

TOPRAKLAMA PROJE HESAPLARI

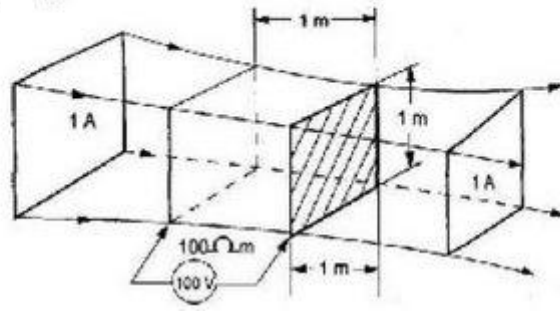
2. TOPRAKLAMA PROJE HESAPLARI

2.1. Hesaplamalarda Kullanılan Değerler

2.1.1. Toprak Özgül Direnci (ρ)

Yere akan akım büyük dirençler ile karşılaşır. Topraklayıcıların dirençlerini hesaplamak veya ölçmek için Şekil 2.1'de görüldüğü gibi toprağın özgül direncinin bilinmesi gerekmektedir. oprak çok karışık bir iletken ve yapıya sahip olduğu için her toprağın cinsinin önceden bilinmesi önemlidir. Kenarı 1 m olan bir küpün özgül direnci:

$$\rho_T = \left[\frac{R.S}{l} \right] = \frac{\Omega m^2}{m} = \Omega metre \text{ Olarak bulunur.}$$



Şekil 2.1: Özgül toprak direnci

Tablo 2.1'de çok rastlanan özgül toprak direnç değerleri verilmiştir. Her projede bu değerlerin ölçülmesi tavsiye edilir.

Toprağın cinsi	Özgül toprak direnci (Ωm)	Özgül toprak direnci ortalama değerleri (Ωm)
Bataklık	5-40	30
Killi toprak ekili arazi	20-200	100
Nemli kum kuru kum	200 - 2500	200 nemli 2500 kuru
Çakıl	500 - 3000	500 nemli 3000 kuru
Taşlı zemin	< 1000	
Kaya	>10000	50
Saf çimento		
1 x çimento 3 x çakıl	50-500	150
1 x çimento 5 x çakıl		400
1 x çimento 7 x çakıl		500
Bakır	$0.018 \cdot 10^{-6}$	
Alüminyum	$0.029 \cdot 10^{-6}$	
Demir	$0.1 \cdot 10^{-6}$	

Tablo 2.1: Özgül toprak direnci değerleri

Özgül toprak direnci toprağın sıcaklık ve nemine bağımlı olarak aylar arasında farklı değerler österir. Geçiş direncinin hesabı veya ölçümünde ortalama olarak $\pm \%30$ dalgalanmalara dikkat edilmelidir. Bataklığın

sıcaklığa göre özgül toprak direnci Tablo 2.2'de ve ekili bir arazinin nemlilik oranına göre toprak özgül direnci Tablo 2.1'de verilmiştir.

Sıcaklık (°C)	Özgül toprak direnci (Ωm)
20	75
10	99
0 su	138
0 buz	300
-5	790
-10	3300

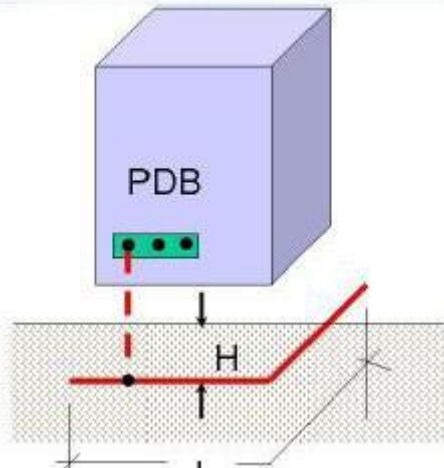
Tablo 2.2: Bataklıkta sıcaklığa göre özgül toprak direnci

2.1.2. Şerit Uzunluğu(L)

Şerit, yuvarlak iletken ya da örgülü iletkenlerden yapılan ve fazla derine gömülme gerektirmeyen topraklayıcılardır. Yıldız, halka (ring), gözlü topraklayıcı veya bunların bazılarının bir arada kullanıldığı biçimde düzenlenebilir. Zemin şartları uygunsa şerit topraklayıcılar 0,5-1 metre derinliğe gömülmelidir. Hesaplama esas olan gerekli yayılma direncinin bilinmesidir. Gereken şerit uzunluğunu bulmak için yayılma direnci hesaplanarak çizelgeden tayin edilebilir.

2.1.3. Elektrot Gömülme Derinliği (H)

Topraklama işleminde kullanılan elektrotların toprağa gömülme derinlikleri toprağın yapısı, iklim, toprağın donma derinliği gibi faktörlere bağlıdır. Dikey ve derin topraklayıcılar toprak içerisine çakılırlar. Toprak yüzey kısmı iklim değişimi ve nemlilik oranlarında değişiklik gösterdiğinden toprak özgül direnci de değişim gösterir. Bunu asgariye indirmek için ilgili yönetmelik gereği en az 1 metre derine gömülmelidir.

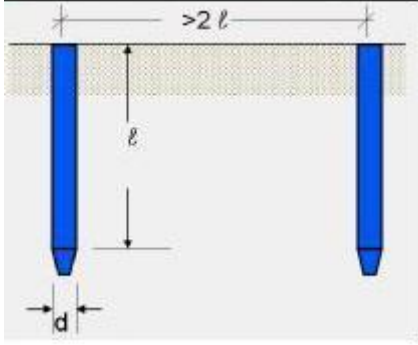


Şekil 2.2: Şerit elektrot boyu ve gömülme derinliği

2.1.4. Çubuk Boyu (l)

Çubuk topraklayıcı boru ya da profil çelikten yapılan ve toprağa çakılarak kullanılan topraklayıcılardır. Çubuk (derin) topraklayıcılar toprağa

olabildiğince dik çakılmalıdır. İstenilen değerde yayılma direncinin sağlanabilmesi için birden çok çubuk kullanılacaksa; toprağın üst tabakasının kurumması ve donması gibi nedenlerle paralel bağlı çubuk topraklayıcılar bütün uzunlukları boyunca etkili olamadıklarından, bunlar arasındaki uzaklık bir topraklayıcının etkili boyunun en az iki katı olmalıdır. Hesaplamalarda çubuk boyları toplanır.



Şekil 2.3: Derin (çubuk) topraklayıcı

2.1.5. Temelin Eni (a)

Temel en ölçüsü mimari plan üzerinden ölçeğe uygun olarak alınır. Burada dikkat edilmesi gereken ölçeğe göre uzunluğun doğru hesaplanmasıdır.

2.1.6. Temelin Boyu (b)

Çizili olan mimari plan üzerinden alınacak değerdir. Bu değerler; yapılacak olan topraklama şekline bağlı olarak kullanılacak olan topraklama iletkeni uzunluğunu da hesaba gerek kalmadan bulmamızı sağlar.

2.1.7. Temelin Enine Paralel İletken Sayısı

Yapılan hesaplar sonucunda temeli topraklanacak binanın bulunan topraklama direnç değeri müsaade edilen değerden büyük çıkarsa; bu kez direnç değerini düşürmek için temel şerit topraklama ile topraklanmış ise buna paralel bir ya da daha fazla şerit çekilir. Bu sayı topraklama direnci normal sınırlar içine düşünceye kadar artırılır. Bu sayede temel enine kullanılacak paralel kol sayısı bulunur.

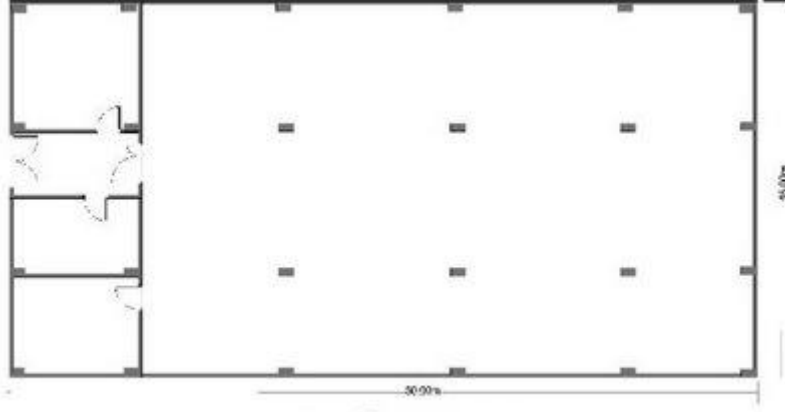
2.1.8. Temel Boyuna Paralel Kol Sayısı

Enine paralel kol sayısı bulunur iken, boyuna paralel kol sayısı da aynı şekilde bulunmuş olur. Bu sayede topraklamada kullanılan iletkenin (şerit, yıldız, ağ olarak) toplam uzunluğunu da bulmuş oluruz. Bunları yaparken kullanılacak olan topraklama sistemi de önemlidir (şerit, yıldız, gözlü, vs.). Diğer bir hususta 20x20 m daha büyük olmayan gözlerden bir ağ oluşturulmasıdır.

2.2. Hesaplanacak Değerler

Hesaplanacak olan değerleri bir örnek proje üzerinde inceleyelim.

Örnek 1: Şekil 2.4'teki atölyenin temel topraklaması hesabını yapınız.



Şekil 2.4: Örnek mimari proje

Şekil 2.4: Örnek mimari proje

2.2.1. Toplam Temel Eni İletken Boyu

Temelin enine paralel iletken sayısı ile temel eni çarpılarak bulunur. Örneğimizde temel boyu 20 metreden büyük olduğundan 20 metrelik göz oluşturmak için 3 kol yapılırsa, temel eni 15 metre, $15 \times 3 = 45$ metre olarak bulunur.

2.2.2. Toplam Temel Boyu İletken Boyu

Temelin boyuna paralel iletken sayısı ile temel boyu çarpılarak bulunur. Örneğimizde temel boyu 30 metre, en az iki kol bulunması gerektiğinden $30 \times 2 = 60$ metre olarak bulunur.

2.2.3. Toplam Temel Topraklama İletkeni (L)

Temelin enine ve boyuna iletken boyları toplanarak bulunur.

$$L = 45 + 60 = 105 \text{ metre}$$

2.2.4. Şerit Çapı (Eşdeğer Çap) (D)

Topraklama ağının kapladığı alanın eşdeğer daire çapı bulunur.

Topraklama hesaplarında kullanılan temel formül olan;

$$D = \sqrt{\frac{4ab}{\pi}} \text{ ifadesi ile bulunur.}$$

Örneğimizdeki eşdeğer çapı hesaplırsak,

$$D = \sqrt{\frac{4ab}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15 \cdot 30}{\pi}} = 23,94 \text{ m olarak hesaplanır}$$

2.2.5. Yatay Topraklama Eşdeğer Direnci (R_y)

Gözlü topraklayıcıda;

$$R_y = \frac{\rho_E}{2 \cdot D} + \frac{\rho_E}{L} \text{ formülü ile bulunur.}$$

Örneğimizdeki hesaplamayı yapalım,

$$R_y = \frac{\rho_E}{2 \cdot D} + \frac{\rho_E}{L} = \frac{200}{2 \cdot 23,94} + \frac{200}{105} = 4,177 + 1,9 = 6,08 \Omega \text{ bu değer } 4 \Omega \text{ üstünde}$$

ğundan farklı bir topraklayıcıya ihtiyaç vardır.

2.2.6. Dikey Topraklama Eşdeğer Direnci (Rç)

Topraklamada kullanılan topraklama çubuğunun direnç değeridir. Bu değer topraklama direnci büyük olan tesislerde, değeri kabul edilebilir sınırlar içine çekmek için kullanılacak çubuğun çapına, sayısına ve boyuna bağlıdır.

Asıl formül $R_{\zeta} = \frac{\rho_E}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d}$ bu formülde d çubuğun çapını l çubuğun boyunu ifade eder.

Asıl formülde hesaplama zor olduğundan yaklaşık değeri veren

$$R_{\zeta} = \frac{\rho_E}{n \cdot l} \text{ formülü kullanılır. Burada n çubuk sayısını ifade eder.}$$

Örneğimizde kullanılacak çubuklar 1,5m'lik galvanizli topraklama elektrotudur. Bu çubuklardan 15 adet kullandığımızda dikey topraklama eşdeğer direncini hesaplayalım:

$$R_{\zeta} = \frac{\rho_E}{n \cdot l} = \frac{200}{15 \cdot 1,5} = 8,88\Omega \text{ olarak hesaplanır.}$$

Direnç değerini yönetmeliklere uygun değerlere çekmek için derin topraklayıcının yanı sıra halka, yıldız, şerit, küre, yarım küre, levha ve ağ topraklayıcılarda kullanılmaktadır bunlarla ilgili formülleri ilgili yönetmelik maddelerinden bulabilirsiniz.

2.2.7. Topraklama Toplam Eşdeğer Direnci (Re)

Topraklama tesisleri yapılırken yapılan hesaplamalarda farklı topraklama metotlarının bir arada kullanılması gerekiyorsa bu durumda; ohm kanunu metotları kullanılarak toplam eşdeğer direnç hesabı yapılır. Kullanılan farklı sistemler paralel bağlı olurlar. Burada kullanılan metotların dirençleri ayrı ayrı hesaplanarak paralel bağlı dirençlerin hesabında kullanılan metotlarla toplam topraklama eşdeğer direnci Re bulunur.

$$R_e = \frac{R_y \cdot R_{\zeta}}{R_y + R_{\zeta}}$$

örneğimizdeki topraklama toplam eşdeğer direncini hesaplırsak;

$$R_e = \frac{R_y \cdot R_{\zeta}}{R_y + R_{\zeta}} = \frac{6,08 \cdot 8,88}{6,08 + 8,88} = 3,6\Omega \text{ bulunur}$$

2.3. Standart Direnç Sınır Değeri Uygunluk Kontrolü

Topraklama hesaplamaları sonucunda elde edilen değerlerin uygunluk kontrolünün yapılması gerekmektedir. Bu kontrol yapılırken ;

- Gözle muayene
- Denetleme
- Ölçme

İşlemleri yapılarak gereken değerler kontrol edilir. Bu kontrollerde topraklamalar yönetmeliğinin 5. maddesi a bendinde yer alan değerlere uygunluğu gerekir. Eğer uygun değilse koşulları sağlayıncaya kadar işlemler yeniden yapılır. Bu koşullar:

Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılığın yerine getirilmesi.

- Isıl bakımından en yüksek hata akımına karşı dayanıklılık.

- İşletme araçları ve nesnelerin zarar görmesinin önlenmesi.
- En yüksek toprak hata akımı esnasında, topraklama tesislerinde ortaya çıkabilecek gerilimlere karşı insanların güvenliğinin sağlanması.

Topraklama tesisleri boyutlandırılırken şu değerler önemlidir

- Hata akımının değeri
- Hatanın süresi
- Toprağın özellikleri

Yapılan kontrollerde bu değerlere uygunluk sağlanıyorsa proje onaylanmıştır. Örneğimizin uygunluğunu kontrol edelim;

Temel topraklama sisteminde UL :50V olacağından kaçak akım rölesi 300mA'de çalışacağından;

$$R_e \leq \frac{50 \text{ V}}{300 \cdot 10^{-3} \text{ A}}$$

$$R_e \leq 166,7 \Omega$$

$$3,6 \leq 166,7 \Omega$$

olduğundan yapılan temel topraklaması uygundur.