

# Koruyucu Topraklama Metodları

Çeviren :  
Oğuz ESMER  
Y. Mühendis-EİE

## 1. GENEL ÖZELLİKLER

### 1.1. Topraklamanın Gayesi:

Yıldırım ve başka sebeplerle meydana gelecek yüksek gerilimin sebep olabileceği zarardan, tesisteki personel ve cihazları korumak icabeder. Bu düşünce ile enerji üretimi ve dağıtım yapan, bütün elektrik tesislerinin topraklanması gerekir.

### 1.2. Topraklama Devresi:

Makina gövdesi, metal merdiven parmaklığı, dolaplar ve borular gibi akım taşımayan metal yüzeyler herhangi bir sebeple gerilim altında kalırsa, gerekli korunmayı-sağlamak üzere mümkün olduğu kadar küçük dirençli bir iletkenle topraklama devresine bağlanırlar. Bu metod salt sahalarında da transformatör tanklarına, disjonktör çelik mesnet ve kazanlarına, çelik konstrüksiyonlara, vs. aynen uygulanır.

### 1.3. Arıza ve Toprak Akımları:

Rölelerin ve diğer koruma cihazlarının muntazam ve emin bir surette çalışabilmeleri için küçük empedanslı iyi bir topraklama sistemi, aynı zamanda, zayıf kontak ve büyük dirençli rastgele bir yol takip eden toprak akımının haberleşme cihazlarında sebep olacağı gürültülere de engel olur. Santral veya transformatör istasyonlarında bazı devreler özel maksatlarla kasten topraklanmaz. Batarya ikaz jeneratörleri gibi doğru akım devreleri bu gruba dahildir.

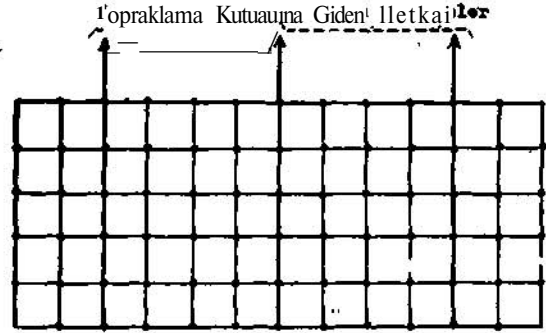
Küçük empedanslı topraklama sistemi, aynı zamanda, açma-kapama işlemleri ve yıldırım deşarjlarından gelen gerilim darbelerini de bertaraf edebilmelidir.

## 2. TOPRAKLAMA ŞEBEKESİ

### 2.1. Genel Özellikler:

Topraklama şebekesi toprak direncini azaltmak üzere nemli bir yere gömülmüş bir kablo ızgarasından ibarettir. Topraklama şebekesini teşkil eden iletkenler kısa bir müddet için maksimum yıldırım veya arıza akımlarında yanmayacak veya anormal şartlarda gerilimin tehlikeli değerlere çıkmasına sebep olmayacak kesit ve boyutlarda olmalıdır. Genel olarak 50 V ve daha küçük gerilimler personel için zararlı değildir.

Şekil. 1 de örneği verilen birçok topraklama şebekesinde masif yerine çıplak örgülü bakır iletkenler kullanılır.



Şekil : 1— Tipik bir topraklama şebekesi

### NOT :

1. Topraklama şebekesinde minimum iletken kesiti, 25 mm<sup>2</sup> çıplak, örgülü bakırdır.
2. Şebekenin dtj ring iletkeni, kutulara giden bağlantı iletkenleri kesitinde olacaktır.
3. İletkenler şebekede her iki yönde de ortalama olarak 3 m. uzaklıkta bulunacaklardır.
4. Çapraz gelen iletkenler birbirlerine irtibatlandırılacaktır.
5. Her bağlantı iletkeni, her türbin veya pompa grubuna ait topraklama kutusuna bağlanacaktır.

### 2.2. İletken Boyutları (') :

Aşağıda verilen amperik formül iletken kesitini emniyet sınırları içinde hesaplamağa yardım eder:

$$q = 0,00537 \cdot I \cdot \sqrt{t}$$

Burada q (mm<sup>2</sup>) olarak iletken kesitini, I Amper olarak faz - toprak kısa devre akımını ve t saniye olarak akım süresini göstermektedir, t yakın bir takribiyetle 30 saniye alınabilir.

Aşağıdaki tablo ölçüler ve akımlar hakkında bir fikir vermektedir:

(1) «US. Bureau of Reclamation» tamiminden hazırlanan «Power Systems — Vol. x, Part 2, Chap. 9» dan kısıltılarak çevrilmiştir.

(2) Amerikan Standartlarında geçen AWG 4, 1/0, 4/0 İletkenleri karşılığı, -Avrupa Standardı, sırasıyla 25, 50, 120 mma kesitler kullanılmıştır.

Kesit (mm <sup>2</sup> )	Fa»-toprak kısa devre akımı (A)
25	750 ye kadar
50	750 > 1500
120	1500 oo 3600
240	3600 oo 7200

### 2. 3. Toprak Direnci:

Toprak şebekesi, toprak direncini küçültecek her türlü tesise (cebrî boru, pipe-line, vs.) imkân nisbetinde bağlanmalıdır.

Topraklama direncinin tayininde sistemin toplam alanı ve toprak iletkenliği, kullanılan bakır iletkenlerin kesitlerinden çok daha önemlidir. Aşağıdaki ortalama toprak dirençlerinin aşılmaması gerekir:

Büyük santraller ve trafo postalarında	1 ohm
Küçük « « « «	10 ohm
Diğer tesislerde	5 ohm

### 3. KUVVET SANTRALILARININ TOPRAKLANMASI

#### 3. 1. Birden Fazla Toprak Şebekesi Kullanılması :

Mükemmel bir topraklama tesisatını gerçekleştirmek için santrallarda çoğu zaman birbirinden ayrı iki toprak şebekesi tesis edilir. Bu, aynı zamanda baraj ve yakındaki salt sahası veya transformator istasyonu için de kullanılır. Şekil. 2 böyle bir tesisatı göstermektedir. Her şebeke ortalama olarak jeneratörler döşeme alanı kadar yer kaplarlar. Tahliye kanalındaki birinci toprak şebekesi, bu maksat için hazırlanmış oyuklara yerleştirilen topraklama çubukları vasıtasıyla çok emniyetli bir şekilde tesis edilir. İkinci şebeke, küçük toprak direnci elde etmek maksadıyla, temel betonlarına yerleştirilir. Bu ikinci şebekenin topraklama kutusundaki ucu diğer şebeke ucundan ayrılırsa, toprak direncinin ölçülmesi de imkân dahiline girer, iki şebeke arasında topraklama kutuları dışında bir bağlantı yapılmasından dikkatle kaçınılmalıdır.

Böylece santral temelinin altındaki şebeke, tahliye kanalındaki şebeke ve —meselâ salt sahası altına tesis edilmiş— uygun bir üçüncü şebeke, topraklama kutularındaki uçların ayrılmasıyla birbirinden izole edilmiş ve üç elektrod metodu ile toprak direnci ölçülmesi imkânı sağlanmış olur. Salt sahasının santral binası damında olması halinde, üçüncü şebekeyi sağlamak üzere, nemli toprağa bir topraklama çubuğu çakılır.

#### 3. 2. Topraklama Kutuları:

Bunlar tesiste kolay erişilir yükseklikte bulundurulur. İçerisinde farklı şebekelerden gelen uçlar

ayrılarak şebekeler birbirinden izole edilir ve toprak direncini ölçme deneyi gerçekleştirilebilir.

#### 3. 3. Bağlantı iletkenleri:

Tipik bir tesiste topraklama şebekesine bağlantı sağlayan iletkenler, her topraklama kutusundan çıkarılarak binanın her tarafına ve bu arada kolonların içinden topraklanacak gezer köprü raylarına kadar uzatılır. Eğer transformator postası binanın damında ise bağlantı iletkenleri dama kadar çıkarılır. Jeneratör gövdesini topraklamak maksadıyla jeneratör döşemesinden geçen bir topraklama iletkeni kolonlardaki bağlantı iletkenine bağlanır. Sistemdeki en büyük kesitler jeneratör gövdesini, jeneratör nötrünü, güç transformatorü kazanını, transformator nötrünü ve parafudru topraklamak için kullanılır. Kumanda tabloları, seksiyonörler, hücreler, ölçü transformatorleri mahfazaları ve sekonder sargıları daha küçük kesitte iletkenlerle topraklama sistemine bağlanabilir.

#### 3. 4. Enerji Taşımayan Kısımların Topraklanması :

Elektrik cihazlarının topraklanması yapılırken topraklanması gereken birçok enerjisiz kısımları da göz önüne almak gerekir. Yağ tankları, metal parmaklıklar, çelik elbise dolapları, kapı taşıyıcıları, vs. gibi aksam 25 mm kesitindeki örgülü bakır iletkenlerle en yakın toprak şebekesi iletkenine bağlanır. Ekonomik düşüncelerle pencere çerçevesi, pancur, ızgara gibi kısımların topraklanmasına lüzum görülmez.

#### 3. 5. Kablo Kurşun Kılıfının Topraklanması:

Kurşun kılıflı kablolar çelik borular içinden geçiriliyorsa, boru tercihan enerji kaynağı tarafındaki ucundan topraklanır. Kablo metal olmayan bir boru içinde ise bu sefer kurşun kılıf, gene kaynak tarafındaki ucundan topraklama şebekesine bağlanır.

Güç kablolarının betona yerleştirilmiş fiber borular veya asbest - çimento borular içinden geçirilmeleri halinde, eğer kısa mesafeler bahis konusu ise, tek fazlı AC kablosunun kurşun kılıfı enerji kaynağı tarafındaki ucundan topraklanır. Kablo kurşun kılıfı enerji kaynağı tarafındaki ucundan topraklanır. Kablonun uzun olduğu durumlarda kurşun kılıf, potansiyelini mümkün olduğu kadar azaltmak üzere çoğu zaman kısımlara ayrılmış olarak imâl edilir; böylece her kısım enerji kaynağına yakın olan ucundan topraklanır. Aynı kurşun kılıfın, kasden veya yanlışlıkla, her iki ucundan topraklanmış olması bazen kablondan aşırı derecede ısınmasına sebep olur. Bu durumdan kaçınmak icab eder.

Üç fazlı kabloların kurşun kılıfında her fazın endükleği gerilim birbirinin tesirini yok eder; bu sebeple kurşun kılıfta normal durumlarda tehlikeli akımlar meydana gelmez. Mafatih çoğu zaman üç fazlı kablolar da kaynak ucundan topraklanır.

### 3- 5. Önemli Hatırlatmalar :

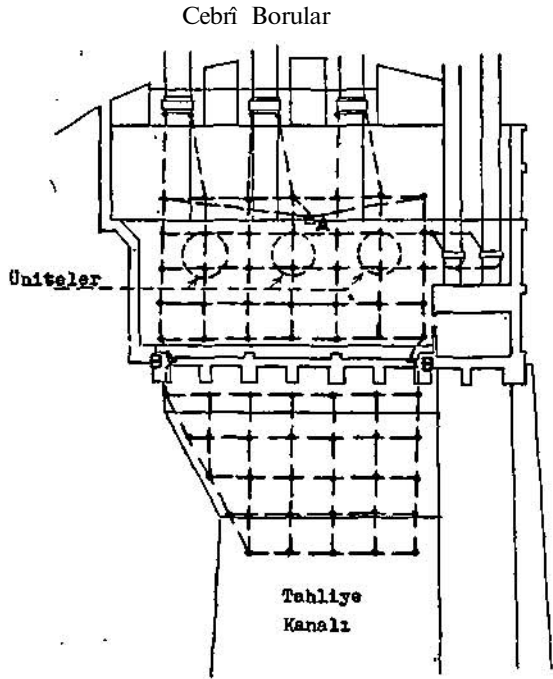
Aşağıda belirtilen hususlar topraklama tesisatı yapılırken mutlaka göz önünde tutulmalıdır :

A — Hiçbir topraklama iletkeni jeneratörün enerjisi taşıyan esas kablosuna veya herhangi bir tek fazlı güç kablosuna yakın veya paralel yerleştirilmemelidir.

B — Hiçbir topraklama iletkeni magnetik malzemenen yapılmış bir boru içine yerleştirilmemelidir.

C — Güç kablolarının kurşun kılıfı, kablo çok uzun olmadıkça, yalnız bir noktadan topraklanmalıdır.

D — Akım transformatörü devresi yalnız bir noktadan topraklanmalıdır.



Şekil : 2 — Santral Topraklama Şebekesi

## 4. TRANSFORMATÖR İSTASYONLARI VE SALT SAHALARININ TOPRAKLANMASI

### 4.1. Genelilikler:

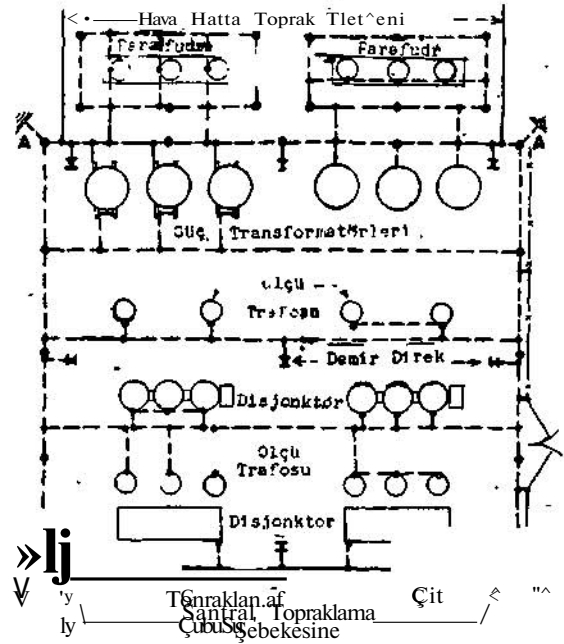
- Transformator istasyonları ve salt sahalarda topraklama genel olarak üç sebeple bulundurulur:

A — Personel emniyeti

B — Transformator ve diğer cihazlarda nötr-toprak bağlantısı temini

C — Parafudr, ark atlama aralıkları (boynuzlar) ve benzeri tertipler için deşarj yolu temini.

Transformator postalarında emniyeti sağlamak için transformator tankları, metal yollar, çitler, bina ve salt sahası çelik konstrüksiyonları, panolar, ölçü transformatorü mahfazaları, tali cihazlar, vs. nin topraklanması icab etmektedir. Bu suretle bu cihazlara yaklaşan veya dokunan şahıslar, yüksek gerilim iletkenlerinin birinden atlama yapan arkın veya iletkenin direkt teması sonucunda doğacak tehlikeli gerilimlerden korunmuş olacaktır. Bu, tesise ait her kolon veya süportun ayrı bir iletkenle topraklama barasına bağlanmasını gerektirir. Topraklama sistemi Şekil. 3 de görüldüğü gibi tertiplenmelidir. Eğer bir salt sahası veya trafo postasında farklı gerilimler, için ayrı konstrüksiyonlar bahis konusu ise, her gerilime ait kısımlar ayrı bir topraklama barası ile kuşatılmalıdır. Kırılmaya karşı dayanıklı olması hasebiyle örgülü teller masif tellere tercih edilir. Bütün topraklama bağlantıları muhtemel mekanik hasardan korunmalıdır. Toprak baraları, kaya tabakasına rastlanmazsa, en az 45 cm derinliğe gömülmelidir ve mümkün olduğu takdirde bütün cihazlardan sonra tesis edilmelidir. Eğer kayalık arazi bahis konusu ise haraların mekanik hasardan korunabilecek kadar (meselâ 15 cm) derine gömülmesi kâfidir.



Şekil . 3 — Salt Sahası Topraklama tesisatı

NOT.

A noktalarında şebeke, şu borusu vs. gibi iyi topraklama imkânı veren bir kısma bağlanır. Topraklama kabloları toprağa, en az 45 cm. olmak üzere gömülmüşlerdir.

Topraklama klavuzları mümkün olan yerde beton içine gömülmemelidir.

#### 4. 2. İletken Boyutları:

İletken boyutları Paragraf 2. 2. de belirtildiği üzere tayin edilir.

Transformatör, disjunktör, parafudr ve regülatör gibi önemli elektrik teçhizatı toprak barasıyla aynı kesitte olan iletkenlerle topraklanmalıdır. Hücreler ve ölçü trafoları gibi küçük cihazlar için 25 mm<sup>2</sup> lik bakır iletken kullanılabilir. Salt sahası topraklama sistemi yakındaki santralin topraklama şebekesine bağlanacaksa, bağlantı iletkenleri en az iki tane olup topraklama barası ile aynı kesitte seçilmelidir.

#### 4. 3. Çeşitli Cihazların Topraklanması:

Parafudr Şekil. 3 de görüldüğü gibi mutlaka topraklama çubukları ile topraklanır. Her faza tahsis edilen parafudr biribirlerinden uzakta iseler herbirine ait dört topraklama çubuğu bulunmalıdır. Parafudr transformator tankının üzerine monte edilmişse, topraklama çubukları transformatorün çevresi boyunca yerleştirilir.

Güç transformatorlerinin tankı direkt olarak toprak barasına bağlanmalıdır. Eğer trafo raylar

üzerine yerleştirilmişse raylardan herbiri de aynı şekilde topraklanır.

Ortak bir gövde üzerine monte edilmiş disjunktörlerde ortak gövdeden toprağa bir iletken çekilir. Münferit tank tipi olanlarda ise her tank ayrı olarak veya tanklara tesbit edilmiş bir iletkenin her iki ucu vasıtasıyla topraklanır (Şekil: 3).

Seksiyonörlerin açma ve topraklama mekanizmaları çalıştırma koluna mümkün olduğu kadar yakın yerden topraklanır.

Mekanik mülhazalarla 25 mm<sup>2</sup> den küçük kesitteki iletkenler kullanılmaz. Ölçü trafoları ve bütün diğer çeşitli cihazlar toprak şebekesine bağlanır.

Transformator istasyonu veya salt sahasının etrafını çeviren veya içinde bulunan çelik çitlerin topraklanması, 10 m aralıklı postalarla dikkatle yapılmalıdır. Ayrıca köşe ve kapı kısımları da topraklanır.

Tünel ve kanalların topraklanmasında en az bir topraklama iletkeni tünel veya kanal boyunca yerleştirilir. Metal boru, kablo süpürü, kablo kanalı kafes kapakları gibi metalik kısımlar topraklanmalıdır. Boru ve kapaklar için topraklama iletkenleri arasındaki maksimum uzaklık 5 m olmalıdır.

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI  
ÖZEL YARDIM SANDIĞINA  
ÜYE OLUNUZ