

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**DİREKLER  
522EE0127**

**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 .....	iii
GİRİŞ .....	2
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	4
1. DİREKLER .....	4
1.1. Görevleri .....	4
1.2. Yapım Gereçlerine Göre Direk Çeşitleri, Görevleri ve Özellikleri .....	4
1.2.1. Demir Direkler .....	4
1.2.2. Beton Direkler .....	8
1.2.3. Ağaç Direkler .....	11
1.3. Kullanım Yerlerine Göre Direk Çeşitleri .....	12
1.3.1. Durdurucu Direkler .....	12
1.3.2. Köşede Durdurucu Direkler .....	12
1.3.3. Taşıyıcı Direkler .....	13
1.3.4. Köşede Taşıyıcı Direkler .....	13
1.3.5. Nihayet (Son) Direkleri .....	13
1.3.6. Branşman Direkleri .....	13
1.3.7. Tevzi (Dağıtım) Direkleri .....	14
1.3.8. Geçit Direkleri .....	14
1.4. Gerilimlere Göre Direk Çeşitleri .....	14
1.4.1. Alçak Gerilimde kullanılan Direkler .....	15
1.4.2. Orta Gerilimde Kullanılan Direkler .....	15
1.4.3. Yüksek Gerilimde Kullanılan Direkler .....	18
1.4.4. Çok Yüksek Gerilimde Kullanılan Direkler .....	20
1.5. Direklere Ait Standart Özellikler .....	24
1.6. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği .....	25
UYGULAMA FAALİYETİ .....	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	38
2. DİREKLERİN YERLERİNE DİKİLMESİ .....	38
2.1. Temel Hesapları .....	38
2.2. Zemin Özellikleri .....	41
2.3. Temel Kalıbı Özelliği .....	42
2.4. Temel Harcının Özelliği .....	42
2.5. Direkler Arası Standart Mesafeler .....	42
2.6. Direkleri Montaj Yerine Getirmede Dikkat Edilecek Hususlar .....	43
2.7. Direklerin Yerine Montajı (Dikmek) .....	44
2.7.1. Çok Yüksek Gerilim Direklerini Dikme .....	44
2.7.2. Yüksek Gerilim Direklerini Dikme .....	46
2.7.3. Orta Gerilim Direklerini Dikme .....	48
2.8. Topraklama İşlem Sırası .....	51
2.9. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği .....	52
2.9.1. Temellerin Boyutlandırılması .....	52
2.9.2. Direklerin Temel İçinde Kalan Bölümünün Korunması .....	54
2.9.3. Direk Lenteleri .....	55
2.10. Topraklamalar Yönetmeliği .....	55
UYGULAMA FAALİYETİ .....	56

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	59
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	61
3. TRAVERS VE KONSOLLAR .....	61
3.1. Traversler .....	61
3.1.1. Travers Tanımı .....	61
3.1.2. Travers Çeşitleri ve Özellikleri.....	62
3.1.3. Travers Tutturma Gereçleri .....	63
3.1.4. Travers Tutturma Montajı.....	64
3.2. Konsollar.....	64
3.2.1. Tanımı.....	64
3.2.2. Çeşitleri.....	65
3.2.3. Konsol Tutturma Gereçleri .....	66
3.2.4. Konsol Montajı.....	66
3.3. Travers ve Konsol Topraklaması .....	67
3.4 Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği .....	68
3.5. Topraklamalar Yönetmeliği .....	70
UYGULAMA FAALİYETİ .....	71
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	73
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	74
CEVAP ANAHTARLARI.....	75
KAYNAKÇA .....	76

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0127</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik-Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Yüksek Gerilim Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Direkler</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Direklerin yapısı, çeşitleri ve donanımları hakkında bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Direk ve donanımlarının montajını yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında, standartlar ve Kuvvetli Akım Yönetmeliği'ne uygun ve hatasız olarak direkler ve donanımlarını seçebilecek ve montajlarını yapabileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Direk çeşitlerini hatasız seçebileceksiniz.</li><li>2. Direkleri yerlerine hatasız dikebileceksiniz.</li><li>3. Direklere travers, konsol montajını hatasız yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Atölye</p> <p><b>Donanım:</b> Kazma, kürek, uzun levye demiri, gergi takımı malzemeleri, direk anahtar tutturma gereçleri ile şakül su terazisi ve direk takozları, iş güvenliği ekipmanları ile diğer el ve güç aletleri</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Elektrik enerjisi iletimi çok önemlidir. Elektrik enerjisinin kullanılmaya başlandığı ilk yıllarda üretim ve tüketim yerleri birbirlerine yakındı. Ayrıca çok büyük güçlere ihtiyaç duyulmadığı için kısa ağaç ve demir direklerle iletim yapılıyordu.

Talebin artmasıyla üretim, tüketim yerlerinden çok uzaklarda, enerji kaynaklarının (su, kömür, rüzgâr, doğal gaz vb.) bulunduğu yerlerde yapıldı. Bu da elektrik enerjisinin şehirlere ve sanayiye taşınmasının önemini artırdı. Enerji kaynaklarını ekonomik kullanmak zorundayız. Bu da bize üretilen enerjinin verimli taşınması gereğini göstermektedir. Kayıpları da göz önünde bulundurduğumuzda, tel çaplarının ve kalitesi ile birlikte yükü taşıyacak olan direklerin önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Enerji nakil hattında kV (kilo volt) değerlerinde enerji taşıma arttıkça direklerin boyu ve ağırlığı artmaktadır. Ormanlardan, nehirlerden, otoyollardan ve dağlardan geçişlerde yere uygun direkler seçilmelidir. Özellikle yaz aylarında orman bölgelerinden geçişlerde enerji nakil hatlarından kaynaklanan orman yangınları göz ardı edilmemelidir.

Bu modül ile doğru direk seçimini, dikimini, hatasız ve yönetmeliğe uygun konsol ve travers montajını yapma becerisini kazanacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Uygun eğitim ortamında bu öğrenme faaliyeti ile direkleri, direk çeşitlerini, direk tiplerini, özelliklerini ve kullanılacak yere göre seçimini doğru bir şekilde yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Direklerin, yapım şekillerine, kullanım yerlerine ve gerilimlerine göre ne şekilde kullanıldığını araştırınız.
- Direk çeşitleri ve tiplerini kullanım amacını ve şekillerini Kuvvetli Akım Tesis Yönetmeliği'ne göre araştırınız.

Araştırma işlemlerini internetten TEDAŞ kaynaklarından ve şalt sahalarındaki direk tiplerinden yapabilirsiniz. Ayrıca bu direkleri diken TEDAŞ şantiye elemanlarından bilgi alabilirsiniz.

## 1. DİREKLER

### 1.1. Görevleri

İletim ve dağıtım hatlarında kullanılan ve iletkenleri birbirlerinden belirli uzaklıkta havada tutmaya yarayan ve hat boyunca uygun aralık ve yükseklikte yerleştirilen şebeke donanımına direk denir.

### 1.2. Yapım Gereçlerine Göre Direk Çeşitleri, Görevleri ve Özellikleri

Yapım gereçlerine göre ( imal edildikleri malzemeye göre ) direkler üçe ayrılır.

- Demir direkler
- Beton direkler
- Ağaç direkler

#### 1.2.1. Demir Direkler

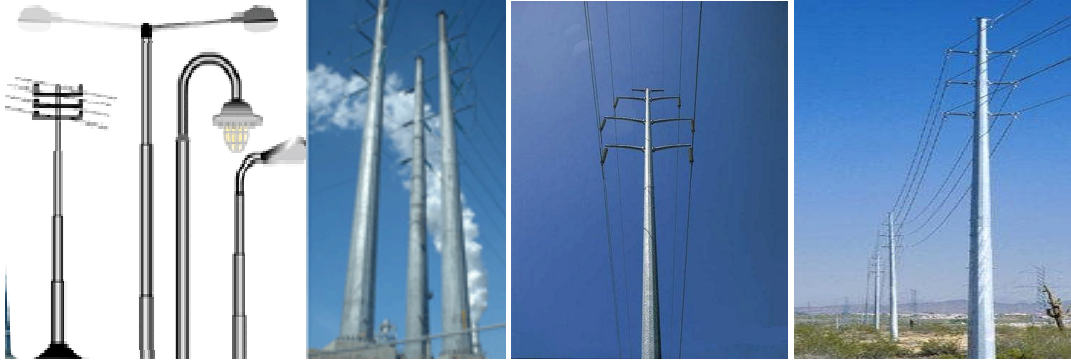
Her türlü gerilim kademesinde kullanılabilen, demir çelikten yapılmış direklerdir.

Demir direkler boyalı kaynaklı (orta ve alçak gerilimde kullanılan A ve kafes direklerde) ve galvanizli cıvatalı (Yüksek gerilim ve kimyasal etkilere maruz kalınan yerlerde kullanılır.) olarak üretilir. Yapılarında I, U, L şeklinde profiller kullanılır.

Demir direklerin temellerine kesinlikle, taş, kum ve toprak doldurulmamalı, sadece beton kullanılmalıdır. Demir direkler ağaç direklere nazaran daha uzun ömürlü ve beton direklere göre de daha hafiftir. Demir direkler iletkenlerin her türlü tertip şekline uygulanabilir. Herhangi bir sebeple meydana gelebilecek direk arızalarının tamir edilmesi de kolaydır. Ancak beton direklere göre bakım ve işletme masrafları daha fazladır. Demir direklerde canlının çıkmasını önlemek için korkuluklar bulunur.

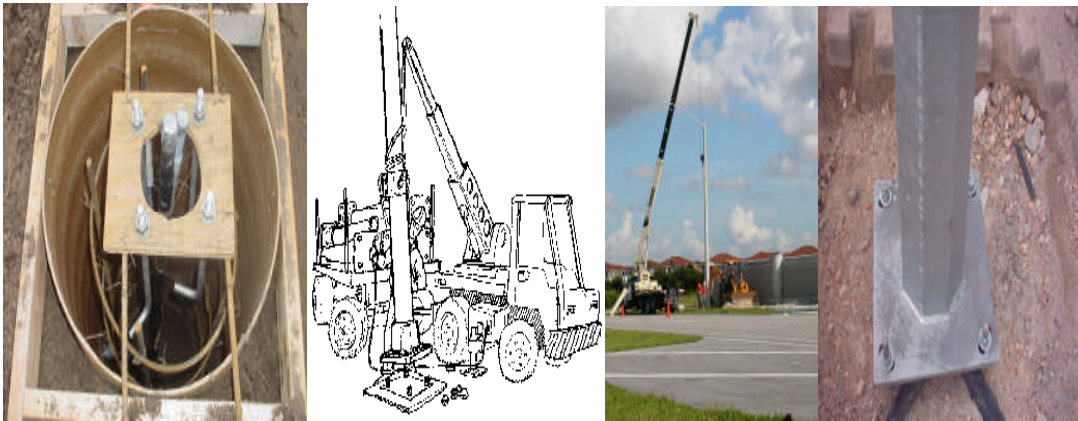
#### 1.2.1.1. Boru Direkler

Daha çok özel tip aydınlatmalarda ve düşük gerilimli sokak, cadde, liman, marina, site ve bahçe aydınlatmalarında kullanılan direklerdir. Özel olarak projektör aydınlatma direği olarak da kullanılmaktadır. Yükseklikleri 4 ila 8 metre arasındadır. Tekli, ikili, üçlü tipleri vardır.



**Resim 1.1: Boru tipi demir (galvanizli) direkler**

Boru tipi direkler daha önce hazırlanan cıvatalı kalıplara monte edilir. Ağır olduklarından genellikle vinçlerle yerine monte edilir.



**Resim 1.2: Boru tipi direğin yerine montajı**

### 1.2.1.2. A ve Kafes Direkler

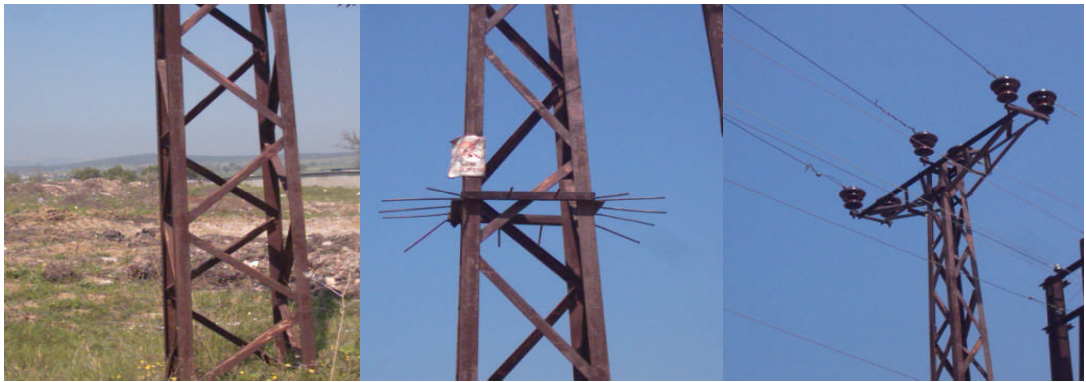
Alçak gerilim şebekelerinde kullanılan A ve kafes tipi demir direkler, iller bankası tarafından standardize edilmiştir. Bu standardize boyları kısa ve uzun direkler için ayrı ayrıdır.

A tipi olanlar 8I, 10I, 12I, 6,5U, 8U, 10U, 12U veya 8Ik, 10Ik, 12Uk şeklinde sembolize edilir. Sembollerdeki U veya I direk yapımında kullanılan demirin kesitini gösterir.

Boyları 9,10- 9,35- 9,55- 9,70 m 9,90- 10,10- 10,55 m olanları vardır. Ortalama uzunlukları kısa boylar için 9,5 m orta boylar için 10 m olmaktadır.



Resim 1.3: A tipi demir direkler



Resim 1.4: Kafes tipi demir direkler

### 1.2.1.3. Putrel (Pilon, Çatal) Direkler

Galvaniz cıvatalı, boyalı ve kaynaklı olarak üretilen bu direkler, çekilen hattın özelliğine göre 3'lü veya 6'lı hatlar olarak yüksek ve çok yüksek gerilimler için kullanılır. Boyları istenilen ebatlarda büyütülüp ayarlanmakta olup standart bir uzunluğu yoktur.





**Resim 1.5: Pilon tipi demir direkler**



**Resim 1.6: Çatal tipi demir direkler**

Demir direk temelleri, en küçük yüksekliğe göre en az derinlik 150 cm olacaktır.



**Resim 1.7: Putrel (pilon) direğin ayaklarından yerine tutturulması**

**Demir direklerin avantajları:**

- Tepe kuvvetleri büyüktür, ömürleri uzundur.
- Onarımları kolaydır, parçalara ayrılabilirdiği için taşınmaları ve montajları kolaydır.

#### **Demir direklerin dezavantajları:**

- Maliyeti yüksektir ve bakımları masraflı olup itina gerektirir.
- Kaçak akımlara karşı çok güvenli değildir, hava şartlarından etkilenir.

### **1.2.2. Beton Direkler**

Çimento, su ve katkı maddelerinin uygun oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen beton ile yüksek dayanımlı çelik tel veya çelik çubukların kullanılmasıyla elde edilir. Beton ve çelik malzemenin gözeneksiz bir şekilde uygunluğunun sağlanması için titreşim (vibrasyon) veya savurma (santrifüj) metodu uygulanır. Bu yöntemle üretilen direklere betonarme direk denir. Santrifüj direklerin (SBA) içinin boş olmasına karşılık, vibre direklerde (VBA) direk içleri doludur. Vibre beton direklerin kesiti dikdörtgen şeklindedir, santrifüj beton direklerin kesiti daire şeklindedir.

Betonarme direklerin demir direklere göre en büyük avantajı, hava şartlarında ve özellikle sanayi bölgelerindeki zararlı gaz ve buharlardan az etkilenmeleridir. Ayrıca kullanılan demir miktarının aynı işi gören demir direklere oranla az olması (% 60) demir malzemeden tasarruf sağlar. Direğin tepe kuvvetlerine dayanımı, içinde kullanılan çelik tellere bağlıdır. Doğa şartlarından pek etkilenmeyen beton direkler, dairesel kesitli ve konik şekilde yapılır. Beton direklerde kullanılan, izolatörlerin monte edildiği traversler de betondan veya demirden yapılmaktadır.

Beton direkler tepe kuvvetine göre 250 kg'dan 3500 kg'a kadar yapılabilmektedir. Boyları 8 m'den 26 m'ye, çapları ise 50 cm'ye kadar konik, bu çaptan sonra ise silindirik şekilde yapılmaktadır. Genellikle orta ve alçak gerilimlerde kullanılır. Ayrıca yol aydınlatmalarında da sıkça kullanılmaktadır.

Orta ve alçak gerilimde kullanılan santrifüj beton direkler tepe kuvvetleri (İletkenlerin çekme kuvvetleri ile rüzgâr kuvvetleri aynı yönde varsayılır, bu iki kuvvetin direğin tepesinde oluşturdukları kuvvete, tepe kuvveti denir.) yönünden; 1- 1,5- 3- 5- 7- 9- 13- 17- 19- 23- 27- 33- 35 ve 36 olmak üzere toplam 39 değişik tipte imal edilmektedir. Bu rakamlar hem direk tipini hem de direk tepe kuvvetinin % 1'ini göstermektedir.

Örneğin, 9 tipi direk denilince tepe kuvveti  $9 \times 100 = 900$  kg olan direk anlaşılır.

Beton direklerin uzunlukları; 8- 8,5- 9- 9,5- 10- 11,5- 12,5- 13- 15- 16- 17- 19- 21- 23- 25- 26 m olarak üretilir. Alçak gerilim şebekelerinde en çok 9,30 ve 10 metrelik beton direkler kullanılmaktadır.



**Resim 1.8: Beton direk özelliği**

Beton direklerin üzerinde boyu ve dayanacağı tepe kuvvetleri yazmaktadır. Örnek Resim 1.8’ de  $13/15$  = Boyu 13 metre, tepe kuvveti 1500 kg’dır.

**Beton direklerin avantajları:**

- Beton direkler demir direklere göre daha ucuzdur, uzun ömürlüdür, bakım istemez.
- Tepe kuvvetleri büyüktür, atmosferik olaylardan fazla etkilenmez.
- Kaçak akımlara karşı güvenlidir.

**Beton direklerin dezavantajları:**

- Kırılgan olduklarından taşınırken dikkatli olunmalıdır.
- Ağır olduklarından taşınması ve montajı zordur.

**1.2.2.1. Santrifüj Direkler**

Çelik çubukların (boyuna donatı malzemesi olarak) ve ön gerilmeli çelik tellerin (enine donatı malzemesi) kullanılarak savurma yöntemi ile yapılan içleri boşaltılmış beton



direklerdir. Savurma yöntemi beton içindeki fazla suyun dışarı atılmasını ve çok sıkı geçirimsiz bir beton elde edilmesini sağlamaktır.

Bu yöntemle yapılan direklerin dış yüzü düzgün ve pürüzsüzdür. En az 300 dozlu beton 10 m'den 26 m'ye kadar uzunlukta (birer metre artarak) imal edilmektedir. 200 -3500 kg'a kadar tepe kuvveti olan SBA direkler yapılmaktadır (Doz: Çakıl, çimento ve kum karışım oranıdır.) .



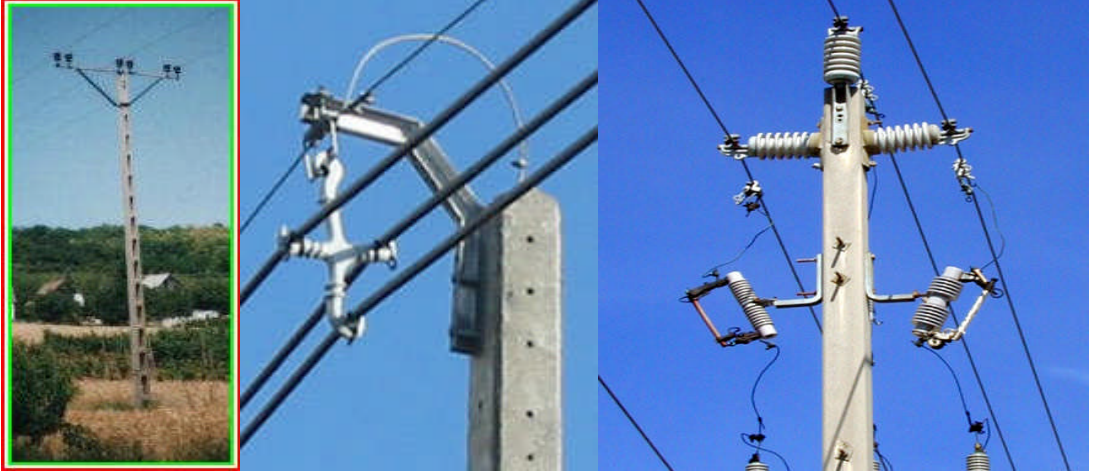
**Resim 1.9: Santrifüj (SBA) yuvarlak tip beton direkler**



**Resim 1.10: Çift santrifüj beton direkler**

#### **1.2.2.2. Vibre Direkler**

Vibre beton direkler, statik hesapların sonuçlarına göre demir iskeletin kalıplar içine konması ve dökülen harcın vibrasyon suretiyle kalıbın her tarafına homojen olarak dağıtılması suretiyle elde edilir.



**Resim 1.11: Vibre tip (VBA) beton direkler**

### **1.2.3. Ağaç Direkler**

Kök nar, ardıç, karaçam, ladin gibi ağaçlardan yapılan direk çeşididir. Hava şartlarından ve haşerelerden olumsuz etkilendikleri için özel işlemlere tabi tutulur. Bu işlemler ağaç direğe bakır sülfat emdirmek veya katranlamaktır.

Mekanik dayanıklılık, ağaç direkler için sınırlıdır. Bu sebeple direkler arası uzaklık kısa seçilmeli ve hattın gerilimi yüksek olmamalıdır. Ağaç direklerin yüksek gerilim taşımada kullanılmaması doğru bir hareket olur. Küçük yerleşim merkezlerinde hâlâ ağaç direkler enerji taşınmasında kullanılmaktadır.

Ağaç direklerin temeline beton dökülmez. Taş ve toprakla temel sıkıştırılarak direk dikilir. Eğer temele beton dökülür ise direğe gelen tepe kuvvetlerinde direk, temel üst noktasından kırılabilir. Ayrıca direğin dibi zamanla çürüyebilir. Bunu önlemek için enjeksiyonla direk diplerine (temele) ilaçlama yapılmalıdır. Eğer direk temeline beton dökülürse direğin temelini bir miktar açmak ve ilaçlamak mümkün olmaz.

Ağaç direkler, normal taşıyıcı ve köşede taşıyıcı direk olarak kullanılır. Yağmur ve kar sularının direğe zarar vermesini kısmen de olsa önlemek için direk tepesi 45 derece açılı olarak kesilir. Standart ağaç direk boyları, 8- 8,5- 9- 9,5- 10- 10,5- 11- 11,5- 12- 12,5- 13- 13,5 metredir.

Ağaç direkler üzerinde iletkenlerin taşınması için izolatörler doğrudan direğe takılabilir veya direkler üzerine monte edilen konsollara sabitlenen izolatör yardımıyla taşınır. Ağaç direkler dikildikten sonra payanda veya çelik halatlarla desteklenmelidir.

#### **Ağaç direklerin avantajları:**

- Ucuzdur, hafiftir, esnektir, taşınmaları ve dikilmeleri kolaydır.
- Boyama masrafları yoktur, kaçak akımlara karşı daha güvenilirdir.



#### **Ağaç direklerin dezavantajları:**

- Ömürleri kısadır, tepe kuvvetleri azdır.
- Esnek oldukları için salgıları (fleş) değişebilir.
- Yıldırım düştüğünde yanabilir.
- Yüksek gerilimlerde kullanılmaz.

Ağaç direkler, çelik tel veya payanda (dayanak ) ile takviye edilmelidir.



**Resim 1.12: Ağaç direkler (payandalı-dayanaklı) ve çift ağaç direk**

### **1.3. Kullanım Yerlerine Göre Direk Çeşitleri**

Direkler kullanım yerlerine göre durdurucu, köşede durdurucu, taşıyıcı, köşede taşıyıcı, nihayet, branşman, tevzi ve geçit direkleri olarak çeşitlere ayrılır.

#### **1.3.1. Durdurucu Direkler**

Enerji nakil hatlarının doğrusal olarak geçtiği yerlerde, iletkenlere gelen gerilme kuvveti durdurucu direklerle temin edilir. Enerji nakil hatlarında, genellikle 7 taşıyıcı direkten sonra 1 durdurucu direk kullanılması uygundur.

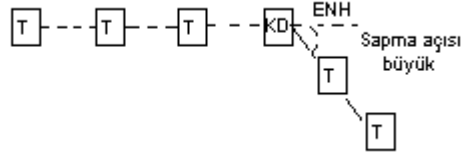
Taşıyıcı direklere asılmış ve bunlar tarafından, taşınan hat iletkenlerinin güzergâh boyunca belirli uzaklıklarda sabit ve sağlam noktalara bağlanmış, gerilmiş olmaları gerekir. Tel kopması, direk devrilmesi vb. bozukluk hâlinde arıza iki direk arasında (iki durdurucu veya nihayet-durdurucu) sınırlı kalır. Hava hattının diğer kısımlarını etkilemez. Taşıma hatlarında güzergâh belirli aralıklarda (yaklaşık 1 km’de bir) olmak üzere, iletkenlerin tespit edilip gerilmesi amacı ile düz hat güzergâhında kullanılan ve iletkenlerin izolatörlere nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklere denir.



**Şekil 1.1: Durdurucu (D) direk**

#### **1.3.2. Köşede Durdurucu Direkler**

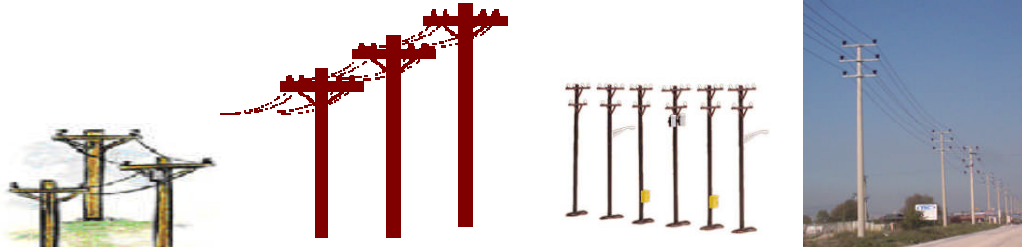
Enerji nakil hava hatlarının köşe noktalarında kullanılan ve aynı zamanda durduruculuk görevi yapan direklere denir. Düz doğrultuda giden hattın, büyük sapmalarında kullanılan direklerdir.



Şekil 1.2: Köşede durdurucu (KD) direk

### 1.3.3. Taşıyıcı Direkler

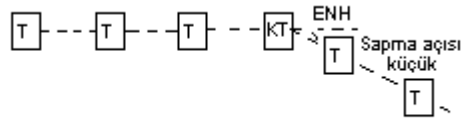
Hava hatlarında durdurucu direkler arasında iletkeni taşımak yani iletkenin ağırlığını tutmak amacıyla kullanılan direklerdir.



Şekil 1.3: Taşıyıcı direkler

### 1.3.4. Köşede Taşıyıcı Direkler

Doğrusal olarak giden hattın yön değiştirdiği yerlerde (küçük sapmalarda) kullanılan direklerdir.



Şekil 1.4: Köşede taşıyıcı direk

### 1.3.5. Nihayet (Son) Direkleri

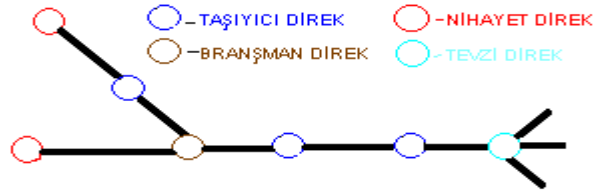
Enerji nakil hatlarının başlangıç ve sonunda kullanılır. Hattın tek taraflı toplam gerilme kuvvetine dayanabilecek durumda olan direklerdir.

### 1.3.6. Branşman Direkleri

Hava hatlarında taşıyıcı ve köşede taşıyıcı durumda olan direklerden bir veya iki yönde kol hattı ayrılıyorsa bu durumdaki taşıyıcı ve köşede taşıyıcı direklere branşman direkleri denir.

### 1.3.7. Tevzi (Dağıtım) Direkleri

Enerji nakil hava hatlarında ikiden fazla nihayet bağı ile bağlı olan hatların tevzi edildiği yani kollara ayrılarak dağıtımının yapıldığı direklere denir. Direkteki hatlardan kesiti en büyük olan hat, ana hat olarak kabul edilir. Bunun dışında kalan diğer hatlar bu ana hattın birer branşmanı (dal) veya kolu durumundadır. Ana hatlarla bu direklere kadar gelen enerji, bu direkten ayrılan branşmanlarla daha küçük kapasiteli enerjiler hâlinde dağıtılır.



Şekil 1.5: Direklerin yerleşimi

### 1.3.8. Geçit Direkleri

Geçit mesafesi uzun, nehir, boğaz, kanal, kara yolu gibi yerlerden geçişlerde (atlamalarda) kullanılan direklerdir.



Resim 1.13: Geçit direkleri

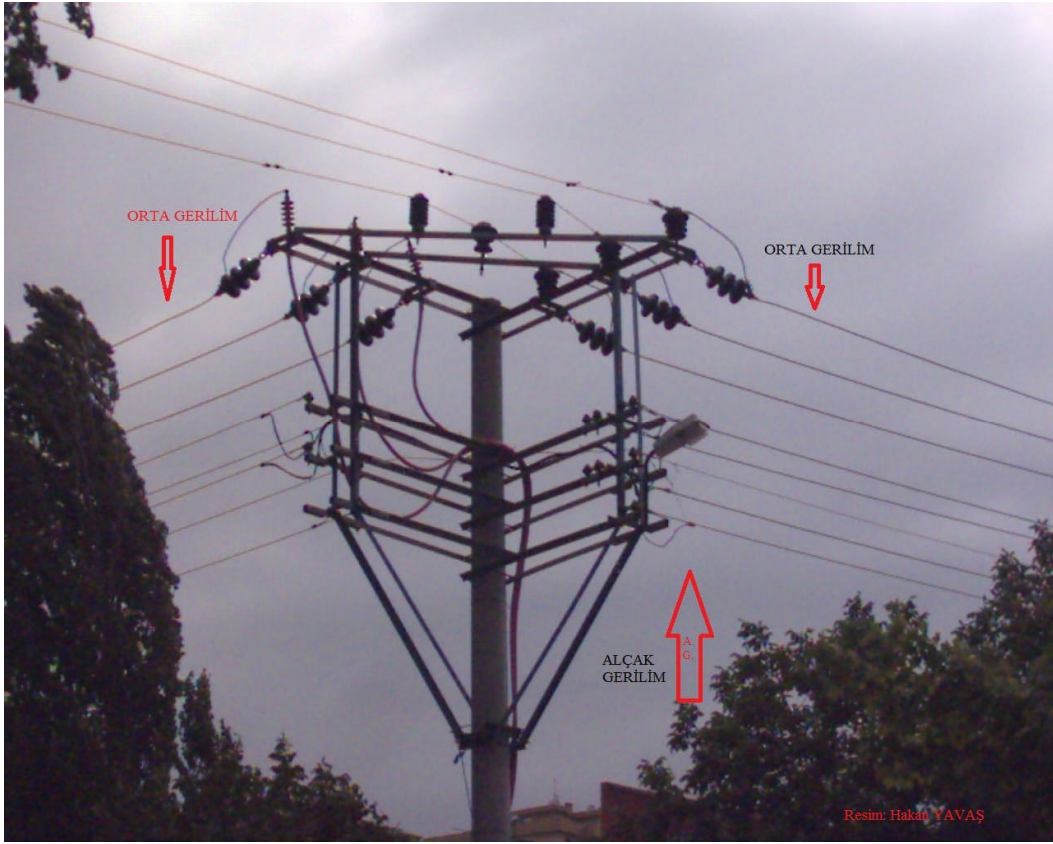
## 1.4. Gerilimlere Göre Direk Çeşitleri

Alçak, orta, yüksek, çok yüksek gerilimde kullanılan direkler olmak üzere dörde ayrılır.

### 1.4.1. Alçak Gerilimde kullanılan Direkler

1000 volta kadar olan alçak gerilimde kullanılan direkler ağaçtan, demirden veya betondan yapılabilir.

Bazı durumlarda aynı direkte hem alçak gerilim hattı hem de orta gerilim hattı çekilmektedir.



Resim 1.14: AG ve OG hattı aynı beton direkte bulunması

### 1.4.2. Orta Gerilimde Kullanılan Direkler

1kV - 34,5 kV arasında kullanılan direklerdir. Boyları 9 m-25 m arasında değişir. Ağaç, beton ve demir direk olarak imal edilir. Şu an en çok kullanılan beton ve demir direklerdir.

Ağaç direkler acil durumlar için kullanılmaktadır. Daha sonra yerine beton ya da demir direk takılmaktadır. Demir direkler 3AWG ve 10AWG olarak isimlendirilmektedir. Kare kesitli putrel demirlerden yapılmaktadır. Beton direkler ise 10 m'den 26 m'ye kadar 1'er metre ara ile imal edilmektedir.

Ülkemizde orta gerilimde en çok beton ve demir direkler kullanılmaktadır. Diğer ülkelerde orta gerilimde beton direk pek tercih edilmemektedir. Genellikle ağaç galvaniz direkler tercih edilmektedir.



**Resim 1.15: OG beton direkler**

Ayrıca beton direkler 400 KVA' ya kadar olan transformatörlerin montajı içinde kullanılmaktadır.





**Resim 1.16: OG beton trafo direği**

Diđer űlkelerde OG iđin hâlen ađaç direkler kullanılmaktadır.



**Resim 1.17: OG demir ve ağaç direkleri**

### 1.4.3. Yüksek Gerilimde Kullanılan Direkler

34,5kV- 154kV arasında galvaniz saclı, vidalı, kafes ve A direklerdir. Boyalı kaynaklı demir direklerin her türlü ortam şartlarında etkilenmemeleri için boya ve koruyucu tabakalar sürülür. Koruyucu tabakaların muayyen zamanlarda yenilenmesi gerekir. Bu nedenle 3AWG demir direkler boyalı-kaynaklı yapılmasına karşın 3/0AWG galvaniz demir ve galvaniz cıvatalı olarak imal edilir. Her tip iletken için çeşitli tip ve boyda direk bulunmaktadır. Demir profiller ortalama 6'şar metrelik parçalar hâlinde imal edilir ve bunlar birbirine cıvatalar ile tutturulur. Bu tip direkler genelde;

- T-10, T-12.....T-20 (Taşıyıcı direkler)
- D-10,D-12.....D-20 (Durdurucu direkler)
- N-10,N-12.....N-20 (Nihayet direkleri)
- Z-10,Z-12.....Z-20 (Zaviye direkler) şeklinde isimlendirilir.

Boyları 8,75 m ile 18,75 m'e kadar değişmektedir. Baştaki harfe göre T-D-N-Z isimlerini alır. Ayrıca D-KD-N direkleri de mevcuttur. Bu direklerde birbirinde farklı boyda ikişer metre aralı çeşitli tipleri mevcuttur. K-8, K-6,.....L-8, L-6.....R-8, R-6 gibidir.



**Resim 1.18: YG demir direkleri**



**Resim 1.19: YG demir direği**

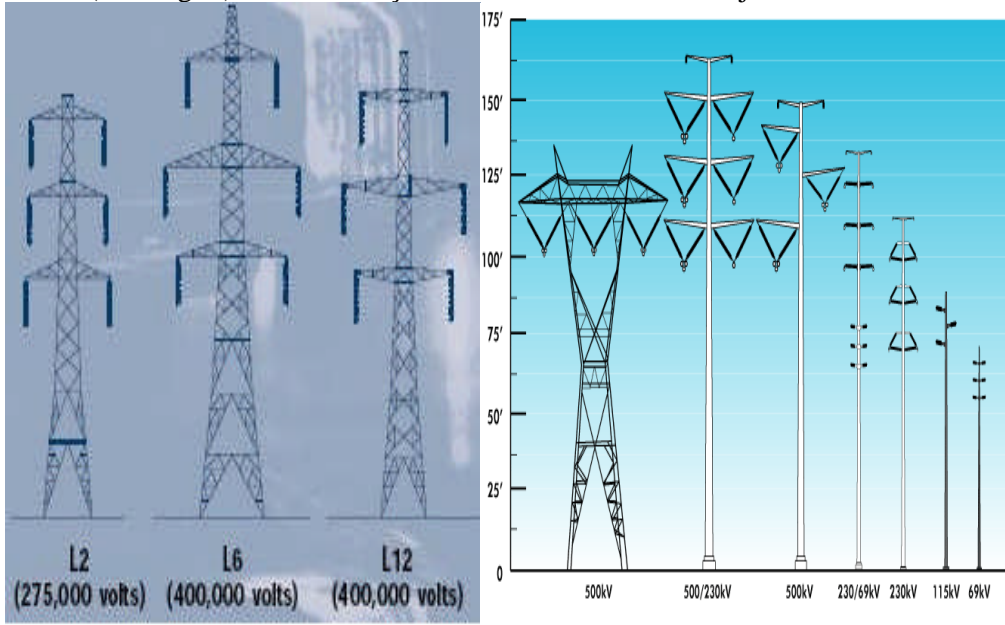
Yükseklіđi 30 metreyi geçen direkler özellikle üst tarafları veya bütünü ( turuncu veya kırmızı) boyanmalıdır.



#### 1.4.4. Çok Yüksek Gerilimde Kullanılan Direkler

154 kV- 380kV arasında galvaniz sacı, vidalı kafes ve A direklerdir. Çok yüksek gerilim direklerinin tamamı kafes demir direklerdir. Direklerin ana elemanları olan köşebent parçaların boyutları ve malzeme kalitesi maruz kaldıkları kuvvetlere göre imal edilir.

Köşebent malzemeleri ST-37'lik standart çelikten veya daha yüksek kaliteli çelikten imal edilir (ST-52 gibi). Bu direkler çift devreli ve tek devreli enerji nakil hattı direkleridir.



Şekil 1.6: YG direk çeşitleri



Resim 1.20: Çok yüksek gerilim demir direkleri



**Resim 1.21: ÇYG demir direkleri**



**Resim 1.22: ÇYG demir direkleri**



**Resim 1.23: ÇYG demir direkleri**



**Resim 1.24: ÇYG demir alttan görünümü**



Yüksek gerilim ( YG) ve çok yüksek gerilim hat direklerinde, direğin en üstünden hattı korumak için koruma iletkeni çekilir. Koruma iletkeni toprakla irtibatlandırılır.



**Resim 1.25: Koruma iletkeni**

➤ **Amerikan imalatı çift devreli kafes direkler G-H-J tipi olarak imal edilir.**  
G tipli taşıyıcı direk olarak kullanılır. 5, 10, 15, 20, 30 ayak ilave edilerek direk boyları istenildiği gibi yükseltilir.

H tipliler, çift devre uzak mesafelerde taşıyıcı, yakın mesafelerde durdurucu direk olarak kullanılır. 15 ° zaviyeye kadar kullanılır. 5, 10, 15, 20, 30 ayak ilave edilir.

J tipliler, çift devre uzak mesafelerde durdurucu ve nihayet direği olarak kullanılır. 60° kadar zaviye yapılabilir. 5, 10, 15, 20, 30 ayak ilave edilebilir.

➤ **Amerikan imalatı tek devreli kafes direkler D-E-F tipte yapılır.**

D tipi taşıyıcı direk, tek devre taşıyıcı olarak düz ve buz yükü az olan yerlerde kullanılır. Araziye göre 5, 10, 15, 20, 30 ayak ilave edilebilir.

E tipi direkler, yakın mesafelerde durdurucu, uzak mesafelerde taşıyıcı direk olarak kullanılır. 15° kadar zaviye yapılabilir. 5, 10, 15, 20, 30 ayak ilave edilebilir.

F tipi direkler, uzak mesafelerde 15°'den fazla açı yapılabilir. Hat sonlarında durdurucu direk olarak da kullanılabilir. 5, 10, 15, 20, 30 ayak ilave edilerek istenilen boyda imal edilir.

## 1.5. Direklere Ait Standart Özellikler

- Boyları
- Ağırlıkları
- Tepe genişlikleri

Ağaç direklerin boyları 9 ile 15 m arasında değişmektedir. Ağaç direklerin tepe genişlikleri 16- 17- 18- 19 cm arasında değişmektedir. Beton direk boyları SBA-VBA direkler için 10 m ile 26 m arasında birer metre aralıkla büyümektedir. Beton direklerin tepe kuvvetleri 200 kg, 250 kg, 300 kg, 350 kg, 400 kg, 500 kg'dan ( sonra 100 kg artarak ) 3500 kg'a kadar gider. SBA tepe açıları ise 120- 130 mm'den başlar ,40- 45 mm artarak direk tepe kuvvetine bağlı olarak 175 - 225 - 265- 310 ve 355 mm'ye kadar büyür.

Demir direkler ise yerine göre değişmektedir. Köşebent profil demirleri ilave edilerek muhtelif boylarda yapılmaktadır. 5- 10- 15- 20- 30 ayak ilave edilerek 154 kV ile 380kV'luk gerilimlerde kullanılmaktadır.

1. BUZ YÜKÜ BÖLGESİ										
ENERJİ NAKİL HATTI DEMİR DİREKLERE AİT ÖZELLİKLER										
3 X SWALLOW-ST-AL										
TAŞIYICI DİREKLER										
DİREK İSMİ	aw (m)	ag(m)	KTα°	TEPE GENİŞ (mm)	DİP GENİŞ (mm)	DİKME- LER	ÇAPRA ZLAR	AĞIR LIK (Kg)	NORMAL ARAZİ TEMELİ	
									Derinlik	Genişlik
T-10	401	300	162°,20	200	450	50.50.5	40,40,4	258	16	0,8
T-12	316	300	165°	200	500	50.50.5	40,40,4	306	1,6	1
T-14	261	300	165°,20	200	550	50.50.5	40,40,4	370	1,6	1,1
T-16	261	300	165°,20	200	600	50.50.7	40,40,4	426	1,6	1,1
T-18	177	300	165°,20	200	650	50.50.7	40,40,4	473	1,6	1,2
T-20	177	300	165°,20	200	700	50.50.7	40,40,4	564	1,6	1,3
DURDURUCU DİREKLER										
D-10	937	300	136°	350	850	50.50.5	40,40,4	378	1,9	1
D-12	937	300	136°	350	950	50.50.5	40,40,4	344	1,9	1,1
D-14	937	300	136°	350	1050	60,60,6	40,40,4	418	1,9	1,2
D-16	937	300	136°	350	1150	60,60,6	40,40,4	506	1,9	1,3
D-18	613	300	140°	350	1250	60,60,6	40,40,4	591	1,9	1,4
D-20	613	300	140°	350	1350	60,60,6	40,40,4	671	1,9	1,5
NİHAYET DİREKLERİ										
N-10	200	300	153°	350	1000	50.50.6	40,40,4	293	1,9	1,2
N-12	200	300	153°	350	1130	50.50.6	40,40,4	366	1,9	1,3

Tablo 1.1: Demir direk ölçüleri

Taşıyıcı direkler (KT) halinde  $a_w$  değeri her bir derece için 1,22 m kısalır.  
(n) direği köşede durdurucu olarak  $153^\circ$

(z) direği köşede durdurucu olarak  $90^\circ$  de kullanılabilir.

$a_g$ = Traverslerin kurtarabileceği maksimum ağırlık menzili (m)

$a_w$ =Maksimum rüzgâr menzili (m)

KT=Taşıyıcı direğin köşe taşıyıcı olarak kullanılması hâlindeki açı değeridir.

Direk tipi	Tepe Çapı (d) (cm)		Dip Çapı (D) (cm)	
	En az	En çok	En az	En çok
10-H	12	14	18	20
10-O	15	17	21	23
10-A	18	20	24	26
11-H	13	15	19	21
11-O	16	18	22	24
11-A	19	21	25	27
12-H	13	15	20	20
12-O	16	18	23	25
12-A	19	21	26	28

Tablo 1.2: Ağaç direk ölçüleri [H(hafif), O(orta), A(ağır)]

## 1.6. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

### Direkler

#### Madde 47-a) Sınıflandırma

Direkler aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

##### 1)Taşıyıcı direkler

Görevleri yalnızca iletkenleri taşımak olan ve iletkenlerin taşıyıcı bağ ile bağlandığı doğrusal güzergâhta ya da köşede kullanılan direklerdir.

##### 2)Durdurucu direkler

Görevleri hem hat iletkenlerini taşımak, hem de durdurucu bağ ile bunları tespit etmek doğrusal güzergâhta ya da köşede kullanılan direklerdir.

##### 3)Son direkler (nihayet direkleri)

Hattın başlangıcında ya da sonunda kullanılan direklerdir.

##### 4)Ayırım (dağıtım) direkleri

Bir ya da daha çok hattın ayrıldığı yerlerde kullanılan direklerdir.

### Direk hesaplarında göz önüne alınacak kuvvetler

#### Madde 48 –a) Düşey kuvvetler

Düşey kuvvetler, direk ve travers ağırlıkları ile izolatör, iletken donanımı ve aşağıda belirtilen ek yüklerden oluşur. Tek telli ya da örgülü iletkenler için  $k$  (karakök)d kg/m'lik bir buz yükü varsayılır. Burada  $d$  (mm) olarak iletken çapını, ( $k$ ) bölgelere göre değişen bir

katsayısı gösterir. Bu (k) kat sayılar Çizelge 9'da verilmiştir. Direk ve traverslerde buz yükü olmadığı varsayılır.

Montaj yükü, iletkenin konsol ya da traverse bağlandığı yerde 100 kg olarak alınır.

Direklerin yatayla 30 °ye kadar açı yapan öğelerinin boyutlandırılmasında, ayrıca başka bir yük hesaba katılmaksızın bu öğelerin ortalarında 100 kg'lık bir montaj yükü bulunabileceği varsayılacaktır.

b) Yatay kuvvetler

1)Rüzgâr kuvveti

i)Faz ve toprak iletkenlerine etki eden rüzgâr kuvvetinin hesaplanmasında

200 m'ye kadar olan rüzgâr açıklıkları için  $W = c.p.d.aw$  (kg) bağıntısı,

200 m'den büyük olan rüzgâr açıklıkları için  $W = c.p.d.(80+0,6.aw)$  (kg) bağıntısı kullanılacaktır.

Not: Arazi koşulları zorunlu kılmadıkça direk açıklıklarının birbirinden çok farklı olmamasına dikkat edilecektir.

Burada

c)Rüzgârın etkisinde olan ögenin biçimine, büyüklüğüne ve yatay niteliğine bağlı dinamik rüzgâr basınç katsayısı (Çizelge-10'a bakınız.)

$p = v^2 / 16$ : Dinamik rüzgâr basıncı (kg/m)

v: Rüzgâr hızı (m/s),

aw: Varsayılan rüzgâr açıklığı (m),

d:Örgülü ya da tek telli iletkenin çapı (m)'dir.

Zincir izolatör salınım açısının hesabında, yukarıda bulunan rüzgâr kuvvetinin %70'i alınacaktır.

ii)Kare ya da dikdörtgen kesitli kafes direklerde rüzgârın etki ettiği iki paralel yüzden yalnızca biri göz önüne alınacaktır.

En üst traversinin üst yüzüne kadar olan yüksekliği 60 m'den büyük olan kare ya da dikdörtgen kesitli direklerde rüzgârın hat doğrultusuna göre 45°lik bir açı altında geldiği varsayılacaktır. Bu rüzgâr yükü, dinamik basınç direğin yan yüzlerine paralel ve dik bileşenlere ayrılarak hesaplanabilir. Rüzgârın etki ettiği yüzey olarak bu iki yüzün sözü edilen bileşenlerin etkisinde bulunan yüzeylerinin düşey düzlemdeki iz düşümleri alınacaktır.

2)İletken çekme kuvveti

İletken çekme kuvvetleri 49'uncu maddedeki çeşitli yüklenme varsayımlarına göre alınacaktır.

#### **Direklerin hesaplanması için yüklenme varsayımları**

**Madde 49** - Her tip direğin hesaplanmasında aşağıda o tip direğe ilişkin verilen varsayımlardan her biri ayrı ayrı göz önüne alınacaktır. Hatların düzenlenmesi gereği normal çalışma durumunda burulma momentinin etkisinde kalan direklerde ayrıca o moment de göz önünde bulundurulmalıdır.

##### **a) Taşıyıcı direkler**

###### **1)Normal taşıyıcı direkler**

1. Varsayım: Hat doğrultusuna dik doğrultuda direğe, izolatlörlere, iletkenlere ve toprak iletkenlerine gelen rüzgâr kuvveti ile buzsuz düşey kuvvetler

2.Varsayım: Hat doğrultusunda direğe ve izolatlörlere gelen rüzgâr kuvveti ile iletkenlerin ve toprak iletkenlerinin en büyük çekme kuvvetlerinin % 2'sine eşit tek yanlı çekme kuvveti ve buzsuz düşey kuvvetler

3. Varsayım: Zincir izolatlörlü hava hatlarında direkte en büyük zorlanmayı oluşturabilecek bir iletkenin (demet iletkenlerde demeti oluşturan iletkenlerden tümünün) ya da bir toprak iletkeninin kopması durumunda, en büyük çekme kuvvetinin 1/3 'ü (mesnet izolatlörlü hava hatlarında 1/5'i) ile buzlu düşey kuvvetler

Faz iletkeni sayısı altıdan fazla olan hatlarda iki fazın iletkenlerinin koptuğu varsayılacaktır.

4. Varsayım: (yalnızca 380 kV ve daha büyük gerilimli hava hatları için) Her bölgeye ilişkin normal buz yükü üzerine, iletkenlere ve toprak iletkenlerine hat doğrultusuna dik doğrultuda 20 kg/m, direklere ve izolatlörlere 30kg/m' lik dinamik rüzgâr basıncı ve buzlu düşey kuvvetler

Bu varsayımın uygulanmasında direğin, rüzgârın etkisinde kalan yüzeyi, buz nedeniyle %50 artırılarak alınacaktır.

5. Varsayım: 380 kV ve bunun üstündeki enerji iletim hatlarında ağırlık açıklığının yarısı direğin bir tarafında, öteki yarısı öbür tarafında olmak koşulu ile buzlu durumda direğin bir yanındaki iletkenler ve toprak iletkenleri üzerindeki normal buz ağırlığının %100'ü ve öbür yanındaki iletkenleri ve toprak iletkenleri üzerindeki normal buz ağırlığının %50'si koşulunun projede kullanılan ortalama açıklık esas alındığında oluşturduğu hat yönündeki fark kuvveti ile buzlu düşey kuvvetler (İzolatlör sapması göz önüne alınacaktır.)

###### **2)Köşede taşıyıcı direkler**

1. Varsayım: İletkenlerin ve toprak iletkenlerinin en büyük çekme kuvvetlerinin bileşkesine eşit bir kuvvet ile buzlu düşey kuvvetler

2. Varsayım: Hattın açıortayına dik doğrultuda direğe ve izolatlörlere gelen rüzgâr kuvveti ile iletkenlerin ve toprak iletkenlerinin en büyük çekme kuvvetinin % 2'sine eşit tek yanlı çekme kuvveti ve buzsuz düşey kuvvetler



3. Varsayım: Normal taşıyıcı direklerin üçüncü varsayımının aynısı

4. Varsayım: (yalnızca 380kV ve daha büyük gerilimli hava hatları için) Her bölgeye ilişkin normal buz yükü üzerine iletkenlere toprak iletkenlerine hattın açığortay doğrultusunda ve bileşke yönünde 20 kg/m, direklere ve izolatörlere 30 kg/m 'lik dinamik rüzgâr basıncı ve buzlu düşey kuvvetler

Bu varsayımın uygulanmasında, direğin, rüzgârın etkisinde kalan yüzeyi, buz nedeniyle %50 artırılarak alınacaktır.

5. Varsayım: 380 kV ve bunun üstündeki enerji iletim hatlarında ağırlık açıklığının yarısı direğin bir tarafında, öteki yarısı öbür tarafında olmak koşulu ile buzlu durumda direğin bir yanındaki iletkenler ve toprak iletkenleri üzerindeki normal buz ağırlığının % 100'ü ve öbür yanındaki iletkenler ve toprak iletkenleri üzerindeki normal buz ağırlığının % 50'si koşulunun oluşturduğu hattın açığortayına dik ve paralel doğrultudaki kuvvetleri ile buzlu düşey kuvvetler

6. Varsayım: +5C'de iletkenlerin ve toprak iletkenlerinin çekme kuvvetlerinin bileşkesi ile bu bileşke (açığortayı) yönünde direğe, izolatörlere, iletkenlere ve toprak iletkenlerine gelen rüzgâr kuvveti ve buzsuz düşey kuvvetler

#### **b)Durdurucu direkler**

##### **1)Normal durdurucu direkler**

1. Varsayım: İletkenlerin en büyük çekme kuvvetlerinin bir yanda % 100 olduğu, öteki yanda ise uygun bir zayıflama varsayılarak bulunacak bileşke kuvvet ile buzlu düşey kuvvetler

2. Varsayım: Direkte en büyük zorlamayı oluşturabilecek biçimde üç iletkenli hatlarda bir iletkenin üçten çok iletkenli hatlarda ise aynı taraftaki iki iletkenin kopması durumunda en büyük çekme kuvvetinin % 75'i ile buzlu düşey kuvvetlerdir. Demet iletkenler söz konusu olduğunda bir demet tek bir iletken gibi varsayılacaktır.

3. Varsayım: Direkte en büyük zorlamayı oluşturabilecek biçimde bir toprak iletkeninin kopması durumunda en büyük çekme kuvvetinin % 75'i ile buzlu düşey kuvvetler

4. Varsayım: Hat doğrultusuna dik doğrultuda direğe, izolatörlere, iletkenlere ve toprak iletkenlerine gelen rüzgâr kuvveti ile buzsuz tüm düşey kuvvetler

5. Varsayım: (yalnızca 380kV ve daha büyük gerilimli hava hatları için) Her bölgeye ilişkin normal buz yükü üzerine iletkenlere, toprak iletkenlerine, hat doğrultusuna dik doğrultuda 20 kg/m, direklere ve izolatörlere 30 kg/m 'lik dinamik rüzgâr basıncı ve buzlu düşey kuvvetler (Bu varsayımın uygulanmasında, direğin rüzgârın etkisinde kalan yüzeyi, buz nedeniyle %50 artırılarak alınacaktır.)

## **2)Köşede durdurucu direkler**

1. Varsayım: İletkenlerin en büyük çekme kuvvetlerinin bir yanda %100 olduğu, öteki yanda ise uygun bir zayıflama varsayılarak bulunacak bileşke kuvvet ile buzlu düşey kuvvetler

2. Varsayım: Direkte en büyük zorlamayı oluşturabilecek biçimde üç iletkenli hatlarda bir iletkenin, üçten çok iletkenli hatlarda ise aynı taraftaki iki iletkenin kopması durumunda en büyük çekme kuvvetinin %75'i ile buzlu düşey kuvvetler (Demet iletkenler söz konusu olduğunda bir demet tek bir iletken gibi varsayılacaktır.)

3. Varsayım: Direkte en büyük zorlamayı oluşturulabilecek biçimde bir toprak iletkeninin kopması durumunda en büyük çekme kuvvetinin % 75'i ile buzlu düşey kuvvetler

4. Varsayım: +5 C'de iletkenlerin ve toprak iletkenlerinin rüzgârlı durumdaki çekme kuvvetlerinin bileşkesi ile bu bileşke (açıortayı) yönünde direğe, izolatlörlere, iletkenlere ve toprak iletkenlerine gelen rüzgâr kuvveti ve buzsuz düşey kuvvetler

5. Varsayım: İletkenlerin ve toprak iletkenlerinin en büyük çekme kuvvetlerinin bileşkesine eşit bir kuvvet ile buzlu düşey kuvvetler

6. Varsayım: (yalnız 380 kV ve daha büyük gerilimli hava hatları için) -5 C'de her bölgeye ilişkin normal buz yükü üzerine 20 kg/m'lik rüzgâr estiği varsayılarak iletkenlerin ve toprak iletkenlerin bu durumdaki çekme kuvvetlerinin bileşkesi ile bu bileşke (açıortayı) yönünde buzlu iletkenlere ve toprak iletkenlerine 20 kg/m 'lik, direğe ve izolatlörlere 30 kg/m 'lik rüzgâr basıncı ve buzlu düşey kuvvetler (Bu varsayımın uygulanmasında direğin, rüzgârın etkisinde kalan yüzeyi buz nedeniyle % 50 artırılarak alınacaktır.)

## **c)Son direkler**

1. Varsayım: İletkenlerin ve toprak iletkenlerinin en büyük çekme kuvvetlerine eşit tek yanlı bir kuvvet ile buzlu düşey kuvvetler (Ayrıca iletkenlerin tespit biçimlerine göre bir burulma momenti var ise bu momenttir. )

2. Varsayım: Direkte en büyük zorlamayı oluşturabilecek biçimde üç iletkenli hatlarda bir iletkenin, üçten çok iletkenli hatlarda ise aynı taraftaki iki iletkenin kopması durumunda en büyük çekme kuvvetinin % 100'ü ile buzlu düşey kuvvetler (Demet iletkenler söz konusu olduğunda bir demet tek bir iletken gibi varsayılacaktır.)

3. Varsayım: Direkte en büyük zorlamayı oluşturulabilecek biçimde bir toprak iletkeninin kopması durumunda en büyük çekme kuvvetinin % 100'ü ile buzlu düşey kuvvetler

4. Varsayım: Hat doğrultusuna dik doğrultuda direğe, izolatlörlere, iletkenlere ve toprak iletkenlerine gelen rüzgâr kuvveti ile hat yönünde bu rüzgârlı durumdaki çekme kuvvetleri ve düşey kuvvetler

5. Varsayım: (yalnızca 380 kV ve daha büyük gerilimli hava hatları için) Her bölgeye ilişkin normal buz yükü üzerine iletkenlere ve toprak iletkenlerine hat doğrultusuna dik doğrultuda 20 kg/m 'lik, direklere ve izolatörlere 30 kg/m 'lik dinamik rüzgâr basıncı ile hat yönünde bu durumdaki çekme kuvvetleri (Bu varsayımın uygulanmasında, direğin, rüzgârın etkisinde kalan yüzey, buz nedeniyle %50 artırılarak alınacaktır.)

Gerilimleri 380 kV'un altında olan hatlarda, arazinin durumuna ve meteorolojik koşullara göre gerektiğinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına veya Bakanlıkça yetkili kılınan ilgili kuruluşlarına yapılacak gerekçeli başvurma ile buz üzerine rüzgâr estiği varsayımı uygulanabilir.

#### **d)Ayrım direkleri**

1. Varsayım: Ana hat ve kollardaki iletkenlerin ve toprak iletkenlerinin en büyük çekme kuvvetlerinin bileşkesine eşit bir kuvvet ile buzlu düşey kuvvetler

2. Varsayım: En büyük bileşke kuvvetini verecek biçimde ana hat ya da kollardan birinde uygun bir zayıflama göz önüne alınarak bulunacak bileşke kuvvet ile buzlu düşey kuvvetler

Büyük aralıklı hatlarda taşıyıcı bağ ile bağlanmış direklerden ancak gevşek çekilmiş iletkenler ile en fazla 20 m'lik kollar ayrılabilir. Yoksa ana hat durdurucu bağ ile bağlanmalıdır. Bu durumda ana hatlarda zayıflama göz önüne alınacaktır.

3. Varsayım: Ana hat ve kollardaki iletkenlerin ve toprak iletkenlerinin +5 C'deki rüzgârlı çekme kuvvetlerinin bileşkesi ile bu bileşke yönünde ana hat kuvveti ile buzsuz düşey kuvvetler

4. Varsayım: Büyük aralıklı hatlarda en büyük zorlamayı oluşturabilecek biçimde her iletkenin ayrı ayrı alınmak koşulu ile bir tek iletkenin kopması durumunda en büyük çekme kuvveti ve buzlu düşey kuvvetler

#### **Direk varsayımlarına ilişkin genel hükümler**

##### **Madde 50 –**

a)Varsa düşey ağırlıklardan dolayı oluşabilecek eğilme momentleri, direğe ilişkin varsayımlarda verilen her yüklenme durumunda hesaplanacaktır.

b)Toprak iletkeni kuleleri ile traversler, konsollar, varsa yukarı kaldırmaya ve direğin iki yanında farklı ağırlık açıklıklarından dolayı oluşacak döndürme momentlerine göre de kontrol edilecektir.

c)En üst traversinin üst yüzüne kadar olan yüksekliği 60 m'den büyük olan kare ya da dikdörtgen kesitli direklerde yukarıda belirtilen direk yüklenme varsayımlarına ek olarak rüzgârın direğe, iletkenlere, toprak iletkenlerine ve izolatörlere hat doğrultusuna göre 45<sup>0</sup> lik bir açı altında geldiği varsayılacaktır.

d)Yalnızca durdurucu ve son direklerde, toprak iletkeni kulelerinin, traverslerin, konsolların ve izolatör demirlerinin hesabı direk yüklenme varsayımlarındaki en büyük kuvvetler göz önüne alınarak yapılacaktır.

e)Birinci bölge için yapılacak direk hesaplarında:

- Taşıyıcı direklere ilişkin 3. varsayımlarda,
- Durdurucu direklere ilişkin 1, 2 ve 3. varsayımlarda
- Köşede durdurucu direklere ilişkin 1. ve 2. varsayımlarda,
- Son direklere ilişkin 2. ve 3. varsayımlarda,
- Ayrım direklerine ilişkin 2 ve 4. varsayımlarda, ayrıca rüzgâr kuvvetleri göz önüne alınmayacaktır.

f) Birinci bölgede en büyük iletken gerilmesinin +5C 'de rüzgârlı durumda ya da en küçük sıcaklıkta oluşabileceği göz önünde bulundurulacaktır.

### **Demir direkler**

**Madde 51** - Direk elemanlarının boyutlandırılması ve direk gereçleri için varsayılan en büyük gerilmeler:

Demir direklerin bası, çeki ve eğilmeye çalışan bütün elemanlarında akma gerilmesine göre emniyet katsayısı 1,5'dan az olmayacaktır.

a) Demir direklerin hesaplanmasında çeşitli gerilmeler için verilen kesitler kullanılacaktır.

Direk elemanlarının boyutlandırılmasında da (1,5 emniyet katsayısına göre düzenlenmiş olan) Çizelge-14'te verilen değerler esas alınacaktır. Verilen çelik çeşitlerinden başkaları, mekanik nitelikleri bunlar için geçerli olan kalite yönetmeliği ve yapım standartlarına uygunsuz ve bu gereçlere ilişkin değerler, en az St 37'nin değerlerine eş değerse kullanılabilir.

b) Kullanılmasına izin verilen başka bir çelik için kabul edilen çekme ve eğilme gerilmesi St 37 için verilen gerilmenin,  $F/2400 \text{ kg/cm}$  ile çarpılması ya da akma gerilmesinin emniyet katsayısına bölünmesi ile bulunabilir. Burada  $F$  çeliğin  $\text{kg/cm}$  olarak kalite yönetmeliğinde garanti edilen en küçük akma sınırıdır.

c) Çelik kafes direklerin basmaya çalışan ve bu nedenle burkulmaya zorlanan çubukları, burkulma dayanımı bakımından aşağıda gösterilen biçimde boyutlandırılmalıdır:

$$em = S. / F$$

Burada

$S$ : Çubuk bası kuvveti

$F$ : Dolu elemanın kesiti (elemanın zayıflatılmamış kesiti),

$em$ : Bası emniyet gerilmesidir. Bu değer 1,5 emniyete göre St 37 için  $1600 \text{ kg/cm}$ , St 52 için  $2400 \text{ kg/cm}$  'dir.

St 37 ve St 52 çeliğinden yapılmış çubukların çeşitli narinlik değerleri için düzenlenmiş olan burkulma katsayıları verilmiştir.

1)Çelik kafes direklerin boyutlandırılmasında kullanılacak köşebentlerin malzeme kalınlıkları en az dikmelerde 5 mm, yük taşıyan öteki elemanlarda 4 mm ve sıfır elemanlarında 3 mm olmak koşulu ile aşağıda belirtilenlerden daha küçük olmayacaktır.

- Sıfır elemanlarında L 35x35x3 (TS 908/1 - FE37)

- Yük taşıyan elemanlarda (dikme dışında) 40x40x4

- Dikme elemanlarında L 50x50x5 (TS 908/1 - FE37)

Köşebendin iç eğrilik yarıçapının bittiği nokta ile profil kenarına olan uzaklık (b) ve köşebent kalınlığı (t) ise b/t oranı 16'dan büyük olmayacaktır.

2)Narinlik değerlerinin üst sınırları:

i)Dikmelerde ve ana bası elemanlarında (konsol ve dikme): 120

ii)Öteki bası elemanlarında (çapraz ve benzeri): 200

iii)Sıfır elemanlarında (hesaba göre yük taşımayan elemanlar): 250

iv)Yalnız çekiye çalışan konsol elemanlarında: 300

v)Yalnız çekiye çalışan öteki elemanlarda: 500

3)A tipi direklerde burkulma boyu olarak direk toprak üstü boyunun % 65'i alınmalıdır.

4)Bası elemanlarının hesabında uygulanabilecek öteki yöntemler:

Bası elemanlarının hesaplanmasında yukarıda açıklanan yöntem dışında, hesap biçimi verilmek koşulu ile (CRC yöntemi vb.) başka yöntemler de kullanılabilir.

d)Bası çubuklarının uçlarının yana sapmaları önlenabilirse, kafes direklerin dikmelerinde lb burkulma uzunluğu olarak çubuğun (l) sistem boyu alınır.

Uçları kaymayacak biçimde saptanmış olan ve kesitleri dikmelerden daha küçük olan çapraz çubukların (diyagonaller) boyutlandırılmasında basit ve kesişen çaprazlar için (Şekil-9'da a, b, c ve d'deki çaprazlar) burkulma uzunluğu olarak lb = 0,9 l uzunluğu alınır. Biri basıya, öteki çekiye çalışan kesişen iki çapraz çubuğun kesişme noktası, bu çubuklar birbirine uygun biçimde bağlanmışlarsa taşıyıcı düzlemde sabit bir nokta olarak düşünülebilir.

Kafes sisteminde ancak çaprazların kesişme noktasında düzleme dik iç örgü kullanılırsa lb = 0,9 l alınabilir. Öteki bütün durumlarda lb = l alınır.

e)Bir çubuğun burkulması, burkulma uzunluğu içindeki bağlantılar nedeniyle belirli bir doğrultuya bağlı olursa bu durumda atalet momenti, bu doğrultuya dik eksene göre alınmalıdır.

Not: 3.6 (3D) ve 5.6 (5D) perçin ya da cıvata gereçlerinin 267 nu'lu DIN normunda belirtilen eski ve yeni kalite işaretleridir.

### **Cıvatalar**

**Madde 52** - Mekanik olarak zorlanan cıvataların çaplarına göre köşebentlerin uçlarında kenarlarında ve cıvata merkezleri arasında bulunması gerekli en küçük uzaklıklar izelge-15'te gösterilmiştir.

Demir direklerde kullanılan köşebent ve levhalardaki delikler, gereçlerin dayanımını zayıflatmayacak ve çıplak gözle görülebilen yırtılma, çatlama, ezilme ve apak oluşturmayacak biçimde açılacaktır. Demir direklerin konsol ve traverslerinde sürekli çekmeye zorlanan elemanlardaki deliklerin zımba ile delinmesine izin verilmez.

Demir direklerde çapı 12 mm'den küçük cıvata kullanılmamalı ve somunların gevmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

➤ **Beton direkler**

**Madde 53** – a) Enerji iletim ve dağıtım tesislerinde;

1) Betonarme direkler

- Savurmalı (santrifüjlü)

- Titreřimli tiplerde kullanılabilir.

2) n gerilimli beton direkler

- Savurmalı (santrifüjlü)

- Titreřimli tiplerde kullanılabilir.

b) Beton direklerin hesaplanmasında eliğın akma gerilmesine göre emniyet katsayısı 1,5'dan kırılma deneyinde ise kırılma emniyet kat sayısı 2'den az olmayacaktır.

Beton direklerin ve traverslerinin hesabında ve yapımında yürürlükteki Türk Standartları uygulanacaktır. Bu standartların kapsamadığı konular olursa ilgili diğerk yabancı standartlara uyulacaktır. Bu durumda iř sahibi, hangi standarda uyulacağını teknik şartnamesinde belirtecektir.

Not: Kompozit direklerin emniyet katsayıları beton direklerdeki gibi olacaktır.

**Ağaç direkler**

**Madde 54** – a)  yıldan fazla kullanılacak ağaç direğın tümü çürümeye karşı etkili şekilde (emprenye vb.) korunmalıdır.

b) Ağaç direklerin tepesi yağmur sularının rtc etkisine karşı etkili biçimde korunmalıdır. Çift ve A tipi ağaç direklerde bağlantılar yağmur sularının birikmesini önleyecek biçimde yapılmalıdır

c) **Ağaç direk malzemeleri için izin verilen gerilmeler izelge-18'de gösterilmiřtir.**

d) A tipi direklerde burkulma uzunluėunun ortasındaki kesitte atalet momenti en az:

$I = n.5.P.l^2$  (cm<sup>4</sup>) olmalıdır.

Yalnız sert ağaçlarda  $I = n.3.P.lss2$  (cm<sup>4</sup>) alınabilir.

Burada

P: Bası kuvveti (ton), l: Burkulma uzunluğu (m)

n: Burkulma emniyet kat sayısı olup  $n = 4$  alınacaktır.

Not: Burada çamgiller için 500 kg/cm, sert ağaç için 800 kg/cm 'lik kırılma dayanımı varsayılmıştır. Çamgiller ve sert ağaçlar dışında direkler kullanılmak istendiğinde çeki gerilmesi için emniyet kat sayısı 4 olacaktır.

Toprağa gömülü direklerde burkulma uzunluğu, direğin ortasındaki takoz ya da saplamadan, gömülme derinliğinin yarısına kadar olan uzaklıktır.

e)Çift direkler uygun biçimde birbirine bağlanacaktır. Takozla birbirine bağlanacak çift direkler bütün uzunlukları boyunca en az 4-6 takoz ile donatılacak ve cıvatarla vidalanacaktır.

f)Zorunlu hâller dışında ormanlık alanlarda ağaç direk kullanılmamalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki uygulamaları yaparak direk çeşitleri seçimi yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçeklerine uygun olarak şekillerini çizin	➤ Yapım gereçlerine göre direk çeşitlerini bulunuz, inceleyiniz ve ölçüleri hakkında bilgi edininiz.
➤ Yapım çeşitlerine göre direk çeşitlerinin yapı ve şekillerini analiz ediniz	➤ Yapım gereçlerine göre direk çeşitlerinin kullanım yerlerini (iklim gerilim seviyesi vb.) inceleyiniz ve ölçüleri hakkında bilgi edininiz.
➤ Temrin defterinize yapım gereçlerine göre direk çeşitlerinin ölçekli şeklini çizin.	➤ Yapım çeşitlerine göre direklerin 1/50 ölçekli şeklini normlara uygun olarak çizin.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yapım gereçlerine göre direk çeşitlerinin seçimini yapabildiniz mi?		
2. Kullanım yerlerine göre direklerin seçimini yapabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız, öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yapıldıkları malzemeye göre kaç çeşit direk vardır?  
A) 3  
B) 4  
C) 5  
D) 6
2. Aşağıdakilerden hangisinde ağaç direklerin uzunluk ölçüleri verilmiştir?  
A) 7-10 m  
B) 9-12 m  
C) 9-15 m  
D) 10-25m
3. Aşağıdakilerden hangisinde demir direk çeşidi doğrudur?  
A) 2  
B) 3  
C) 4  
D) 5
4. Putrel (pilon) demir direkler en çok hangi gerilimde kullanılır?  
A) AG  
B) OG  
C) YG  
D) Hepsi
5. Beton direklerin uzunluk ölçüleri aşağıdakilerden hangisinde doğrudur?  
A) 9-15m  
B) 9-18m  
C) 9-20m  
D) 9-26m
6. Kullanım yerlerine göre kaç çeşit direk vardır?  
A) 4  
B) 5  
C) 6  
D) 7

7. Enerji nakil hatlarındaki güzergâhta belirlenen aralıklarda (yaklaşık 1 km’de bir) olmak üzere iletkenlerin tespit edilip gerilmesi amacıyla düz hat güzergâhında kullanılan ve iletkenlerin izolatörlere nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklerin adı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Durdurucu direk  
B) Köşede direk  
C) Taşıyıcı direk  
D) Nihayet(son) direk
8. Enerji nakil hattının başladığı veya bittiği yerlerde kullanılan iletkenlerin izolatörlere nihayet bağı ile bağlandığı veya gerildiği direklerin adı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Branşman direk  
B) Taşıyıcı direk  
C) Durdurucu direk  
D) Nihayet(son) direk
9. 3AWG veya 3/0AWG direklerin özelliği aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Ağaç D  
B) Beton D  
C) Galvaniz demir D  
D) SBA beton D
10. Z-10,Z-12...Z-20 diye adlandırılan direk aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Taşıyıcı D  
B) Zaviye D  
C) Durdurucu D  
D) Nihayet D
11. Tek devre taşıyıcı olarak düz ve buz yükü az olan yerlerde kullanılan direk aşağıdakilerden hangisidir?  
A) D tipi taşıyıcı  
B) G tipi durdurucu  
C) H tipi taşıyıcı  
D) G tipi Taşıyıcı
12. Demir direkler en çok hangi tip demirden yapılır?  
A) U tipi  
B) I tipi  
C) L tipi  
D) Hepsisi

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2

### AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında seçmiş olduğunuz direkleri yerlerine hatasız bir şekilde yönetmeliğe uygun olarak dikebileceksiniz. Dikimi yapılan direklerin topraklanmasını yapıp ilgili yönetmelik maddelerini uygulayacaksınız.

### ARAŞTIRMA

- Direklerin zemin ve temel hesaplarının nasıl yapıldığını araştırınız.
- Beton harcının özelliklerini (beton dozajının özelliğini) yere ve zemine göre nasıl yapıldığını araştırınız.
- Direkler sahaya taşınırken ve dikilirken nelere dikkat edildiğini (direklerin kırılmaması, çatlamaması ve parçalanmaması için) araştırınız.
- Yerine dikilen direğin topraklanmasını ve yönetmelik maddelerini araştırınız.

Araştırmayı elektrik mühendisleri odası, TEDAŞ, TEAŞ, İller Bankası, İnternet, Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ile Topraklama Yönetmeliği'nden yapabilirsiniz.

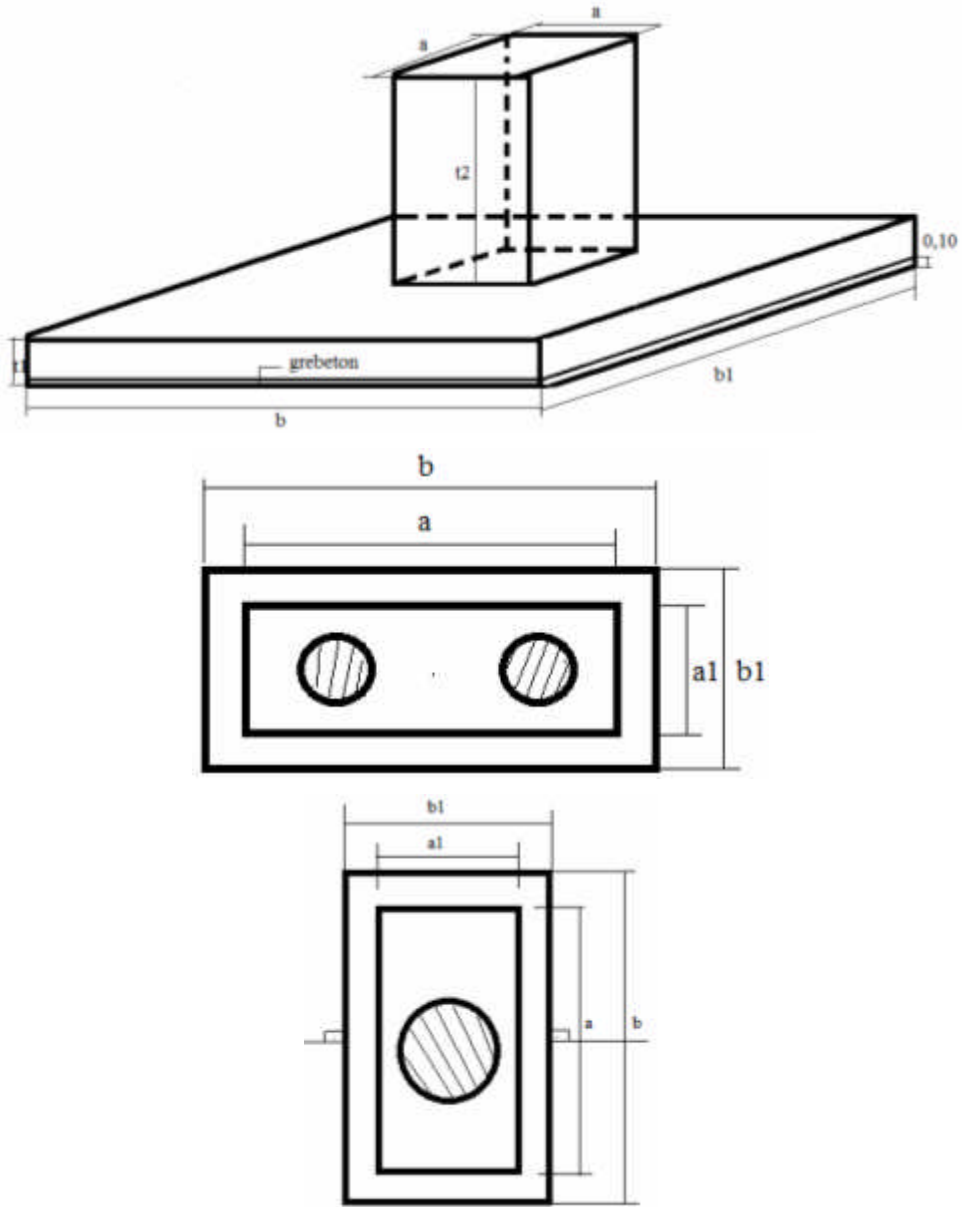
## 2. DİREKLERİN YERLERİNE DİKİLMESİ

### 2.1. Temel Hesapları

Direklere gelen yatay ve düşey kuvvetler direğin toprak içinde kalan kısmında zemini çöktürmeye veya dolguyu yırtarak direk tabanını dışarı çıkartmaya zorlar. Direklerin bu zorlamaları emniyetle karşılayabilmesi için yapılan tertibe direk temeli denir. Direk temeli direğe gelen yatay ve düşey kuvvetlerin zorlamalarına karşın direğin devrilmesini önlemek için yapılır. Direklerde en çok kullanılan temel tipleri şunlardır:

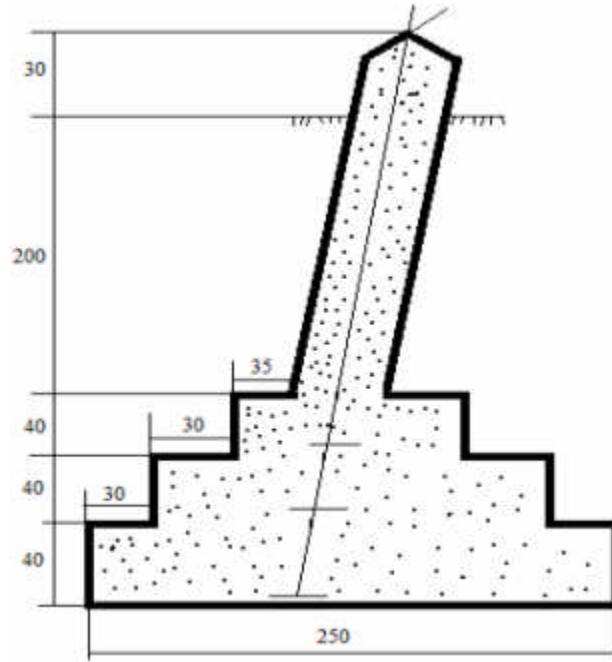
- Kare kesitli blok temel
- Kademeli tip temel

Normal zemin için  $P_{0n}=1\text{kg/cm}^2$  alınır. Bu temel tipi daha ziyade küçük boy ve tipteki tek direkler için kullanılır. Dik kesit aşağıdaki gibidir. Şekil 2.1’de kare kesitli blok temeller görülmektedir. Şekil 2.2’de ise kademeli tip beton temel görülmektedir.



**Şekil 2.1: Betonarme direk temelleri**

Kademeli tip temel büyük boy ve tipte tek direkler ile çift direkler için kullanılır.



**Şekil 2.2: Kademeli temel**

Demir direk temelleri en küçük yüksekliğe göre en az derinlik 150 cm olacaktır. Beton direk temellerinde en küçük yüksekliğe göre en az derinlik 120 cm olacaktır.



**Resim 2.1: Boru tipi galvaniz- beton- pilon demir direk temelleri**

Temel Tip Nu.	Temel Cinsi	Temel Ebat ve Hacmi					
		a (m)	a <sub>1</sub> (m)	b <sub>1</sub> (m)	b (m)	T (m)	V (m <sup>3</sup> )
1	Tam blok	0,6	0,6	0,6	0,6	2,1	0,72
2		0,7	0,7	0,7	0,7	2,1	0,98
3		0,8	0,8	0,8	0,8	2,1	1,28
4		0,9	0,9	0,9	0,9	2,1	1,62
5	Kademeli küçük tip	0,6	0,6	1,36	1,36	2,1	1,574
6		0,8	0,6	1,36	1,56	2,1	1,892
7		1	0,6	1,36	1,76	2,1	2,246
8		1,2	0,6	1,36	1,96	2,1	2,581
9		1,4	0,6	1,36	2,16	2,1	2,917
10		1,6	0,6	1,36	2,36	2,1	3,252
11		1,8	0,6	1,36	2,56	2,1	3,588
12		2	0,6	1,36	2,76	2,1	3,924
13	Kademeli orta tip	1,6	1	1,76	2,36	2,1	4,763
14		1,9	1	1,76	2,66	2,1	5,519
15		2,2	1	1,76	2,96	2,1	6,274
16		2,5	1	1,76	3,26	2,1	7,030
17		2,8	1	1,76	3,56	2,1	7,785
18		3,1	1	1,76	3,86	2,1	8,540
19	Kademeli büyük tip	2,7	1,5	2,26	3,46	2,1	10,578
20		3	1,5	2,26	3,76	2,1	11,649
21		3,3	1,5	2,26	4,06	2,1	12,719
22		3,6	1,5	2,26	4,36	2,1	13,789
23		3,9	1,5	2,26	4,66	2,1	14,860
24		4,2	1,5	2,26	4,96	2,1	15,930
25		4,5	1,5	2,26	5,26	2,1	17,001
26		4,8	1,5	2,26	5,56	2,1	18,071
27		5,1	1,5	2,26	5,86	2,1	19,141
28		5,4	1,5	2,26	6,16	2,1	20,212
29		5,7	1,5	2,26	6,46	2,1	21,283
30		6,1	1,5	2,26	6,86	2,1	22,710
31		6,5	1,5	2,26	7,26	2,1	24,137
32		7	1,5	2,26	7,66	2,1	25,921
33		7,5	1,5	2,26	8,06	2,1	27,702
34		8	1,5	2,26	8,46	2,1	29,489
35		8,5	1,5	2,26	8,86	2,1	31,273
36		9	1,5	2,26	9,26	2,1	33,057

Tablo 2.1: Kademeli ve blok temel ölçüleri

## 2.2. Zemin Özellikleri

Bütün enerji nakil hatları düz ovada gidemeyeceği için çoğu yerde zeminler farklılık gösterecektir. Bu da her zemine göre ayrı bir temel hazırlanması gerektiğini ifade eder. Kayalık, çakıl, kum, toprak, sel sularının geçtiği, tren, köprü geçişleri ile su geçişlerinin çok yoğun olduğu yerlerde ise özel temeller hazırlanır.



## 2.3. Temel Kalıbı Özelliği

Zemine göre temel çukuru kazıldıktan sonra ya ağaç kalıplar hazırlanarak ya da çelik saçlardan standart kalıp ölçüsü yerleştirilip direk çukurunda temel kalıbı hazırlanacaktır.

## 2.4. Temel Harcının Özelliği

Temel betonu hazırlanırken gre beton (temelin altındaki düzeltme betonu) dâhil 250 dozlu beton için 0,5 m<sup>3</sup> kum, 0,7 m<sup>3</sup> çakıl ve 250 kg'lık çimento olarak hazırlanır. Beton betonyer ile karıştırılacaktır. Zeminde suyu emen kısımlar beton dökülmeden iyice ıslatılacaktır. Temel betonu yerine göre 250doz-300doz-350doz-400doz-450doz-500doz olarak dökülecektir. Direklerde son beton dökülmesinden en az 7 gün sonra üst kısım montajı yapılacaktır. Tablo 2.1'de kademeli ve blok temel ölçüleri görülmektedir.

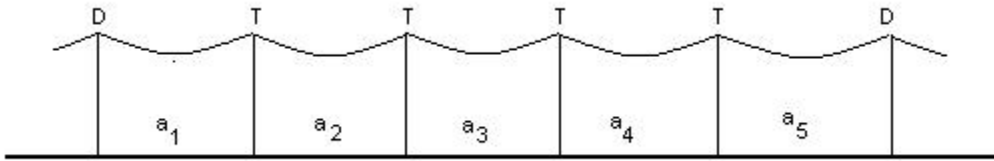
## 2.5. Direkler Arası Standart Mesafeler

Direkler arası standart mesafeler hesaplamalara göre değişmektedir. Menzil, birbirini izleyen iki direk arasındaki yatay uzaklıktır.

Maksimum menzil: Bir direğin bir tarafında olabilecek en büyük açıklıktır.

Ortalama menzil: İletken ve direk cinsi ile buz yükü bölgesine bağlı olan, ekonomik direk boyu ile düz bir arazide yapılan tevziat sonucu bulunan direkler arasındaki ortalama açıklıktır.

Ruling menzil: İki durdurucu direk arasında, taşıyıcı direklerden oluşan bir hat bölümü için hesaplanır. Projede direk tevziatı sonrası ortaya çıkan ve hesapla bulunan gerçek bir değerdir. Şekil 2.3'te ruling menzil ve formülü görülmektedir.



Şekil 2.3: Ruling menzil

$$\text{Mesafe, } a_r = \sqrt{\frac{a_1^3 + a_2^3 + a_3^3 + a_4^3 + a_5^3}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}} \text{ formülü kullanılarak bulunur.}$$

## 2.6. Direkleri Montaj Yerine Getirmede Dikkat Edilecek Hususlar

Direkler montaj yerine taşınırken çok dikkat edilmelidir. Ağaç direkler, çatlayıp kırılmamalıdır. Aksi takdirde değiştirilmesi gerekir.

Beton direkler taşınırken burulma ve kırılma olabilir. Üst ucun % 2'lik eğilmesinde direk yerine dikilir daha fazla eğimlerde ise direk değiştirilmelidir. Direk taşınırken esneme payları göz önünde olmalıdır. Direk kamyonla taşınırken direğin başına, ortasına, sonuna kayma takozları konarak direk desteklenmelidir. Ayrıca direkler taşınırken birbirine çarpmamaları için destek takozları unutulmamalıdır.

Demir direklerde ise montaj yerine getirilirken galvaniz kısımlarını çarpıp zedelememek gerekir. Taşırken her bir parça burulmamalı, yamulmamalı ve eğilmemelidir.



**Resim 2.2: Beton ve ağaç direk montaj yerine getirilmesi**



**Resim 2.3: Demir direk montaj yerine getirilmesi**

## **2.7. Direklerin Yerine Montajı (Dikmek)**

### **2.7.1. Çok Yüksek Gerilim Direklerini Dikme**

#### **2.7.1.1. Dikme İşlem Sırası**

- Öncelikli olarak bu direklerin tamamı 6 m'lik galvaniz putrel lama demirlerdir. Bundan dolayı taşıma hatalarına dikkat etmek gerekir.
- Projeye uygun olarak direğin dikileceği yer belirlenir.
- Malzemenin tamamı montajı yapılacak sahanın yanına ayrı ayrı istif edilerek indirilir.
- Farklı ayaklar varsa kontrol edilir. Temel betonlarının iyice priz alıp almadığı kontrol edilir (Temel betonundan en az 7 gün sonra direk dikimi yapılır.). Arazi zeminine göre kazı yapılır.
- Direklerin montajının yapılacağı yerdeki bitkiler, çalılar ve ağaç dalları temizlenir.
- Üst montajda elemanların aşırı derecede çekilmesine ve eğilmesine müsaade edilmeyecektir.
- Cıvatalar, direğin üst montajı tamamen bittikten sonra tork anahtarı ile sıkılacaktır.
- Cıvatalar sıkılmadan evvel direk şakülden kaçmış ise direk halatlarla çekilerek direğin şaküle getirilmesi sağlanacaktır.
- Somunun kilitlenmesinin temini maksadıyla cıvatanın somunla birleştiği yer karşılıklı iki noktasından zımbalanacaktır. Zımbalama bir zımba kalemi ile cıvatanın ve somunun ara kesitteki dişini bozacak şekilde yapılacak ve zımbanın ucu somunun içine 1,5 mm girmiş olacaktır.
- Tüm direklerin koruma topraklaması yapılmış olacak, kontrolör bunları ölçtükten sonra kontrolör tutanağına kaydedecektir.
- Topraklama maniaları, projede gösterildiği şekilde direk üzerindeki yerine monte edilecek ve cıvatalar zımbalanacaktır.

- Tehlike işareti (20x32 cm ebadında) ve direk numara levhası (direk nosu) galvaniz 0,7 mm sactan fırınlı boya ile imal edilmiş olacak 4-6 m arasına monte edilecektir.



**Resim 2.4: Çok yüksek gerilim demir direk ayaklarının betonla zemine tuturulması**



**Resim 2.5: ÇY Gerilim demir direk temelden örölerek ( profil parçalar vidalanarak) montajı**





**Resim 2.6: ÇY Gerilim demir direk temelden örülerek ( profil parçalar vidalanarak) montajı**

#### **2.7.1.2. Dikmede Dikkat Edilecek Hususlar**

- Direk profildeki yerinden, alıgmanda ( düzlük ) olmak şartıyla ileri veya geri 2 m'den fazla kayamaz.
- Direğin taban merkez kazığının alıgmana ( düzlük ) dik istikametteki kaçıklığı en fazla 0,10 m'yi geçemez.
- Direk ekseninin düşeye nazaran sapması (eksenin eğimi) % 5'i geçemez.
- Direk tepesinin alıgmana ( Düzlük ) dik istikametteki kaçıklığı ise 2 ve 3 maddelerindeki sapmaların toplamını geçemez.
- Çift veya daha çok devreli çelik kafes direklerin temel alt kuşak köşegenleri (baklava) arasında 12 mm'den fazla boyda boyut farkı olamaz.
- Direğin dört ayağının temel içinde kalan kısmının en altına ankraj pabuçları (65x65x7 lik köşebent) ikişer adet cıvata ile tutturulmuş olmalıdır.

Ankraj: Bir şeyi kendisinin ardındaki daha sağlam vestabil bir yere gömme, sabitleme işlemidir.

#### **2.7.2. Yüksek Gerilim Direklerini Dikme**

##### **2.7.2.1. Dikme İşlem Sırası**

Öncelikli olarak bu direklerin tamamı 6 m'lik galvaniz putrel lama demirlerdir. Bundan dolayı taşıma hatalarına dikkat etmek gerekir.

- Malzemenin tamamı montajı yapılacak sahanın yanına ayrı ayrı istif edilerek indirilir. Farklı ayaklar kontrol edilir.
- Temel betonlarının iyice priz alıp almadığı kontrol edilir (temel betonundan en az 7 gün sonra).

- Direklerin montajının yapılacağı yerdeki bitkiler, çalılar ve ağaç dalları temizlenir.
- Üst montajda elemanların aşırı derecede çekilmesine ve eğilmesine müsaade edilmeyecektir.
- Cıvatalar, direğin üst montajı tamamen bittikten sonra tork anahtarı ile sıkılacaktır.
- Cıvatalar sıkılmadan evvel direk şakülden kaçmış ise direğin halatlarla çekilerek şakiye getirilmesi sağlanacaktır.
- Somunun kilitlenmesinin temini maksadıyla cıvatanın somunla birleştiği yer karşılıklı iki noktasından zımbalanacaktır. Zımbalama bir zımba kalemi ile cıvatanın ve somunun ara kesitteki dişini bozacak şekilde yapılacak ve zımbanın ucu somunun içine 1,5 mm girmiş olacaktır.
- Tüm direklerin koruma topraklaması yapılacak, kontrolör bunları ölçtükten sonra kontrolör tutanağına kaydedecektir.
- Topraklama maniaları, projede gösterildiği şekilde direk üzerindeki yerine monte edilecek ve cıvatalar zımbalanacaktır.
- Tehlike işareti (20x32 cm ebadında) ve direk numara levhası (direk nosu) galvaniz 0,7 mm sactan fırınlı boya ile imal edilmiş olacak 4-6 m arasına monte edilecektir.



**Resim 2.7: YG demir direk montajı**



### 2.7.2.2. Dikmede Dikkat Edilecek Hususlar

- Direk profildeki yerinden, aliğmanda ( düzlük ) olmak şartıyla ileri veya geri 2 m'den fazla kayamaz.
- Direğin taban merkez kazığının aliğmana dik istikametteki kaçıklığı en fazla 0,10 m'yi geçemez.
- Direk eksenini düşeye nazaran sapması (eksenin eğimi) % 5'i geçemez.
- Direk tepesinin aliğmana dik istikametteki kaçıklığı ise 2 ve 3 maddelerindeki sapmaların toplamını geçemez.
- Çift veya daha çok devreli çelik kafes direklerin temel alt kuşak köşegenleri (baklava) arasında 12 mm'den fazla boyda boyut farkı olamaz.
- Direğin dört ayağının temel içinde kalan kısmının en altına ankraj pabuçları (65x65x7 lik köşebent) ikişer adet cıvata ile tutturulmuş olmalıdır.

### 2.7.3. Orta Gerilim Direklerini Dikme

#### 2.7.3.1. Beton Direkleri Dikme



Resim 2.8: Santrifüj direk (SBA) ve beton trafo direği



Resim 2.9: Santrifüj direk (SBA) , vibre direk temeli ve dikilmesi

### **Dikme işlem sırası**

- Projeye uygun olarak direğin dikileceği yeri belirlenir.
- Temeller kontrol edilerek arazi zeminine göre uygun kalıp payı da bırakılarak kazı yapılır.
- Temel betonunun priz alıp almadığına bakılmalı, (ez az 7 gün) daha önce tel çekilmemelidir.
- Direk montajı kesinlikle vinçle yapılmalıdır. Topraklama şeridi beton içinde kalmalıdır.
- Direk kaldırılırken direk yüzeyleri zedelenmemeli, mutlaka kendir sapan kullanılmalıdır. Taşıma aparatı bulunmalıdır.
- Dönüklük ve şakül ayarı yapıldıktan sonra dört tarafı tahta takozlar çakılarak sabitlenmeli ve beton dökülmelidir.
- Durdurucu ve köşe durdurucu direklerde tek yanlı tel çekimi, gerekli tedbirler alındıktan sonra yapılmalıdır (lente gibi).
- Nihayet pozisyonunda dikilecek çift direklerde, tepedeki iki direk arasındaki mesafe 20 cm açıortay pozisyonunda dikilecek çift direklerde ise 10 cm alınacaktır.
- Direğin temele girdiği yer direkler arasındaki boşluk 90 cm'yi geçmeyecektir.
- Muflar arasındaki en büyük açıklık 3 m'yi geçmeyecektir.

### **Dikmede dikkat edilecek hususlar**

- Direk profildeki yerinden alıģımında ( Düzlük ) olmak şartıyla ileri veya geri iki metreden fazla kayamaz.
- Direğin taban merkez kazığının, alıģımana ( düzlük ) dik istikametteki kaçıklığı en fazla 0,10 m yi geçemez.
- Direk ekseninin, düşeye nazaran sapması (eksenin eğimi)direk toprak üstü boyunun 5/1000'i geçemez.
- Direk tepesinin alıģmana dik istikametteki kaçıklığı 2. ve 3. maddelerdeki sapmaların toplamını geçemez.
- Up-lift durumuna girmiş direklerde kontrpua ( karşı ağırlık ) kullanmak yasaktır.
- Beton dökülmüş direkler değiştirilecek, beton ile sıvanmayacaktır.
- İmalat, nakliye ve tel çekimi esnasında eğrilen direkler teknik bir sakınca yaratmıyorsa yerinde kalacak, % 5'i geçiyorsa direk değiştirilecektir.

### 2.7.3.2. Demir Direkleri Dikme



Resim 2.10: Demir-galvaniz direk montajı

#### Dikme işlem sırası

- Temel betonu kontrol edilecek, priz alıp almadığına bakılacaktır.
- Projeye uygun olarak direğin dikileceği yer belirlenecektir. Direk malzemesi temel betonunun yakınına indirilecektir. Yuvarlak galvaniz boru direk ise kesinlikle vinç ile direk indirilecektir.
- Etrafta çalı, ağaç ve diğer bitkilerden temizlenecek, şakül ve terazi yardımı ile diklik kontrolü yapılacaktır.
- Boru direkler dikilirken vinçle beraber kendir sapan kullanılacaktır. Taşıma aparatı bulunacaktır.
- Cıvatalı galvaniz direklerin vidaları montaj bittikten sonra direk şaküle alındıktan sonra sıkılacak, cıvata ve somunlar zımbalanacaktır.
- Uygun ekipman ile direğin traversleri, bransman açılırları ve aliğımanı ( düzlük ) göz önüne alınarak direk dikilecektir.
- Toprak ve direk arasını şartnamede belirtilen dolgu malzemesi (beton) ile toprak yüzeyinden 15-20 cm aşağısına kadar doldurarak sıkışması sağlanacaktır. Üzerine yağmurluk betonu dökülecektir.
- Topraklama ve işaret levhaları uygun yüksekliğe monte edilecektir.
- Topraklama kontrolü yapılacaktır.

### Dikmede dikkat edilecek hususlar

- Direk profildeki yerinden, aliğmanda ( düzlük ) olmak şartıyla ileri veya geri 2 m'den fazla kayamaz.
- Direk taban merkez kazığının aliğmana dik istikametteki kaçıklığı en fazla 0,10 m' yi geçemez.
- Direk ekseninin düşeye nazaran sapması (eksenin eğimi) % 5'i geçemez.
- Direk tepesinin aliğmana dik istikametteki kaçıklığı 2 ve 3. maddelerdeki sapmaların toplamını geçemez.
- Çift veya daha çok devreli çelik kafes direklerin temel alt kuşak köşegenleri (baklava) arasında 12 mm'den fazla boyut farkı olamaz.
- Direk dört ayağının temel içinde kalan kısmının en altına, ankraj pabuçları ikişer cıvata ile tutturulacaktır.
- Direk temelının üstü, direğin ortası merkez kabul edilerek yanlara eğik olarak betonlanacak, (yağmurlama için) üst beton dozu 500 doz olacaktır.
- Direkler topraklanacaktır.



Resim 2.11: OG ağaç direklerin dikilmesi

## 2.8. Topraklama İşlem Sırası

- Çeşitli arızalar veya yıldırım gibi nedenlerle direğin aşırı bir gerilime maruz kalması hâlinde direğin kendisinde ve belirli bir mesafeye kadar çevresinde istenmeyen tehlikeli gerilimler oluşur. Bu gerilim insanlar için tehlike arzettiği gibi tesislere de zarar verebilir. Topraklama direnci ne kadar küçükse bu gerilimin değeri de o nispette küçülür. Bu yüzden direklerin topraklama geçiş dirençlerinin 4  $\Omega$ 'dan küçük olması istenir. Topraklama direnci zeminin yapısına, sıcaklığına, kazık veya levhanın boyutlarına ve zeminin kuru ya da nemli oluşuna göre değişiklik gösterir.
- Topraklama için uygun kazık veya bakır levha seçilecektir.
- Topraklama iletkeni en az 70 mm<sup>2</sup> kesitli galvaniz örgülü çelik tel olacaktır.
- Direğe uygun mesafede en fazla 20 m uzaklıkta kazık çukuru olacaktır. Direnç 4  $\Omega$ 'u çok aşmayacaktır.



- Çelik örgülü tel yumuşak zeminde en az 80 cm, sert zeminde 30 cm'ye kadar döşenecek, üzeri betonla örtülecektir.
- Tele ek yapılmayacaktır. Çelik tel direğe ve kazığa (bakır levha) çok iyi sıkılarak monte edilecektir.
- Topraklama yapıldıktan sonra tekrar ölçüm yapılacaktır.



**Resim 2.12: Beton direk topraklaması**

#### **Topraklamada dikkat edilecek hususlar**

- Topraklama kazıkları 30 kV'a kadar 70 cm, 154 kV-380 kV ise 150 cm derinlikten itibaren dikine olacaktır (Yatık olmayacaktır.).
- Paslı ve gevşek tutturulmuş topraklama iletkenleri hatalı olur.
- Topraklama direnci yüksek çıkarsa topraklama direnci düşürecek maddeler kullanılmaz.
- Islak ve gevşek zeminlerde topraklama kuru zemine aktarılır.

## **2.9. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**

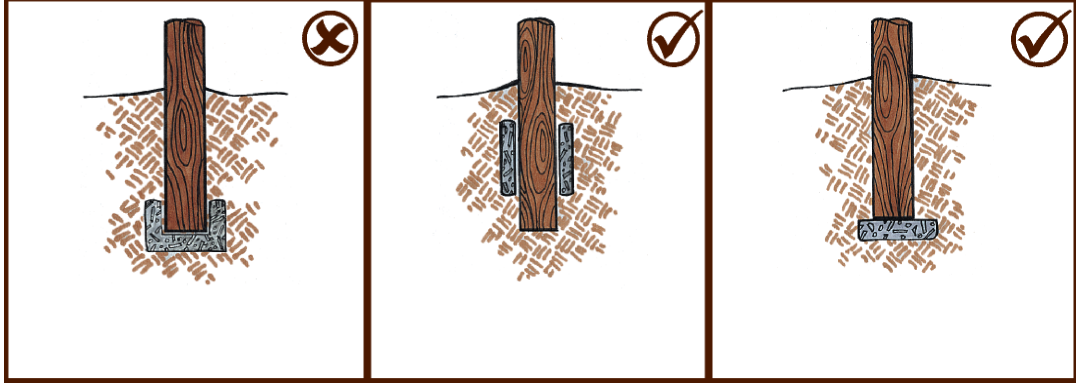
### **2.9.1. Temellerin Boyutlandırılması**

#### **Madde 56-a) Temellerin boyutlandırılması**

Direkler, devrilmeye karşı güvenlik bakımından 49'uncu maddede belirtilen yüklenme varsayımlarındaki koşulların en ağıırına göre hesaplanacaktır. Temel hesaplarında mutlaka direk tasarımına esas olan emniyet değerlerinin üzerinde bir emniyet sağlanacaktır. Direk temellerinin hesaplanmasında çeşitli topraklar için Çizelge-19'daki değerler kullanılacaktır.

Beton direkler daha önceden hazırlanan temellere dikilir. Beton direkler dikilirken ağır olduklarından çok dikkat edilmelidir.

Ağaç direkler için temeller, zeminden başlayarak yüksekliği 8 metreye kadar olan direklerde derinlik 130 cm, 8 metreyi geçen her bir metre için bu uzunluğa 10 cm eklenecektir.



Şekil 2.4: Ağaç direk temelleri

Ağaç direklerin temeline beton dökülmez. Taş ve toprakla temel sıkıştırılarak direk dikilir. Eğer temele beton dökülür ise direğe gelen tepe kuvvetlerinde direk, temel üst noktasından kırılabilir.



### 2.9.2. Direklerin Temel İçinde Kalan Bölümünün Korunması

- Demir direklerde toprak içinde kalan metal bölümlerin korozyon ve çürümeye karşı korunması için gerekli önlemler alınacaktır. Beton temelli demir direklerde beton içinde kalan parçaların korunması için önlem gerekmez.
- Ağaç direklerin toprak içinde kalacak bölümü en az aşağıdaki uzunluklarda olacaktır. Zeminden başlayarak yüksekliği 8 m'ye kadar olan direklerde 130 cm, 8 m'yi geçen her bir metre için bu uzunluğa 10 cm eklenecektir. Ağaç direklerin yerel koşullarda dikkate alınarak çepeçevre taşlarla tutturulmalıdır.

Zemin cinsi	1,5m derinlikteki zemin emniyet gerilmesi (kg/cm <sup>2</sup> )	Toprak yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	İçsel sürtünme açısı (Derece)	Toprak şev açısı (Derece)
Dolma toprak doğal olarak	0,6	1600	32	30
Yapışkan olmayan toprak ince ve orta irilikte kum	1	1800	30	30
İri kumlu, daneli toprak(1-3 mm)	-	1900	34	28
1/3'ü çakıl olan çakıllı kum	1,6	1800	30	30
Yuvarlak çakıl	2	1900	30	30
Keskin kenarlı balast	2	1800	36	27
Yapışkan toprak, balçık, kil	1	2000	25	32

**Tablo 2.2: Direk temellerinin hesaplanmasında kullanılacak zemin karakteristikleri**

- Ağaç direklerin temel içinde kalan bölümü ile toprak üstündeki yaklaşık 30 cm'ye kadar olan bölümünün, toprak içindeki suların etkisi ile çürümesini önlemek için gerekli önlemler alınacaktır. Bu önlemler direğin yukarıda anılan bölümlerinde en az direğin üst bölümünün dayanıklılığını sağlayacak nitelikte olacaktır. Ağaç direklerin doğrudan doğruya beton içine gömülemez.
- Tablo 2.2'deki değerlerin geçerli olabilmesi için, temel çukurlarının kusursuz biçimde doldurulduğu ve sıkıştırıldığı varsayılmıştır.
- Temelde su çıkarsa en elverişsiz temel suyu düzeyi dikkate alınarak temelin taşıma kuvvetinin zayıflaması hesaba katılacaktır.
- Temel hesaplarında demirsiz betonun yoğunluğu en çok 2200 kg/m<sup>3</sup>, demirli betonun yoğunluğu ise 2400 kg/m<sup>3</sup> alınacaktır.

### 2.9.3. Direk Lenteleri

**Madde 55)**

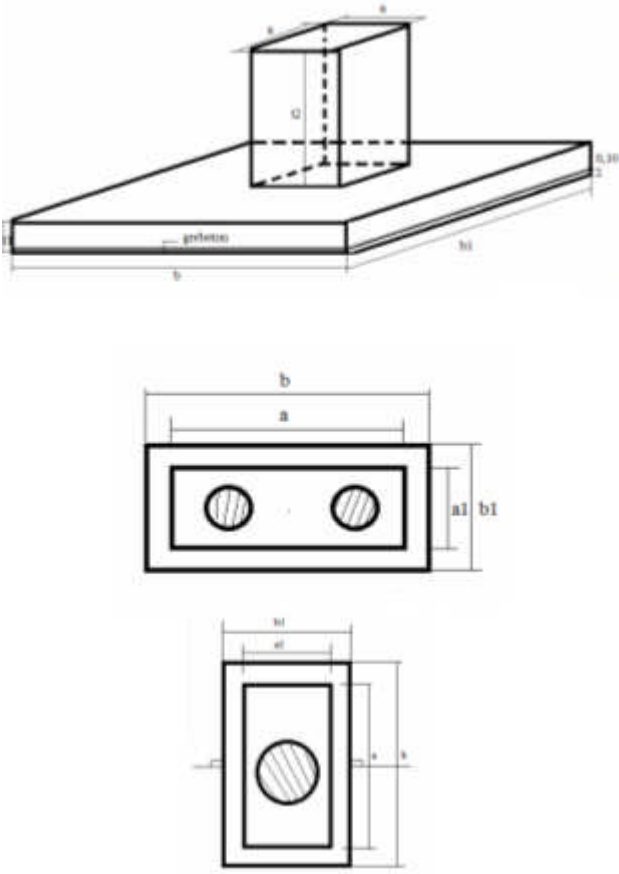
- Lente halatı olarak sıcak galvanizli, içinde lifli bölüm bulunmayan çelik halatlar kullanılacaktır.
- Çelik lente halatının kuramsal (teorik) kopma emniyeti 2,5'ten küçük olmamalıdır. Ancak hesap sonucu ne olursa olsun lentinin zemin üzerinde bulunan bölümünün kesiti 25 mm<sup>2</sup>den, zemin içinde kalan bölümünün kesiti ise 50 mm<sup>2</sup>den az olmayacaktır. Zemine giren bölüm, çapı en az 10 mm olan yuvarlak demirden de olabilir.
- Lente bağlantı parçalarında etkin kopma ya da kayma yükü, halatın maruz kalacağı maksimum yükün 2,25 katından küçük olamaz.
- Lente halatları tekrar gerilmeyi sağlayacak düzenlerle donatılacaktır. Bu düzenler yerden ulaşılacak yükseklikte bulunacaktır.
- Bağlantı parçaları çözülmeye karşı güvenlik altına alınmalıdır.
- Lenteler ancak zarar görmeyecekleri ve trafiği güçleştirmeyecek yerlerde kullanılır.

### 2.10. Topraklamalar Yönetmeliği

**Madde 57)** Hava hatlarının topraklamasında Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği hükümleri uygulanır. Yüksek gerilim havai hatlarında direklerin tek tek topraklanması hâlinde, söz konusu yönetmelikte belirtilen toprak geçiş direnci elde edilemediği takdirde toprak geçiş direncinin bu değerde olmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıda bulunan uygulama faaliyetini yaptığınızda, seçmiş olduğunuz uygun yere yönetmeliğe göre direk çukuru ve temeli hazırlayıp direği dikerek topraklamasını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ölçeklerine uygun olarak şekillerini çiziniz</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yapım gereçlerine göre direk çeşitlerini bulunuz, inceleyiniz ve ölçüleri hakkında bilgi edininiz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arazi ve gerilim değerine uygun direk ve temel çeşidini belirleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İş güvenliği tedbirlerini alınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerekli kazı malzemelerini temin ediniz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kazı için gerekli emniyet tedbirlerini alınız seviyesi vb.) inceleyiniz ve ölçüleri hakkında bilgi edininiz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arazi üzerine ölçülendirmeyi yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arazi ve gerilim değerine uygun direk ve temel çeşidini belirleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Temeli uygun ölçülerde kazarak hazırlayınız</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerekli kazı malzemelerini temin ediniz</li> </ul>

➤ Beton kalıbını temele yerleştirerek sabitleyiniz.	➤ Arazi üzerine ölçülendirmeyi yapınız.
➤ Temel harcını uygun özelliklerde hazırlayarak yapınız	➤ Temel harcını hazırlarken harcın kıvamına dikkat ediniz
➤ Harcı kalıba dökünüz	➤ Kalıpların oynamamasına dikkat ediniz
➤ Beton kuruduktan sonra direğin uygun araç gereçlerle temele yerleştiriniz.	➤ Vinç kullanırken beton direklerde kendir sapan bulundurunuz. Direği çok fazla esnetmeyiniz.
➤ Direğin denge ölçümlerine dikkat ederek sabitleme işlemini yapınız	➤ Direk diklik kontrolü için şakül ve su terazisi kullanmayı öğreniniz.
➤ Topraklama işlemini normlara uygun olarak yapınız .	➤ Topraklama için uygun tel- şerit, levha veya kazık seçimi yapınız

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kazı için gerekli emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2. Çukur açmak için gerekli malzemeyi tespit ettiniz mi?		
3. Arazi üzerinde ölçülendirmeyi yaptınız mı?		
4. Araziye ve direğe uygun direk temeli belirlediniz mi?		
5. Direk çukurunu belirtilen ölçülerde kazdınız mı?		
6. Direk çukuruna kalıp hazırladınız mı?		
7. Hazırlanan kalıbı çukura yerleştirdiniz mi?		
8. Direk temeli için uygun betonu hazırladınız mı?		
9. Beton harcını, kalıbın içine döktünüz mü?		
10. Betonun donması için gerekli süreyi beklediniz mi?		
11. Kalıbı, donma süresi sonunda söktünüz mü?		
12. Uygun aparat ve vinçle direği diktiniz mi?		
13. Direğin diklik kontrolünü yaptınız mı?		
14. Dikilen direği betonla sıkıştırıp sabitlediniz mi?		
15. Direğin topraklama bağlantısını ve ölçümünü yaptınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız, öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kaç çeşit direk temeli vardır?  
A) 2  
B) 3  
C) 4  
D) 5
2. Temel harc betonunun dozajı en az ne kadar olmalıdır?  
A) 200 doz  
B) 250 doz  
C) 300 doz  
D) 400 doz
3. Beton direkler aşağıdakilerden hangisi ile dikilmelidir?  
A) Halatla  
B) Zincirle  
C) Vinçle  
D) Hepsi
4. Direk dikildikten sonra yapılan en son iş aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Diklik kontrolü  
B) Sağlamlık kontrolü  
C) Derinlik kontrolü  
D) Topraklama
5. Topraklama levhası ya da kazığı direğe en çok kaç metre uzaklıkta olmalıdır?  
A) 20m  
B) 30 m  
C) 40 m  
D) 50 m
6. Direk dikerken aliğmandan (düzlük) en fazla kaç metre ileri veya geri kayabilir?  
A) 1 m  
B) 2 m  
C) 3 m  
D) 4 m
7. Direk dikerken direk ekseninin düşeye nazaran sapması en fazla yüzde kaç olmalıdır?  
A) % 2  
B) % 3  
C) % 5  
D) % 6



8. Topraklama yapılırken topraklama teli yumuşak zeminde en az kaç santimetre (cm) derinde olmalıdır?  
A) 30 cm  
B) 50 cm  
C) 60 cm  
D) 80 cm
9. Topraklama direnç değeri en fazla kaç ohm ( $\Omega$ ) olmalıdır?  
A) 10  $\Omega$   
B) 20  $\Omega$   
C) 50  $\Omega$   
D) 100  $\Omega$
10. Beton direkler kaç metre ara ile imal edilmektedir?  
A) 1 m  
B) 2 m  
C) 3 m  
D) 4 m

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetinde yerlerine dikilen direklerin travers ve konsol montajını süresinde ve standartlara uygun olarak hatasız yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Traverslerin çeşitlerini, özelliklerini ve montajının nasıl yapıldığını araştırınız.
- Konsol çeşitlerini ve konsol tutturma gereçlerini araştırınız.

Araştırma işlemlerini elektrik mühendisler odası, İnternet, TEDAŞ, TEİAŞ kaynaklarından şalt sahalarındaki TEİAŞ şantiye ekiplerinden ve yüksek gerilim işi yapan piyasadaki mühendislik firmalarından öğrenebilirsiniz.

## 3. TRAVERS VE KONSOLLAR

### 3.1. Traversler

#### 3.1.1. Travers Tanımı

Enerji nakil hatlarındaki iletkenlerin demir veya beton direkler üzerinde emniyetli geçişini ve taşınmasını sağlar. İzolatörlerin de direklere tutturulabilmesi traversler aracılığı ile sağlanır. Traversler iki taraflı olup direklerde kullanılacak travers sayısı ve şekilleri kullanılacak iletken sayısına, gerilme kuvvetine, ağırlıklarına, izolatör ve direk tipine bağlı olarak değişir.

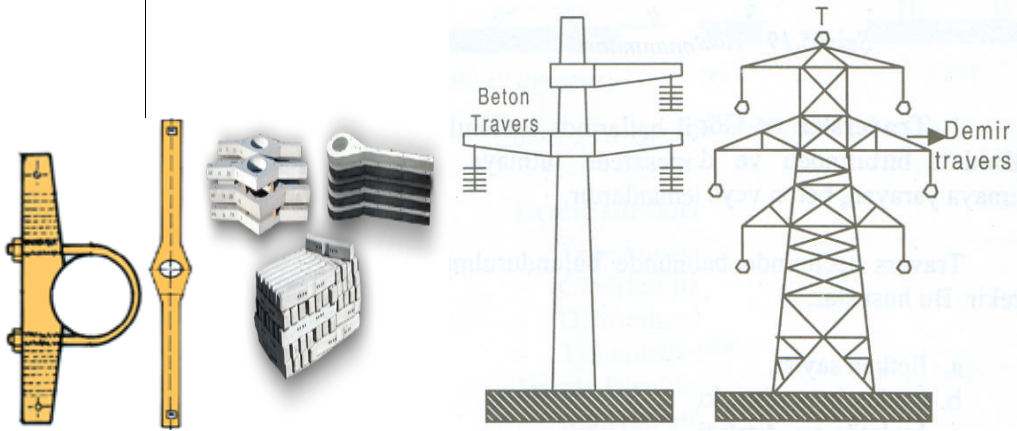
Travers seçiminde bazı unsurların göz önünde bulundurulması gerekir. Bu hususlar:

- İletken sayısı
- İletkenin gerilme kuvveti ve ağırlığı
- İzolatör ve direk tipi
- İşletme gerilimi
- Tesisin kuruluş yeridir.

Traverslerin sayısı iletkenlerin tertibindeki durumuna ve direğin taşıyıcı, köşe, durdurucu, nihayet, branşman veya tevzi direği oluşuna göre değişir. Çelik kafes direklerde olduğu gibi beton direklerde de hava hatlarının izolatöre bağlanması ve izolatörlerin de direklere tespit edilmesi için beton traversler kullanılır. Bir beton direkte kullanılacak travers sayısı, teşkil edilen hattın iletken tertibine ve direğin tipine bağlıdır.

### 3.1.2. Travers Çeşitleri ve Özellikleri

Traversler genel olarak iki şekilde yapılır. Bunlar beton ve demir traverslerdir. Beton traversler vibre beton (VBA), demir traversler ise putrel demirden yapılmaktadır. Travers çeşitleri ise taşıyıcı, durdurucu ve nihayet traversleridir (6,5U profilden yapılmaktadır) . t-65, t-75, t-80 gibi isimler almaktadır.



Şekil 3.1: Beton ve demir direk traversleri

#### 3.1.2.1. Demir Direk Traversleri

AG-OG ve YG traversleri olmak üzere üç değişik tipte olanları vardır.

AG traversleri 60 cm boyunda (6,5U veya 50x50x5) profillerinden yapılan taşıyıcı demir traversler 130°kadar olan köşelerde 130°den küçük köşelerde ise 80 cm boyunda (6,5U veya 50x50x5) demir traversler kullanılmaktadır.

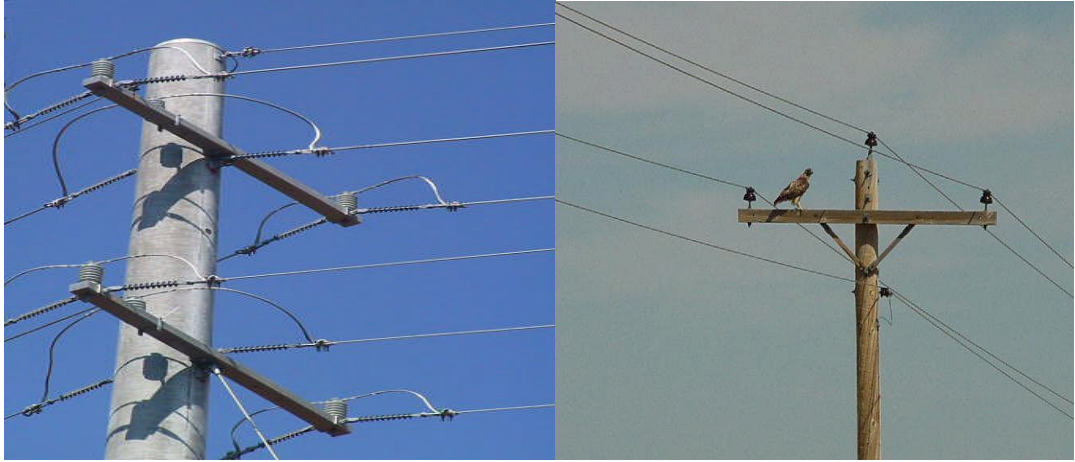
Durdurucu demir traversler 130°ye kadar olan köşelerde 60 cm boyunda ve 2x6,5U profilinden ya da 2x(60x60x6)lık profilden 130°den küçük açılarda ise 80 cm boyunda 2x6,5U ya da 2x(60x60x6)lık demir traversler vardır.

#### 3.1.2.2. Beton Direk Traversleri

AG ve OG'de kullanılan vibre beton traversler hazırlanan demir iskeletin kalıplar içine konması ve üzerine dökülen beton harcın vibrasyon suretiyle kalıbın her tarafına homojen olarak dağılması ile elde edilir. Standart travers boyları 2,00 m, 2,20 m, 2,40 m şeklinde yirmişişer cm artarak elde edilir. Traversin direğe monte edildiği yerdeki direk genişliğine göre çeşitli D çaplarında kalıplar yapılmıştır.



**Resim 3.1: Direklerde beton traversler**



**Resim 3.2: Direklerde demir ve ağaç traversler**

OG traversleri ise  $180^{\circ}$ - $130^{\circ}$  arasında taşıyıcı tip olup 6,5U profilinden  $130^{\circ}$ - $90^{\circ}$  arasında durdurucu tip olup 2x6,5U profilinden yapılmaktadır.

YG ise çeşitli tip ve boyda yapılmaktadır. 2 m'den başlayan boyları direk boyuna ve taşınan enerjinin kV cinsinden büyüklüğüne göre değişmektedir.

### **3.1.3. Travers Tutturma Gereçleri**

Traversi direğe monte ederken kullanılacak malzemeler şunlardır:

- Gergi takımı
- Topraklama somunu, saplama cıvataları, anahtarlar
- Travers kelepçesi, beton travers için takoz
- Şakül ve su terazisi

### 3.1.4. Travers Tutturma Montajı

#### 3.1.4.1. Travers Montaj İşlem Sırası

- Direk dikilmeden travers montajları yapılacaktır.
- Projede belirtilen aralıklarda montaj yapılacak ve sonra dondurulacaktır.
- Travers iç yüzeyleri (beton ise) pürüzlendirilecektir.
- Dondurma işlemi en son yapılacaktır (betonlama). Üzerleri daha sonra çamurla kaplanacaktır.
- Beton dökülmüş veya çatlamış traversler değiştirilecek, beton ile sıvanmayacaktır.

#### 3.1.4.2. Travers Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

- Travers montajı direk dikilmeden önce yapılmalıdır.
- Betonlama işi akşamüstü yapılmalıdır. Taze betonların üstü çamurla kaplanmalıdır.
- Direk tepesine konsolun monte edilmesi hâlinde asimetrik ağırlık nedeniyle esnemenin önüne geçmek için konsol ucu bir miktar kaldırılmalıdır.
- Direk ile travers arasındaki topraklama direk montajından önce yapılmalıdır.
- Beton dökülmüş ve çatlamış traversler değiştirilmelidir.

## 3.2. Konsollar

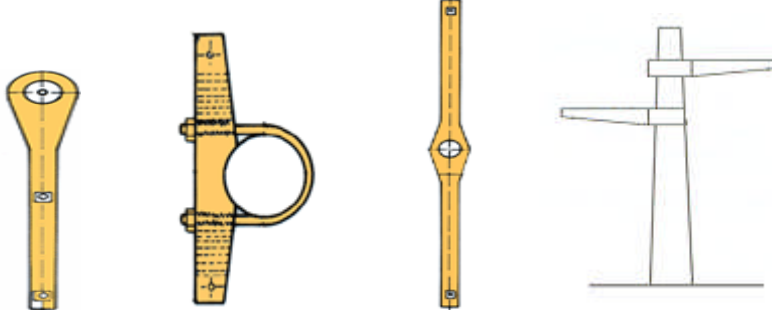
Elektrik enerjisinin iletim ve dağıtım hava hatlarında kullanılan demir ve beton direklerde izolatörleri tespit etmek için konsollar kullanılır. Konsollar taşıyıcı, durdurucu, nihayet direkleri için ayrı şekil ve yapıda olur. Betondan ve demirden yapılabilir.

### 3.2.1. Tanımı

Konsollar aynı traversler gibi iletkenleri taşımaya yarayan ve izolatörleri direklere tutturmaya yarayan tek taraflı taşıma parçasıdır. Demir ve betondan olmak üzere iki farklı malzemeden yapılır. Konsol elemanlarına yatay Z ve G kuvvetlerinden ve dikey Y kuvvetlerinden yük gelir. Z kuvveti hat yönünde direğe gelen kuvvet olup iletkenin gerilmesi ile oluşan cer kuvveti etkisidir. Konsollar ve direkler hava hattı iletkeninin herhangi bir sebeple kopması varsayımına göre yapılır. G kuvveti hat istikametine dik olarak gelen kuvvet olup daha çok rüzgâr kuvvetinin oluşur. Y kuvveti direktten ve dolayısıyla konsoldan aşağıya doğru iletkenin kendisi ve üzerinde oluşabilecek buz yükü ağırlığının etkisiyle oluşabilecek kuvvettir.

Konsollar yapılırken bu kuvvetin etkisi dikkate alınmalıdır. Konsolların yapısı veya sayısı iletkenlerin tertip ediliş şekline, direğin taşıyıcı, durdurucu, köşede durdurucu, nihayet, branşman veya tevzi direği oluşuna göre değişir.

Beton direklerde maksimum direkler arası açıklığa göre boyuna, ağırlığına, yatay ve dikey kuvvetlere göre çeşitli tipte konsollar kullanılır. Şekil 3.2’te değişik tipteki konsollar görülmektedir.



**Şekil 3.2: Beton konsollar**

### 3.2.2. Çeşitleri

Konsolların da üç farklı tipi mevcuttur. Bunlar taşıyıcı, nihayet ve köşe konsollarıdır. Taşıyıcı tiplerinin boyu 80 cm, açısı  $122^\circ$ ’dir. Nihayet konsolunun boyu 100 cm ve açısı  $122^\circ$ ’dir. Köşe konsolunun boyu 110 cm, açısı  $85^\circ$ ’tir.



**Resim 3.3: Beton ve demir konsollar**

### 3.2.3. Konsol Tutturma Gereçleri

- Gergi takımı
- Topraklama somunu, saplama cıvataları, anahtarlar
- Konsol kelepçesi, beton konsol için takoz
- Şakül ve su terazisi

### 3.2.4. Konsol Montajı

#### 3.2.4.1. Montaj İşlem Sırası

- Direk dikilmeden konsol montajları yapılacaktır.
- Projede belirtilen aralıklarda montaj yapılacak ve sonra dondurulacaktır.
- Konsol iç yüzeyleri (beton ise) pürüzlendirilecektir.
- Dondurma işlemi en son yapılacaktır (betonlama). Üzerleri daha sonra çamurla kaplanacaktır.
- Beton dökülmüş veya çatlamış konsollar değiştirilecek beton ile sıvanmayacaktır.

1. BUZ YÜKÜ BÖLGESİ						2. BUZ YÜKÜ BÖLGESİ					
Travers tipi	kV	a max (m)	ag (m)	Paya. Tipi	Travers ağırlığı (kg)	Travers tipi	kV	a max (m)	ag (m)	Paya. Tipi	Travers ağırlığı (kg)
6,5 U-200	15	142	6665	40L	21	6,5 U-200	15	111	1120	40L	21
	35	120	6572				35	94	1105		
6,5 U-220	15	158	5924	40L	22	6,5 U-220	15	124	996	40L	22
	35	137	5832				35	107	900		
6,5 U-240	15	175	4399	40L	24	6,5 U-240	15	137	739	40L	24
	35	153	4307				35	120	724		
6,5 U-260	15	192	3958	40L	26	6,5 U-260	15	150	665	40L	26
	35	170	3866				35	133	650		
6,5 U-280	15	209	3583	40L	27	6,5 U-280	15	163	602	40L	27
	35	187	3490				35	146	586		
6,5 U-300	15	225	3259	40L	29	6,5 U-300	15	169	548	40L	29
	35	204	3166				35	159	532		
6,5 U-320	15	236	2977	40L	30	6,5 U-320	15	175	500	40L	30
	35	220	2884				35	165	485		
6,5 U-340	15	244	2729	40L	32	6,5 U-340	15	181	458	40L	32
	35	232	2637				35	173	443		
6,5 U-360	15	251	1127	40L	35	6,5 U-360	15	187	740	50L	40
	35	241	1084				35	179	724		
6,5 U-380	15	259	1006	40L	37	6,5 U-380	15	192	690	50L	42
	35	249	913				35	185	674		
6,5 U-400	15	266	897	40L	38	6,5 U-400	15	198	645	50L	43
	35	257	805				35	191	629		

Tablo 3.1: Buz yükü bölgelerine göre travers seçimi (1. ve 2. bölge)



### 3.2.4.2. Montajda Dikkat Edilecek Hususlar

- Konsol montajı direk dikilmeden önce yapılmalıdır.
- Betonlama işi akşamüstü yapılmalıdır. Taze betonların üstü çamurla kaplanmalıdır.
- Direk tepesine konsolun monte edilmesi hâlinde asimetrik ağırlık nedeniyle esnemenin önüne geçmek için konsol ucu bir miktar kaldırılmalıdır.
- Direk ile konsol arasındaki topraklama direk montajından önce yapılmalıdır.
- Beton dökülmüş ve çatlamış konsollar değiştirilmelidir.

3. BUZ YÜKÜ BÖLGESİ						4. BUZ YÜKÜ BÖLGESİ					
Travers tipi	kV	a max (m)	Ag (m)	Paya. Tipi	Travers ağırlığı (kg)	Travers tipi	kV	a max,(m)	ag (m)	Paya. Tipi	Travers ağırlığı (kg)
6,5 U-200	15	93	791	40L	21	6,5 U-200	15	74	498	40L	21
	35	79	780				35	62	491		
6,5 U-220	15	104	703	40L	22	6,5 U-220	15	82	443	40L	22
	35	90	692				35	71	436		
6,5 U-240	15	115	522	40L	24	6,5 U-240	15	91	329	40L	24
	35	101	511				35	80	322		
6,5 U-260	15	126	470	40L	26	6,5 U-260	15	97	296	40L	26
	35	112	459				35	88	289		
6,5 U-280	15	131	429	40L	27	6,5 U-280	15	102	268	40L	27
	35	123	414				35	96	261		
6,5 U-300	15	136	387	40L	29	6,5 U-300	15	106	243	40L	29
	35	130	376				35	100	236		
6,5 U-320	15	141	353	40L	30	6,5 U-320	15	109	222	40L	30
	35	135	342				35	104	215		
6,5 U-340	15	146	324	40L	32	6,5 U-340	15	113	204	40L	32
	35	140	313				35	108	297		
6,5 U-360	15	151	523	50L	40	6,5 U-340	15	113	308	50L	44
	35	145	512				35	108	301		
6,5 U-380	15	155	478	50L	42	6,5 U-360	15	117	329	50L	40
	35	150	476				35	112	322		
6,5 U-400	15	160	456	50L	43	6,5 U-380	15	120	307	50L	42
	35	154	445				35	116	300		

Tablo 3.2: Buz yükü bölgelerine göre travers seçimi (3. ve 4. bölge)

### 3.3. Travers ve Konsol Topraklaması

Travers ve konsollar montaj sırasında direğin üst ucundaki topraklama somununa atlama iletkeni ile monte edilir. Direğin içindeki topraklama şeridi alt ucundaki topraklama somunu ile bağlanarak irtibatlandırılmış olur. Direk dikildikten sonra topraklama somunu, topraklama iletkeni ile topraklama levhasına veya kazığına bağlanarak topraklama yapılmış olur.

### 3.4 Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

**Madde 44-** Hava hatlarında iletkenler arasında alınması gerekli en küçük uzaklıklar aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

-Malzeme, kesit, vergı ve anma gerilimleri aynı olan, aynı ya da farklı yatay yüzeylerde bulunan iletkenler arasındaki en küçük (D) uzaklığı aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır.

$$D = k \cdot (F_{\text{mak}} + 1)^{1/2} + (U/150)$$

Burada;

D: Direk üzerinde iletkenler arasındaki uzaklık (m)

k: Bir katsayı olup bu katsayı alçak gerilimde 0,35 yüksek gerilimde 0,50 alınacaktır.

F<sub>mak</sub>: Hesaplanan direğin en büyük açıklığına ilişkin en büyük vergı (m)

l: Taşıyıcı zincir izolatörün uzunluğu (m) (Mesnet izolatöründe l=0 alınacaktır.)

U: Hattın fazlar arası anma gerilimi (kV)

-Bir direk üzerinde birden fazla sistem bulunursa ve bunlarda malzeme, kesit, vergı ve anma gerilimleri farklı ise bu iletkenler arasında alınacak en küçük "D" uzaklığı, her devrenin kendi vergı ve gerilimlerinin madde 44-a/1'de verilen formüle yerine konması ile bulunacak değerlerden en büyüğüne eşit olacaktır.

-Konsol ve travers boyları ile bunlar arasındaki uzaklıklar madde 44-a/1 ya da a/2'deki gibi hesaplanmakla birlikte ayrıca aşağıda belirtildiği gibi çizilecek iletken salınım diyagramlarına göre gerilim altındaki iletkenler arasındaki uzaklığın (U/150) m'den daha az olmadığı doğrulanacaktır. Bu uzaklık 0,20 m'den az olamaz.

Bu salınım diyagramları, +5Cø ve %70 rüzgâr yükü ile bölgenin en büyük sıcaklığında ve %42 rüzgâr yükünde çizilecektir.

İletken salınım kontrolünde en büyük sapma açısı (alfa), 50ø'ye kadar (alfa)/4, 50ø-62ø30'a kadar 12ø30 sabit ve 62ø30'dan büyük sapma açılarında ise iletken salınımları arasında (alfa)/5'e kadar bir açısal kayma varsayılarak gerekli doğrulamalar yapılacaktır.

Bu madde yalnızca yüksek gerilimli büyük aralıklı hatlara uygulanır.

-Yukarıda hesaplanan konsol ve travers boyları ile bunlar arasındaki uzaklıklar ayrıca kamçılanma kontrolü yapılarak doğrulanacaktır.

Bir direkte birbirinin üstünde bulunan iletkenlerden, alttaki iletkenin üzerindeki buz yükünün birdenbire düşmesinden sonra alttaki iletkenin düşey düzlemde bir sıçrama yapacağı

varsayılarak sıçramadan sonra üstteki buzlu iletkene uzaklığı ( $U/150$ ) m'den az olmayacaktır. Bu uzaklık 0,20 m'den az olamaz.

Bu madde yalnızca yüksek gerilimli büyük aralıklı hatlara uygulanır.

-Aynı direk üzerinde bulunan yüksek ve alçak gerilimli iletkenlerin bağlantı noktaları arasındaki düşey uzaklık en az 1,5 m olacaktır.

-Alçak gerilimli küçük aralıklı hatlarda iletkenler arasındaki uzaklık 0,40 m'den az olmayacaktır.

Bu uzaklıklar aşağıdaki durumlarda küçültülebilir:

- Gerilimleri birbirine eşit olan aynı faz iletkenlerinde,

- İletkenlerin birbirine değmemesi için gerekli güvenlik önlemleri alınmış olan hatlarda,

-Hat iletkenleriyle topraklanmış metal bölümler arasındaki uzaklık en az ( $U/150 + 0,05$ ) m olacaktır. Bu uzaklık yüksek gerilimli hava hatlarında 0,20 m'den, alçak gerilimli hava hatlarında da 0,05 m'den az olamaz.

U: Fazlar arası anma gerilimidir (kV).

-Toprak iletkeni ile faz iletkenleri arasındaki uzaklık, toprak iletkeninin faz iletkenlerini yıldırıma karşı maksimum  $30^0$  lik açı altında koruyabileceği biçimde hesaplanacaktır.

-İletkenlerin 46'ncı maddeye göre hesaplanan en büyük salgılı durumda üzerinden geçtikleri yer ve cisimlere olan en küçük düşey uzaklıkları verilmiştir.

-Hava hattı iletkenleri ile yanından geçtikleri yapıların en çıkıntılı bölümleri arasında, en büyük salınım konumunda en az Tablo 3.3'te verilen yatay uzaklık bulunmalıdır.

Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (kV)		Yatay uzaklık (m)
0-1	(1 dâhil)	1
1-36	(36 dâhil)	2
36-72,5	(72,5 dâhil)	3
72,5-170	(170 dâhil)	4
170-420	(420 dâhil)	5

**Tablo 3.3: Hava hattı iletkenlerinin en büyük salınımlı durumda yapılara olan en küçük yatay uzaklıkları**

-Yüksek gerilim hatları, hatlara rastgele dokunmayı önleyecek önlemler alınmak koşulu ile elektrik işletme yapılarına tespit edilebilir.

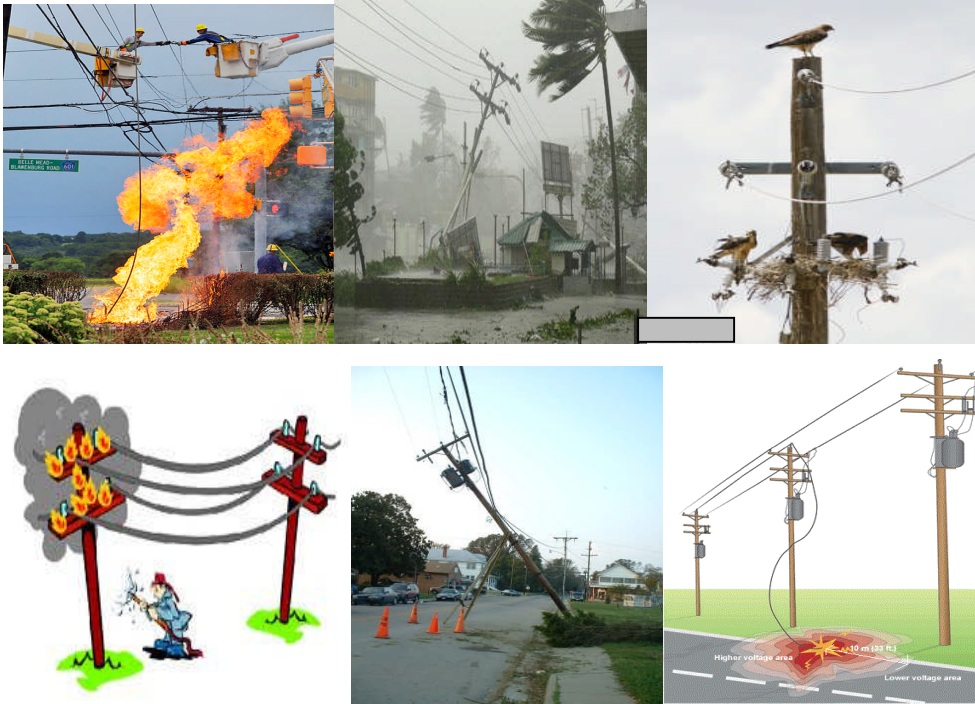
-Yapıların yanından geçen ya da tespit edilmiş bulunan alçak gerilim hatları herhangi bir aygıt kullanmaksızın rastgele dokunulmayacak biçimde tesis edilmelidir.

-İletken çekimini ve hat güvenliğini bozan bütün ağaçlar budanmalı ya da kesilmelidir. Meyve ağaçlarının kesiminden olabildiğince kaçınılmalıdır.

### 3.5. Topraklamalar Yönetmeliği

**Madde 57)** Hava hatlarının topraklamasında Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği hükümleri uygulanır.

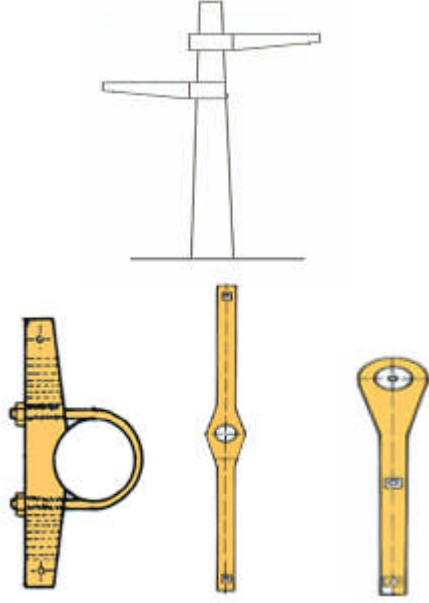
Yüksek gerilim havai hatlarında direklerin tek tek topraklanması hâlinde, söz konusu yönetmelikte belirtilen toprak geçiş direnci elde edilemediği takdirde toprak geçiş direncinin bu değerde olmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır.



**Resim 3.4: Havai hat ve direklerde oluşabilecek olumsuz durumlar**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda bulunan uygulama faaliyetini yaptığınızda, seçmiş olduğunuz uygun yere yönetmeliğe göre direği dikmeden önce konsol ve travers montajını topraklaması ile birlikte standartlara uygun bir şekilde yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yapım gereçlerine göre direk çeşitlerini bulunuz, inceleyiniz ve ölçüleri hakkında bilgi ediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kullanılan direğe uygun travers seçiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerekli İş güvenliği tedbirlerini alınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kullanılan direğe uygun konsol seçiniz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Direk dikilmeden uygun travers ve konsol seçilip seçilmediğine bakınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Traversi direğe tutturunuz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Direk dikilmeden travers ve konsolun montajına dikkat ediniz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Travers ve konsol topraklamasını yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Direğe montajı yapılan travers ve konsolun topraklamasının yapıp yapılmadığını kontrol ediniz.</li> </ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kullanılan direğe uygun travers seçtiniz mi?		
2. Kullanılan direğe uygun konsol seçtiniz mi?		
3. Traversi direğe tutturdunuz mu?		
4. Konsolu direğe tutturdunuz mu?		
5. Travers ve konsol topraklamasını yaptınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız, öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Enerji nakil hatlarındaki iletkenleri ağaç, demir ve beton direkler üzerinden emniyetli geçişini ve taşınmasını sağlayan iki taraflı taşıma parçasına travers denir.
2. ( ) Traversler yapıldıkları malzemeye göre üç çeşittir.
3. ( ) Traversler AG-OG ve YG olmak üzere üç farklı tipte yapılır.
4. ( ) AG traversleri 60cm boyunda 8,5U profil demirinden yapılır.
5. ( ) OG traversleri 180°-130° arasında taşıyıcı tip 8,5U profilinden 130°-90° arasında durdurucu tip olup 2x8,5U profilinden yapılmaktadır.
6. ( ) Konsollar aynı traversler gibi iki taraflı enerji nakil hatlarını taşımaya yarayan direk parçalarıdır.
7. ( ) Konsollar demir ve beton olmak üzere iki farklı malzemeden yapılır.
8. ( ) Konsollar taşıyıcı, nihayet ve köşe konsolu olmak üzere üç çeşittir.
9. ( ) Köşe konsolunun boyu 110 cm ve açısı 85°'dir.
10. ( ) Travers ve konsolun topraklaması direğin üst ucundaki topraklama vidasına yapılır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

## MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yapım gereçlerine göre direk çeşitlerinin seçimini yapabildiniz mi?		
2. Kullanım yerlerine göre direklerin seçimini yapabildiniz mi?		
3. Araziye ve direğe uygun direk temeli belirleyebildiniz mi?		
4. Direk çukuruna kalıp hazırlayabildiniz mi?		
5. Direk temelini uygun olarak betonlayabildiniz mi?		
6. Uygun aparat ve vinçle direği dikebildiniz mi?		
7. Direğin topraklama bağlantısını ve ölçümünü yapabildiniz mi?		
8. Kullanılan direğe uygun travers veya konsol seçebildiniz mi?		
9. Travers veya konsolu direğe tutturabildiniz mi?		
10. Travers ve konsol topraklamasını yapabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRETİM FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	B
4	C
5	D
6	D
7	A
8	D
9	C
10	B
11	A
12	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	C
4	D
5	A
6	B
7	C
8	D
9	B
10	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru
9	Doğru
10	Doğru

## KAYNAKÇA

- ALTIN Mahir, Mehmet Kızılgedik, Mustafa Üstünel, **Elektrifikasyon Temel Ders Kitabı**, MEB, Ankara, 2001.
- TEK, **Dağıtım Şebekeleri**, Proje Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1984.
- YUNUSOĞLU Atilla, **Yüksek Gerilim Enerji Nakil Hatları Proje Ve Enerji Nakil Hatları Özel Ölçüleri**.
- **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**, Ankara, 2000.
- **Elektrik Tesisleri Topraklamalar Yönetmeliği**, Ankara, 2003.