**HAVAİ HAT İLE ENERJİ GİRİŞİ**

**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.

1. Yer altı kablosu ile iletime göre maliyeti daha ucuzdur, dolayısıyla daha ekonomiktir.

2. Arıza yerinin tespiti ve onarımı daha pratiktir.

3. İlave elemanları kullanarak tesisin kapasitesini artırmak her zaman mümkündür.

**Havai Enerji Hat Donanımları ve Özellikleri**

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

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

***Demir direklerin avantajları;***

* Tepe kuvvetleri büyüktür, ömürleri uzundur.
* Onarımları kolaydır, parçalara ayrılabildiği için taşınmaları ve montajları kolaydır.

***D***e***mir direklerin dezavantajları;***

* Maliyeti yüksektir ve bakımları masraflı olup itina gerektirir.
* Kaçak akımlara karşı çok güvenli değillerdir, 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 direklerin avantajları;***

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

***Beton direklerin dezavantajları;***

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

**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.

**Ağaç direklerin temeline beton dökülmez. Taş ve toprakla temel sıkıştırılarak direk dikilir.**

***Ağaç direklerin avantajları;***

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

***Ağaç direklerin dezavantajları;***

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

**Kullanım Yerlerine Göre Direk Çeşitleri**

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

**Durdurucu direkler:** Enerji nakil hatlarının doğrusal olarak geçtiği yerlerde, iletkenlere gelen gerilme kuvveti durdurucu direklerle temin edilir.

**Köşede durdurucu direkler:** Enerji nakil hava hatlarının köşe noktalarında kullanılan ve aynı zamanda durduruculuk görevi yapan direklere denir.

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

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

**Nihayet direkleri:** Enerji nakil hatlarının başlangıç ve sonunda kullanılır.

**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.

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

**Travers ve Konsollar**

Enerji nakil hatlarında kullanılan iletkenleri birbirinden ve direkten, belli bir mesafede tutmaya ve taşımaya yarayan, beton veya demirden yapılan elemanlardır.

Travers seçiminde göz önünde bulundurulması gereken hususlar;

* İletken sayısı
* İletkenin gerilme kuvveti ve ağırlığı
* İzolatör ve direk tipi
* İşletme gerilimi
* Tesisin kuruluş yeri

**Konsollar**

Elektrik enerjisinin iletim ve dağıtım hava hatlarında kullanılan demir ve beton direklerde izolatörleri tespit etmek için konsollar kullanılır.

**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.

**Yapıldıkları Malzemeye Göre İzolatörler**

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

**Kullanım Yerlerine Göre İzolatörler**

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

**Havai Hat İletkenleri**

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

**Havai Hat İletken Seçimi Kriterleri**

**İletkenlik:** Havai hatlarda kullanılacak iletken malzemenin, çok iyi iletkenliğe (geçirgenliğe) sahip olması gerekir.

**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.

**Isıya karşı dayanım:** Üzerinden akım geçen bir iletken ısınır, ayrıca sıcak havalarda da iletkenlerin ısısı artar.

**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.

**Özgül ağırlık:** İletkenlerin mekanik olarak zorlanmasına özgül ağırlığının etkisi büyüktür.

**Sehim:** Direkler arasına çekilen havai hat iletkenleri kendi ağırlığı nedeni ile sarkar.

**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.

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.

**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.

**Havai Hat İletkenlerinin Çekilmesi**

İletkenler kontrollü bir şekilde makaradan boşaltılarak herhangi bir yere sürtmeden, 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 salgı (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.

**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.

**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.

**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.

**Duvardan Buat ile Enerji Girişi**

Duvar yüzeyinden açık konsolla enerji almak görüntü kirliliği oluşturduğundan ve emniyetli olmadığından küçük yerleşim merkezleri dışında tercih edilmemektedir.

**YER ALTI HATTI İLE ENERJİ GİRİŞİ**

**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, tavlanmış çıplak yuvarlak elektrolitik bakır tellerden veya alüminyum tellerden burularak yapılır. 16 mm² ve daha büyük kesitlerdeki iletkenler sıkıştırılmış olmalıdır.

**Kablo Üretim Standartları**

Kablo bakır ve alüminyum iletkenleri;

\* TS-Türk Standartları

\* IEC-International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektroteknik

Komisyonu)

\* VDE-Alman Standartları

\* BS-Brıtısh Standards(İngiliz Standartları)

**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 Üstünlükleri**

\* Yer altı kabloları ile yapılan tesisler, direk ve diğer malzemelere ihtiyaç göstermez.

\* Cadde ve meydanların görüntü estetiği bozulmadan tesisler yapılabilir.

\* Atmosferik olaylardan (yıldırım, kar, fırtına vb.) etkilenmez.

\* Yer altı kabloları cadde, meydan ve parkların özelliklerine uyacak şekillerde

düz veya kavis yaptırılarak döşenebilir.

\* Havai hatlardaki gibi bakım ihtiyaçları yoktur.

\* Yerleşim bölgelerinde, havai hat tesislerine göre daha güvenlidir. Kaza ihtimali

azalmıştır.

**Yer Altı Enerji Hatlarının Sakıncaları**

\* Havai hatlara göre kuruluş maliyeti fazladır.

\* Kablo arıza tespiti ve onarımı zordur.

**Yer Altı Kablosunun Çekilme Yöntemi**

**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; mesela 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 kablo güzergahı şehir dışı ve şehir içinde olmak üzere iki türlü belirlenir.

**Şehir Dışında Kablo Güzergahı Belirlenmesi**

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

\* Kablo güzergâhı mevcut yollarla kolayca ulaşılabilir olmalı ve arazi engelleri

nispetinde en kısa yollardan geçilmelidir, yani kablo yolu ulaşım yollarından uzakta bulunmamalıdır.

\* Kablolar engebeli yerlerden, mesela göl, nehir, orman, yol kavşağı, maden ocakları, kumluk, taşlık yerlerden, nehir yatakları ve benzeri yerlerden döşenmemelidir. Bu gibi yerler kablo döşemeye uygun değildir.

\* Kablolar, nehir, köprü, demir yolu ve kara yollarını sık sık kesmemelidir. Bu gibi yerlerde kesinlikle ek kutusu konmamalıdır.

\* Yolu kısaltmak için kablolar tarlaların içinden döşenmemelidir. Ek kutuları, tarlaların içine konmamalıdır, sonra yerleri belirsiz olur. Kablolar, rutubet ve zararlı kimyasal maddelerin bulunduğu endüstri bölgelerinden uzak olmalıdır.

\* Kablolar, cadde ve yollar boyunca, bunların yanından döşenmelidir. Kablo güzergâhı açık arazide bile işaretlenmelidir. Varsa ek kutuları da güzergâh boyunca emin ve belirli yerlere konmalıdır. İşaret levhaları ya da taşları ile belirtilmelidir. Bu sayede tadilat ve tamirat kolaylıkla yapılabilir.

\* 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 tamiratı yapılabilir.

\* 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.

**Şehir İçinde Kablo Güzergâhı Belirlenmesi**

Şehir, kasaba ve köy gibi meskûn yerlerde kabloların güzergâhı belirlenirken şu

hususlara dikkat edilir.

\* Kablolar şehirlerde mutlaka yol ve sokaklar boyunca ve yaya kaldırımları altına

döşenmelidir, kablo döşeniş yolunun kısa olması tercih edilir.

\* Kablo yolunun, telefon kabloları, kanalizasyon büzleri, su ve doğalgaz boruları

ile karşılaştırılmadan belirlenmesi tercih edilmelidir.

\* 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.

\* 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.

\* Kablo döşenmesi esnasında her türlü ek kutuları, branşman kutularının yerleri tam olarak ölçülür. Bina ve değişmez yerlere işaret konur. Durum ayrıca plana işlenir.

**Yer Altı Kablolarının Döşenme 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 güzergâh yerinin özelliği, estetik gibi unsurlar göz önüne alınır.

**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.

Kanalın derinliği sokak ve alanlarda en az 80 cm olmalıdır, bu yerlerin dışında en az 60 cm olmalıdır. 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.

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

**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.

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.

AG ve OG kablolarının üst üste döşenmesinde ise OG kablosu alta, alçak gerilim kablosu da üstte kalacak şekilde döşenir, aralarına enine tuğla döşenir.

**Kablonun Kanala Döşeme İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar**

\* Kablo kanal güzergahı, şehir içinde yol ve caddeler boyunca, yaya kaldırımlarına yakın olarak seçilmelidir. Şehir dışında da ulaşım yollarına yakın yerler seçilmelidir.

\* Gerekmedikçe sık sık nehir, köprü ve demir yolundan kablo güzergahı geçirilmemelidir.

\* Kablo kanalını uygun araç gereçle açmak gerekir.

\* Kablo kanalı derinliği şehir içinde en az 80 cm, şehir dışında en az 60 cm olmalıdır.

\* Kablo kanalı dip genişliği 40-50 cm, üst genişliği en az 60 cm olmalıdır.

\* Kablo kanalının zemini sağlam ve taş gibi engellerden arınmış olmalıdır.

\* Kablo kanalı zeminine 10 cm kalınlığında elenmiş kum döşenmelidir.

\* Aynı kablo kanalına AG ve OG kabloları döşenecekse, aralarına tuğla yerleştirilir ve OG kablosu altta olacak şekilde yerleştirilir.

\* Aynı kanala yan yana olarak kablolar döşenecekse aralarında en az 7 cm mesafe

olmalıdır.

\* 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.

\* Kablolar çok soğukta döşenmemelidir, çünkü çok soğukta kablonun yalıtkan tabakası çatlayabilir.

\* Kablo, serme ve döşeme işleminde zedelenmemelidir. Kablo kanala gergin olarak değil, kıvrımlar yaptırılarak döşenir.

\* Kablo kanalının dönüş yaptığı yerlerde, kabloların en küçük dönüş yarıçapı

değerlerine dikkat edilmelidir.

\* Kanala döşenmiş kablo üzerine 10 cm kalınlığında elenmiş kum döşenir.

\* Kumun üzerine enine olarak tuğlalar döşenir.

\* Tuğlaların üzerine uyarı şeridi yerleştirilir.

\* Kanal uygun dolgu malzemeleri ile doldurularak kapatılır, üstü düzeltilir.

\* Döşeme işlemi bittikten sonra artan kabloların uçları nem girmeyecek şekilde

kapatılmalıdır.

\* Yer altı kablolarının direk iniş ve çıkışında, binalara giriş ve çıkışında, metal borular veya saç kanallar kullanılmalıdır.

\* Döşeme işleminde emniyet ve iş güvenliği tedbirlerine uyulmalıdır.

**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 direkteki iletkenlere bağlandıktan sonra, direk üzerinde yerden 2,5 metre yüksekte olacak şekilde, galvanizli boru içine alınmalıdır.

**ŞANTİYE TABLOSU**

**Dağıtım Tabloları**

Üretilen enerjinin tüketim bölgelerine kolaylıkla ulaştırılması ve diğer elektrikle çalışan alıcıların çalışmalarını kesintiye uğratmadan kullanımının sağlanması için gerekli malzemelerin toplandığı tablolara **dağıtım tablosu** denmektedir.

Konutlarda, atölyelerde, fabrikalarda, mağazalarda elektriğin tüm alıcılara dengeli dağıtılması için kullanılırlar.

**Dağıtım Tabloları Teknik Şartnamesi**

Bu şartname doğru akımlarda 600 V, alternatif akımlarda faz-nötr arası 250 V’dan az gerilim sistemleri içindir.

1. Dağıtım tabloları duvar yüzeyine veya duvara gömülü olarak monte edilecektir.

2. Tablo ölçüleri, siparişi veren yerin projesine uygun olacaktır.

3. Her sigorta veya şalterin altında beslenilen yeri gösteren madeni veya plastik etiketler bulunacaktır.

4. 60 A’den fazla yüklü tablolarda, bağlantılar kablolarla şalterden şaltere veya sigortadan sigortaya yapılmayıp bakır baralar vasıtasıyla ayrı ayrı yapılacaktır.

5. Baralar norm renklerle işaretlenecektir.

6. Tablolarda bıçaklı şalter kullanılmayacak ve paket (pako) şalter tercih edilecektir.

7. Tablo çerçeve ve kapaklarının rengi muhitin rengine uygun olacaktır.

8. Tablolara gelen linye hatları yanmayan malzemeden izolasyonlu sıra klemensler vasıtasıyla tabloya bağlanacak ve nötr hatları da izole edilmiş bakır bir baraya bağlanacaktır. Tabloya giriş kolonlarının faz iletkenleri sabit klemenslere ve nötr iletkenleri bakır baraya bağlanacaktır.

9. Tablolarda topraklama barası bulunacaktır. Topraklama bağlantısı bulunduğu yerdeki tesisata uygun olarak muhakkak yapılacaktır.

10. Fiber, pertinaks ve benzeri levhalardan yapılan tablolarda, levhaların kalınlığı en az 5 mm olacaktır.

11. Etanş tablolar, tesisatı rutubete, toza ve mekanik darbelere korur malzeme ile yapılan mahallerde, tablolar dökme demirden veya alüminyumdan ve birbirine eklenecek tipte ve kapakları contalı olacaktır.

12. 16 mm2den daha büyük kesitte bağlantıların kullanılmasını gerektiren durumlarda dağıtım bakır çubuklarla ayrı kutular içerisinde yapılacaktır.

13. Etanş tabloların sigortalarını kapak açıldıktan sonra, anahtar ve şalterleri kapak kapalı iken idare etmek mümkün olacaktır.

14. Döküm dağıtım tablolarında güvenlik hatlarının bağlantıları için topraklama baraları ve nötr hatları için izole edilmiş baralar bulunacaktır. Döküm kutular içerisinde bulunan bütün akım taşıyan kısımlar galvanizli veya paslanmaz madenden yapılacaktır.

**Bir atölyenin projesinde yer alan teknik şartname ise;**

1. Ana tablolarda gerilim taşıyan kısımlar, dokunmaya karşı muhafaza altına alınacaktır.

2. Panolar en az 2 mm kalınlığında DKP sacdan yapılacaktır.

3. Tablonun arka tarafında bulunan akım geçirmeye mahsus olmayan bütün demir aksam ile tablonun demir iskeleti topraklanacaktır.

4. Tablo içindeki topraklama tertibatı bakır bara ile yapılacaktır. Bu bakır baraya topraklama levhasından bakır tel ile irtibat verilecektir.

5. Topraklama barası, müstakil olarak yıldırımlık tesisatında açıklanan toprak elektrotları ile yapılacaktır.

6. Pano adedinin seçiminde, kolon ve besleme hatlarının adedi, ışık, kuvvet ve yedek akım taksimatı, muhtelif akım sistemleri düşünülecektir.

7. Ana tablolarda her panonun belirli ölçüleri vardır. Genişlik 60-90 cm, toplam yükseklik 210 cm ve bunun alt kısmında 40 cm kadar yer boş bırakılacaktır. Derinlik 75 cm olacaktır.

8. Birden fazla pano bitişik monte edildiğinde, kullanma yeri ne olursa olsun 1 adet pano 1.pano sayılıp diğerleri ilave pano sayılacaktır.

9. Tali tablolar duvar üzerine monte edilecektir.

10. Sıva altındaki iniş boruları dik ve yatay olarak döşenecektir.

11. Aynı oda veya koridorda bulunan buatların aynı seviyede olmaları gerekir.

12. Antigron türünden kabloların tali tablolara, armatürlere veya herhangi bir cihaza girişleri, bu kablolara mahsus lastik rondelalı, bakalit veya pirinç ağızlıklar vasıtasıyla yapılacak ve tesisat bittikten sonra bu ağızlıklar sıkıştırılacaktır

**Yapıldıkları Malzemeye Göre Çeşitleri ve Özellikleri**

**Mermer Tablolar**

Yapımındaki malzemenin ağır, kırılgan, nem alıcı olması ve işçiliğinin de zor olması sebebiyle kullanımı yasaklanmış bir tablo çeşididir.

**Sac Tablolar**

DKP diye adlandırılan 1-2 mm kalınlığındaki saclardan yapılan tablo çeşitleridir. Sıva üstü ve gömme tip gibi küçük tipleri düzgün kıvrımlı ve nokta kaynağı ile sağlamlaştırılarak, kapalı ve açık tiplerd e yapılır.

**Yalıtkan Gereçlerden Yapılan Tablolar**

Pertinaks-fiber, sert plastik gibi malzemelerden yapılan tablo çeşididir. Kumanda ve kontrol elemanları bu yalıtkan gereçler üzerine monte edilirler.

**Kullanış Amaçlarına Göre Çeşitleri**

**Aydınlatma Tesisatı Dağıtım Tabloları**

Konutlarda ve iş yerlerinde aydınlatma ve küçük hizmet araçlarının kullanılması için yapılan tesisin dağıtım tablolarına **aydınlatma dağıtım tabloları** denir . Üzerlerinde, alıcı devrelerini ayrı ayrı güvenlik altında tutan sigortalar (W otomatları) bulunur. Bu tablolarda linye sigortaları kullanılması yeterlidir. Ancak ana devrenin akımını

en kısa sürede kesebilmek için ana sigorta ya da termik-magnetik şalter de kullanılabilmektedir. Ayrıca 30 mA’lik hayat korumalı kaçak akım rölesi, 300 mA’lik yangın korumalı kaçak akım rölesi de kullanılmaktadır.

Tablonun güvenlik açısından mutlaka topraklanması, tesisata ait toprak hattının bağlanacağı bir topraklama vidası ve barası bulunmalıdır.

**Kuvvet (Motor) Tesisatı Tabloları**

Motor devrelerine enerji vermek için kullanılan tablolara **kuvvet dağıtım tabloları** denir. Özellikle küçük güçlü ve linye sayısı az olan (3-5) atölye ve iş yerlerinde kullanılır.

Bu tablolarda üç faz (giriş) için üç ana sigorta, şalter, sinyal lambaları; linyeler (çıkışlar) için sigortalar, şalterler ve sinyal lambaları bulunur.

**Kumanda Devresi Tabloları**

Endüstride kullanılan makinelerin uzaktan kumandalarını sağlamak için kullanılan tablolara **kumanda devresi tabloları** denir.

Kumanda devreleri tablosunda sigorta, sinyal lambaları, kontaktörler, zaman röleleri, termostat, butonlar, priz ve seri lamba gibi kumanda elemanları bulunur.

**Şantiye Tabloları**

Bina, atölye, fabrika gibi yapılmakta olan yerlerin şantiyelerinde kullanılan tablolara **şantiye tabloları** denir.

Bu tabloların içerisinde inşaatın ihtiyacına ve özelliğine göre sigorta, şalter, sayaç, bir ve üz fazlı topraklı priz bulunur. Tablolar 63 A ve 100 A’lik olarak yapılırlar.

**Şantiye Tablosu**

**Özellikleri**

Aşağıda örnek bir şantiye tablosu teknik şartnamesi verilmiştir:

\* Tablo içerisi su sızdırmaz (etanş) olup topraklama tespit cıvatası iç kısma monte edilecektir.

\* Faz girişi önce kolon sigortaya sonra kaçak akım rölesine daha sonra da sayaca yapılacak. Kaçak akım rölesi ve sigortalar kilitlenebilir olacak.

\* Tablo kilitlenebilir ve üstünde siperlik olacaktır.

\* Sayaç, kolon sigortası veya abone şalterinin bulunduğu kısımdan şekilde görüldüğü gibi ayrılmış olacaktır.

\* Ölçüler asgaridir.

\* Tablo direğe, arkasındaki demir lamalar vasıtasıyla tutturulacaktır.

\* Tablonun zeminden yüksekliği 180 cm olacaktır.

\* Tablonun tesisatı itina ile yapılacak, kuvvetli ve sağlam bağlanmış olacaktır.

\* Linye ve kolon sigortaları otomatik sigorta olacak, buşonlu sigorta kullanılmayacaktır.

\* Toprak elektrodu mümkün olduğu kadar nemini kaybetmeyen zemine gömülecek ve tesisat çok itinalı yapılacaktır.

\* Tablo ve priz topraklamaları mutlaka yapılacaktır.

\* Tabloya yapılacak müdahale mutlaka yetkili elektrikçi tarafından yapılacaktır.

\* Tablonun montaj ve işletmesinde Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği’ne mutlaka uyulacaktır.

**Tabloda Kullanılan Araç ve Gereçler (Elemanlar)**

Bu tabloların içerisinde inşaatın ihtiyacına ve özelliğine göre sigorta, şalter, sayaç, bir ve üz fazlı topraklı priz bulunur.

**Sayaç**

Yapılan bir tesise sayaç bağlantısında, tesis gücünün bilinmesi gerekir. Günümüzde en çok bir fazlı 10 amperlik sayaçlar kullanılmaktadır. Bu sayaçlar 35 A yük akımına kadar güvenle çalışabilmektedir.

**Kaçak Akım Koruma Rölesi**

Dağıtım tabloları girişinde 30 mA’lik, ana tablo bulunuyorsa 300 mA’lik kaçak akım koruma rölesi kullanılacaktır.

Kaçak akım koruma röleleri iki şekilde imal edilirler:

Hayat koruması için: 30 mA’e duyarlı kaçak akım koruma rölesi

Yangın koruması için: 300 mA’e duyarlı kaçak akım koruma rölesi

**Sigortalar**

Elektrik devrelerindeki alıcıların normal akımlarını ileten ve aşırı akım geçmesinde devreyi kesen araçlara sigorta denir. Tesislerde devre akımının artışına müsaade etmeyen büyüklükte sigorta seçilmelidir.

**Bir ve Üç Fazlı Prizler**

Şantiye tablolarında bir ve üç fazlı prizler ihtiyaca göre değişik sayıda kullanılmaktadır. Bunların antigron malzemeden olması gerekmektedir.

**Klemensler ve Kablolar**

Elektrik devrelerinde iletkenleri birbirine eklemek için kullanılan ek parçalarına **klemens** denir. Tablolarda eklemelerin klemenslerle yapılması zorunludur.

Tabloların üzerinde bulunan sayaç, şalter, sinyal lambaları, sigortalar arasındaki bağlantı için en az 2,5 mm2 kesitli NV iletkenleri özel şekiller verilerek kullanılır.

**Şalterler**

Elektrik güvenliği ve enerjinin açılıp kapatılması için kullanılacağı devrenin başına konulan, devre akımını bir hareketle ani olarak kesebilen araçlara **şalter** denir.

Şantiye tablosunda kullanılan elemanlar şunlardır:

\* 1 Adet trifaze sayaç (Mekanik ve elektronik sayaçlarla uyumludur.)

\* 2+1 adet trifaze + 1 adet monofazeW otomat

\* 2 adet trifaze kaçak akım rölesi

\* 1 adet 1x63A pako şalter

\* 2 adet trifaze + 1 adet monofaze priz

\* 3 adet 22 mm sinyal lambası

\* W otomat rayı (boydan boya)

\* Hazır bara

**İşlem Sırası**

\* Projeye uygun tablo standart olarak yapılmışsa, piyasadan temin edilir. Standart olarak üretilmeyen özellikte bir tablo olacaksa tablo üretici firmalarına sipariş usulü ile yaptırılır.

\* Tabloda kullanılacak malzemeler projesinden tespit edilir.

\* Malzemeler tablo içerisine fazla sıkılaştırılmadan yerleştirilir.

\* Kablo bağlantıları tablo üzerinde yapılır.

\* Nötr hattı ve toprak hattı baralarına gerekli ekler klemenslerle yapılır.

\* Tablodaki elemanlar sıkı bir şekilde tabloya sabitlenir.

\* Tablo içerisindeki sarkan kablolar klipslerle düzeltilir.

\* Tablonun testi yapılır.

**Tablonun Yerine Montajı ve Bağlantıları**

Şantiye tablosu teknik şartnamelerde belirtilen özelliklerine göre inşaatın enerji girişine en uygun yerine monte edilir. Tabloya enerji girişi etanş malzemelerle yapılıp, korunmalıdır.

Topraklamayı yapmayı unutmamak gerekmektedir.

**SAYAÇ TABLOSU**



**Sayaç Tablosu**

Bir tesiste, tüketilen elektrik enerjisinin miktarının belirlenmesi ve ücretinin ödenebilmesi için elektrik sayaçları kullanılmaktadır.

**Tanımı, Görevi ve Kullanıldığı Yerler**

Tesise şebekeden gelen enerji girişinin yapıldığı, tesisteki değişik bölümlere dağıtımın yapıldığı, tesisin enerjisinin bir merkezden kontrol edildiği ana dağıtım tabloları olarak adlandırılan dağıtım tablosu çeşididir.

Tüm binaların girişinde bulunması gereken bir tablodur. Burada ayrıca binanın ortak kullanımı olan merdiven otomatiği, zil ve kapı kilidi otomatiği trafosu gibi elemanlar ve bunların harcadıkları enerjiyi gösteren ortak bir sayaç bulunur.

**Özellikleri**

Sayaç tabloları DKP galvanizli sactan yapılırlar. Kullanılacağı yere göre sıva altı ve sıva üstü olarak üretilebilirler.

**Tabloda Kullanılan Araç ve Gereçler**

1 adet monofaze sayaç (mekanik ve elektronik sayaçlarla uyumludur.)

1+12 adet monofaze W otomat

1 adet kaçak akım rölesi

1 adet merdiven otomatiği

1 adet zil trafosu

**KAT DAĞITIM TABLOSU**

**Kat (Tali) Dağıtım Tablosu**

****

**Tanımı, Görevi ve Kullanıldığı Yerler**

Konutlarda ve iş yerlerinde aydınlatma ve elektrikle çalışan araçların kullanılması için yapılan tesisin dağıtım tablolarına **kat dağıtım tabloları** denir. Ayrıca aydınlatma dağıtım tabloları da denilmektedir. Bir katlı ve bir daireli konut ve iş yerlerindeki elektrik sayacı kullanılan bu tablolarda bulunur.

**Özellikleri**

Kat dağıtım tabloları sıva üstünde ve sıva altında kullanılacak şekilde yapılır. Tablo ölçüleri sigorta sayısına ve sigorta sırasına göre değişir. Kullanım yerinin özelliğine göre örtü / perde saclı, taban saclı olarak da yapılır.

Kat dağıtım tablolarının yapımında, projelerdeki tablo yükleme cetvellerindeki bilgilerden yararlanılarak sigorta sayısı ve akım değerleri belirlenir. Sigorta akım değerlerine göre de şalter, kaçak akım koruma rölesi ve sayaç akım değerleri saptanır.

**Tabloda Kullanılan Araç ve Gereçler(Eleman)**

**Kaçak Akım Koruma Rolesi**

Bu tablolarda can ve mal güvenliğini sağlamak için kaçak akım rölesi (KAKR, KAR) kullanılır. Gerilimli bir iletkenin topraklanmış bir gövdeye yalıtım hatası sonucu dokunması ile toprağa akan akıma toprak kaçak akımı denir. Otomatik sigortaların açma yapamayacağı değerlerde olan bu akımlar can ve mal güvenliği açısından büyük tehlikeler oluşturur.

**Sigortalar**

Kat dağıtım tablolarında sigorta olarak anahtarlı otomatik sigortalar kullanılmaktadır. 6 A – 10 A – 16 A’lik sigortalar kullanılır.

İç tesislerde bıçaklı sigorta gibi açık tipteki sigortalar rastgele dokunmaya karşı tedbir alınmadan kullanılamaz.

**Klemensler ve Kablolar**

**Tablo Malzemeleri Montajı ve Bağlantıları**

**İşlem Sırası**

\* Projeye uygun tablo standart olarak yapılmışsa, piyasadan temin edilir. Standart olarak üretilmeyen özellikte bir tablo olacaksa tablo üretici firmalarına sipariş usulü ile yaptırılır.

\* Tabloda kullanılacak malzemeler projesinden tespit edilir.

\* Malzemeler tablo içerisine fazla sıkılaştırılmadan yerleştirilir.

\* Kablo bağlantıları tablo üzerinde yapılır.

\* Nötr hattı ve toprak hattı baralarına gerekli ekler klemenslerle yapılır.

\* Tablodaki elemanlar sıkı bir şekilde tabloya sabitlenir.

\* Tablo içerisindeki sarkan kablolar klipslerle düzeltilir.

\* Tablonun testi yapılır.

**Dikkat Edilecek Hususlar**

Tabloların üst kenarının yerden yüksekliği en fazla 2 m olmalıdır. Aydınlatma tesislerindeki linye sigortaları, zil devreleri için 6 A, aydınlatma için 10 A, priz linyesi için 16 A olarak belirlenmiştir. Bu tesislerin tali dağıtım tablosunda yani linye sigortalarının bulunduğu tabloda ana sigorta kullanma şartı kaldırılmış fakat uygun akımlı kaçak akım koruma rölesi kullanma şartı getirilmiştir.

**PRİZ TESİSATI**

**Priz Linyesi**

**Tanımı**

Dağıtım tablosundan ilk beslenen priz sortisi buatına kadar olan besleme hattına denir.



**Standart Kablo Kesitleri**

Priz linyesinde standart kablo kesiti olarak 2.5 mm2 NYA (tek damarlı) kablo çekilmesi gerekmektedir. Linye hatlarında faz, siyah-kahverengi; nötr, mavi; toprak, sarı-yeşil renkte 2.5 mm2 NYA kabloyla çekilmelidir.

**Priz Sortisi**

**Tanımı**

Priz linyesi buatından, prize kadar olan hatta priz sortisi denir.



**Standart Kablo Kesitleri**

**2**

Priz sortisinde standart kablo kesiti olarak 2.5mm NYA (tek damarlı) kablo kullanılmaktadır. Sorti hatlarında faz, siyah; nötr, mavi; toprak, sarı-yeşil renkte kabloyla çekilmelidir.

**Prizler**

**Çeşitleri ve Yapısı**

Tesisat yapım şekline göre priz çeşitleri:

\* Sıva altı priz

\* Sıva üstü priz

\* Nemli yer-antigron (etanj) priz

**Özellikleri**

Kullanım alanları oldukça fazladır. Yapılarının sağlam ve uzun ömürlü olması nedeniyle binalarda, ofislerde ve sanayide sürekli kullanılan bir elektrik malzemesidir. Bir fiş aracılığıyla, doğrudan veya uzatma kablosuyla elektrikli cihazlara enerji aktarmak için kullanılan bir araçtır.

**Priz Tesisatı Kablosunu Çekme**

**İşlem Sırası**

\* Binanın kaba inşaatında, projeye uygun denetim yapılarak, linye buatı ile kat panosu arasındaki borulama işlemi yapılır.

\* Binanın duvarları işlendikten sonra linye buvatı ile priz kasası arasındaki iniş boruları atılır. Boruların uçlarına priz kasaları monte edilmelidir.

\* Kat panosundan linye buvatına kadar olan linye hattı, susta ve kılavuz yardımıyla çekilir. Linye hatları kesinlikle müstakil hat olarak çekilmelidir. Toprak ve nötr bağlantıları, hiçbir şekilde ortak olarak kullanılmamalıdır.

\* Linye buvatından sıva altında yapılan sorti inişleri kullanılarak susta ve kılavuz yardımıyla priz sortisi çekimi yapılır.

\* Buatlardaki renk kotlarına uygun çekilmiş priz linye ve sorti kablolarının renkleri, birbirine uyumlu olacak şekilde klemens veya kovanla bağlanır.

\* Ana panodan priz linyesinin üzerindeki her priz sortisine uygun W otomat bağlantısı yapılır.

\*Sortinin sonu olan priz kasasında bulunan kablolara ilgili prizi bağlayarak priz sortisini tamamlamış oluruz.

**Priz Bağlantılarını Yapma**

**Buat Bağlantılarını Yapma**

Kablo çekim işlemi bittikten sonra, buvatlarda ve kasalarda 30 cm’lik iletken payı bırakılır. Buvat bağlantılarında aynı renk kodlarına sahip olan kabloların eklenmesi gerekir.Birleştirme yapılacak kabloların uçları aynı boyda açıldıktan sonra birbirine eklenmelidir.

**Priz Kablo Bağlantılarını Yapma**

Priz kasasında ileride oluşabilecek arızalar göz önünde bulundurulup yeteri kadar kablo payı bırakılmalıdır. Prizin gövdesi üzerinde bulunan harfe göre ilgili renkli kablo, harfin bulunduğu kontağa bağlanmalıdır. Prizde bulunan iletkenlerin bağlandığı kontaklardaki vidalar iyice sıkıştırılmalıdır. Bütün vidalar sıkıldıktan sonra priz kasasına sağlam bir şekilde tutturulmalıdır.

**NEMLİ YER PRİZ TESİSATI**

**Nemli Yer Tesisatı**

**Nemli Yer Tesisatı Tanımı ve Yapım Yerleri**

NYM antigron kablo ve nemli yer malzemeleriyle birlikte yapılan tesisata nemli yer tesisatı denir.

Nemli yer tesisatı; kazan daireleri, sığınaklar, fabrika alanları, dışarıya açık yerler, bodrum katları ve gemilerde kullanılır.

**Nemli Yer Tesisatı Döşeme Yöntemleri**

Nemli yer tesisatı döşeme yöntemleri sıva altı ve sıva üstü olmak üzere ikiye ayrılır.

**Sıva Altı**

\* Sıva altı nemli yer tesisatının yapımında öncelikle ana panonun yeri belirlenir.

\* Tesisat, kullanılacak almacın yerine göre son nokta göz önünde bulundurularak boru tesisatı duvarlarda 90 derece olacak şekilde işlenir.

\* Buat ve kasalar borulardan çıkmayacak şekilde tutturulur.

\* Kablolar antigron kablo olarak boruların içinden çekilir.

\* Buat bağlantıları yapılarak kablo uçları klemens veya kovanlarla tutturulur.

\* Buat kapakları contalı olarak takılır.

\* Kasalara nemli yer prizleri özenle yerleştirilir.

\* Prizlerin yerine göre ana panodan sırasıyla sigorta bağlantısı yapılır.

**Sıva Üstü**

Sıva üstü etanş malzemeden yapılan tesisat iki türlü yapılabilir. Bunlardan birincisi, priz tesisatının kroşe yardımıyla antigron kabloların 90º derecelik kıvrımlarla alıcılara kadar işlenip uçlarına priz bağlanmasıdır. İkincisi ise plastik boruların kroşeler yardımıyla tutturulup alıcıların bulunduğu yere kadar 90 derecelik kıvrımlarla işlenip boruların

içerisinden antigron kablo geçirilerek prizlerin bağlantısının yapılmasıdır.

**Sıva Üstü Tesisat Şu Şekilde Yapılır**

\* Sıva üstü nemli yer tesisatının yapımında öncelikle ana panonun yeri belirlenir.

\* Tesisat, kullanılacak almacın yerine göre son nokta göz önünde bulundurularak boru tesisatı duvarlarda 90º olacak şekilde işlenir. Diğer yöntemle tesisat yapılacaksa antigron kablo için duvarlara kroşeler işlenir.

\* Buat ve kasalar borulardan çıkmayacak şekilde tutturulur.

\* Kablolar antigron kablo olarak boruların içinden çekilir. Diğer yöntem için antigron kablo kroşelere tutturulur.

\* Buat bağlantıları yapılarak kablo uçları klemens veya kovanlarla tutturulur.

\* Buat kapakları contalı olarak takılır.

\* Kasalara nemli yer prizleri özenle yerleştirilir. Diğer yöntem için antigron kablonun ucuna priz bağlanır.

\* Prizlerin yerine göre ana panodan sırasıyla sigorta bağlantısı yapılır.

**Nemli Yer Tesisatı Elemanları ve Özellikleri**

Nemli yerde kullanılan tüm malzemenin etanş malzeme olma özelliğinin olması gerekir. Etanş malzeme; su, nem, toz gibi dış etkenlerden korunmaya müsait malzemedir.

**Sıva altı tesisatta olarak yapılacaksa;**

\* Panonun yeri ve almaçların yeri belirlenir.

\* Buna göre malzeme tespiti yapılır.

\* Tesisat sıva altı yapılacaksa; borular işlenir.

\* Buatlar ve kasalar monte edilir.

\* Kablolar çekilir.

\* Buat ve priz bağlantıları yapılır.

\* Ana panoda ilgili sigorta bağlantısı yapılır.

**Dikkat Edilecek Hususlar**

\* Tesisat yapılırken çok özenle yapılmalıdır. Kablo yolu çizgisinde kroşeler eşit aralıklarda ve aynı doğrultuda bulunmalıdır.

\* Kablonun dönüşleri düzgün ve yan yana döşenen kablolar birbirleriyle paralel olmalıdır.

\* Çok sayıda kablo yan yana döşenecekse özel olarak yapılmış kelepçe veya kroşe rayları kullanılarak işçilik kolaylaştırılmalı ve tesisata görünüm kazandırılmalıdır.

\* Matkap çapı, duvar içerisine konulacak dübel çapına uygun olmalıdır.

\* Dübel çapları da kablo kesitlerine ve ağırlıklarına göre seçilmelidir. Duvar delindikten sonra içerisine dübel konulmalıdır. Dübel, delik içerisinde hareket etmemeli, sıkıca girmelidir.

\* Kablolun rulodan düzgün ve doğru açılması için dış taraftaki kablo ucu rulo sarım yönünün aksine doğru çevrilmelidir.

\* Kabloların zedelenmemesi için kelepçelerin üst kapakları fazla sıkılmamalıdır.

\* Buatlardaki ekler düzgün yapılmalıdır.

\* Kablo uçlarına prizler sağlam bağlanarak duvara düzgün monte edilmelidir.

\* Kat panosuna yapılan sigorta bağlantısında, priz linyeleri sırasıyla bağlanmalıdır.

**TOPRAKLAMA**

**Tanımı**

Topraklama işletme akım devresinin bir noktasının veya bir tesisisin akım taşımayan iletken kısımları ile toprak arasında iletken bir bağlantı kurmak olarak tanımlanabilir.

**Çeşitleri**

**Koruma Topraklaması**

Bir yalıtım hatasında elektrik devresinin aşırı akım koruma aygıtları ile açılmasını sağlamak için gerilim altında olmayan iletken tesis bölümlerinin topraklayıcılara ya da topraklanmış bölümlere doğrudan doğruya bağlanmasıdır.

**İşletme Topraklaması**

Aktif bölümlerin ve sıfır iletkeninin topraklanmasına işletme topraklaması denir. İşletme topraklaması iki şekilde yapılır. Bunlar:

\* Dirençsiz işletme topraklaması: topraklama devresine direnç koymadan,doğrudan doğruya yapılan topraklamadır.

\* Dirençli işletme topraklaması: Omik, endüktif ya da kapasitif bir direnç üzerinden yapılan topraklama olup genellikle OG sistemlerinde uygulanır.

**Yıldırıma Karşı Yapılan Topraklama**

Yıldırım düşmesi durumunda, işletme gereği gerilim altında bulunan iletkenlere atlamaları geniş ölçüde önlemek ve yıldırım akımını toprağa iletmek için işletme akım devresine ilişkin olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır.

**Topraklama Elemanları ve Özellikleri**

Topraklama tesislerinin yapımında topraklayıcılar (topraklama elektrodu), topraklama iletkenleri ve bağlantı parçaları kullanılır.

**Elektrot**

Topraklayıcı (topraklama elektrodu): Toprağa gömülü ve toprakla iletken bir bağlantısı olan veya beton içine gömülü, geniş yüzeyli bağlantısı olan iletken parçalarıdır.

Topraklayıcı olarak aşağıdaki malzemeler kullanılabilir:

\* Çubuk topraklayıcı veya boru topraklayıcı

\* Şerit veya örgülü iletken topraklayıcı

\* Levha topraklayıcı

**Şerit Topraklayıcı**

Şerit, yuvarlak iletken ya da örgülü iletkenden yapılan ve genellikle derine gömülmeyen topraklayıcılardır. Bunlar, uzunlamasına döşenebileceği gibi yıldız, halka, gözlü topraklayıcı ya da bunların bazılarının bir arada kullanıldığı biçimde düzenlenebilir. Zemin koşulları elverişli ise, şerit topraklayıcılar genel olarak 0,5 ila 1 m derinliğe gömülmelidir.

**Derin (Çubuk) Topraklayıcı**

Boru ya da profil çelikten yapılan ve toprağa çakılarak kullanılan topraklayıcılardır. Çubuk topraklayıcılar yere olabildiğince dik olarak çakılmalıdır.

**Levha Topraklayıcı**

Dolu ya da delikli levhalardan yapılan topraklayıcılardır. Bunlar genel olarak diğer topraklayıcılara göre daha derine gömülür. Levha topraklayıcılar zemine dikey olarak gömülmelidir.

**Sıfırlama Tanımı ve Yapımı**

İnsanları tehlikeli temas gerilimlerine karşı korumak için tüketicilerin işletme akım devresine ait olmayan ve fakat bir izolasyon hatası sonucunda gerilim altında kalabilen iletken kısımların, örneğin madenî muhafazaların nötr hattı ile iletken olarak bağlanmasına sıfırlama denir.

Sıfır iletkeni bir koruma iletkeni değildir. Çünkü bu iletkenin üzerinden işletme akımı geçebilir. Fakat cihazları sıfır iletkenine bağlayan iletkenler koruma iletkenidir. Arıza olmadığı takdirde bunun üzerinden hiçbir akım geçmez.

**Temel Topraklaması**

**Temel Topraklama**

Temel içine yerleştirilmiş topraklayıcı beton içine gömülerek, toprakla geniş yüzeyli olarak temas etmesi sağlanır. Bu şekilde yapılan topraklamaya temel topraklama denir.

**Yapıldığı Yerler ve Kullanılan Elemanlar**

Bunun dışında, temel topraklaması kuvvetli akım tesislerinde ve yıldırıma karşı koruma tesislerinde topraklayıcı olarak uygundur. Bu topraklama, yapı bağlantı kutusunun arkasındaki elektrik tesisinin veya buna eşdeğer bir tesisin ana bölümüdür.

**Yapım İşlem Sırası**

\* Temel topraklayıcı, kapalı bir ring şeklinde yapılmalıdır ve binanın dış duvarların temellerine veya temel platformu içine yerleştirilmelidir. Çevresi büyük olan binalarda temel topraklayıcı tarafından çevrelenen alan, enine bağlantılarla 20m x 20m'lik gözlere bölünmelidir.

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

\* Son noktalar temelin dışına çıkarılmalı ve yeterince esnek bağlantı yapılmalıdır. Bağlantı yerleri her zaman kontrol edilebilir olmalıdır.

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

\* Çelik hasırlı olmayan (kuvvetlendirilmemiş) temel içinde yerleştirme için temel topraklayıcı, temel betonu döküldükten sonra, her yönde en az 5 cm beton içinde kalacak şekilde yerleştirilmelidir. Topraklayıcının beton içindeki yerini sabitlemek için uygun mesafe tutucular kullanılmalıdır.

\* Çelik hasırlı (kuvvetlendirilmiş) temel ve su yalıtım malzemesi içinde yerleştirme için temel topraklayıcı, en alt sıradaki çelik hasır üzerine yerleştirilmeli ve yerini sabitlemek için yaklaşık 2 m'lik aralıklarla çelik hasırla bağlanmalıdır.

**BİNA İÇİ TOPRAKLAMA**

**Topraklama İletkeni Özelliği**

\*Topraklama iletkenlerinin en küçük kesitleri mekanik dayanım bakımından;

-Mekanik zorlamalara karşı korunmuş olan sabit tesislerde 1.5 mm2 Cu, 2.5 mm2 Al

-Mekanik zorlamalara karşı korunmamış olan sabit tesislerde 4 mm2 Cu yada kalınlığı en az 2,5 mm olan 50 mm2 lik çelik şerit olmalıdır.

\* Mekanik zorlamalara karşı korunmamış tesislerde alüminyum toprak iletkenleri kullanılamaz. Döşemelerde, duvar geçişlerinde ve mekanik zorlamaların çok olduğu yerlerde topraklama iletkenleri kesinlikle korunmuş olmalıdır.

\* Çıplak topraklama iletkenleri özel bir işaretle belirtilmiş olmalıdır.

\* Topraklayıcıların yayılma direncini denetlemek için topraklama iletkeninin uygun bir yerine ayırma düzeni yapılmalıdır. Bu düzen olabildiğince bölünmesi gereken yerlere konulmalıdır.

\* Topraklayıcının topraklama iletkenine bağlantısı, kaynak bağlantısı ya da rondelalı cıvatalar gibi mekanik bakımdan sağlam ve elektriksel bakımdan iyi iletken biçiminde yapılmalıdır.

\* Toprak içindeki bağlantı noktaları korozyona karşı korunmalıdır.

\* Toprak üstündeki topraklama iletkenleri görülebilecek biçimde ya da örtülü olarak döşendiklerinde, kolaylıkla ulaşılabilecek biçimde çekilmeli ve bulundukları yerde beklenebilen mekanik ve kimyasal etkilere karşı korunmuş olmalıdır.

\* Topraklama iletkenleri üzerinde anahtar kullanılmasına ve alet kullanılmadan kolaylıkla çözülebilen bağlantılar yapılmasına izin verilmez.

**İletkeni Çekmede Dikkat Edilecek Hususlar**

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

\* Topraklama iletkenlerinin mekanik tahribata karşı korunması gerekmektedir.

\* Topraklama iletkenleri toprak üzerine yerleştirilebilir. Böyle bir durumda bunlara her an ulaşılabilir. Eğer bir mekanik tahribat riski söz konusu olacaksa, topraklama iletkeni uygun şekilde korunmalıdır.

\* Topraklama iletkenleri beton içerisine de gömülebilir. Bağlantı uçları her iki uçta da kolaylıkla erişilebilir olmalıdır. Çıplak topraklama iletkenlerinin, toprağa veya betona girdiği yerlerde aşınmayı önlemek amacıyla özel itina gösterilmelidir.

\* Topraklama iletkenleri eklenirken ekler, hata akımı geçme durumlarında kabul edilemez ısı yükselmesini önlemek için iyi bir elektriksel sürekliliğe sahip olmalıdır. Ekler gevşek olmamalıdır ve korozyona karşı korunmalıdır.

**Topraklama İletkeni Bağlantıları**

Topraklama iletkenini, topraklayıcıya, ana topraklama bağlantı ucuna ve herhangi bir metalik kısma bağlamak için uygun bağlantı parçaları kullanılmalıdır. Cıvata bağlantısı yalnız bir cıvata ile yapılırsa, en azından M10 cıvata kullanılmalıdır.

**Toprak Elektrodunu Gömmede Dikkat Edilecek Hususlar**

Topraklayıcının çevresindeki toprağa iyi temas etmesi gerekir. Daha az toprak kullanılacağından topraklayıcıların tesisinde iyi iletken toprak tabakaları kullanılmalıdır. Toprak tabakalarının kuru olması durumunda, topraklayıcının çevresindeki toprak yapışkan değilse ıslatılıp çamur haline getirilmeli; yapışkan ise topraklayıcı gömüldükten sonra dövülerek sıkıştırılmalıdır. Topraklayıcının yanındaki taş ve iri çakıllar yayılma direncini artıracağından bunlar ayıklanmalıdır. Şerit ve çubuk topraklayıcıların yayılma direnci daha çok kendi uzaklıklarına, daha az olarak ta kesitlerine bağlıdır.

**TOPRAKLAMA DİRENCİNİ ÖLÇME**

**Tanımı**

Topraklayıcının yayılma direnci ile topraklama iletkeninin direncinin toplamıdır.

**Topraklama Direnç Ölçme Düzeneğini Kurma**

Ölçme düzeneği için şekilden faydalanabiliriz. Ölçü aletinin çubukları topraklama elektroduna 10’ar metre aralık olacak şekilde toprağa çakılır.



**Topraklama Direnç Ölçme İşlem Sırası**

Ø Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi bağlantıyı yapınız.

Ø 2/3 elektrot metot düğmesini 3 elektrotlu ölçüm konumuna getiriniz.

Ø Topraklama gerilimi aralığı içinde topraklama gerilimini kontrol ediniz.

Ø Yardımcı topraklama direnci değerlerini yardımcı topraklama direnci aralığı içinde C ve P için kontrol ediniz.

Ø Uygun direnç aralığını kullanarak ölçümü gerçekleştiriniz.

Ölçüm düğmesine basılı tutarken direnç kadran düğmesini çevirin ve galvanometre dengeye geldiğinde direnç değerini okuyunuz.

**PARATONER TESİSATI**

**Paratoner Sistemi**

**Tanımı ve Görevi**

Yıldırımın zararsız olarak toprağa iletilmesinde paratoner tesislerinden yararlanılır.

Elektrikli boşalmaların en az dirençli yoldan çevresine zarar vermeden toprağa iletilmesi bu tesislerin yapım amacıdır.

**Yapıldığı Yerler**

Yıldırımın oluşumunu hızlandıran etkenlerin başında; sivri uçlar, bayrak direkleri, kuleler, yüksek binalar, (TV, Telsiz, GSM, Radyo vericileri) anten direkleri, trafo tesisleri vs. sayılabilir. Bunlara ilave olarak askerî tesisler, cami ve minareler, okullar, hapishaneler, hastaneler, stadyumlar, gaz dolum tesisleri, petrol ofisleri, rafineriler, havaalanları, köprüler, fabrikalar, depolar ve tüm binalarda paratoner ve topraklama tesisleri yapılması mecburidir.

**Çeşitleri**

Faraday Kafesi

Franklin Çubuğu

Radyoaktif Paratonerler

**Elemanları**

Paratoner tesisatı yapımında iniş iletkenleri, yakalama çubuğu, direk, bağlantı parçaları ve topraklama elemanları kullanılır.

**İniş İletkenleri**

2x30 mm dolu daire kesitli bakır iniş iletkeni kullanılacaktır. Bu iletken uygun aralıklarla kroşeler kullanılarak montaj yüzeyine tutturulur.

**Yakalama Çubukları**

Çubuklar ucu sivriltilmiş en az 16 mm2 kesitli paslanmaz çelikten en az 50 cm boyundadır. Tesisin en yüksek bölümlerine konur. Çatı aynı düzlemde ise özellikle köşelerden başlanarak en çok 15 m aralıklı yakalama çubukları konur.

**Direk**

6 metre boyunda galvanizli bir borudur. Bu direk duvara ya da çatıya altlık, gergi telleri, kelepçeler v.s. ile monte edilir.

**Paratoner Sistemi Montaj ve Bağlantıları**

Ø Aktif paratoner, korunması istenilen bölgedeki en yüksek noktadan 1,5 m daha yükseğe monte edilecektir.

Ø Tesiste kullanılacak bakır iletkenler %99,5 saflıkta elektrolitik bakır olacaktır.

Ø Kurulacak tesisatın topraklama direnci ölçülecek ve 5 Ohm'dan az olacaktır, fazla ise ilave bakır çubuk ile düşürülecektir.

Ø Toprak altında kalan tüm bağlantı noktaları ziftlenecektir.

Ø Paratoner monte edilecek çatılarda TV antenleri - Telsiz vs. mevcut iseParatoner tesisatına bağlanacaktır (TS 622).

Ø Telefon, Yangın ihbar ve kumanda tesisatı, kablolarının geçtiği güzergahlarda yapılması gereken topraklamalar, bu kabloların en az 5 m uzağına yapılacaktır.

**ASENKRON MOTORLAR VE ŞALTERLER**

**Asenkron Motorlar**

Alternatif akımın doğru akıma göre bazı üstünlükleri vardır. Bunu sağlayan etkenlerden birisi de alternatif akım makinelerinin doğru akım makinelerine göre daha basit yapıda olmaları ve daha az bakıma ihtiyaç göstermeleridir. Kuvvet tesislerinde en çok kullanılan alternatif akım motorları asenkron motorlardır. Asenkron motorlar, alternatif akımla çalışan ve yapıları oldukça basit makinelerdir.

**Asenkron Motorların Yapıları ve Parçaları**

Elektrik makinelerinde en az arıza yapan, en basit yapıya ve en düşük maliyete sahip asenkron motorlar yaygın bir kullanım alanına sahip ekonomik motorlardır. Sanayii tesislerinde; üç fazlı olarak torna, freze, vargel, matkap, planya gibi takım tezgahlarında, evlerimizde; bir fazlı olarak buzdolabı, çamaşır makinesi motoru gibi kullanım alanları vardır. Asenkron motorlar elektriksel olarak iki ana parçadan meydana gelmişlerdir. Bunlar;

* Stator; döner manyetik alanın meydana geldiği, motorun duran hareketsiz aksamıdır.
* Rotor; mekanik enerjinin elde edildiği, motorun döner aksamıdır. Ayrıca gövde ve kapaklar, yataklar asenkron motorları oluşturan mekanik parçalardır.

**Stator**

Sargıları taşıyan manyetik akıyı ileten kısımdır. 0,4- 0,5 ve 0,8 mm kalınlığında birer yüzeyleri yalıtılmış silisyumlu sac levhaların paketlenmesiyle yapılırlar. Üzerinde bulunan oluklara bir veya üç fazlı sargılar yerleştirilir. Stator sargıları olarak isimlendirilen bu sargılar döner manyetik alanı meydana getirir.

Stator gövdesi, stator sac paketini ve bunun sargılarını taşır. Ayrıca rotorun yataklanmasını ve motorun sabit bir yere bağlanmasını sağlar. Bazı motorlarda stator gövdesi ayaksız olarak, sabit bir zemine bağlamak için flanşlı olarak yapılır. Büyük güçlü motorların gövdeleri pik dökümden yapılırken, küçük güçlü motorlarda alüminyum kullanılır. Asenkron motorların gövdelerinin dışında soğuma yüzeyini arttırmak için soğutma kanalları kullanılır.

**Rotor**

Asenkron motorlarda dönen ve mekanik enerjinin elde edildiği kısımdır. Alternatif gerilimle çalışan motorlarda statorun meydana getirdiği döner manyetik alanın içinde dönen ve mekanik enerjinin alındığı kısımdır. Rotorda, statorda olduğu gibi silisli sacların paketlenmesinden yapılır.

Rotorun yapısına göre asenkron motorlar;

* Kısa devre çubuklu (sincap kafesli) asenkron motorlar,
* Rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlar, olarak isimlendirilirler.

**Kısa Devre Çubuklu (Sincap Kafesli) Rotorlar**

Sincap kafesli (Kısa devre çubuklu) rotor, oluklara yerleştirilen çıplak çubuk iletkenler ve çubukları her iki uçtan kısa devre eden kısa devre halkalarından oluşur. Sincap kafesli rotorlarda sargı görevini çıplak bakır veya alüminyum çubuklar yapar. Sargı görevini yapan bu çubuklar, rotorun her iki tarafında kısa devre halkalarıyla birleştirilir. Ayrıca kısa devre halkalarının üzerinde küçük kanatçıklar oluşturularak dönme esnasında vantilasyon sağlanır.

**Sargılı Rotor**

Sargılı rotorlarda (Bilezikli asenkron motorlarda) oluklarında üç fazlı sargılar bulunur. 120 derece faz farklı bu sargılar kendi aralarında yıldız veya üçgen bağlanır. Ayrıca rotor mili üzerinde milden yalıtılmış ve rotor ile dönen pirinç bronzdan yapılmış üç bilezik bulunur. Kendi aralarında da yıldız veya üçgen bağlanan rotor sargısı giriş uçları bu bileziklere bağlanır. Sargı uçlarına fırça ve bileziklerden yıldız veya üçgen bağlanan rotor sargısı giriş uçları bu bileziklere bağlanır. Sargı uçlarına fırça ve bilezikler yardımı ile dış devreden dirençler bağlanarak motorun hız kontrolü yapılabildiği gibi yol alma akımı da sınırlandırılır.

**Diğer Asenkron Motor Parçaları**

Asenkron motorların diğer parçaları; Yataklar, gövde ve kapaklar, klemens kutusu vb. Yataklar manyetik alan içinde rotorun rahatça dönmesini sağlayacak şekilde tertiplenmiş düzeneklerdir. Dış etkilere karşı alüminyum, demir ya da demir alaşımından üretilir. Rotorun stator içinde merkezi olarak yataklanması görevini kapaklar yapar.

Yataklar, rotorun dönmesi esnasında sürtünme kayıplarını en aza indirecek şekilde, büyük güçlü motorlarda rulman, küçük güçlü motorlarda pirinç vb. madenler kullanılarak yapılmış bilezik biçimli, yağlanmış yataklar (murç) kullanılır. Motorun dönen miline bağlanan plastik ya da metal pervane gövdenin sıcaklığını kolayca atmasını sağlar. Statora yerleştirilen sargıların bağlantı uçları klemens tablosuna çıkarılır.

Üç fazlı motorların klemensinde altı adet bağlantı noktası vardır. Giriş uçları U-V-W, çıkış uçları X-Y-Z’dır. Motorların özelliklerini belirtmek amacıyla alüminyum etiketler motorun üzerine monte edilir.

|  |  |
| --- | --- |
| **HAYAŞ MOTOR** | **TİP : GM 9052** |
| **3 FAZLI AC MOTOR** | **NR:9000752148** |
| **YILDIZ/ÜÇGEN ( λ / Δ )** | **220/380V 3,5/6 A** |
| **2 HP 1,5 KW** | **CosΦ :0,89** |
| **2840 D / D** | **50 Hz** |

**Asenkron Motor Çeşitleri**

Asenkron motorların; faz sayısına göre, yapılarına göre, yapılış tiplerine göre, çalışma şartlarına göre, rotor yapılışına göre çeşitleri vardır.

\* Faz sayısına göre;

· Üç fazlı asenkron motorlar

· İki fazlı asenkron motorlar

· Bir fazlı asenkron motorlar

\* Yapılarına göre;

· Kısa devre rotorlu ( sincap kafesli ) asenkron motorlar

· Rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlar

\* Yapılış tiplerine göre;

· Açık tip asenkron motorlar

· Kapalı tip asenkron motorlar

· Flanşlı tip asenkron motorlar

\* Rotor yapılışına göre;

· Yüksek rezistanslı asenkron motorlar ( rotor omik direnci büyük )

· Alçak rezistanslı asenkron motorlar ( rotor omik direnci küçük )

· Yüksek reaktanslı asenkron motorlar ( rotor endüktif direnci büyük )

· Rotoru çift sincap kafesli motorlar

**Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensipleri**

Döner manyetik alanın hızına senkron hız denilir. Ancak motor milinden hiçbir zaman senkron hız alınamaz. O halde statora uygun kutup sayısında bir sarım çeşidi uygulandığında, statorda bir kutuplanma meydana gelecek ve bu kutuplar frekansa bağlı olarak durmadan dönecektir. Döner manyetik alan kuvveti etkisinde kalan rotor çubuklarında bir gerilim indükleneceğini önceki örneklerden biliyoruz. Rotor çubuklarında indüklenen gerilimler kısa devre olan bu çubuklardan aynı zamanda bir akım dolaştıracaktır. Bu akımda rotor sargılarında bir kutuplanma (N- S kutupları) meydana getirecektir. Stator döner alanı, rotor kutuplarını etkileyecek ve “Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker.” prensibiyle rotoru saat ibresi yönünde döndürecektir.

* Stator sargılarına üç fazlı e.m.k uygulandığında, statorda döner manyetik alan oluştu.
* Rotor sargılarında endüksiyon e.m.k' leri meydana geldi,
* Rotor sargılarından akımlar geçer. Bu akımlar dönme momentini meydana getirir

Özetlersek “Dönen bir manyetik alan içerisinde bulunan iletkenlerde gerilim indüklenir ve manyetik alan içerisinde bulunan bir iletkenden akım geçirilirse o iletken manyetik alanın dışına doğru itilir.”

Eğer rotor, senkron devirle (stator döner alan hızında) dönerse, stator alanı rotor çubuklarıyla aynı doğrultuda bulunacağından çubuklar alan tarafından kesilmeyecek ve çubuklarda bir EMK endüklenmeyecektir. Dolayısıyla döndürme momenti meydana gelmeyeceğinden rotor dönmeyecektir. Rotor döner alanı daima stator döner alanın gerisinde hareket eder. Rotor devri döner alan devrinden azdır.

**Üç Fazlı Asenkron Motorların Bağlantı Şekilleri**

Üç fazlı asenkron motorlarda stator sargıları motor içerisinde değişik şekillerde bağlandıktan sonra motor dışına genellikle altı uç çıkartılır. Üç giriş ucu (U-V-W), üç çıkış ucu (X-Y-Z harfleri ile belirtilir) bulunur. Üç fazlı asenkron motorlar yıldız ve üçgen olarak bağlanırlar.

**Üç Fazlı Asenkron Motorların Yıldız Bağlantısı**

Asenkron motorun stator sargı uçlarından X-Y-Z uçları birleştirilir (kısa devre edilir) ve U-V-W uçlarından L1- L2- L3 fazları verilerek yıldız bağlantı gerçekleştirilir. λ ile sembolize edilir. Bu şekildeki bağlanmış motora fazlar arası 380 volt olan (UH) gerilim uygulandığında her faz sargısına şebeke geriliminin 380 / √3’ü veya % 58’i (UF) uygulanmış olur, yani 380 × 0.58 = 220 volt gerilim sargıların her birine uygulanır. İlk kalkınmada motorlar fazla akım çekerler, ilk kalkınmada kısa devre rotorlu asenkron motorların çekecekleri aşırı akımları önlemek için düşük gerilim uygulanır. 4 Kw’tan (5Hp) küçük motorlar direkt olarak yıldız çalıştırılabilir.

Yıldız bağlamada 380 volt yerine 220 volt (380x0,58=220 volt) uygulandığı için çekilen akımda düşecektir. Motor normal devrine yaklaştıktan sonra yıldız bağlantı üçgen bağlantıya çevrilerek motorun normal çalışması sağlanır.

Yıldız bağlantıda **Uhat=√3×Ufaz** yani **Uhat=1,73×Ufaz** akım ise **Ihat =Ifaz**’dır.



**Üç Fazlı Asenkron Motorların Üçgen Bağlantısı**

Asenkron motorlar ilk kalkınmada fazla akım çekerler, kalkınma akımını düşürmek için asenkron motorlar önce yıldız bağlanır motor normal devrine ulaştıktan sonra üçgen bağlanırlar. Yıldız bağlamada daha öncede belirtildiği gibi sargılara 380/ 1,73=220 Volt bağlantı şeklinden dolayı uygulanır, motor yol aldıktan sonra normal şebeke gerilimi 380 Volt uygulanır. Böylece gerilim düşürülerek çekilen akım azaltılmış olur.



**Üç Fazlı AsenkronMotorların Devir Sayısı ve Dönüş Yönü Değiştirilmesi**

ns=60x f / p veya ns=120x f / 2p

ns=Döner alanın dakikadaki devir sayısı (d/dk)

f=Frekans p=Çift kutup sayısı 2p=Tek kutup sayısı (Toplam kutup)

**Örnek:** 6 kutuplu bir statora 50 Hz. AA. Uygulandığında döner alanın devir sayısını bulunuz.

f=50 Hz ns=120 x f / 2p = 120 x 50 / 6 = 1000 d/dk.

2p=6

n=?

Üç fazlı asenkron motorların devir yönlerinin bazen değiştirilmesi gerekebilir. Bunun için döner manyetik alanın yönü değiştirilir. Motor kle mensine bağlanan şebeke uçlarının (L1-L2-L3) üç tanesinden herhangi ikisinin yerleri değiştirilir, böylece motor devir yönü değişir.

**Bir Fazlı AsenkronMotorların Yapısı ve Çalışma Prensibi**

Bir fazlı yardımcı sargılı motorun statoru üç fazlı asenkron motorun statoru gibidir. Statorda ana sargının dışında birde yardımcı sargı bulunur. Ana ve yardımcı sargılar birbirine paralel bağlanıp aralarında 90o elektriki açı farklı oyuklara yerleştirilir. İki sargıda meydana gelen manyetik alanlar arasında faz farkının oluşması için sargılardan geçen akımların da faz farklı olması sağlanır. Bunu sağlamak için;

* Devamlı olarak devrede kalan ana sargı **kalın kesitli telle çok sipirli** olarak

sarılır. Ana sargıya paralel olarak bağlanan yardımcı sargı ise **ince kesitli telle az sipirli** olarak sarılır. Bu uygulamada yardımcı sargı sipir sayısı ana sargıya göre **%25**, iletken kesiti **1/3** veya **1/4** oranında daha küçüktür. Böylece ana sargının omik direncinin küçük, endüktif reaktansının büyük olması ve akımın gerilimden 90o ’ye yakın geri kalması sağlanır .

* Yardımcı sargıdan geçen akımın gerilimden ileride olması için yardımcı

sargıya seri olarak bir kondansatör bağlanır. Böylece ana ve yardımcı sargı akımları arasında 90o’lik faz farkı meydana gelir. Bu da düzgün bir döner alanın meydana gelmesini sağlar.

Sincap kafesli rotorun kısa devre edilmiş rotor çubukları, stator manyetik alanı tarafından kesilerek çubuklarda emk endüklenir. Rotor çubukları iki tarafından kısa devre edildiğinden içerisinden kısadevre akımları geçer ve rotorda bir manyetik alan oluşur. Stator döner manyetik alanı, rotor manyetik alanını peşinden sürüklemesi sonucunda da rotor döner.

**Şalterler**

Enerjinin açılıp kapatılması için kullanıldığı devrenin başına konu’lur. Tek hareketle devre akımını ani olarak keserler. Genellikle elle kumandalı olmakla birlikte otomatik olarak da devreyi açabilirler.

**Şalter Çeşitleri**

Kullanıldıkları yerlere göre, yük şalteri, pako (paket), buton tipi ve çevirmeli, manyetik, termik-manyetik, elektronik şalterler olarak çeşitlere ayrılırlar.

**Yük Şalterleri**

Yük kesicileri NH bıçaklı sigortalar ile birlikte kullanıldığından "Şalter" ve "devre koruma elemanı (sigorta)" olarak iki önemli fonksiyona sahiptir.

**Motor Koruma (Termik) Şalterleri**

Motor koruma şalterleri, motordevresine seri bağlanır ve üzerinden motor akımı geçer. Motorun geçici bir arıza nedeniyle veya yol alma anında çektiği kısa süreli aşırı akımlarda sargılar zarar görmez ve bu durumda şalterin devreyi açmaması istenir. Bunun içinde şalterin devreyi açması içindeki sistem ile önlenir.

**Motor Koruma Şalterlerinin Yapısı**

Motor koruma şalterleri küçük güçlü motorların direkt olarak hem çalıştırılması için hemde korunması için kullanılır, bu sayede otomatik kumanda sistemine gerek kalmayacak ve maliyet düşecektir. Bu elemanlar, kesme kapasitelerinin sınırına kadar, yüksek seviye kısa devre akımlarını (her fazda) algılayıp kesecek bir manyetik açma ünitesi içermektedir ve böylece hata akımlarının etkilerine karşı elektriksel sistemi koruyacaktır.

**Motor Koruma Şalterlerinin Çeşitleri**

Motor koruma şalterleri butonlu ve çevirmeli tip olarak üretilirler, çalışma prensipleri aynıdır. Motor koruma şalterleri kullanılacakları motorların nominal akım değerlerine uygun olarak seçilmelidir

**Termik-Manyetik Şalterler**

Termik ve manyetik koruma özelliği olan termik-manyetik (kompakt) şalterler dağıtım şebekelerinde, kontrol merkezlerinde, panolarda ve telefon santrallerinde alçak gerilim devre kesicisi olarak anahtarlama ve koruma amacıyla kullanımları giderek yaygınlaşmıştır.

**Termik-Manyetik Şalterlerin Koruma İşlevi**

Termik manyetik (kompakt) şalterlerde koruma iki türlü olmaktadır.

**Termik Koruma** (aşırı yük şartlarında koruma); Termik koruma devreyi aşırı yüklere karşı korur. Bu koruma işlemini sıcaklık değişimlerinde uzama katsayıları birbirinden farklı iki metalin birleştirilmesiyle oluşan bimetal denen bir malzemeden faydalanılarak yapar. Bi-metal ısıtıldığında uzama katsayısı daha az olan metale doğru bükülür. Aşırı yüklenmelerde akım nominal akım değerinin üzerine çıkar, akımın artmasıyla doğru orantılı olarak kontaklarda ve bi-metal üzerindeki sıcaklık artar. Böylece bi-metaller artan sıcaklıkla beraber bükülerek kesici mekanizmasının açılmasına yardımcı olan bir tırnağı kurtararak kesiciyi devre dışı bırakır. Şalterin devreyi aşırı yüklenmelere ve aşırı akımlara karşı korumasını sağlarlar.

**Manyetik Koruma** (kısa devre şartlarında koruma)**:** İki iletkenin birbiriyle teması veya toprakla teması halinde kısa devre oluşur, kısa devrede aradaki direnç sıfıra çok yakın bir değerdedir, bu nedenle kısa devre akımı normal işletme akımının binlerce katına ulaşabilmektedir. Kısa devre akımı önlenmemesi halinde son derece zararlı ve tahrip edicidir. Bundan dolayı çok kısa bir süre içerisinde devrenin açtırılması gerekmektedir. Şalterin üzerinde bulunan manyetik mekanizmada kısa devre sırasında büyük bir manyetik alan endüklenir bu manyetik alanın oluşturduğu kuvvetle sabit nüve hareketli nüveyi hızla kendisine çeker, hareketli nüve bu hareketi sırasında açtırma mekanizmasına hızla çarparak sistemi anında açtırır.

**Kollu (Mekanik) Yıldız Üçgen Şalterler**

Bu tip şalterler, genellikle gücü fazla büyük olmayan motorlara yol vermede ekonomik olmaları nedeniyle kullanılır. Üç fazlı asenkron motorlara λ / Δ yol verilebilmesi için, bütün sargı uçlarının klemens tablosuna çıkarılması gerekir. Bu tip şalterlerin 9 adet bağlantı yeri vardır. Bunların üç tanesine L1- L2- L3 şebeke faz uçları, üç tanesine U1(U)-V1(V)- W1(W) sargı giriş uçları, üç tanesine de U2(X)- V2(Y)- W2(Z) sargı çıkış uçları bağlanır.

**Pako (Paket) Şalterler**

Birbirinin aynı olan birden fazla kontak yuvalarının bir mil üzerinde arka arkaya sıralanmasından meydana gelen ve bir eksen etrafında dönebilen, motor bağlantı işlemlerinde, ölçü aletleri komitatörlerinde, kontrol ve dağıtım tablolarında kullanılan elle kumandalı şalterlere paket (pako) şalter denir.

**Paket şalterin kullanılmasının bazı sakıncaları vardır;**

Paket şalter bulunan devrede enerji kesildiğinde, devre kapalı kalacağından enerji tekrar geldiğinde alıcılar kontrolsüz çalışır. Paket şalter ile birden fazla yerden kumanda yapılamaz. Paket şalter devrelerine motor koruma röleleri bağlanamaz.

Motor ve şalter bağlantılarında dikkat edilecek hususlar, şunlardır;

\* Kullanılacak motorlara uygun özellikte şalter, kablo, sigortalar seçilmelidir.

\* Şalterlerin şemalarına uygun şekilde bağlantılar yapılmalıdır (özellikle pako şalterlerde), şalterlerin ambalajlarında bağlantı şemaları bulunur. Genellikle aynı özellikte olan şalterlerin bağlantı şemaları standarttır.

\* Motor ve şalter bağlantılarında gevşek irtibat olmamasına çok dikkat edilmelidir. Gevşek irtibatlı bağlantılar tehlikeli durumların meydana gelmesine neden olabilir.

\* Şalterler muhafaza kutularına montaj yapılmalıdır

\* Nemli, tozlu ve tehlikeli madde (patlayıcı madde vb.) bulunan yerlerde şalter ve motorların gövdesi ile kapaklarının sızdırmaz özellikte olmasına dikkat edilmelidir.

\* Bağlantı kabloları eğer yerden geçirilmek zorunda kalınırsa mutlaka metal koruyucu spiral boru içinden geçirilmelidir, üstten geçirilecekse yine metal boru içinden geçirilerek kablo korunmalıdır.

\* Yıldız üçgen şalter bağlantısında, motor klemensinde bağlantı köprüsü varsa mutlaka çıkarılmalıdır ve sargı uçları doğru şekilde şaltere bağlanmalıdır.

\* Motor ve şalter bağlantı devresinde mutlaka sigortalar bulunmalıdır, sigortaların gecikmeli tipte olması tercih edilmelidir.

\* Bağlantılarda iş güvenliği tedbirlerine uyulmalıdır.

**ENDÜSTRİYEL FİŞ PRİZ VE PANOLAR**

**Endüstriyel Fiş ve Prizler**

**Fiş Prizlerin Tanımı ve Görevleri**

**Fiş:** Fiş, bir aygıt veya uzatıcının bükülgen kablosundaki iletkenleri, prizdeki kontaklar aracılığı ile elektrik tesisi iletkenlerine birleştirmeyi veya bunlardan ayırmayı sağlayan bir araçtır.

**Fiş gövdesi**: Kontak çubuklarını ve bazı durumlarda prizdeki topraklama kontağı gibi kontak çubuğunun gireceği kontak yuvası da bulunan esas parçadır.

**Priz:** Elektrik tesisi iletkenleri ile bükülgen kablonun iletkenlerini uygun bir fiş aracılığı ile doğrudan doğruya veya uzatıcı aracılığı ile dolaylı olarak birleştirmeyi sağlayan bir araçtır.

**Sabit priz**: Elektrik tesislerinin iletkenlerine, kontakları sabit olarak bağlanmış ve kendisi de tespit edilmiş bulunan bir prizdir.

**Çoklu priz:** Birden çok fiş bağlanmasını sağlayan prizdir.

**Kontak yuvaları**: Kontak çubuklarının girmesini ve elektriki bağlantıyı sağlayan yuvalardır.

**Kontak çubukları**: Kontak yuvalarına girerek elektriki bağlantıyı sağlayan daire veya özel kesitli çubuklardır.

**Topraklama kontakları:** Koruma topraklamasını sağlamaya yarayan, fiş ve prizdeki karşılıklı kontaklardır.

**Priz gövdesi:** Prizin kontak yuvalarını ve bazı hallerde çubuk veya başka biçimlerdeki topraklama kontakları bulunan ana parçadır.

**Priz kapağı:** Sıva altı prizlerde priz kasasını, sıva üstü prizlerde ise priz gövdesini kapamaya ve korumaya yarayan üstteki veya dıştaki parçadır.

**Uzatıcı:** Bir ucuna fiş, diğer ucuna da priz bağlanan bükülgen bir kablodur.

**Uzatma fişi ve prizi:** Uzatıcının birer ucuna bağlı bulunan fiş ve prizdir.

**Priz giriş koruyucusu:** Rutubetli ve tozlu yerlerde priz kontak ve metal kısımlarının rutubet ve tozdan korunmasını sağlayan ve ancak priz kullanılacağı zaman açılarak fiş kontak çubuklarının prize sokulmasına imkan sağlayan,

kapağın yaylı özel kısmıdır.

**Priz koruncak veya kasası:** Prizin tüm parçalarını koruyan dış kutudur.

**Anma gerilimi:** Fiş ve prizin yapımında esas olarak alınan gerilimdir.

**Anma akımı:** Fiş ve prizin yapımında esas olarak alınan akımdır.

**İşletme gerilimi:** Fiş ve prizin kullanılacağı şebekenin anma gerilimidir.

**Fiş ve Prizlerin Yapı Özellikleri**

Prizlerin gövdeleri porselenden veya bakalitten yapılır. Gövde üzerindeki akım taşıyan parçalar ve topraklama kontakları bakırdan, pirinçten, kapakları ise bakalit veya termoplastik malzemelerden yapılır. Fişlerin yapısında da akım taşıyan parçalar prizde kullanılan özellikleri taşır. Fişlerin gövdesi de bakalitten veya termoplastik malzemelerden yapılır.

**Fiş Priz Çeşitleri ve Özellikleri**

Kuvvet tesislerinde kullanılan fiş ve prizler;

Yapım malzemesine göre; Termoplastik, kauçuk ve metal olarak çeşitlere ayrılırlar.

Yapım şekillerine göre; Yuvarlak, yassı ve çok kontaklı olarak çeşitlere ayrılırlar.

Kullanım yerlerine göre; Düz, uzatma, makine, duvar, kaynak fiş prizleridir.

**Endüstriyel Fiş Prizlerin Montaj ve Bağlantıları**

Kullanılacak fiş ve prizin anma akım ve gerilim değerlerinin kullanılacağı devreye uygun olması gerekir. Kullanılacağı devrenin akım ve gerilim değerlerinden küçük özellikte fiş ve prizler kullanılmamalıdır. Ayrıca kullanılacak kablo kesiti uygun değerde olmalıdır. Prizler mutlaka bir zemine tutturulmalıdır. Kabloların uygun boyda ve yöntemlerle yalıtkanlarının soyulması gerekir, kablolar kesinlikle zedelenmemelidir. Kablolar renklerine uygun fiş ve priz kontaklarına bağlanmalıdır (sarı-yeşil toprak kontağına vb.) .

**Kuvvet Dağıtım Tabloları (Panoları)**

**Tablo Çeşitleri**

Tablolar tipine göre, yapıldıkları malzemeye göre ve kullanış amaçlarına göre çeşitlere

ayrılırlar.

**2.2.1.1. Tiplerine Göre Dağıtım Tabloları**

Dağıtım tablolarının sac gövdeleri aşağıda açıklanan yapım tiplerinden birine uygun olacaktır. Aynı yerde bulunan tabloların olabildiğince aynı boyut ve renkte olması sağlanmalıdır. Bütün tipler için tabloyu oluşturan DKP sacların kalınlığı 2 mm’den az olmayacaktır.

**Açık Tip Tablolar:** En az 40x 40x 4 mm’lik köşe demirinden iskelet bulunacak ve sacdan yapılacaktır. Tablo zemin üzerinde 10 cm yüksekliğindeki beton taban üzerine oturtulacaktır. Tablo arkasında en az 0,80 m genişliğinde bir geçit

bırakılacaktır, bu geçidin bir yanını tablonun bulunduğu bölmenin bir duvarının oluşturmasına dikkat edilecektir.

**Kapalı (pano) Tip Tablolar:** Her yanı kapalı olarak uygun kalınlıkta sacdan yapılır. Tablonun ön yüzü bir yada iki kanatlı yapılarak açılması sağlanır ve tablo içindeki aygıtlara gerektiğinde bu biçimde ulaşır. Dışarıdan okunacak ya

da kumanda edilecek bütün aygıtlar kanatlar üzerinde bulunur ya da buralarda bırakılmış olan boşluklara yerleştirilir.

**Açık Hava Tipi Tablolar:** Ayrıca sacdan bir koruyucu dolap içine alınan açık tip tablolardır. Koruyucu dış dolap en az 2 mm kalınlığında sacdan yapılacak bu dolabın yüzeylerinde 4x40 mm yassı demirden pekiştirme çaprazları ve ön

yüzlerinde açılıp kapanabilir iki kanatlı kilitli kapıları bulunacaktır. Bu tip tablolar açık havada, doğal zeminden en az 40 cm yükseklikte beton taban üzerine oturtulacaktır. Koruyucu dolapların üst sacı yağmur ve kar birikmelerine karşı arkaya doğru 15 derece eğik yapılacaktır.

**Duvar Tipi Tablolar:** Kapalı tip tabloların aynısı olup yalnızca yükseklik ve duvara saptama biçimi bakımından onlardan ayrılırlar.

**Dolap Tipi Tablolar:** Birimler halinde ayrılabilir. Her birimde gerekli ölçme, kumanda aygıtları bulunacak ve gözlere yerleştirilecektir. Bu gözler bir kilit düzeninin açılmasından sonra çekilerek tablodan çıkarılabilecektir.

**Yapıldıkları Malzemeye Göre Dağıtım Tabloları**

**Sac Tablolar:** 1- 2 mm kalınlığında DKP sacdan yapılırlar. Küçük boyutlu sıva üstü ve gömme tipleri, düzgün kıvrımlı ve nokta kaynağı ile sağlamlaştırılmış, kapalı ve açık tipte yapılırlar. Büyük olanları ise köşebent demirleri ile desteklenerek dayanımları arttırılır ve pano tipi olarak yapılırlar. Fırınlanmış elektrostatik boya ile boyanırlar**.**

**Yalıtkan Malzemeli Tablolar:** Sert plastik, pertinaks, fiber ve polyester gibi maddelerden üretilen bu tablolar, kumanda ve kontrol elemanlarının yerleşimi için yapılır. Yüksek dayanıklılık isteyen yerlerde sac korumalarla desteklenir.

**Etanş Tablolar:** Yalıtkan malzeme veya sacdan yapılabilirler. Kapakları contalıdır. Kimyasal madde, nem ve mekanik etkilere karşı korunması gereken yerlerde kullanılır. Anahtar ve şalterlere kapak açılmadan ulaşılabilir.

**Kullanış Amaçlarına Göre Dağıtım Tabloları**

**Aydınlatma Dağıtım Tabloları:** Ev ve işyerlerindeki aydınlatma ve küçük hizmet araçlarının çalıştırılması için yapılan tesisatın dağıtım tablolarıdır. Bu tablolarda genellikle linye sigortaları bulunur. Ancak güvenlik açısından

sigortaların yanında açma- kapama için ana şalter bulunabilir. Bu şalter pako ya da termik- manyetik şalter olabilir. Bunlarla birlikte 30 mA’lik hayat korumalı kaçak akım rolesi ve 300 mA’lik yangın korumalı kaçak akım rölesi de

kullanılmalıdır. Bu önlemlerle beraber toprak hattına bağlamak için, panonun topraklama vidası veya barası olmalıdır.

**Kuvvet Dağıtım Tabloları:** Aydınlatma dışında güç tesisatının (motor) bulunduğu tesisler kuvvet tesisleridir. Bu tesislerde kullanılan tablolar kuvvet tablolarıdır.

**Kumanda Devreleri Tabloları:** Atölye ve fabrikalardaki makinelerin otomatik çalışabilmesini sağlayan devrelerin bulunduğu tablolardır. Tablo üzerindeki şalter ve butonlarla makineler kumanda edilirler. Kumanda panolarında, pako

şalter, sigorta, kontaktör, zaman rolesi, aşırı akım rolesi, gerekli olan diğer röleler ve butonlar bulunur.

**Kontrol Devreleri Tabloları:** Modern üretim yapan fabrikalardaki makine ve tezgahları tüm yönleriyle (çalışması, ölçü aletleri, sinyal devreleri, uyarı sistemleri vb.) kontrol edebilen tablolardır. Kontrol devresi tablolarına örnek olarak PLC, CNC panolarını gösterebiliriz.

**Şantiye Tabloları:** Yeni yapılan bina ve fabrika gibi yerlerin şantiyelerindeki asansör, vinç, hidrofor ve aydınlatma gibi elektrik gereksinimi için yapım süresince kullanılan daha sonra kaldırılan tablolardır.

**Kuvvet Panolarına Kablo Bağlantıları Yapılması**

Kuvvet panolarına (ana ve tali) giriş çıkış kablolarının bağlantıları yapılırken çok dikkat edilmelidir. Kablolar mutlaka uygun döşeme yöntemleri kullanılarak panolara getirilmelidir. Kabloların uçlarına pabuçlar takılmalıdır. Bağlantılarda gevşek irtibat olmamasına dikkat edilmelidir. Enerji varken kesinlikle kablo bağlantıları yapılmamalıdır. Kablolar panolara giriş ve çıkışlarında koruyucular içinden geçirilmelidir. Motorlar ve

panolar mutlaka topraklanmalıdır. Kablolara pabuç takmadan bağlantılarının yapılmaması gerekir. Takılacak pabuçların kablo kesitine uygun seçilmesi gerekir. Kablolara pabuç takılmasında, kablo ucunun gereğinden fazla açılmaması ve pabuçların özel pensle sıkılması gerekir. Kablonun pabuca gevşek tutturulması ark oluşmasını sağlar, arkın oluşması da tesisler için çok tehlikelidir.