

# TOPRAK ÖLÇÜMLERİNİ RAPORLAMA, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Bu yazıda toprak direnç ölçümleri yapılırken nelere dikkat edilmesi gerektiği ve bulunan sonuçların değerlendirme şekli konu edilmiştir. Ölçüm talebinde bulunanlar büyük ölçüde bina direnci ne kadar küçük ise elektrik çarpması olayının böylece önleneceği düşüncesindedirler. Bu düşünce eğitimlerimizde de gösterildiği gibi hatalıdır. O halde ölçümden beklenen elektrik çarpmasının önlenmesi için bina topraklama direnci ölçüldükten sonra yapılacak başka kontrollara da ihtiyaç vardır.

Ekte verilen akış şemaları ölçüm yapan kişiye kolayca sonuca gitmesi için hazırlanmıştır.

Ölçüm sonuçlarının raporlanma ve değerlendirme şekli aşağıda anlatılmıştır.

## 1- Enerji girişi alçak gerilim ile olan tesisler:

Yurdumuzda şebeke ile bağlantısı alçak gerilimle olan binalarda TT sistem koruma uygulanması ve buna bağlı olarak artık akım anahtarı (RCD) kullanılması zorunludur.

### TT sistem koruma uygulanması:

#### Ölçme işlemi:

- Ölçüye başlarken bina eşpotansiyel barası ile nötr barası arasında köprü olup olmadığı kontrol edilir.
- Köprü varsa şebeke işletme topraklaması, bina topraklama direncine paralel girer ve ölçülen değer çok küçük çıkar. Böyle bir bağlantı nötr kopmalarında cihaz gövdelerinde potansiyel yükselmelerine yol açar ve tehlike doğurur.
- Köprü olmadığı durumda bina toprak direnci ölçülür.
- Toprak direnci ölçü aleti (toprak megeri) elektrot ara mesafeleri metre ile ölçülür.
- Toprak direnci ölçü aleti ile şehir içerisinde yapılan ölçülerde hata payı çok yüksektir.
- Ölçünün koruma hatları üzerinden çevrim empedansı yolu ile tekrarlanması gereklidir.
- Bulduğunuz iki değer arasında akla yakın bir bağlantı varsa, toprak direnç değeri çevrim empedansına yakın fakat küçük ise yapılan ölçü doğrudur.
- Binadaki artık akım anahtarlarının devrede ve çalışır durumda oldukları denetlenir.
- Binadaki cihazların ayrı ayrı topraklama direnci istenirse, cihazdan ana eşpotansiyel baraya kadar olan direnç ohmmetre ile ölçülür, toprak direnci üzerine ilave edilir.

#### Raporlama:

- Rapor tip:1 doldurulmalıdır.
- Görülen olumsuzluklar, nötr-koruma hattı köprüsünün bulunup bulunmadığı, mal sahibine yapılan uyarılar raporda gösterilmelidir.
- Yalnız direnç ölçmesi yapılmış ise diğer kontrollerin yapılmadığı, AAA'ların denenmediği ve bulunma şartı belirtilmelidir.

İsa İLİSU [ Elektrik Yüksek Mühendisi ]

#### Değerlendirme:

- Binada artık akım anahtarları (AAA),(RCD) bulunmak zorundadır. EİTY. Madde 18
- Re : Bina topraklama direnci  
I Δ Max : Binadaki AAA'ların en büyük eşik değeri olmak üzere  $Re < 25/I\Delta Max$  şartı sağlanmalıdır. Binada yalnızca 30 mA'lık anahtar varsa Re direnci 200 Ω'u aşmamalıdır. ETTY Çizelge 12 alt notu.
- Binada yıldırımılık varsa  $Re < 10 \Omega$ 'u aşmamalıdır.TS EN 62305 Madde 5.4.1
- Binadaki artık akım anahtarlarının açma süreleri ve açma akım eşik değerleri tesisat test cihazları ile ölçülmelidir.

#### TN sistem koruma uygulaması:

TN sistem enerjisi yüksek gerilim ile satın alan tesislerde uygulanabilir.

TN koruma sisteminde alçak gerilim cihazlarının gövdelerinde oluşan toprak kısa devrelerinde hata akımı koruma hatlarından transformatör nötr noktasına gider. Topraktan akım geçmez. Bu tip yerlerde yüksek gerilim koruma, alçak gerilim işletme topraklarının birleştirilmesi halinde bulunacak değerler, yıldırımılık topraklama dirençleri önem arz eder.

#### Ölçme işlemi:

- Prizlerin ve diğer tüketicilerin çevrim empedansı ölçülür.



### Raporlama:

- a- Rapor tip:2 doldurulmalıdır.
- b- Sınır çevrim empedansı değerleri, Rapor tip:2 için karşılaştırma çizelgesinden alınır.

### Değerlendirme:

- a- Prizler için çizelgenin 0,4 s sütunu diğer yükler için 5 s sütunu kullanılır.
- b- Otomatik sigortalar için ani açma akımları kullanılır.
- c- Termik-magnetik şalterlerde ani açma akımı üzerine %20 ilave edilir. Sınır çevrim empedansı  $Z_s = 230/1,2I_a$  şeklinde bulunur.
- d- Cihazlarla kat eşpotansiyel barası ve ana eşpotansiyel bara ile diğer eşpotansiyel baralar arası koruma hatlarının kesin bağlı olduğu ohmmetre yolu ile kontrol edilir. Ana eşpotansiyel bara ile cihazlar arasında 1  $\Omega$ 'dan küçük direnç bulunmalıdır.
- e- Tablolar???? arası nötr kesiti  $S > 10 \text{ mm}^2$  ise bu iletken PEN olarak kullanılabilir.

## 2- Yüksek gerilim ile enerji alan tesisler:

Elektrik enerjisini tüketiciye ait transformatörlerden alan binalar/tesisler TN koruma sistemi uygulayabilirler. Tüketici isterse alçak gerilim tesisatında TT sistem koruma uygulayabilir. Ancak bu durumda AAA'ların kullanılması zorunlu olur.

Tesiste transformatör bulunması sebebi ile yüksek gerilim koruma topraklaması ile alçak gerilim işletme topraklamalarının birleştirilmesi durumunun belirlenmesi gerekir.

### 2.1-Yüksek gerilim girişli binada alçak gerilim tarafı TN bağlıdır. (Koruma/işletme topraklamaları birleşik.)

Transformatör, alçak gerilim tesislerinin bulunduğu binada ise yüksek gerilim koruma, alçak gerilim işletme topraklamaları bina yapısı üzerinden birleşmiştir.

#### Ölçme işlemi:

- a- Bina toprak direnci ölçülür.
- b- Yüksek gerilim enerji girişinin kablo girişli veya hat başı sigorta korumalı girişli olduğu tespit edilir.

#### Raporlama:

- a- Rapor tip:3 doldurulmalıdır.
- b- Koruma ve işletme topraklamaları birleşik olduğundan bunlar ayrı ayrı ölçülemez.

#### Değerlendirme:

- a- Binada yüksek gerilim tesisleri bulunduğu için değerlendirme, oluşabilecek yüksek gerilim toprak kısa devresi akımı ve kısa devre açma süresi şartlarına göre yapılır.
- b- Kısa devre akımlarının değerlerinin ve sürelerinin ne kadar olabileceği hakkında şüpheye düşülürse, toprak kısa devre akımlarının sınırlandırıldığı en büyük akım değerini; 34,5 kV'luk şebekelerde 1 kA akım kabul etmek uygundur.
- c- Yüksek gerilim tesisi, enerji dağıtım şirketinin kablo şebekesinden besleniyor ise 1 s açma süresi alınmalıdır. Yüksek gerilim tesisi, hat başında eriyen telli sigorta üzerinden besleniyor ise açma süresi daha kısa 0,3 s alınabilir.

- d- Yüksek gerilim tesisinin bulunduğu mahallin şartlarına göre dokunma gerilimi sınır değeri UTP seçilmelidir. Kişilerin ayağında pabuç ve yerde yalıtım kabul edilerek bu durumuna karşı düşen ETTY Ek-C Şekil C2' den 2 no'lu eğri seçilirse, 1s için UTP=177 V; 0,3 s için UTP=714 V bulunur. Bakınız: EMO İstanbul Şubesi Haber Bülteni No:54, Tesislerin Topraklama Dirençlerinin En Büyük Değerleri Hakkında.

- e- Alçak gerilim PEN iletkeni çok yerde topraklı ise ölçülen direnç: Yukarıdaki kabul değerlerine göre

-  $Kablo\ beslemeleri\ için\ 2x177/1000=0,354\ \Omega$

-  $Sigorta\ girişli\ yerlerde\ 2x714/1000=1,428\ \Omega$

değerlerini aşılmamalıdır. ETTY. Madde 11

PEN iletkeni çok yerde topraklı değil ise, yukarıda verilen direnç değerlerinin yarısı aşılmamalıdır.

- f- Binada yıldırımılık varsa bina topraklama direnci  $R_e 10\ \Omega$ 'u aşmamalıdır. TS EN 62305 Madde 5.4.1

### 2.2 - Yüksek gerilim girişli binada alçak gerilim tarafı TN bağlıdır.(Koruma/işletme topraklamaları ayrı.)

Transformatör ana binanın dışında ve temel topraklaması ana bina temel topraklaması ile bağlantılı değil ise değerlendirilme farklı yapılacaktır.

#### Ölçme işlemi:

- a- İşletme topraklaması ve transformatör koruma topraklaması ayrı ayrı ölçülür.

#### Raporlama:

- a- Rapor tip:3 doldurulmalıdır.

#### Değerlendirme:

- a- Bina çevresinde Yönetmeliğin öngördüğü potansiyel düzenleme önlemleri alınmadığı düşüncesi ile 34,5 kV'luk şebekelerde ETTY Ek-C Şekil C2' den 1 no'lu eğriden alınacak dokunma gerilimi değerleri ile

-  $kablo\ ile\ beslenen\ tesislerde\ 2x117/1000 = 0,234\ \Omega$

-  $Sigorta\ ile\ korunan\ girişli\ tesislerde\ 2x414/1000 = 0,828\ \Omega$

sınır değerleri aşılmamalıdır.

- b- İşletme topraklaması, yüksek gerilim tesisinin bulunduğu mahallin temel topraklaması diğer bina temel topraklaması ile birleştirilmediğinden, alçak gerilim işletme topraklaması ayrı yapılmıştır. ETTY Madde 8a-3.7 deki  $R_B/R_E < 0,277$  şartını sağlamak için olabildiğince küçük olmalıdır.

### 2.3- Yüksek gerilim girişli binada alçak gerilim tarafı TT bağlıdır.

Bu bağlantı şeklinde transformatörün ana bina içinde olup, olmaması önem arz etmez. Enerji girişinin kablo ya da hava hattı olması dikkate alınır.

#### Ölçme işlemi:

- a- Bina toprak direnci ölçülür.
- b- Yüksek gerilim enerji girişinin kablo girişli veya hat başı sigorta korumalı girişli olduğu tespit edilir.

#### Raporlama:

- a- Rapor tip:3 doldurulmalıdır.

#### Değerlendirme:

Yüksek gerilim koruma ve alçak gerilim işletme topraklamaları birleştirilmiş ise

- a- Madde 2.1 de açıklandığı gibi kısa devre akımı belirlenir.  
b- 1 kA kısa devre akımı için topraklama direnci  $I^2k$ .  
 $Re+230 < 1200 V$  şartından  $0,97 \Omega$ 'dan küçük olmalıdır.

### Topraklamaların ayrı olması halinde

- a- Yüksek gerilim koruma topraklaması madde 2.2 değerlendirme a'daki sınır değerler aşılmamalıdır.  
b- İşletme topraklaması için madde 1 şartları geçerlidir.

### 3- Açık saha ölçümleri ve diğer tavsiyeler:

- a- Geniş sahalarda değişik yerlerde toprak özgül direnci ölçülmüş ise bir kroki üzerinde ölçü yerleri numaralanarak gösterilmelidir.  
b- Sahada değişik elektrot aralıkları ile aynı doğrultuda ölçümler yapılarak bulunan değerlerin ortalaması ölçülen doğrultunun özgül direnci olarak verilmelidir.  
c- Global topraklama tesis edilmiş yerlerde binaların ayrı ayrı topraklama dirençleri doğru ölçülemez. Örnek olarak birkaç binadan oluşan ve aralarında değişik metal bağlantılar olan fabrika tesisleri bu sınıfa girer.  
d- Büyük boyutlu ağ topraklayıcıların bulunduğu yerlerde klasik toprak direnci ölçüm aletleri ile yapılan ölçümler hatalıdır. Büyük akımlı potansiyel düşümü yöntemi kullanılmalıdır.

### 4-Yüksek gerilim tesislerinde en büyük topraklama direnci değerin belirlenmesi:

- a- Yüksek gerilim tesisinde toprak kısa devresi oluşursa geçecek akım belirlenir.  
b- Yüksek gerilim tesisini besleyen transformatörün nötr noktası direnç üzerinden topraklı ise, böylece sınırlanmış en büyük akımı tesiste oluşacak kısa devre akımı olarak kullanmak, güvenli tarafta kalındığından, uygundur.  
c- Yüksek gerilim tesisini besleyen transformatörün gücü, bağlı kısa devre gerilimi, indirici merkezden kısa devre yerine kadar hattın karakteristikleri biliniyor ise 1 fazlı kısa devre hesabı yapılarak akımın gerçek değeri

bulunabilir. Ancak zaman içinde besleme hattının kesiti ya da Yüksek gerilim tesisinin beslenme yeri gibi değişiklikler olursa, topraklama direnci için daha küçük değerlere ihtiyaç doğar.

- d- Yüksek gerilim tesisinde oluşacak kısa devrenin kesilme süresi kablo şebekelerinde uzun olmaktadır. Hava hattından saplama şeklinde alınan bağlantılarda hat başında sigorta bulunduğu arızanın kesilmesi kısa sürede gerçekleşebilir.  
e- ETTY'de dokunma gerilimi sınır değerleri 5 eğri ile verilmiştir. Bunlarda ek dirençsiz duruma ilave olarak kişilerin ayaklarında pabuç olması veya basılan yüzeyde yalıtım olması halleri için ek dirençli durumlar ayrı ayrı gösterilmiştir.  
f- Yüksek gerilim tesisi için şartlara tam uygun hesap yapmak isteyen mühendis, kısa devre akımı belirleyecek, kısa devrenin kesilme süresini tayin edecek ve sınır dokunma eğrisi seçerek uygun sınır değeri tespit edecektir.  
g- Yüksek gerilim tesisinde  
- Sınır dokunma gerilimi :  $UTP$   
- Kısa devre akımı:  $I^2k1$  olarak  
- potansiyel düzenleme yapılmış ise :  $UE = I^2k1xRe < 4xUTP$   
- Potansiyel düzenleme yapılmamış ise :  $UE = I^2k1xRe < 2xUTP$

şartlarından  $Re$  direncini belirleyecektir.

ETTY. Madde 6, Şekil 7

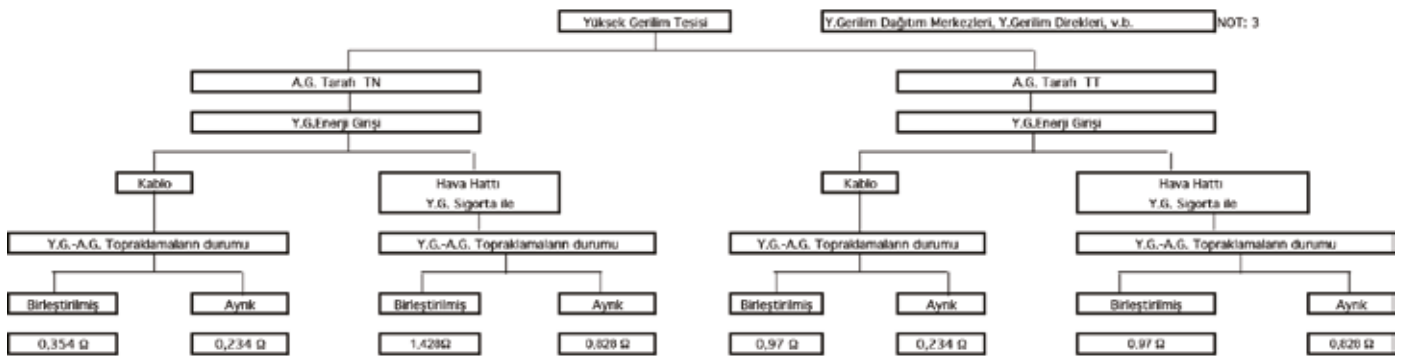
Yüksek gerilim koruma topraklaması ile alçak gerilim işletme topraklamasının birleştirilmesi halinde:

- TN sistemde PEN çok yerde topraklı ise :  $UE = I^2k1xRe < 2xUTP$   
- " " " tek " " " :  $UE = I^2k1xRe < UTP$   
- TT sistemde :  $I^2k1xRe + 230 < 1200 V$

şartlarından  $Re$  direncini belirleyecektir.

### Toprak Ölçümlerinde Kabul Edilecek En Büyük Direnç Değerleri

(Yüksek gerilim tesisleri için)



#### Not:

- 1- Değerler toprak kısa devre akımının 1 kA ile sınırlanmış tesisler içindir.
- 2- Dokunma gerilimi sınır değerleri bine kci durumunda 2 nolu eğriden, diğer durumlarda 1 nolu eğriden alınmıştır.
- 3- Diğer şebekeler için raporlama,değerlendirme ve tavsiyeler sayfasına bakınız.
- 4- Tesisin şartnamesine uygun olacaktır.

