

— T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

BİNA ENERJİ GİRİŞ SİSTEMLERİ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|----|
| ACIKLAMALAR | ii |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-1 | 3 |
| 1. HAVAI HAT İLE ENERJİ GİRİŞİ..... | 3 |
| 1.1. Havai Enerji Hatları | 3 |
| 1.1.1. Havai Enerji Hat Donanımları ve Özellikleri | 4 |
| 1.1.2. Havai Hat İletkenlerinin Çekilmesi..... | 27 |
| 1.2. Havai Hat ile Yapı Enerji Girişi Yapımı | 30 |
| 1.2.1. Dam Direği ile Enerji Girişi | 30 |
| 1.2.2. Duvardan Açık Konsol ile Enerji Girişi | 31 |
| 1.2.3. Duvardan Buat ile Enerji Girişi | 31 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 33 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 34 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-2 | 37 |
| 2. YER ALTI HATTI İLE ENERJİ GİRİŞİ..... | 37 |
| 2.1. Enerji Kabloları ve Özellikleri..... | 37 |
| 2.1.1. Kablo ve İletkenlerin Yapı Elemanları..... | 37 |
| 2.1.2. Kablo Üretim Standartları | 39 |
| 2.1.3. Yalıtkan Cinsleri ve Özellikleri | 39 |
| 2.1.4. Kablo Sembolleri ve Anlamları (Harmonize Sistemde)..... | 40 |
| 2.1.5. Kablo Damar ve Dış Kılıf Renkleri..... | 44 |
| 2.1.6. Kablo Seçimi Kriterleri | 46 |
| 2.1.7. Kullanım Yerlerine Göre Çeşitleri, Yapıları, Özellikleri | 54 |
| 2.2. Kabloların Yer Altından Döşenme Nedenleri..... | 58 |
| 2.2.1. Yer Altı Enerji Hatlarının Üstünlükleri | 58 |
| 2.2.2. Yer Altı Enerji Hatlarının Sakıncaları..... | 59 |
| 2.3. Yer Altı Kablosunun Çekilme Yöntemi | 59 |
| 2.3.1. Kablo Güzergahının Belirlenmesi..... | 59 |
| 2.3.2. Yer Altı Kablolarının Döşenme Yerine Taşınması | 60 |
| 2.3.3. Yer Altı Kablolarının Döşeme Yerine Serilmesi | 62 |
| 2.3.4. Yer Altı Kablolarının Döşenme Yöntemleri..... | 64 |
| 2.4. Yer Altı Hattı İle Enerji Girişi Yöntemi | 71 |
| 2.5. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği | 72 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 74 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 75 |
| MODÜL DEĞERLENDİRME..... | 77 |
| CEVAP ANAHTARLARI | 78 |
| ÖNERİLEN KAYNAKLAR | 79 |
| KAYNAKÇA | 80 |

AÇIKLAMALAR

| | |
|--|--|
| KOD | 522EE0084 |
| ALAN | Elektrik Elektronik Teknolojisi |
| DAL/MESLEK | Elektrik Tesisatları ve Pano Montörlüğü |
| MODÜLÜN ADI | Bina Enerji Giriş Sistemleri |
| MODÜLÜN TANIMI | Bina enerji girişlerinin, havai hattın veya yer altından yapılması ile ilgili, bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir. |
| SÜRE | 40/24 |
| ÖN KOŞUL | Alan ortak modüllerini başarmış olmak. |
| YETERLİK | Bina enerji giriş sisteminin montaj ve bağlantılarını yapmak. |
| MODÜLÜN AMACI | <p>Genel Amaç Her türlü yerde TS ve uluslararası standartlara, şartnamelere, Elektrik İç Tesisleri ve Kuvvetli Akım Tesisleri, Topraklamalar ve İş Güvenliği Yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak bina enerji giriş sistem montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Standart ve yönetmeliklere uygun, havai hat ile bina enerji giriş sistem montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.2. Standart ve yönetmeliklere uygun, yer altı hattı ile bina enerji giriş sistem montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz. |
| EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI | Atölye ortamı, takımhane, pano çeşitleri, kablo pabuçları, kablo soyma gereçleri, havai hat iletkenleri, yer altı hat kabloları çeşitleri, montaj araç gereçleri, anahtar takımları, tornavidalar, pense, kablo pabuç pensesi, izolebant, kablo kanalları, kablo bağı ve spirali, topraklama elemanları, malzeme katalogları, baret, eldiven, ölçü aletleri, projeksiyon, slayt, tepegöz. |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru yanlış, uygulama vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir. |

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülümüzde binalara enerji giriş yöntemleri işlenecektir. Modülümüzde enerji giriş yöntemlerini yapabilmek için havai hatların ve yer altı hatlarının özellikleri incelenecektir.

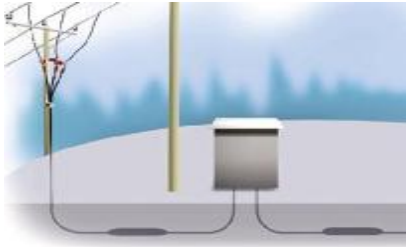
Elektrik enerjisinin üretildiği santraller çoğu zaman tüketim bölgelerinden uzakta kurulur. Bu bakımdan elektrik enerjisinin üretildiği yerlerden tüketim bölgelerine taşınması gerekmektedir. Günlük hayatta pek çok kullanım alanı bulunan elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımının ekonomik bir şekilde yapılabilmesi, enerji alanında en önemli konulardan biridir. Önceleri yalnız aydınlatma amaçları için kullanılan elektrik enerjisi daha sonraları pek çok alanda kullanılmaya başlanınca, iletim ve dağıtım sistemlerinin önemi artmıştır. Elektrik enerjisi genel olarak alternatif akımla taşınır. Bununla birlikte bazı özel durumlarda doğru akımla da enerji taşınmaktadır.

Enerji iletimi ve dağıtımının gelişmesinde en önemli adım, transformatörün bulunuşu olmuştur. Trafo yardımıyla elektrik enerjisinin iletimi ve dağıtımı kolaylaşmış, bu enerji daha çok kullanılabilir duruma gelmiştir. Medeniyetin hızla gelişmesi ile artan elektrik enerjisi istekleri daha büyük güçleri, taşınacak gücün fazlalığı ise daha büyük gerilimleri gerektirmiştir. Ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişmelerinde elektrik enerjisinin çok büyük katkısı vardır. Ülkelerin kalkınmasındaki bu itici güç, ne kadar çok yaygınlaşır ve ne kadar çok kullanılırsa kalkınma da o kadar başarıya ulaşmış olur.

Havai hatlara göre tesis masrafları daha pahalıdır. İşletme güçlükleri de olmasına rağmen kullanılmaları halinde avantajları da vardır. Yol, cadde ve meydanların estetiği bozulmaz. Direklere ve bunun getirdiği donanımlara gerek kalmaz. Yol, cadde ve meydanların durumuna göre düz ya da kavis yapma olanağı vardır. Atmosferik (yıldırım, fırtına vb) etkilere maruz kalmaz. Yerleşim sahalarında can ve mal güvenliği açısından havai hatlara göre çok emniyetlidir.

Elektrik enerjisi nasıl çok önemli ise, enerjinin taşınma şekli de çok önemlidir. Bu modülümüzde elektrik enerjisinin nakil yöntemlerinden olan havai hatlar ve yer altı hatları tüm yönleriyle incelenecektir.

Bilinçli ve ne istediğini bilen bir toplum olmak için çok çalışmalıyız. Teknik elemanlar olarak özellikle insan hayatını ilgilendiren konularda hassasiyet göstermeliyiz.





ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak havai hat ile bina enerji girişi montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken araştırmalar şunlardır.

- Ø Havai hatların yararları ve sakıncaları nelerdir? Araştırınız.
- Ø Binalara havai hattan enerji girişi nasıl yapılmaktadır? Araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan iş yerlerini, elektrik tesisat taahhüt firmalarını gezebilirsiniz. Ayrıca kablo ve iletkenlerin ürün kataloglarını inceleyebilirsiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

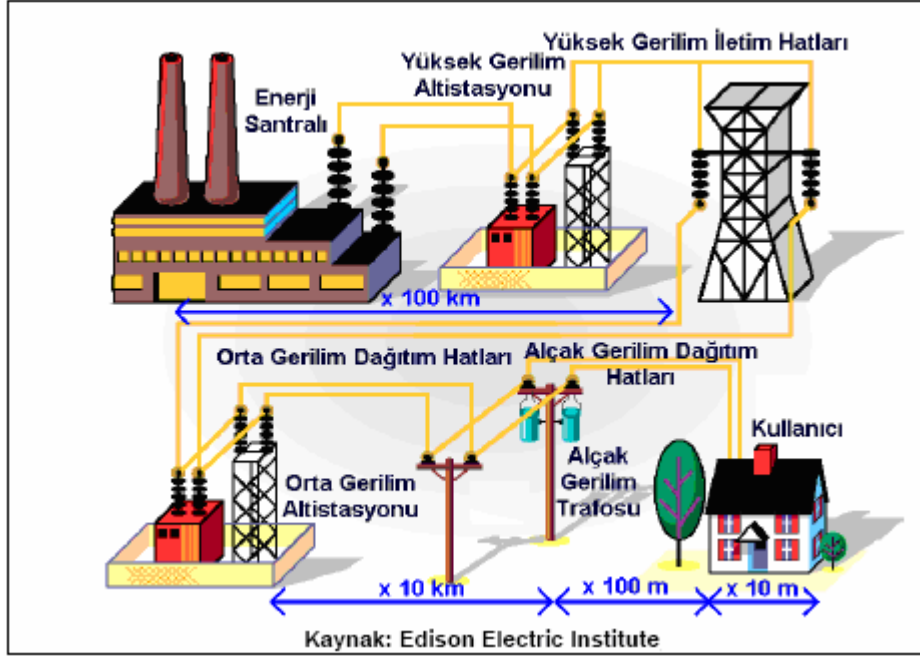
1. HAVAI HAT İLE ENERJİ GİRİŞİ

1.1. Havai Enerji Hatları

Üretilen elektrik enerjisinin en ekonomik metotlarla tüketim alanlarına iletilmesi gerekir. Bunun için en fazla tercih edilen yöntem havai hatla iletimdir. Havai hat ile iletimin yer altı kabloları ile iletmeye göre avantajları azdır, havai hat ile iletimde iletkenlerin çekilişi dolayısıyla şehrin estetiğinde bir bozulma meydana gelir. Rüzgâr ve diğer atmosfer şartlarının havai hatla iletimde etkileri vardır.

Havai hattın tercih ediliş sebepleri genel olarak şunlardır.

- Ø Yer altı kablosu ile iletme göre maliyeti daha ucuzdur, dolayısıyla daha ekonomiktir.
- Ø Arıza yerinin tespiti ve onarımı daha pratiktir.
- Ø İlave elemanları kullanarak tesisin kapasitesini artırmak her zaman mümkündür.



Şekil 1.1: Elektrik enerjisinin havai hat ile iletim ve dağıtımı

1.1.1. Havai Enerji Hat Donanımları ve Özellikleri

Havai enerji hatlarında kullanılan elemanlardan (donanımlar) direkler, travers ve konsollar, izolatörler, iletkenler incelenecektir.

1.1.1.1. Direkler

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.

Ø Yapıldıkları Malzemeye Göre Direk Çeşitleri

İmal edildikleri malzemeye göre direk çeşitleri şunlardır.

- **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 canlıların çıkmasını önlemek için korkuluklar bulunur.

Demir direkler; Boru, A direk, kafes, putrel (pilon, çatallı) direk olarak çeşitlere ayrılır. Kafes ve putrel tip direkler yüksek gerilimde, boru ve A tipi direkler de alçak gerilimde kullanılır.



Resim 1.1: Pilon tipi demir direkler



Resim 1.2: Çatallı tipi demir direkler



Resim 1.3: Boru tipi demir (galvanizli) direkler

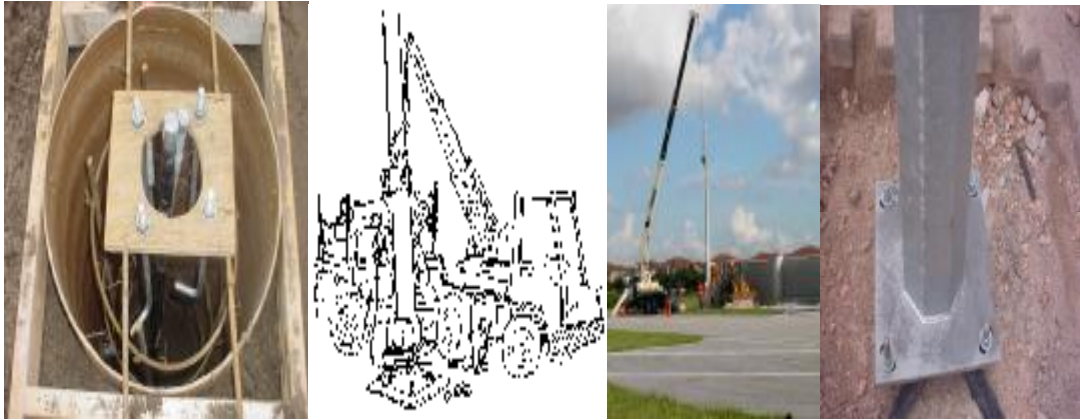


Resim 1.4: Kafes tipi demir direkler



Resim 1.5: A tipi demir direkler

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



Resim 1.6: Boru tipi direğin yerine montajı

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



Resim 1.7: Putrel (pilon) direğin ayaklarından yerine tutturulması

Demir direklerin avantajları;

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

Demir direklerin dezavantajları;

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

- **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 malzemedan 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.

Beton direklerin avantajları;

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

Beton direklerin dezavantajları;

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



Resim 1.8: Santrifüj (SBA) yuvarlak tip beton direkler



Resim 1.9: Çift santrifüj beton direkler



Resim 1.10: Vibre tip (VBA) beton direkler

Beton direkler daha önceden hazırlanan temellere dikilir. Beton direkler dikilirken ağır olduklarından çok dikkat edilmelidir. Beton direk temellerinde, en küçük yükseklığe göre en az derinlik 120 cm olacaktır.



Resim 1.11: Santrifüj direk (SBA) ve temeli, vibre direk temeli ve dikilmesi

- **Ağaç direkler:** Köknar, 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 hala 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;

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

Ağaç direklerin dezavantajları;

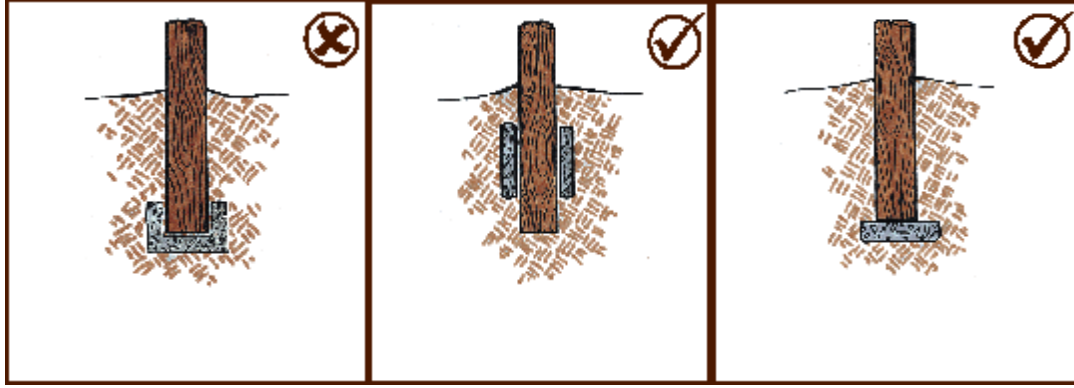
- Ø Ömürleri kısadır, tepe kuvvetleri azdır.
- Ø Esnek oldukları için salgıları (fleş) değişebilir.
- Ø Yıldırım düştüğünde yanabilir.
- Ø Yüksek gerilimlerde kullanılmaz.

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



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

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.

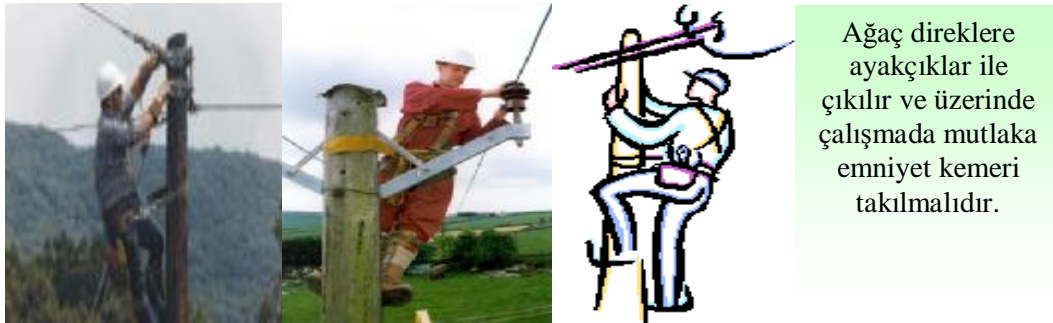


Şekil 1.2: Ağaç direk temelleri

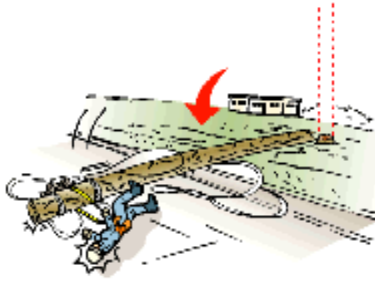
Ağaç direklerin temeline beton dökülmez. Taş ve toprakla temel sıkıştırılarak direk dikilir. Eğer temele beton dökülür ise direğe gelen tepe kuvvetlerinde direk, temel üst noktasından kırılabilir.



Resim 1.13: Ağaç direklerin dikilmesi ve koruyuculu direk



Resim 1.14: Ağaç direk üzerinde çalışma (emniyet kemerli)



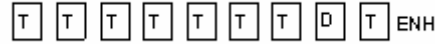
Ağaç direkler yeterli kontrolleri yapılmazsa tehlikeli durumlara sebebiyet verebilir.

Resim 1.15: Ağaç direklerin sakıncaları

Ø Kullanım Yerlerine Göre Direk Çeşitleri

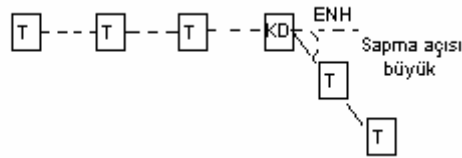
Direkler kullanım yerlerine göre; durdurucu, köşede durdurucu, taşıyıcı, köşede taşıyıcı, nihayet, bransman, tevzi ve geçit direkleri olarak çeşitlere ayrılır.

- **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.



Şekil 1.3: Durdurucu (D) direk

- **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.



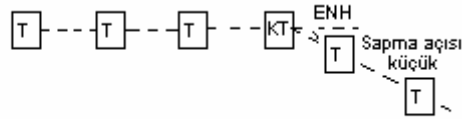
Şekil 1.4: Köşede durdurucu (KD) direk

- **Taşıyıcı direkler:** Hava hatlarında durdurucu direkler arasında iletkeni taşımak, yani iletkeninin ağırlığını tutmak amacıyla kullanılan direklerdir.



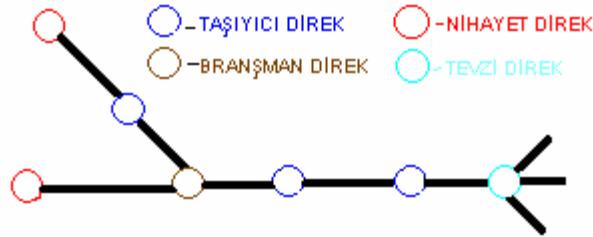
Şekil 1.5: Taşıyıcı direkler

- **Köşede taşıyıcı direkler:** Doğrusal olarak giden hattın, yön değiştirdiği yerlerde (küçük sapmalarda) kullanılan direklerdir.



Şekil 1.6: Köşede taşıyıcı direk

- **Nihayet direkleri:** Enerji nakil hatlarının başlangıç ve sonunda kullanılır. Hattın tek taraflı toplam gerilme kuvvetine dayanabilecek durumda olan direklerdir.
- **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.
- **Tevzi 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 halinde dağıtılır.



Şekil 1.7: Direklerin yerleşimi

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

1.1.1.2. Travers ve Konsollar

Travers ve konsolları ayrı ayrı inceleyelim.

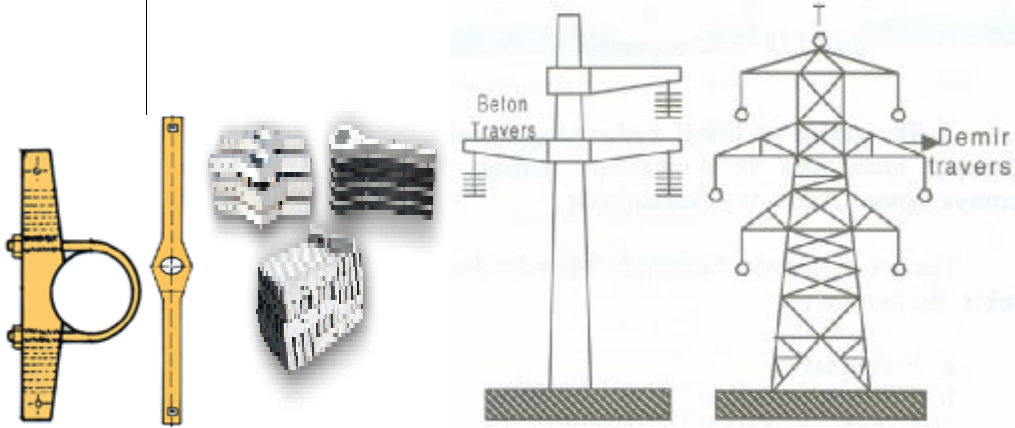
Ø Traversler

Enerji nakil hatlarında kullanılan iletkenleri birbirinden ve direkten, belli bir mesafede tutmaya ve taşımaya yarayan, beton veya demirden yapılan elemanlardır. Havai hatlarda iletkenlerin izolatöre bağlanması ve izolatörlerin de direklere tespit edilmesi için traversler kullanılır.

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 yeri

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.



Şekil 1.8: Beton direk ve demir direk traversleri



Resim 1.16: Direklerde beton, demir ve ağaç traversler

Ø 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.



Resim 1.17: Direklerde demir ve beton konsollar

1.1.1.3. İzolatörler

Enerji nakil hava hatlarında kullanılan iletkenlerin, direklere tespitine yarayan, iletkenleri hem taşımaya hem de toprak ile diğer iletkenlere karşı izole etmeye yarayan şebeke malzemelerine izolatör denir.

Ø Yapıldıkları Malzemeye Göre İzolatörler

İzolatörler elektrik akımına karşı direnci çok büyük ve yüksek derecedeki sıcaklığa dayanıklı porselen, cam, epoksi reçine ve silikondan yapılır.

- **Porselen izolatörler:** Sert porselenden yapılan izolatörlerin yapı maddeleri, % 50 kaolin, % 25 feldspat ve % 25 kuvars'tır. İzolatörün dielektrik dayanımını artırmak için, ince bir sır (porselen) tabakasıyla kaplanarak yüzeyinin pürüzsüz olması sağlanır. Yüzeyin pürüzsüz olması, kirlenen izolatörlerin yağmur sularıyla kolayca temizlenmesine yardımcı olur. Porselenin dielektrik dayanımı 60- 70 kV/cm 'dir ve cama göre azdır.



Resim 1.18: Porselen izolatörler

- **Cam izolatörler:** Yapım malzemesi kalsiyum silikat ile sodyum silikat ergitilerek karışım haline gelirse adi cam elde edilir. Adi cama başka maddeler de katılarak izolatörlerde kullanılan dayanıklı cam elde edilir. Dielektrik dayanımları 140 kV/cm 'dir ve porselene göre daha fazladır. Maliyetleri ucuzdur. Saydam olduklarından kırık ve çatlakları kolayca görülebilir.

Cam izolatörlerin termik genleşmeleri, porselen izolatörlere göre daha küçük olduğundan, ortam ısısının değişmelerinde fiziki zarar görme olasılığı azdır. Nem, cam izolatör üzerinde porselene göre daha çabuk yoğunlaşır, bu da cam izolatör üzerinde pisliklerin toplanmasına ve kaçak akımlara neden olur. Cam ışığı geçiren bir madde olduğundan, güneş ışığında daha az ısınır, porselen izolatör daha çok ısınır.



Resim 1.19: Cam izolatörler

- **Epoksi reçine ve silikon izolatörler:** Bu tip izolatörler isimlerinden de anlaşıldığı gibi reçine karışımı ve silikon maddelerinden yapılır. Bina içinde ve panolarda kullanılır.

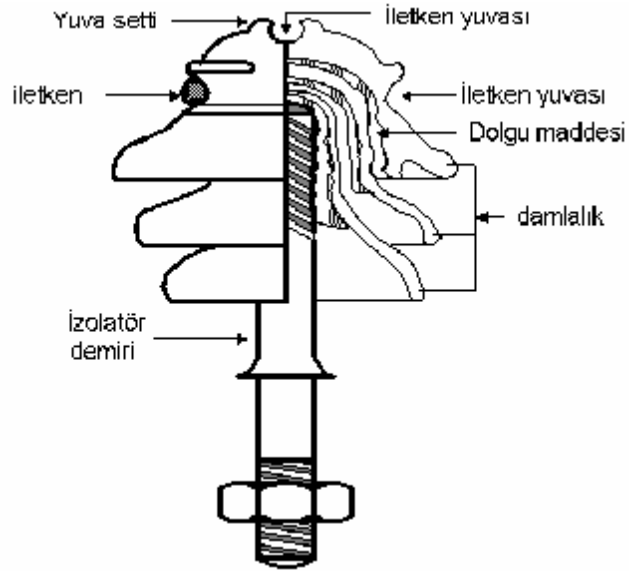


Resim 1.20 : Epoksi reçine ve silikon izolatörler

Ø Kullanım Yerlerine Göre İzolatörler

İzolatörler kullanıldığı yerlere göre; mesnet, zincir ve geçit izolatörleri olmak üzere çeşitlere ayrılır.

- **Mesnet izolatörleri:** Enerji nakil hatlarının ve baraların, monte edilecekleri yerlere değmemelerini sağlayan izolatörlerdir. İçi dolu veya boş, dış yüzeyi çıkıntılı veya etekli silindir şeklinde porselen, cam veya epoksi gövdeden meydana gelir. 35 kV'ye kadar bir eleman halinde, daha büyük gerilimlerde ise birkaç elemandan meydana gelecek şekilde dahili ve harici tiplerde imal edilir. İzolatör başlıca beş kısımdan oluşur:
 - **Gövde:** İletkenin ve mesnet demirinin tutturulduğu kısımdır.
 - **Tutturma yuvası:** İzolatör demirinin izolatöre tesbit edilebilmesi için açılan düz veya vidalı kısımdır.
 - **Siper veya etek (damlalık):** İzolatörün elektriksel direncini artırmak için gövdeye yapılmış bir veya birden fazla kanatlardır.
 - **İletken yuvası:** İzolatöre bağlanacak iletkenlerin yerleştirilmesi için yapılmış yuvalardır.
 - **Tutturma demiri (izolatör demiri):** İzolatörü direk veya konsol (travers) üzerine tesbit etmeye yarayan demir aksamıdır.



Şekil 1.9: Mesnet izolator ve montaj demiri

İzolatorler konsollara ve traverslere, izolator demirleri yardımıyla tutturulur. İzolator demiri vidalı veya vidasız olarak izolatorlere irtibatlandırılır. Vidasız olanlarında dolgu maddesi olarak çimento veya kurşun kullanılır. (Resim 1.21- 22- 23'e bakınız.)



Resim 1.21: Mesnet tipi izolatorler ve montaj demirleri

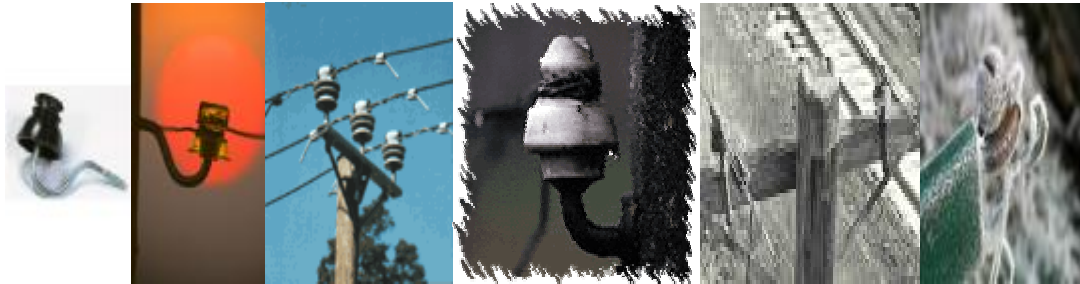


Resim 1.22: Mesnet tipi izolatörlerin montajı

Küçük boyutlu olanlar alçak gerilimde kullanılır ve bunlara fincan tipi izolatörler de denilmektedir. 1 kV'ın üzerindeki gerilimlerde VDH tipi izolatörler kullanılır. Fincan tipi izolatörler ara izolatörü (N60, N80, N95 sembolleri ile anılır), hat sonu veya başlangıcı izolatörü diye iki sınıfa ayrılır. Çekilecek hava hattı iletkeni izolatör fincanında bulunan oyuğa oturtulur ve bir bağ teli ile ya da özel bir kelepçe ile sıkıca tespit edilir.

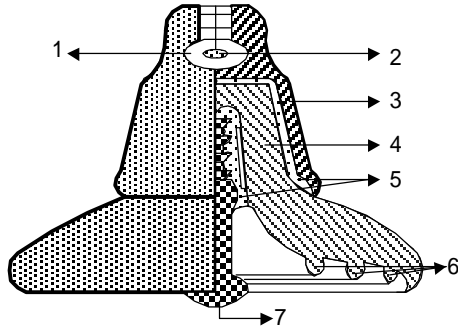


Resim 1.23: Fincan tipi (N60- 80- 95) mesnet izolatörler ve montaj demirleri



Resim 1.24: Fincan tipi (N60- 80- 95) mesnet izolatörlerin montajı

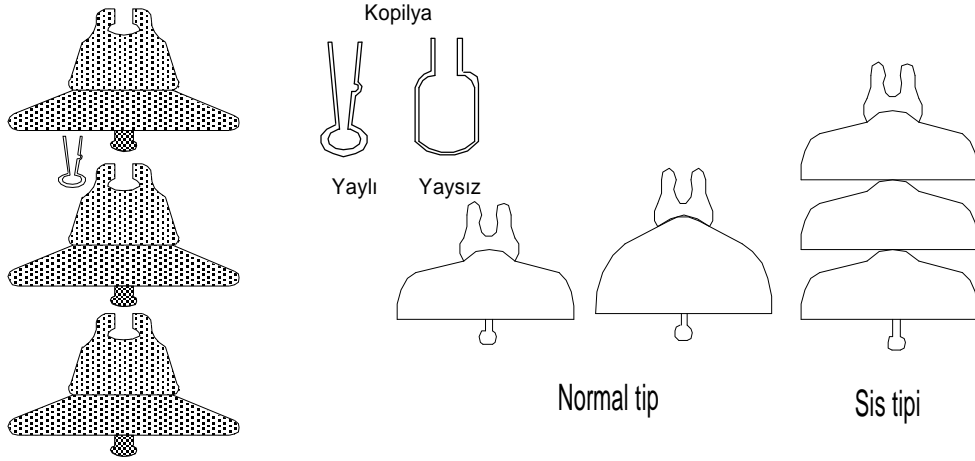
- **Zincir (askı tipi) izolatörleri:** Bu tip izolatörler, birçok izolatör elemanı birbirine takılarak elde edilir. Kullanılacağı bölgenin iklim durumuna göre porselen ve camdan yapılır. İletkeni askıya aldığı için askı tipi izolatör veya bir zincir meydana getirdiği için zincir tipi izolatör adı verilir. Zincir tipi izolatörleri elde etmede kullanılan birbirine takılabilen tek izolatöre izolatör elemanı denir. İzolatör elemanı başlıklıdır, başlıklı izolatörlerde porselen gövdenin üst kısmı dökme demirden yapılmış bir başlık ile korunmuştur



1. Kopilya takma yuvası
2. Top pimi takma yuvası
3. Çelik şapka
4. Cam-porselen isolator
5. Çimento-kurşun dolgu
6. Nem setleri(damlalık)
7. Çelik döküm top pim

Şekil 1.10: Zincir tipi izolatör yapısı

Her izolatör elemanının alt kısmında, yuvarlak şekilde yapılmış pim, üst kısmında ise bu pimin geçebileceği yuva bulunur. Bu aparatlar yardımıyla izolatör zincirini oluşturan elemanlar birbirine eklenir. Zincir izolatörler enerji nakil hatlarındaki taşıyıcı direklerde askı, durdurucu direklerde gergi şeklinde kullanılır. (Şekil 1.11.'e bakınız)



Şekil 1.11: Zincir tipi izolatör çeşitleri ve bağlantı parçaları



Resim 1.25: Zincir tipi izolatörlerin montajı

- **Geçit izolatörleri:** Bina içinden dışarıya veya baralara, aynı zamanda bina dışından da içeriye enerji geçişlerinde kullanılan izolatörlerdir. Yapı olarak mesnet izolatörlerle aynı özelliği taşır. Cam, porselen, epoksi ve silikondan yapılır. En basit geçit izolatörü, içinden bir iletken geçen yalıtkan borudur. Dış tarafta borunun orta kısmında bir madeni flanş bulunur. Bu flanş yardımıyla boru aygıtı veya duvara tespit edilir. Gerilimin büyüklüğüne göre boyutları değişir.



Resim 1.26: Geçit izolator parçaları ve montajı

İzolator seçiminde hattın karakteristiği kadar hattın bulunduğu bölgenin (deniz kenarı, demir çelik ve çimento fabrikalarının vb.) kirlilik oranı da dikkate alınır. Bu tür bölgelerde gerilim seviyesi işletme geriliminden yüksek izolatörler kullanılabileceği gibi sis tipi izolatörler de kullanılır.

1.1.1.4. Havai Hat İletkenleri

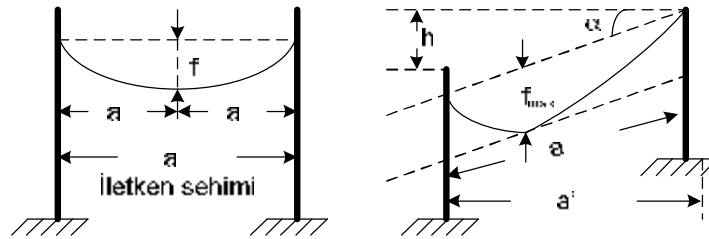
Elektrik enerjisini, direkler üzerinde taşıyan hatta hava hattı veya havai hat, kullanılan iletkenlere ise hava hattı iletkenleri (havai hattı iletkenleri) denir.

Ø Havai Hat İletken Seçimi Kriterleri

Havai hatlarda kullanılan iletkenlerin görevlerini iyi bir şekilde yerine getirebilmesi için bazı özelliklere sahip olması gerekir. Eğer iletkenlerin sahip oldukları kriterler önceden bilinirse gerilimin büyüklüğüne ve hattın özelliğine göre iletkenlerin seçilmesi daha isabetli olur. İletkenlerin seçilmesinde dikkat edilmesi gereken kriterler şunlardır.

- **İletkenlik:** Havai hatlarda kullanılacak iletken malzemenin, çok iyi iletkenliğe (geçirgenliğe) sahip olması gerekir. Çünkü, iletim ve dağıtım sırasında hatlardaki güç kaybının en az olması istenir. İletkenlik veya geçirgenlik, kullanılan metalin cinsine göre değişir. Gümüş çok iyi iletken olmasına rağmen pahalı olması nedeni ile tercih edilmez. Elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımında bakır ve daha çok alüminyumdan yapılan iletkenler kullanılır.
- **Mekanik dayanım:** Havai hatlarda kullanılan iletkenler dış tesirlerin etkisinde kalırlar. Kar, buz, rüzgar, sıcak ve soğuk havanın etkisinde bulunan iletkenler tüm bu olumsuz şartlara dayanıklı olmalıdır. İletkenlerin mekaniksel olarak dayanıklılığı örgülü alüminyum tellerin iç kısmında ve orta yerinde bulunan galvanizli çelik tellerle sağlanır.

- **Isıya karşı dayanım:** Üzerinden akım geçen bir iletken ısınır, ayrıca sıcak havalarda da iletkenlerin ısısı artar. İletkenin bu ısı artışı sonucu boyu uzar ve sarkma olur. Alüminyum iletkenler havadaki hafif bir rüzgarla bile soğuyabilir. Ancak rüzgar olmadığı ve hava sıcaklığı fazla olduğu zaman iletkendeki uzama miktarı fazla olur.
- **İletken çapı:** Alüminyum iletkenler bakır iletkenlere göre daha az iletken olduğundan çapları daha fazla olur. İletken çapı büyüdüğünde iletkene gelen buz yükü, rüzgar yükü ve gerilme kuvveti daha büyük olur. Bu durum iletkenin mekanik dayanımını olumsuz etkiler. Mekanik dayanımın azalması, özellikle kar yağışı fazla olan bölgelerde, iletkenlerin kopmasına ve kısa devrelere neden olmaktadır.
- **Özgül ağırlık:** İletkenlerin mekanik olarak zorlanmasına özgül ağırlığının etkisi büyüktür. Bu nedenden dolayı hava hatlarında kullanılan iletkenlerin özgül ağırlığının küçük olması gerekir. Özgül ağırlığının küçük olması ile direk ve hava hattı donanım malzemelerinde maliyet azalır.
- **Sehim:** Direkler arasına çekilen havai hat iletkenleri kendi ağırlığı nedeni ile sarkar. Gerilmiş olan iletken uçlarının bağlı olduğu iki izalatör arasındaki varsayılan doğru çizgi ile iletkenin en çok sarktığı yer arasındaki uzaklığa fleş (sehim) denir.



Şekil 1.12: Sehim (fleş)

Ø Yapılarına Göre İletken Çeşitleri

Elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımı için kullanılan ve iletkenlik özelliği yüksek olan metallerden yapılmış tellere iletken denir. İletkenler taşıyacakları gücün büyüklüğüne, hat geriliminin alçak veya yüksek oluşuna göre çeşitli kesitlerde ve yapılarda seçilir. Seçilecek iletkenin tipi tespit edilirken elektrik enerjisinin taşınmasında elektriksel etkilerin olduğu gibi mekaniksel yapısı da dikkate alınmalıdır.

Hava hatlarında kullanılan iletkenler, masif tel yani içi dolu som tel ile masif örgülü bakır veya alüminyum tellerden yapılır. Masif telden yapılan iletkenler bir cins malzemeden ve içi dolu bir tek tel halinde 10 mm² kesite kadar üretilir. Bazı özel durumlarda 16 mm² kesitinde de yapılır.

Masif iletkenlerin kesitleri büyütüldüğünde montajda, taşımada ve kangal haline getirilmelerinde problemler çıkmaktadır. Bunu önlemek için masif örgülü iletkenler yapılmaktadır, aynı veya ayrı cins iletkenlerin birbiri üzerine sarılmasıyla elde edilir.

Yapılarına göre iletkenlerden; örgülü iletkenler ve alpek iletkenlerin özelliklerini inceleyelim.

- **Bakır örgülü iletkenler:** Bakır iletkenler kopmaya karşı dayanıklı ve elektriksel geçirgenliğinin yüksek oluşu sebebiyle tercih edilir. Kopmaya karşı dayanıklı olmaları için soğuk haddeden geçirilmiş bakır kullanılır. Elektriksel geçirgenliğinin yüksek oluşu ve mekanik dayanımının fazla olmasına rağmen, pahalı ve ağır olmaları nedeniyle pek tercih edilmemektedir.



Resim 1.27: Bakır örgülü iletken

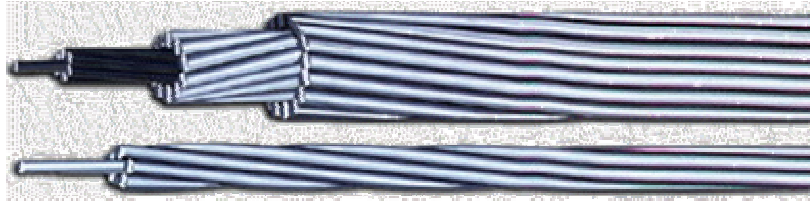
- **Alüminyum örgülü iletkenler:** Havai hatlarda kullanılan alüminyum iletkenler bakıra göre 3'te 1 ağırlıkta ve daha ucuzdur, fakat alüminyumun iletkenliği ise bakır telin % 61'i kadardır. Bu nedenle aynı gücün alüminyum iletken ile taşınması halinde bakıra göre kesitinin 1,6 katı olması gerekir. Alüminyumun 1 mm² 'sinin kopma dayanımı 18 kg/mm² 'dir. Bu nedenle bakıra göre az gerilme ile çekildiğinden, sehimin fazla olmasına ve direk boylarının yüksek olmasına sebep olur. Bu özelliğinden dolayı alüminyum iletkenler kısa aralıklı hatlarda, alçak gerilim şebekelerinde ve dağıtım hatlarında kullanılır.



Resim 1.28: Alüminyum örgülü iletkenler

Alüminyum örgülü iletkenlerin erime noktaları düşüktür ve alkali sıvılara karşı dayanıklılığı azdır. Alüminyum örgülü iletkenlerin bu sakıncalarına karşı üzerindeki oksit tabakası, iletkeni tuzlu deniz havasına karşı korur. Bakır iletkene göre daha az buz tutar ve daha fazla elastiki özelliğe sahiptir. Alüminyum örgülü iletkenlerin bazı mahsurlarını önlemek için alüminyuma başka maddeler katılarak değişik alüminyum iletkenler elde edilir. Bunların en çok kullanılanı alüminyum iletkenlerdir.

- **Çelik özlü alüminyum iletkenler:** Alüminyum örgülü havai hat iletkenlerinin orta kısmına çelik örgülü teller yerleştirilerek kopma dayanımı artırılmıştır. Çelik özlü alüminyum örgülü iletkenlerinin (St-Al) yapısında, ortada galvanizli çelik damar ve etrafında alüminyum tabakalardan oluşur.



Resim 1.29: Çelik özlü alüminyum iletken (St-Al)

Çelik özlü alüminyum iletkenlerde ortadaki galvanizli çelik göbek iletkenin dayanımını artırdığından, kopma dayanımı alüminyum örgülü iletkene göre daha büyüktür (30 kg/mm²). Dolayısıyla çelik özlü alüminyum iletkenler (St-Al), alüminyuma göre 1,66 kat (30/18=1,66) daha dayanıklıdır. Bu nedenle daha yüksek gergi ile direkler arasında gerilebilme özelliğine sahiptir. Bakır örgülü iletkenlere göre daha hafif, alüminyum örgülü iletkenlere göre de ağırlığı fazla değildir.

- **Alpek iletkenler:** Önceleri iletken olarak bilinen ve kullanılan bakır, günümüzde yerini alüminyuma bırakmaktadır. Günümüzde çıplak iletkenli hatlar ile yer altı kablolu tesisler yine ekonomik ve teknik nedenlerle rekabet durumundadır. Teknik bakımından çıplak iletkenler ile yer altı kabloları arasına girebilecek bir yapıya sahip olan askı telli plastik yalıtkanlı hava hattı kabloları geniş bir kullan alanı bulmuştur. Bu tip kablolar Finlandiya standardı SFS 2200 ve Türk standardı TS 11654'e uygun olarak üretilmektedir. Ekonomik değerinin çıplak iletkenler ile yer altı kablolarının arasında olmasının kanıtlanmasıyla da kent ve yerleşim bölgelerinde kullanım alanı büyümüştür.



Resim 1.30: Alpek iletken

Alpek tipi hava hattı iletkenlerinde (kablolarında) , plastik yalıtkanlı (PE- polietilen) alüminyum faz iletkenleri, çıplak nötr ‘toprak’ iletkeni etrafında bükülerek sarılmıştır. Faz iletkenleri, düzgün yüzeyli, sıkıştırılarak yuvarlatılmış alüminyum tellerden meydana gelir. 16 mm² ‘ye kadar bir tel (som) ve 25- 70 mm² ‘ye kadar sıkıştırılarak yuvarlatılmış 7 telli olarak yapılır. Faz iletkenleri, yalıtım boyunca uzanan kabartma çizgileri ile belirtilmiştir. İki kabartma çizgisi birinci fazı, üç çizgi ikinci fazı, dört kabartma çizgisi ise üçüncü fazı belirtir. Kopma dayanımı 12,2 kg/mm²’dir.

Çıplak nötr askı teli, alüminyum alaşımından sıkıştırılarak ve düzgün yüzeyli olarak yapılmıştır. Nötr askı telinin kesiti, faz iletkenlerinin bir üst kesitine eşittir. Askı teli bütün yükü ve gerilmeleri taşır. Ayrıca 16 mm² aydınlatma fazı iletkeni eklenebilir.

Alpek kabloların üstünlükleri;

- Ø Faz iletkenlerinin yalıtılmış olmasından dolayı, dikkatsizce iletkenlere değilmesinde oluşabilecek kazalar ve kaçak elektrik kullanımı önlenmiş olur.
- Ø Alpek kabloların nötr iletkeninin çıplak oluşu, fazlar ile karışmalarını önler, tesis ve tamir esnasında yanılmalara ve ölümcül hatalara imkân vermez.
- Ø Alpek kablolu sistemler kullanılarak çıplak iletkenli hatlara göre direk boylarının kısılması, 4 çıplak iletken için gerekli bağlantı malzemesi ve çekimi yerine tek bağlantı ve çekim neticesi tesislerin maliyetinde tasarruf sağlanır.
- Ø İşletme ve bakım masrafları, çıplak iletkenlere göre daha azdır.
- Ø Alpek kablolar çevre dostu olup ağaç kesilmelerini (iletkenlerin ağaçlara değmesinden dolayı oluşan kısa devrelerden dolayı) en alt düzeye indirir.
- Ø Alpek kablo tesis edilmiş direkler üzerine, birden fazla kablo tesis edebilme olanağı, daha sonraları gerekecek mevcut şebeke takviyelerinde çok büyük bir kolaylık, imkân ve ekonomi sağlar.
- Ø Alpek kablolar, yüksek gerilim ve telefon hat kabloları ile beraber aynı direkler üzerinde tesis edilebilir.
- Ø Çıplak iletkenlerde, rüzgâr etkisi ile oluşan kamçılanmadan dolayı sıkça oluşan kısa devre arızalarına imkân vermez.

Ø İletken Bağlantı Elemanları

Normal şartlarda alüminyum iletkenlerin yüzeyleri gri renkte ve son derece az elektrik geçirgenliği olan bir oksit tabakası ile kaplıdır. İki iletkenin birbirine bağlanmasında önce oksit tabakası tamamen ve sürekli olacak şekilde ortadan kaldırılmalıdır. Dolayısıyla bağlantı elemanları bu prensibe göre imal edilmelidir. Bütün bağlantı ve ek malzemeleri ek yerindeki oksit tabakası engelini yok edebilecek kadar sıkma basıncı devamlı sağlanmalıdır. Bunun sonucunda ek yerinde meydana gelebilecek tehlikeli ısınmayı önleyerek uzun süre kullanılabilir olması gerekir.

Havai hat iletken bağlantı ve ek malzemeleri şunlardır.

- **Cıvatalı klemensler:** Cıvatalı klemensler yeterli ve gerekli mekanik dayanıklılığı sağlayacak şekilde özel alüminyum alaşımdan imal edilmektedir. Al- Cu klemens, alüminyumdan bakırla ek almak için

kullanılır. (TKB A 40 B25 klemens; 40 mm² alüminyum, 25 mm² bakırı eklemek için kullanılır.)



Resim 1.31: Cıvatalı klemensler (bakır ve alüminyum)

- **Bükme boru ekler:** Alçak gerilim elektrik şebekeleri tesis edilirken alüminyum iletkenlerin eklenmeleri gerekli olduğu hallerde bükme boru ekleri kullanılmalıdır. 100 mm² kesite kadar olan iletkenler bükme boru ekleri ile eklenir. Kullanılacak bükme boru eklerinin elektriksel iletkenliği yüksek, alüminyumdan imal edilmiş olması gereklidir.

1.1.2. Havai Hat İletkenlerinin Çekilmesi

Havai hat iletkenlerinin, iki türlü olduğu daha önce belirtilmişti, hatırlayınız. Bunlar çıplak ve yalıtkanlı alüminyum iletkenlerdir. Alçak gerilim havai hatlarında çekilecek iletken türüne göre, çekim yöntemi ve kullanılacak donanımlar değişiklik gösterir. Çıplak iletkenli hatlarda üç faz iletkeni ve nötr iletkeni çekilecektir. Bu iletkenler için travers, konsol, izolatörler uygun olarak seçilmelidir (İletken çapına uygun). İletkenler arasında uygun mesafeler bırakılmalıdır. Aynı direk üzerinde hem yüksek gerilim hattı hem de alçak gerilim hattı bulunabilir. Böyle durumlarda iki hat arasında uygun mesafeler bırakılmalıdır.

Travers ve konsollar binalara doğru değil, yol tarafına doğru bakacak şekilde monte edilmelidir. Böylece binalardan enerji hatlarına değme riski azaltılır. İletkenler çekilirken zedelenmemesine dikkat edilmelidir. İletkenler makaralarından çekilmelidir. İletkenler izolatlara uygun yöntemle ve sıkıca bağlamalıdır.

İletkenler kontrollü bir şekilde makaradan boşaltılarak herhangi bir yere sürmeden, direğe asılmış makaralara alınarak çekilmelidir. Monte edilmiş izolatöre bağ yapmadan önce izolatör silinmeli, çatlak ve kırık olup olmadığı kontrol edilmelidir.

İletkenleri germek için AG'de kapma dediğimiz gergi takımları kullanılır. Daha büyük kesitli iletkenlerde trifor (hat çekme aracı) kullanılır. İletkenler salgi (sehim) verildikten ve iki durdurucu direkte izolatöre durdurucu bağ ile bağlandıktan sonra aradaki taşıyıcı direklerde mesnet izolatörlerinin yan veya üst yuvasına taşıyıcı bağla bağlanır. İzolatör bağları bittikten sonra durdurucu direklerde atlama bağlantıları (Camperler) yapılır.

İletken çekimi esnasında gevşek kalmış bir bağ veya iletken zedelenmesi, kuş gözü yapılması liflerin kopması ileride arızaların doğmasına sebep olur. Hattın işletilmesi esnasında sık sık kesintiler meydana gelir. İyi sıkılmamış bir klemens, iyi yalıtılmamış bir topbaşı veya kötü bir ek hattın verimini ve güvenilirliğini düşürür.

Hat güzergahı da iletken çekimi kadar önemlidir. Kesilmemiş ağaçlar, fazla sayıda açılar, yoldan uzak ve ulaşımı zor bir güzergahın seçilmesi hattın işletme ve bakımını zorlaştırır.



Resim 1.32: Askı halatının iletkene bağlanması, çekilmesi ve trifor



Resim 1.33: İletkenin direğe çekilmesi



Resim 1.34: İletkenlerin izolatöre bağlanması



ALPEK kablolar, izolatörlü veya izolatörsüz montaj sistemlerine göre yapılarına uygun olarak üretilmiş özel montaj malzemeleri ile tesis edilir. ALPEK kabloların hafif olması pek çok yerde insan gücü ile çekme imkânı verir. Faz yalıtkanlarının ve çıplak nötr askı telinin çekim sırasında zedelenmemesi için sivri taş ve travers gibi sert parçalara, dikenli tellere, yoğun ve yeni gübrelenmiş toprak zemine temas etmemesi sağlanmalıdır. ALPEK, genel olarak branşmanlarda çıplak alüminyum iletkenler için kullanılan paralel oluklu veya bimetalik klemensler kullanılır. ALPEK kablo branşmanları için özel geliştirilmiş, dişli klemens (TK-PYK-AB 95) kullanılması halinde kablo yalıtkanının soyulması, temizlenmesi, macunlanması, yalıtkan bir kutu ile kapatılması gibi işlem ve klemense ihtiyaç yoktur. Gerekli emniyet tedbirleri alınarak gerilim altında, şebeke gerilimi kesilmeden bakır veya alüminyum iletkenli branşman kablolarına bağlantı yapmak mümkündür.



Resim 1.35: Alpek iletkenlerin klemensle eklenmesi



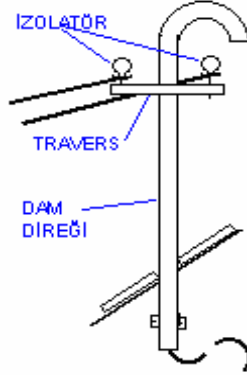
Resim 1.36: İzolatöre iletken bağlantı yöntemi

1.2. Havai Hat ile Yapı Enerji Girişi Yapımı

Bina içinde yapılan tesisatın, elektrik enerjisi ihtiyacı için bina dışındaki elektrik dağıtım şebekesine bağlanması gerekir. Havai hat ile enerji girişi, enerji dağıtım şebekesinin binaya en yakın olan direğinden alınarak binaya taşınır. Enerji girişi adı verilen bu bağlantı şekillerinden havai hat ile enerji girişi, üç türlü yapılmaktadır. Dam direği ile enerji girişi, duvardan açık konsol ile enerji girişi, duvardan buat ile enerji girişidir.

1.2.1. Dam Direği ile Enerji Girişi

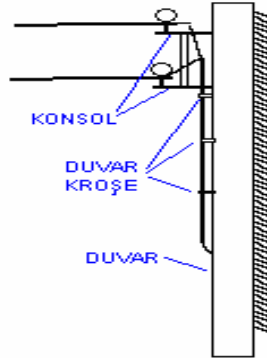
Özellikle müstakil ve tek daireli evlere enerji almak için kullanılan sistemdir. Binanın çatısına dam direği adı verilen, iki parmak standardında ve üzeri galvaniz kaplı boru, bina üzerinde 2 metre kalacak şekilde yerleştirilir. Borunun üst kısmı, yağmur ve kar suyunun girmemesi için eğri veya şapkalı yapılırken, izolatörlerin betonlanarak takılması için travers kaynatılır.



Şekil 1.13: Dam direği ile enerji girişi

1.2.2. Duvardan Açık Konsol ile Enerji Girişi

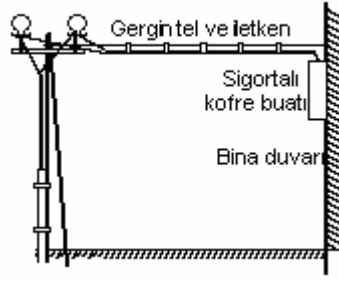
Bu sistem genellikle iki ve üç katlı binalarda uygulanmaktadır. Köşebentten konsol yapılarak elektrik direği seviyesindeki duvar dış yüzeyine bağlanır. Günümüzde şemsiye sigorta kullanmak yasak olduğundan, konsol üzerinde yalnızca iki veya dört adet izolatör bulunur. Ahşap binalarda izolatörlerin bulunduğu vidalı konsollar uygun aralıklarla ağaca vidalanarak sağlamlaştırılır.



Şekil 1.14: Duvardan açık konsol ile enerji girişi

1.2.3. Duvardan Buat ile Enerji Girişi

Duvar yüzeyinden açık konsolla enerji almak görüntü kirliliği oluşturduğundan ve emniyetli olmadığından küçük yerleşim merkezleri dışında tercih edilmemektedir. Bunun yerine duvara, sıva üstü veya sıva altı yerleştirilen PVC sigortalı kofreler kullanılmaktadır.



Şekil 1.15: Duvardan buat ile enerji girişi

UYGULAMA FAALİYETİ



| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| <p>Ø İzolatöre iletken bağla ntısı yapınız.</p> <p>Ø Alüminyum iletkenini klemensle ekleyiniz.</p> | <p>Ø Alçak gerilimde kullanılan N 80 tipi izolatörü seçiniz.</p> <p>Ø İzolatör boyutlarına uygun alüminyum iletkeni seçiniz.</p> <p>Ø İletkeni izolatör kafasının yanındaki yarığa bağlayacağınızı unutmayınız.</p> <p>Ø İzolatör bağlantı iletkenini sıkıca birkaç defa dolayarak bağlayınız. İletkenin gevşek kalması tehlikeli durumlar oluşturabilir.</p> <p>Ø Bağlantı yaparken mutlaka eldiven kullanınız.</p> <p>Ø Ek için al- cu klemens seçiniz.</p> <p>Ø Ekleyeceğiniz iletkeni uygun boyutlarda klemens seçiniz.</p> <p>Ø Ek yapmadan önce iletkeni temizleyiniz.</p> <p>Ø Klemens vidalarını gevşetiniz, iletkenleri klemense yerleştiriniz.</p> <p>Ø Klemens cıvatalarını uygun şekilde sıkınız, unutmayınız ki, gevşek eklemeler ark oluşumuna sebebiyet vermektedir.</p> <p>Ø Ek yapma işleminde mutlaka eldiven kullanınız.</p> <p>Ø İşlemlerinizde iş güvenliği tedbirlerine uyunuz.</p> <p>Ø Bağlantılarınızı enerji altında kesinlikle yapmayınız.</p> <p>Ø İşlemlerinizde uygun el ve güç aletlerini kullanınız.</p> |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıda bu öğrenme faaliyetiyle ilgili bir test yer almaktadır. Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Havai hatların yer altı hatlarına göre maliyeti ucuzdur. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....
2. Havai hatlarda arıza yerinin tespiti ve onarımı zordur. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....
3. Aşağıdakilerden hangisi demir direk çeşidi değildir. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
A) Boru direk
B) A direk
C) Kafes direk
D) Vibre direk
E) Putrel direk
4. Aşağıdakilerden hangisi demir direklerin avantajlarından değildir. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
A) Tepe kuvvetleri büyüktür
B) Ömürleri uzundur
C) Onarımları kolaydır
D) Montajı kolaydır
E) Maliyeti yüksektir
5. Santrifüj beton direklerin içi boştur. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....
6. Beton direklerin tepe kuvvetleri büyüktür. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....
7. Ağaç direklerin temeline beton dökülür. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....
8. Köşede taşıyıcı direkler hattın küçük sapmalarında kullanılır. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....
9. Porselen izolatörlerin dielektrik dayanımı cam izolatörlere göre azdır. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....

10. Masif tel (içi dolu) iletkenler özel durumlarda 16 mm² kesitine kadar yapılır. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.

DOĞRU.....

YANLIş.....

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar ediniz. Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

B. UYGULAMALI TEST

| | | |
|---|--|--------------|
| MODÜL ADI: BİNA ENERJİ GİRİŞ SİSTEMLERİ UYGULAMA FAALİYETİ: İzolatör bağlantısı ve iletken ekleme | ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI: SINIF VE NU: | |
| AÇIKLAMA: Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri EVET ve HAYIR kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz. | | |
| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
| Uygun izolatör ve iletkeni seçebildin mi? | | |
| İletkeni izolatöre uygun ve yöntemine uygun bağlayabildiniz mi? | | |
| Uygun klemens ve iletkeni seçebildiniz mi? | | |
| İletkeni eklemeyden önce temizlediniz mi? | | |
| Yöntemine uygun bir şekilde iletkeni klemensle ekleyebildiniz mi? | | |
| İş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu? | | |

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında, standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak yer altı hattı ile bina enerji giriş sistem montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde konuyla ilgili araştırma ve gözlem yapmanız bilgileri daha rahat kavramanıza yardımcı olacaktır, yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Yeraltı kabloları çeşitleri nelerdir.
- Ø Yeraltından enerji giriş avantaj ve sakıncaları nelerdir.

Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik malzemeleri satan işyerlerini, elektrik tesisat taahhüt firmalarını gezebilirsiniz. Ayrıca enerji kabloları ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor haline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

2. YER ALTI HATTI İLE ENERJİ GİRİŞİ

2.1. Enerji Kabloları ve Özellikleri

Elektrik enerjisini ileten iki elektrik cihazını birbirine elektriksel olarak bağlayan, elektriksel olarak yalıtılmış bir veya daha fazla damardan meydana gelen elektrik malzemesine enerji kablosu denir. Kablo iletkeni, tavllanmış çıplak yuvarlak elektrolitik bakır tellerden veya alüminyum tellerden burularak yapılır. 16 mm² ve daha büyük kesitlerdeki iletkenler sıkıştırılmış olmalıdır. İletken sayısına göre tek iletkenli ve çok iletkenli olarak imal edilir.

Kimyevi etkenlere karşı dayanıklılığı iyidir. Ayrıca su emmeyen ve geçirmeyen dış kılıf yalıtkanıyla her türlü ortam şartlarına büyük bir uyum sağlayabilmektedir.



Birçok ülke artan bir biçimde alüminyum iletkenli kabloların kullanımını benimsemiştir. Bunun sebebini araştırınız.

2.1.1. Kablo ve İletkenlerin Yapı Elemanları

Kablo ve iletkenlerin yapı elemanları tanım ve görevleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir, inceleyiniz (Tablo 2.1.'e bakınız).

| | |
|---|---|
| Damar: Core: | Kablonun yalıtılmış olan iletkenidir. |
| İletken: Conductor: | Elektrik enerjisini ileten tel veya tel demetidir. |
| Yalıtkan kılıf: Insulating sheath: | Damar iletkenini yalıtın bir kılıftır. |
| Ayrıcı kılıf: Seperating sheath: | Üst üste gelen, ayrı metaller arasına konulan yalıtkan kılıftır. |
| Dış kılıf: Outer sheath: | Kabloyu dış etkenlerden koruyan ve kablonun en dışında bulunan kılıftır. |
| Zırh: Armour: | Kabloyu mekanik etkilerden koruyan yassı veya yuvarlak tellerle yapılmış örgü veya sargıdır. |
| Ortak kılıf: Filling: | Çok damarlı kablolarda damar demetini içine alan ve damar demetine istenilen çevre biçimini vermeye yarayan kılıftır. |
| Yarı iletken siper: Semi-conductive layers: | Damar iletkeni ile yalıtkan kılıf arasında ve yalıtkan kılıfın üzerine gelen, yarı iltken maddeden yapılmış bir tabakadır. |
| Sıkıştırılmış iletken: Compacted conductor: | Tellerin arasındaki boşlukların azaltılarak, iletken çapının ve kesitinin geometrik boyutlarını küçültmek için sıkıştırılmış olan çok telli, burulmuş bir iletkenidir. |
| Konsantrik iletken: Concentric conductor: | Bir damarlı, kablolarda yalıtkan kılıfın (gerektiğinde yarı iletken siperin), çok damarlı kablolarda genel olarak ortak kılıfın üzerine gelen, bakır tel veya bakır şeritlerin oluşturduğu, kablo boyunca helisel biçimli bir sargıdır. |
| Kılıf: Sheath: | İletkeni elektriksel, mekanik ve kimyasal bakımdan korumak ve yalıtım için kullanılan, iletken damar ve damar gruplarını içine alan kaplamadır. |
| Çok damarlı kablo: | Çok damarlı kablo, damar sayısı birden çok olan kablodur. |
| Kör damar: Blind core: | Çok damarlı kablolarda damarlar arası boşlukları doldurmak ve kabloya uygun bir biçim verilmesini kolaylaştırmak için kullanılan yalıtkan malzemeden yapılmış iletkeniz damardır. |
| Metal siper: Metallic screen: | Metal siper, her damarın veya ortak kılıfın üzerine gelen bakır tel veya şeritten yapılmış bir sargıdır. |
| Tutucu sargı: Helix tape: | Tutucu sargı, metal siperin veya zırhın üzerinde bulunan ve bunların dağılmasını önleyen, bakır veya galvaniz çelik şeritlerle yapılmış sargı veya sargılardır. |

Tablo 2.1: Kablo ve iletkenlerin yapı elemanları

2.1.2. Kablo Üretim Standartları

Kablo bakır ve alüminyum iletkenleri;

- Ø TS-Türk standartları
- Ø IEC-International electrotechnical commission (Uluslararası elektroteknik komisyonu)
- Ø VDE-Alman standartları
- Ø BS-British standards(İngiliz standartları)

Standartları tarafından belirtilen esaslara göre: Tek telli, çok telli, ince çok telli, çok telli sıkıştırılmış dairesel ve çok telli sıkıştırılmış sektör (damar iletkeni kesidi daire kesmesi biçimli olan kablo) formunda imal edilir.

Bakır iletkenler olarak, som elektrolitik (sert) bakır tel 1- 4 mm çapları arasında TS- 2 standartına göre üretilmektedir. Tavlanmış elektrolitik bakır teller (yumuşak) 0,15- 4 mm çapları arasında TS-18 standartlarına göre üretilir. Kablo üretiminde kullanılacak olan iletkenler (örgülü) 0,5- 630 mm² kesit aralığında TS- 6570 ve IEC 60228 standartlarına göre üretilir.

2.1.3. Yalıtkan Cinsleri ve Özellikleri

Günümüzde termoplastik yalıtkanlı kablolar kullanılmaktadır. Termoplastik yalıtkanlar PVC ve polietilen (PE)'dir. Saf PVC çok sert ve kırılkan olup ısı karşısında kararsız yapı gösterirler, soğukta darbelere karşı hassas bir malzemedir. PVC içine yumuşatıcı yağlar, stabilizatörler ve dolgu maddeleri karıştırılarak kablo yalıtkanı olarak kullanılır hale getirilir. Böylece flexibel (esnek) özelliği sağlanır ve kırılkanlığı giderilir. Kablonun soğukta da kullanılması sağlanır. Kalsit ve kaolin gibi dolgu malzemeleri PVC'ye işlenirlik ve ısıya dayanım özelliği kazandırır.

Polietilen saf olarak kullanılabilen, karbon ve hidrojen bileşiği parafin sınıfında bir malzemedir. Bazı tekniklerle işlenerek değişik özellikte polietilen yalıtkanlar elde edilir. Yüksek basınç tekniği ile alçak yoğunluk polietileni (LDPE), alçak basınç tekniği ile yüksek yoğunluk polietileni (HDPE) yoğun molekül dokusu nedeniyle su geçirmezlik ve mekanik sağlamlık özelliğine sahip olup YG kablolarında kullanılır, liflere benzeyen polietilen molekül zincirleri özel metotlarla birbirine bağlanarak XLPE yalıtkanı elde edilir. Son yıllarda doğrusal düşük yoğunluklu polyethlene (LLDPE) geliştirilmiştir, bu kablolar haberleşme ve YG'de kullanılır. Aşağıda kablolarda kullanılan yalıtkan cinsleri verilmiştir.

2.1.3.1. Protodur

Alçak ve orta gerilim kablolarında kullanılan polivinil-klorid (PVC) bazlı özel bir termoplastik yalıtkan maddedir. Termoplastik yalıtkanlar, belirli bir sıcaklık aralığında tekrarlanabilir olarak soğuma ile sertleşen ve ısınma ile yumuşayan, yumuşadığında dış etki olmaksızın şekil değiştirmeyen ve yalıtkanlık özelliğini koruyan plastiklerdir.

2.1.3.2. Protothen-x

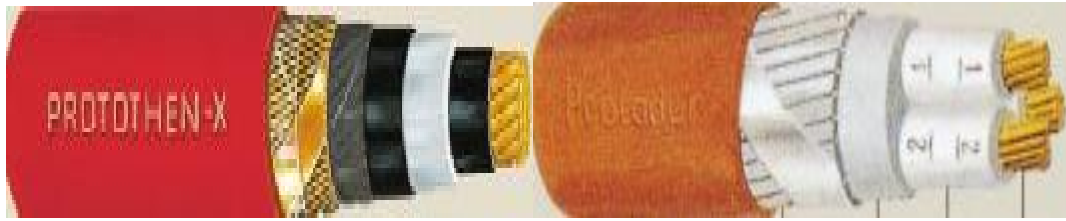
Yüksek yalıtım özelliğine sahip saf polietilenin çeşitli yöntemler uygulanarak çapraz bağlanmasıyla elde edilen, mekanik özellikleri geliştirilmiş termoset yalıtkan malzemelerdir. Termoset yalıtkanlar yüksek sıcaklıklarda erimez ve deforme olmaz.

2.1.3.3. Protolon (EPR)

Etilen-propilen dien monomer kauçuk EPDM'den imal edilmiş, ozona, oksijene, havaya ve ışığa dayanıklı düşük sıcaklıklarda esnekliğini koruyan, sıcaklıkla şekil değiştirmeyen yüksek yalıtım özelliği gösteren çapraz bağlı elastomer tip yalıtandır. Alçak ve orta gerilimlerde kullanılan bu yalıtkanlar korona olayından etkilenmez.

2.1.3.4. Prototirm

Kloropren bazlı bir elastomer yalıtandır. Kablolarda dış kılıf olarak kullanılan bu yalıtkan yüksek mekanik ve elektriksel değerlere haizdir. Prototirm, ozona, kimyevi ve mekanik etkilere, yağ ve aleve karşı dayanıklı yumuşak bir yalıtkan malzemedir.



Şekil 2.1: Protothen-x ve protodur yalıtkanlı kablo

2.1.4. Kablo Sembolleri ve Anlamları (Harmonize Sistemde)

Meydana gelen rumuz anlaşmazlıklarına son vermek için iletkenler uluslararası harmonize edilmiştir. Kablolardaki sembol (rumuzların) açıklamaları tablo 2.2'de gösterilmiştir, inceleyiniz.

| Harmonize sistemde semboller ve açıklamaları | | Kablo sembol sırası | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | - | 6 | 7 | x | 8 |
| Tip (1) | | | | | | | | | | | |
| H | Harmonize Tip | | | | | | | | | | |
| A | Ulusal Tip | | | | | | | | | | |
| Anma Gerilimi (2) | | | | | | | | | | | |
| O1 | 100/100 V | | | | | | | | | | |
| O3 | 300/300 V | | | | | | | | | | |
| O5 | 300/500 V | | | | | | | | | | |
| O7 | 450/750 V | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,6/1 Kv | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| Yalıtkan Malzemesi (3) | | | | |
| V | PVC (polivinil klorür) | | | |
| V2 | PVC (+90° C) | | | |
| V3 | PVC Düşük sıcaklıkta çalışabilen | | | |
| B | Etilen propilen kauçuk | | | |
| E | PE (Polietilen) | | | |
| X | XLPE (Çapraz bağlı polietilen) | | | |
| R | Doğal ve/veya sentetik kauçuk | | | |
| S | Silikon kauçuk | | | |
| Kılıf Malzemesi (4) | | | | |
| V | PVC (polivinil klorür) | | | |
| V2 | PVC (+90° C) | | | |
| V3 | PVC Düşük sıcaklıkta çalışabilen | | | |
| V5 | PVC yağa dayanıklı | | | |
| Q | Poliüretan | | | |
| J | Cam elyafı fiber örgü | | | |
| R | Doğal ve/veya sentetik kauçuk | | | |
| N | Polikloropren kauçuk (PCP) | | | |
| S | Silikon kauçuk | | | |
| T | Tekstil örgü | | | |
| Özel Konstrüksiyon (5) | | | | |
| C4 | Bakır örgü ekran | | | |
| H | Damarları ayrılabilen yassı kablo | | | |
| H2 | Damarları ayrılmayan yassı kablo | | | |
| H6 | Damarları ayrılmayan yassı kablo-vinçler için | | | |
| H8 | Spiral kablo | | | |
| İletken Tipi (6) | | 7 | x | 8 |
| U | Tekli iletken | | | |
| R | Çoklu iletken | | | |
| K | Sabit tesis için ince çok telli iletken | | | |
| F | Fleksibl ince çok telli iletken (bükülgen) | | | |
| H | Çok ince çok telli iletken | | | |
| D | İnce çok telli iletken (kaynak kablosu) | | | |
| E | Çok ince telli iletken (kaynak kablosu) | | | |
| Y | Burulu iletken demedi | | | |
| Damar Sayısı (7) | | | | |
| Koruyucu İletken | | | | |
| G | Sarı yeşil koruyucu iletkenli | | | |
| X | Sarı yeşil koruyucu iletkenli | | | |
| İletken Kesiti (8) | | | | |

Tablo 2.2: Harmonize edilmiş kablo bölüm rumuz ve anlamları



Tablo 2.2' den yararlanarak örnek verelim; H05V-U 1,5 mm² kablosunu açıklayalım;

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----|---|----|----|---|----|-----|
| H | 05 | V | -- | -- | U | -- | 1,5 |

(TS göre) H=Harmonize tipte, 05=Anma gerilimi 300/500 volt, V=Yalıtkanının PVC, U=Tek telli iletkeni olduğunu, 1,5 mm² kesitinde olduğunu gösterir.

| AÇIKLAMA | TS 212 | VDE0271 |
|---|--------|---------|
| Sabit tesislerde kullanılan ağır işletme şartlarına dayanıklı kablo | Y | N |
| Alüminyum iletken | A | A |
| PVC bazında termoplastik yalıtkan veya kılıf | V | Y |
| Yarı iletken malzemeden yapılmış kılıf veya sargı | U | H |
| Siper | S | S |
| Her damar üzerinde siper | SH | SE |
| Konsantrik iletken | M | C |
| Polietilen | E | 2Y |
| Çapraz bağlı polietilen | E3 | 2X |
| Galvanizli yassı çelik tellerden yapılmış zırh | Ş | F |
| Galvanizli yuvarlak çelik tellerden yapılmış zırh | O | R |
| Çelik tutucu şerit | Ç | Gb |
| Daire kesmesi | s | s |
| Sıkıştırılmış iletken | ş | v |
| Çok telli iletken | ç | r m |
| Alev geciktirici | vk | u |
| Sıcağa ve korozyona dayanıklı | t | W |
| Korozyona dayanıklı | k | k |

Tablo 2.3.(a) :TS ve VDE standartı kablolarda kullanılan tarifler ve açıklamaları

| AÇIKLAMA | VDE 0250 |
|-----------------------------------|-----------------|
| PVC bazında termoplastik yalıtkan | Y |
| Metal siper | S |
| Lastik yalıtkan | G |
| Sıcağa dayanıklı | 2G |
| Açık hava şartlarına dayanıklı | W |
| Alev geciktirici | u |
| Burulmuş kablo | AF |
| Metal kılıf (kurşun kılıfı) | B |
| Taşıyıcı ip, tel ve benzeri | T |
| Yeşil/Sarı koruma iletkeni | J |

Tablo 2.3.(b) :VDE(250) standartı kablolarda kullanılan tarifler ve açıklamaları

Tablo 2.3' ü incelediğimizde; TS 212 ve VDE 0271 ile 0250 standardına göre kablo sembol anlamları verilmiştir. Yani kablomuz hangi standarda göre üretimi yapılmışsa sembol ve anlamlarını ona göre okuyup kablonun özelliklerini anlayabiliriz.

Örnek; TS212'ye göre (V) PVC bazında yalıtkan veya kılıfı gösterirken, VDE 0271'de ise PVC yalıtkan veya kılıfı (Y) harfini karşılık olarak görmekteyiz.

Tablo 2.4' te üretimi yapılan bazı kabloların sembolleri, anma gerilimleri, yalıtkan cinsleri TS, VDE, IEC standartlarına göre verilmiştir, inceleyiniz.

| Harmonize TipTS | Harmonize Tip VDE | TS NO | VDE NO | IEC NO | Anma Gerilimi | Yalıtkan Cinsi |
|------------------------|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| H05V-U | - | 9758 | 0281 | - | 500V | PVC |
| H07V-U | - | 9758 | 0281 | - | 750V | PVC |
| H07V-R | - | 9758 | 0281 | - | 750V | PVC |
| H05V-K | - | 9758 | 0281 | - | 500V | PVC |
| H03VV-F | - | 9760 | 0281 | - | 300V | PVC |
| H03VVH2-F | | 9760 | 0281 | - | 300V | PVC |
| NVV | NYM | 9759 | 0250 | - | 500V | PVC |
| YVV | NYN | 212 | 0276 | - | 0.6/1kV | PVC |
| YVMV | NYCY | 212 | 0276 | - | 0.6/1kV | PVC |
| YVOV | NYRGbY | 212 | 0271 | - | 0.6/1kV | PVC |
| YVŞV | NYFGbY | 212 | 0276 | - | 0.6/1kV | PVC |

| Harmonize TipTS | Harmonize Tip VDE | TS NO | VDE NO | IEC NO | Anma Gerilimi | Yalıtkan Cinsi |
|-----------------|-------------------|-------|--------|--------|---------------|-------------------|
| YE3V | 2XY | 212 | 0276 | - | 0.6/1kV | XLPE |
| YE3MV | 2XCY | 212 | 0276 | - | 0.6/1kV | XLPE |
| YE3ŞV | 2XFGbY | 212 | 0271 | - | 0.6/1kV | XLPE |
| - | LSPYY | - | 0245 | - | 300 V | PVC |
| - | NLSY | - | 0245 | - | 300 V | PVC |
| HO5RR-F | - | 9765 | - | - | 500 V | LASTİK/ RUBBER |
| - | MGG- DIN89160- | - | 0261 | 92-3 | 0,6/1 KV | EPR |
| - | SİAF | - | 0250 | - | 0,6/1 KV | SİLİKON |

Tablo 2.4: Kabloların TS-VDE-IEC'e göre karşılıkları ve anma gerilim değerleri

Tablo 2.3 ve 2.4'ten yararlanarak kabloların sembol anlamları ile ilgili örnekler verelim.



YVV (TS) - NYY(VDE); Y(N)- tipi enerji kablosu, V(Y)-PVC bazında termoplastik yalıtkan, V(Y)- PVC bazında termoplastik dış kılıf, anma gerilimi 0,6/1 kv.TS 212 ve VDE 0276'ya göre üretimi yapılmış.



YE3V(TS) – 2XY(VDE); Y- tipi enerji kablosu, E3(2X) - çapraz bağlı polietilen, V(Y)- PVC bazında termoplastik yalıtkan, XLPE kılıf, anma gerilimi 0,6/1 kv. TS 212 ve VDE 0276'ya göre üretimi yapılmış.

2.1.5. Kablo Damar ve Dış Kılıf Renkleri

Damar renkleri, özel siparişler dışında, Türk standartlarına ve VDE'ye göre aşağıda belirtilen renklere uygun olmalıdır. (Tablo 2.5'i inceleyiniz)

Topraklama ve benzeri koruma amacı ile kullanılan damarın çift renkli (sarı/yeşil) olması halinde kablo sembolü 'J' harfi ile, açık mavi olması halinde ise 'O' harfi ile tanımlanır. (Türk standartı tarife rağmen ayrı bir rumuz öngörmediğinden VDE esas alınmıştır.



Örnek;YVV(NYY-O) 3x2,5 mm² , YVV(NYY-J) 3x50/25 mm²

| Damar Sayısı | Damar Renkleri | |
|---|---|--|
| 1 | Herhangi bir renk | |
| 2 | Açık mavi-Siyah | |
| 3 | Yeşil/Sarı-Açık mavi-Kahverengi veya Açık mavi-Siyah-Kahverengi | |
| 4 | Yeşil/Sarı-Açık mavi-Siyah-Kahverengi veya Açık mavi-Siyah-Kahverengi-Siyah | |
| 5 | Yeşil/Sarı-Açık mavi-Siyah-Kahverengi-Siyah - Siyah-Kahverengi-Siyah-Siyah-Açık mavi | |
| 6 ve daha çok damarlı | Tüm damarlar siyah renkli ve numara kodlu Yeşil/Sarı ve diğer tüm damarlar farklı renkli | |
| Dış kılıf rengi Colour of outer sheath | Y tipi=0.6/1kV kablolarda dış kılıf rengi siyah Y tipi>3.5/6kV kablolarda dış kılıf rengi kırmızı | |
| Tüm orta gerilim XLPE ve 5,8/10 kv dahil ve üzeri gerilimlerde PVC kablolarda damarları birbirinden ayırt edebilmek için damar siperlerinin altına ayrı renklerde sarılmış bant konulmalıdır. | | |

Tablo 2.5: Harmonize ve Y tipi kabloların damar renkleri (TS212/ TS2742)

Tablo 2.6’da VDE standartlarına göre sabit ve hareketli tesislerde kullanılan kabloların damar renkleri verilmiştir, inceleyiniz.

| Damar Sayısı Number of cores | Damar Renkleri (VDE) tesis kabloları | Hareketli(flexibl) | |
|---------------------------------|---|-----------------------|--|
| 1 | Herhangi bir renk | | |
| 2 | Kahverengi-Mavi | | |
| 3 | Yeşil/Sarı-Kahverengi-Mavi veya Siyah-Mavi-Kahverengi | | |
| 4 | Yeşil/Sarı-Siyah-Mavi-Kahverengi Siyah-Mavi-Kahverengi-Siyah | | |
| Damar Sayısı | Damar renkleri(VDE) | Sabit tesis kabloları | |
| 1 | Herhangi bir renk | | |
| 2 | Yeşil/Sarı-Siyah Siyah-Mavi | | |
| 3 | Yeşil/Sarı-Siyah-Mavi Siyah-Mavi-Kahverengi | | |
| 4 | Yeşil/Sarı-Siyah-Mavi-Kahverengi Siyah-Mavi-Kahverengi-Siyah | | |

Tablo 2.6: VDE standartlarına göre sabit ve hareketli tesis kablo damar renkleri

2.1.6. Kablo Seçimi Kriterleri

Enerji kablolarını seçerken bazı kriterleri dikkate almamız gerekir. Eğer iletkenlerin sahip oldukları kriterler önceden bilinirse gerilimin büyüklüğüne ve hattın özelliğine göre iletkenlerin seçilmesi daha iyi olur. Bunlar, kabloların elektroteknik özellikleri, gerilim değerleri, gerilim düşümü ve kesit değerleri, kısa devre akımına dayanım ve sıcaklık değerleri olarak belirtebiliriz. Bu kriterleri sırasıyla inceleyelim.

2.1.6.1. Kabloların Elektroteknik Özellikleri

Enerji iletim ve dağıtım hatlarında akım, gerilim, güç ve güç katsayıları gibi büyüklükler arasındaki ilişkileri hesaplamaya yarayan ve hatların özelliklerine göre değişen R-L-C değerlerine hat sabiteleri denir.

Enerji taşıma hatlarının çalışma gerilimlerinin büyüklüğüne göre hat sabitelerinden bazıları çok küçük değerlere düşer. Bu bakımdan bazıları dikkate alınmayabilir. Kabloların elektroteknik özelliklerini (direnc, endüktans, kapasitans) inceleyelim.

Ø Direnc

Elektrik enerjisi, iletim ve dağıtım hatlarında gerilim düşümü ve güç kaybının meydana gelmesine sebep olan hat sabitesidir. Bu nedenle direncin önemi fazladır. Hatların

doğru akım ve alternatif akım dirençleri ayrı ayrı düşünülür. *Frekans yükseldikçe bu iki direnç arasındaki fark büyür.* Alternatif akımdaki dirence etkin direnç de denir.

Tablo 2.7’ de kabloların (bakır ve alüminyum) dirençleri verilmiştir, inceleyiniz.

| Nominal kesit (mm ²) | Direnç Ohm/km | Al Ohm/km |
|----------------------------------|---------------|-----------|
| 1.5 | 12.10 | - |
| 2.5 | 7.41 | - |
| 4 | 4.61 | - |
| 6 | 3.08 | - |
| 10 | 1.83 | - |
| 16 | 1.15 | 1.91 |
| 25 | 0.727 | 1.20 |
| 35 | 0.524 | 0.868 |
| 50 | 0.387 | 0.641 |
| 70 | 0.255 | 0.413 |
| 95 | 0.193 | 0.320 |
| Nominal kesit (mm ²) | Direnç Ohm/km | Al Ohm/km |
| 120 | 0.153 | 0.253 |
| 150 | 0.124 | 0.206 |
| 185 | 0.0991 | 0.164 |
| 240 | 0.0754 | 0.125 |
| 300 | 0.0601 | 0.100 |
| 400 | 0.0470 | 0.0778 |
| 500 | 0.0366 | 0.0605 |

Tablo 2.7: Kabloların 20 °C’ deki dirençleri

Ø Endüktans

Üzerinden akım geçen bir iletkenin çevresinde bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik alan değişken bir manyetik alan ise devrede bir endüksiyon elektromotor kuvvet meydana getirir.

Meydana gelen bu emk'i meydana getiren manyetik alan devrenin kendisi tarafından meydana getirildiği için *öz endüksiyon* denir. Bu emk'E ise zıt emk veya self endüksiyon emk denir.

Meydana gelen bu zıt emk iletken üzerinden geçen akımdaki artışı artırmaya veya azaltmaya çalışır. Dolayısıyla lenz kanununa göre kendisini meydana getiren sebebe karşı koyar. Dolayısıyla iletkenin alternatif akıma karşı direnci artar. Bu etkiye *endüktif reaktans (XL)* denir ve iletken üzerinde bir gerilim düşümüne sebep olur. Fakat aktif güç kaybına bir etkisi yoktur.

Endüktif reaktans, hatların bir veya üç fazlı oluşları ile, hat iletken düzenlerine, iletkenler arasındaki aralığa ve iletken yarıçaplarına bağlı olarak değişir.

Tablo 2.8'de PVC izoleli kabloların yaklaşık endüktif reaktansları verilmiştir, inceleyiniz.

| Nominal iletken kesiti(PVC izoleli kablolar) | Nominal gerilim 0.6/1 kV Çok damar | 1 damar | 3.6/6kV 3 damar | 1 damar | 6/10kV 3damar | 1damar |
|--|------------------------------------|---------|-----------------|---------|---------------|--------|
| 25 | 0.082 | 0.103 | 0.107 | 0.137 | 0.122 | 0.127 |
| 35 | 0.079 | 0.098 | 0.101 | 0.131 | 0.116 | 0.119 |
| 50 | 0.078 | 0.095 | 0.097 | 0.127 | 0.114 | 0.113 |
| 70 | 0.075 | 0.090 | 0.092 | 0.117 | 0.107 | 0.107 |
| 95 | 0.075 | 0.088 | 0.088 | 0.112 | 0.103 | 0.104 |
| 120 | 0.073 | 0.085 | 0.085 | 0.107 | 0.099 | 0.100 |
| 150 | 0.073 | 0.084 | 0.083 | 0.105 | 0.096 | 0.097 |
| 185 | 0.073 | 0.084 | 0.081 | 0.102 | 0.093 | 0.094 |
| 240 | 0.072 | 0.082 | 0.078 | 0.097 | 0.089 | 0.093 |
| 300 | 0.072 | 0.081 | 0.077 | 0.095 | 0.087 | 0.091 |
| 400 | - | 0.079 | - | 0.092 | - | 0.088 |
| 500 | - | 0.079 | - | 0.089 | - | 0.085 |

Tablo 2.8: PVC izoleli kabloların endüktif reaktansları (XL)

Tablo 2.8' i incelediğimizde 95 mm² kesitli PVC izoleli kablunun; 0,6/1 KV gerilimde; çok damarlı kablo XL'si 0,075 ohm- bir damarlı 0,088 ohm. 3,6/6KV gerilimde (95 mm²) 3 damarlı için XL'si 0,088 ohm- bir damarlı için 0,112 ohm, 6/10 KV gerilimde (95 mm²) 3 damarlı için XL'si 0,103 ohm-bir damarlı için 0,104 ohm'dur.

Kablo kesiti arttıkça endüktif reaktansın düştüğü görülmektedir . Ayrıca kablunun bir damarlı veya çok damarlı olması da endüktif reaktansı etkilemektedir.

Tablo 2.9’da XLPE (çapraz bağlı polietilen) izoleli kabloların endüktif reaktansları verilmiştir, inceleyiniz. (Zırhlı kablolar için % 10 fazlası alınır. Üçgen döşeme şeklinde)

| Nominal iletken kesiti (XLPE) | Nominal gerilim 0.6/1 kV 1.damar | Çok damar | 6/10 kV 1.damar | Çok damar | 8.7/15kV 1.damar | Çok damar | 12/20kV 1.damar | Çok damar |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------|-----------------|-----------|------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Standart dizayn | | | | | | | | |
| 35 | - | 0.075 | 0.133 | - | 0.139 | - | 0.144 | - |
| 50 | 0.088 | 0.072 | 0.127 | 0.110 | 0.132 | 0.117 | 0.137 | 0.123 |
| 70 | 0.085 | 0.072 | 0.119 | 0.103 | 0.124 | 0.110 | 0.129 | 0.115 |
| 95 | 0.082 | 0.069 | 0.114 | 0.099 | 0.118 | 0.105 | 0.123 | 0.110 |
| 120 | 0.082 | 0.069 | 0.109 | 0.095 | 0.114 | 0.101 | 0.118 | 0.106 |
| 150 | 0.082 | 0.069 | 0.106 | 0.092 | 0.110 | 0.098 | 0.114 | 0.102 |
| 186 | 0.082 | 0.069 | 0.102 | 0.090 | 0.106 | 0.095 | 0.110 | 0.099 |
| 240 | 0.079 | 0.069 | 0.098 | 0.087 | 0.102 | 0.091 | 0.105 | 0.095 |
| 300 | - | - | 0.095 | 0.084 | 0.099 | 0.089 | 0.102 | 0.092 |
| 400 | - | - | 0.091 | - | 0.095 | - | 0.098 | - |
| 500 | - | - | 0.089 | - | 0.092 | - | 0.094 | - |

Tablo 2.9: XLPE izoleli kabloların endüktif reaktansları (XL)

Tablo 2.9’u incelediğimizde XLPE izoleli kabloların endüktif reaktanslarında da yine kesit arttıkça endüktif reaktans azalmaktadır.



XLPE’nin anlamını hatırlayınız.

Ø Kapasitans

Bir kablo iletkenin yükünün potansiyeline oranına iletkenin kapasitesi denir, C ile gösterilir. Kapasitenin birimi faradır (F). Farad çok büyük bir kapasite birimi olduğu için uygulamada daha çok faradın milyonda biri olan mikrofara (µf) kullanılır. Yalıtkan ile birbirinden ayrılmış karşılıklı iki iletken kondansatör özelliği gösterir.

Kablo iletkenleri kendi aralarında olduğu gibi toprak zeminle de kondansatör özelliği gösterir. Yüksek gerilim enerji nakil hatlarına uygulanan alternatif gerilimin değişken özelliğinden dolayı elektrik yükünün miktarı da değişir.

Elektrik yükündeki bu değişme bir elektrik akımı oluşturur. Elektrik yükündeki bu değişme sebebi ile meydana gelen bu elektrik akımına şarj akımı denir. Bu şarj akımı, hattın geriliminin düşmesinde, güç katsayısının, veriminin ve iletim stabilitesinin değişmesinde etkili olur.



Alçak veya orta gerilim dağıtım hatlarında sadece direnç, endüktans dikkate alınır. Yüksek gerilimli iletim hatlarında ise direnç, endüktans ve kapasitans gibi sabiteler dikkate alınır. İletken damarları (Fazları) arasındaki aralıklar daha küçük olduğundan yer altı kablolarındaki kapasite, hava hatlarına göre daha büyüktür. Yer altı kablolarının geometrik ortalama mesafe (GMD) hava hatlarına göre daha küçüktür. Bu sebeple yeraltı kablolarının endüktif reaktansları (XL) çok küçüktür.

2.1.6.2. Gerilim Değerleri

Kablo ve iletkenlerin anma gerilimleri Vo/V şeklinde belirtilmektedir.

Vo; faz iletkeni ile toprak veya konsantrik iletkenler, ekran, zırh ya da metal kılıf gibi topraklama elemanları arasındaki gerilimdir.

V; İki faz iletkeni arasındaki gerilimdir.

Kablo ve iletkenlerin anma gerilimleri uluslararası standart ve norm kurumlarınca; **Vo/V=0,6/1 -1,8/3- 3,6/6 -6/10 -8,7/15 -12/20 -20,3/35 KV** ve daha yukarı değerlerde standartlaştırılmıştır.

- Ø Üç fazlı dalgali akım sistemlerinde Vo gerilimi ile V gerilimi arasındaki oran: $V_o = V/\sqrt{3}$ tür
- Ø İletkenlerinden hiçbirisi topraklanmamış olan bir fazlı dalgali akım veya doğru akım sistemlerinde Vo gerilimi ile V gerilimi arasındaki oran: $V_o = V/2$ dir
- Ø İletkenlerinden bir tanesi topraklanmış olan bir fazlı dalgali akım veya doğru akım sistemlerinde ise Vo gerilimi ile V gerilimi arasındaki oran: $V_o = V$ dur

Kabloların işletme gerilimleri;


Doğru akım(DC) tesislerinde $U_0=0,6$ KV'a göre imal edilmiş bir kablunun arıza yapmadan çalışabilmesi için müsaade edilen en yüksek işletme gerilimi: $U_m=1,8KV$ 'tur.

Bir veya çok fazlı dalgalı akım (AC) tesislerinde ise, belli bir anma gerilimine göre imal edilmiş kabloların müsaade edilen en yüksek işletme gerilimleri U_m için değerler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir, inceleyiniz (Tablo 2.10).

| Anma Gerilimleri $U_0 / U (U_m)$ | Sistem şekli | | | | | |
|--|------------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| | Üç fazlı dalgalı akım | | Bir fazlı dalgalı akım | | | |
| | Anma Gerilimi U_n | Müsaade edilebilir en yüksek işletme gerilimi U_{bmax} | İki iletken de yalıtılmış | | Bir iletken topraklanmış | |
| | | | Anma Gerilimi $U_n \leq 2 U_0$ | Müsaade edilebilir en yüksek işletme gerilimi U_{bmax} | Anma Gerilimi $U_n \leq U_0$ | Müsaade edilebilir en yüksek işletme gerilimi U_{bmax} |
| | kV | kV | kV | kV | kV | kV |
| 0,6 / 1 (1,2) | 1 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 0,6 | 0,7 |
| 1,9 / 3,3 (3,6) | 3 | 3,6 | | | | |
| 3,5 / 6 (7,2) | 6 | 7,2 | 7,0 | 8,3 | 3,5 | 4,1 |
| 6 / 10 (12) | 10 | 12 | 12 | 13,5 | 5,8 | 6,7 |
| 8,7 / 15 (17,5) | 15 | 17,5 | 17,4 | 20,2 | 8,7 | 10,1 |
| 12 / 20 (24) | 20 | 24,0 | 24,0 | 28,0 | 12,0 | 14,0 |
| 18 / 30 (36) | 30 | 36 | 36 | 42 | 18 | 21 |
| 20,3 / 35 (42) | 35 | 42 | 40,6 | 47,3 | 20,3 | 23,7 |
| 26 / 45 (52) | 45 | 52 | | | | |
| 36 / 60 (72,5) | 60 | 72,5 | | | | |
| 64 / 110 (123) | 110 | 123 | Bu gerilim kademelerinde kullanılmaz | | Bu gerilim kademelerinde kullanılmaz | |
| 78 / 132 (145) | 132 | 145 | | | | |
| 89 / 154 (170) | 150 | 170 | | | | |
| 127 / 220 (245) | 220 | 245 | | | | |
| 220 / 380 (420) | 380 | 420 | | | | |
| DIN VDE 0298 Bölüm 1 IEC 60183 IEC 60071-1 | DIN VDE 0101 DIN VDE 0111 | | DIN VDE 0298 Bölüm 1 | | | |

Anma gerilimleri IEC 60071-1 ve IEC 60183'e göre dir.

Tablo 2.10: Kabloların anma ve işletme gerilim değerleri

 Tablo 2.10' u incelediğimizde; 4. satırdaki 6/10 KV'luk kablo için, anma gerilimi 10 KV, müsaade edilen en yüksek işletme gerilimi 12 KV'tur (üç fazlı dalgalı akım için).

2.1.6.3. Gerilim Düşümü ve Kesit Değerleri

Üç fazlı bir sistemde enerjiyi belli bir uzaklığa iletmek için kullanılan iletkenler gerilim düşümü ve güç kaybı oluşturur. Kullanılan şebeke çeşidine göre uygun görülen gerilim düşümü yüzdesinin belirli bir değerin üstünde olmaması gerekir. İletken kesitlerinin izin verilen gerilim düşümünden daha fazla bir gerilim düşümüne sebep olmaması istenir. Ayrıca iletken kesiti gereğinden fazla kalınlıkta tespit edilirse ekonomik olmaz. Bu sebeple elektrik enerjisi iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılan iletkenlerin kesitleri, izin verilen gerilim düşümü yüzdelere uygun kalınlıkta hesap edilmelidir.

Elektrik enerjisi iletim ve dağıtımında kullanılan iletkenlerin aşağıda belirtilen gerilim düşümü değerinden daha fazla olmaması istenir. Bu gerilim düşümü değerleri şunlardır.

- Ø Alçak gerilimli dağıtım şebeke ve hatlarında %5'ten daha fazla gerilim düşümüne müsaade edilmez. Kendi transformatörü bulunan tesislerde, transformatörlerin AG çıkışından itibaren gerilim düşümü bakımından en kritik durumda olan tüketiciye kadar olan toplam gerilim düşümü aydınlatma tesislerinde % 6,5 motor yüklerinde % 8'i aşmamalıdır. Ring olması halinde yüksek gerilim için yukarıdaki açıklamalar aynen geçerlidir.
- Ø Orta gerilimli şebeke ve hatlarında % 10'dan daha fazla gerilim düşümü olmamalıdır.
- Ø Gerilim düşümü indirici trafo merkezlerinin sekonderinden itibaren yüksek gerilim dağıtım şebekelerinde % 7'yi aşmamalıdır. Ancak ring şebekeler için ayrıca arıza hallerinde ringin tek taraflı beslenmesi durumu için gerilim düşümü tahkikleri yapılmalıdır. Bu durumda gerilim düşümü % 10'u aşmamalıdır.
- Ø İletken kesitlerinin normalin üstünde bir gerilim düşümü vermemeleri için uygun görülen enerji kaybının % değeri ise;
 - Yakıt olarak fuel-oil veya kömür kullanan termik santrallerde üretilen elektrik enerjisinin iletilmesinde % 6-7 alınabilir.
 - Hidroelektrik santrallerde üretilen elektrik enerjisinin iletilmesinde ise %10-12'den daha fazla olmamalıdır.

2.1.6.4. Kısa Devre Akımına Dayanım ve Akım Taşıma Kapasiteleri

Kablo ile yapılmış tesislerde belirlenen kısa devre akımı, iletkenlerde ve yalıtkanlardaki sıcaklık yükselmesi, termik genişleme, elektromanyetik kuvvetler ve bazen kablo çevresi sınırları gibi pek çok etkene bağlıdır.

İletken ve yalıtkanların sıcaklıkları, kısa devrelerden sonra mekanik ve elektrik dayanıklılıklarını kaybedecek derecede yükseğe çıkmamalıdır. Kablonun belirlenen kısa devre akım değeri, bir saniyelik zaman içinde iletkeni normal, devamlı yüklemeye belirlenen en yüksek sıcaklıktan kablo tesisi için belirlenmiş sıcaklık değerine yükselten kısa devre akımının efektif değeridir.

Kısa devre durumunda 1 sn içinde kablo iletkeninin sıcaklık değeri 150 °C değerini aşmamalıdır. Teorik olarak iletkenler akkor haline gelene kadar akım taşıma kabiliyetine sahiptir. Ancak pratikte 75 °C üstündeki sıcaklıklarda bakır tavlanmaya uğramakta ve mekanik dayanımını kaybetmektedir. 20 °C dereceden küçük sıcaklıklarda kablo nominal akımın üstünde bir akım ile yüklenebilir. 20 °C'den büyük sıcaklıklarda kablo nominal akımının altında akım değerleri ile yüklenmelidir.

Tablo 2.11'de protodur kabloların akım taşıma kapasiteleri verilmiştir, inceleyiniz.

| TopraktaKablo Cinsi | Prodotur Y Kabloları | | | | | | | | Prodotur X Y Kabloları | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|------------------------|----------|--------|----------|--------|----------|
| Gerilim | 0,6/1 kV | | 3,5/6 kV | | 5,8/10 kV | | 8,7/15kV | | 20,0/35 kV | | | | | |
| Damar Sayısı | 3 ve 4 | | | | 3 | | | | 1 | | | 3 | | |
| Döşeme Şekli kesit mm2 | Havada | Toprakta | Havada | Toprakta | Havada | Toprakta | Havada | Toprakta | Havada | Toprakta | Havada | Toprakta | Havada | Toprakta |
| 0,75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,5 | 27 | 17,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2,5 | 36 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 46 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 58 | 41 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 77 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 16 | 100 | 76 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 25 | 130 | 101 | 120 | 105 | 125 | 115 | 105 | 97 | - | - | - | - | - | - |
| 35 | 155 | 125 | 150 | 130 | 150 | 135 | 130 | 117 | 189 | 199 | 208 | 195 | 172 | 148 |
| 50 | 185 | 151 | 175 | 155 | 175 | 165 | 155 | 146 | 223 | 238 | 247 | 234 | 204 | 178 |
| 70 | 230 | 192 | 215 | 195 | 215 | 205 | 190 | 181 | 273 | 296 | 302 | 292 | 251 | 220 |
| 95 | 275 | 232 | 260 | 240 | 255 | 250 | 225 | 220 | 325 | 358 | 359 | 354 | 300 | 265 |
| 120 | 315 | 269 | 295 | 275 | 290 | 285 | 260 | 255 | 368 | 412 | 402 | 404 | 335 | 304 |
| 150 | 355 | 309 | 335 | 315 | 325 | 320 | 300 | 295 | 410 | 465 | 443 | 456 | 375 | 347 |
| 185 | 400 | 353 | 375 | 360 | 365 | 365 | 340 | 340 | 463 | 532 | 496 | 515 | - | - |
| 240 | 465 | 415 | 435 | 430 | 425 | 430 | 400 | 405 | 434 | 627 | 562 | 602 | - | - |

Tablo 2.11: Kabloların akım taşıma kapasiteleri

2.1.7. Kullanım Yerlerine Göre Çeşitleri, Yapıları, Özellikleri

Tek iletkenli veya çok iletkenli olarak imal edilen enerji kabloları alçak, orta ve yüksek gerilimde kullanılabilecek şekilde sınıflandırılır.

Enerji kabloları döşeme şekillerine ve kullanıldıkları yere göre de şu şekilde sınıflandırılır.

- Ø Bina içinde kullanılan kablolar
- Ø Su altı ve gemi kabloları
- Ø Yer altı kabloları

2.1.7.1. Bina İçinde Kullanılan Kablolar

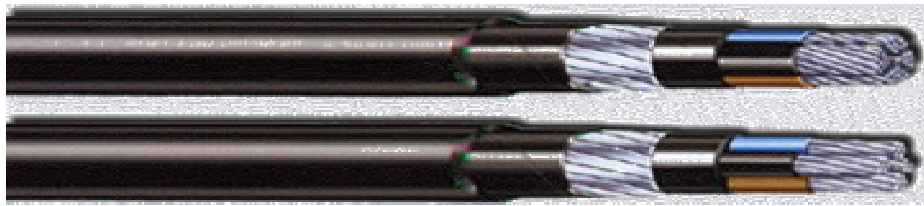
Bina içinde kullanılan kabloların; kapalı kuru yerlerde kullanılan kablolar, ısıya dayanıklı kablolar, lastik yalıtkanlı kablolar, ölçü ve kumanda kabloları olarak çeşitleri vardır.

Ø Kapalı kuru yerlerde kullanılan kablolar

Kapalı kuru yerlerde, sabit tesislerde, sıva altında, boru içinde veya kroşeler üstünde montaj edilir. Dağıtım tablosunda cihazlar arası bağlantılarda bakır iletkenli iki damarlı, ince çok telli, bükümlü, flexible (bükülebilen esnek) kablolar bilhassa hareketli cihazların irtibatında kullanılır.

Ağır işletme şartlarına dayanıklı sabit tesislerde plastik yalıtkanlı, Alvinal-D (YAVV veya NAYY), Alvinal - K (YAMV-NAYCY), Alvinal - Z (YAVSV-NAYFYGbY) alüminyum iletkenli kablolar kullanılmaktadır. Düşük kesitlerdedir ve dört damarlıdır (Resim 1.1).

Nominal gerilimi 0,6 /1 KV'tur. Siyah PVC-plastik yalıtkanlı ve damarların faz ayırımı numaralıdır. Damarlar birbirinin üzerine helisel bir şekilde sarılmıştır. Kuvvet ve kumanda merkezleri, endüstri ve genel kullanıma ile ilgili bina tesisatlarında kullanılır.



Resim 2.1: Alvinal kablo (alüminyum) enerji kablosu

Ø Isıya dayanıklı kablolar

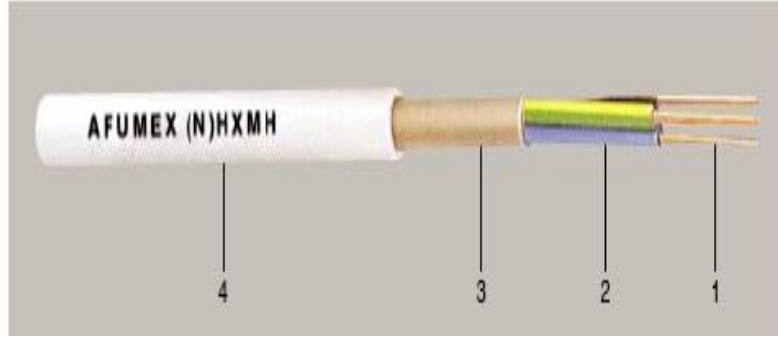
Doğrudan ateş içinde kalan kablo tesislerinin hasarlara sebep vermemesi için kabloların alev iletme özelliği TS- 212 standartlarına göre tespit edilmiştir. Bu kabloların kullanıldığı tesislerde yangının yayılması, korozyon, yangın sırasında zehirli gaz ve görüşü

engelleyen duman tabakası oluşmaz. Bu özelliğinden dolayı gerilim altında bulunan bakır iletkenli kablounun devre dışı kalması önlenmiş olur.

Bu kabloları örnek olarak; (N)HXSGAFHXÖ 1,8/3 KV (VDE 0250) , (N)HXMH 300/500V

(N)HXSHXÖ-J 0,6/1 KV (VDE 0250) enerji kabloları verilebilir.

- (N) HXMH 300 / 500 V
- 1- Bir veya çok telli bakır iletken
Solid or stranded cu-conductor
 - 2- Özel sentetik yalıtkan
Special synthetic insulation
 - 3- Özel dolgu
Special filler
 - 4- Özel sentetik dış kılıf
Special synthetic outer sheath

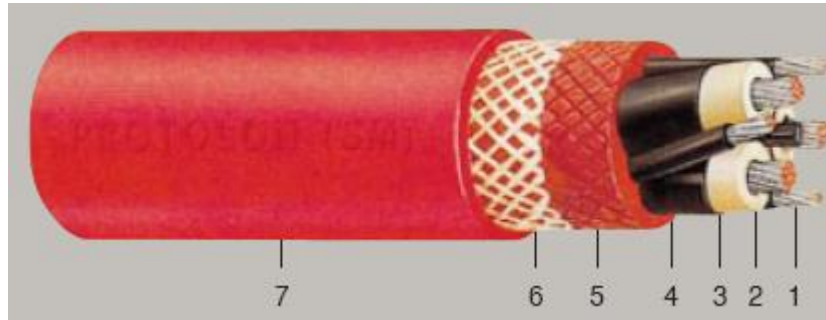


Şekil 2.2: (N) HXMH kablo

Ø Lastik yalıtkanlı kablolar

Kalaylı ince çok telli bakır iletkenli lastik yalıtkanlı bir veya çok damarlı kablodur. Rutubetli yerlerde cihazlarda kullanılır. Ayrıca mekanik etkinin az olduğu yerlerde ve tarımsal elektrikli cihazlarda kullanılır.

Kuru ve rutubetli yerlerde, açıkta yapılan tesislerde ağır koşullarda kullanılan lastik yalıtkanlı kablolar da vardır. Yüksek mekanik zorlamaların etkisinde kalan motorlarda tercih edilir.



Şekil 2.3: (N) TSCGEWÖU (SM) lastik yalıtkanlı kablo (5,8/10 KV)

- | | | | |
|---|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| 1-Kalaylı, çok ince çok telli bakır iletken | 2-Ç yarı iletken tabaka | 3-Protolon yalıtkan | |
| 4-Dış yarı iletken tabaka | 5-Lastik iç kılıf | 6-Textil çorap örgü | 7-Prototirm dış kılıf |

Bu kablo maden ocaklarında, bant sistemlerinde iş makinelerinde kuyruk kablosu ve şantiyelerde besleme kablosu olarak kullanılır. 3x25 ve 3x120 kesitleri aralığında üretilir.

Ø Ölçü ve kumanda kabloları

Ölçü kumanda ve kontrol kabloları, küçük kesitlerde, sinyal iletişimleri için normal işletme şartlarına uygundur. İhtiyaca göre ağır işletme şartlarında kullanmak için yağa dayanıklı ve özel dış kılıflı olarak imal edilmektedir. Bu kablolar bağlantı kablosu olarak tesisin sinyal ve ölçü değerlerinin dışarıdan gelebilecek elektromanyetik alan etkilerine karşı korunmasının gerekli olduğu yerlerde kullanılır.



Şekil 2.4: HO5VV5-F ölçü ve kumanda kablosu

- 1-İnce çok telli bakır iletken 2-Protodur yalıtkanlı numara baskılı damarlar
3-Protodur dış kılıf 3x0,75 -60x0,75 mm² kesit aralığında üretilir.

2.1.7.2. Su Altı ve Gemi Kabloları

Kalaylı çok telli bakır iletkenli protolin (Etilen-propilen - kauçuk, EPR) yalıtkanlıdır. Bir veya çok damarlı, lastik dolgu üzerinde ince tellerden örülmüş bakır ekranlıdır.

Protofirm (kloropren-kauçuk) dış kılıflıdır. Gemilerde ve her türlü deniz araçlarında kuru, ıslak ve buharlı ortamlarda kullanılabilir. Kapalı ve açık güvertelerde, bütün oda ve kapalı yerlerde güvenle kullanılır. Hassas antenlerin bulunduğu yerlerde ve üzerinde bulunan bakır örgü sayesinde ağır işletme şartlarında kullanılır.



Şekil 2.5: MGG 0,6/1 KV ekransız gemi kablosu

- 1-Kalaylı, çok telli bakır iletken 2- Protolon lastik yalıtkan 3-Lastik dolgu
4-Protofirm dış kılıf 1x1,5 - 24x1,5 mm² kesit aralığında üretilir.

Ekransız oluşları sebebi ile telsiz, radar ve benzeri alıcı-verici cihazların bulunduğu kapalı mahaller ile anten tesisatlarının yakınında kullanılmamalıdır. DIN 89160/VDE 0261 ve IEC 92-3'e göre imal edilir.

2.1.7.3. Yer Altı Kabloları

Yer altı kabloları imalatında genel olarak bakır ve alüminyum iletkenli 1-15 kV'a kadar protodur, 1-154 kV'a kadar protothen-x yalıtkanlı kablolar kullanılır. Y kablolarının yalıtkan kılıfı TS-212'de belirtilen PVC veya EPR(Etile propilen kauçuk)yalıtkanlı malzemedendir.

Protodur(PVC) yalıtkanlı iletken damarları renk kodlu veya numaralı Y kabloları tek veya çok damarlıdır. Protodur izolasyonun altında ve üstünde dielektrik kayıpları azaltmak için iç ve dış iletken tabakalar vardır. Kısa devre akımlarına uygun kesitte bakır ekranlıdır. Üç damarlı kablolar da yassı çelik zırhlı ve bunun içinde helis şeklinde sarılmış çelik şeritten tutucu sargı bulunur. Mekanik dış tesirlere karşı çok dayanıklıdır. Çoğunlukla şehir şebekelerinde, şalt tesisleri, cadde aydınlatmalarında toprak altında kullanılır. Kabloların kazma darbesinden zarar görmesi halinde nötr iletkeni kablo başındaki şalter veya sigortanın devreyi derhal açmasını sağlar.

Yer altında orta ve yüksek gerilimde protothen-x yalıtkanlı kablolar bilhassa tercih edilir. Protothen-x enerji kablolarında üstün vasıflı bir yalıtkan maddesidir. Organik peroksit katkısıyla yüksek moleküllü saf polietilenden imal edilir. İç iletken tabaka protothen-x yalıtkan ve dış iletken tabaka, üçlü püskürtme kafasıyla bir defada iletkenin üzerine püskürtülür. En üstün özelliği termik dayanıklılığıdır. Büyük sıcaklık farkında dahi mekanik ve elektriki değerler hemen hemen sabit kalır. Bundan dolayı protothen-x yalıtkanlı kablolar da devamlı işletme için iletken sıcaklığına 90 °C'ye kadar müsaade edilir. Bu değerler, protodur yalıtkanlı kablolar da 70 °C'dir. Bu kablolar endüstri bölgesinde hariçte kablo kanallarında ve toprak içinde kullanılır. Mekanik dış tesirlere karşı dayanıklıdır. Yer altı kabloları alüminyum ve bakır iletkenli olarak imal edilir.

Ø Alüminyum iletkenli yer altı kabloları

Yer altında ağır işletme şartlarına dayanıklı, Alvinal-K kabloları da kullanılmaktadır. Plastik izoleli nötrü konsantrik bakır iletkenli, üç damarlı alüminyum iletkenlidir. Nominal gerilimi 0,6/1 kV'tur. Çok telli örgülü siyah PVC plastik ve damarların faz ayırımı numaralıdır. Genel olarak toprak içine tesis edilir. Bilhassa belediye elektrik şebekelerinde, sokak aydınlatması ve dağıtım kablosu olarak kullanılır. Kazma kürek gibi kazıcı aletlerle kablonun zedelenmesi halinde konsantrik nötr iletken, ait olduğu fazın sigortasını attırır.

Alvinal-Z kabloları da yer altında ve ağır işletme şartlarında mekanik etkilere dayanıklı bir kablodur. Plastik yalıtkanlı, çelik zırhlı, düşük kesitli, nötr iletkenli dört damarlı alüminyum iletkenlidir. Nominal gerilimi 0,6/1 kV'tur. Bu alüminyum iletkenli yer altı kablosu ağır işletme şartları için imal edilmiştir. Kabloda kullanılan çelik galvanizli şerit telden yapılmış bulunan metal koruyucu kılıf dayanımı temin eder. Bu özelliğinden dolayı kaygan ve çöküntülü arazilerde, maden ocaklarında gerekli dayanımı sağlayacak yapıdadır. Ayrıca nehir ve deniz altı kablosu olarak da kullanılabilir.

Ø Bakır iletkenli yeraltı kabloları

En çok kullanılan bakır iletkenli yer altı kabloları ve özellikleri şunlardır.

• YVV kablo

YVV 0,6/1 kV
NYY-O / NYY-J 0,6/1 kV
YY 0,6/1 kV

Standartlar / Standards

TS 11178
VDE 0276
IEC 60502

YVV (NYY) 0,6 / 1 kV
1- Bakır iletken
2- Protodur yalıtkan
3- Protodur dış kılıf



Şekil 2.6: YVV kablo

• YE3V Kablo

YE₃V 0,6/1 kV
2XY 0,6/1 kV

Standartlar / Standards

TS 11178
VDE 0276 / IEC 60502

YE₃V (2XY) 0,6 / 1 kV
1- Bakır iletken
2- Protothen-X yalıtkan
3- Koruma bantı
4- Protodur dış kılıf



Şekil 2.7: YE3V kablo

2.2. Kabloların Yer Altından Döşenme Nedenleri

Elektrik enerjisinin hava hatları ile iletilemediği ve dağıtılamadığı yerlerde yer altından iletim ve dağıtım yapılması gerekmektedir. Şehir içlerinde ve hava hattının kullanılma imkânı olmayan yerlerde, özellikle tercih edilir. Boğaz geçişlerinde enerjinin su altından, yer altı kablosu ile yapılması gerekmektedir. Yer altı kabloları çok az arıza yapar ve önemli derecede bakım gerektirmez. Yer altı enerji hatlarının üstünlük ve sakıncaları şunlardır.

2.2.1. Yer Altı Enerji Hatlarının Üstünlükleri

- Ø Yer altı kabloları ile yapılan tesisler, direk ve diğer malzemelere ihtiyaç göstermez.
- Ø Cadde ve meydanların görüntü estetiği bozulmadan tesisler yapılabilir.
- Ø Atmosferik olaylardan (yıldırım, kar, fırtına vb.) etkilenmez.
- Ø Yer altı kabloları cadde, meydan ve parkların özelliklerine uyacak şekillerde düz veya kavis yaptırılarak döşenebilir.
- Ø Havai hatlardaki gibi bakım ihtiyaçları yoktur.

- Ø Yerleşim bölgelerinde, havai hat tesislerine göre daha güvenlidir. Kaza ihtimali azalmıştır.

2.2.2. Yer Altı Enerji Hatlarının Sakıncaları

- Ø Havai hatlara göre kuruluş maliyeti fazladır.
- Ø Kablo arıza tespiti ve onarımı zordur.

2.3. Yer Altı Kablosunun Çekilme Yöntemi

2.3.1. Kablo Güzergahının Belirlenmesi

Yer altı kablosu oldukça pahalı bir gereç olduğundan kabloyu en kısa ve uygun yoldan döşemek gerekir. Güzergahın doğru olarak tespitinde çok titiz olmak gerekir. Ancak bu sayede tesisin yapımında işçilik az olur. Planla yapılmış bir tesisin bakımı kolay ve ömrü de uzun olur.

Kablo döşenecek yerin ölçekli planı ya da haritası alınır. Yüksek gerilimli uzak mesafeli kablo döşenmesinde araziye ait her türlü bilgiler; mesala bataklık, kumluk, kayalık, kil veya kalkerli yerler ile nehir, yol, köprü, tünel ve varsa başka arazi engelleri veya yerlerdeki binalar incelenerek plan veya haritaya işlenir. Kablo yolunun, arazi engelleri dikkate alınarak imkân nispetinde en kısa yoldan düz hat şeklinde döşenmesi istenir. Böylece maliyet en aza inmiş olur.

Kablo boyu yani yolu uzun olursa kabloları ait ek kutuları branşman kutuları sayısı artar. Böylece hem maliyet hem de arızalar artabilir. Plan yapılırsa, ek kutularının yerleri, kablo geçiş yolları uygun olarak seçilir ve plana işlenir. Bu sayede ilerideki onarım ve değişiklikler kolayca yapılabilir. Kablo güzergahı şehir dışı ve şehir içinde olmak üzere iki türlü belirlenir.

2.3.1.1. Şehir Dışında Kablo Güzergahı Belirlenmesi

Açık arazide yani şehirler dışında güzergah tayin edilirken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Ø Kablo güzergahı mevcut yollarla kolayca ulaşılabilir olmalı ve arazi engelleri nispetinde en kısa yollardan geçilmelidir, yani kablo yolu ulaşım yollarından uzakta bulunmamalıdır.
- Ø Kablolar engebeli yerlerden, mesala göl, nehir, orman, yol kavşağı, maden ocakları, kumluk, taşlık yerlerden, nehir yatakları ve benzeri yerlerden döşenmemelidir. Bu gibi yerler kablo döşemeye uygun değildir.
- Ø Kablolar, nehir, köprü, demir yolu ve kara yollarını sık sık kesmemelidir. Bu gibi yerlerde kesinlikle ek kutusu konmamalıdır.
- Ø Yolu kısaltmak için kablolar tarlaların içinden döşenmemelidir. Ek kutuları, tarlaların içine konmamalıdır, sonra yerleri belirsiz olur.

- Ø Kablolar, rutubet ve zararlı kimyasal maddelerin bulunduğu endüstri bölgelerinden uzak olmalıdır.
- Ø Kablolar, cadde ve yollar boyunca, bunların yanından döşenmelidir. Kablo güzergahı açık arazide bile işaretlenmelidir. Varsa ek kutuları da güzergah boyunca emin ve belirli yerlere konmalıdır. İşaret levhaları ya da taşları ile belirtilmelidir. Bu sayede tadilat ve tamirat kolaylıkla yapılabilir.
- Ø Kabloları meyilli araziden, dar boğazlardan, kayalık yerlerden geçirmek gerekirse buralarda çelik bandajlı özel kablolar kullanılmalıdır. Kablo başı ve sonunda fazlalık bırakılması gereklidir. Böylece arıza halinde yeni kabloya gerek kalmadan tamirata yapılabilir.
- Ø Kablo bataklık arazide döşenecek ise, önce bataklık tahlil edilir, sonra kablolar ya künklerden, borulardan, beton veya ağaç kazıklar üzerinden geçirilir. Böylece kablo hem korunmuş hem de kablo yolu sabit hale getirilmiş olur.

2.3.1.2. Şehir İçinde Kablo Güzergahı Belirlenmesi

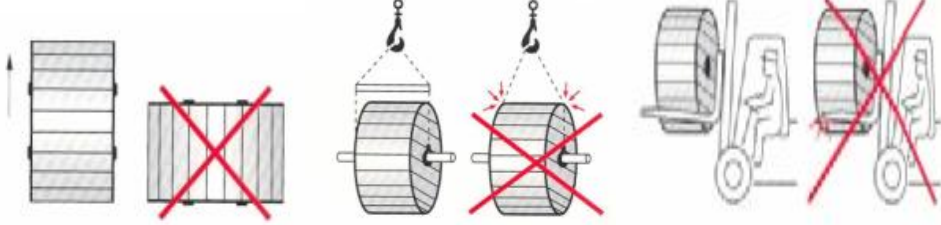
Şehir, kasaba ve köy gibi meskun yerlerde kabloların güzergahı belirlenirken şu hususlara dikkat edilir.

- Ø Kablolar şehirlerde mutlaka yol ve sokaklar boyunca ve yaya kaldırımları altına döşenmelidir, kablo döşeniş yolunun kısa olması tercih edilir.
- Ø Kablo yolunun, telefon kabloları, kanalizasyon büzleri, su ve doğalgaz boruları ile karşılaştırılmadan belirlenmesi tercih edilmelidir.
- Ø Kablolar duruma ve ihtiyaca göre yolların bir ya da iki yanına döşenir. Yolun tek yanına döşenmiş bir kablo tesisatında, sonradan yolun diğer yanına elektrik almak gerekirse yol bozulur, trafik aksar bu da istenilen bir durum değildir.
- Ø Kablolar, ahır, gübre suları veya kimyevi suların aktığı atölye ya da fabrikalar civarına döşenmez. Şayet mecburiyet varsa, kablo çok derine döşenir ve demir boru içinden geçirilir, borunun iki ağzı ziftli bezlerle sarılır. Böylece tahrip edici sıvılardan korunmuş olur.
- Ø Kablo döşenmesi esnasında her türlü ek kutuları, branşman kutularının yerleri tam olarak ölçülür. Bina ve değişmez yerlere işaret konur. Durum ayrıca plana işlenir.

2.3.2. Yer Altı Kablolarının Döşenme Yerine Taşınması

Yer altı kablo makaraları üzerinde; kablonun cinsi, kablo kesiti, damar sayısı, işletme gerilimi, boyu ve sağılma (serilme) yönlerine ait bilgiler bulunur. Makaralar demir veya tahtadan olabilir, çok ağır oldukları için tesis yerine taşıtlarla götürülür. Bazen makara taşıma özel araçları kullanılmaktadır, bu araçlardan makara hiç indirilmeden direk olarak kablo çekilerek döşenebilmektedir. (Resim 2.3'e bakınız.)

Makaranın taşıttan indirilmesi oldukça önemli bir iştir. Makaranın yere indirilmesi için ya vinçle indirme işlemi yapılır (Resim 2.2'ye bakınız.) veya taşıta bir kalas dayanır. Makara yavaş yavaş kalas üzerinden yuvarlanırken bir halatla ters yönde çekilir. Makara hızını kesmek için yere (kalas önüne) engeller konur. Makara yere indirildikten sonra tesis yakınındaki bir yere üzerindeki ok yönünde yuvarlanarak taşınır.



Şekil 2.8: Kablo makarasının taşınma yöntemleri



Şekil 2.9: Kablo makarasının döşenme yerine getirilmesi



Resim 2.2: Kablo makarası ve indirilmesi



Resim 2.3: Kablo makaraları taşıma araçları

2.3.3. Yer Altı Kablolarının Döşeme Yerine Serilmesi

Makarada olmayan, yani kangal halindeki kablolar yuvarlanarak serilir (sağılır). Kabloyu çekerek sağlamak ve sürüklemek doğru değildir, kablo zedelenebilir. Makarada bulunan kablonun sağılması özel aparatlar (bucurgat) yardımıyla yapılır. Bu aparatın ayakları makara yanlarına konduktan sonra makaranın ortasından geçirilen mil, aparatın yuvalarına yerleştirilir. Aparatın vidaları her iki taraftan sıkılarak makara yerden biraz yukarıya kaldırılır.

Serme (sağma) işlemi 3-4 kişi tarafından yapılmalıdır, bir veya iki kişi makarayı çevirir, bir kişi de makaranın hızlı dönmesini önlemek için bir tahta ile makarayı kenardan firenler. Kablo daha çok makaranın üstünden sağıldığı gibi, bazen de makaranın altından sağılır. Serme (sağma) işlemi yapılırken kablo boyu uzadıkça kablonun ağırlığına göre her 5-10 metrede bir taşıyıcı kullanılmalıdır. Gelişmiş ülkelerde kablo makara aparatı kullanılmadan, direkt olarak kablo kanala serilmektedir. Kablolar, uçlarına yardımcı gereçler (pabuç, kablo kılıfı) takılarak çekilip serilmelidir.



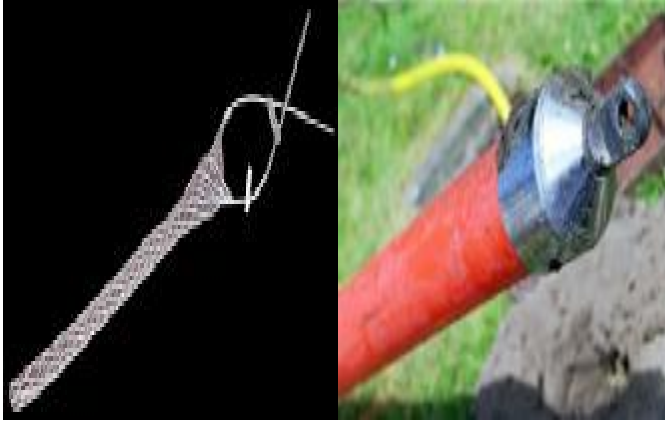
Resim 2.4: Kablo makara aparatları



Resim 2.5: Kablonun serilmesi



Resim 2.6: Kablo taşıyıcı ve kablo serilmesi



Resim 2.7: Kablo çekme için çorap ve kablo ucu

Kabloların serme ve çekme işleminde, kablo uçlarının zarar görmemesi için kablo çorabı ve kablo ucu kullanılır.



Resim 2.8: Kablonun serilmeden döşenmesi

Gerektiğinde serme işlemini yapmadan kablolar direk olarak kanala döşenebilir.

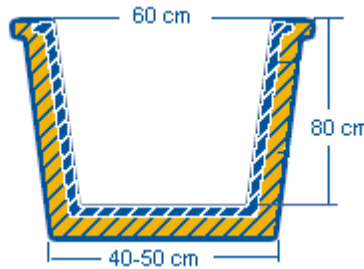
2.3.4. Yer Altı Kablolarının Döşeme Yöntemleri

Coğrafi zorluklar, iklim koşulları, güvenlik, strateji, estetik ve elektromanyetik uyumluluk gibi pek çok açıdan yer altı kablolarının kullanımı kaçınılmazdır. Yer altı kabloları değişik şekillerde döşenebilmektedir. Döşeme yönteminin seçilmesinde maliyet, kablo güzergah yerinin özelliği, estetik gibi unsurlar göz önüne alınır. Genelde yer altı kabloları toprak içine ve bina içine döşenir. Bu döşeme yöntemlerini sırayla inceleyelim.

2.3.4.1. Kablo Kanalının Hazırlanması

Kablo kanalı, tespit edilen kablo yolu boyunca uygun araç gereçlerle açılır. Kanalın kazılacağı yerin sert ve toprak zemin olmasına göre kullanılan araç gereçler değişmektedir (Resim 2.9 ve 2.10'a bakınız.). Kanalın derinliği sokak ve alanlarda en az 80 cm olmalıdır, bu yerlerin dışında en az 60 cm olmalıdır. Bu derinlik zorunlu durumlarda özel koruyucu önlemler alınarak 20 cm dolaylarında azaltılabilir. Kablo kanalının dip genişliği 40-50 cm, üst genişliği 60 cm olmalıdır. Bir kanal içine birden fazla kablo döşenecekse, kablolar arasında 20-25 cm kadar genişlik payı ilave edilir. Aslında kanal ebatları; işletme gerilimlerine, kablo sayısı ve kablo çaplarına ve bunların korunması için kullanılan tuğla vb. ebatlarına göre değişir.

Şehir içinde kablo yolu için yol ve caddeler boyunca kazı yapılır. Yaya kaldırımlarında açılan kablo kanalı, bina duvarlarından en az 60-70 cm uzaklıkta olmalıdır.

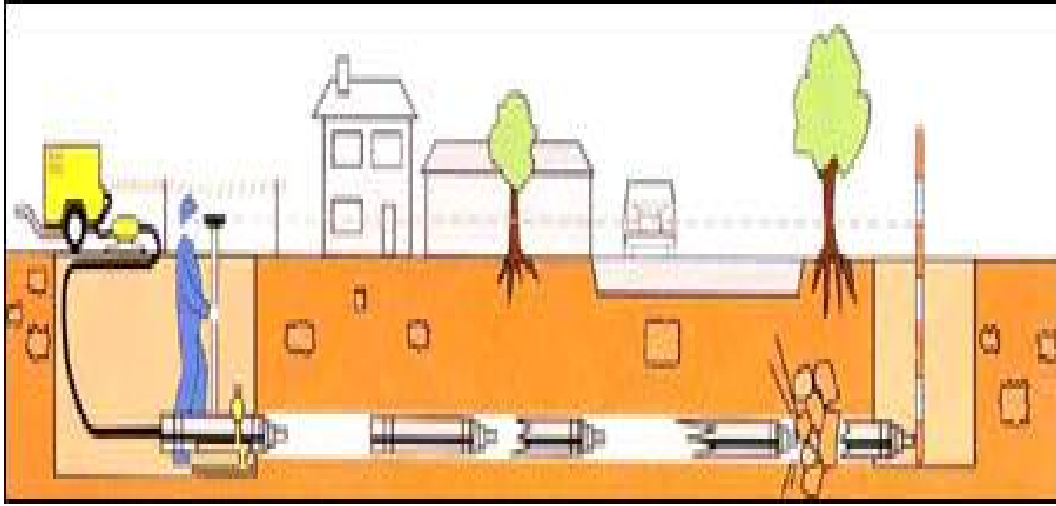


Şekil 2.10: Kablo kanal boyutları

Kablo kanalı derinliği; sokak ve alanlarda en az 80 cm, bu yerlerin dışında a(şehir dışı) en az 60 cm olmalıdır.

Kablo kanalının dibi düz ve taş gibi engellerden arınmış olmalıdır. Şehir dışında meskun olmayan yerlerde kablolar 50-60 cm derinliğe gömülür. Eğer kanal kafi derinlikte açılmıyorsa, kablo kanalının üstü betonla takviye edilir (çok sert kayalık arazide vb.). Şehir içinde kablolar caddeler boyunca ya da kaldırımlar altına ve duvardan en az 60-70 cm uzağa döşenir. Genellikle kablo, yolların cadde ve sokakların her iki yanına döşenir.

Caddeler dikine kablo çukurları ile yarılmamalıdır. Şayet kablo caddeyi dikine geçecekse, cadde harap olur, trafik aksar, işçilik çoğalır. Caddelerden ağır vasıtalar geçtiğinde kablo zedelenebilir. Bunun için kablo en az 1 m derine döşenir. Kablolar eğer demir ya da büzler içine döşenirse boru çapı kablo çapının en az 1,5 misli, künkler veya büzlerin çapı da kablo çapının en az 2 misli olmalıdır.



Şekil 2.11: Yer altından kanal açma yöntemi



Resim 2.9: Sert zeminde kablo kanalı açma



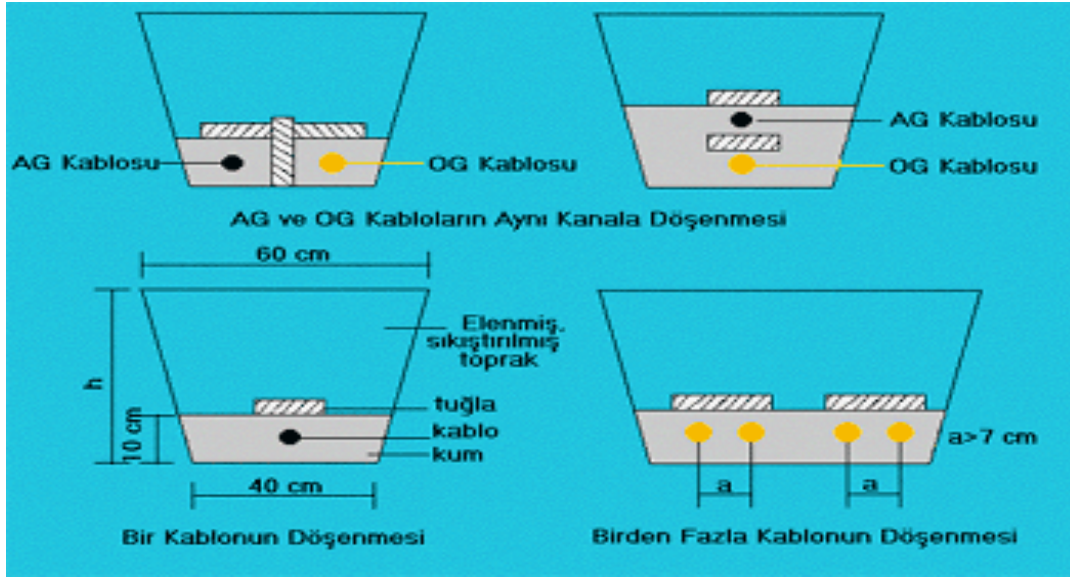
Resim 2.10: Toprak zeminde kablo kanalı açma

2.3.4.2. Kablonun Kanaldan Döşenmesi

Yer altı kabloları doğrudan doğruya açılan kanal içine döşenmez. Doğrudan toprağa döşenen kablonun ömrü kısa olur. Çünkü toprak içinde birçok kimyevi madde vardır. Kanalların tabanı sağlam zeminli ve taşsız olmalıdır. Kablo açılan kanala 10 cm kalınlığında dökülen elenmiş kum üzerine döşenir. Kablo kumun üstüne sağa sola kıvrımlar yaptırılarak yatırılır. Döşenmiş kablo üzerine tekrar 10 cm kalınlığında elenmiş kum dökülür. Kum tabakası, kablonun soğumasını sağlar. Kablo döşenirken burulma, diz verme, sıyrılma veya aşırı gerilme gibi durumların oluşmamasına özen gösterilir, kablo yerde sürünmez.

Kablo yeni doldurulmuş bir yere döşeniyorsa; ilerideki zemin yerleşmelerinde olabilecek çöküntüleri giderebilmek için kablo kanal içerisine doğrusal olarak değil, kıvrımlı (S) olarak döşenir. Bu olasılık unutulmamalıdır. Bunun için kablo kanala fazlalık verilerek kıvrımlı olarak döşenir.

Kablonun üzerindeki kumun üzerine ve aynı kanala yan yana döşenen AG ve OG kabloları arasına tüm kablo boyunca dolu tuğla veya en az 6 cm kalınlıkta beton plaka veya plastik vb. malzemelerden yapılmış koruyucu elemanlar yerleştirilmelidir. Böylece çukuru açan işçilerin kazma darbelerinden kablo korunmalı ve orada kablo bulunduğu önceden anlaşılmalıdır. Bu koruyucunun yaklaşık 30 cm üzerine ise en az 10 cm genişliğinde polietilenden yapılmış uyarı şeridi konulmalıdır. AG ve OG kablolarının üst üste döşenmesinde ise OG kablosu alta, alçak gerilim kablosu da üstte kalacak şekilde döşenir, aralarına enine tuğla döşenir (Şekil 2.12'e bakınız).



Şekil 2.12: Kablo kanalı özellikleri



Bir enerji kablosu ile başka bir enerji kablosu ya da kumanda kablosu arasındaki en küçük açıklık 7 cm'den az olmamak koşulu ile kablo çapı kadar olmalıdır. Bir enerji kablosu ile telekomünikasyon, demir yolu, otoyol vb. ile ilgili kabloların birbirlerine yaklaşmaları ya da birbirlerini kesmeleri durumunda aralarındaki açıklık en az 30 cm olmalıdır. Bu açıklık daha küçük olduğunda kablolar yanmayan gereçlerden yapılan levha, yarım büz ya da borularla korunmalıdır.



Demir yolu, su kanalı ve üzerinden taşıt aracı geçen yolların altından geçirilecek kablolar çelik, HDPE ya da beton muhafazalı PVC borular veya beton kablo kanallarının içine döküşmelidir. Bu boru ve kanalların üst kenarları, ray alt kenarlarından ve yol yüzeylerinden en az 1 m aşağıda olmalıdır.



Resim 2.11: Kanala kum döküşenmesi ve kablunun yerleştirilmesi



Kablolar çekilirken zedelenmemeli ve ek yapılmamalıdır, her ek yeri ve zedelenen yer arıza kaynağı olabilir. 0°C'nin altındaki ısı değerlerinde kablo döşenmemelidir.



Resim 2.12: Kanala kablonun döşenmesi

**Kablolar çekme makinesi ile veya kanala döşeme yapan makineler ile de döşenebilir.*



Resim 2.13: Kablonun çekme makinesine bağlanması ve makine ile döşenmesi



Resim 2.14: Kablonun değişik tipte kanallara döşenmesi

**Kablolar betondan hazırlanmış kanallara da döşenebilir.*



Resim 2.15: Kabloların beton kanallara döşenmesi ve kanalın kapatılması



Resim 2.16: Kabloların kanala döşenmesi ve tuğlaların yerleştirilmesi

***Kablo kanallarında tuğlaların üstüne mutlaka kablo olduğunu belirten uyarı şeridi konulmalıdır.**

***Kanallara döşenen kabloların bükülme veya dönüş yarıçapı adı verilen belirli bir yarıçapla kavis yaptırılması gerekir. Dönüş yarıçapının istenilen değerlerden küçük tutulması sonucunda, kablo üzerinde çatlaklar oluşur. Bu da yalıtkan malzemenin bozulmasına, kablo ömrünün kısalmasına sebep olur.**

***Kabloların en küçük kıvrılma yarıçapı, D kablonun dış çapı olmak üzere tablo 2.1'deki gibi olmalıdır.**

| Kablo damar Sayısı | Kablo kıvrılma yarıçapı (R) | | |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| | XLPE VE PVC Yalıtkanlı A.G. | XLPE ve PVC Yalıtkanlı Y.G. | Zırhlı Kablolar |
| Üç damarlı | 12 x D | 15 x D | 15 x D |
| Bir damarlı | 15 x D | 15 x D | 15 x D |

Tablo 2.12: Kablolarda en küçük kıvrılma yarıçapı

Örnek: XLPE (Çapraz bağlı polietilen yalıtkanlı) ve PVC yalıtkanlı AG kabloları kıvrılma (kavis) yarıçapı bir damarlı için, kablo çapının en az 15 misli olmalıdır.

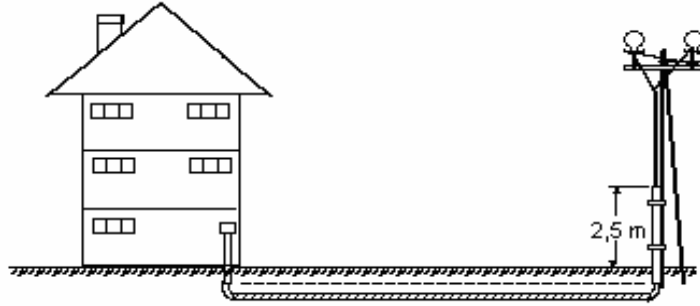
2.3.4.3. Kablonun Kanala Döşeme İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar

- Ø Kablo kanal güzergahı, şehir içinde yol ve caddeler boyunca, yaya kaldırımlarına yakın olarak seçilmelidir. Şehir dışında da ulaşım yollarına yakın yerler seçilmelidir.
- Ø Gereksiz sıklıkla sık sık nehir, köprü ve demir yolundan kablo güzergahı geçirilmemelidir.
- Ø Kablo kanalını uygun araç gereçle açmak gerekir.
- Ø Kablo kanalı derinliği şehir içinde en az 80 cm, şehir dışında en az 60 cm olmalıdır.
- Ø Kablo kanalı dip genişliği 40-50 cm, üst genişliği en az 60 cm olmalıdır (Şekil 2.12).
- Ø Kablo kanalının zemini sağlam ve taş gibi engellerden arınmış olmalıdır.
- Ø Kablo kanalı zeminine 10 cm kalınlığında elenmiş kum döşenmelidir.
- Ø Aynı kablo kanalına AG ve OG kabloları döşenecekse, aralarına tuğla yerleştirilir ve OG kablosu altta olacak şekilde yerleştirilir (Şekil 2.12'e bakınız).
- Ø Aynı kanala yan yana olarak kablolar döşenecekse aralarında en az 7 cm mesafe olmalıdır. (Şekil 2.12'e bakınız)
- Ø Kabloların, telefon kablosu, demir yolu, doğal gaz veya su borusu, cadde, yol ve sokak gibi yerlerin altından geçirilmeleri gerektiğinde koruyucu (boru veya büz) içerisine alınmaları gerekir.
- Ø Kablolar çok soğukta döşenmemelidir, çünkü çok soğukta kablonun yalıtkan tabakası çatlayabilir.
- Ø Kablo, serme ve döşeme işleminde zedelenmemelidir.

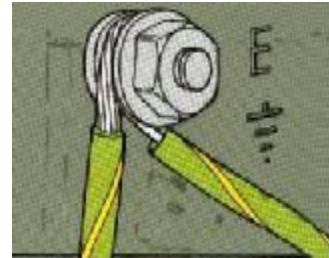
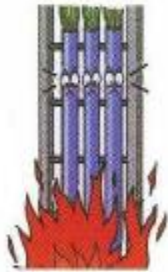
- Ø Kablo kanala gergin olarak değil, kıvrımlar yaptırılarak döşenir.
- Ø Kablo kanalının dönüş yaptığı yerlerde, kabloların en küçük dönüş yarıçapı değerlerine dikkat edilmelidir. (Tablo 2.12'e bakınız.)
- Ø Kanala döşenmiş kablo üzerine 10 cm kalınlığında elenmiş kum döşenir.
- Ø Kumun üzerine enine olarak tuğlalar döşenir. (Resim 2.16'ya bakınız.)
- Ø Tuğlaların üzerine uyarı şeridi yerleştirilir. (Resim 2.16'a bakınız.)
- Ø Kanal uygun dolgu malzemeleri ile doldurularak kapatılır, üstü düzeltilir.
- Ø Döşeme işlemi bittikten sonra artan kabloların uçları nem girmeyecek şekilde kapatılmalıdır.
- Ø Yer altı kablolarının direk iniş ve çıkışında, binalara giriş ve çıkışında, metal borular veya saç kanallar kullanılmalıdır.
- Ø Döşeme işleminde emniyet ve iş güvenliği tedbirlerine uyulmalıdır.

2.4. Yer Altı Hattı İle Enerji Girişi Yöntemi

Çok katlı apartmanlarda ve büyük binalarda enerji girişi yer altı kablosu ile yapılmaktadır. Bu sistem biraz pahalı olmakla birlikte en güvenilir ve kullanışlı olan şeklidir. Enerji elektrik direğinden yer altı kablosu ile en az 1,5 metre derinlikteki kanaldan geçirilerek alınır. Kablonun bina içindeki kısmı hemen giriş katında uygun bir yere yerleştirilen kofre sigortalarına bağlanır. Diğer tarafı da klemenslerle direkdeki iletkenlere bağlandıktan sonra, direk üzerinde yerden 2,5 metre yüksekte olacak şekilde, galvanizli boru içine alınmalıdır. Kofre sigortası ile tesisatın dağıtım tablosu başka bir iletkenle ayrıca irtibatlanmalıdır. Enerji dağıtımı yer altından yapılan şebekelerde, enerji yine yerin altından ve yer altı bağlantı kutularından alınır.



Şekil 2.13: Yer altından enerji girişi



2.5. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

İlgili yönetmelik maddeleri şunlardır;

Madde 58-b.

b) Kabloların döşenmesi:

1) Yer altı kablolarının döşendikleri yerler kimyasal, mekanik ve ısı etkilerden olabildiğince uzak ya da bunlara karşı korunmuş olmalıdır.

2) Kablo ve çevresini yangın tehlikesinden korumak ve yangının yayılmasını önlemek için kablolar yanıcı maddeler üzerine döşenmemelidir. Kabloların varsa jüt tabakaları soyulmalıdır.

3) Yapı girişlerinde kablolar boru içine alınmalı, kablo ile boru arasındaki boşluk elastik silikon ya da benzeri bir madde ile doldurulmalıdır. Bu amaçla çimento kullanılamaz. Mekanik darbelerin oluşabileceği durumlarda çelik borular kullanılmalıdır. Çelik borular nerede kullanılırsa kullanılsın üç faz aynı borudan geçirilmelidir. Tek damar olması durumunda anti manyetik malzeme kullanılmalıdır.

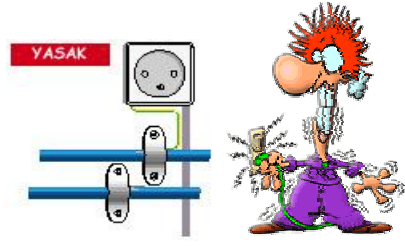
f) Kablo renk kodları TS 6429 standardına uygun olacaktır.

4) Kablo başlıkları, kabloya su, nem girmesini önleyecek şekilde olmalıdır. AG kablolarında su girmesini önleyecek tedbirlerin alınması durumunda kablo başlığı kullanılmayabilir.

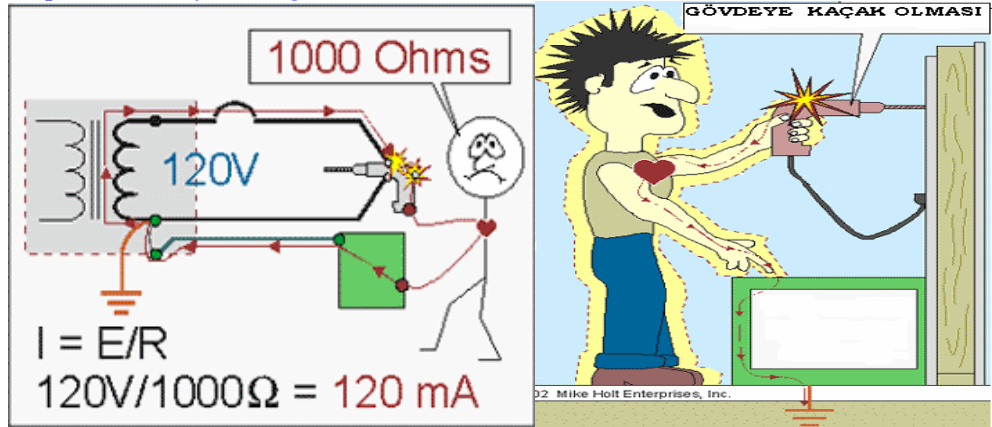
5) Kablo ekleri mutlaka özel ek aksesuarları veya ek kutularında yapılmalıdır.

6) Kabloların koruyucu kılıfları ya da yalıtkanları bulundukları yerlerde zorlanmamalı ve zedelenmemelidir.

7) Tek damarlı kabloların tespitinde kullanılan elemanlar manyetik halka oluşturmamalıdır.



Topraklamanın yanlış algılanması



Kişinin elektriğe çarpılmasında, kaçak akımın geçişi

UYGULAMA FAALİYETİ

| İŞLEM BASAMAKLARI | ÖNERİLER |
|-------------------------------------|---|
| Ø YVV kablosunu seçiniz. | Ø Bütün kabloların katalog ve varsa CD'lerini inceleyiniz. Ø YVV kablunun yalıtkan cinsini tespit ediniz. Ø YVV kablo iletkeninin damar sayısını tespit ediniz. Ø YVV kablo iletkeninin kesitini ve akım taşıma kapasitesini tespit ediniz. Ø YVV kablo anma gerilimini tespit ediniz. |
| Ø Yer altı kablosuna pabuç takınız. | Ø Uygun kabloyu seçiniz. Ø Kabloya uygun pabucu seçiniz. Ø Kablunun yalıtkan kısmını zedelemekten soyunuz. Ø Kablo ucunu pabuca iyice yerleştiriniz. Ø Pabucu pabuç pensesi ile sıkınız, çekiçle çakarak sıkmayınız. Ø Bağlantılarınızda gevşek irtibat olmamasına dikkat ediniz. Ø İşlemlerinizi iş güvenliği tedbirlerine uyunuz. Ø Bağlantılarınızı enerji altında kesinlikle yapmayınız. Ø İşlemlerinizi uygun el ve güç aletlerini kullanınız. |

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıda bu öğretim faaliyetiyle ilgili bir test yer almaktadır. Aşağıdaki soruların cevaplarını çoktan seçmeli, tamamlamalı ve doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Kablonun yalıtılmış olan iletkenine.....denir. (Boşluğu doldurunuz)
2. Kabloyu mekanik etkilerden koruyan yassı veya yuvarlak tellerle yapılmış örgü veya sargıya.....denir. (Boşluğu doldurunuz)
3. PE'nin anlamı nedir? Doğru şıkkı işaretleyiniz.
A) Plastik B) Pozitif C) Polivinil D) Poliklorid E) Polietilen
4. Sabit tesislerde kullanılan ağır işletme şartlarına dayanıklı kablo harf sembolü TS 212'ye göre aşağıdakilerden hangisidir.
A) N B) S C) K D) Y E) V
5. Yer altı enerji hatlarının arıza tespiti ve onarımı kolaydır. Uygun cevabınızı işaretleyiniz.
DOĞRU..... YANLIŞ.....
6. Kablo kanalı derinliği yerleşim merkezlerinde en az kaç cm olmalıdır?
A) 30 cm B) 40 cm C) 60 cm D) 70 cm E) 80 cm
7. Kablo kanalı dip genişliği en az kaç cm olmalıdır?
A) 10 cm B) 20 cm C) 30 cm D) 40 cm E) 35 cm
8. Kablo kanalı dibine en az kaç cm kalınlığında elenmiş kum döşenmelidir?
A) 2 cm B) 4 cm C) 10 cm D) 8 cm E) 6 cm

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar ediniz. Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

B-UYGULAMALI TEST

| | | |
|---|---|--------------|
| MODÜL ADI: BİNA ENERJİ GİRİŞ SİSTEMLERİ | ÖĞRENCİNİN | |
| UYGULAMA FAALİYETİ: Yer altı kablosuna pabuç takmak | ADI SOYADI: SINIF VE NU: | |
| AÇIKLAMA: Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri EVET ve HAYIR kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz. | | |
| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
| YVV yer altı kablosunu seçebildiniz mi? | | |
| Yer altı kablosuna uygun pabucu seçebildiniz mi? | | |
| Yer altı kablosunun yalıtkanını uygun bir yöntemle soyabildiniz mi? | | |
| Yer altı kablosu ucuna pabucu uygun bir yöntemle takabildiniz mi? | | |
| İş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu? | | |

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

UYGULAMALI ÖLÇME ARAÇLARI (PERFORMANS TESTLERİ)

| | | | | | |
|---|--|--------------------|---|---|---|
| Modülün Adı | BİNA ENERJİ GİRİŞ SİSTEMLERİ | Öğrencinin Adı...: | | | |
| Amaç | Gerekli atölye ortamı ve donanımlar sağlandığında uygun iletkenleri, kabloları seçmek, klemens, izolatör bağlantısını yapmak ve kablo pabucunu takmak. | Soyadı: | | | |
| | | Sınıfı : | | | |
| | | Nu....: | | | |
| AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışların her birini öğrencide gözleyemediyse (0), Zayıf nitelikli gözlemlediyse (1), orta düzeyde gözlemlediyse (2) ve iyi nitelikte gözlemlediyse (3) rakamın altındaki ilgili kutucuğa X işareti koyunuz. | | | | | |
| Değerlendirme Ölçütleri | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| İletkenleri seçip klemens ve izolatör bağlantıları yaptınız mı? | | | | | |
| A)İletken çeşitlerini ve yapısını öğrendiniz mi? | | | | | |
| B)İzolatör ve traverslerin yapısını, çeşitlerini öğrendiniz mi? | | | | | |
| C)Direklerin çeşitlerini ve yapısını öğrendiniz mi? | | | | | |
| D)İletkenleri direklerde çektiniz mi? | | | | | |
| E)İletkenlerin izolatör ve klemens bağlantılarını yaptınız mı? Bina enerji giriş şekillerini yaptınız mı? | | | | | |
| Yer altı kablolarını seçip bağlantılarını yaptınız mı? | | | | | |
| A)Yer altı kablo yapılarını öğrendiniz mi? | | | | | |
| B)Yer altı kablo yalıtkanını soydunuz mu? | | | | | |
| C)Yer altı kablosuna pabuç taktınız mı? | | | | | |
| D)Yer altı hattından bina enerji girişini yaptınız mı? | | | | | |
| A)Kullandığı malzemeleri tam ve sağlam olarak teslim ettiniz mi? | | | | | |
| B)Çalışma ortamını temizleyip düzenlediniz mi? | | | | | |
| C)İş güvenliği tedbirlerine uydunuz mu? | | | | | |
| TOPLAM PUAN | | | | | |

DEĞERLENDİRME

Performans denetim listesinde, kazandığınız davranışlar öğretmeniniz tarafından belirlenen değer ölçeğine göre değerlendirilecektir. Yukarıdaki ölçeğe göre kendinizi değerlendirip yetersiz bulduğunuz faaliyeti tekrar ediniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

| | |
|----|--------|
| 1 | DOĞRU |
| 2 | YANLIŞ |
| 3 | D |
| 4 | E |
| 5 | DOĞRU |
| 6 | DOĞRU |
| 7 | YANLIŞ |
| 8 | DOĞRU |
| 9 | DOĞRU |
| 10 | DOĞRU |

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

| | |
|---|--------|
| 1 | DAMAR |
| 2 | ZİRH |
| 3 | E |
| 4 | D |
| 5 | YANLIŞ |
| 6 | E (80) |
| 7 | D (40) |
| 8 | C (10) |

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Ø Kablo ve iletken üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- Ø İzolatör üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- Ø Direk, travers, konsol üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- Ø Havai hat klemensleri üretimi yapan firmaların internet siteleri ve katalogları
- Ø Bu firmaların internet sitelerini bulmak için arama motorlarından faydalabilirsiniz.

KAYNAKÇA

- Ø Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği-ANKARA- 2000.
- Ø TEİAŞ İş Güvenliği Yönetmeliği- ANKARA, 2002.
- Ø Elektrik mühendisleri odası internet sitesindeki dokümanlar
- Ø TEİAŞ-TEDAŞ internet sitelerindeki dokümanlar
- Ø YAVAŞ, Hakan, **Elektrik Tesisat Ders Notları**, BURSA
- Ø ALTIN, Mahir- Mustafa ÜSTÜNEL, Mehmet KIZILGEDİK, **Elektrifikasyon** ANKARA, 2001.
- Ø GÖRKEM, Abdullah, **Atölye 2**, ANKARA 2004.
- Ø NAYMAN, Muhsin, **Atölye 1**
- Ø HÜRER Ali, **Elektrik Tesisat Bilgisi 1**, G.Ü. Matbaası
- Ø DURMUŞ, Hayati- Yılmaz Ünsal, Elektrik Tesisat Projesi Meslek Resmi
- Ø BADUR, Özdemir, Çetin BAŞOĞLU, Temel ŞENER, **Endüstriyel Elektrik** MEB.1999.
- Ø KILINÇ Eyüp, **Endüstriyel Elektrik**, K.Maraş, 2000.