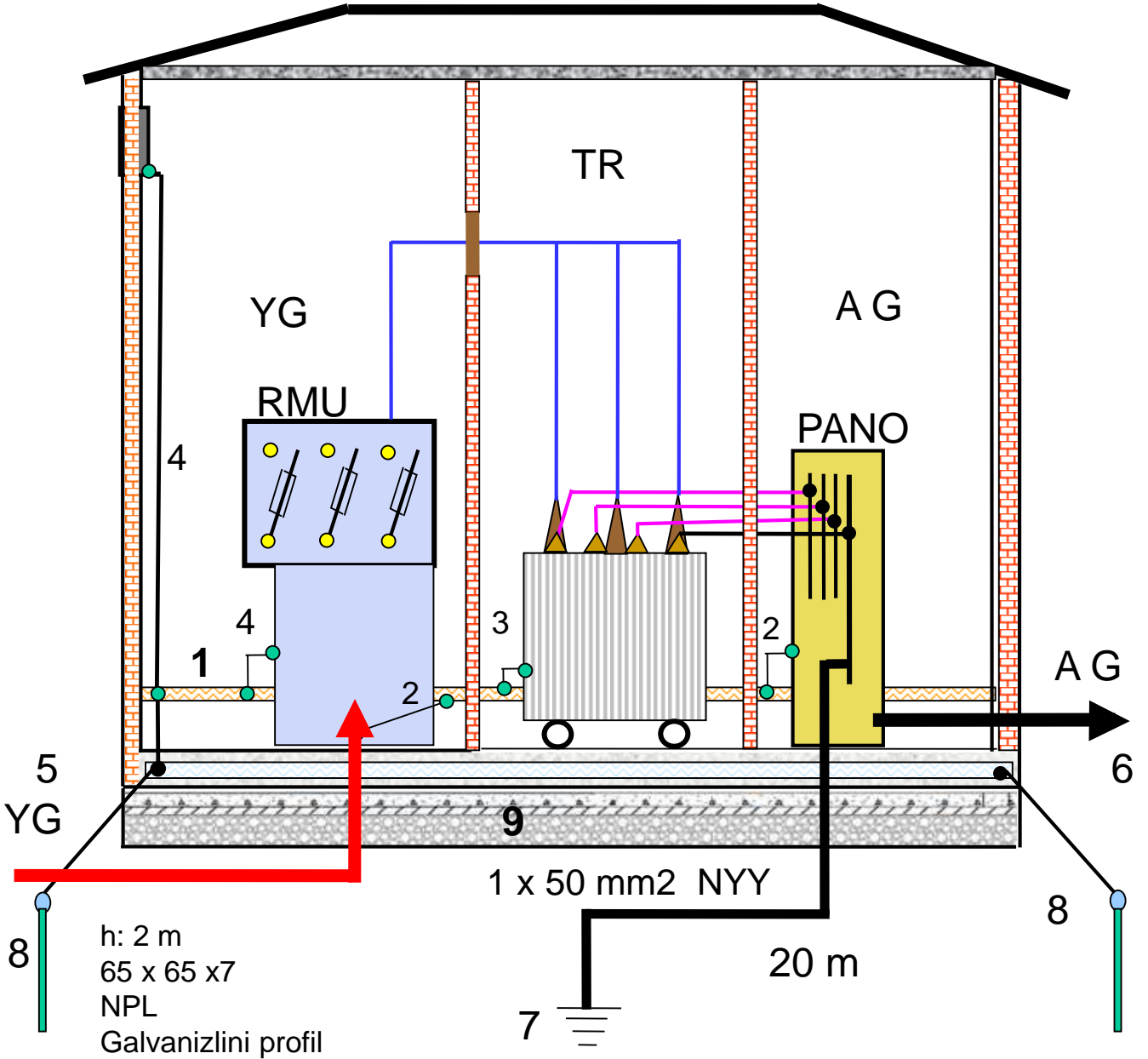
Böylece işletme topraklaması yapılarak elektrik tesislerinin normal işletilmesi sağlanır.

İşletme akım devresinin toprağa karşı potansiyeli belirli bir değerde bulundurulur , elektrik tesislerinde aşırı gerilim oluşması önlenmiş yada sınırlandırılmış olur.

### **3-) Fonksiyonel Topraklama ( Özel Topraklama )**

Koruma ve İşletme Topraklamalarının dışında , Yıldırım ( Paratoner Tesisatı ) , Raylı Sistem, zayıf akım, alçak gerilimli cihazlar, v.s. Yapılan topraklamalarıdır.

## DAĞITIM TR MERKEZİ TOPRAKLAMALARI



1. Potansiyel dengeleme barası
- 2, 3, 4 bağlantı iletkenleri
5. Y.G. Kabloları

6. A.G. Kablolar
7. İşletme topraklaması
8. Potansiyel düzenleyici topraklayıcılar
9. Temel topraklaması

## **DAĞITIM VE TRAF0 MERKEZLERİNDE TOPRAKLAMA**

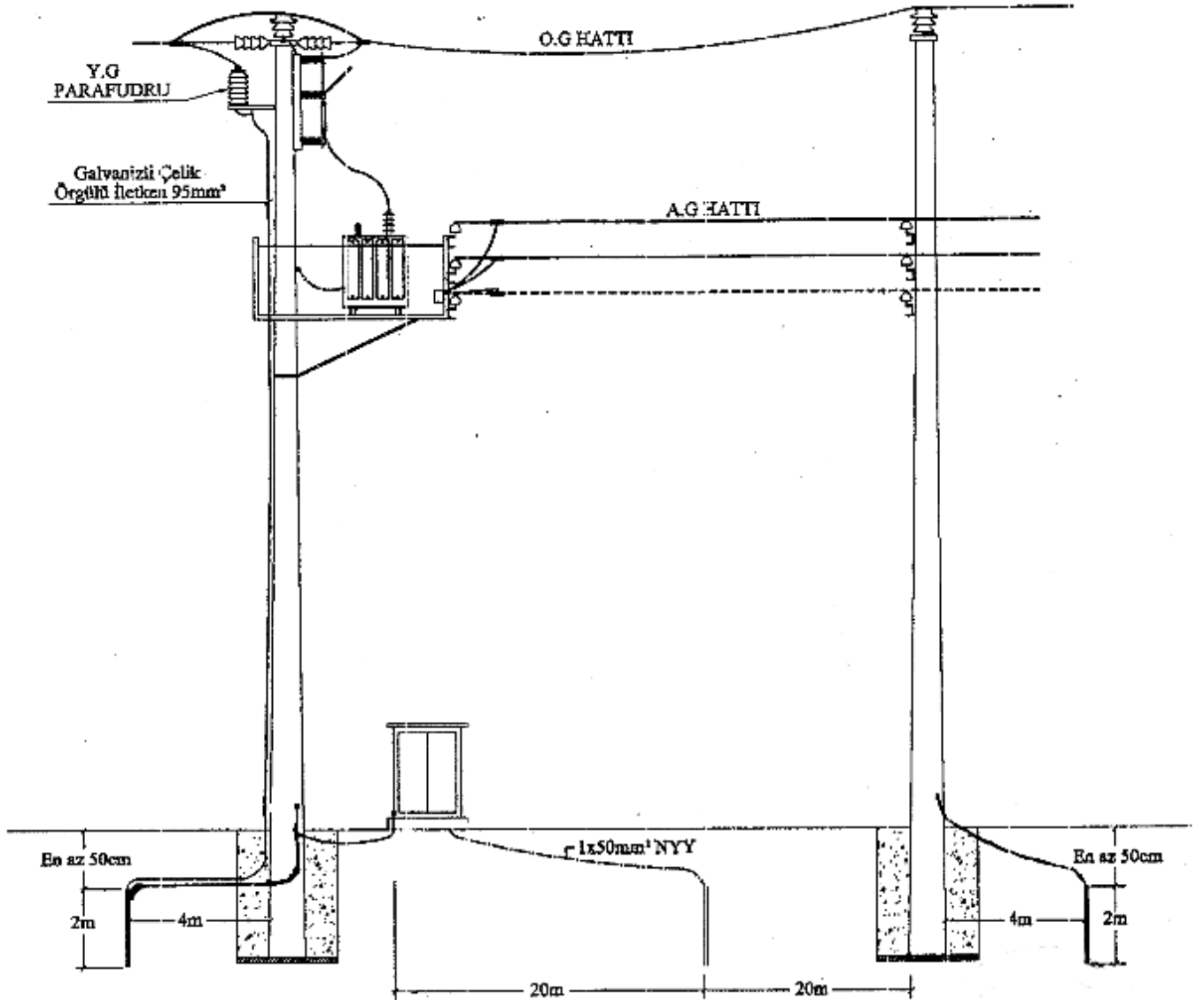
Dağıtım ve Trafo Merkezlerinde Topraklama “ 36 kV Dağıtım Merkezleri 36/15 kV Trafo Merkezleri Teknik Montaj Şartnamesi “ 'nin 8. sayfasında belirtildiği gibi yapılır. Buna göre :

### **TOPRAKLAMA ŞEBEKESİ :**

- Topraklama için ađ şebeke sistemi kullanılacak ve ilgili yerlere , ağın çevre noktalarına ve de toprak altı kesişme noktalarını azaltmak için projesine uygun olarak topraklama kazıkları çakılacaktır.
- Topraklama şebekesinin toprak altı birleşme noktaları; civatalı klemens veya özel kaynakla “ CUTWELT “ yapılabilecektir.
- Toprak altı bağlantı noktaları ziftle kaplanacaktır.
- Yalnız bir Civata ile yapılan bağlantı şeklinde en az M10 Civata kullanılacaktır.
- Toprak altı klemensleri bakır olacaktır.
- Topraklama ađ şebekesinin cihazlara ve çelik konstruksiyonlara olan irtibatı, doğrudan doğruya ana şebekenin irtibat noktasında girdi çıktı yapılması şeklinde olacaktır.
- Toprak üstü tüm cihaz irtibatlarında kızıl klemens kullanılacak, kroşe kullanılmayacaktır.
- Şalt sahasının her yerinde topraklama direnci 1 ohm' dan küçük olacaktır.
- Topraklama Şebekesi en az 50 cm toprak altına gömülecek ve şebekenin kontrolü için her topraklama kazığının bulunduğu yere 40 x 40 cm' lik beton rögar yapılacaktır.
- Şalt sahasının zemini en az 15 cm kalınlığında mıcır ile kaplanarak “ Elektrik Tesislerinde Topraklama yönetmeliği “ 'nde belirtilen şekilde yalıtım sağlanacaktır.
- Topraklama şebekesinde kullanılacak iletken kesiti en az 95 mm<sup>2</sup> örgülü bakır iletken, toprak çubuğu ise kesintisiz 2,5 m boyunda , minimum 22 mm çapında , 3 mm bakır kaplı çelik olacaktır.
- Kapalı veya açık şaltta yer alan her türlü demir aksam ( kapı, pencere vs. ) topraklama şebekesi ile irtibatlandırılacak , irtibatlar hiçbir zaman ađ şebekesi - ne seri olarak bağlanmayacaktır.
- İşletme topraklaması Havai Hat güzergahı altına yapılmayacaktır.

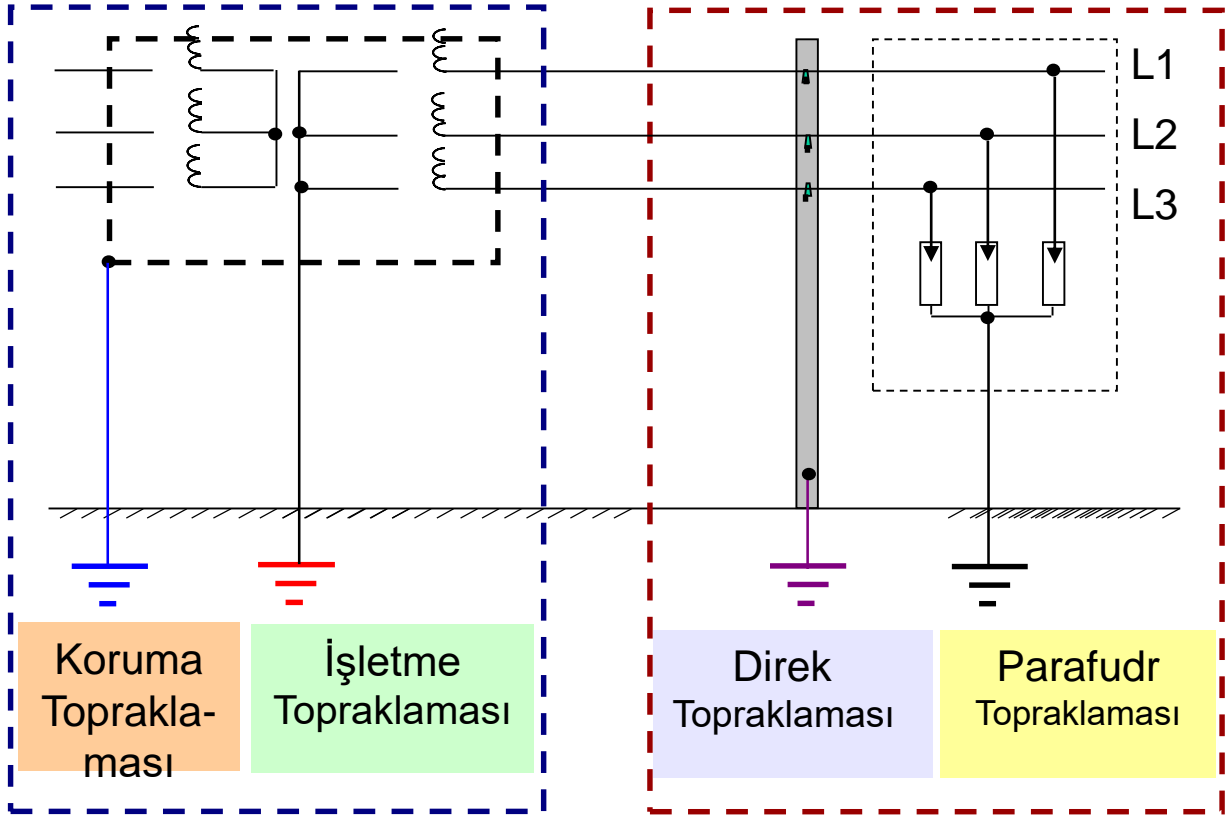


# ENH VE OG / AG ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALARA AİT UYGULAMA ESASLARI EL KİTABI – 6 NİSAN 2001



BETON TRAFÖ DİREĞİ- TRAFÖ- A G PANOSU- PARAFUDR -  
O.G MÜŞTEREK BETON DİREK KORUMA TOPRAKLAMASI  
v: TRAFÖ İŞLETME TOPRAKLAMASI BAĞLANTILARI

## Y.G. ŞEBEKEMİZDE KULLANILAN TOPRAKLAMA ÇEŞİTLERİ

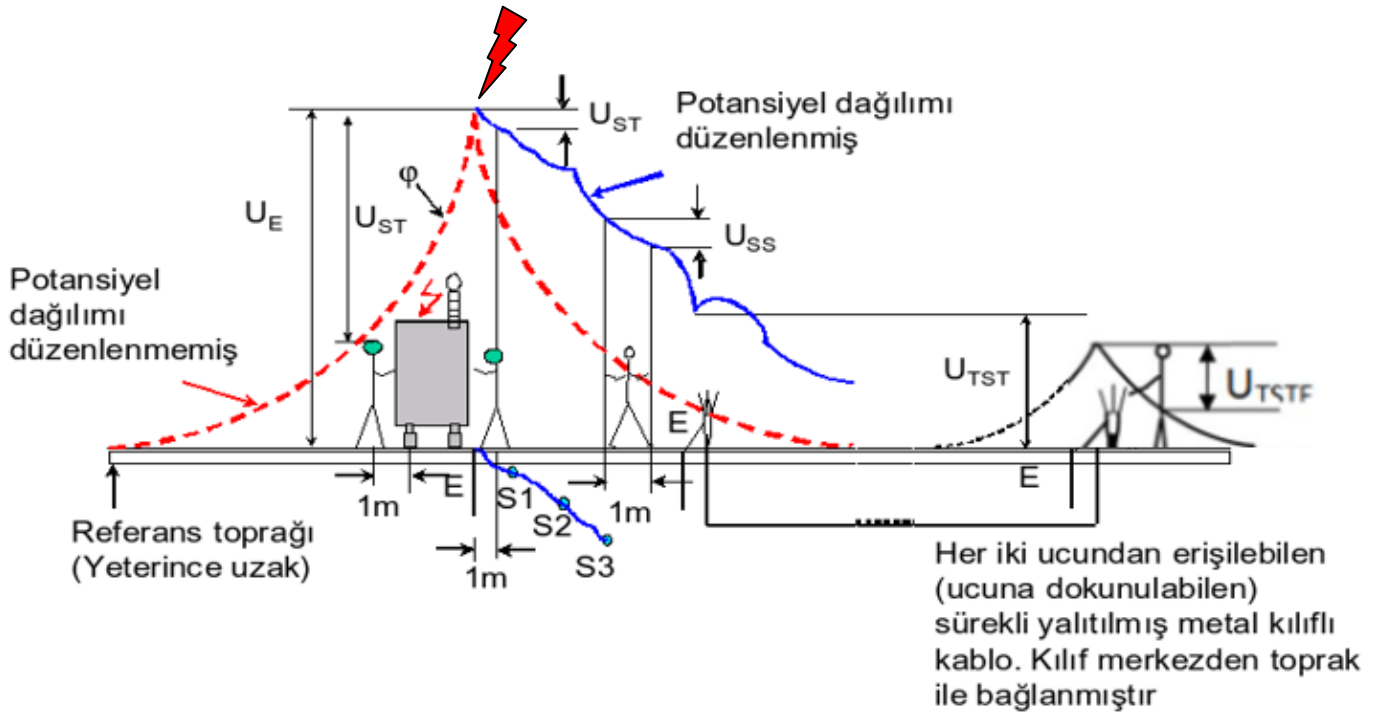


**Şekil – 1 Bilinen Topraklama bağlantıları**

Y.G tesislerinde çeşitli topraklama dirençleri için tavsiye edilen değerler:

İşletme topraklaması	$R_B < 2 \text{ ohm}$
Koruma topraklaması	$R_A$ Koruma düzeneğine bağlı olarak
Dengelenmiş şebekelerde	$R_A < 2 \text{ ohm}$
Trafo merkezlerinde,	$R_A < 5 \text{ ohm}$
ENH direklerinde	$R_A < 20 \text{ ohm}$
A.G. Ve Y.G. Bağlama tesisleri birleştirildiğinde	$R_A < 1 \text{ ohm}$
Parafudr topraklama direnci	$R_A < 2 \text{ ohm}$

## TOPRAK ZEMİNİNDE AKIM DAĞILIMLARI



**Sekil -2** Üzerinden akım geçen topraklayıcının çevresindeki yeryüzü potansiyelinin değişimi ve gerilimler

$E$  . . . . . : Topraklayıcı,

$S1, S2, S3$  : Ana topraklayıcıya bağlanmış olan potansiyel düzenleyici topraklayıcılar,

$U_E$  . . . . . : Topraklama gerilimi,

$U_{SS}$  . . . . . : Mümkün olan adım gerilimi,

$U_{ST}$  . . . . . : Mümkün olan en büyük dokunma gerilimi,

$U_{TST}$  . . . . . : Sürüklenmiş en büyük dokunma gerilimi, eğer kılıf en uzak noktada topraklanmamış ise,

$U_{TSTE}$  . . . . . : Sürüklenmiş en büyük dokunma gerilimi, eğer kılıf en uzak noktada topraklanmış ise,

$J$  . . . . . : Yeryüzü potansiyeli.

**Potansiyel dağılımının düzenlenmesi (potansiyel düzenlenmesi):**

Bir topraklama tesisinin potansiyel dağılımının düzenlenmesi, adım ve dokunma gerilimlerini küçültmek için potansiyel düzenleyici topraklayıcılar yerleştirilerek potansiyel dağılımına etki etmektir (Şekil-2'ye bakınız).Düzenleyici topraklayıcıların topraklama tesisine bağlı olup olmamalarının önemi yoktur.

**Potansiyel dengelemesi :** Potansiyel farklarının ortadan kaldırılmasıdır. Örneğin, koruma iletkenleri ile iletken borular ve iletken yapı bölümleri arasında ya da bu borularla yapı bölümleri arasındaki potansiyel farklarının giderilmesi amacıyla yapılan düzenlemelerdir.

**Potansiyel dengeleme hattı (eşpotansiyel kuşaklama):**

Potansiyel dengelemesini sağlamak amacıyla kullanılan bağlantı iletkenleridir.

**Üzerine basılan yerin yalıtılması :** Üzerine basılan yer ile toprak arasındaki direncin, izin verilmeyen dokunma gerilim leri oluşamayacak biçimde artırılmasıdır.

**Potansiyel sürüklenmesi :** Bir topraklama tesisinin yükselen potansiyelinin, bu tesise bağlı bir iletken (örneğin, metal kablo kılıfları, PEN iletkeni, su borusu, demiryolu) ile potansiyeli daha düşük olan bölgeye veya referans toprak bölgesine taşınmasıdır. Bu iletkende, çevresine göre bir potansiyel farkı oluşur.

**Global topraklama sistemi :** Yerel topraklama tesislerinin bir - birlerine bağlanmasıyla elde edilen ve birbirlerine yakın mesafede bulunan topraklama tesislerinde hiçbir tehlikeli topraklama geriliminin (toprak potansiyel yükselmesi) ortaya çıkmamasını sağlayan bir topraklama sistemidir. Böyle sistemler, toprak arıza akımın bölünmesine izin vererek, yerel topraklama sisteminin de topraklama geriliminin küçültülmesini sağlar. Böyle bir sistem bir eşpotansiyel yüzey oluşturur.

**Gövde teması:** Bir hata sonucunda bir elektrik işletme elemanının gövdesi ile aktif bölümler arasında oluşan iletken bağlantıdır.

**Kısa devre:** İşletme bakımından birbirine karşı gerilim altında olan iletkenler (ya da aktif bölümler) arasında, bir arıza sonucunda oluşan iletken bağlantıdır. Ancak olayın kısa devre sayılabilmesi için, arızanın olduğu akım devresi üzerinde bir tüketim cihazın direnci gibi işlevi olan bir direncin bulunmaması gerekir

**Hat teması:** Kısa devrenin olduğu akım devresi üzerinde, işlevi olan bir direnç bulunursa, bu olaya hat teması adı verilir.

**Toprak hatası:** Bir faz iletkeninin ya da işletme gereği yalıtılmış orta iletkenin, bir arıza sonucunda, toprakla ya da topraklanmış bir bölümle oluşturduğu iletken bağlantıdır. İletken bağlantı bir ark üzerinden de olabilir. Yıldız noktası doğrudan doğruya ya da küçük değerli bir direnç üzerinden topraklanan şebekelerdeki, toprak hatasına toprak kısa devresi adı verilir. Yıldız noktası yalıtılmış ya da kompanze edilmiş dengelenmiş şebekelerde toprak hatasına toprak teması adı verilir.

Toprak teması, aynı şebekenin iki ya da daha çok iletkeninde, farklı noktalarda olursa, buna çift toprak teması ya da çok fazlı toprak hatası adı verilir.

**Hata gerilimi:** İnsanlar tarafından dokunulabilen ve işletme akım devresine ilişkin olmayan, iletken bölümler arasında ya da böyle bir bölüm ile referans toprağı arasında oluşan gerilimdir.

**Hata akımı:** Bir yalıtıklık hatası sonucunda geçen akımdır. Hata akımı ya bir kısa devre akımıdır ya da bir toprak teması akımıdır.

**Topraklama akımı (IE):** Topraklama empedansı üzerinden toprağına geçen akımdır

**Kaçak akım:** İşletme araçlarının gövdeleri, akım sisteminin orta noktasına ya da doğrudan doğruya topraklanmış bir şebeke noktasına veya toprağına iletken olarak bağlanmışlarsa, işletme elemanının aktif bölümlerinden, işletme yalıtıklı üzerinden aktif olmayan bölümlere, örneğın gövdeye işletme sırasında geçen akımdır. Sonuç olarak kaçak akım, işletme sırasında hatasız bir akım devresinden toprağına veya yabancı bir iletken kısma akan akımdır.

## ŞEBEKE TİPLERİ , TANIMLAMALAR

Faz iletkenlerinin birinde izolasyon hatası meydana geldiğinde toprak üzerinden bir kaçak akımı geçecektir. Geçecek kaçak akımı ve bu hata akımının şiddeti birinci derecede alçak gerilim şebekesinin şekline bağlıdır.

Türk Standartları Enstitüsü 3994'e göre alçak gerilim elektrik şebekeleri Sınıflandırılarak aşağıda açıklanan üç tipe ayrılmıştır.

1-) TN tipi şebeke

2-) TT tipi şebeke

3-) IT tipi şebeke

TN, TT ve IT şeklindeki sınıflandırmada kullanılan sembollerin anlamları aşağıda açıklandığı gibidir.

**T** → Toprak

**N** → Nötr

**I** → İzolasyon

anlamlarına gelmektedir.

**Birinci harf** : akım kaynağının yani transformatör merkezinin yapısını ve topraklama durumunu gösterir. Buna göre ;

**T** : Şebekenin bir noktası (örneğin yıldız noktası) topraklanmış,

**I** : şebekenin bütün aktif kısımları toprağa karşı yalıtılmış veya şebekenin bir noktası büyük bir empedans üzerinden topraklanmış demektir.

**İkinci harf**: tüketici cihazının madenî kısmının toprağa karşı durumunu gösterir. Buna göre ;

**T** : Şebeke topraklaması yapılmış olmasına rağmen cihazın ayrıca direkt topraklanmış olması,

**N** : Cihazların açığındaki iletken bölümlerinin İşletme topraklamasına doğrudan doğruya bağlanmış olduğu anlamına gelmektedir.

## ŞEBEKE TİPLERİ , BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

### TN SİSTEMİ

Bu şebeke tipi en yaygın şebekedir. Burada şebekenin bir noktası doğrudan doğruya topraklanır. Bu yapılan işlem işletme topraklamasıdır. TN şebeke sisteminin üç ayrı uygulama tipi vardır. Bunlara TN'ye eklenen şu harfler ile belirlenir.

PEN : Ortak Topraklama iletkeni

C : Koruma iletkeni ile nötr hattının fonksiyonları PEN hattında birleştirilmiş.

S : Koruma iletkeni ile nötr hattı fonksiyon bakımından birbirinden ayrılmış.

TN sistemlerin koruma (PE) ve nötr (N) iletkenlerinin durumlarına göre üç şekilde uygulanabilir.

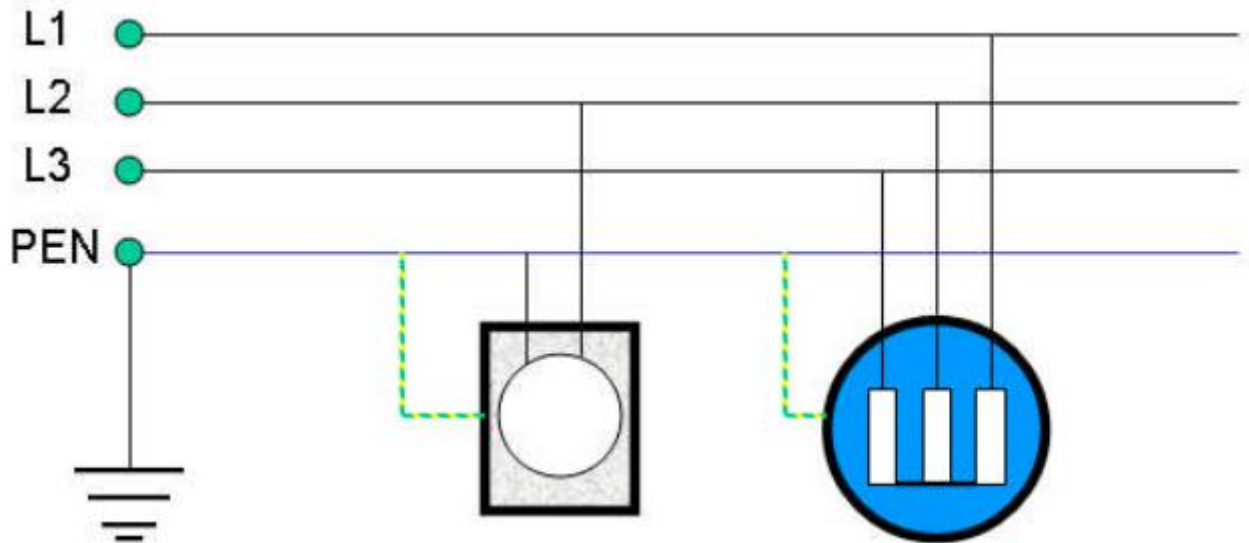
TN-C sistemi

TN-S sistemi

TN-C-S sistemi

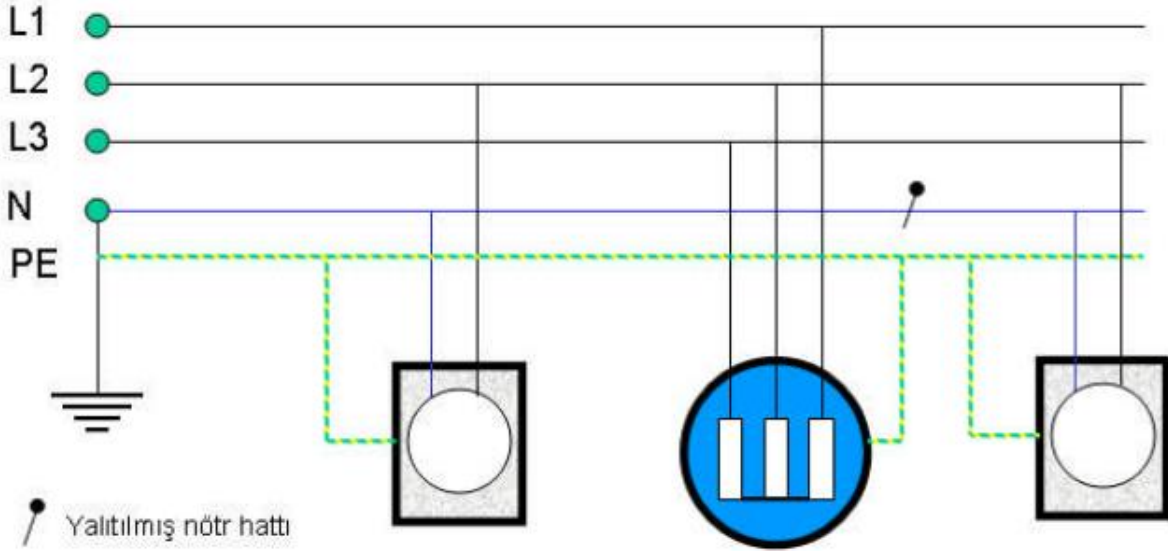
### TN-C sistemi

Bu sistemde tesise ait bütün madenî kısımlar, koruma ve nötr iletkenleri ile birleştirilerek şebekenin tamamında ortak bir iletken (PEN) olarak çekilir.



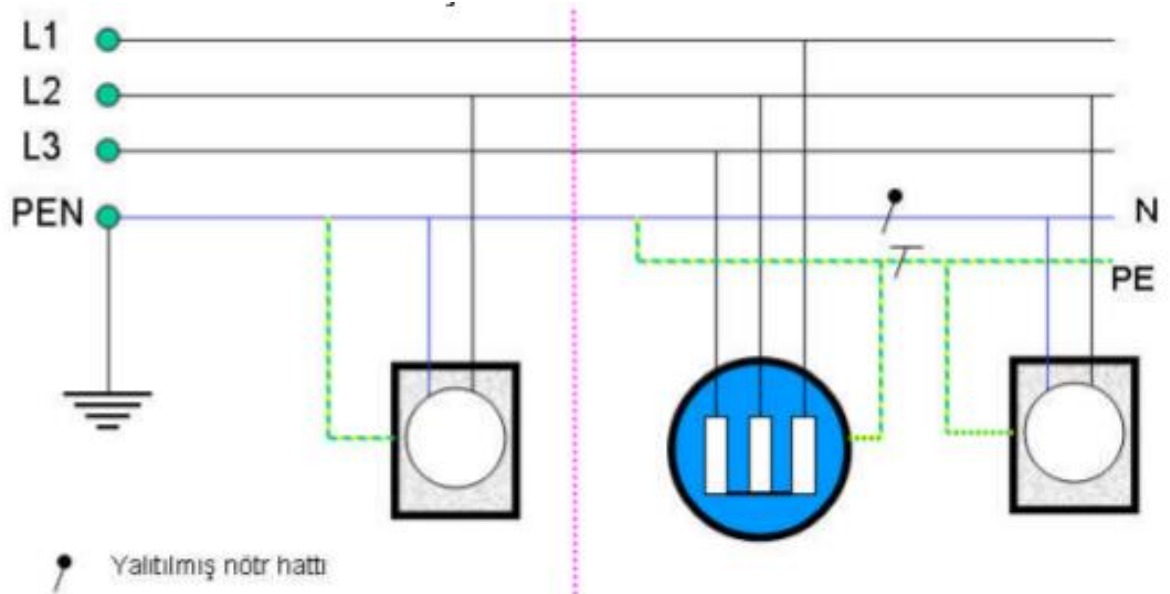
### TN-S sistemi

Bu sistemde tesise ait bütün madenî kısımlar, PE koruma hattı üzerinden işletme topraklamasına bağlanır koruma ve nötr iletkenleri şebekenin tamamı boyunca ayrı ayrı çekilir.



### TN-C-S Sistemi

Bu sistemde koruma ve nötr iletkenleri, şebekenin bir bölümünde ayrı ayrı, bir bölümünde de ortak bir iletken olarak çekilir.





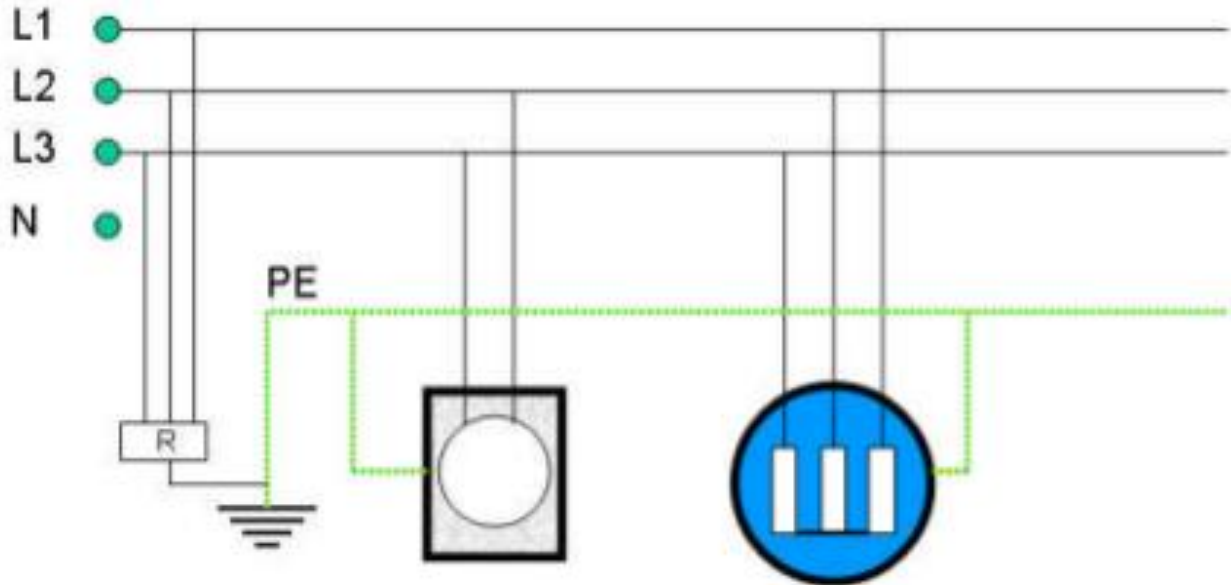
## IT Sistemi

Bu tip şebekede yıldız noktası toprağa karşı yalıtılmıştır veya yeteri kadar yüksek bir empedans (direnç veya endüktans bobini) üzerinden topraklanmıştır. Bu tip şebekede beslenen cihazlar topraklanır. Şebekede meydana gelen ilk faz-toprak hatası, şebekeye bağlı cihazların çalışmalarını etkilemez. Fakat ikinci bir izolasyon hatası toprak temaslı iki fazlı bir kısa devreye neden olur ve cihazların normal çalışmalarını olumsuz yönde etkiler.

IT şebekede, ilk izolasyon hatasını tespit etmek ve ikinci hatanın yol açacağı tehlikelerden korunmak için izolasyon kontrol cihazı bağlanır. İlk hata oluştuğunda ışıklı veya sesli bir sinyal verilir. İzolasyon cihazı ile yalnızca ikaz verilmez. İstenirse bu durumda şebekenin enerjisi otomatik olarak kesilebilir.

IT tipi şebekede şu koruma düzenlerine izin verilebilir.

- 1-) Aşırı akıma karşı koruma
- 2-) İzolasyon kontrol düzeni
- 3-) Hata akımına karşı koruma anahtarı
- 4-) Hata gerilimine karşı koruma anahtarı
- 5-) Gerektiğinde potansiyel dengelemesi



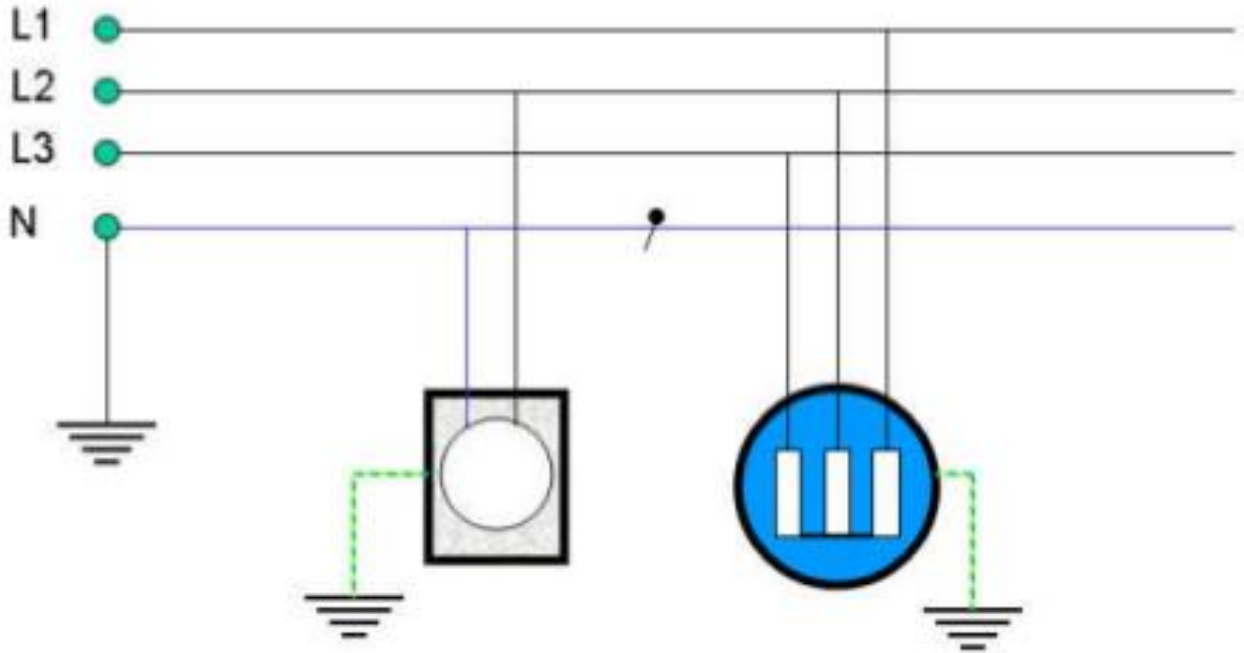
## TT SİSTEMİ

**Halen Türkiye' de kullanılan şebeke tipidir.**

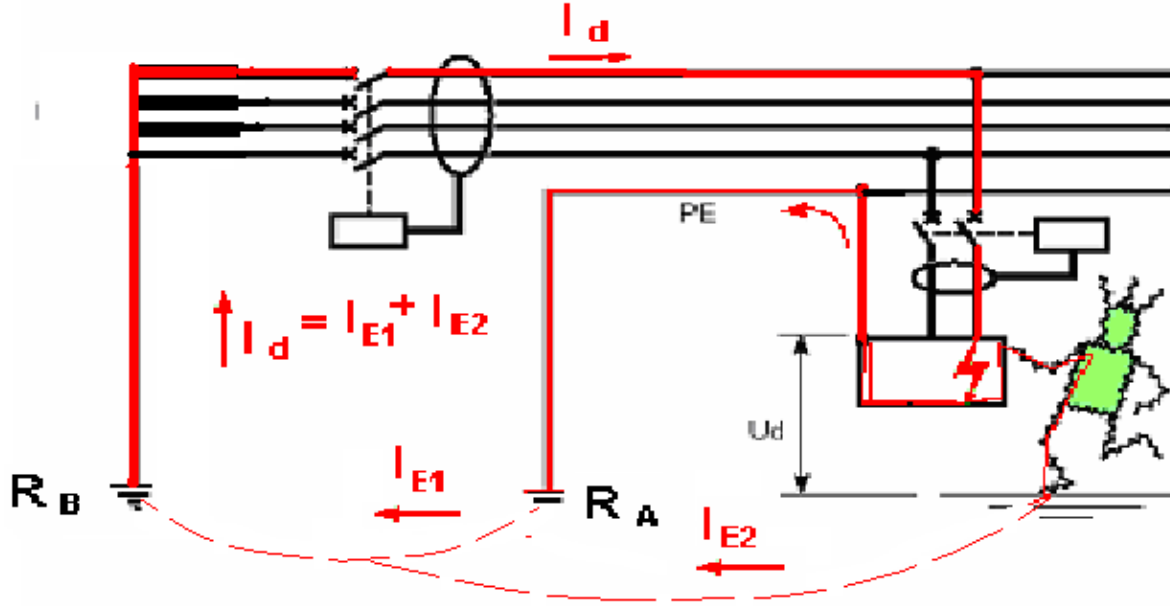
Bu sistemde şebekenin yıldız noktası direkt olarak topraklanmıştır. Bu bir işletme topraklamasıdır. Tesise ait madenî kısımlar ise işletme topraklamasından ayrı olarak topraklayıcıya bağlanmıştır. Bu ise koruma topraklamasıdır.

TT tipi şebeke sisteminde şu koruma düzenlerine izin verilebilir.

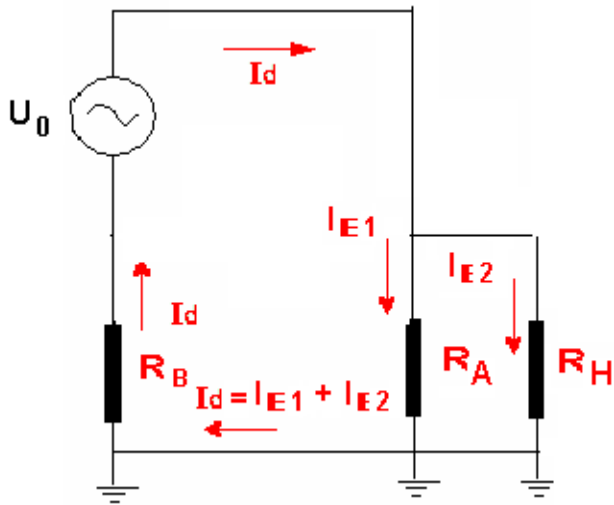
- 1-) Koruma topraklaması
- 2-) Hata gerilimi ile koruma bağlaması
- 3-) Hata akımı ile koruma bağlaması



## TT TOPRAKLAMA SİSTEMİ ÇALIŞMA ŞEKLİ



Şekil - 8 : TT Sistemlerde hata akımı Şematik gösterim



RA: topraklama direnci

RB : nötr toprak direnci

RH : İnsan vucut direnci

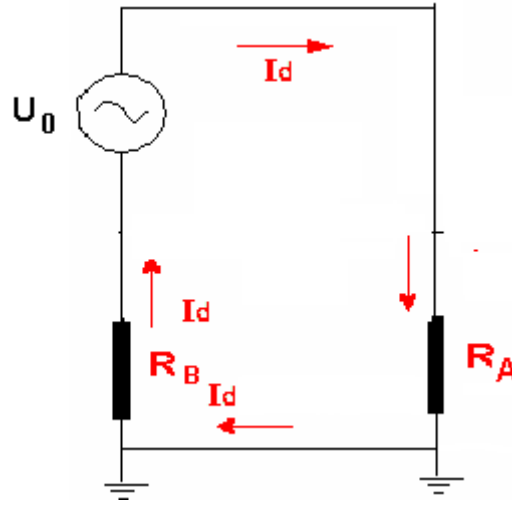
IE1: Topraklama üzerinden geçen toprak akımı

IE2: İnsan üzerinden geçen Toprak akımı

Id : Toplam hata akım

Şekil - 9 : TT Sistemi hata durumu eşdeğer şema

## TT TOPRAKLAMA SİSTEMİ ÇALIŞMA ŞEKLİ-2



Şekil - 10 : Basitleştirilmiş hata devresi diyagramı

Hata devresinde  $R_A$  topraklama direncine paralel bağlı  $R_H$  insan vücüdü direnci hesap sırasında önemli miktarda  $R_A$  direnç değerini değiştirmeyeceğinden hesapları basitleştirmek amacıyla ihmal edilecektir.

Şekil-10' a göre hata akımı

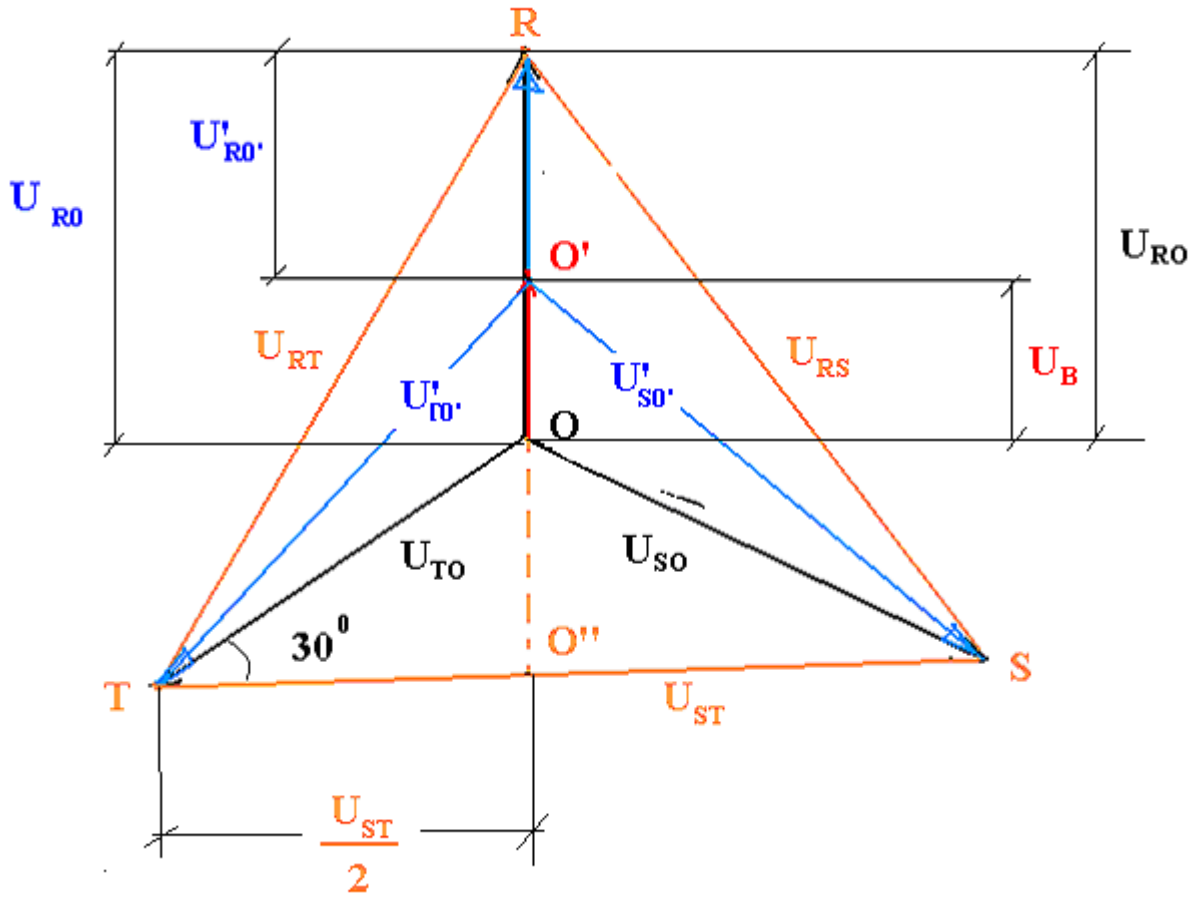
$$I_d = \frac{U_0}{R_A + R_B}$$

Hata esnasında meydana gelen dokunma gerilimi :

$$U_d = R_A \cdot I_d = \frac{U_0 \cdot R_A}{R_A + R_B}$$

Hatadan dolayı etkilenen tesis bölümü otomatik olarak devreden çıkartılır.

## TT TOPRAKLAMA SİSTEMİ HATA DURUMUNDA GERİLİMLER



Şekil-11 Gerilimler üçkeni

$U'_{RO}$  Hatalı fazın faz-Toprak gerilimi

$U'_{TO}, U'_{SO}$  Sağlam fazlara ait faz-Toprak gerilimlerinin sistemdeki bir faz-Toprak hatası sonucu aldığı değerler.

$U_B$  Bir faz-toprak hatası sonucu nötr noktasının toprağa göre alacağı gerilim.

TT sistemlerde toprak hatasına maruz kalmış devrede hata akımı nötr enerji kaynağının nötründe gerilim meydana gelmesine neden olur. Bu gerilim arızasız faz nötr gerilimlerinin yükselmesine yol açar.

Gerilim yükselme ifadeleri gerilimler üçkeni kullanılarak bulunabilir.

Gerilimler üçkeni ;Alçak gerilim sistemlerinde reaktansların etkisinin ihmal edilecek kadar düşük ve aşağı yukarı değişmeyeceği göz önüne alınarak çizilmiştir.

## TT TOPRAKLAMA SİSTEMİNDE HATA DURUMUNDA GERİLİM HESAPLAMALARI

$$\sin 30 = \frac{OO''}{OT} \quad OO'' = OT \cdot \frac{1}{2} \quad OO'' = \frac{U_0}{2}$$

$$U_{RO} = U_{SO} = U_{TO} = U_0$$

$$U_{RS} = U_{RT} = U_{ST} = U$$

$$U_{TO'} = U_{SO'} = U'$$

$$O'O' = O'O + OO'' = U_B + \frac{U_0}{2}$$

$TO'O''$  üçkeninde pisagor bağıntısına göre

$$(TO')^2 = (O'O'')^2 + (TO'')^2 = \left(U_B + \frac{U_0}{2}\right)^2 + \left(\frac{U}{2}\right)^2$$

$$U'^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} U_0\right)^2 + \left(U_B + \frac{U_0}{2}\right)^2$$

$$U' = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} U_0\right)^2 + \left(U_B + \frac{U_0}{2}\right)^2}$$

Bir faz-toprak hatası halinde sağlam fazların Faz Toprak gerilim değeri.

## TT TOPRAKLAMA SİSTEMİNDE HATA DURUMUNDA GERİLİM HESAPLAMALARI ÖRNEK

Yukardaki şekil de  $R_B=2\text{ohm}$  ve  $R_A=4\text{ ohm}$  olsun.

Bir faz-toprak hatası halinde devreden geçen akım :

$$I_d = \frac{220}{2+4} = 36,7 \text{ A}$$

Bu akımın nötr topraklama direncinden dolayı meydana getireceği nötr gerilimi :

$$U_B = R_B \cdot I_d = 2 \cdot 36,7 = 73,4 \text{ V} \geq 50 \text{ V}$$

Sağlam fazlardaki gerilimin ulaşacağı değer :

$$U' = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 220\right)^2 + \left(73,4 + \frac{220}{2}\right)^2} = 264 \text{ V} \quad \text{olacaktır.}$$

Aynı zamanda meydana gelen dokunma gerilimi ise :

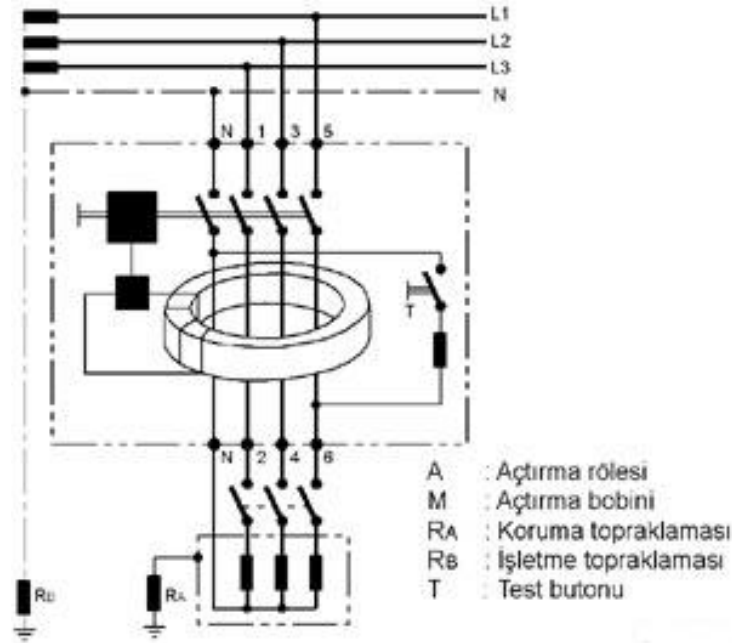
$$U_d = R_A \cdot I_d = 4 \cdot 36,7 = 147 \text{ V} \quad \text{olacaktır.}$$

Bu değer izin verilen 50 V un üstündedir.

**\* Bu durumda devreyi derhal kesebilecek RCD cihazının kullanılması gerekmektedir.**

**\*\* TT sistemlerde toprak hata akımları aşırı akım ve aşırı yük elemanlarının nominal akımları ve ya açma akımlarına göre çok küçük olduğundan bu sistemlerde mutlaka RCD cihazları kullanılmalıdır.**

## HATA AKIMI KORUMA SİSTEMİ “ TRİFAZE “



Şekil - 12 : Trifaze Hata Akımı Koruma Sistemi

### **Temas Gerilimi Etkisi :**

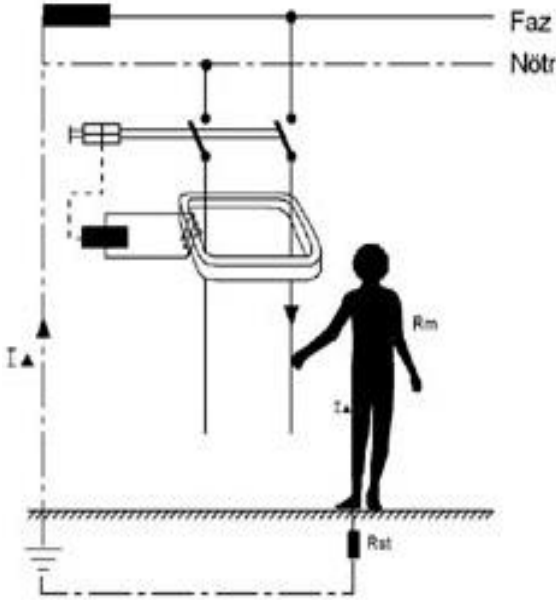
Temas Gerilimi Güvenlik eğrisi hayat ile ölüm arasındaki sınırı belirler. Bu gerilimin insan vücuduna zarar vermeyecek maksimum değeri, kaçak akımın eşik değeri olan 25 mA kabul edilerek ve kişinin bulunduğu ortama göre değişen iç direncinden hesaplanır. Normal şartlarda yetişkin bir insanın iç direnci 2 kohm dur. Nemli ortamlarda bu direnç 1 kohm'a , ıslak ortamlarda ise 480 ohm'a düşer.

### **Çalışma Prensibi :**

Kaçak Akım Koruma Şalteri Şekil te de görüldüğü gibi faz veya fazlar ile nötr çok hassas bir bir toroidal nüvenin içinden geçirilir. Gelen akım ile dönen akım arasında bir fark olmadığı sürece her şey normaldir ve açırma rölesi üzerinde sükunet halinin manyetik akısı akar. Bir hata anında fark akımı oluştuğunda akım trafosu sekonder tarafında indüklenen gerilim nedeniyle açırma rölesinin üzerindeki manyetik akı bozulur. Bir yay doğal mıknatısa bağlı mandal boşalır ve yayın kuvveti ile açma bobinine mekanik olarak açma sinyali verilir. Açırma bobini ise ana kontakları açarak elektriği keser. Bu işlem 30 ms altında gerçekleşir. Basit gibi görünen bu mekanizma insan hayatı söz konusu olduğu için yüksek bir teknoloji ürünü olmalı ve şalter aynı işlemlerle kez hatasız yapmalıdır.



## HATA AKIMI KORUMA SİSTEMİ “ MONAFAZE “



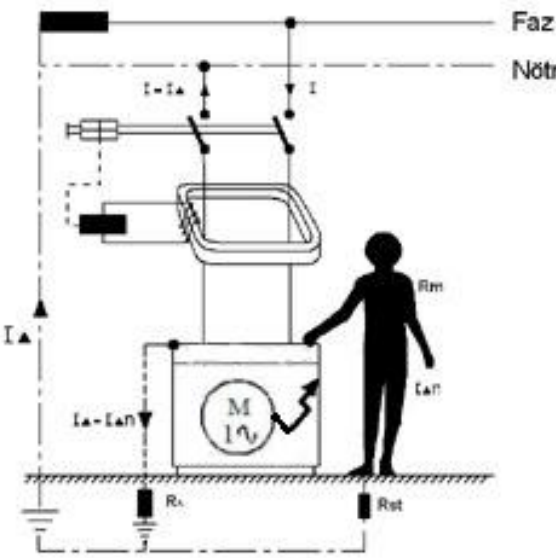
Şekil - 13 : Monafaze Direkt Temas durumu.

### A- Direkt Temas :

Bir İnsanın, işletmeye tabi olan gerilim taşıyan parçalara direkt teması olayıdır.( Şekil- 13 )

Bu durumda kaçak akım insan vücudu üzerinden toprağa akarak devresini tamamlar.

Temas geriliminin yüksek değerlerin de ( AC 50 Volt' tan büyük değerler için ) Vücuttan geçen hata akımı ölümcül bir kazaya neden olabilir.



Şekil - 14 : Monafaze Endirekt Temas durumu.

### B- Endirekt temas:

Gerilim altında çalışan bir cihazda yalıtım hatasından dolayı bir kaçak oluştuğunda, kaçak akım topraklama direnci üzerinden devresini tamamlar.

Bu durumda tesadüfen arızalı cihaza temas eden bir insan, paralel olarak hata akımı devresine girer ve kaçak akımın bir kısmı dainsan vücudu üzerinden toprağa akar (Şekil- 14 )

Bu yüzden endirekt temas durumlarında topraklamanın nasıl yapıldığı çok önemlidir.

**FARKLI TOPRAKLAMA**

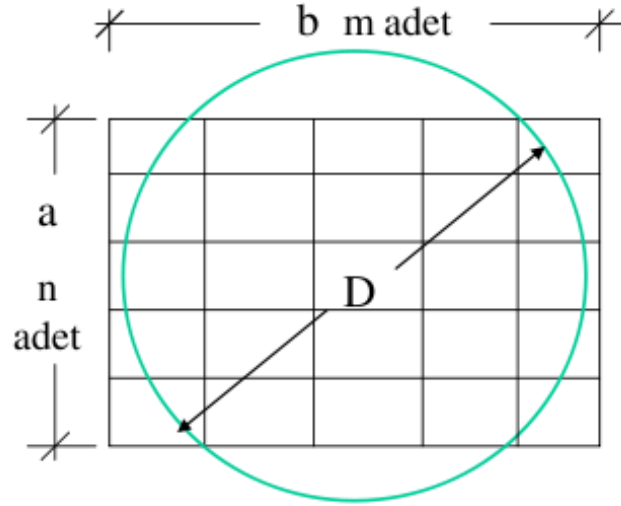
**SİSTEMLERİNDE**

**TOPRAK GEÇİŞ DİRENCİNİ**

**HESAPLANMASI**

## GÖZLÜ TOPRAKLAYICI TOPRAKLAMA DİRENCİ HESABI

Gözlü topraklayıcılar daha çok santrallerde, transformatör merkezlerinde kullanılır



Şekil - 15 : GözlüTopraklayıcı

$$R_E = \frac{\rho_E}{2 \cdot D} + \frac{\rho_E}{L}$$

$$D/2 = \sqrt{(a \cdot b / \pi)}$$

$$L = a \cdot n + b \cdot m$$

**RE** : Topraklama direnci

**D** : Gözlü topraklayıcının eşdeğer daire alan çapı

**$\rho_E$**  : Özgül toprak direnci

**L** : Topraklayıcı toplam iletken uzunluğu

## ŞERİT TOPRAKLAYICI TOPRAKLAMA DİRENCİ HESABI



$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi L} \ln \frac{2L}{d}$$

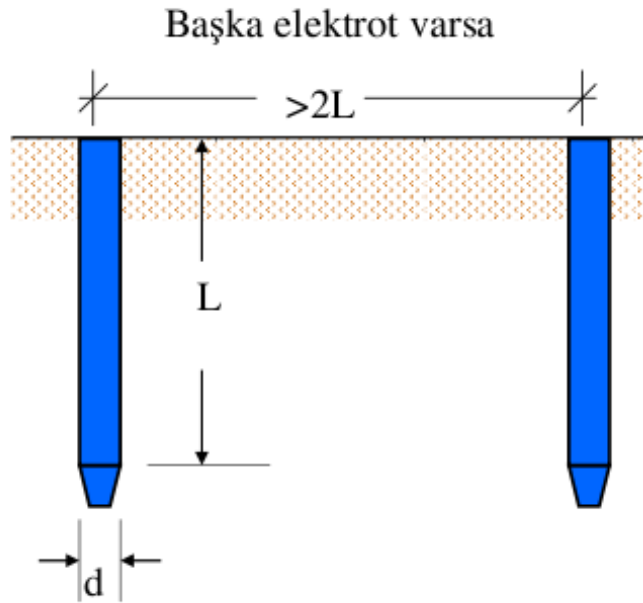
$$d = 2(b+s)/\pi$$

---

## ÇUBUK TOPRAKLAYICI TOPRAKLAMA DİRENCİ HESABI

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

\* Yaklaşık Hesap

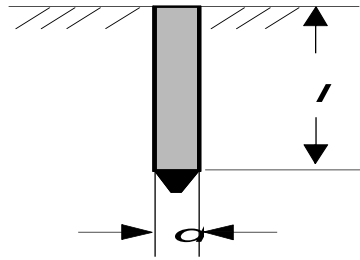


$$R_E = \rho_E / L *$$

Şekil - 16 : Çeşitli Tip Topraklayıcılar

## Derin (çubuk) topraklayıcı:

Boru ya da profil çelikten yapılan ve toprağa çakılarak kullanılan topraklayıcılardır. Çubuk topraklayıcılar yere olabildiğince dik olarak çakılmalıdır. İstenilen küçük yayılma direncinin sağlanabilmesi için birden çok çubuk topraklayıcının kullanılması gerekiyorsa, bunlar arasındaki açıklık, en az bir topraklayıcı boyunun iki katı olmalıdır. Toprağın üst tabakasının kuruması ve donması gibi nedenlerle paralel bağlı çubuk topraklayıcılar bütün uzunlukları boyunca etkili olmadıklarından, bunlar arasındaki uzaklık bir topraklayıcının etkili boyunun en az iki katı olmalıdır.



Ana formül :

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d}$$

Yaklaşık hesap ile :

$$R_E = \frac{\rho_E}{l}$$

Bu formüllerde,  $l$  topraklayıcının boyu,  $d$  topraklayıcının çapı ve  $r_E$  toprak öz direncidir.

## GÖZLÜ VE ÇUBUK ELEKTROTLU SİSTEM TOPRAKLAMA HESABI

Kullanılan elektrot 1,5 mt boyunda ve 20 mm çapındadır

Toprak Özgül Direnci 50  $\Omega$

Toplam İletken uzunluğu

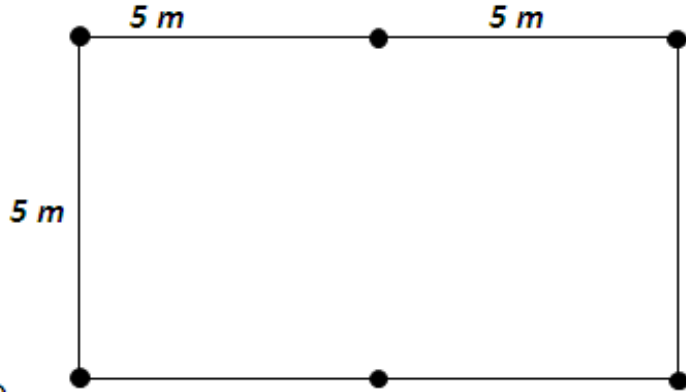
$$l = 2 \times 10 + 2 \times 5 = 30 \text{ mt}$$

Eşdeğer Çap

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2 \times \sqrt{\frac{10 \times 5}{3,14}} = 7,98$$

Toprak Ağının Yayılma Direnci

$$R = \frac{P}{2D} + \frac{P}{I} = \frac{50}{2 \times 7,98} + \frac{50}{30} = 4,81 \Omega$$



**Topraklama ağına 6 adet çubuk topraklayıcı eklenecek**

**Her bir çubuğun topraklama direnci :**

$l$  : 1,5 mt,  $d$  : 0,02 mt

$$R_{\text{ç}} = \frac{P}{2\pi l} * \ln \frac{4l}{d} =$$

$$R_{\text{ç}} = \frac{50}{2 * \pi * 1,5} * \ln \frac{4 * 1,5}{0,02} = 30,25 \Omega$$

6 adet topraklayıcı için

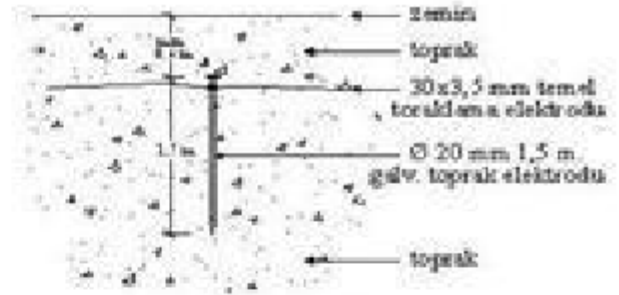
$$R_{\text{ç eş}} = \frac{30,25}{6} = 5,04 \Omega \quad \% 10 \text{ karşılıklı etkileşim kaybı } 1,1 * 5,04 = 5,544 \Omega$$

Topraklama sisteminin toplan eş değer yayılma direnci % 10 infa etkisi göz önüne alınarak

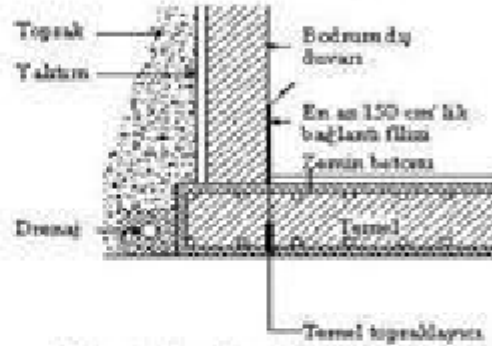
$$R_{\text{ç eş}} = 1,1 * \frac{4,81 + 5,544}{4,81 + 5,544} = 2,56 \Omega$$

## TOPRAKLAMA HESABI - 2

- $\beta$  = Toprak özgül direnci  
 $A$  = Binarın tem alanı  
 $L$  = Şerit uzunluğu  
 $D$  = Şerit çapı (Eşdeğer alanı)  
 $h$  = Gömülme derinliği  
 $L_{\zeta}$  = Çubuk boyu  
 $R_y$  = Yatay topraklama eşdeğer direnci  
 $R_{\zeta}$  = Diket topraklama eşdeğer direnci  
 $R_e$  = Toplam topraklama eşdeğer direnci



Topraklama Detayı



Demir donatısı bulunan temel

$$\begin{aligned} A &= 142 \text{ m}^2 \\ L &= 68 \text{ m} \\ \zeta &= 4 \text{ adet} \\ L_{\zeta} &= 1,5 \text{ m } [\text{Ø } 20 \text{ mm}] \end{aligned}$$

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{A}{3,14}} = 2 \times \sqrt{\frac{142}{3,14}} = 2 \times \sqrt{45,22} = 13,45 \text{ m}$$

$$\beta = 150 \text{ ohm m kabul edilirse;}$$

$$R_y = \frac{\beta}{2D} + \frac{\beta}{L} = \frac{150}{2 \times 13,45} + \frac{150}{68} = 7,78 \text{ ohm}$$

$$R_{\zeta} = \frac{\beta}{4 \times \zeta \times L_{\zeta}} = \frac{150}{4 \times 4 \times 1,5} = 25,00 \text{ ohm}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_y} + \frac{1}{R_{\zeta}} = \frac{1}{7,78} + \frac{1}{25,00}$$

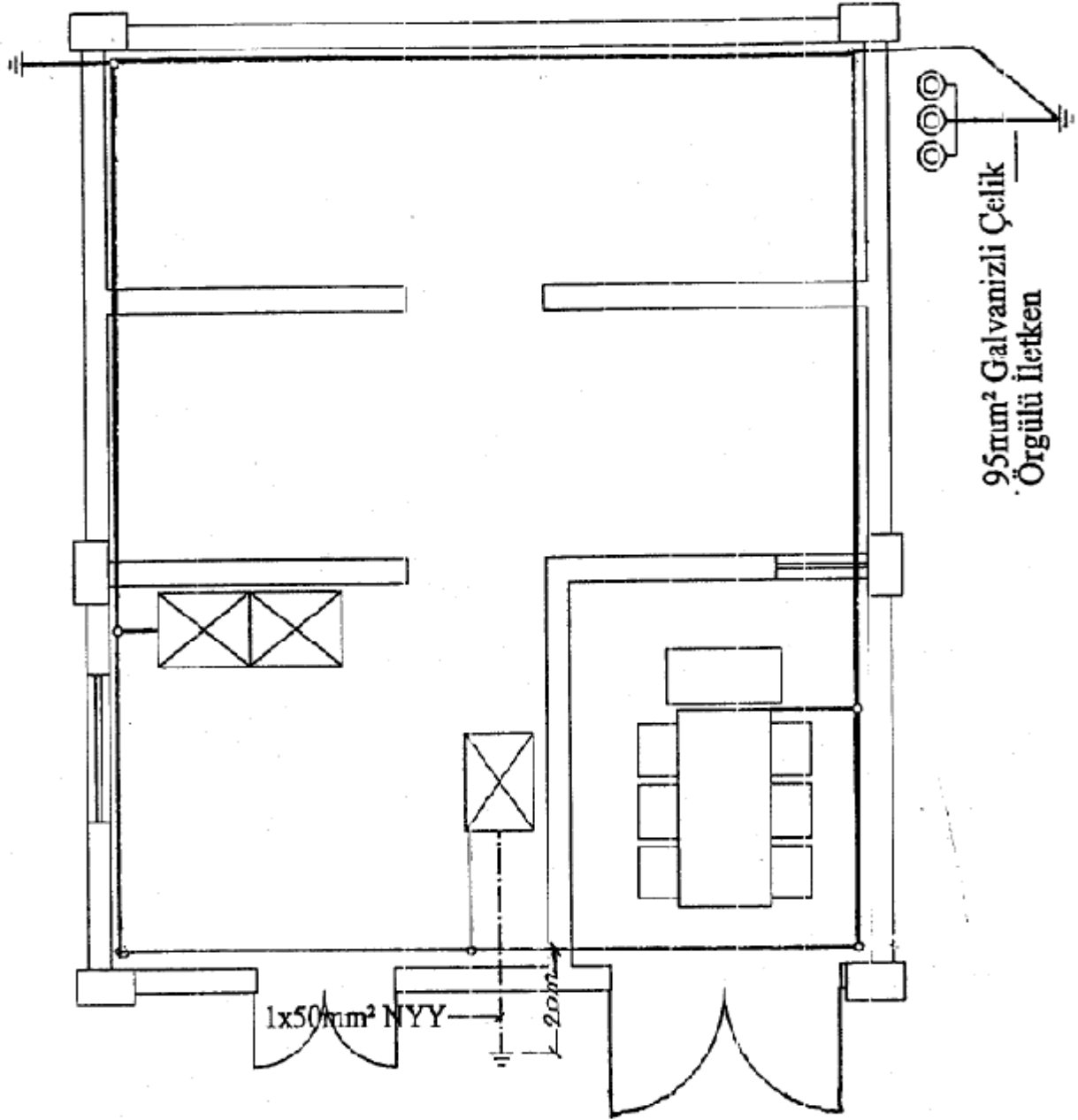
$$R_e = \frac{7,78 \times 25,00}{7,78 + 25,00} = 5,93 \text{ ohm}$$

**ENH VE OG - AG**  
**ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİNDE**  
**TOPRAKLAMALARA AİT**  
**UYGULAMA ESASLARI**  
**EL KİTABI – 6**  
**ŞEBEKE RESİMLERİ**  
**DAĞITIM HAT VE ŞEBEKELERİ**  
**PROJE VE TESİS DAİRESİ**  
**BAŞKANLIĞI**  
**NİSAN 2001 ANKARA**



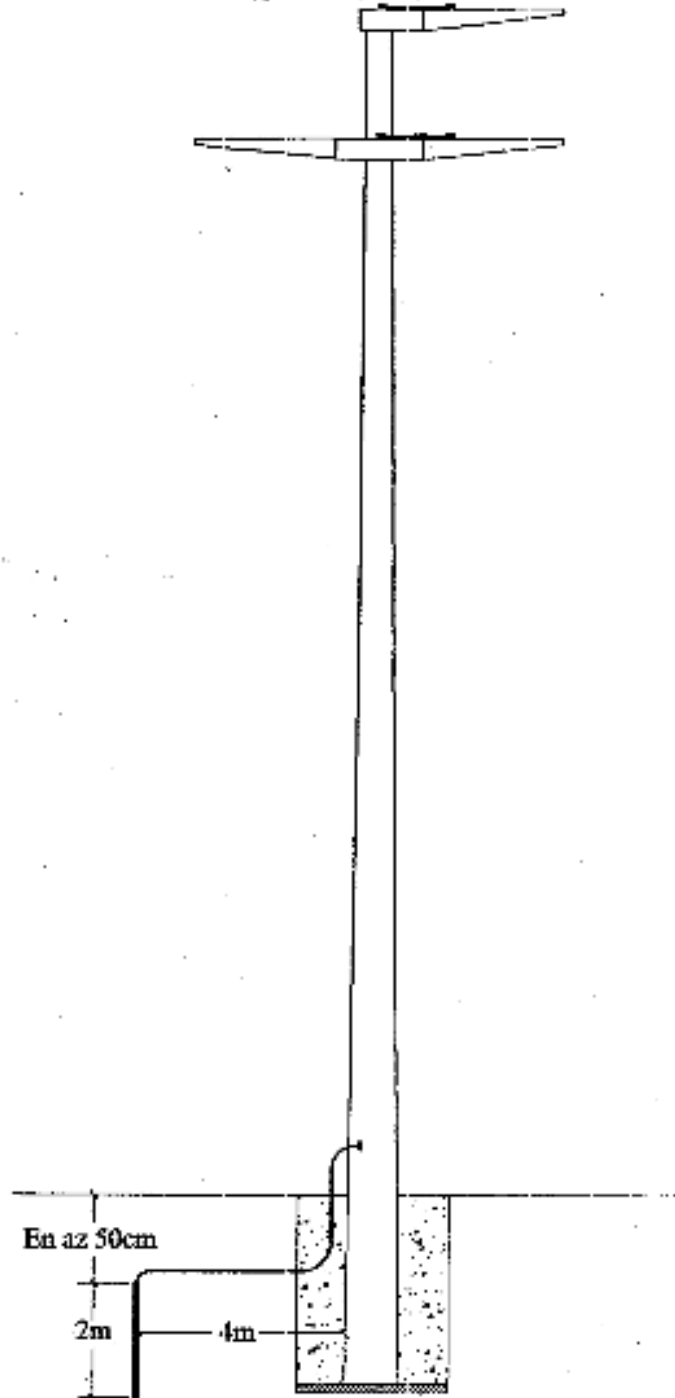
**ENH VE OG / AG ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİNDE  
TOPRAKLAMALARA AİT UYGULAMA ESASLARI  
EL KİTABI – 6**

**NİSAN 2001**



**TRAFO BİNALARINDA KORUMA ve İŞLETME TOPRAKLAMASI**

**ENH VE OG / AG ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİNDE**  
**TOPRAKLAMALARA AİT UYGULAMA ESASLARI**  
**EL KİTABI – 6** **NİSAN 2001**

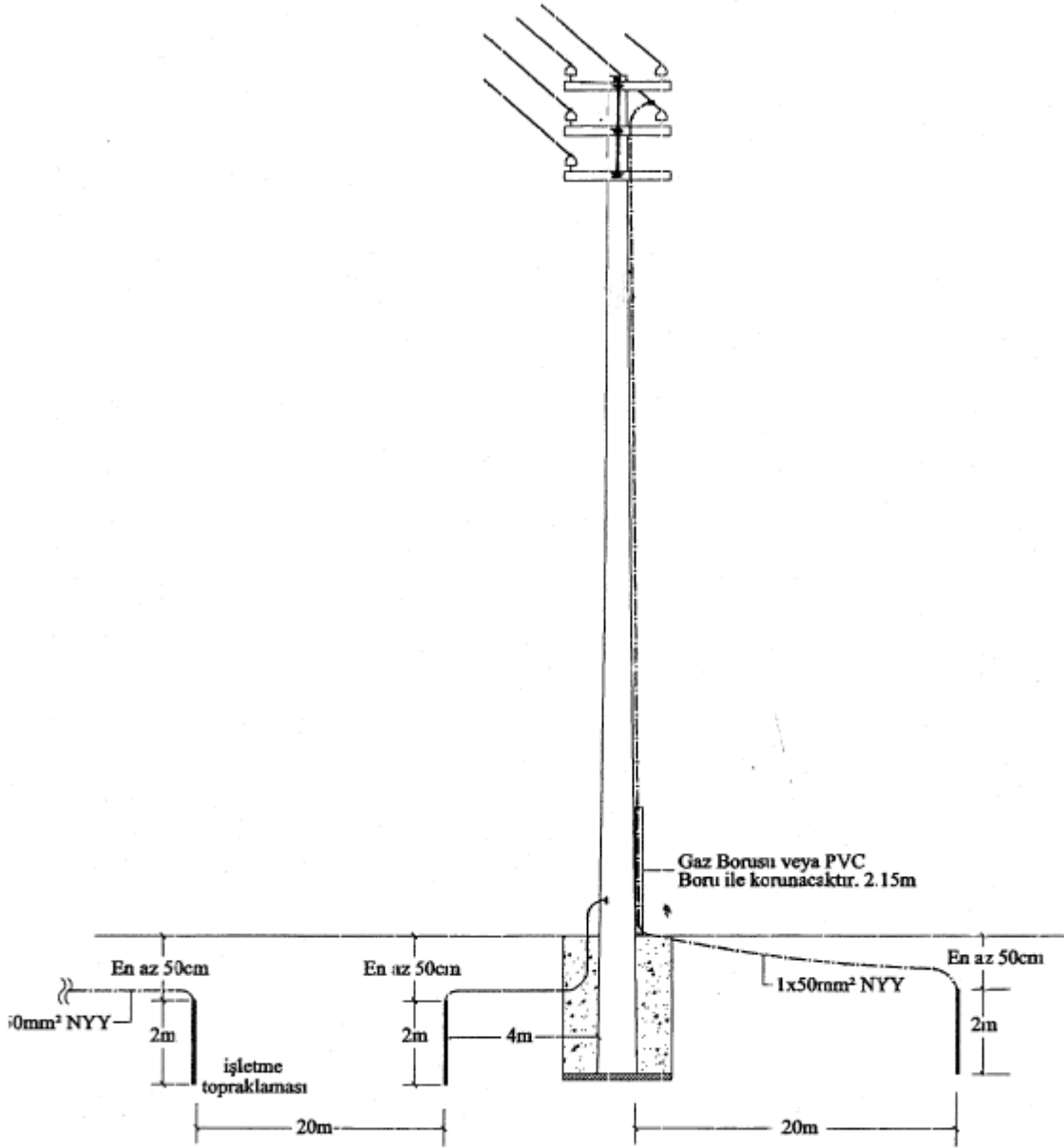


**SWALLOW ve 1/0 RAVEN BETON  
E.N.H KORUMA TOPRAKLAMASI**



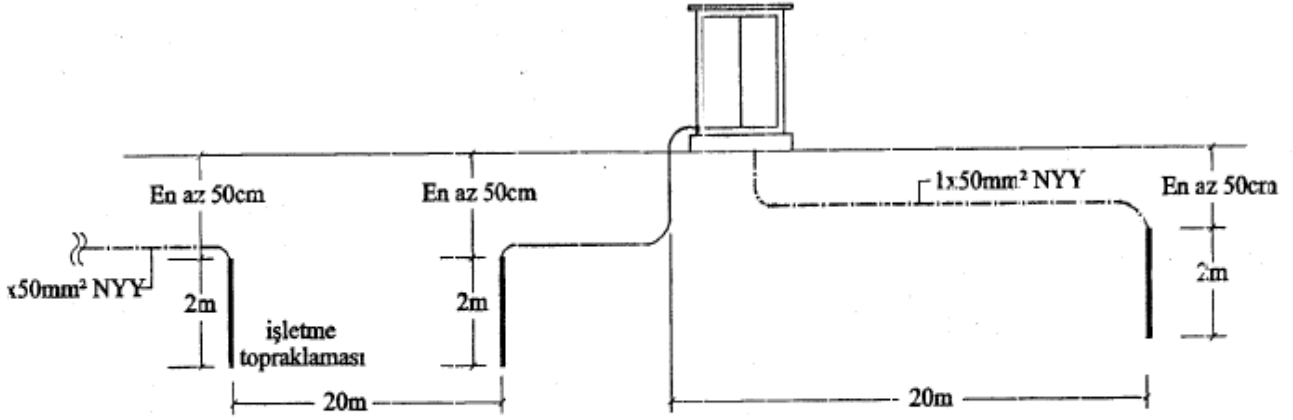
**ENH VE OG / AG ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİNDE  
TOPRAKLAMALARA AİT UYGULAMA ESASLARI  
EL KİTABI – 6**

**NİSAN 2001**

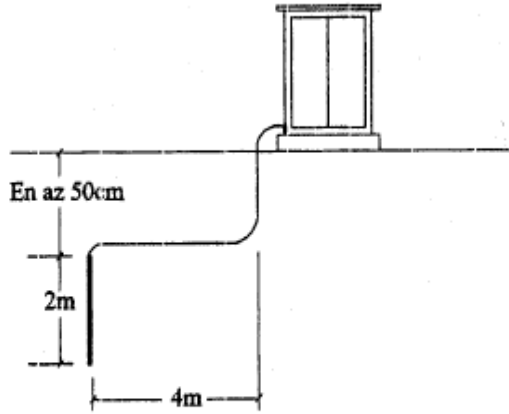


**A.G BETON NİHAYET DİREĞİNDE İŞLETME ve KORUMA TOPRAKLAMASI**

**ENH VE OG /AG ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİNDE  
TOPRAKLAMALARA AİT UYGULAMA ESASLARI  
EL KİTABI – 6** **NİSAN 2001**



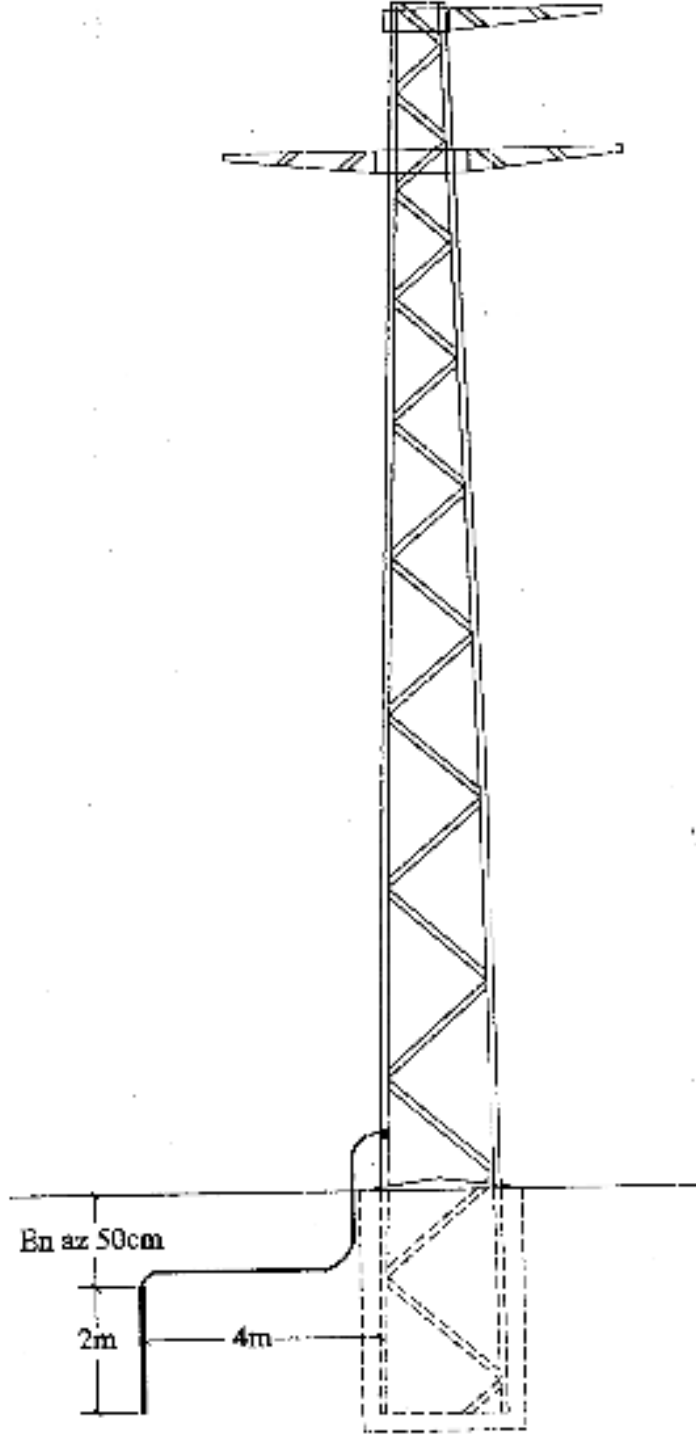
**A.G ABONE DAĞITIM PANOSUNDA KORUMA ve İŞLETME TOPRAKLAMASI**



**A.G ABONE DAĞITIM PANOSUNDA KORUMA TOPRAKLAMASI**

**Şekil-6**

**ENH VE OG / AG ELEKTRİK DAĞITIM TESİSLERİNDE**  
**TOPRAKLAMALARA AİT UYGULAMA ESASLARI**  
**EL KİTABI – 6** **NİSAN 2001**



**BOYALI KAYNAKLI E.N.H DEMİR DİREĞİNDE KORUMA TOPRAKLAMASI**

**PROJE VE TESİS DAİRESİ BAŞKANLIĞI**  
**ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKELERİ OG DAĞITIM HATLARI**  
**DEMİR DİREK MONTAJ TEKNİK ŞARTNAMESİ**

**Madde - 10**

ENH' daki Tüm direkler topraklanacak ve topraklama direnci 20 Ohm' dan küçük olacaktır. Direk ve topraklama elektrodu bir bütün olarak düşünöldü - ğünden, topraklama dirençleri topraklama irtibatları direktten ayırmadan ölçölerek kontrol edilecektir.

Topraklama direğin zeminle temasını en iyi tarzda sağlayacak şekilde ve Sözleşmeye ekli resimlerdeki kollardan biri olmak üzere direk dikmesinden itibaren 0-30 m.lik bir saha içerisinde yukarıda belirtilen 20 Ohm'u sağlayacak en uygun bir yere ve topraklama elektrodu en az 70 cm derinlikte düşey düz - lemde dikine yerleştirilerek yapılacaktır. Topraklama Elektrodu en az 200 cm. boyunda ve en az 5 cm. çapında galvanizli boru ile veya aynı boyda L..65.65.7 ebadında galvanizli profilinden yapılacaktır.

Topraklama elektrodunun direk gövdesine irtibatlandırılması asgari 70 mm<sup>2</sup> kesitinde galvanizli örgölü çelik telden yapılacaktır. (Galvanizli çelik şerit veya lama ile kabul edilmez).

1. topraklama direk çukuruna veya direğe yakın bir yere yapılabilir. Bu şekilde yapılan 1. topraklamada direnç 20 Ohm' un altına düşmediği takdirde, Yüklenici (1. topraklamayı sökerek veya sökmeden) 2. topraklamayı sözleş -meye ekli resimlerdeki kollardan biri olmak üzere kontrolün gözetimi altında bedelsiz olarak yapacaktır.

Ancak , topraklama direnci bu topraklama ile de 20 Ohm' un altına düşmezse yüklenici 3. topraklamayı TEDAŞ' ın yazılı talimatına gerek olmadan , sözleşmeye ekli resimdeki kollardan biri olmak üzere kontrolün gözetimi altında bedeli karşılığında yapacaktır.

Topraklama yine de 20 Ohm' un altına düşmezse TEDAŞ' ın gerek görmesi ve yazılı talimatını takiben yüklenici 4. topraklamayı , sözleşmeye ekli resimlerdeki kollardan biri olmak üzere kontrolün gözetimi altında bedeli karşılığında yapacaktır. Bu durumda da topraklama direnci 20 Ohm' un altına düşmezse olduğu gibi bırakılacaktır.

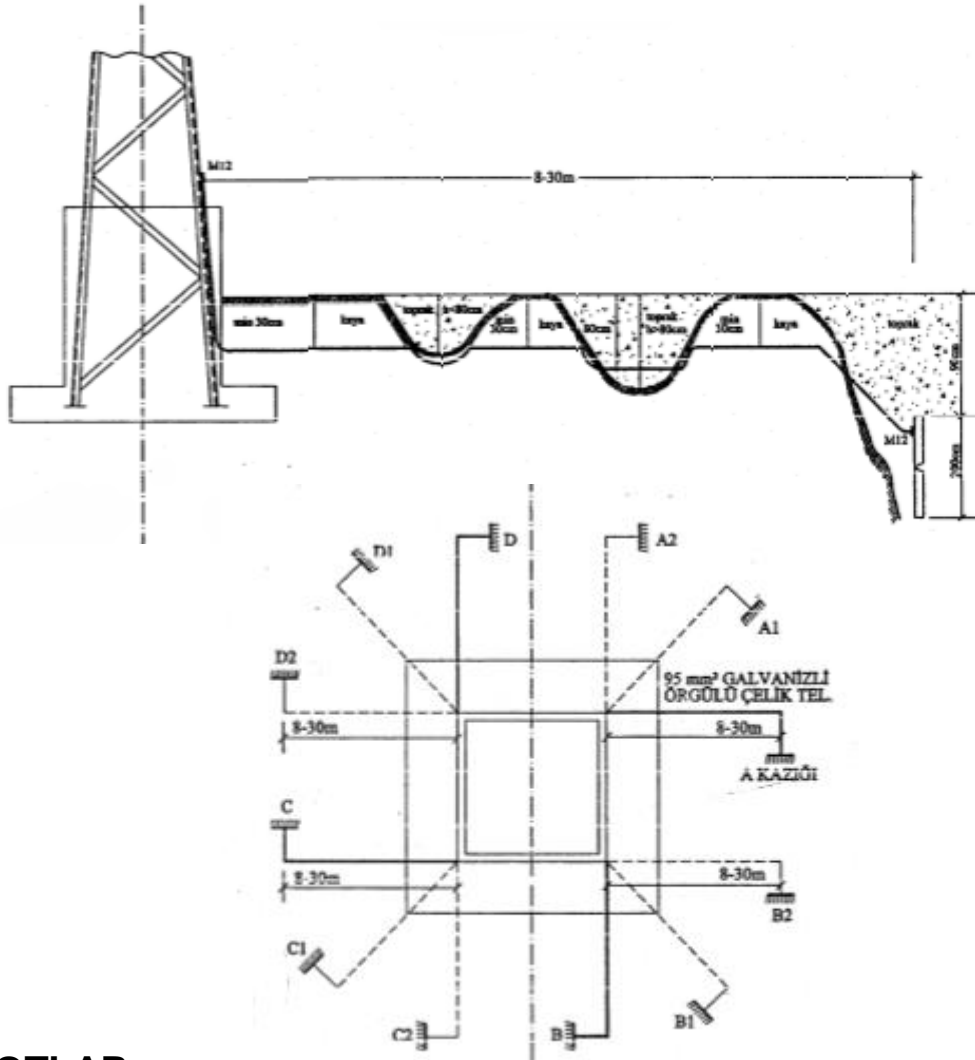
Ancak direk montajı sırasında gerek direk yeri gerekse 30 m' lik saha içinin tamamen kayalık olduğu ve toprak geçiş direncinin 20 Ohm' dan yüksek çıkacağı önceden belirli olan yerlerde topraklamalar için başında ve kontrolün gözetimi altında peşinen ilgili direğin dört ayak çukuruna yapılacaktır. Bu şekilde topraklaması yapılan direklerde, topraklama geçiş direncinin 20 Ohm' un altına düşmemesinden dolayı ayrıca ilave toprakla -ma yapılmayacaktır.

Direğin dört ayak çukuruna yapılan bu tür topraklamalar için yüklenici -ye ilave bir bedel ödenmeyecektir.

Ayrıca, TEDAŞ lüzum görürse fiyatı karşılıklı olarak tespit edilmek üzere yeni bir topraklama şekli teklif edebilir. Yüklenici bunu da yapmakla Mükelleftir.

## 34,5 KV 3 x 3/0 ... 3 x 477 AWG DİREK TOPRAKLAMA DETAYI – 1

“ DAĞITIM HAT VE ŞEBEKELERİ PROJE VE TESİS DAİRE BAŞKANLIĞI EL KİTABI-6 ”



### NOTLAR :

1-) Topraklama elektrodları A, B, C, D Zeminin en müsait yeri olmak üzere A1 , B1, C1 , D1 veya A2 , B2 , C2 , D2 noktalarında gömülecektir.

2-) Topraklama Montaj Şartnamesinin 9. Maddesine uygun olarak tesis edilecektir.

3-) Direk direncini düşürmek için klorürler ve iletkenliği artırıcı tuzlar kullanılmayacaktır.

4-) Topraklama direnci ölçme raporlarında direncin değeri, ölçme tarihi, sıcaklık derecesi ve zeminin haiz bulunduğu durumlar ( Yaş, normal, kuru veya çok kuru gibi ) belirtilecektir.

5-) Topraklama kazığının ucu kapalı ve çakılmaya müsait şekilde sivriltilmiş olacaktır.

6-) Topraklama irtibat teli kayalık zeminde minimum 30 cm derinliğe gömülecek ve üzerine beton dökülerek kayalık zemine tespit edilecektir.

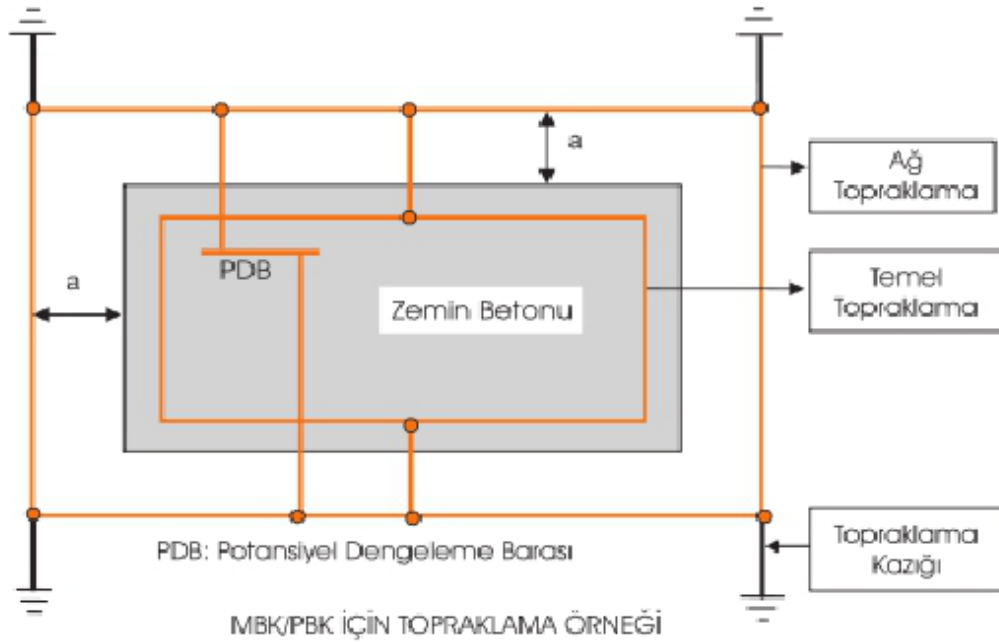
7-) Kazıklar arasında 4 m mesafe olacaktır.

8-) Birinci topraklama kazığı direk çukuruna yapılmış ise ikinci topraklama kazığı bu kazıktan 8 m ileriye yapılacaktır.



**TEMEL**  
**TOPRAKLAMASI**  
**BİLGİLERİ**

## YENİ TİP BETON KÖŞK DAĞITIM TRAFOSU TOPRAKLAMA ÖRNEĞİ ( ELKO FİRMASI )



### **Temel Topraklaması:**

En az 100 mm<sup>2</sup> kesitli galvanizli Bakır serit kullanılarak yapılır. Galvanizli çelik serit; zemin betonu dökülmeden önce yere dik olarak döşenmeli, zemin betonu içinde yer alan hasır çelik ile birleştirilmelidir. İletkenin beton ile tamamen örtülmesine dikkat edilmelidir. (Yaklaşık 5 cm.) Temel topraklamasından çıkarılacak filizler, en az iki taraftan Ağ Topraklaması ile birleştirilmelidir.

### **Ağ Topraklaması:**

En az 100 mm<sup>2</sup> kesitli galvanizli çelik kullanılarak yapılır. İletken toprak seviyesinde en az 0.5 metre derinliğe gömülmelidir. Ağ Topraklama iletkeni ile Kompakt Köşkün duvarları arasındaki mesafe (a), en az 1 metre olmalıdır.

### **Topraklama Kazığı:**

Derin topraklayıcı olarak Topraklama Kazığı kullanılmalıdır. Ağ Topraklamasının dört ucuna Topraklama Kazığı çakılması, iyi bir topraklama direncinin elde edilmesinde yararlı olacaktır. Ölçüm sonucunda topraklama direncinin hesap edilen değerden yüksek çıkması halinde, ilave topraklama kazıkları çakılmalıdır. Topraklama kazıkları arasındaki mesafe, kazık boyunun en az iki katı kadar olmalıdır.

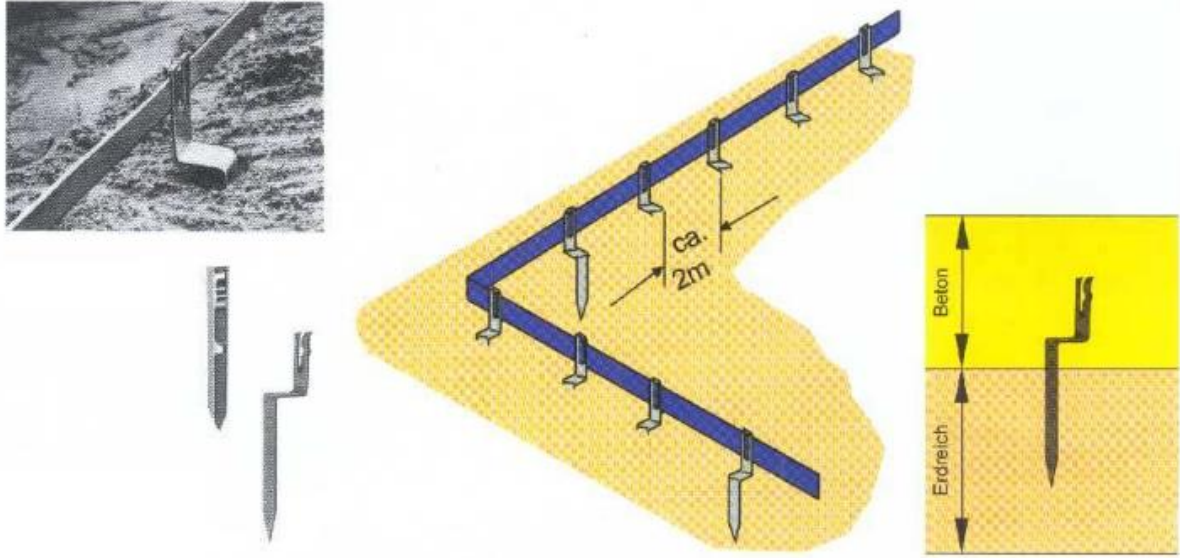
*NOT: Derin topraklayıcı olarak levha kullanılması, Elektrik Tesisleri Topraklamalar Yönetmeliğine göre UYGUN DEĞİLDİR.*

### Diğer Hususlar

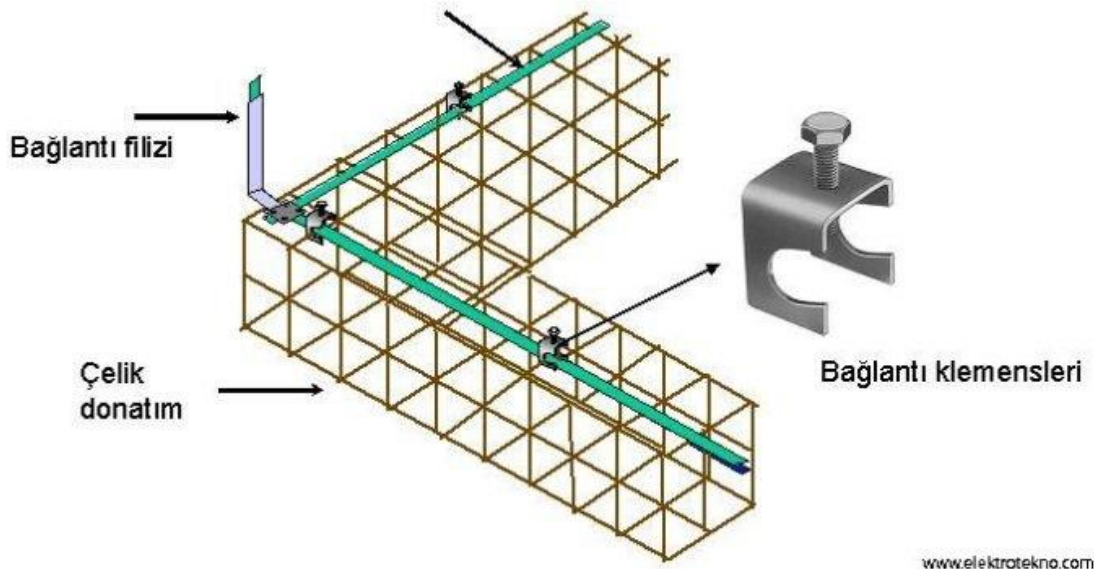
1. Elektrik Tesisleri Topraklamalar Yönetmeliğinde belirtilen koşulların sağlanması halinde, Koruma Topraklaması ile İşletme Topraklaması birleştirilebilir. Aksi halde, Koruma Topraklaması ile İşletme Topraklaması arasında en az 20 metre mesafe olmalıdır.
2. İki parçalı OG/AG Dağıtım Transformator merkezlerinde her iki mahfazanın Koruma Topraklaması, birbiri ile birleştirilmelidir.
3. PDB'nin Ağ Topraklamaya irtibatını sağlayan iletkenin kesiti, kısa devre akımına ve süresine bağlı olarak KULLANICI tarafından seçilecektir.

## TEMEL TOPRAKLAMA DETAYLAR I- 1

Temel topraklamada mesafe tutucuların görünüşü



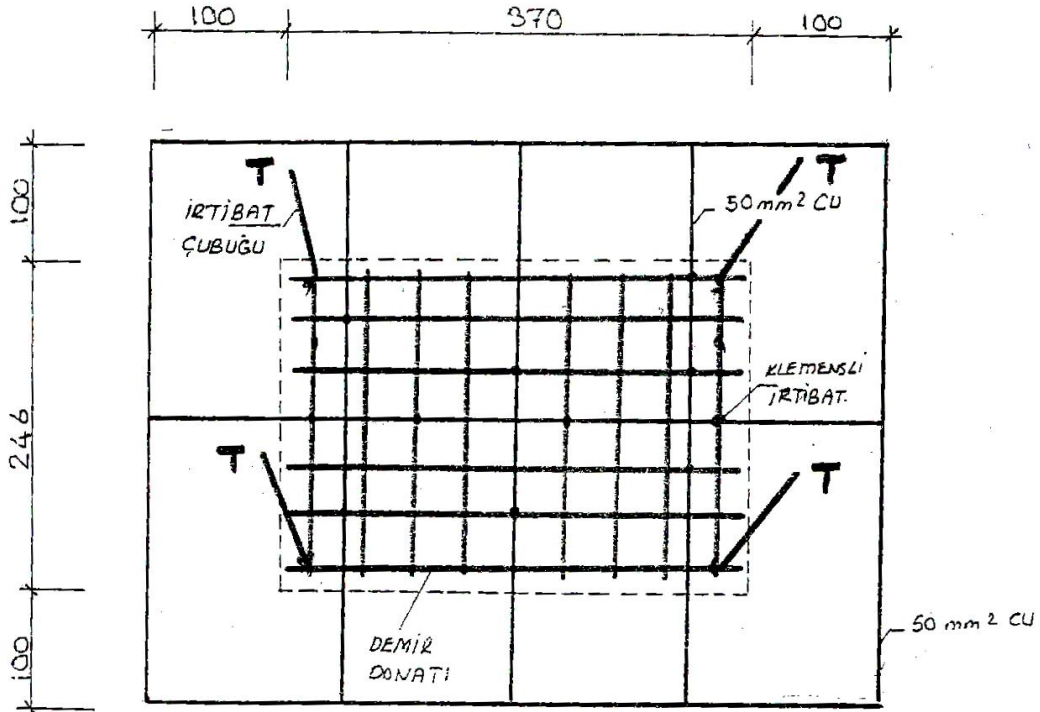
Temel topraklama şeridi (30x3,5 mm) en alt sıradaki çelik hasır üzerine yerleştirilmelidir.



www.elektrotekno.com

Şekil -2 : Temel Topraklama Detayları

## TEMEL TOPRAKLAMA DETAYLARI - 2

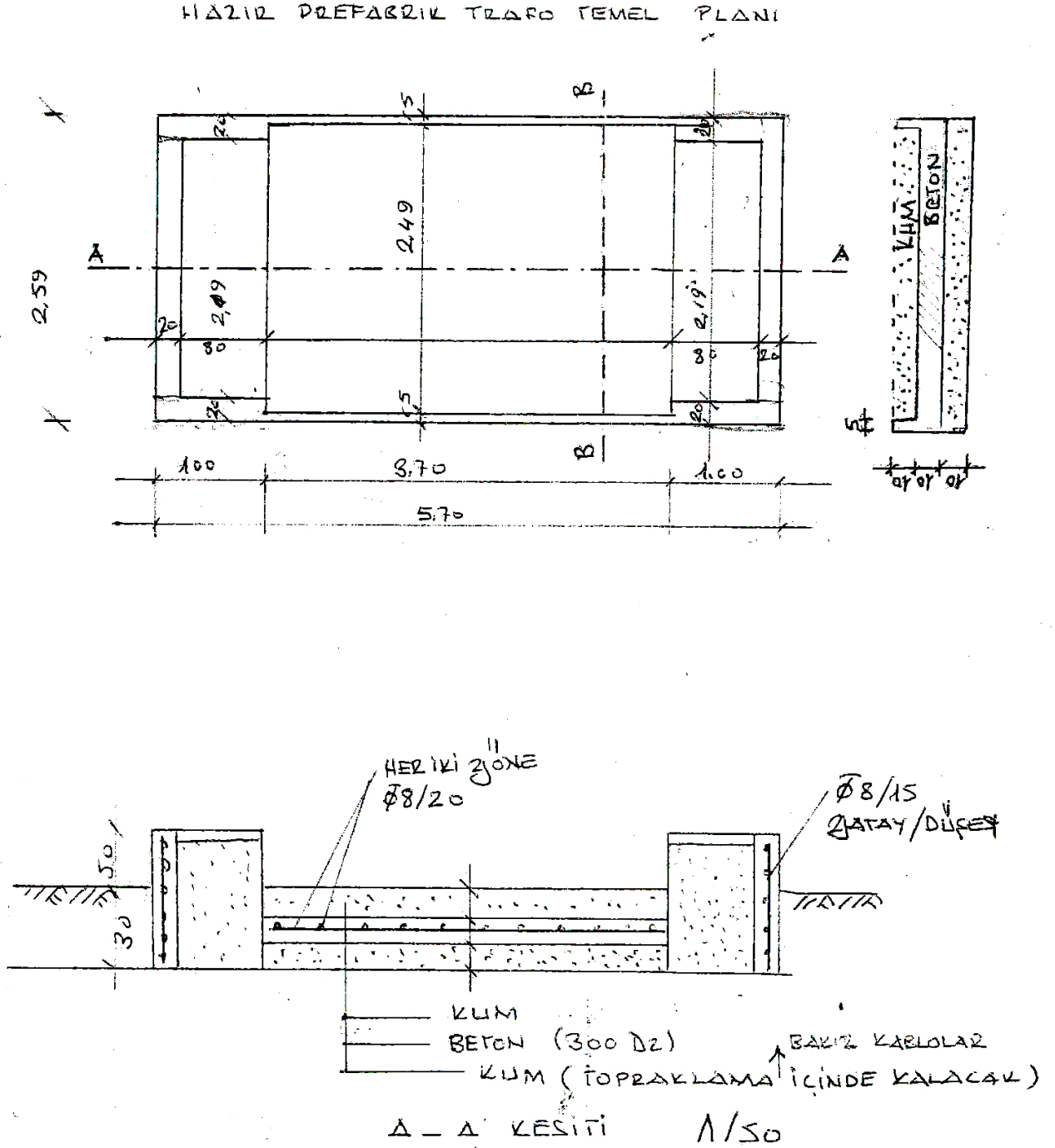


T = TOPRAKLAMA İRTİBAT ÇUBUĞU

ÖRGÜLÜ BAKIR (50 mm<sup>2</sup> CU) TOPRAKLAMA KABLOLARI DÖŞENEN KUM ZEMİNİN ÜZERİNE ATILACAK OLAN DEMİRLİ BETON ZEMİNİN İÇİNDEKİ DEMİR DONATIYA KLEMENS YASITASI İLE İRTİBATLANDIRILACAKTIR. BU ŞEKİLDE TOPRAKLAMA YAPILMIŞ OLUP ENAZ DÖRT NOKTADAN (50 mm<sup>2</sup> CU) ÖRGÜLÜ BAKIR İLE İRTİBATLANAN DEMİR DONATIDAN TOPRAKLAMA İRTİBAT ÇUBUĞU 1 MT. BOYUNDA BIRAKILACAKTIR. BIRAKILAN BU ÇUBUKLAR Ø10 VEYA Ø12 DEMİR OLACAKTIR. ÇUBUKLAR BETON İÇİNDEKİ DEMİR DONATIYA KAYNAKLANACAKTIR.

Şekil - 3 : Beton Köşk Tipi TM Temel Topraklama Planı

## TEMEL TOPRAKLAMA DETAYLARI - 3



Şekil - 4 : Beton Köşk Tipi TM Temel Topraklama Planı Kesitler







**TOPRAKLAMA**

**EK**

**DÖKÜMANLARI**



## **TOPRAKLAMA TESİSLERİ KONTROL DÖNEMLERİ**

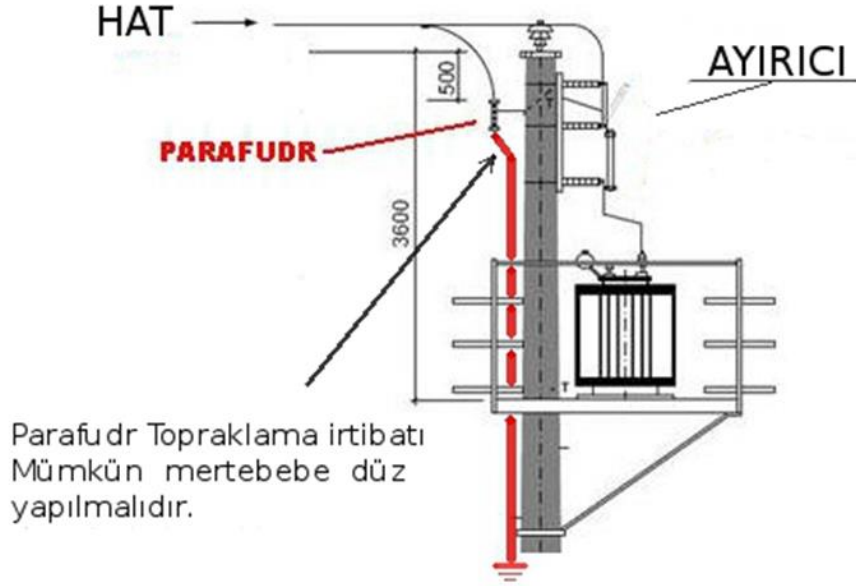
Çeşitli topraklama tesislerinin işletme dönemi içindeki muayene, ölçme ve denetlemelere ilişkin önerilen periyotlar aşağıda verilmiştir:

- 1) Elektrik üretim iletim ve dağıtım tesisleri (enerji nakil ve dağıtım hatları hariç) için: 2 yıl,**
- 2) Enerji nakil ve dağıtım hatları için: 5 yıl,**
- 3) Sanayi tesisleri ve ticaret merkezleri için:**
  - i) Topraklamalara ilişkin dirençlerinin muayene ve ölçülmesi: 1 yıl,
  - ii) Topraklama tesisleri ile ilgili diğer muayene, ölçme ve kontroller: 2 yıl,
- 4) Sabit olmayan tesisler için:**
  - i) Sabit işletme elemanları için: 1 yıl,
  - ii) Yer değiştirebilen işletme elemanları için: 6 ay.
- 5) Parlayıcı, Patlayıcı Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerleri ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük kapsamındaki topraklama tesisleri ile ıslak ortamlarda çalışılan işyerlerindeki topraklama tesislerinin muayene, ölçme ve denetleme periyotları bir yılı aşmaz.**

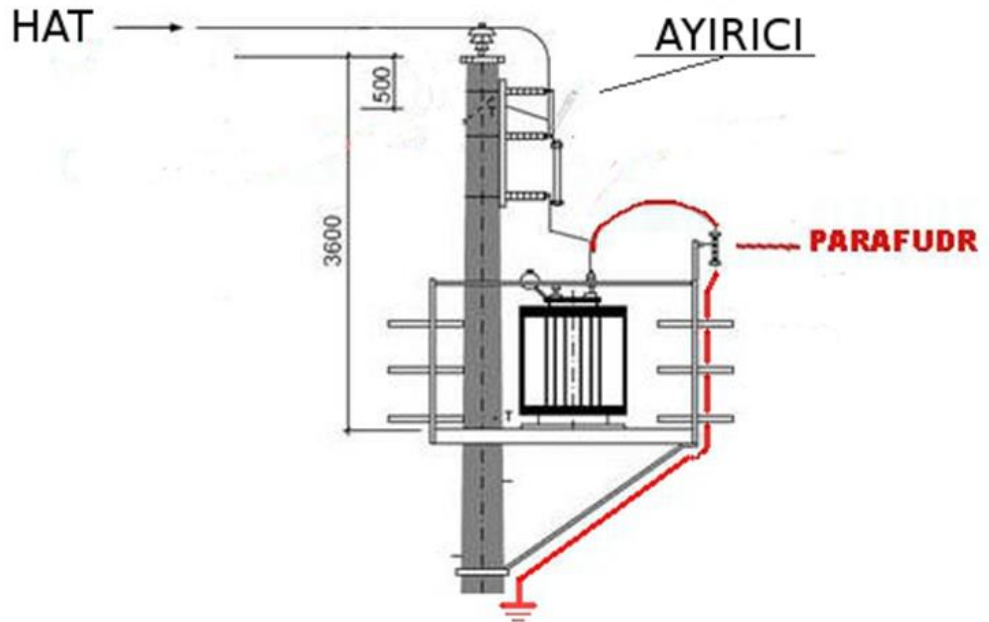
**Kaynak :** Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği

## PARAFUDR TOPRAKLAMA BAĞLANTILARI

### 1. YÖNTEM



### 2. YÖNTEM



## PARAFUDR TOPRAKLAMA BİLGİLERİ

Parafudr' lar eksiz , kesintisiz ve düz olarak , en kısa yoldan 95 mm<sup>2</sup> galvanizli örgülü çelik veya 100 mm<sup>2</sup> Galvanizli çelik şerit ile ayrı bir topraklayıcıya bağlanmalıdır. Bu topraklayıcı 2 m' lik NPL 65 – 65 – 7 Galva – nizli profil kazık olmalıdır.

Parafudr' ların topraklama iletkenlerine bağlantısı da bükülgen ( Fleksibil ) iletkenle yapılacaktır.

Yıldırım deşarj akımları 20 ... 400 kA mertebesinde olabilmektedir.  
Bu nedenle Parafudr Topraklaması 2 Ohm 'dan düşük olmalıdır.

### Basit bir Örnek :

( Yüksek Parafudr topraklaması )

I : Yıldırım Deşarjı, 50 kA

R : Parafudr topraklaması, 8 ohm

Toprak üstünde oluşan gerilim =  $I \times R = 50 \times 8 = 400$  kV

Bu durumda 400 kv mertebesinde oluşan gerilim hem çevredeki insanlara hem de başta parafudur olmak üzere diğer teçhizata da zarar verir.

Eger Parafudr topraklaması R = 1 Ohm olsaydı

Toprak üstünde oluşan gerilim =  $I \times R = 50 \times 1 = 50$  Kv

Bu değer Parafudur ve diğer teçhizatın Yıldırım Darbe Dayanma gerilimi sınırları içindedir.

# TOPRAK ÖZ DİRENÇLERİ VE TOPRAKLAMA ÇEŞİTLERİ

## TOPRAKLAMA DİRENCİ HESAPLARI

Şerit

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$$

$\rho_E$  : Toprak öz direnci (ohm.m)

$l$  : Topraklayıcının uzunluğu (m)

$d$  : Yuvarlak kesitli topraklayıcı ise; iletken çapı (m)

dikdörtgen kesitli topraklayıcı ise; iletken (kalınlığının) kısa kenarının yarısı (m)

Çubuk

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

$D$  : Topraklayıcının çevrelediği alana eşit alanlı dairenin çapı (m)

$A$  : Topraklayıcının çevrelediği alan (m<sup>2</sup>)

$$D = 1.13\sqrt{A}$$

Halka(Ring)

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi^2 D} \ln \frac{2\pi D}{d}$$

Yeni tesislerde temel topraklaması zorunludur.

TT Şebekede kaçak akım rölesi kullanılması zorunludur

Potansiyel dengelemesi yapılacaktır.

Levha topraklayıcı tavsiye edilmez.

İşletme topraklaması < 2 ohm, yıldırım topraklaması < 5 ohm olacaktır.

Dokunma gerilimi AG' de 50 V , YG'de 75 V'dur.

Koruma ve potansiyel dengeleme iletkenlerinin kesitleri hesapla veya tablodan bulunacaktır

Temel Topraklaması

$$R_E = \frac{2\rho_E}{\pi D}$$

Gözlü Topraklayıcı

$$R_E = \frac{\rho_E}{2D} + \frac{\rho_E}{l}$$

## ALTERNATİF AKIMDA TOPRAK ÖZDİRENÇLERİ

Toprak cinsi	Toprak Öz direnci $\rho$ [ohm.m]
Bataklık	5 - 40
Çamur, Kil, Humus	20 - 200
Kum	200 - 2500
Çakıl	2000 - 3000
Havanın etkisi ile dağılmış taş	< 1.000
Kumtaşı	2000 - 3000
Granit	>50000
Morenin (Buzullaş)	>30000

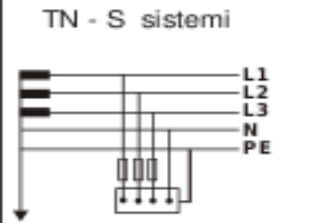
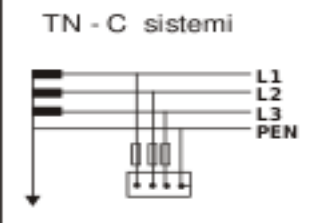
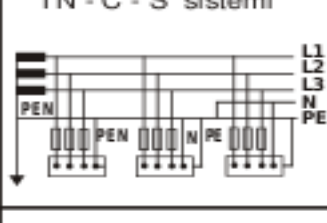
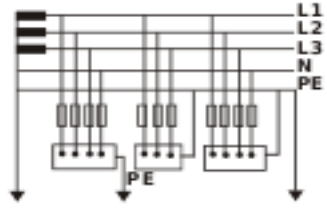
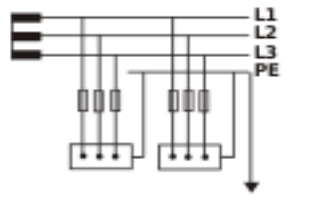
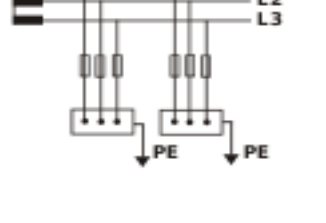
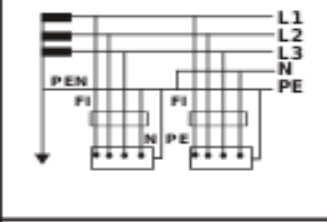
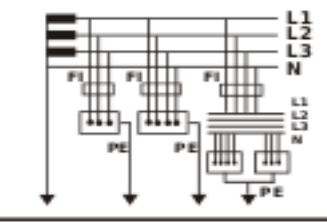
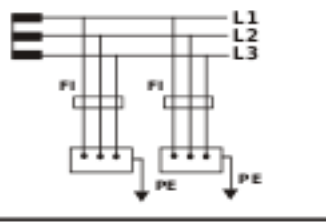
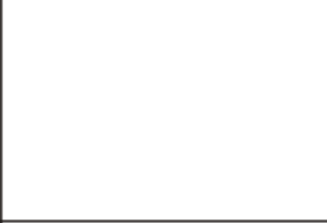
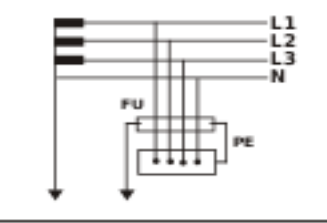
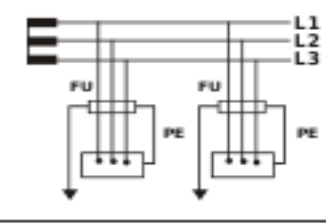
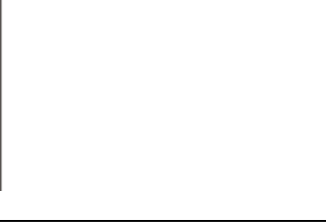
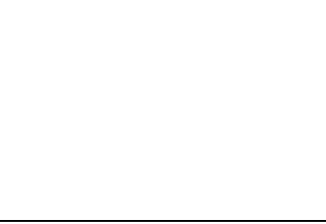
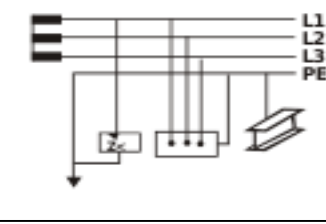
(E.T.T.Y.; Ek-K ; Çizelge K1, Toprak öz direnci, değişik yerlerdeki toprak cinsine, tane yapısına, yoğunluğuna ve nemine bağlı olarak değişir. Tasarım da yerinde ölçülen toprak öz direnci esas alınmalıdır.)

## ÖZDİRENCİ $\rho_E = 100$ ohm.m OLAN TOPRAKTAKİ TOPRAKLAYICILARIN YAYILMA DİRENÇLERİ

Topraklayıcı	Şerit: 30x3 mm , d = 1.5 mm				Çubuk: d = 20 mm			
	10 m	25 m	50 m	100 m	1 m	1,5 m	3,5 m	7 m
$R_E$	30,25	13,27	7,07	3,78	84,4	60,55	29,80	16,48

Topraklayıcı	Halka: 95mm <sup>2</sup> örg. Bakır, d=12,7 mm				Temel: 30x3mm şerit+demir donatı+beton			
	20 m	50 m	100 m	150 m	20 m	50 m	100 m	150 m
$R_E$	4,67	2,05	1,10	0,78	3,18	1,27	0,64	0,42

## TOPRAKLAMA SİSTEMLERİ ŞEMATİK GÖSTERİM

Sistemin Şekli	TN sistemi	TT sistemi	IT sistemi
Aşırı akım şalterleri ile sistemleri koruma	<p>TN - S sistemi</p>  <p>TN - C sistemi</p>  <p>TN - C - S sistemi</p> 		 
Hata akımı anahtarı			
Kaçak gerilim şalteri ile koruma			
izolasyon kontrolü			

## ELEKTRİKSEL ÇARPILMA OLAYI

Ölüm olayları görülür.



1 A

Ventriküler fibrilasyon olasılığı artar.



80 m A

Tehlikeli fizyolojik ağır etkiler, yanıklar ve nefes almada zorluklar görülür.



30 m A

Genellikle zararlı bir fizyolojik etki yoktur. Kaslarda kramp görülür.

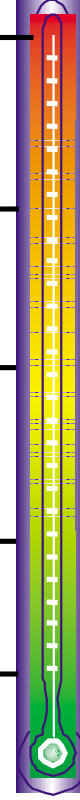


10 m A

Genellikle bir tepki yoktur



0,5 m A



RCD 300 mA



260 mA'de yangın tehlikesi oluşur



RCD 30 mA



RCD 10 mA



Şekil- 2

Canlılar üzerinden elektrik akımı geçmesi sonucu bunlar üzerinde meydana gelecek etkiler akım büyüklüğüne ve etki süresine göre aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

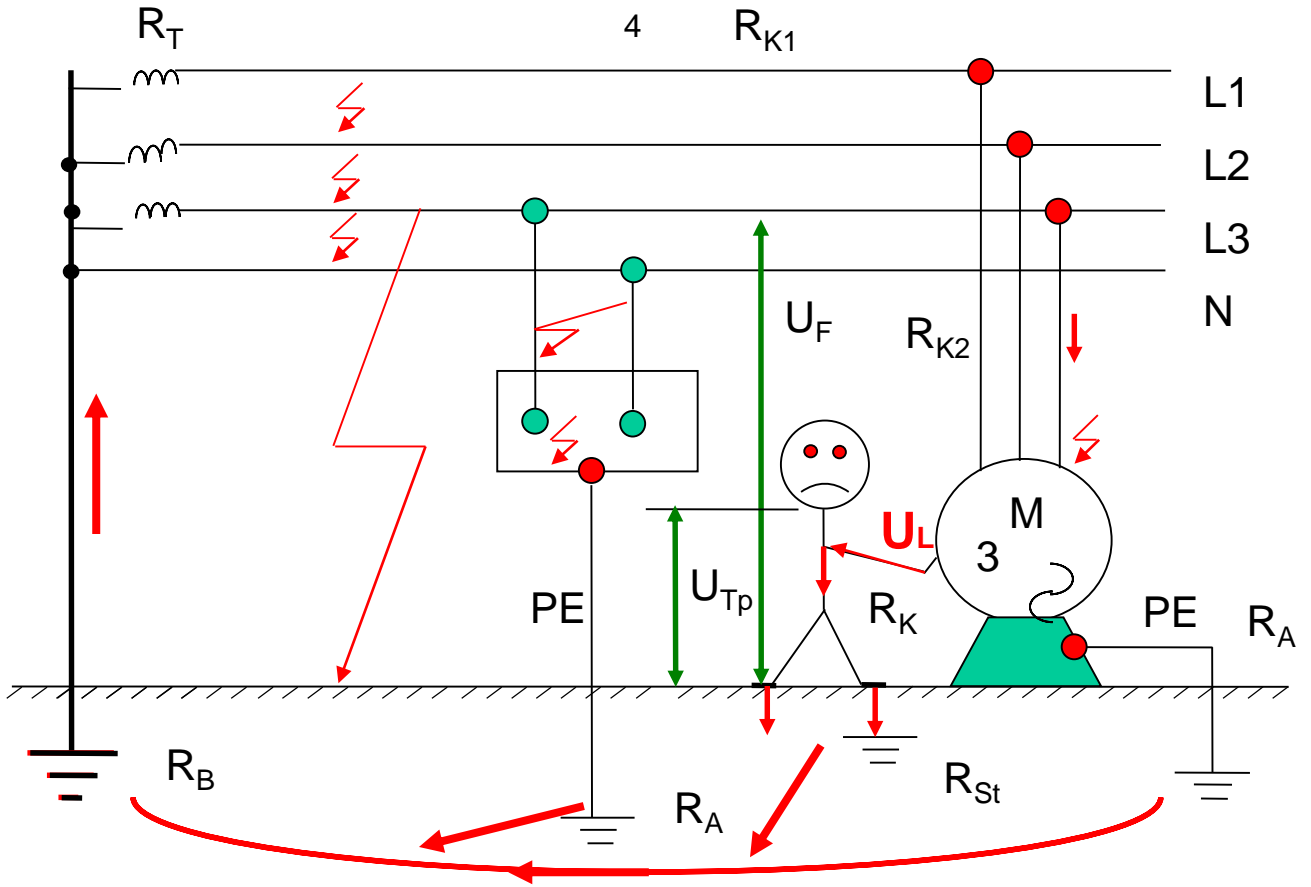
İnsan bedeninden geçecek akımın büyüklüğü, kişinin vücut direncine, temas noktalarının özelliklerine ve alternatif akımda frekansa bağlıdır.

İnsan vücut direnci, vücut iç direnci, temas noktalarındaki geçiş dirençleri ve genel olarak akım yolu üzerindeki diğer dirençlerden oluşur. Bu değerler kişilere göre çok farklı değerler alabilirler.

İnsan vücutu toplam direnci 2500 ohm alınıp, insan için tehlikesiz akım 20 mA alınırsa 50 volt'luk bir temas gerilimi sınır değer olarak kabul edilebilir.

Yüksek frekanslı akımlarda vücut direncinin artması sebebi ile, tehlikenin azaldığı söylenebilir.

## HATALI ELEKTRİKSEL TEMAS



Şekil 11: Hata ve arızalar ile ilgili tanımlar (TT Sistem)

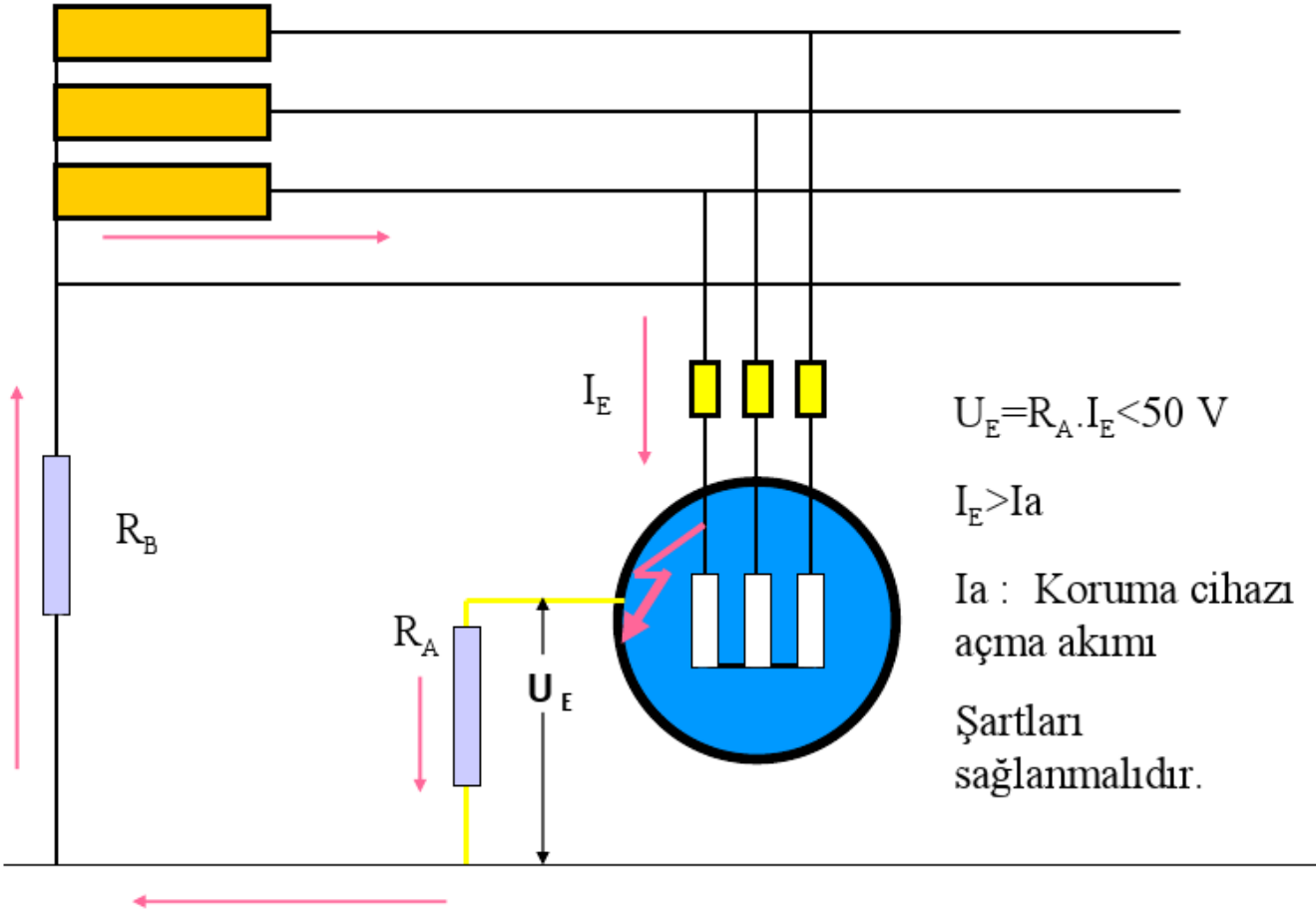
$$R_A \leq \frac{U_L}{I_a}$$

R<sub>A</sub> : Topraklama direnci

U<sub>L</sub> : Dokunma gerilimi

I<sub>a</sub> : Koruyucu düzenin  
otomatik çalışmasına  
sebeplenen akım

## TT SİSTEMDE SİGORTA AÇMA AKIMI HESABI



Şekil-9

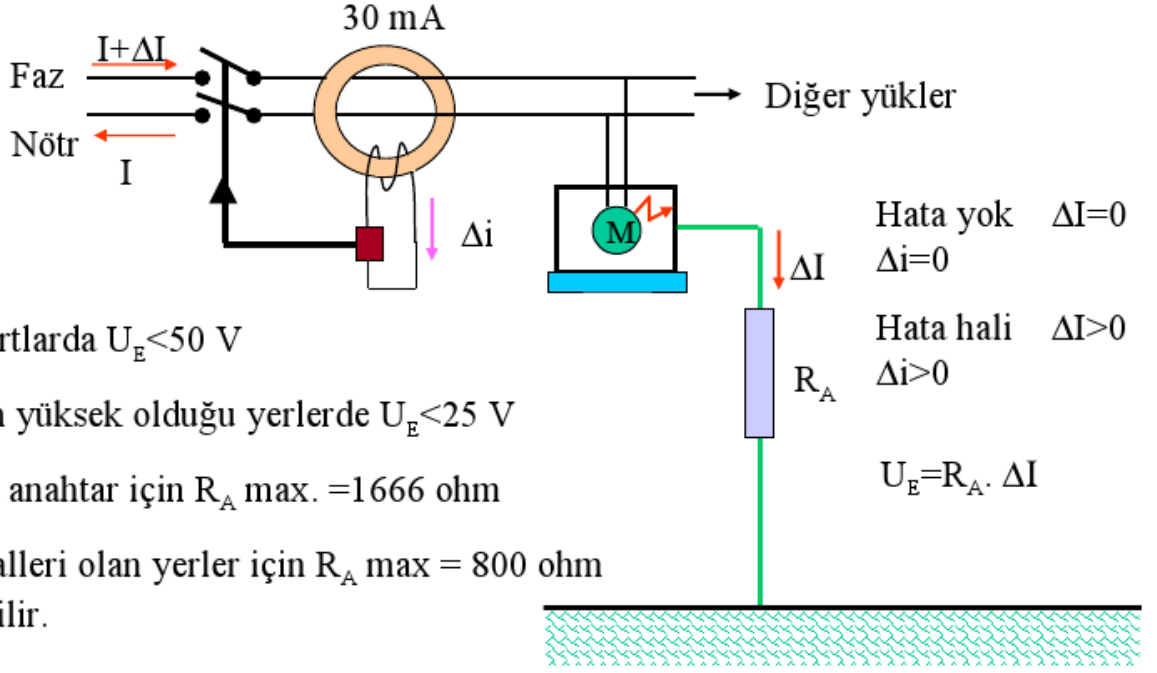
Yukarıda şekli verilen motor besleme sisteminde gövdeye olan bir faz temasında, motor yüzeyinde 50 Volt' un oluşmaması için geçmesi gereken  $I_a$  akım değeri belirtilmiştir.

Örnek olarak 30 kW' lık bir motorda korumada sigorta değeri 80 Amper ve  $I_a$  (açma) akım değeri 100 Amper belirlenmiş olsun. Bu durumda olması gereken  $R_A$  değeri  $50 / 100 = 0,5$  ohm olarak bulunur.

\* 50 Volt Alçak Gerilimde insan için tehlikeli olan sınır dokunma gerilimidir.



## HATA AKIM KORUMA SİSTEMİNDE TOPRAKLAMA DİRENÇ HESABI



Normal şartlarda  $U_E < 50$  V

Tehlikenin yüksek olduğu yerlerde  $U_E < 25$  V

30 mA'lik anahtar için  $R_A$  max. = 1666 ohm

Islak mahalleri olan yerler için  $R_A$  max = 800 ohm tavsiye edilir.

Şekil-10

Motor korumada 30 mA'lik kaçak akım koruma rölesi kullanılırsa

Bu durumda 30 mA'lik bir hata akımında, kaçak akım rölesi devreyi açacağı için;

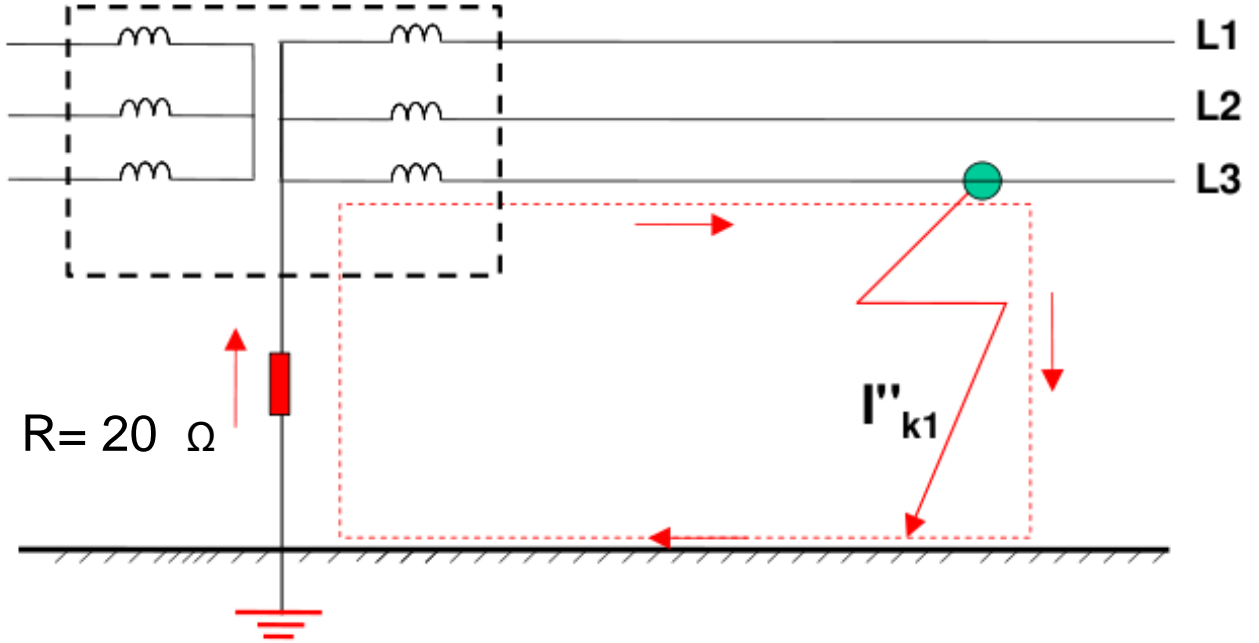
$R_A$  değeri  $50 / 0,03 = 1666$  ohm olarak bulunur.

\* 30 mA = 0,03 A

\* 50 Volt Alçak Gerilimde insan için tehlikeli olan sınır dokunma gerilimidir.

## YILDIZ NOKTASI DİRENÇ ÜZERİNDEN TOPRAKLANMIŞ ŞEBEKE

Enterkonnekte Elektrik Şebekemizde Güç Trafolarının sekonder uçlarının yıldız noktası  $20 \Omega$  dirençle topraklanmıştır.



Şekil - 17 : Nötrü direnç üzerinden topraklı Şebeke Sistemi

Bu durumda, şebekelerde faz toprak kısa devre akımı :

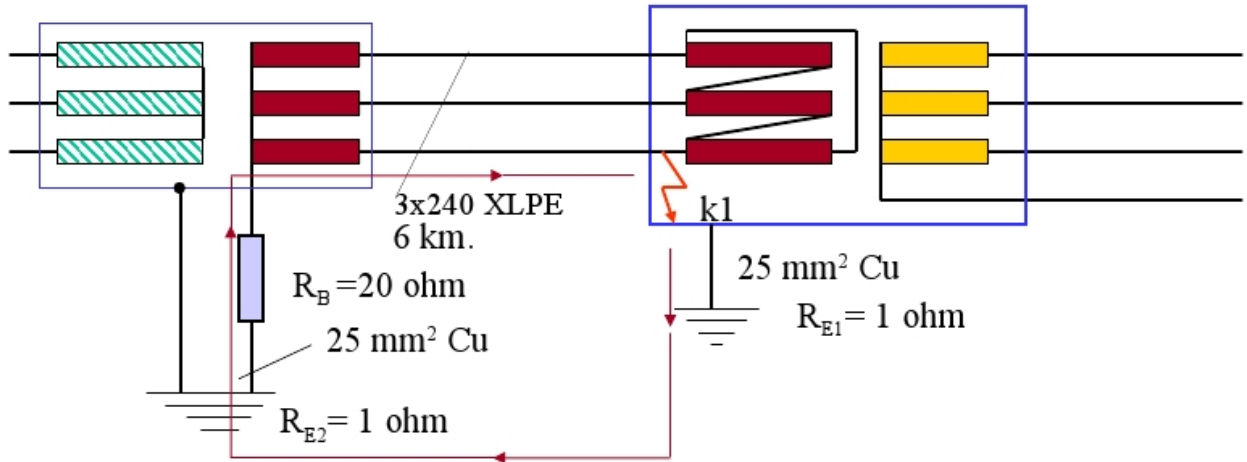
$$I''_{k1} = \frac{34,5 / \sqrt{3}}{20} \cong 1000 \text{ A}$$

Faz - Toprak arasında meydana gelecek Kısa Devre Akımı 1000 Amper ile sınırlıdır.

## YG KISA DEVRE HESABI

50 MVA;154/34.5 kV; uk=%12.5

630 KVA;34.5/0.4 kV



Şekil-8

$$X_{tr} = \frac{u_k \cdot U^2}{S} = \frac{12,5 \cdot 34,5^2}{100 \cdot 50} = 2,97 \text{ ohm}$$

$$R_{hat} = \frac{l}{k \cdot s} = \frac{6000}{56 \cdot 240} = 0,44 \text{ ohm}$$

$$X_{hat} = x' \cdot l = 0,184 \cdot 6 = 1,104 \text{ ohm}$$

$$R_{top} = 0,44 + 22 = 22,44 \text{ ohm}$$

$$X_{top} = 2,97 + 1,104 = 4,074 \text{ ohm}$$

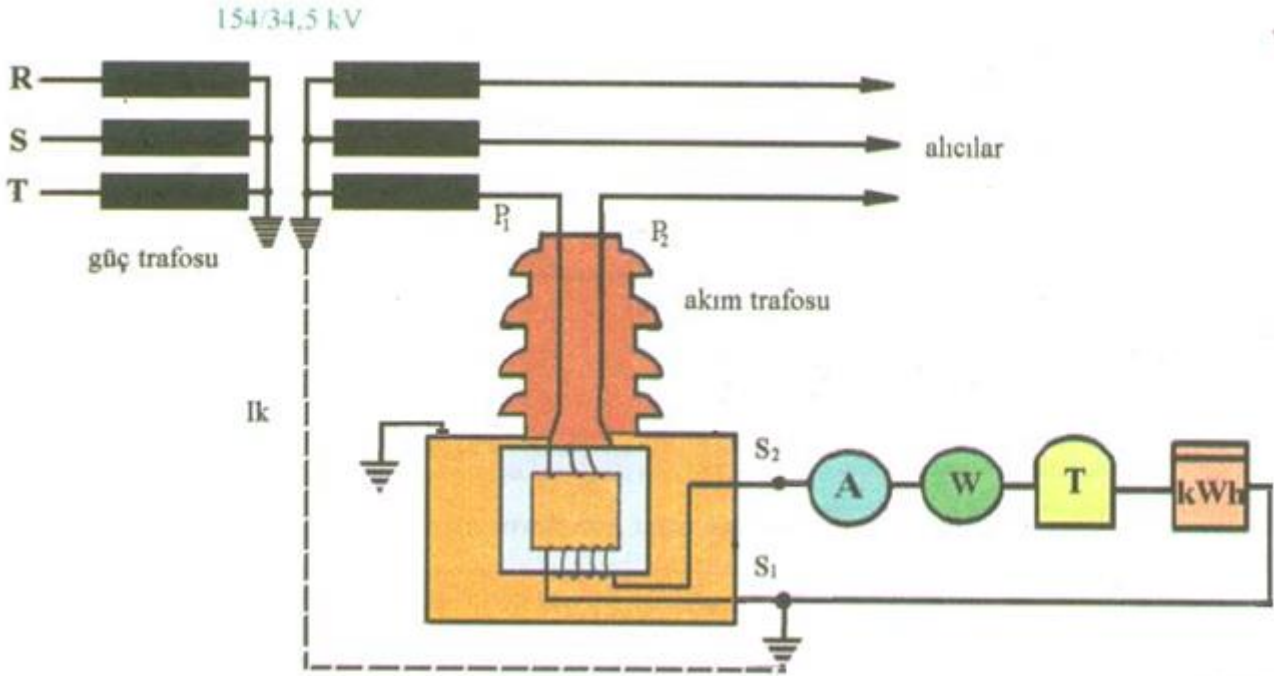
$$Z = \sqrt{R_{top}^2 + X_{top}^2} = \sqrt{22,44^2 + 4,074^2} = 22,82 \text{ ohm}$$

$$I_{k1}'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{1,1 \cdot 34,5}{\sqrt{3} \cdot 22,8} = 0,96 \text{ kA}$$

## IEC 909'a GÖRE " C " GERİLİM KATSAYISI DEĞERLERİ

Anma gerilimi, $U_n$	En büyük kısa devre akımının hesaplanması için $C_{max}$	En küçük kısa devre akımının hesaplanması için $C_{min}$
AG	1,05	0,95
$1 \text{ kV} < U_n < 35 \text{ kV}$	1,1	1
$35 \text{ kV} < U_n < 230 \text{ kV}$	1,1	1

## AKIM TRAFOLARINDA TOPRAKLAMA BAĞLANTISI

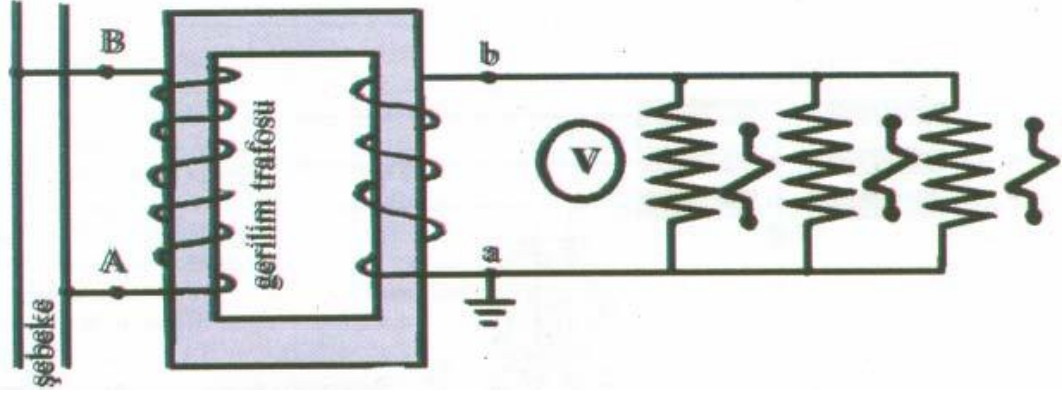


Şekil - 18 : Akım Trafosu prensip bağlantı şekli

Ölçü trafolarının alt gerilim devreleri, doğrudan doğruya ölçü trafosunun bir bağlama ucundan topraklanmalıdır. Birçok ölçü trafolarının birlikte bağlanmaları hâlinde her bir ölçü Tra - fosunun ayrı ayrı topraklanması mümkün olmazsa mevcut devreler için müşterek bir topraklama yapılmalıdır. Bu arada ölçü trafoları arasındaki bağlama iletkenleri mümkün olduğu kadar kısa tutulmalıdır. Ara ölçü trafolarının kullanılması hâlinde her bir ölçü trafosu teker teker topraklanmalıdır. Topraklanacak olan sekonder uçtan mahfazanın koruma topraklaması bağlantı vidasına kadar olan bağlantı iletkeninin kesiti en az 4 mm<sup>2</sup> olmalıdır.

Sekonder sargı terminallerine bir yük (ölçü aleti vb.) bağlanmayıp açık bırakılırsa, primer yüklenmenin nüve üzerinde oluşturduğu manyetik alanı dengeleyecek bir zıt manyetik alan oluşmayacaktır. Dolayısıyla primer akımına bağlı olarak, transformatörün nüvesi üzerindeki manyetik akı önemli ölçüde artacaktır. Nüve üzerinde manyetik akının artması, nüvenin mıknatıslanma akımına doymasına ve sekonder uçlarında birkaç bin volt değerinde gerilim indüklenmesine neden olacaktır. Nüvenin doyuma gitmesi ve üzerinde oluşan manyetik akının kontrolsüz bir şekilde artması nüvedeki bakır kayıplarını arttıracak ve nüvenin aşırı ısınmasına neden olacaktır. Nüvenin kontrolsüz bir şekilde aşırı ısınması akım transformatörünün arızalanmasına neden olabilmektedir. Primer yüklenmeye zıt yönde sarılmış sekonder sargılarına bir yükün bağlanması sekonder sargılarından akım akmasına neden olur. Sekonder sargılarında zıt yönde bir manyetik alan oluşabilmesi için akım gereklidir. Bu akım sekonder sargılarının bir yüke bağlanması yada kısa devre edilmesiyle mümkündür. Bu sebepten dolayı akım transformatörleri primer olarak yüklenmeden önce sekonder terminalleri bir yüke bağlanmalı ya da kısa devre edilmelidir. Açık bırakılan sekonder uçlarında oluşan yüksek gerilim, kullanıcılar için hayati risk oluşturabilmektedir.

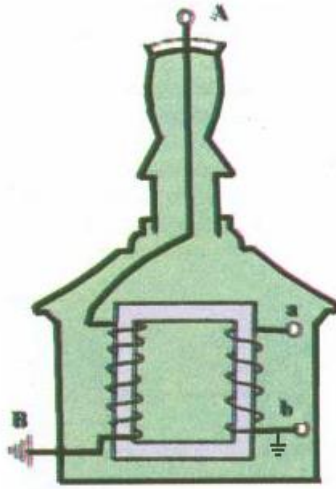
## GERİLİM TRAFOLARINDA TOPRAKLAMA BAĞLANTISI



Şekil - 19 : Gerilim trafosu prensip şekli

Gerilim ölçü trafosunun primer ve sekonder sargısı arasında herhangi bir sebeple kısa devre olursa sekonderde de yüksek gerilim oluşur. Bu anda sekonder sargıya bağlı bulunan ölçü aletleri zarar görür. Bu kısa devre arızasını önlemek için sekonderin polarite olmayan ucu topraklanmalıdır.

Gerilim trafolarının üzerinde bir topraklama ucu vardır. Gerilim altında olmayan ve insanların dokunabileceği bütün madenî kısımlar ile sekonder sargı uçlarından biri bu topraklama ucuna bağlanır. Gerilim trafosu ise bu topraklama ucuna bağlanan topraklama iletkeni üzerinden topraklanır.



Şekil - 20 : Faz-toprak arası gerilim trafosu bağlantısı

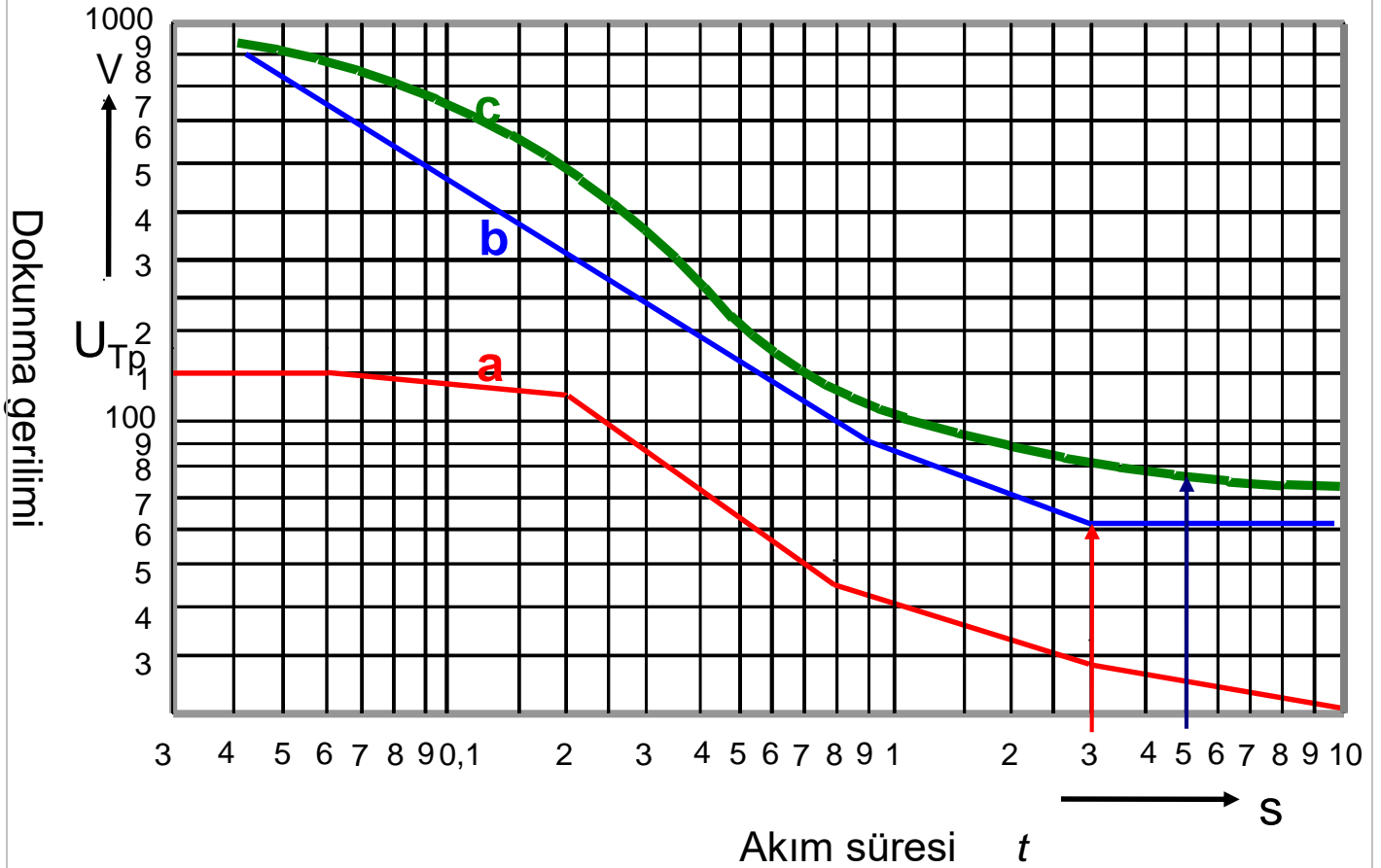
## YÜKSEK GERİLİM TESİSLERİNDE KRİTİK DOKUNMA GERİLİMİ

YG'de özellikle cihazlar değil, transformatörlerin yıldız noktasının nasıl topraklandığı, hata akımları, dokunma gerilimleri ve fazlardaki gerilimlerin boyutlandırılması önemli yer teşkil eder. Dokunma gerilimi zamana bağımlı olarak değişmektedir.

5 s'den fazla hata süresi için 75 V kabul edilmiştir.

Yeni yönetmeliğe göre adım geriliminin hesabı gerekmez.

Şekil - 2 YG'de sınırlı akım süreleri için izin verilen en yüksek çeşitli dokunma gerilimlerini göstermektedir.



Şekil- 3 : YG` de sınırlı akım süreleri için izin verilen en yüksek dokunma gerilimleri

- Hayvanlardaki zamana bağımlı dokunma gerilimi
- Eski VDE 0141'deki dokunma gerilimi
- Yeni kabul edilen eğri



**BETON MAHAZALI KOMPAKT TİP YG / AG DAĞITIM  
TRANSFORMATOR MERKEZLERİ TEKNİK ŞARTNAMESİ**  
**TEDAŞ- MYD / 2000- 036. B** **REVİZE : MART 2009**

**KORUMA TOPRAKLAMASI İLE İLGİLİ  
İLETKEN KESİTLERİ**

<b>YG HÜCRELER İLE YG KABLULARIN METAL EKSPANLARININ POTANSİYEL DENGELEME BARASI ARASINDAKİ TOPRAKLAMA İLETKENLERİNİN KESİTİ</b>	
YG Şebekenin nötrü direnç üzerinden topraklı ise	En az 35 mm <sup>2</sup> kesitli bakır ya da eşdeğeri galvanizli çelik
YG Şebekenin nötrü direkt topraklı ise	En az 95 mm <sup>2</sup> kesitli bakır ya da eşdeğeri galvanizli çelik

<b>YG/AG DAĞITIM TRAFOSU İLE AG PANONUN POTANSİYEL DENGELEME BARASI ARASINDAKİ TOPRAKLAMA İLETKENLERİNİN KESİTİ</b>	
En büyük anma gücü 1000 kVA olan Kompakt Merkezlerde	En az 120 mm <sup>2</sup> kesitli bakır ya da eşdeğeri galvanizli çelik
En büyük anma gücü 1600 kVA olan Kompakt Merkezlerde	En az 200 mm <sup>2</sup> kesitli bakır ya da eşdeğeri galvanizli çelik

<b>POTANSİYEL DENGELEME BARASININ CİNSİ VE KESİTİ</b>	
En büyük anma gücü 1000 kVA olan Kompakt Merkezlerde	En az 125 mm <sup>2</sup> kesitli, kalay ya da nikel kaplı bakır bara
En büyük anma gücü 1600 kVA olan Kompakt Merkezlerde	En az 200 mm <sup>2</sup> kesitli, kalay ya da nikel kaplı bakır bara

Kompakt Merkezin metal kapıları, havalandırma panjurları, tel fens, trafo rayları, mahfazanın çelik donatıları ile Potansiyel Dengeleme Barasına irtibatında kullanılacak topraklama iletkenin kesiti	En az 35 mm <sup>2</sup> kesitli bakır ya da eşdeğeri galvanizli çelik
--	--

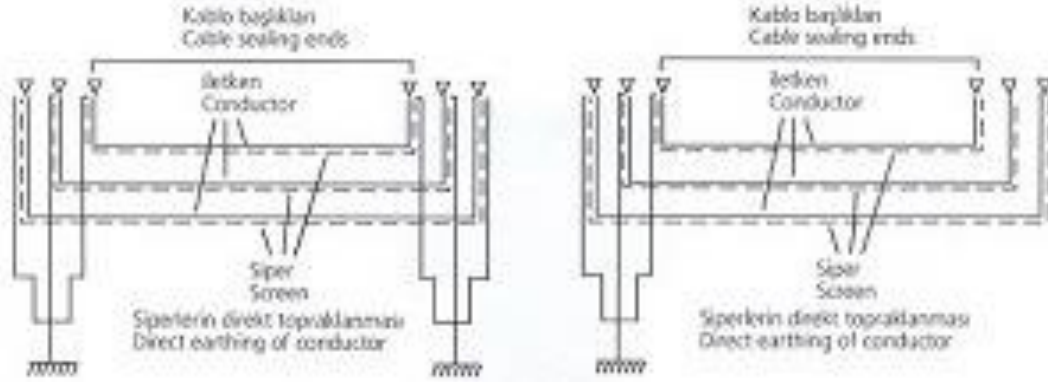
**NOT-1:** Yukarıda belirtilmeyen ancak Kompakt Merkezde yer alacak diğer teçhizatların Potansiyel Dengeleme Barasına irtibatında kullanılacak topraklama iletkenin kesiti Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğine uygun olarak imalatçı tarafından belirlenecektir.

**NOT-2:** TS EN 62271-202 /IEC 62271-202 no.lu Yüksek Gerilim Anahtarlama Düzeni Ve Kontrol Düzeni - Bölüm 202: Yüksek Gerilim ve Alçak Gerilim Prefabrik Transformator Merkezleri standardında Kompakt Tip YG/AG Dağıtım Transformator Merkezleri için verilen "EK-E Topraklama Devreleri Örneklerine" azami uyulacaktır.



## KABLO SİPERLERİ TOPRAKLAMA METODLARI

### HES KABLO



### 1-) İki uçtan topraklama

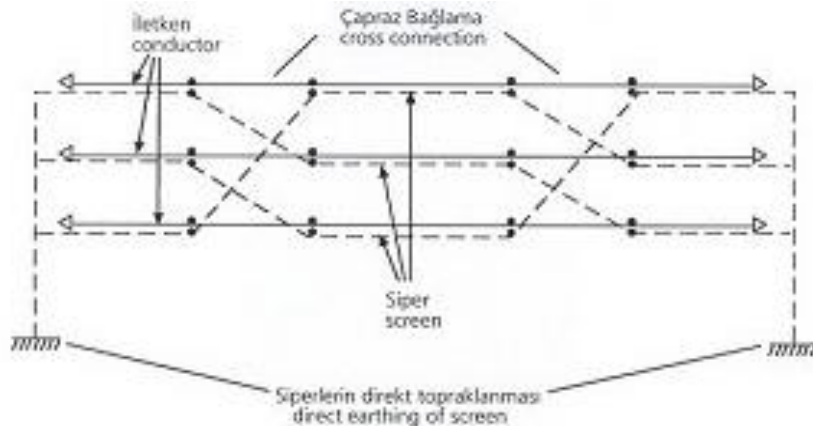
Siperler kablo güzergahının her iki ucunda da birleştirilerek topraklanır. Bu metod da siperde endüklenen akım ilave kayıplara yol açarak kablo akım taşıma kapasite- sini düşürmektedir. Kayıplar üçgen demet şeklinde döşeme durumunda, yan yana döşe meye göre daha az olmaktadır.

### 2-) Tek uçtan topraklama

Siperler kablo güzergahının ucunda birleştirilerek topraklanır. Siper ile toprak arasın da endüklenen gerilim, kablo uzunluğu ve iletken den geçen akım ile orantılı- dır. Tek uçtan topraklama sadece kısa güzergahlara uygulanır.

### 3) Çapraz bağlama

Uzun hatlarda (1 km veya daha fazla) kullanılır. Hat birbirine elektriksel olarak eşdeğer üç parçaya bölünür. Bitişik kablolar a ait siperler ek kutularında çaprazla- narak bağlanır. Ek kutuları aşırı gerilim limitleyicileri üzerinden topraklanır. Ayrıca siperler hattın her iki ucunda birleştirilerek direkt olarak topraklanır. Bu metod ile kablo akım taşıma kapasitesi tek uçtan topraklanmadaki gibi yüksektir.

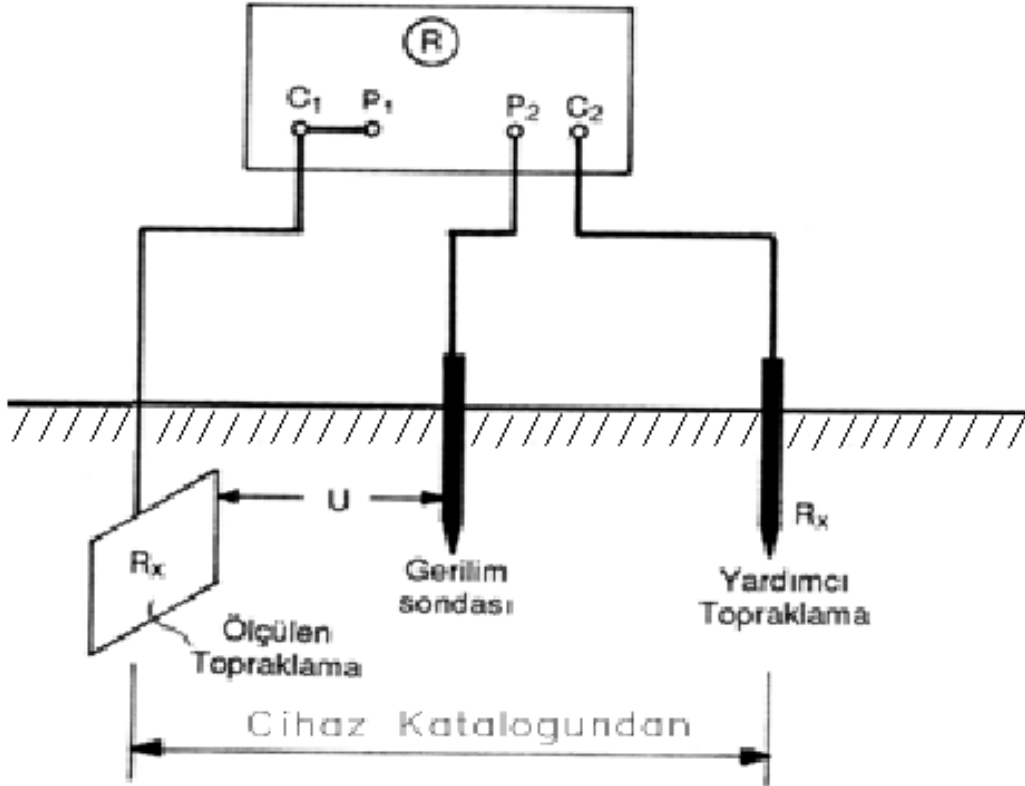


**TOPRAKLAMA**

**ÖLÇÜM**

**YÖNTEMLERİ**

## KLASİK TOPRAKLAMA ÖLÇÜM YÖNTEMİ KOLLU MEGER



Ölçme yapılacak topraklayıcı, sonda ve yardımcı topraklayıcılar, mümkün olduğu kadar birbirinden uzakta olmak üzere mümkün mertebe bir doğru üzerinde bulunmalıdır.

Sondanın ölçme yapılacak topraklayıcıyla arasındaki mesafe, 20 m'den az olmamak kaydıyla, en büyük topraklayıcı uzunluğunun en az 2,5 katı (ölçme yönüne doğru), yardımcı topraklayıcının mesafesi ise, 40 m'den az olmamak kaydı ile en az 4 katı olmalıdır.

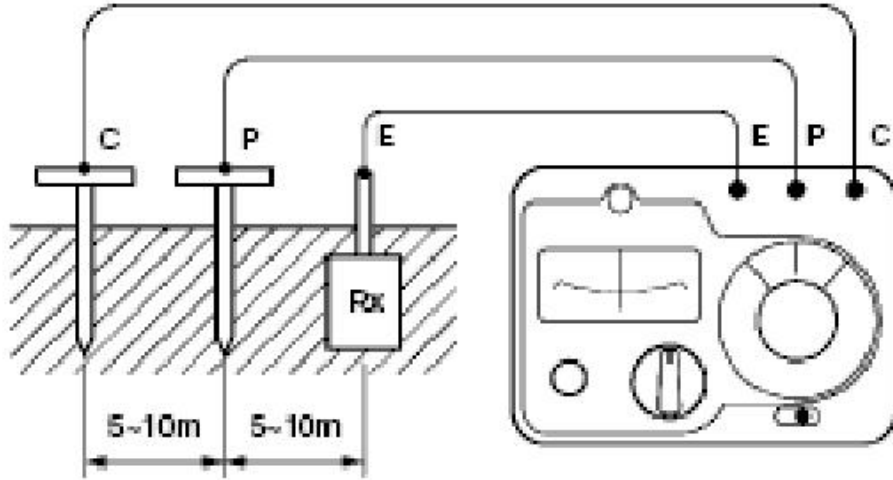
-Topraklama direnci ölçümlerinde kullanılan cihaz kalibre edilmiş olmalıdır. gerekir.  
- Ölçüm anında toprağın özellikleri dikkate alınmalıdır.( yağmurlu havalarda ölçüm yapılmamalıdır)

-Ölçüm yapılırken mümkün olduğu kadar elektrikler kesilmeli ve bu şekilde ölçüm yapılmalıdır.

## TOPRAK DİRENCİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ “ DİJİTAL “

### Topraklama Direnç Ölçme Düzenliğini Kurma

Ölçme düzeni için şekilden faydalanabiliriz. Ölçü aletinin çubukları topraklama elektroduna 10’ar metre aralık olacak şekilde toprağa çakılır (Bu ölçmede dijital meger kullanılmıştır.).



### Topraklama Direnç Ölçme İşlem Sırası

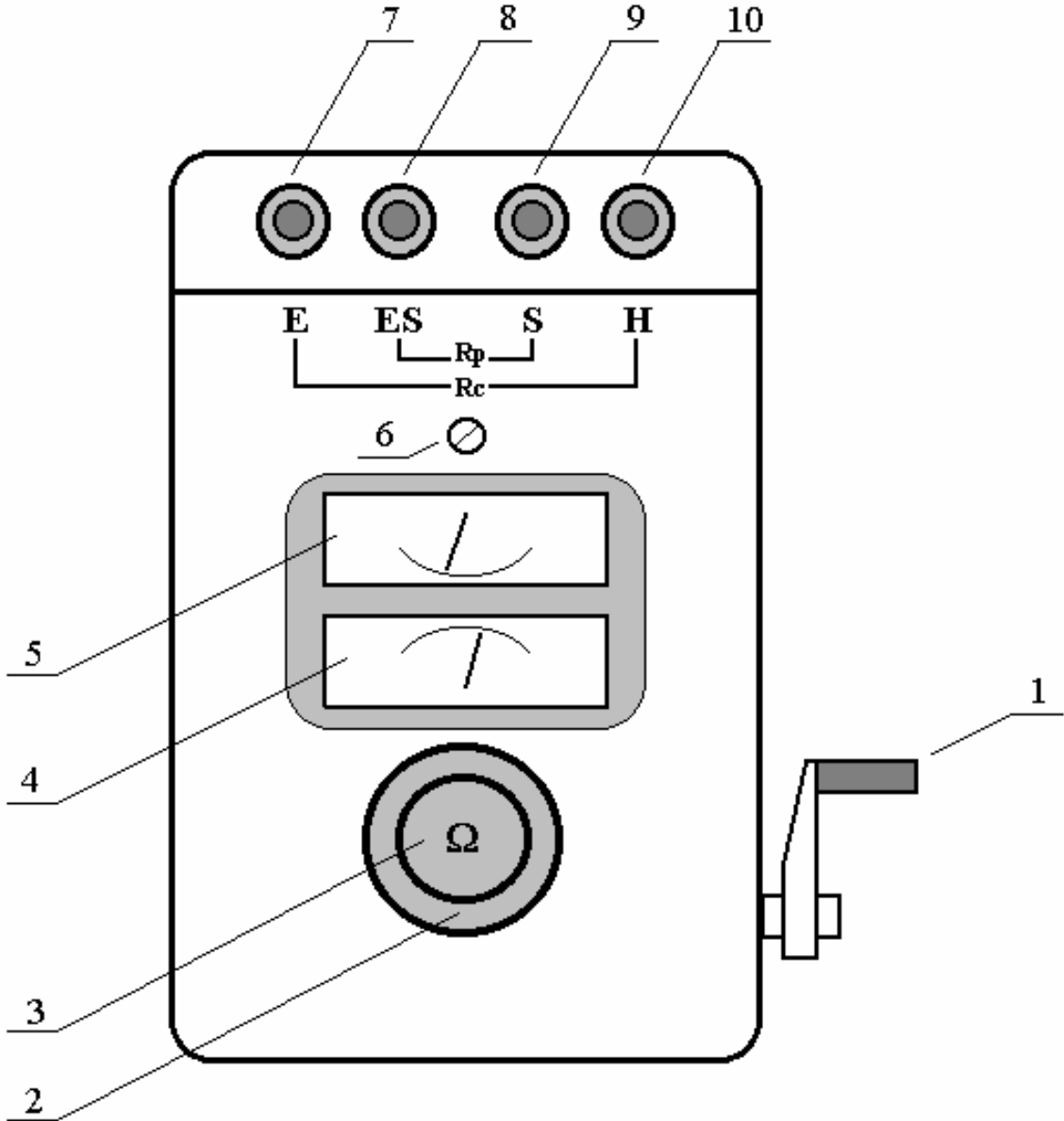
- Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi bağlantıyı yapınız.
- 2/3 elektrot metot düğmesini 3 elektrotlu ölçüm konumuna getiriniz.
- Topraklama gerilimi aralığı içinde topraklama gerilimini kontrol ediniz.
- Yardımcı topraklama direnci değerlerini yardımcı topraklama direnci aralığı içinde C ve P için kontrol ediniz.
- Uygun direnç aralığını kullanarak ölçümü gerçekleştiriniz.

Ölçüm düğmesine basılı tutarken direnç kadran düğmesini çevirin ve galvanometre dengeye geldiğinde direnç değerini okuyunuz.

### Topraklama Direnç Ölçümünde Dikkat Edilecek Hususlar

Topraklayıcı ile ölçü aleti uçları arasındaki mesafe Şekil’de gösterildiği gibi 10 metre aralıklardır. Ölçüm işlemi gerçekleştirilirken buna dikkat etmek gerekmektedir. Çubukları çakacağımız yerler ölçme işleme yapmadan ıslatılmalıdır. Kablolar bağlantı maşalarından iyi bir şekilde tutturulmalıdır.

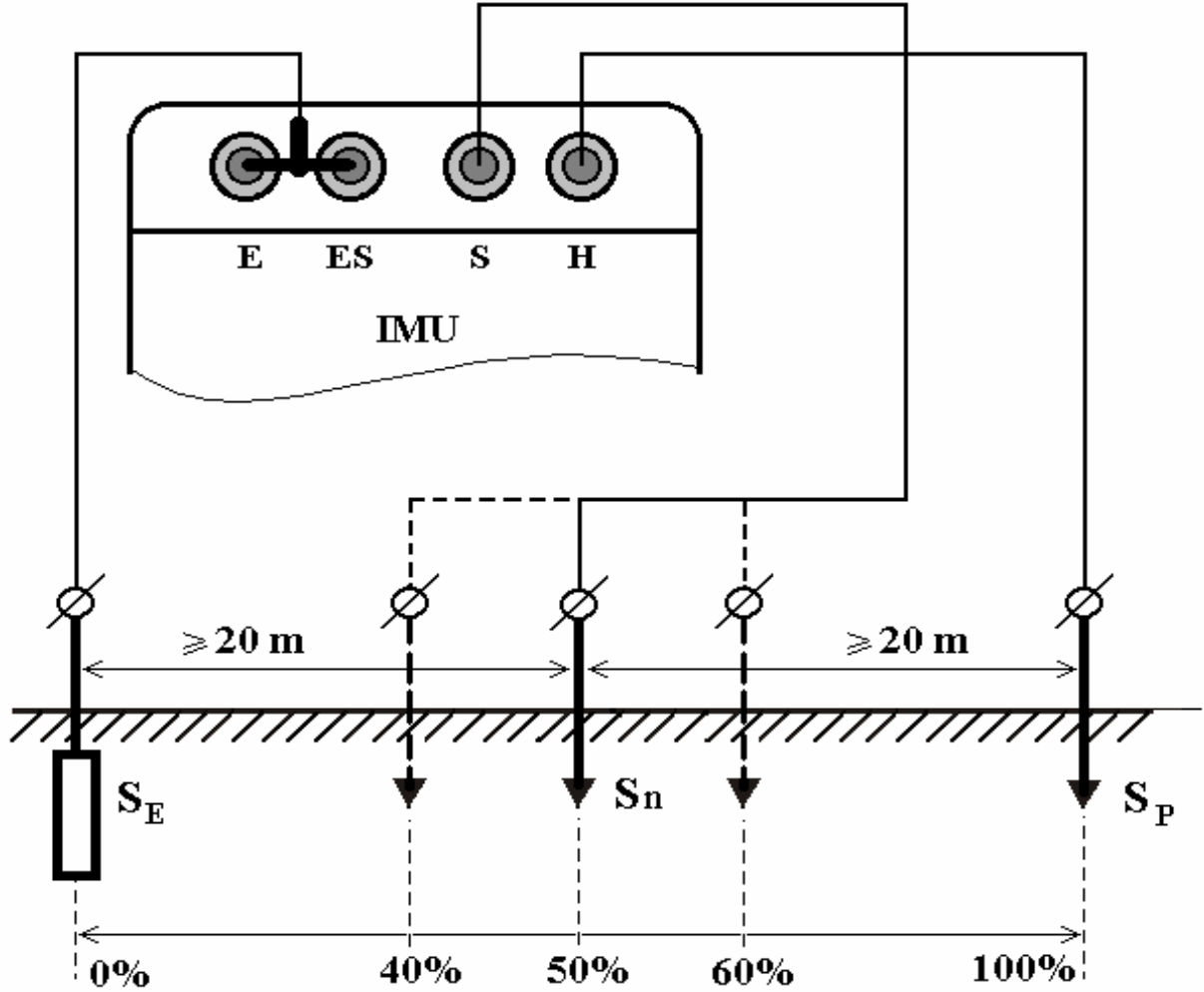
## TOPRAK DİRENÇİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ “ IMU KOLLU MEGER TANITIM “



- 1- Manyeto kolu
- 2- Potansiyometre düğmesi
- 3- Kademe komitatörü
- 4- Ölçüm gotergesi
- 5- Ölçüm galvanometresi

- 6- Galvanometre sıfırlama ibresi
- 7- Akım soketi E
- 8- Gerilim soketi ES
- 9- Gerilim soketi S
- 10- Akım soketi H

## TOPRAK DİRENCİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ “ IMU KOLLU MEGER ESKİ KLASİK YÖNTEM “



### 2 kazık yardımı ile Topraklama ölçümü

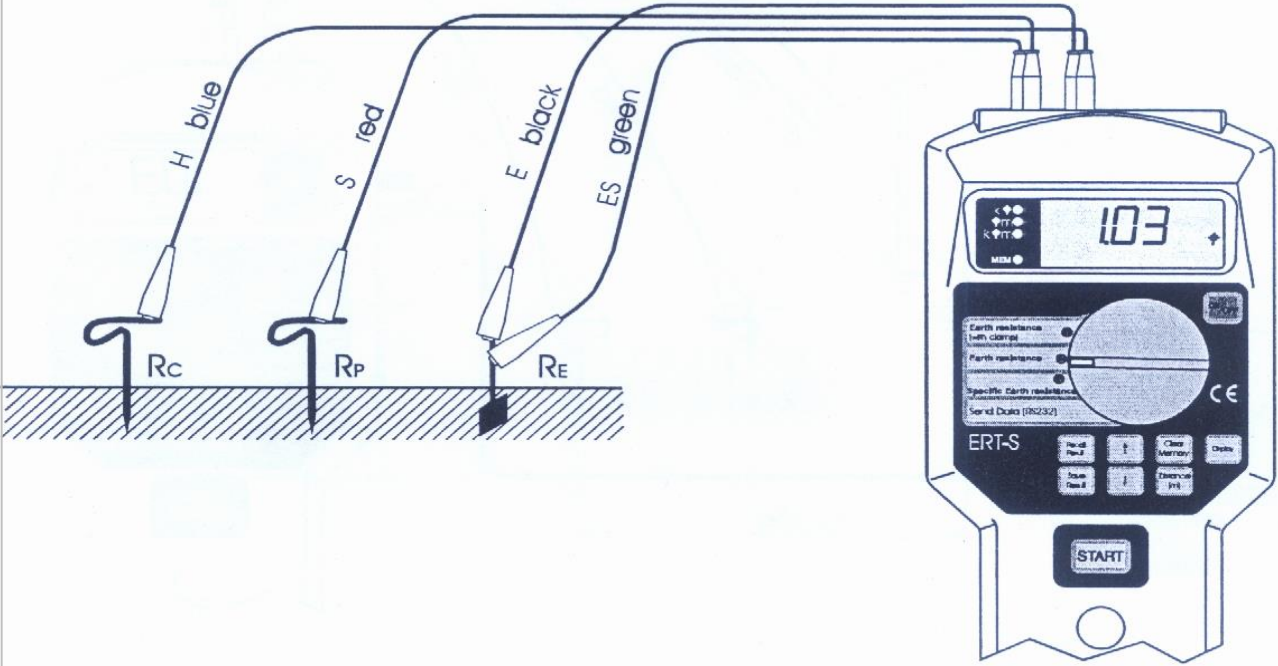
SE : Topraklama sistemi      Sn: Gerilim Ölçüm kazığı      Sp: Akım Ölçüm kazığı

Topraklama sisteminden (topraklama levhası, topraklama kazığı vb) 20 metre uzağa S soketine bağlı kazık çakılır. Bu kazıktan 20 metre ileriye H soketine bağlı kazık çakılır. E ve ES soketi birleştirilerek topraklama sistemine irtibatlanır.

Cihazın manyetosu çevirilerek ölçüm yapılmaya başlanır.

Ölçüm şekilde görüldüğü gibi 3 farklı noktada yapılarak ortalaması alınır ise toprakın farklı noktalarındaki farklı değerlerin ortalaması alınarak daha sağlıklı ölçüm yapılabilir.

## ERT-S ELEKTRONİK TOPRAK MEGERİ İLE TOPRAKLAMA DİRENCİ ÖLÇÜM DÜZENİĞİ



## **ERT-S ELEKTRONİK TOPRAK MEGERİ İLE TOPRAKLAMA DİRENCİ ÖLÇÜM BİLGİLERİ**

Bu cihazda ölçüm ; diğer klasik ölçü cihazından farklı olarak ölçülecek elektrodun “ RE “ üzerinde siyah ve yeşil kablolar gerekli köprülemenin sağlanması ile olur.

Diğer yardımcı akım ve gerilim kazıklarına sırasıyla mavi ve kırmızı kablolar bağlanır.

Cihazın arka yüzünde değişik toprak ölçmelerine göre bağlantı şekilleri verilmiştir.

Cihaz komitatörü “ 2 “ no'lu duruma “ Earth Rezistan ce “ konumuna alınır , sağ üstteki On / Off butonuna ve daha sonra Start butonuna basılır. Toprak direnci digital olarak ekran üzerinde görülür.

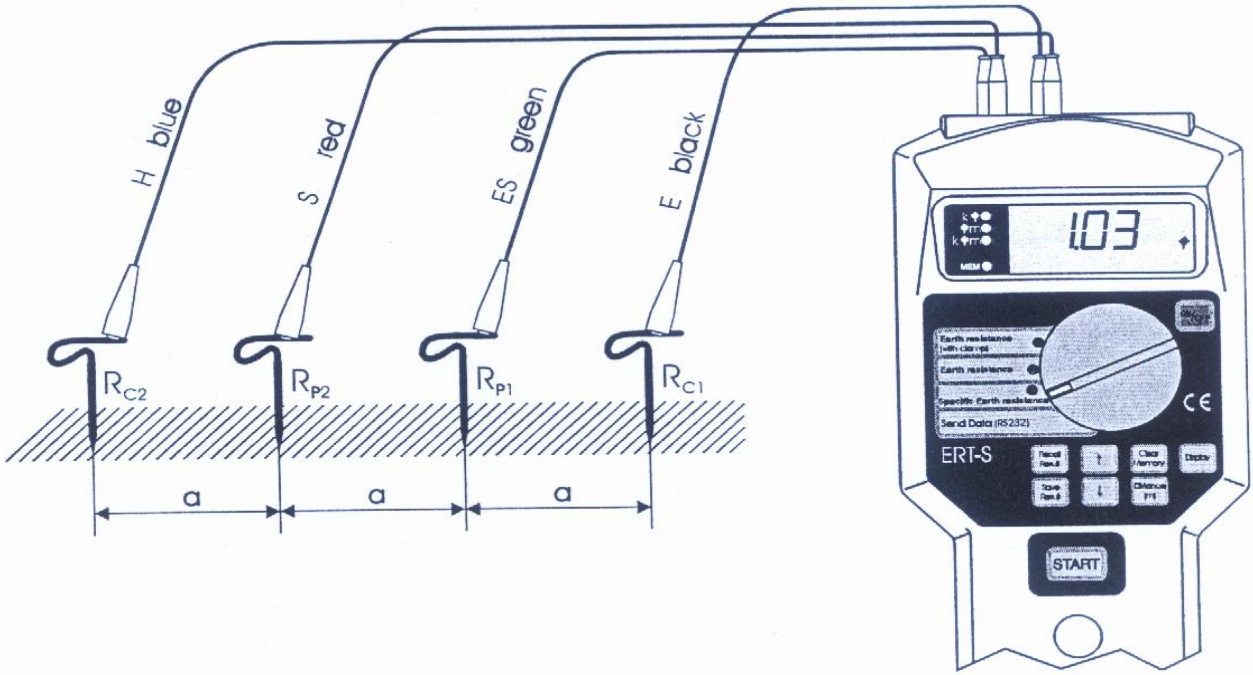
ERT-S cihazındaki kablo renk kodlaması ile topraklama ölçümünde hata oranı neredeyse sıfıra düşürülmüştür.

**Not - 1:** 1W'dan küçük topraklama dirençleri ve büyük topraklama şebekelerinin topraklama dirençleri akım ve gerilim ölçmesiyle tespit edilebilir. Bir ölçü akımı, yeterli uzaklıkta bulunan yardımcı toprağa sokulur ve beklenen gerilim konisi dışındaki bir yardımcı sonda ucunda buna ilişkin topraklayıcı gerilimi okunur. Detaylı bilgi için Üçüncü Bölüm'e bakınız.

**Not -2:** Bilinen topraklama ölçme cihazlarıyla ( yardımcı topraklayıcı ve gerilim sondasıyla köprülü ölçme metodu), sadece yaklaşık 20 m'ye kadar olan küçük boyutlu topraklayıcılar yeterli derecede doğru olarak ölçülebilir.)



## ERT-S ELEKTRONİK TOPRAK MEGERİ İLE TOPRAK ÖZGÜL ( ÖZ ) DİRENCİ ÖLÇÜM DÜZENİĞİ



## ERT-S ELEKTRONİK TOPRAK MEGERİ İLE TOPRAK ÖZGÜL ( ÖZ ) DİRENCİ ÖLÇÜM BİLGİLERİ

**Toprak özdirenci (rE )** : Toprağın elektriksel özdirencidir. Bu direnç, genellikle  $W m^2/m$  ya da  $W m$  olarak verilir. Bu direnç, kenar uzunluğu 1 m olan toprak bir küpün karşılıklı iki yüzeyi arasındaki dirençtir.

### **” WENNER METODU İLE ÖLÇÜM “**

Werner metodu endüstriyel bir standardır. 1915 yılında , Dr. Werner direnç ölçümü için 4 elektrod metodunu geliştirmiştir. Bu metoda göre elektrodlar, birbirine eşit 'a' mesafesi kadar aralıkla ve a mesafesinin %5 i kadar derinlikte toprağa çakılırlar. Böylece ölçülen değer ,bir hesap sonucunda bize toprağın özgül direncini bize verir. Toprak özgül direnci '  $\rho$  ' ( ro) ile sembolize edilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\rho = 2 \pi a R$$

a = Çubuklar arası mesafe.

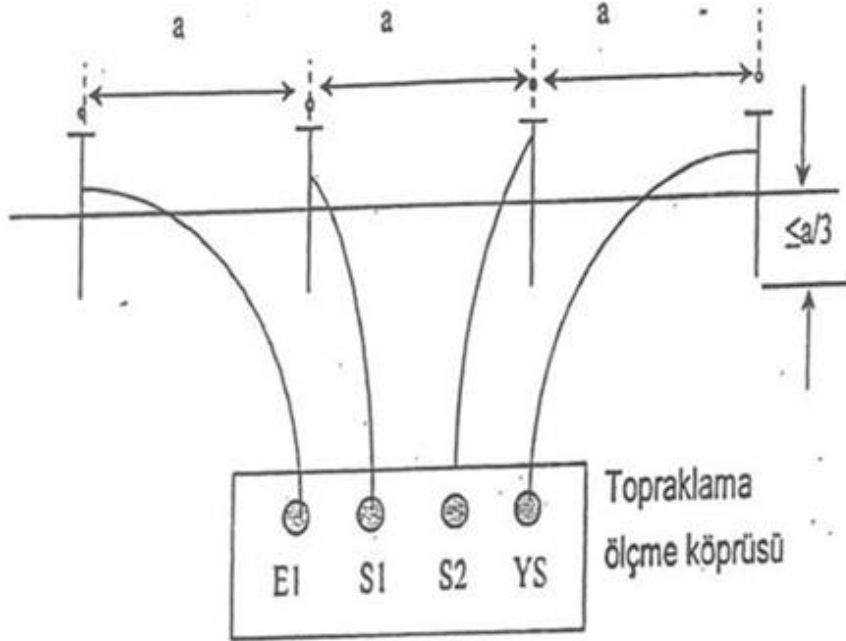
R = ES ve E terminalleri arasındaki toprak direnci.

Bu ölçümde cihaz komutatorü “ 3 “ no' lu durum “ Specific Earth Resistance “ konumuna getirilmelidir.

Şekilde görüldüğü gibi eşit aralıkla toprağa çakılan tüm kazıklara sırasıyla mavi , kırmızı , yeşil ve siyah kablolar bağlanır.

Sağ üstteki On / Off butonuna ve daha sonra Start butonuna basılır. Toprak Özgül direnci digital olarak ekran üzerinde görülür.

## WENNER METODU İLE TOPRAK ÖZGÜL DİRENCİ ÖLÇÜM FORMU

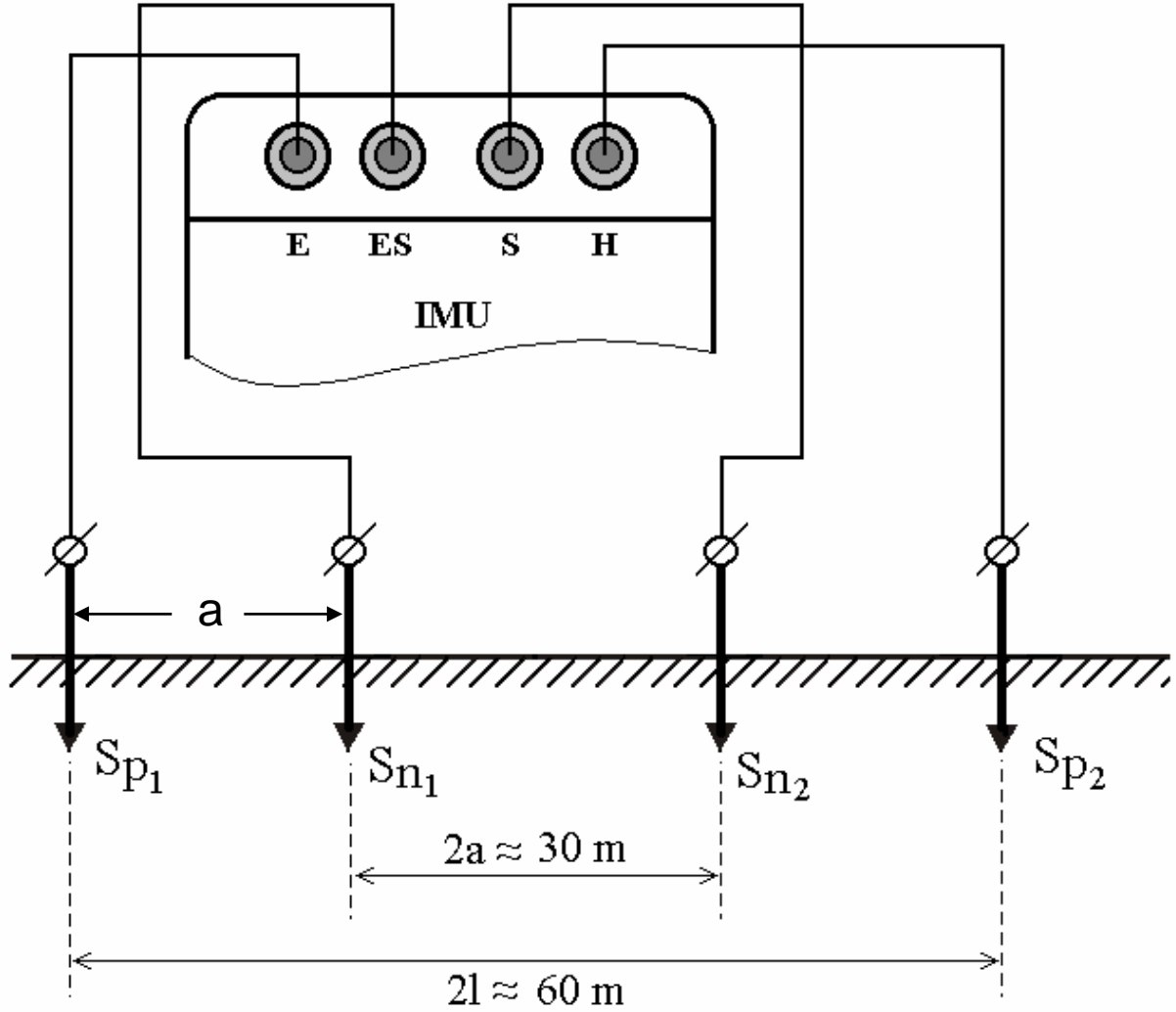


Özgül toprak dirençlerinin ölçülmesi

Wenner metodu ile özgül toprak direncini ölçmede kullanılan örnek

Sonda uzaklığı a (m)	$= 2 \cdot \pi \cdot a$	Ölçü değeri R ( $\Omega$ )	$\rho_t = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$ ( $\Omega m$ )
0,5	3,14		
1	6,28		
2	12,57		
3	18,85		
4	25,13		
5	31,42		
10	62,83		
20	125,66		
30	188,50		

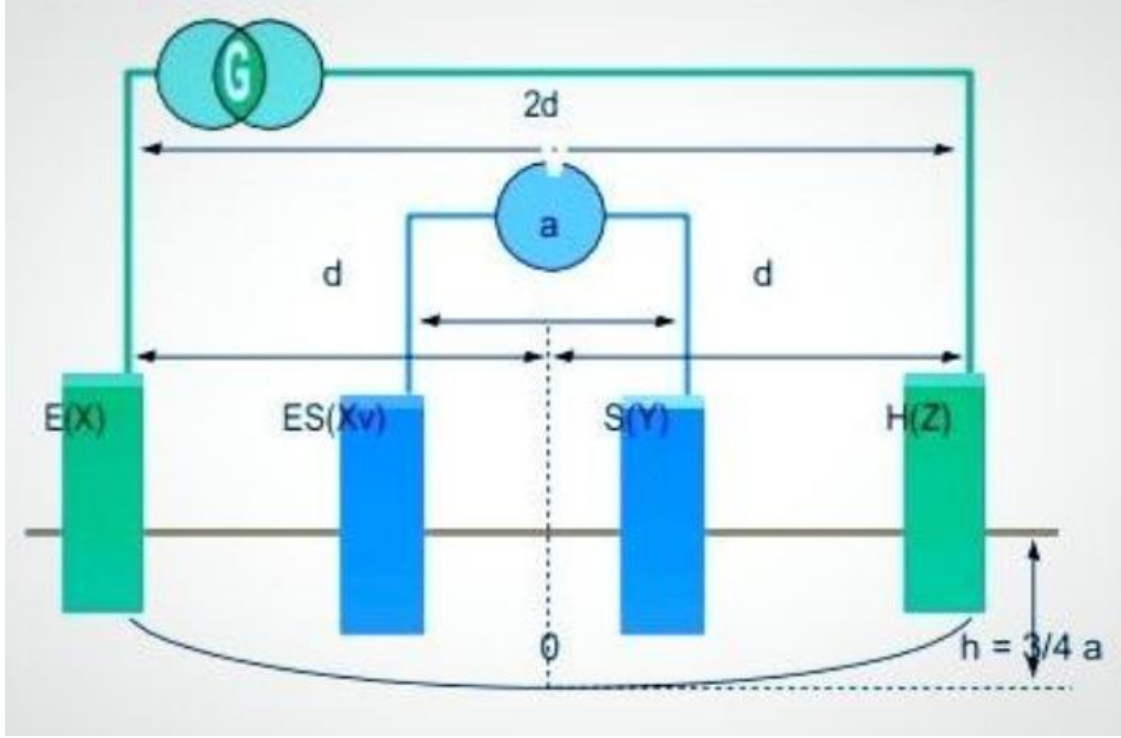
## TOPRAK ÖZGÜL DİRENCİ ÖLÇÜMÜ “ IMU SCHLUMBERGERA YÖNTEMİ ”



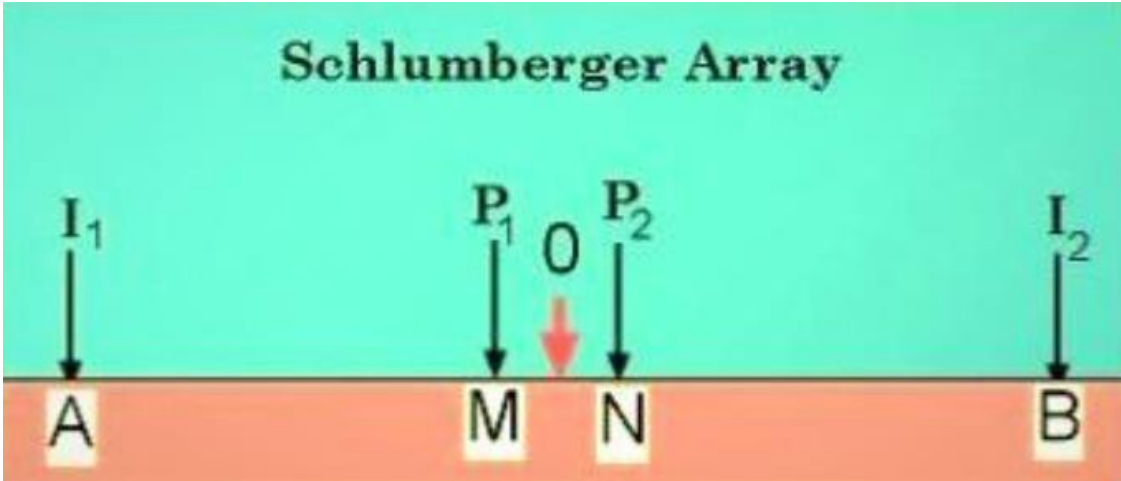
4 kazık ile Schlumbergera yöntemi kullanılarak Toprak özgül direnci ölçümü

$$\gamma = R \cdot \frac{\pi \cdot (l^2 - a^2)}{2a} [\Omega m]$$

## TOPRAK ÖZGÜL DİRENCİ ÖLÇÜMÜ “ İMU SCHLUMBERGERA YÖNTEMİ – 2 “



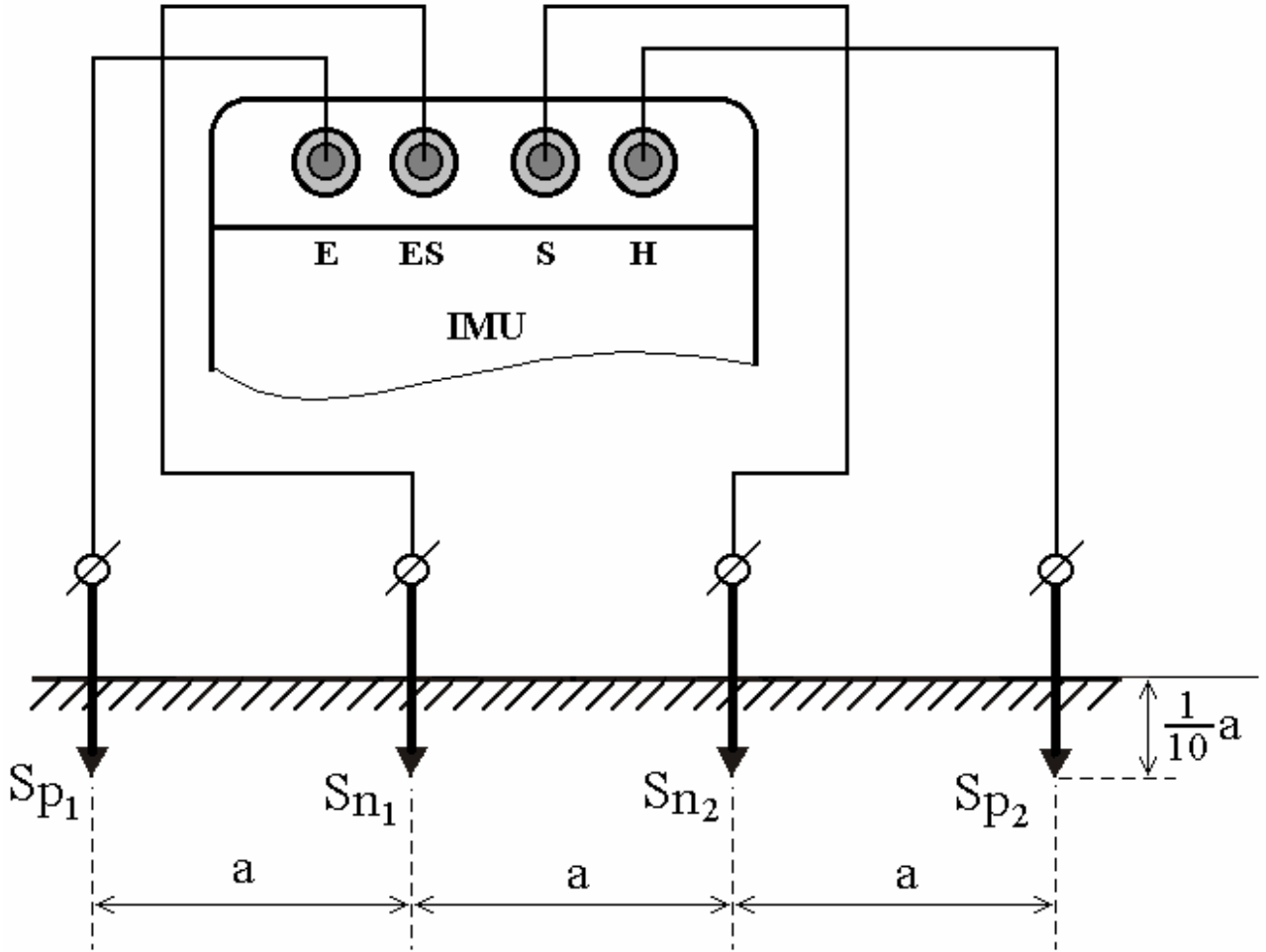
4 kazık ile Schlumbergera yöntemi kullanılarak Toprak özgül direnci ölçümü



$$\rho_a = \frac{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 - \left(\frac{MN}{2}\right)^2}{MN} \pi \left(\frac{V}{I}\right)$$

Schlumberger Özgül Direnç Formülü

## TOPRAK ÖZGÜL DİRENCİ ÖLÇÜMÜ “ IMU WENNERA YÖNTEMİ ”



4 kazık ile Wennera yöntemi kullanılarak Toprak özgül direnci ölçümü

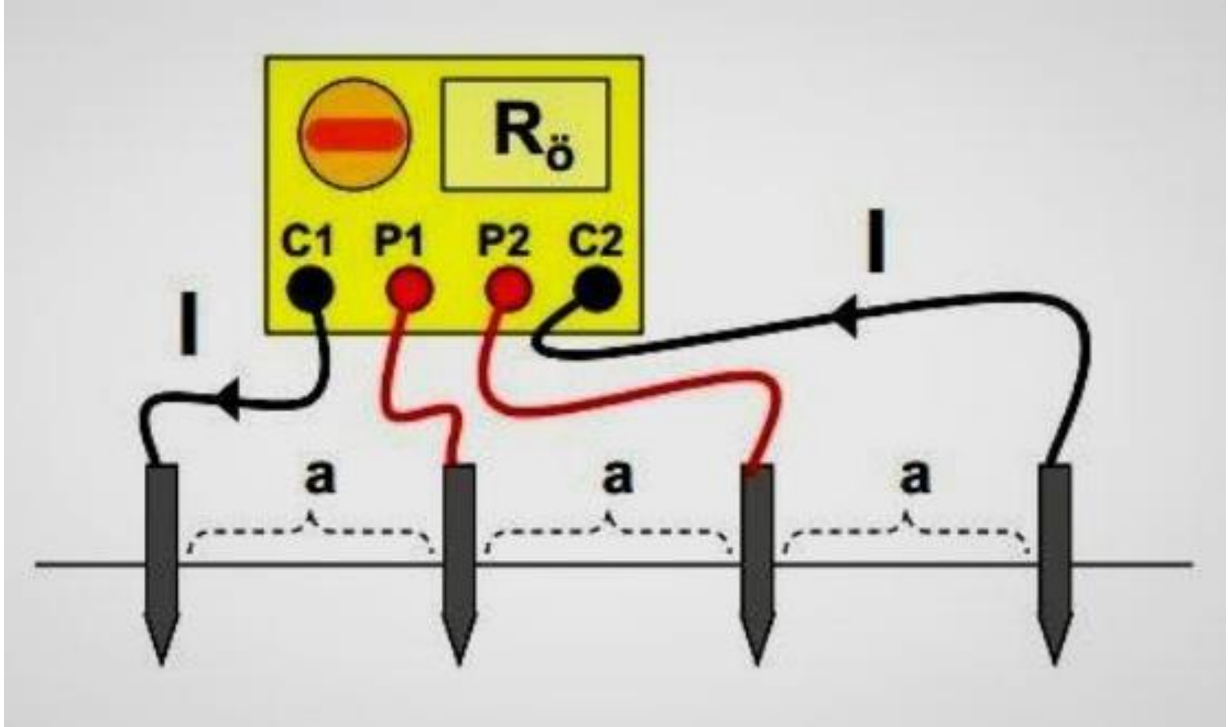
Sp1 ve Sp2 akım soketi kazıkları

Sn1 ve Sn2 gerilim soketi problemleri

$$\gamma = 2\pi \cdot a \cdot R [\Omega m]$$

\*:  $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$  bağıntısı, L elektrot boyu, elektrotlar arası a mesafesine göre çok küçük ise geçerlidir ( $L < a/20$ ).

## TOPRAK ÖZGÜL DİRENCİ ÖLÇÜMÜ “ IMU WENNERA YÖNTEMİ - 2 “



4 kazık ile Wennera yöntemi kullanılarak Toprak özgül direnci ölçümü

0.5 metreden 2-3 metreye kadar olan kısa ölçümlerde gömülen elektrot boyu, elektrotlar arası  $a$  mesafesinin 20'de 1'ini geçmemelidir.

Bu durumda ya elektrotlar (kazıklar)  $L < a/20$  olacak şekilde gömülür ya da alttaki formül tercih edilir.

$$\rho = \frac{4\pi a R}{1 + \frac{2}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{L}{a}\right)^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{a}\right)^2}}}$$

Wenner Yöntemi Formülü

Burada  $\rho$  özgül toprak direnci,  $a$  elektrotlar arası mesafe,  $L$  elektrotların derinliği,  $R$  Wenner direncidir.

## ÇEŞİTLİ TORAK TİPLERİNİN ÖZGÜL DİRENÇLERİ

Toprak Cinsi	Özgül toprak direnci
Bataklık	5...40
Kil Humus	20...200
Kum	200..2500
Çakıl	2000...3000
Dağlık bölgede:Taşlık	Çoğunlukla 1000'in altında
Granit,Kumtaşı	2000...3000





## TOPRAKLAMA ÖZGÜL DİRENCİ ÖLÇME FORMU

### A- GENEL BİLGİLER

ÖLÇÜMÜ TALEP EDEN	
İLGİLİ KİŞİ	
ÖLÇÜM YAPILAN YERİN ADRESİ	
ÖLÇÜM TARİHİ	
HAVA DURUMU	<input type="checkbox"/> Açık <input type="checkbox"/> Kapalı <input type="checkbox"/> Yağışlı
TOPRAK DURUMU	<input type="checkbox"/> Islak <input type="checkbox"/> Nemli <input type="checkbox"/> Kuru

### B- ÖLÇÜM BİLGİLERİ

#### ÖLÇÜM CİHAZI

MARKA-MODEL	
SERİ NO	
HATA SINIFI	
ÖLÇÜM YÖNTEMİ	

#### ÖLÇÜM CİHAZININ KALİBRASYON BİLGİLERİ

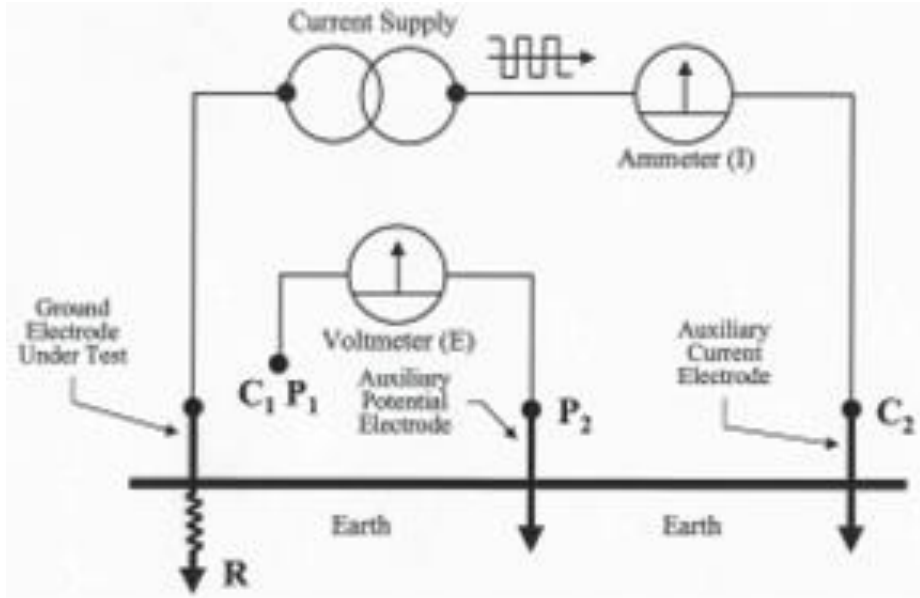
KALİBRASYON YAPAN KURUM	
KALİBRASYON ONAY TARİH ve SAYISI	
GEÇERLİLİK SÜRESİ	

### C- ÖLÇÜM SONUÇLARI

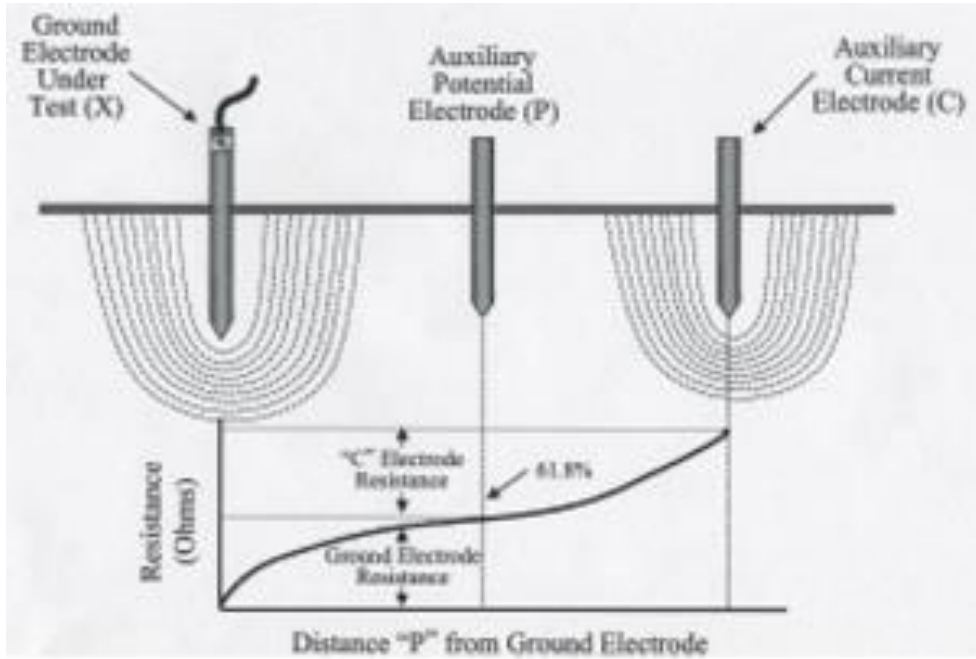
#### ÖLÇÜM ve KARŞILAŞTIRMA TABLOSU

SIRA NO	ÖLÇÜLEN NOKTA	d (cm)	a (m)	$2\pi a$	R ÖLÇÜLEN ( $\Omega$ )	$\rho$ ( $\Omega.m$ )
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

## TOPRAK MEGERİ ÖLÇÜM ŞEKİLLERİ

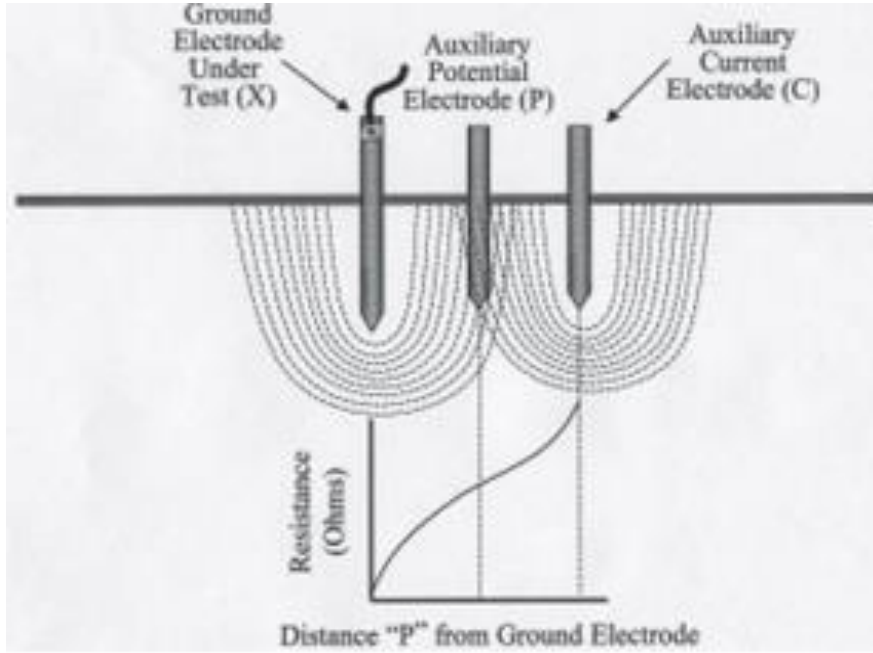


## TOPRAK MEGERİ ÖLÇÜM PRENSİBİ



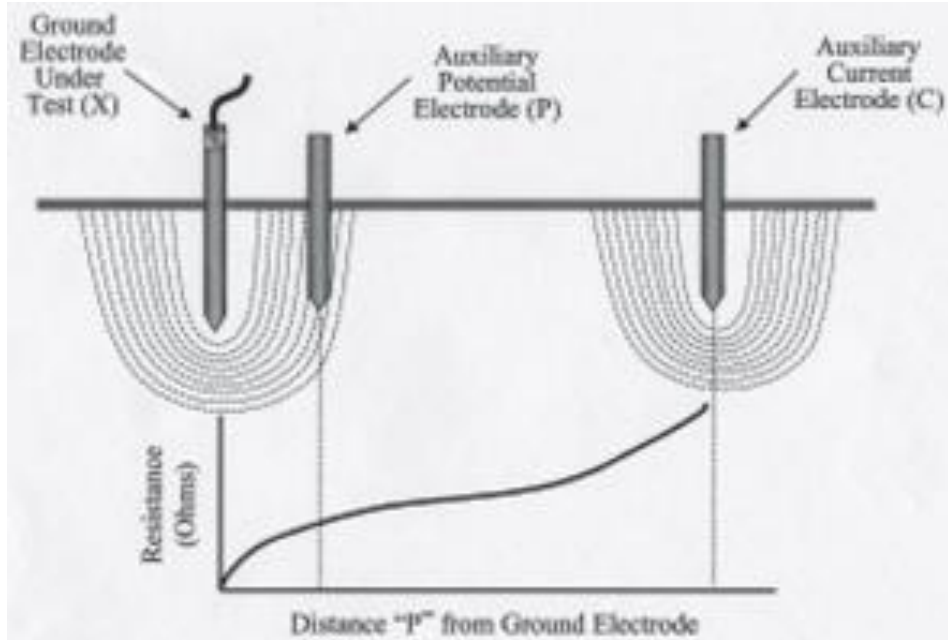
## TOPRAK MEGERİ DOĞRU ÖLÇÜM ŞEKLİ

## TOPRAK MEGERİ ÖLÇÜM ŞEKİLLERİ



### TOPRAK MEGERİ HATALI ÖLÇÜM - 1

Elektrodlar birbirine çok yakın Direnç Yüksek çıkar



### TOPRAK MEGERİ HATALI ÖLÇÜM - 2

Gerilim elektrodu ölçülen topraklamaya çok yakın Direnç küçük çıkar

## TOPRAKLAMA SİMGELERİ

YGT (Yüksek Gerilim Topraklaması) : \_\_\_\_\_

AGT (Alçak Gerilim Topraklaması) : - - - - -

*l* Topraklayıcının uzunluğu (m)


*h* Topraklayıcının derinliği (m)

Derin topraklayıcı: 

Ring topraklayıcı: 

Temel topraklayıcı: 

Yüzeysel topraklayıcı : 

Yıldız topraklayıcı: 

Ölçme yönü: 

## **KAYNAKLAR**

- 1-) Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği**  
([http://www.emo.org.tr/mevzuat/mevzuat\\_detay.php?kod=91](http://www.emo.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=91))
- 2-) TEDAŞ Uygulama esasları Yönetmelik ve Şartnameleri**  
(<http://www.tedas.gov.tr/30,Yayinlar.html> )
- 3-) EMO Arşiv Kaynakları**  
( [http://www.emo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=48544&tipi=34&sube=0&harf=T](http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=48544&tipi=34&sube=0&harf=T))
- 4-) T.C. Milli Eğitim Bakanlığı MEGEP**  
“ Mesleki Eğitim Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi “  
( <http://www.megep.meb.gov.tr/indextr.html> )
- 5-) Elk. Y. Müh. İsa İLİSU notları**
- 6-) Firma Katalogları**
- 7-) İnternet ortamı**