

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**TOPRAKLAMA PROJELERİ
522EE0078**

Ankara, 2011

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ- 1	3
1. TEMEL TOPRAKLAMA PROJE ÇİZİMİ.....	3
1.1. Topraklama Proje Ölçek ve Sembolleri	3
1.2. Çizilmiş Topraklama Projelerinin İncelenmesi.....	4
1.3. Temel Topraklama Planı Çizimi	5
1.4. Topraklamalar Yönetmeliği	5
1.5. İç Tesisleri Yönetmeliği.....	16
1.6. Fen Adamları Yönetmeliği.....	17
UYGULAMA FAALİYETLER	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ- 2.....	24
2. TOPRAKLAMA PROJE HESAPLARI.....	24
2.1. Hesaplamalarda Kullanılan Değerler	24
2.1.1. Toprak Özgül Direnci (ρ)	24
2.1.2. Şerit Uzunluğu(L).....	25
2.1.3. Elektrot Gömülme Derinliği (H)	26
2.1.4. Çubuk Boyu (l)	26
2.1.5. Temelin Eni (a).....	27
2.1.6. Temelin Boyu (b).....	27
2.1.7. Temelin Enine Paralel İletken Sayısı.....	27
2.1.8. Temel Boyuna Paralel Kol Sayısı.....	27
2.2. Hesaplanacak Değerler	27
2.2.1. Toplam Temel Eni İletken Boyu	28
2.2.2. Toplam Temel Boyu İletken Boyu	28
2.2.3. Toplam Temel Topraklama İletkeni (L)	28
2.2.4. Şerit Çapı (Eşdeğer Çap) (D).....	28
2.2.5. Yatay Topraklama Eşdeğer Direnci (R_y)	29
2.2.6. Dikey Topraklama Eşdeğer Direnci (R_ϵ)	29
2.2.7. Topraklama Toplam Eşdeğer Direnci (R_e).....	29
2.3. Standart Direnç Sınır Değeri Uygunluk Kontrolü	30
UYGULAMA FAALİYETLERİ	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
MODÜL DEĞERLENDİRME	33
CEVAP ANAHTARLARI.....	34
KAYNAKÇA	35

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0078
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Elektrik Tesisatları ve Pano Montörlüğü
MODÜLÜN ADI	Topraklama Projeleri
MODÜLÜN TANIMI	Topraklama proje çizim hesaplamalarını öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Ön koşul yoktur.
YETERLİK	Topraklama projelerini çizmek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam sağlandığında, TS, kuvvetli akım, topraklama yönetmeliğine uygun olarak, topraklama projelerini çizebileceksiniz. Amaçlar 1. Temel topraklama planını çizebileceksiniz. 2. Topraklama proje hesaplamalarını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Çizilmiş topraklama projesi, kalem, silgi, cetvel, T cetveli, aydınlar çizim kâğıdı, yazı şablonu, resim masası, daire şablonu, sembol şablonu, hesap makinesi.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her bir faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendizi kendini değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gelişen teknoloji günümüzde hayatın her aşamasında artarak kendini göstermektedir. Teknolojinin temel dayanağı elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisinin yokluğu bu gün için tüm olumsuzlukları beraberinde getirir.

Bu enerjiyi kullanırken, çok dikkat etmek durumundayız. Aksi takdirde hayati tehlikeler ortaya çıkar. İnsan hayatının değerini maddiyat ile ölçmek mümkün değildir. O nedenle, korunma metotları için harcanan meblağın önemi yoktur. Fakat hem ucuz hem de daha güvenli bir ortamda çalışmak mümkündür. İnsanlara güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için en kolay ve en ucuz güvenlik tedbirlerinden biri de topraklama yapmaktır. Topraklama bina yapılırken temel aşamasında yapılmalıdır. Bu hem maliyeti azaltır, hem de daha güvenli bir ortam sağlar. Bu şekilde yapılan topraklamaya temel topraklaması denir.

Okuyacağınız bu modülde temel topraklamasının nasıl yapılacağı konusu işlenmektedir. Bu bilgiler sizin normal yaşamda ve meslek yaşamında kullanabileceğiniz bilgilerdir.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 1

AMAÇ

Temel topraklama planını çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Topraklamanın ne olduğunu ve neden kullanıldığını öğrenmelisiniz.

Topraklamanın kullanım amaçları için çevrenizdeki elektrik malzemeleri satan mağazalarda topraklama elemanları hakkında bilgi edinmelisiniz. Daha sonra, İnternet ortamından ve kitaplardan topraklama hakkında ön bilgi sahibi olmanız gerekir.







1. TEMEL TOPRAKLAMA PROJE ÇİZİMİ

1.1. Topraklama Proje Ölçek ve Sembolleri

Proje ölçekleri, mimari planlara uygun olarak aşağıdaki ölçeklerde çizilmelidir.

- Vaziyet Plan : 1/1000
- Kat Planları : 1/50 veya çok büyük paftalarda 1/100
- Ayrıntılar : 1/20

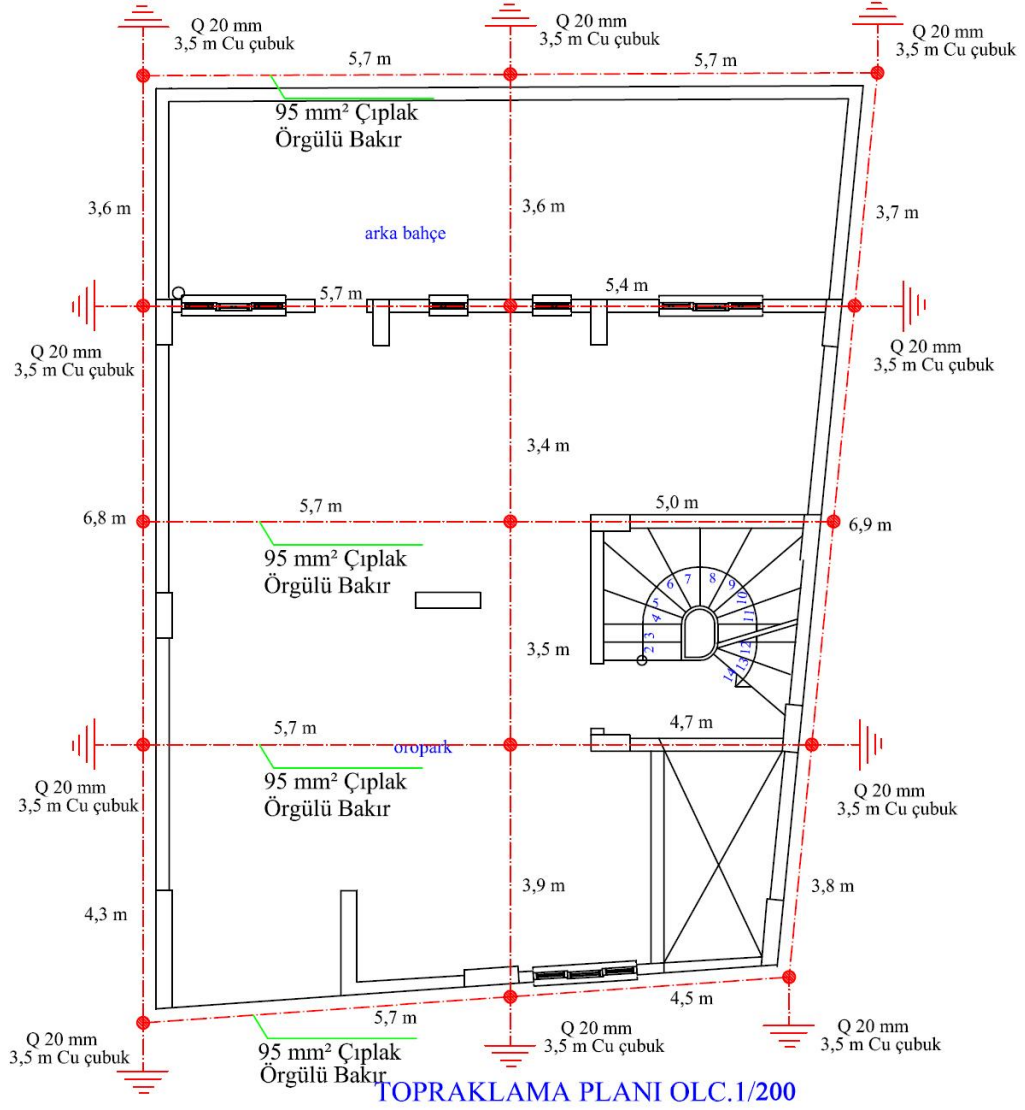
Proje çizimlerinde kullanılacak semboller tablo 1.1 de verilmiştir.

Sembol	Anlamı
	Topraklama barası
	Topraklama iletkeni
	Derin topraklama
	Ring topraklama
	Topraklama levhası
	Yıldız topraklama

Tablo 1.1: Topraklama sembolleri

1.2. Çizilmiş Topraklama Projelerinin İncelenmesi

Aşağıda örnek bir proje verilmiştir. Bu örnek proje, kitabımızın sayfasına sığması için 1/200 ölçeğine küçültülmüştür. Proje çizimleri 1/50 ölçeğinde yapılmalıdır.



Şekil 1.1: Örnek topraklama projesi

Şekil 1.1'deki örnek projede görüldüğü gibi topraklama levhası olarak 20 mm çapında 3,5 metre uzunluğunda bakır çubuk kullanılmıştır. Topraklama iletkeni olarak 95 mm² kesitinde çıplak örgülü bakır iletken kullanılmıştır. Topraklama iletkeninin çapı, uzunluğu ve levhaların sayısı, hesaplamalar ile uygunluğu kontrol edilir. İkinci öğretim faaliyetinde hesaplamalar ile ilgili bilgiler verilecektir.

1.3. Temel Topraklama Planı Çizimi

➤ Mimari Plan Özelliği

Topraklama projeleri çizilmeden önce, topraklama yapılacak olan binanın plan, projesi incelenerek yönetmeliklere uygun olarak araştırmalar yapılır (toprak özgül direnci, binanın kullanım amacı, apartman, okul vs.). Risk ve belirsizlikleri en aza indirecek sonuçları en kısa zamanda elde etmeye çalışmak gerekir. Mimari plan hazırlanırken yürürlükteki kanun, yönetmelik, şartnameler, TSE ve uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanmalıdır. Ön şartı mimari planlardır. Mimari plan enerji girişi ve dağıtımı için önemlidir. Vaziyet planı binanın konumunu, üstten görünüşünü, coğrafi yönlerini gösterir. Mimari planlar bodrum kattan başlayarak son kata kadar ayrı ayrı gösterilir. Mimari planların hazırlanması 03/12/2003 tarihli Elektrik İç Tesisat yönetmeliği'nde belirtilen şartlara uygun olmalıdır. Aksi takdirde yine yönetmeliklerde yer alan uygunsuz tesisat hükümleri geçerlidir. Topraklama ve topraklayıcı tesislerine ait hükümler ise 44. ve 45. madde olarak bu hükümler içinde yer alır. Topraklama tesislerinde yapılacak olan tüm ayrıntılı işlemler TMMOB'lığının 21/08/2001 tarihli ve 24500 sayılı Resmi Gazete'de yer alan hükümleri doğrultusunda yapılır. Çizilmiş olan mimari plan üzerinde binanın temel ölçüleri mevcuttur. Bu ölçüler ve binanın kullanım amacı (okul, apartman, otel vs.), binada kullanılan çalışma gerilimi de göz önünde bulundurularak gerekli topraklama değerleri hesaplanır.

1.4. Topraklamalar Yönetmeliği

Elektrik tesislerinde topraklama yönetmeliğinin bazı maddeleri; madde 4-b, madde 5-b, madde 6, madde 9, ek: K ve ek:L

Madde 4-b

7.3) Topraklamanın şekline göre tanımlar:

i) Münferit (tekil) topraklama: işletme elemanı veya cihazın sadece kendine ilişkin topraklayıcıya bağlı olduğu topraklamadır.

ii) Yıldız şeklinde topraklama: Birçok işletme elemanının veya cihaza ilişkin topraklama iletkenlerinin topraklanmış bir noktada yıldız şeklinde toplanmasıdır.

iii) Çoklu topraklama: Bir işletme elemanı veya cihazın topraklanmış birçok iletkene (örneğin potansiyel dengeleme iletkeni, koruma iletkeni (PE) veya fonksiyon topraklama iletkeni (FE)) bağlandığı topraklamadır. Bu topraklama iletkenleri aynı topraklama birleştirme iletkenine veya farklı topraklayıcılara bağlı olabilir.

iv) Yüzeysel topraklama: topraklanacak işletme elemanları veya cihazların ve iletişim tesislerinin işletme akımı taşımayan iletken kısımlarının aė şeklinde kendi aralarında koruma topraklamasına veya fonksiyon ve koruma topraklamasına bağlandığı topraklamadır.

8.) Topraklayıcı (topraklama elektrodu) toprağa gömülü ve toprakla iletken bir bağlantısı olan veya beton içine gömülü, geniş yüzeyli bağlantısı olan iletken parçalardır.

9.) Topraklayıcı çeşitleri:

9.1) Konuma göre topraklayıcılar:

i) Yüzeysel topraklayıcı: Genel olarak 0,5-1 m arasında bir derinliğe yerleştirilen topraklayıcıdır. Galvanizli şerit veya yuvarlak ya da örgülü iletken yapılabılır ve yıldız, halka, gözlü topraklayıcı ya da bunların karışımı olabilir.

ii) Derin topraklayıcı: Genellikle düşey olarak 1 m'den daha derine yerleştirilen topraklayıcıdır. Galvanizli boru, yuvarlak çubuk veya benzeri profil malzemelerden yapılabılır.

9.2) Biçim ve profile göre topraklayıcılar:

i) Şerit topraklayıcı: Şerit şeklindeki iletken malzeme ile yapılan topraklayıcıdır.

ii) Boru ve profil topraklayıcı: Boru ve profil şeklindeki iletken malzeme ile yapılan topraklayıcıdır.

iii) Örgülü iletken topraklayıcı: Örgülü iletken malzeme ile yapılan topraklayıcıdır. Örgülü iletkeni oluşturan teller ince olmamalıdır.

iv) Doğal topraklayıcı: Temel amacı topraklama olmayan, fakat (topraklayıcı olarak etkili olan, toprakla veya suyla doğrudan doğruya veya beton üzerinden temasta bulunan yapıların çelik bölümleri, boru tesisatları, temel kazıkları gibi metal parçalardır.

v) Topraklayıcı etkili olan kablo: Melal kılıfı, siperi (ekran) ve zırlarının iletkenliği toprağa göre şerit topraklayıcı niteliğinde olan kablodur.

vi) Çıplak topraklayıcı bağlantı iletkeni: Bir topraklayıcıya bağlanan çıplak topraklama iletkeninin toprak içinde kalan bölümü, topraklayıcının bir parçası sayılır.

vii) Temel topraklayıcı (temel içine yerleştirilmiş topraklayıcı): Beton içine gömülü, toprakla (beton üzerinden) geniş yüzeyli olarak temasta bulunan iletkenidir.

Madde 5-b)

Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılık bakımından topraklama tesisinin boyutlandırılması:

1) Topraklayıcı (Topraklama elektrodu): Topraklayıcılar toprak ile sürekli temasta bulunduğu için korozyon (kimyasal ve biyolojik etkiler, oksitlenme, elektrolitik korozyon oluşumu ve elektroliz vb) karşı dayanıklı malzemeden oluşmalıdır. Bunlar hem montaj esnasında çıkabilecek mekanik zorlanmalara karşı dayanıklı olmalı hem de normal işletmede

oluşan mekanik etkilere dayanmalıdır. Beton temeline gömülen çelik ve çelik kazıklar veya diğer doğal topraklayıcılar topraklama tesisinin bir kısmı olarak kullanılabilirler. Topraklayıcılar için, mekanik dayanım ve korozyon bakımından en küçük boyutlar Ek-A'da verilmiştir.

Çıplak bakır ya da bakır kaplamalı çelikten yapılmış geniş topraklayıcı sistemlerinin; boru hatları, vb. çelik yer altı tesislerine olabildiğince metalik olarak temas etmemesine dikkat edilmelidir. Aksi durumda çelik bölümler büyük bir korozyon tehlikesine uğrayabilir.

2) Topraklama iletkenleri: Topraklama iletkenlerinin mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılık bakımından en küçük kesitleri aşağıda verilmiştir.

- Bakır 16 mm² (Ek-F, F 5'teki istisnaya bakınız)
- Alüminyum 35 mm²
- Çelik 50 mm²

Topraklama tesislerinin yapılması Madde 6-a)

Topraklayıcının ve topraklama iletkenlerinin tesis edilmesi: Bir topraklama tesisi genel olarak toprak içine gömülen veya çakılan yatay, düşey veya eğik birkaç topraklayıcının bir araya getirilmesi ile (uygun toprak yayılma direncinin elde edilmesi için çeşitli topraklayıcı kombinasyonları) yapılır.

Toprak özdirencini düşürmek için, kimyasal maddelerin kullanılması önerilmez.

Yüzeysel topraklayıcılar 0,5m ile 1m arasında bir derinliğe yerleştirilmelidir. Bu mekanik olarak yeterli bir güvenlik sağlar. Topraklayıcının, donma noktası sınırı altında kalan bir derinliğe tesis edilmesi tavsiye edilir.

Düşey çakılan çubuklar durumunda her bir çubuğun başı, genellikle toprak seviyesinin altına yerleştirilmelidir. Toprak özdirencinin derinliğe bağlı olarak azalması halinde düşey veya eğik olarak çakılmış topraklayıcıların özellikle yararı vardır.

Bu yönetmeliğe uygun olarak topraklanmış ve inşaatın bir birimini oluşturan metal iskelet, bu iskelete doğrudan bağlanan toprak bölümleri için topraklama iletkeni olarak kullanılabilir.

Madde 9-e)

2) Koruma iletkenlerinin çeşitleri:

2 1) Koruma iletkeni aşağıdakilerden oluşabilir:

- Çok damarlı kablo ve hatlardaki iletkenler,
- Gerilimli iletkenler ile aynı mahfaza içindeki yalıtılmış veya çıplak iletkenler,
- Sabit olarak döşenmiş çıplak veya yalıtılmış iletkenler,

- Kabloların kılıfı, ekranı ve zırhı gibi uygun metal kılıflar,
- İletken ve hatlar için metal borular veya diğer metal kılıflar,
- Madde 9-e 2.4'e uygun yabancı iletken kısımlar.

2.2) Eğer tesis anahtarlama cihazı kombinasyonlarının veya metal mahfazalı bara sistemlerinin mahfaza veya konstrüksiyon kısımlarını da içeriyor ise, bunların aşağıdaki üç koşulu da aynı zamanda yerine getirmesi durumunda metal mahfaza veya konstrüksiyon kısımları koruma iletkeni olarak kullanılabilir:

i) Bunların sürekli elektrik bağlantıları, mekanik, kimyasal veya elektro-kimyasal etkiler nedeniyle kötüleşmesinin önlenmesi konstrüktif olarak güvenlik altına alınmışsa,

ii) İletkenlikleri en az Madde 9-e1/i'deki kesitlere uygun ise,

iii) Bunun için öngörülmüş her bir yere başka koruma iletkenleri ile bağlanabilecek durumdaysa.

Not: Son koşul sadece dışarıdan gelen koruma iletkenlerinin bağlanması için geçerlidir.

Ek-K

K.1 Toprak özdirenci:

Toprak özdirenci ρ_E değişik yerlerdeki toprak cinsine, tane yapısına, yoğunluğuna ve neme bağlı olarak değişir. (Çizelge-K 1'e bakınız). Tasarımda yerinde ölçme yapılmalıdır.

Birkaç metre derinliğe kadar topraktaki nem oranının değişimi, toprak özdirencinde geçici değişimlere neden olur. Göz önüne alınması gereken diğer bir durum, değişik derinliklerdeki farklı toprak özdirençli toprak tabakalarının varlığı nedeniyle toprak özdirencindeki değişimdir.

Çizelge-K 1 Alternatif akım frekanslarında toprak özdirenci (sık ölçülen değerler)

Toprak cinsi	Toprak özdirenci ρ_E ($\Omega.m$)
Bataklık	5-40
Çamur, kil, humus	20-200
Kum	200-2500
Çakıl	2000-3000
Havanın etkisiyle dağılmış taş	Çoğunlukla <1000
Kumtaşı	2000-3000
Granit	>50000
Morenin (Buzultaşı)	>30000

Ek-L

Topraklayıcıların ve Topraklama İletkenlerinin Tesisi

L.1 Topraklayıcıların tesisi

L.1.1 Yüzeysel topraklayıcılar: Yüzeysel topraklayıcılar genellikle kanal diplerine veya temel kazılarına döşenirler.

Topraklayıcıların;

- Dolgu toprakla sıkıştırılması,

- Kayaların veya çakılların doğrudan gömülmüş elektrotlarla temasının önlenmesi,
- Mevcut toprağın uygun olmaması durumunda uygun dolgu toprakla değiştirilmesi tavsiye edilir.

L. 1.2 Temel topraklayıcılar:

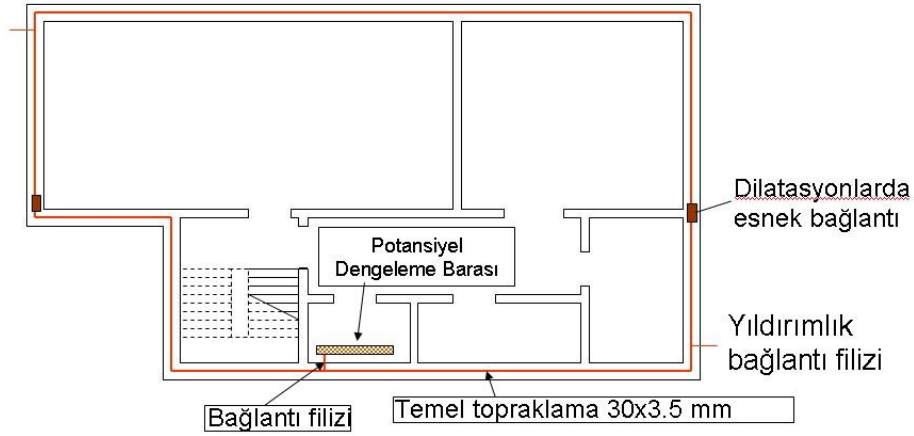
a) Temel topraklamasının işlevi: Temel topraklaması, potansiyel dengelemesinin etkisini artırır. Bunun dışında, Üçüncü Bölüm'deki kurallar yerine getirildiği takdirde, temel topraklaması kuvvetli akım tesislerinde ve yıldırıma karşı koruma tesislerinde topraklayıcı olarak uygundur.

Bu topraklama, yapı bağlantı kutusunun arkasındaki elektrik tesisinin veya buna eşdeğer bir tesisin ana bölümüdür.

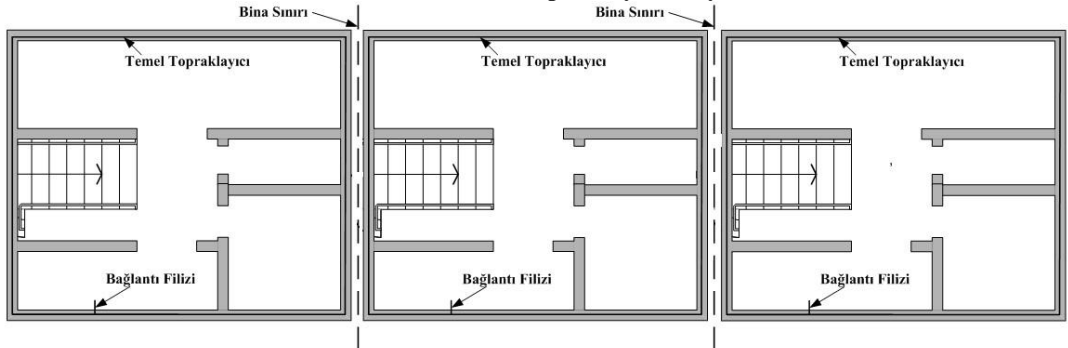
b) Yapılışı

1) Genel

- i) Temel topraklayıcı, kapalı bir ring şeklinde yapılmalıdır ve binanın dış duvarların temellerine veya temel platformu içine yerleştirilmelidir (Şekil-1.2 ve Şekil-1.3'e bakınız).

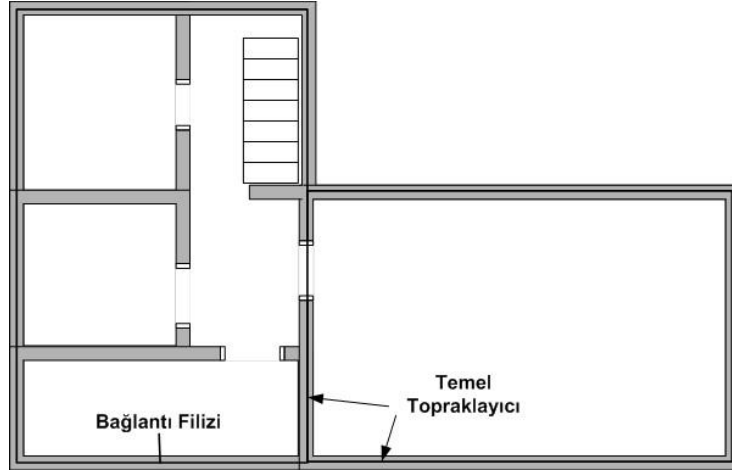


Şekil 1.2: Tek bir ev durumunda temel topraklayıcının yerleştirilmesine örnek

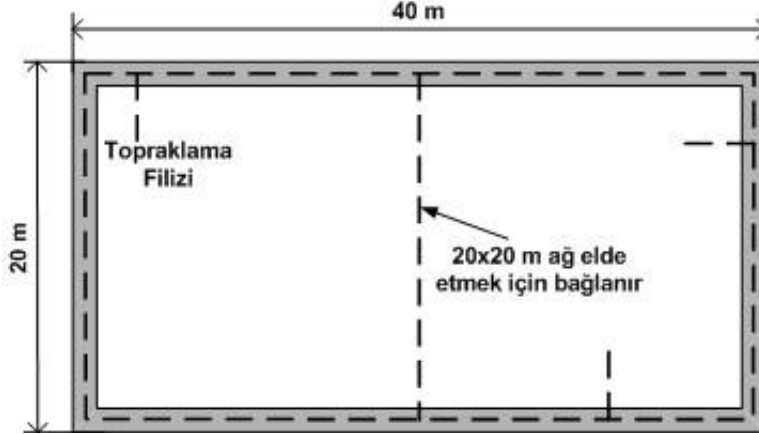


Şekil 1.3: Bitişik nizam evlerde temel topraklayıcının yerleştirilmesine örnek

Çevresi büyük olan binalarda temel topraklayıcı tarafından çevrelenen alan, enine bağlantılarla 20 m x 20 m'lik gözlerle bölünmelidir (Şekil-1.4 ve 1.5'e bakınız).



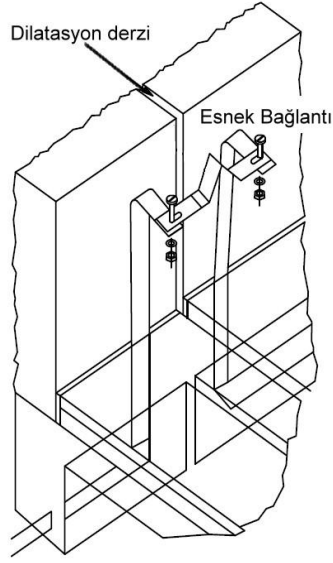
Şekil 1.4: Büyükçe bir iş merkezinde temel topraklayıcının yerleştirilmesine örnek



Şekil 1.5: 20x20 m ağ elde etmek için topraklama planının çizilmesine örnek

ii) Temel topraklayıcı, her tarafı betonla kaplanacak şekilde düzenlenmelidir. Çelik şerit topraklayıcı kullanıldığında, bu şerit dik olarak yerleştirilmelidir.

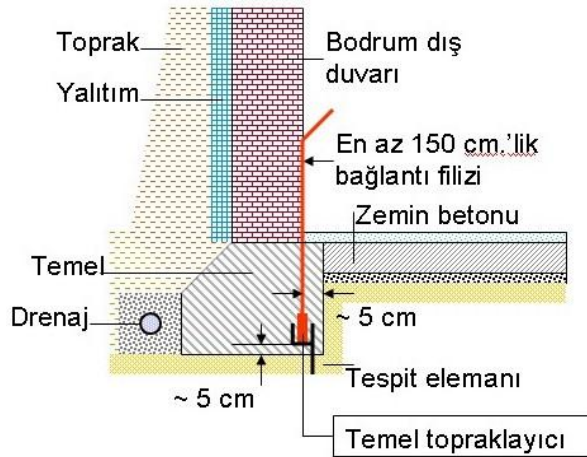
iii) Temel topraklayıcı, dilatasyon derzlerinin olduğu yerlerde kesilmelidir. Son noktalar temelin dışına çıkarılmalı ve yeterince esnek bağlantı yapılmalıdır. Bağlantı yerleri her zaman kontrol edilebilir olmalıdır (Şekil-1.6'ya bakınız).



Şekil 1.6: Yapı boşluklarında topraklayıcı bağlantısına örnek

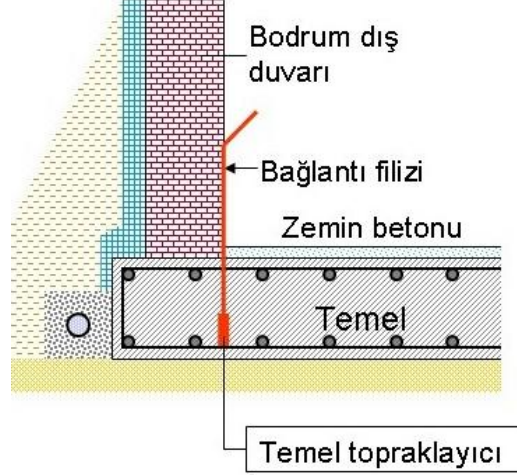
2) Malzeme: Temel topraklaması için en küçük kesiti 30 mm x 3,5 mm olan çelik şerit veya en küçük çapı 10 mm olan yuvarlak çelik kullanılmalıdır. Çelik, çinko kaplı olabilir veya olmayabilir. Bağlantı filizleri çinko kaplı çelikten yapılmış olmalıdır. Bağlantı kısımları korozyona dayanıklı çelikten olmalıdır.

3) Çelik hasırlı olmayan (kuvvetlendirilmemiş) temel içinde yerleştirme: Temel topraklayıcı, temel betonu döküldükten sonra, her yönde en az 5 cm beton içinde kalacak şekilde yerleştirilmelidir. Topraklayıcının beton içindeki yerini sabitlemek için uygun mesafe tutucular kullanılmalıdır (Şekil-1.7'ye bakınız).

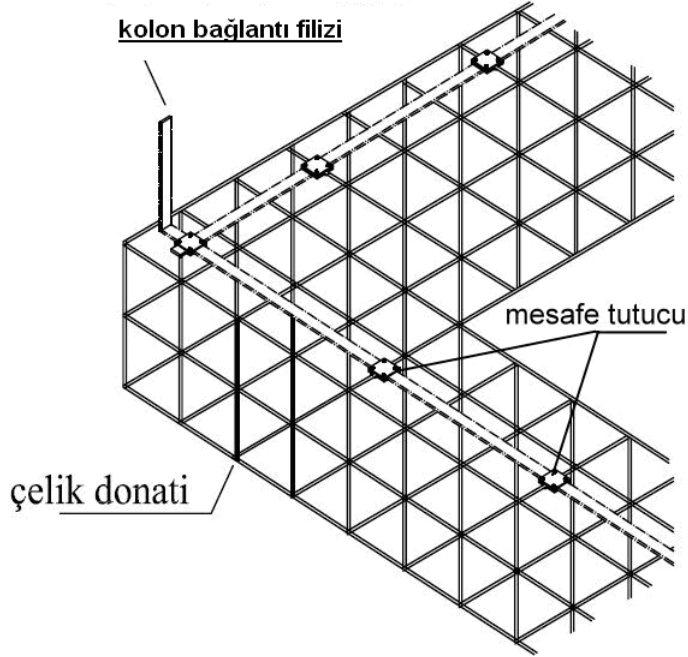


Şekil 1.7: Demir donatısı bulunmayan temel içinde topraklayıcının yerleştirilmesine örnek

4) Çelik hasırlı (kuvvetlendirilmiş) temel ve su yalıtım malzemesi içinde yerleştirme: Temel topraklayıcı, en alt sıradaki çelik hasır üzerine yerleştirilmeli ve yerini sabitlemek için yaklaşık 2 m'lik aralıklarla çelik hasırla bağlanmalıdır (Şekil-1.8 ve Şekil-1.9'a bakınız).

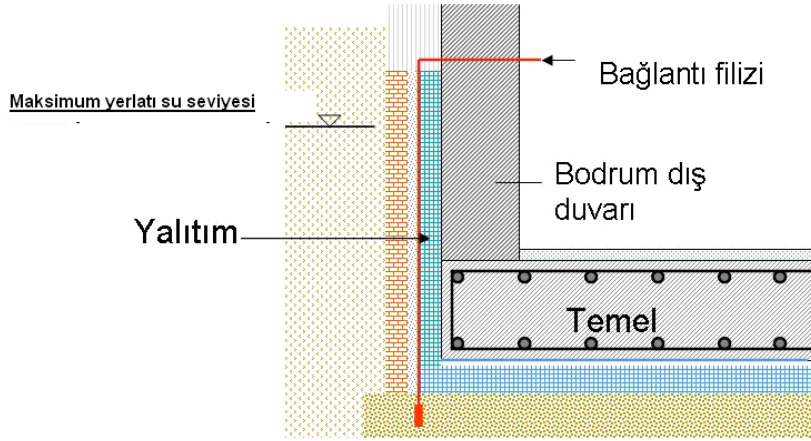


Şekil 1.8: Demir donatısı bulunan temel içinde topraklayıcının yerleştirilmesine örnek



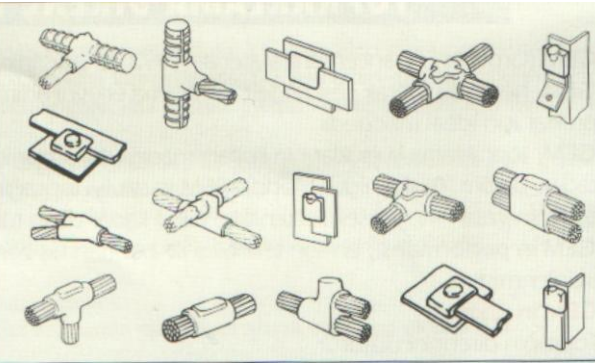
Şekil 1.9: Çelik donatı üzerinde mesafe tutucunun yerleştirilmesine örnek

Dışarıdan basınç yapan suya karşı (DIN 18195 Kısım 6'ya göre) yalıtılmış binalarda temel topraklayıcı, yalıtımın altındaki beton tabakası içine yerleştirilmelidir. Bağlantı filizleri ya dış yüzeyden veya yalıtım malzemesi arkasındaki dolgu tabakasından beton içine gömülü durumda yukarı çıkarılmalı ve en yüksek yeraltı su seviyesinin üstünden bina içine sokulmalıdır. Bağlantı filizleri veya kısımları, gerekli önlemler alınırsa (DIN 18195 Kısım 9'a göre) yalıtım malzemesi içinden de geçirilip bina içine sokulabilir (Şekil 1.9' a bakınız).



Şekil 1.10: Bina temeli yalıtım malzemesi içinde kalan topraklayıcının yerleştirilmesine örnek

c) Temel topraklayıcının kısımlarının bağlantısı: Temel topraklayıcının kısımlarını birbirleriyle bağlamak için (DIN 48845'e uygun) çapraz bağlayıcılar ve uygun kamalı (DIN 48 834'ye göre) bağlantılar kullanılmalıdır veya bağlantılar DIN 1910 serisi standartlara uygun şekilde (L.1.2/b.1-iii' ye de bakınız) kaynakla yapılmalıdır

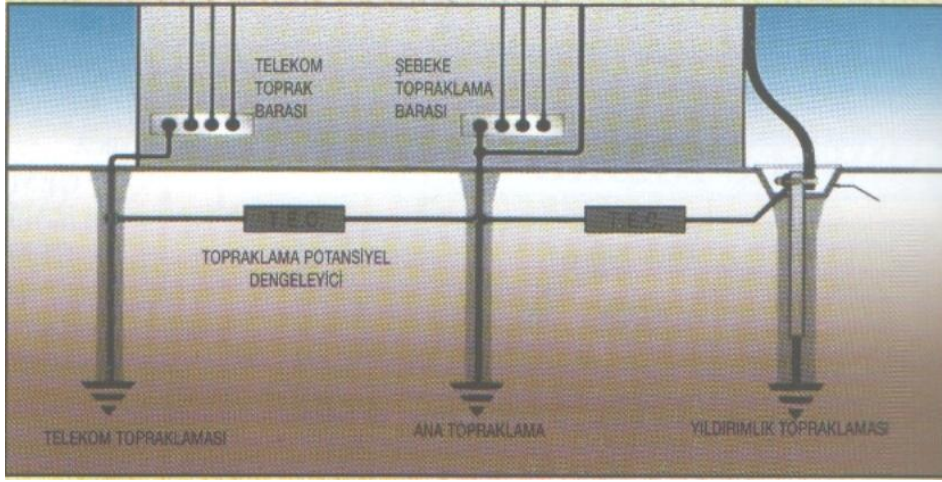


Resim 1.1: Ekin kaynakla yapılması ve örnek ekler

d) Bağlantı filizleri ve bağlantı parçaları:

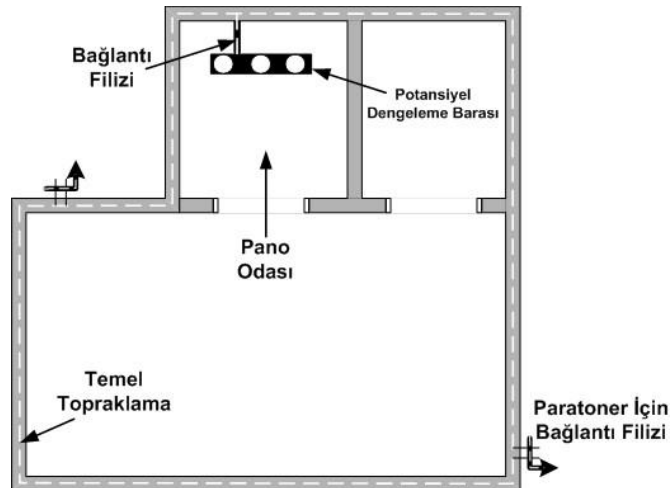
i) Ana potansiyel dengeleme yapmak amacıyla, potansiyel dengeleme barasına bağlanacak bağlantı filizi veya bağlantı parçası bina bağlantı kutusunun yakınına yerleştirilmelidir.

ii) Bağlantı filizleri, bina içine girdikleri yerden itibaren en az 1,5 m'lik bir uzunluğa sahip olmalıdır. Bu filizler, giriş noktalarında korozyona karşı ek olarak korunmalıdır. Bağlantı filizleri, inşaat sırasında göze çarpacak şekilde işaretlenmelidir.



Resim 1.2: Toprak potansiyel dengeleyicinin bağlanmasına örnek

iii) Temel topraklayıcı yıldırıma karşı koruma topraklayıcısı olarak kullanılacaksa, özel bağlantı filizleri veya parçaları, yıldırım (paratoner) iletkenlerinin bağlantısı için dışarı doğru çıkarılmalıdır. Bu bağlantı filizlerinin veya parçalarının sayısı ve yapılışı için DIN VDE 0185 Kısım 1 geçerlidir (Şekil 1.10'a bakınız).



Şekil 1.11: Bağlantı filizlerinin bağlanmasına örnek

iv) Örneğin asansör rayları gibi metal malzemeden yapılmış konstrüksiyon kısımları doğrudan temel topraklayıcı ile bağlanacaksa, gerekli yerlerde ek bağlantı filizleri veya parçaları öngörülmelidir.

L.1.3 Düşey veya derin topraklayıcılar: Düşey veya derin topraklayıcılar, toprak içerisine çakılırlar ve birbirleri arasında çubuk boyundan daha az mesafe bırakılmamalıdır. Çakma sırasında çubuklara zarar vermeyen uygun araçlar kullanılmalıdır.

L.1.4 Topraklayıcıların eklenmesi: Topraklama şebekesi içerisindeki topraklama ağının iletken parçalarının bağlanması için ekler kullanılır. Ekler topraklayıcıların elektriksel iletiminin, mekaniksel ve ısı dayanım eşdeğerlerini sağlayacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

Topraklayıcılar aşınmaya dayanıklı olmalı ve galvanik pil oluşumunun etkisinde kalmamalıdır. Çubukların eklerinde kullanılan malzemeler çubuklarla aynı mekanik dayanıma sahip olmalı ve çakma esnasında mekanik darbelere dayanıklı olmalıdır. Galvanik aşınmaya neden olabilecek değişik metaller bağlandığında; ekler, etraflarındaki elektrolitlerle temasa karşı dayanıklı düzenlerle korunmalıdır.

L.2 Topraklama iletkenlerinin tesis edilmesi: Genel olarak topraklama iletkenleri, mümkün olduğunca kısa yoldan bağlanmalıdır.

L.2.1 Topraklama iletkenlerinin tesisi: Aşağıdaki yöntemler tesis edilme sırasında göz önüne alınmalıdır.

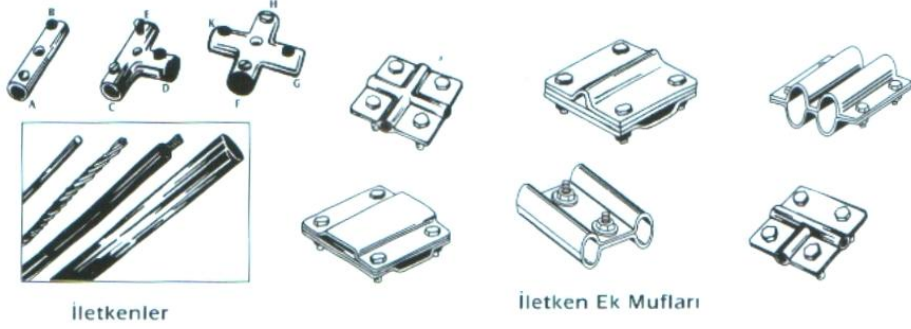
- Gömülü topraklama iletkenleri: Mekanik tahribata karşı korunması gerekmektedir.
 - Ulaşılabilir olarak tesis edilmiş topraklama iletkenleri: Topraklama iletkenleri toprak üzerine yerleştirilebilir. Böyle bir durumda bunlara her an ulaşılabilir. Eğer bir mekanik tahribat riski söz konusu olacaksa, topraklama iletkeni uygun şekilde korunmalıdır.
 - Betona gömülü topraklama iletkenleri: Topraklama iletkenleri beton içerisine de gömülebilirler. Bağlantı uçları her iki uçta da kolaylıkla erişilebilir olmalıdır.
- Çıplak topraklama iletkenlerinin, toprağa veya betona girdiği yerlerde aşınmayı önlemek amacıyla özel itina gösterilmelidir.

L.2.2 Topraklama iletkenlerinin eklenmesi: Ekler, hata akımı geçme durumlarında herhangi bir kabul edilemez ısı yükselmesini önlemek için, iyi bir elektriksel sürekliliğe sahip olmalıdır.

Ekler gevşek olmamalıdır ve korozyona karşı korunmalıdır. Değişik metaller bağlanmak zorunda kalındığında, galvanik piller ve sonucunda galvanik aşınma oluşumu nedeniyle ekler, etraflarındaki elektrolitlerle temasa karşı dayanıklı düzenlerle korunmalıdır.

Topraklama iletkenini, topraklayıcıya, ana topraklama bağlantı ucuna ve herhangi bir metalik kısma bağlamak için, uygun bağlantı parçaları kullanılmalıdır. Cıvata bağlantısı yalnız bir cıvata ile yapılırsa, en azından M10 cıvata kullanılmalıdır. Örgülü iletkenlerde (ezmeli, sıkıştırılmalı ya da vidalı bağlantılar gibi) kovanlı (manşonlu) bağlantılar da kullanılabilir. Örgülü bakır iletkenlerin kurşun kılıfları bağlantı noktalarında soyulmalıdır;

bağlantı noktaları korozyona karşı (örneğin bitüm gibi maddeler ile) korunmalıdır. Deneysel amacıyla, ayırma yerleri ihtiyacı karşılanabilmelidir.



Resim 1.3: Ek parçaları

Özel aletler kullanılmadan eklerin sökülmesi mümkün olmamalıdır.

L.3 Beton içerisinde demirlerin topraklama amacı için kullanımı
Beton demirleri çeşitli amaçlar için kullanılabilir:

a) Topraklama sisteminin bir parçası olarak; bu durumda beton demirlerinin boyutu Madde 5-b2 ile uygun olmalıdır.

b) İşletmecinin korunması için gerilim düzenleyicisi olarak; bu durumda çelik yapının bütün ilgili parçaları aralarında gerilim farkı oluşturmayacak şekilde birbirleriyle bağlanmalıdır. Bağlantılar Madde 5-b3 ile uygun olarak boyutlandırılmalıdır.

c) Yüksek frekanslı akımlarla bağlantılı elektromanyetik ekran olarak; bu durumda çelik konstrüksiyonun bütün ilgili parçaları, yüksek frekanslı akımlar için çok küçük empedans yolu teşkil etmek amacıyla birbirleriyle bağlanırlar. Cihaz bağlantıları ulaşımının zor olduğu durumlar için, bir çok bağlantı noktası olmalı ve elektromanyetik etkileri en aza indirmek amacıyla mümkün olduğunca kısa bağlantılar yapılmalıdır.

Çelik konstrüksiyon baraları bu amaçlarla kullanıldığında, korozyon olasılığı en az seviyede tutulmalıdır. Çelik konstrüksiyon baralarına yapılan bu bağlantılar bu Ek L'ye uygun olmalıdır.

1.5. İç Tesisleri Yönetmeliği

İç Tesisleri Yönetmeliği'nin topraklama projeleri ile ilgili kısımları;
Tanımlar:

30 - Yıldırımdan koruma sistemi (YKS): Bir yapının yıldırım etkilerinden korunması için kullanılan, dış ve iç koruma sistemlerinin her ikisini de ihtiva eden komple sistemi,

31 - Dış YKS: Yakalama uçları sistemi, iniş iletkenleri sistemi ve toprak bağlantı sisteminden oluşan bölümü,

32 - Yakalama ucu sistemi: Dış YKS'nin atmosferik kaynaklı elektrik deşarjlarını tutması amaçlanan bölümünü,

33 - İndirme iletkenleri sistemi: Yıldırım akımını, yakalama uçları sisteminden topraklama sistemine geçirmesi amaçlanan bölümünü,

34 - Toprak bağlantı sistemi: Dış YKS'nin, yıldırım akımını toprağa topraklayıcı ile ileten ve dağıtan bölümünü,

35 - İç YKS: Korunacak hacim içinde yıldırım akımının elektrik ve manyetik etkilerini azaltan bütün tamamlayıcı tertibatı,

Şema çizimi ile ilgili kısımlar:

5) Koruma sistemleri;

i) Topraklama tesisi;

i.1) Toprak özdirenci (projeye başlamadan önce belirlenmelidir.),

i.2) Temel topraklaması planları,

i.3) Koruma topraklaması ve potansiyel dengeleme planları,

i.4) Topraklama tesisi şeması,

i.5) Toprak direncinin hesaplanması,

i.6) Topraklama ve koruma iletkenleri kesitlerinin belirlenmesi.

1.6. Fen Adamları Yönetmeliği

Milli Eğitim Bakanlığı ile Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'ndan:

ELEKTRİK İLE İLGİLİ FEN ADAMLARININ YETKİ, GÖREV VE SORUMLULUKLARI HAKKINDA YÖNETMELİK

Dayandığı Kanunun Numarası ve Tarihi: 3194 - 03.05.1985 Resmi Gazete ile Neşir ve İlânı: 11 Kasım 1989 - Sayı: 20339

BİRİNCİ BÖLÜM

Genel Hükümler

Amaç-Kapsam

Madde 1 - Bu Yönetmeliğin amacı 3542 sayılı kanun ile 3194 sayılı Kanunun 5 inci maddesine eklenen fıkrada tanımlanan fen adamlarından elektrik ile ilgili olanlarının yetki, görev ve sorumluluklarını belirlemektir.

Dayanak

Madde 2 - Bu Yönetmelik 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 44 üncü maddesi, 11 inci bendini değiştiren 3542 sayılı Kanun'un 3 üncü maddesi gereğince düzenlenmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

Fen Adamlarının Gruplandırılması

Madde 3 - Elektrik ile ilgili fen adamları, gördükleri teknik veya mesleki öğrenim seviyelerine göre aşağıdaki gruplara ayrılırlar;

1 inci Grup

En az 3 veya 4 yıl yüksek öğrenim görenler.

2 inci Grup

En az 2 yıllık yüksek teknik öğrenim görenler ile ortaokuldan sonra enaz 4 veya 5 yıl mesleki ve teknik öğrenim görenler.

3 üncü Grup

En az lise dengi mesleki ve teknik öğrenim görenler, lise mezunu olup bir öğrenim yılı süreyle Bakanlıkların açmış olduğu kursları başarı ile tamamlamış olanlar ile 3308 sayılı Çıraklık ve Mesleki Eğitimi Kanununun öngördüğü eğitim sonucu ustalık belgesi alanlar.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Elektrikle İlgili Fen Adamlarının Görev, Yetki ve Sorumlulukları

Madde 4 - (Değ. RG: 3.2.1990-20422) Elektrikle ilgili fen adamlarının görev,yetki ve sorumlulukları aşağıda belirtilmiştir.

1 inci Grup

a) Elektrik iç tesisi plan, proje, resim ve hesaplarının hazırlanması ve imzalanması işleri:

Bağlantı gücü 50 KW'a kadar olan binaların elektrik iç tesisleri,

b) Elektrik İç Tesisi Yapım İşleri:

Bağlantı gücü 150 KW, 400 Volta kadar tesisler,

c) İşletme ve bakım işleri :

Bağlantı gücü 1500 KW'a kadar (35 K V dahil) tesisler,

d) Muayene ve Kabul İşleri:

Kendileri tarafından yapılan tesislerin bakım, muayene, bağlantı ve kabulü için gerekli işlerin tamamlanması, işlerinde yetkilidirler.

2 nci Grup

a) Elektrik iç tesisi plan, proje, resim ve hesaplarının hazırlanması ve imzalanması işleri :

Bağlantı gücü 30 KW`a kadar olan binaların elektrik iç tesisleri,

b) Elektrik iç tesisi yapım işleri:

Bağlantı gücü 125 KW, 400 Volta kadar tesisler,

c) İşletme ve bakım işleri :

Bağlantı gücü 1000 KW`a kadar (35 KV dahil) tesisler,

d) Muayene ve kabul işleri:

Kendileri tarafından yapılan tesislerin bakım, muayene, bağlantı ve kabulü için gerekli işlerin tamamlanması, işlerinde yetkilidirler.

3 üncü Grup

a) Elektrik iç tesisi yapım işleri:

Bağlantı gücü 75 KW,400 Volta kadar tesisler,

c) İşletme ve bakım işleri :

Bağlantı gücü 500 KW, 400 Volta kadar tesisler,

d) Muayene ve kabul işleri:

Kendileri tarafından yapılan tesislerin bakım, muayene, bağlantı ve kabulü için gerekli işlerin tamamlanması, işlerinde yetkilidirler.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Sorumluluk Ceza ve Hükümleri

Sorumluluk

Madde 5 - Fen adamları, ilgili idarelere karşı yönetmelikte belirlenen yetkilerine ve ihtisas ve işteğal konularına göre, aldıkları işlerin yürürlükteki kanununa, imar planına, yönetmeliğe, ruhsat ve eki projelerine, Türk Standartlarına, Teknik Şartnamelere, İş Güvenliğı Tüzüğüne, ilgili tüm mevzuat hükümlerine, fen, sanat ve sağık kurallarına uygun olarak tamamlanmasından yükümlü ve sorumludurlar.

Fen adamları, tesisatın sağıamlığından, niteliklerinden, usulsüzlük ve tekniğe aykırı yapılmış olmasından doğacak zararlardan ayrıca sorumludurlar.

Ceza

Madde 6 -Bu Yönetmelikte belirtilen fen adamlarınının 5 inci maddede hükme bağlanan sorumlulukları yerine getirmemeleri hâlinde veya kendi kusurları nedeniyle, hasara, hatalı veya yanlış uygulamaya neden oldukları tespit edildiğinde kendilerine yazılı uyarıda bulunulur.

Bu hatalı uygulamaların tekrarı durumunda 3194 sayılı İmar Kanunu'nun ceza hükümleri ile Türk Ceza Kanunu'nun ilgili hükümleri uygulanır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Çeşitli Hükümler

Bağlantı gücü

Madde 7 - Bağlantı gücü, yetkili elektrikçilerin yetki sınırlarının belirlenmesinde en önemli faktör olup, abonenin bir şebeke veya şebeke bölümüne bağlı elektrikle çalışan tüm cihazlarının toplam gücüdür.

Bağlantı gücü, aydınlatma ve kuvvet güçlerinin toplamı olarak hesaplanır. Yetki sınırının belirlenmesinde, elektrik şebekesinden beslenecek her yapının tamamının bağlantı gücü hesaplanır. Yapıda asansör varsa, asansörün çekeceği güç, şebekeye bağlantı gücünden çıkartılarak yetki sınırı belirlenir.

Tesis işleri komple bir iş sayılır. Yetki sınırının belirlenmesinde her bir yapının daireleri ve bölümleri ayrı ayrı göz önüne alınarak ayrı iş birimleri olarak kabul edilemez.

Aydınlatma Gücü

Madde 8 - Aydınlatma gücü, aydınlatılacak yerin m² si (metre karesi) için en az 12 W. göz önüne alınarak hesaplanacak güçtür. 10 Amperden daha küçük akımlı prizlerin güçleri bu değer içinde yer almaz.

Aydınlatma Alanının Hesaplanmasında

a) Yapının her katının ayrı ayrı dış boyutlarına göre (Balkon, aydınlık ve antre dâhil) bulunan alanların toplamı esas alınır.

b) Bahçe aydınlatması gibi çeşitli aydınlatma türlerinde bu alan, projesinde belirtilen yüzey olarak göz önüne alınır.

Kuvvet Gücü

Madde 9 - 10 Amperden büyük her türlü bir fazlı ve üç fazlı prizlerin güçleri ile kalorifer, asansör, sıhhi tesisler, sanayi tesisleri ve diğer bütün tesislerde bulunan her türlü elektrik aygıtlarının plakalarında yazılı güçlerdir.

Asansör İşleri Sorumluluğu

Madde 10 - Elektrik tesisatçıları her türlü asansör tesisatı ile ilgili sorumluluğu yüklenemezler.

Sicil

Madde 11 - Belediye ve mücavir alan sınırları içinde bu yönetmelikte bahsi geçen hizmetlerde faaliyette bulunan veya bulunmak isteyen fen adamlarının sicilleri belediyelerin sicil bürolarınca tutulur ve sicillerin birer kopyaları her yıl sonunda o ilin Bayındırlık ve İskân Müdürlüğüne gönderilir. Belediye ve mücavir alan sınırları dışındaki yerlerde görev yapacak fen adamlarının sicillerinin tutulması, o ilin Bayındırlık ve İskân Müdürlüğüne aittir.

Sicil fişleri yapının, yapı ruhsatı alınmasından, bitimine (oturma izninin alınmasına) dek geçecek süreyi, bu süre içindeki faaliyetlerin hepsini içine alır. Sicillerin tutulmasından yapılardaki teknik uygulama sorumlusunun sicille ilgili olarak bildireceği görüş ve kanaatlar esas alınır.

Madde 12 - Bu yönetmelikte yer almayan konularda 4/11/1984 tarih, 18565 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği hükümleri geçerlidir.

Yürürlükten Kaldırılan Hükümler

Madde 13 - Bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile, 8/8/1983 tarih, 18129 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Elektrik Tesisatçıları Hakkında Yönetmeliğin 17, 18, 19, 20, 21 ve 22 nci maddeleri yürürlükten kalkar.

ALTINCI BÖLÜM

Geçici Madde, Yürürlük, Yürütme

Geçici Madde - Bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden önceki mevzuata göre ilgili idareye karşı mesuliyet deruhte etmiş olan fen adamları, bu işlerin mesuliyetini iş bitimine kadar devam ettirmeye yetkilidir.

Yürürlük

Madde 14 - Bu Yönetmelik Resmi Gazete'de yayınlandığı tarihte yürürlüğe girer.

Yürütme

Madde 15 - Bu Yönetmelik hükümlerini Milli Eğitim Bakanı ile Bayındırlık ve İskân Bakanı yürütür

UYGULAMA FAALİYETLERİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çizilmiş temel topraklama projelerini inceleyiniz.➤ Mimari planda topraklayıcıların yerlerini işaretleyiniz.➤ Topraklayıcılar arasında bağlantı hatlarını çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Topraklama projeleri incelenirken çizilmiş olan topraklama projelerinin ölçek, bina özelliğine dikkat edilmelidir.➤ Mimari plan üzerinde topraklayıcı yerleri işaretlenirken kullanılacak olan temel topraklama yöntemine dikkat edilmelidir.➤ Bağlantı hatları çizilirken topraklama filizlerinin panolara en uygun yerlerde bırakılmasına özen gösterilmelidir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A- Ölçme Soruları

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru veya yanlış olarak parantez içine işaretleyiniz.

1. () Kat planı 1/200 ölçeğinde çizilmelidir.
2. () Sağlıklı bir topraklama için toprak öz direncinin en az $5\Omega.m$ olması gerekir.
3. () Topraklayıcının dolgu toprakla sıkıştırılması tavsiye edilir.
4. () Topraklama iletkenlerinin bağlantıları kaynakla veya vida ve somunlarla yapılmalıdır.
5. () Şerit topraklama yapılırken şerit 30x3,5 mm ebatlarında olmalıdır.
6. () Topraklama filizi her binada bir tane ve panoya en uzak mesafede olmalıdır.
7. () Topraklama yapılan temel ölçüleri çok geniş ise topraklama şeridi 15x15 m gözlerle bölümlendirilir.
8. () Bina içinde bağlantı filizleri en az 1,5m uzunluğunda olmalı ve göze çarpmamak şekilde işaretlenmelidir.
9. () Topraklama yapılan zemin eğer uygun değilse uygun toprakla dolgu yapılmalıdır.
10. () Temel topraklayıcı her tarafı betonla kaplanacak şekilde yerleştirilmeli ve 2 m aralıklarla mesafe tutucularla çelik hasıra bağlanmalıdır.
11. () Kayaların veya çakılların doğrudan gömülmüş elektrotlarla temas etmesi sağlanmalıdır.
12. () Şerit topraklayıcı şerit şeklindeki iletken malzeme ile yapılan topraklayıcıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı modül kitapçığının sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevaplarınızla ilgili kısımları tekrar ediniz. Tüm soruları doğru cevapladıysanız sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 2

AMAÇ

Topraklama proje hesaplamalarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Topraklama hesaplamaları yapan, tesis eden ve onay veren yetkili kişilerle görüşmek. Bu kişilerden gereken doküman ve bilgiyi almak.
- Bunun için çevremizde bulunan elektrik mühendisleri ile irtibat kurarak böyle bir proje hazırlamanın nasıl olacağı hakkında detaylı bilgi almanız gerekir. Sanal ortamda ilgili mevzuat, doküman temin ederek elde ettiğiniz bilgilerle pekiştirmelisiniz. Bunlar yapacağınız hesaplamalarda size kolaylık sağlayacaktır.

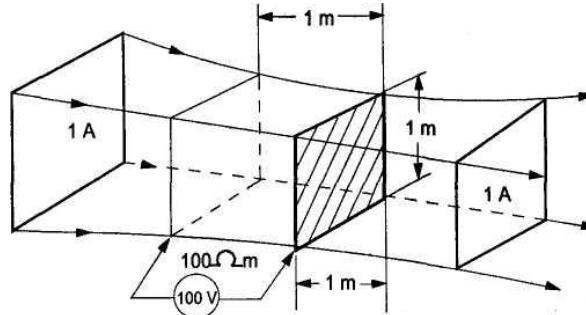
2. TOPRAKLAMA PROJE HESAPLARI

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. Toprak çok karışık bir iletken ve yapıya sahip olduğu için her toprağın cinsinin önceden bilinmesi önemlidir. Kenarı 1 m olan bir küpün özgül direnci:

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



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 gösterir. 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 ($^{\circ}C$)	Özgül toprak direnci (Ωm)
20	75
10	99
0 su	138
0 buz	300
-5	790
-10	3300

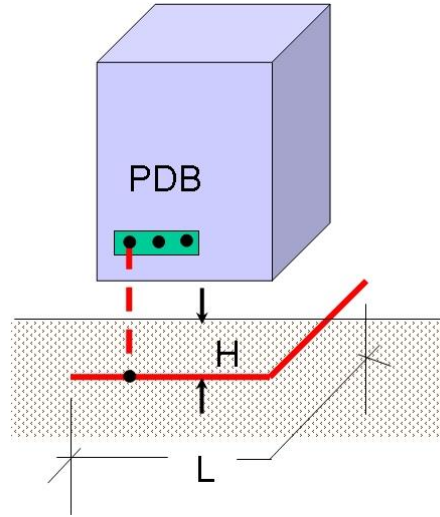
Tablo 2.2: Bataklığın sıcaklığa göre özgül toprak direnci

2.1.2. Şerit Uzunluğu(L)

Şerit, yuvarlak iletken ya da örgülü iletkenlerden yapılan ve fazla derine gömülmeleyen topraklayıcıdır. 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)

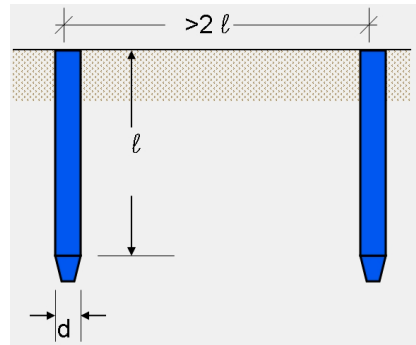
Topraklama işleminde kullanılan elektrotların toprağa gömülme derinlikleri toprağın yapısı, iklim, toprağın donma derinliği gibi faktörlere bağlıdır. Dikey ve derin topraklayıcılar toprak içerisine çakılırlar. Toprak yüzey kısmı iklim değişimi ve nemlilik oranlarında değişiklik gösterdiğinden toprak 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 kullanılacaktır; toprağın üst tabakasının kuruması 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 ölçüğe uygun olarak alınır. Burada dikkat edilmesi gereken ölçüğe 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 düşüncüye kadar artırılır. Bu sayede temel enine kullanılacak paralel kol sayısı bulunur.

2.1.8. Temel Boyuna Paralel Kol Sayısı

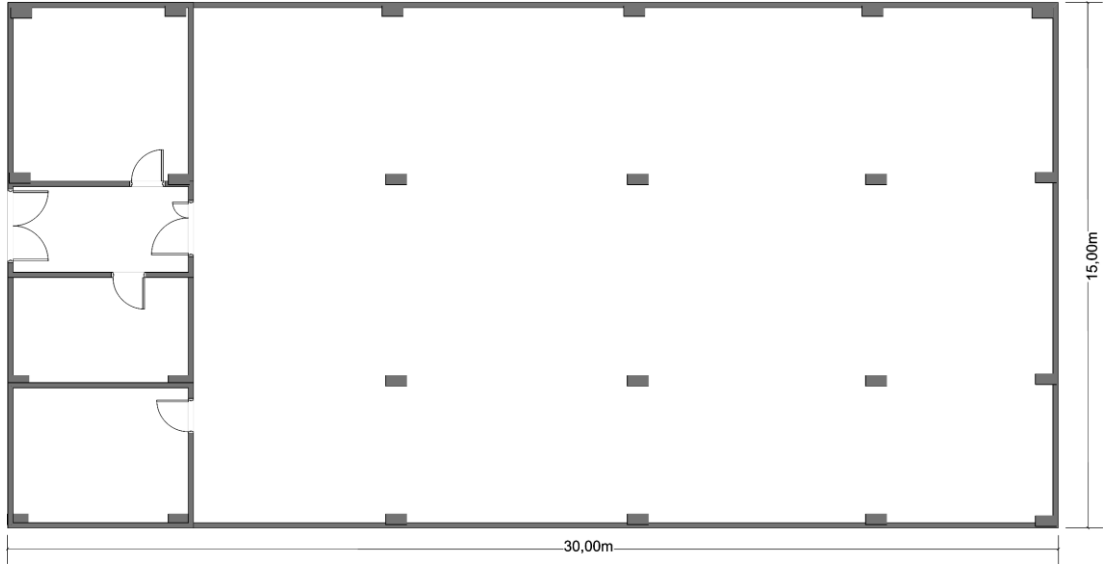
Enine paralel kol sayısı bulunur iken, boyuna paralel kol sayısı da aynı şekilde bulunmuş olur. Bu sayede topraklamada kullanılan iletkenin (şerit, yıldız, ağ olarak) toplam uzunluğunu da bulmuş oluruz. Bunları yaparken kullanılacak olan topraklama sistemi de önemlidir (şerit, yıldız, gözlü, vs.).

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

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. $L = 45 + 60 = 105$ 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,

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

olduğundan farklı bir topraklayıcıya ihtiyaç vardır.

2.2.6. Dikey Topraklama Eşdeğer Direnci (R_ç)

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 $R_{\zeta} = \frac{R_E}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d}$ 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 (R_e)

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 R_e 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 güvenliğini 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 $U_L:50V$ olacağından kaçak akım rölesi $300mA$ 'de çalışacağından;

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

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

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

olduğundan yapılan temel topraklaması uygundur.

UYGULAMA FAALİYETLERİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Yapılmış topraklama proje hesaplarını inceleyiniz.➤ Temel ölçüleri 12x18m toprak öz direnci 100Ωm olarak ölçülen binanın topraklama proje hesaplarını yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Topraklama projeleri hesaplamalarını incelerken çevrenizde bulunan mühendislerden, öğretmenlerden, yazılı materyallerden mutlaka yararlanılmalıdır.➤ Hesaplamaları yaparken yanınızda logaritma yapan bir hesap makinesi veya uygun programlı bilgisayar olmalıdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru veya yanlış olarak parantez içine veya doğru seçeneği işaretleyerek değerlendiriniz.

1. () Toprak öz direnci tablodan alınan değerlerle belirlenir. Ayrıca ölçüm yapmaya hiç gerek **yoktur.**
2. () Toprak öz direnci sıcaklıkla ve nemle değiştiğinden hesaplamalarda $\pm\%30$ dalgalanmalara dikkat edilir.
3. () Yönetmeliklere göre iletken gömülme derinliği (H) en az 3 olmalıdır.
4. () Birden fazla çubuk topraklayıcı kullanılıyorsa bunların arasındaki uzaklık bir topraklayıcının etkili boyunun en az iki katı olmalıdır.
5. Topraklama sisteminde temel topraklayıcıya ek olarak hangi topraklayıcı çeşidi **kullanılmaz?**
 - A) Derin
 - B) Halka
 - C) Yıldız
 - D) Ayaklı
6. Direnç sınır değeri kontrol edilirken hangi muayene **yapılmaz?**
 - A) Gözle muayene
 - B) Deneme
 - C) Ölçme
 - D) Denetleme
7. Topraklama tesisleri boyutlandırılırken hangi değer önemi **yoktur.**
 - A) Hatanın süresi
 - B) Hata akımının değeri
 - C) Toprağın özellikleri
 - D) İşletmenin büyüklüğü

MODÜL DEĞERLENDİRME

Performans Testi

Modülün Adı	Topraklama projesini çizmek	Öğrencinin				
Amaç	Öğrenci, bu modül ile uygun topraklama projeleri hesabı yapabilecek ve çizebilecektir.	Adı...: Soyadı: Sınıfı : Nu....:
Açıklama: Aşağıda listelenen davranışların her birinde öğrencide gözleyemediyse (0), Zayıf nitelikli gözlediyseniz (1), Orta düzeyde gözlediyseniz (2), ve iyi nitelikte gözlediyseniz (3) rakamın altındaki ilgili kutucuğa X işareti koyunuz.						
GÖZLENECEK DAVRANIŞLAR			0 (kötü)	1 (zayıf)	2 (orta)	3 (iyi)
Mimari plan üzerinden ölçek alabilme ve uzunlukları doğru hesaplayabilme.						
Toprak özgül direncini ölçümler veya çizelgelerden tayin edebilme.						
Temel ve zemin yapısına bakarak en uygun topraklama metoduna karar verebilme.						
Topraklama hesaplamalarını yapabilme.						
Yapmış olduğu hesaplamaların uygunluğunu kontrol edebilme.						
Mimari planı verilen binanın temel topraklama projesini çizebilme.						
Toplam Puan						

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	Y
3	D
4	D
5	D
6	Y
7	Y
8	D
9	D
10	D
11	Y
12	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	Y
4	D
5	D
6	B
7	D

Yanlış cevaplarınız varsa ilgili kısımlara giderek konuyu tekrarlayınız. Tüm soruları doğru cevapladığınızda diğer modüle geçebilirsiniz.

KAYNAKÇA

- KAŞIKÇI İsmail, **Topraklamalar Yönetmeliği Uygulama Kitabı**
- KAŞIKÇI İsmail, **Topraklama ve Ölçme Tekniği**
- KAŞIKÇI İsmail, **Y.G. Tesislerinde Topraklama**, 2005.
- TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, **Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği**, Ankara-Ağustos 2002.