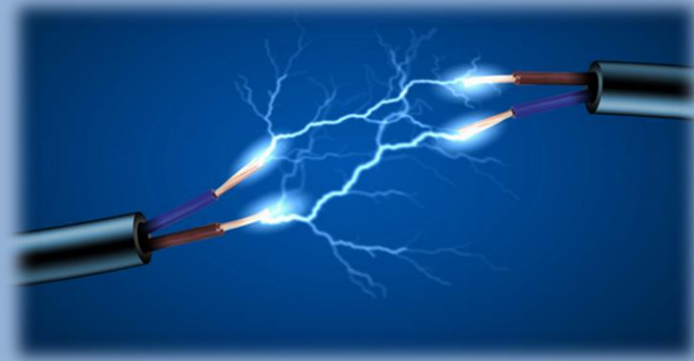


SAU023
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

ELEKTRİKLE ÇALIŞMALARDA
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ



Hedefler



- 👉 Elektrikle ilgili temel kavramlar,
- 👉 İşyerinde elektrikle çalışmalarda ortaya çıkan riskler,
- 👉 Risklere karşı alınması gereken tedbirler,

hakkında bilgi sahibi olacaksınız.

İçindekiler

ELEKTRİKLE ÇALIŞMALARDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

- ☐ Elektrik enerjisi ve tanımlar
- ☐ Elektrik tesislerinde güvenlik
- ☐ Elektrik işlerinde bakım onarım
- ☐ Elektrik iç tesislerinde güvenlik ve patlayıcı ortamlar
- ☐ Statik elektrik
- ☐ Yıldırımdan korunma
- ☐ Topraklama tesisatı
- ☐ Elektrik tesisatının kontrolü
- ☐ İlgili mevzuat

ELEKTRİK ENERJİSİ VE TANIMLAR




1.1 Elektrik Enerjisi

Elektronların hareket etmesiyle oluşan enerjiye Elektrik Enerjisi denir. Elektrik enerjisi diğer enerjilere dönüştürülerek birçok alanda kullanılabilir. Elektrik enerjisi çeşitli araçlar kullanılarak ısı, ışık, kimyasal ve mekanik enerjiye dönüştürülebilir.

1.2 Atom ve Yapısı

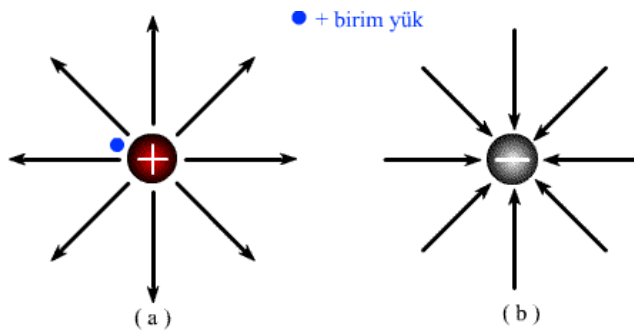
Maddenin özelliklerini taşıyan en küçük yapı taşına atom denir. Akım ve gerilimi anlayabilmek için atom ve yapısını bilmek gerekir. Atom merkezde çekirdek, bunun etrafında negatif yüklü elektronlardan oluşur. Çekirdek pozitif yüklü proton ve yüksüz nötronlardan meydana gelir.

Tablo 1. 1 Atomun Temel Parçacıkları

	Parçacık adı	Yük (coulomb)
 Elektron: (-) Negatif yük taşır ve çekirdek etrafındaki yörüngede bulunur.	Elektron	1.60×10^{-19}
 Proton : (+) Pozitif yük taşır ve çekirdekte bulunur.	Proton	1.60×10^{-19}
 Nötron : (0) Yüksüzdür ve çekirdekte bulunur	Nötron	0

1.3 Elektrik Yükü

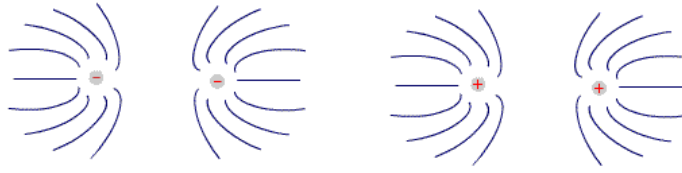
Elektrik yüklü iki cisim bir birini ya iter ya da çeker. Bu deneyler ve gözlemler sonucunda bilim adamları iki çeşit elektrik yükü tespit ettiler. Elektrik yüklerinden birine **pozitif yük** diğerine ise **negatif yük** denir.



Şekil 1.1 Pozitif ve Negatif Elektrik Yükü

Elektron, atomun en küçük ve en hafif parçasıdır. Elektronlar atom çekirdeği etrafında dönerken sabit hareketlidirler. Elektronlar negatif yüklüdürler, bunun anlamı, onların etrafı görünmez bir kuvvet alanı ile sarılmıştır. Buna elektrostatik alan denir

Proton, elektrondan hem büyük hem de ağırdır. Proton pozitif elektrik yüküne sahiptir. Bu pozitif yüklü parçacığın elektrostatik alanı, elektronun alanı ile aynı şiddette fakat ters yöndedir. Proton etrafında + birim yüke etki eden kuvvet elektrik alanının yönünü vermektedir.

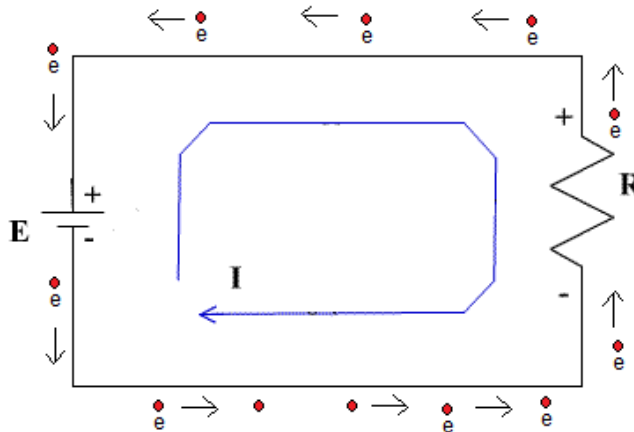


Şekil 1.2 Elektrik Yüklerinin birbirini itmesi ve çekmesi

Şekil 1.2 de görüldüğü gibi aynı cins yükler birbirlerini iter, farklı cins yükler birbirlerini çeker. İki elektron birbirlerini iter, çünkü ikisi de negatif elektrik yüklüdür. İki proton birbirlerini iter, çünkü ikisi de pozitif elektrik yüküne sahiptir. Diğer taraftan, elektron ve proton birbirlerini çeker, çünkü bunlar zıt elektrik yüklerine sahiptir.

1.4 Elektrik Akımı

Elektron akışına kısaca elektrik akımı denir. Elektronların hareket yönü devre üzerinde (-)'den (+)'ya doğrudur. Elektrik Akımının yönü ise elektron akımının tersidir. Bir elektrik devresinde iki nokta arasında elektrik akımının akması için noktaların potansiyelleri farklı olmalıdır. Şekil 1.3'de basit bir elektrik devresi verilmiştir. Devre üzerinde elektrik akımının ve elektronların yönü gösterilmiştir.



Şekil 1.3 Elektron Akışı ve Akım Yönü

Bir elektrik devresinde 1 saniyede akan yük miktarına akım şiddeti denir. Akım şiddetinin birimi Amper(A) dir. Eğer elektrik devresinden 1 saniyede 1 Coulomb'luk yük geçiyorsa devrenin akım şiddeti 1 A olur. Akım şiddeti Ampermetre ile ölçülür ve Ampermetre devreye seri bağlanır.

Örnek 1.1 Bir elektronun yükünün $1,60 \cdot 10^{-19}$ Coulomb(C) olduğu bilindiğine göre 1 C'luk yük için kaç elektron gerekir.

Çözüm

Bu problem oran-orantı kurularak çözülebilir.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ e'nin yükü} & \xrightarrow{\quad} & 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ x \text{ e'nin yükü} & \xrightarrow{\quad} & 1 \text{ C} \end{array}$$

$$x = \frac{1 \cdot 1}{1,60 \cdot 10^{-19}} = \frac{1 \cdot 10^{19}}{1,60} = 0,625 \cdot 10^{19} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ tane elektron gerekir.}$$

Örnek 1.2 Bir elektrik devresinin birim kesitinden 2 saniyede $62,5 \cdot 10^{18}$ tane elektron geçtiğine göre bu kesitten akan akım kaç amperdir?

Çözüm Öncelikle 1 saniyede kaç tane elektron geçer onu hesaplayacağız.

$$2 \text{ saniyede } 62,5 \cdot 10^{18} \text{ tane elektron geçtiğinden } 1 \text{ saniyede } \frac{62,5 \cdot 10^{18}}{2} = 31,25 \cdot 10^{18} \text{ tane geçer.}$$

$$\begin{array}{ccc} 6,25 \cdot 10^{18} \text{ e'nin yükü} & \xrightarrow{\quad} & 1 \text{ C ise} \\ 31,25 \cdot 10^{18} \text{ e'nin yükü} & \xrightarrow{\quad} & x \text{ C olur.} \end{array}$$

$$x = \frac{31,25 \cdot 10^{18}}{6,25 \cdot 10^{18}} = 5 \text{ C}$$

Kesitten 1 saniyede 5 Coulomb'luk yük geçmektedir. Tanım gereği 1 saniyede 1 C luk yük geçerse 1 A oluyordu. 1 saniyede 5 C yük geçerse $1 \times 5 = 5$ A olur.

Akım şiddetine I (A), yüke Q (C) ve zamana t(s) dersek $I = \frac{Q}{t}$ ifadesinden akım şiddeti hesaplanabilir.

1.5 Gerilim

Gerilim elektrik akımını meydana getiren kuvvettir. Bir elektrik devresinde 2 nokta arasında akım akması için noktalar arasında **potansiyel fark** olması gerekir.

Bu durumu nehirlerin akmasına benzetebiliriz. Nehirler dağlardan denize doğru akarlar. Çünkü dağların rakımı (yüksekliği) denizlerin rakımından daha büyüktür.

Benzer şekilde elektrik akımı da daha yüksek potansiyelden daha alçak potansiyele doğrudur. Eğer iki nokta arasında potansiyel farkı yoksa elektrik akımı akmaz. **Gerilimin birimi Volt (V)tur.** Gerilimi ölçmek için Voltmetre kullanılır ve Voltmetre devreye paralel bağlanır.

1.6 Direnç

Direnç kelimesinin sözlük anlamı dayanma, karşı koyma gücü, mukavemettir. Elektrikte ise elektrik akımının geçmesine gösterilen zorluğa direnç denir. Bir iletkenin uçlarına gerilim uygulandığında, elektronlar artı uçtan eksi uca doğru hareket eder. Sürtünme kuvvetinin, çekim kuvvetine karşı zıt bir kuvvet olduğu gibi, elektronların madde içinde hareketi esnasında elektronların birbiri ile ve atomlarla çarpışması sonucunda, *elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür ki*, buda iletilmek istenen elektrik enerjisine karşı zıt bir olay olup buna direnç denir. Direncin ölçü birimi ohm olup Ω sembolü ile gösterilir. Devre sembolü Şekil 1.4 deki gibi gösterilir ve direnç harf olarak **R** harfi ile temsil edilir. Direnç elektrik enerji iletiminde istenmeyen bir büyüklüktür. Elektronik devrelerde ise, akımı ve gerilimi sınırlandırarak, kontrol amacıyla kullanılır ve bu nedenle istenen bir büyüklüktür.

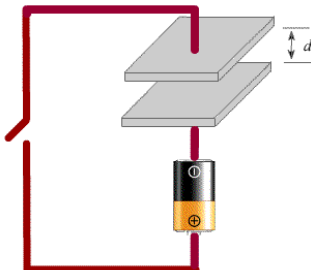


Şekil 1.4 Direnci Sembolü

Standart 1 Ω 'luk direnç, "106,3 cm uzunluğunda ve 1 mm² kesitinde 0 °C deki cıvanın" direncidir.

1.7 Kondansatör

İki paralel iletken ortada bir yalıtkandan (dielektrikten) oluşan devre elemanına kondansatör adı verilir. Şekil 1.5'de bir kondansatör görülmektedir.

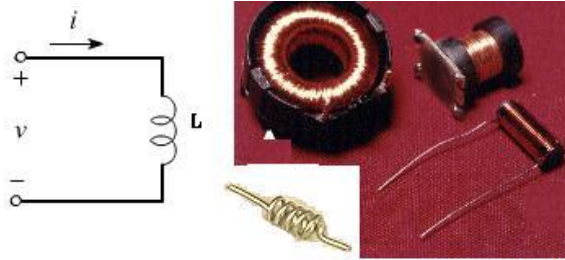


Şekil 1.5 Kondansatör Dolması (Şarj)

Kondansatörlerde elektrik yükleri depo edilir ve istendiğinde bu yükler devrede amaca uygun olarak kullanılırlar. Kondansatörü yüklemek için bir gerilim kaynağına bağlanır. Kondansatörde biriken yük uygulanan gerilimle orantılıdır, yani gerilim ne kadar büyükse kondansatöre depolanan yük miktarı da büyük olur. Kondansatörü yükleme süreci, kondansatörün uçlarındaki potansiyel farkı uygulanan gerilim kaynağının gerilimine eşit oluncaya kadar devam eder. **Kondansatörlü devrelerde çalışma yapılırken birikmiş olan elektrik yükleri çalışmaya başlamadan önce boşaltılmalıdır (deşarj).**

1.8 Bobin

Bobinler manyetik alan meydana getiren elemanlardır. Bir iletkenin bir eksen etrafında sarılmasıyla elde edilir. İletkenin uçlarına enerji verildiğinde bir manyetik alan oluştururlar. Elektrik motorlarının ve jeneratörlerin temeli bobinlere dayanır. Çok geniş bir uygulama alanı vardır. Bobinin sembolü Şekil 1.6 de gösterilmiştir.



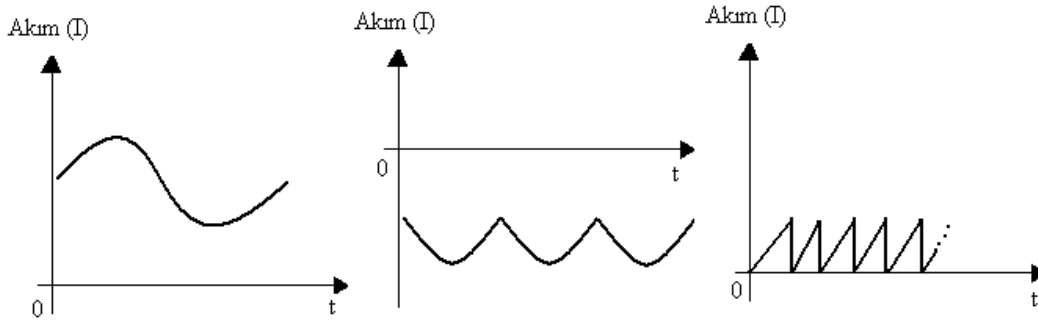
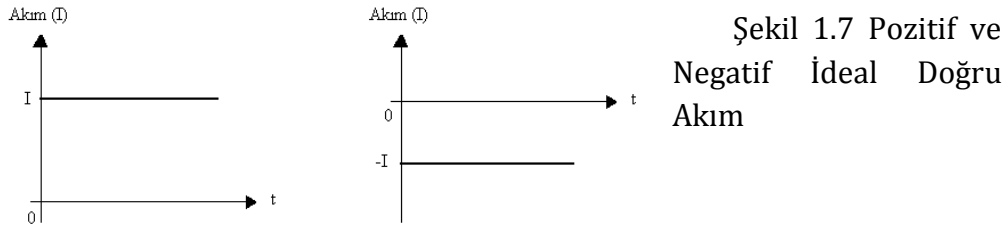
Şekil 1.6 Bobinin Simgesi ve çeşitli bobinler

Bobinin indükleme yeteneğine endüktans denir. Endüktans L ile gösterilir ve birimi Henry(H) dir. Bobinin endüktansı nüvesinin özelliklerine, sarım sayısına, sarımlar arasındaki mesafeye ve bobin çapına bağlıdır.

Bobinler de kondansatörler gibi seri, paralel veya seri-paralel olarak bağlanabilirler

1.8 Doğru Akım(DC)

Zamana göre yönü değişmeyen akıma Doğru Akım(DC) denir. Doğru akımda akım şiddetinin değişip değişmemesine göre kendi arasında ikiye ayrılır. Akım şiddeti sabit olana akıma İdeal Doğru Akım, akım şiddeti değişen ancak yönü değişmeyen akıma ise Değişken Doğru Akım denir. Şekil 1.7 de pozitif ve negatif doğru akım gösterilirken, Şekil 1.8 de Değişken doğru akım çeşitlerinden 3 tanesi gösterilmiştir.

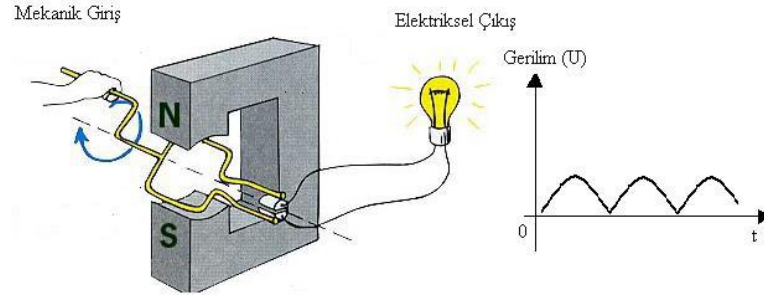


Doğru akım pil, akümülatör, dinamo, doğrultmaç devresi veya güneş pili kullanılarak üretilebilir.

Pil: Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren cihazlara pil denir. Pratikte şarj edilebilen (tekrar doldurularak kullanılabilen) ve şarj edilemeyen piller olarak ikiye ayırabiliriz. Yapılarına göre ise; Volta Pili, Daniel Pili, Leclanche Pili ve Kuru Pil olarak dörtte ayrılabilir.



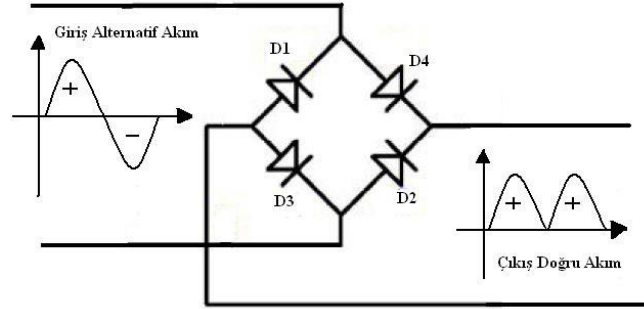
Dinamo: Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren makinelerdir. Manyetik alan içerisinde hareket ettirilen bir iletkende gerilim indüklenmesi ilkesinden faydalanılır. Şekil 1.10 de basit bir dinamo gösterilmiştir.



Şekil 1.10 Basit Dinamo ve Çıkış Geriliminin Dalga Şekli

Akümülatör: Piller gibi kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren araçtır. Akümülatörlerin kapasitesi pillere göre çok büyüktür. Akümülatöre piyasa kısaca Akü denir.

Doğrultmaç Devreleri: Alternatif Akımı Doğru Akıma çeviren devrelerdir. Yarıiletken teknolojisi kullanılarak yapılan elektronik elemanlar kullanılır. Şekil 1.11' basit bir doğrultmaç gösterilmiştir.

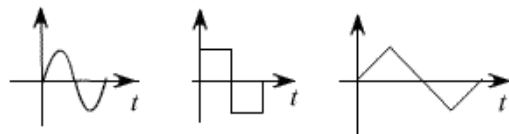
Şekil 1.11
Doğrultmaç Devresi (D: Diyot)

Güneş Pili: Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren araçlardır. Yarıiletken teknolojisinin gelişmesi ile yaygınlaşmıştır.

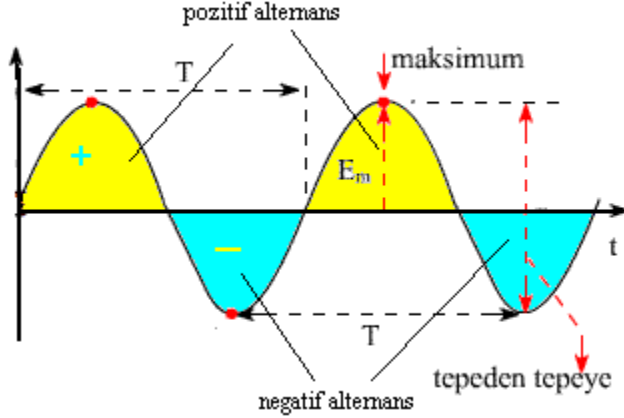
Doğru akımın genel olarak, Haberleşme, Elektroliz, radyo-teyp-tv gibi elektronik cihazlarda, kaplamacılıkta (maden), doğru akımla çalışan kaynak makinelerinde, DC motorlarda, elektrikli taşıma araçlarında, elektromıknatıslarda vb. yerlerde kullanılır.

1.9 Alternatif Akım (AC)

Zamanla yönü ve şiddeti değişen akıma Alternatif Akım denir. Şekil 1.12'de bazı dalga şekilleri gösterilmiştir.

Şekil 1.12 Alternatif Akım
Dalga Şekilleri

Alternatif Akımın zamanla yönü ve şiddeti değiştiği için doğru akımdan farklı olarak periyot, frekans, alternans, maksimum değer, minimum değer, ortalama değer ve efektif değer gibi kavramlar kullanılır.



Şekil 1.13
Sinüzoidal Alternatif Akım

Ani değer: Bir dalga'nın herhangi bir andaki büyüklüğüdür ve küçük harflerle (i) gösterilir.,

Maksimum değer : Bir dalga'nın yatay eksenden, tepe değeri arasındaki büyüklüktür, ve I_m U_m E_m . şekline gösterilir.

Tepeden-tepeye değer: Bir dalga'nın maksimum tepe noktası ile minimum tepe noktası arasındaki değerdir, I_{p-p} , U_{p-p} şeklinde gösterilir.

Etkin(efektif) Değer: Alternatif akım ile aynı dirençte, aynı zamanda eşit ısı ortaya çıkaran doğru akım değerine, alternatif akımın etkin(efektif) değeri denir. $U_e=0,707 U_m$, $I_e=0,707 I_m$, dir.

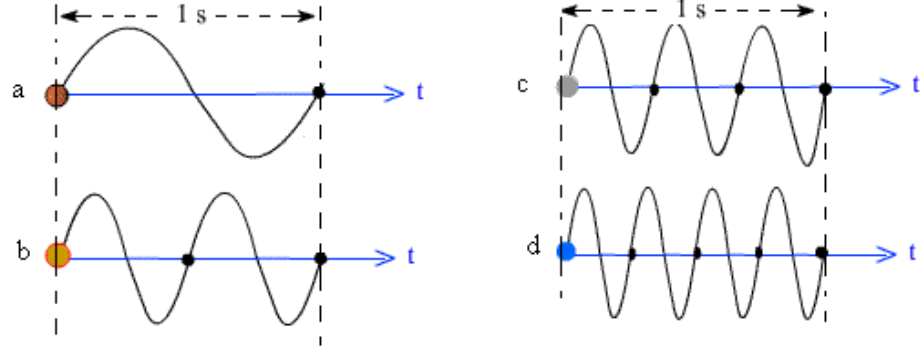
Alternans: İşaretin sıfırdan başlayarak maksimum değerine ulaştıktan sonra tekrar sıfıra ulaşmasına **pozitif alternans**, sıfırdan başlayıp minimum değere ulaştıktan sonra tekrar sıfıra gelmesine ise **negatif alternans** denir.

Periyot: Bir dalga'nın aynı hareketi tekrarlaması için geçen zamandır. Bir titreşim için geçen zamana periyot denir, T ile gösterilir. Başka bir ifade ile pozitif alternans ve devamında negatif alternansın oluşması için geçen zaman da periyottur. Birimi saniye (s) dir.

Periyodik Dalga: Bir dalga belirli zaman aralıklarında kendini tekrarlıyorsa, bu dalga periyodik dalgadır.

Frekans: 1 saniyedeki titreşim sayısına frekans denir ve f ile gösterilir. Birimi Hertz (Hz) dir.

Örnek 1.3: Şekil 1.14 de verilen alternatif akımların periyotunu ve frekansını hesaplayınız.



Şekil 1.14 Farklı Frekanslardaki Alternatif Akım Dalga Şekilleri

Çözüm: İlk önce her bir işaretin periyotunu bulacağız. Şekil 6.8'deki işaretler için dalga'nın sıfırdan başlayıp maksimuma ulaştıktan sonra sıfıra gelmesi ve ardından minimuma ulaştıktan sonra tekrar sıfıra gelmesi için geçen süreler bize periyotları verecektir.

a) Burada periyot $T = 1s$ dir. Frekans ise $f = \frac{1}{T} = 1Hz$ olarak bulunur.

b) Bu dalga şeklinde işaret 1 s'de 2 defa periyotunu tamamlamaktadır. Yani,

$$2T = 1 \Rightarrow T = \frac{1}{2}s \text{ ve } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2Hz \text{ olur.}$$

c) Benzer şekilde,

$$3T = 1 \Rightarrow T = \frac{1}{3}s \text{ ve } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{1}{3}} = 3Hz$$

$$d) 4T = 1 \Rightarrow T = \frac{1}{4}s \text{ ve } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4Hz$$

Örnek 1.4: Ülkemizde şehir şebeke gerilimi (etkin) 230V olduğuna göre maksimum değerini bulunuz.

Çözüm:

$$U_e = 0,707U_m$$

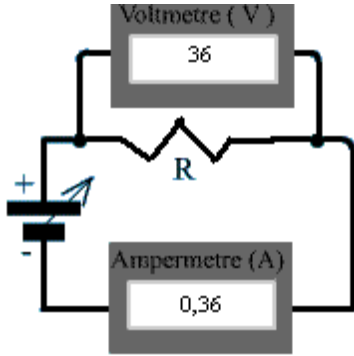
$$U_m = \frac{U_e}{0,707} = \frac{230}{0,707} \cong 325V$$

1.10 Ohm Kanunu

Bir iletkenin uçlarına uygulanan gerilimle içinden geçen akım arasında sabit bir oran vardır, bu sabit orana direnç denir, bu kanuna ise Ohm kanunu denir. Bu ifadeyi formül olarak $R = \frac{V}{I}$ şeklinde yazılır. Genelde elektromotor kuvvet E harfi ile gösterildiğinden, ohm kanununda iletken uçlarına uygulanan gerilim elektromotor kuvveti olup ohm kanunu, $R = \frac{E}{I}$ formülü ile gösterilir. Yukarıdaki formülleri, $V=IR$ ya da $E=IR$ şeklinde de yazılabilir.

Örnek 1.5

Şekil 1.15'deki devreye ohm kanunu uygulanırsa, $V=36$ volt, $I=360$ mA=0,36 A olduğundan direnç, $R = \frac{V}{I} = \frac{36}{0,36} = 100 \Omega$



Şekil 1.15 Ohm kanunu

1.11 Joule Kanunu

Elektrik enerjisi kendisi direkt olarak kullanılmayan, diğer enerjilere dönüştürülerek yararlanılan bir enerji türüdür. Elektrik enerjisi lambada ışık, elektrik motorunda mekanik, elektrik sobasında ısı olarak karşımıza çıkar.

Elektrikli ısıtıcılar genel olarak içinden akım geçen tel ısınır ilkesine göre çalışır. Ortaya çıkan ısının hesaplanmasında **Joule** (jul) kanunundan yararlanılır.

Joule kanunu, *bir iletkenden bir saniyede geçen elektriğin verdiği ısı: iletkenin direnci ile geçen akımın karesinin çarpımına eşittir*, ilkesinden ibarettir. Yani, $W=I^2.R.t$ (joule) dir.

Burada,

W: Isı enerjisi

I : iletkenden geçen akım

R: iletkenin direnci

t: saniye olarak akımın geçme süresidir.

İnsan elektriğe kapılırsa joule etkisinden dolayı üzerinde ısı enerjisi oluşur. Oluşan enerji yukarıdaki formülden hesaplanır. **Ancak burada R artık insanın direncidir.**

1.12 Yönetmeliklerdeki Tanımlar

Elektrik kuvvetli akım tesisleri: İnsanlar, diğer canlılar ve eşyalar için bazı durumlarda (yaklaşma, dokunma vb.) tehlikeli olabilen ve elektrik enerjisinin üretilmesini, özelliğinin değiştirilmesini, biriktirilmesini, iletilmesini, dağıtılmasını ve mekanik enerjiye, ışığa, kimyasal enerjiye vb. dönüştürülerek kullanılmasını sağlayan tesislerdir.

Elektrik Zayıf akım Tesisleri: Normal durumlarda, insanlar ve eşyalar için tehlikeli akımların meydana gelemediği tesislerdir.

Elektrik tesisleri elektrik iç tesisleri: Elektrik iç tesisleri 3 grupta incelenir. Bunlar,

- a) Sürekli elektrik tesisleri: Yapıların ya da kümelerinin içinde, bitişğinde ya da bu yapılara ek olarak bunların dışında sürekli kullanılmak için kurulan asansör tesisleri dışındaki alçak gerilimli her türlü tesislerdir. Yapıların iç aydınlatma, kuvvet, alçak gerilim kompanzasyon tesisleri, çağırma, alarm, arama, yıldırımlik, akü, doğrultmaç (redresör) hoparlör, anten, telefon ve televizyon tesisleriyle, bu yapıların bahçe aydınlatma tesisleri ve yukarıda açıklanan tesislerin dışarıda kurulan bölümleri sürekli tesis sayılır.
- b) Tesis yaptıran kimsenin arazisi ile sınırlı enerji nakil hattı içermeyen, bağımsız alçak gerilimli elektrik tesisleri (bir ev, bağ veya bahçenin yalnızca kendi gereksinimlerini karşılamak için tahsis edilecek motopomp tesisi ve benzeri tesisler)
- c) Geçici elektrik tesisleri: Geçici elektrik tesisleri yukarıda (a) ve (b) madde bölümlerinde açıklanan tesislere bağlanmış olan yapıların içinde ya da dışında, sürekli tesisin işletmeye açılmasına kadar kullanılmak için geçici olarak kurulan ve sürekli olarak kullanılmayan alçak gerilimli her türlü tesislerdir. Lunapark, panayır gibi tesisler ve şantiyeler geçici tesis sayılır.

Alçak gerilim: Etkin değeri 1000 volt ya da 1000 voltun altında olan fazlar arası gerilimdir.

Yüksek gerilim: Etkin değeri 1000 voltun üstünde olan fazlar arası gerilimdir.

Tehlikeli gerilim: Etkin değeri, alçak gerilimde 50 voltun üstünde olan, yüksek gerilimde hata süresine bağlı olarak değişen gerilimdir.

Çok küçük gerilim: 42 Voltun altındaki gerilimlere çok küçük gerilim denir.

Elektrik işletme elemanları: Elektrik enerjisinin üretilmesi, dönüştürülmesi, iletilmesi, dağıtılması ve kullanılması amacına hizmet eden (örneğin makineler, transformatörler, bağlama cihazları, ölçü aletleri, koruma düzenleri, kablolar ve hatlar ile tüketici cihazları gibi) bütün elemanlardır.

Sabit işletme elemanları: Yapıları veya mekanik dayanımları açısından, işletme esnasında kuruldukları yere bağlanmış olan cihazlardır. Bu tanıma, işletme açısından sabit oldukları halde, örneğin bağlantılarının yapılabilmesi veya temizlenmeleri için sınırlı hareket ettirilebilen işletme elemanları da dahildir. Örneğin araçlarda ve cihazlarda sabit şekilde monte edilmiş transformatörler sabit işletme elemanlarıdır.

Yer değiştirebilen işletme elemanları: Şekilleri ve alışlagelmiş kullanımları açısından işletme sırasında bulundukları yere bağlanmamış elemanlardır. Bu tanıma, şekilleri ve alışlagelmiş kullanımları açısından gerilim altındayken hareket ettirilebilen işletme elemanları da dahildir.

Aktif bölümler: Elektrik işletme elemanlarının, normal işletme koşullarında gerilim altında bulunan iletkenleri (nötr iletkeni dahil, ancak PEN iletkeni hariç) ve iletken bölümleridir. Orta iletkenler de aktif bölümlerdir; fakat koruma iletkenleri ve bunlara iletken olarak bağlı bölümler aktif bölüm sayılmaz

Açıktaki iletken bölümler (Gövde): Elektrik işletme elemanlarının her an dokunulabilen, aktif bölüm olmayan, fakat bir arıza durumunda gerilim altında kalabilen (gövde gibi) iletken bölümleridir.

Ana iletken (Faz iletkeni) (L_1, L_2, L_3) (R-S-T): Elektrik enerji kaynaklarını tüketicilere bağlayan, fakat orta noktadan ya da yıldız noktasından çıkmayan iletkenlerdir.

Nötr iletkeni (N): Şebekenin orta noktasına veya yıldız noktasına bağlanan, elektrik enerjisinin iletilmesine katkıda bulunan bir iletken (d.a. sistemlerinde kaynağın orta noktasına bağlanan iletkene de orta iletken denir).

Koruma iletkeni (PE): Elektriksel olarak tehlikeli gövde akımlarına karşı alınacak güvenlik önlemleri için işletme elemanlarının açıktaki iletken bölümlerini: Potansiyel dengeleme barasına, Topraklayıcılara, Elektrik enerji kaynağının topraklanmış noktasına, bağlayan iletkenlerdir.

El mesafesi bölgesi: Genellikle yürünebilen zeminden itibaren belirlenen ve sınırlarına, bir kişinin her yönde, yardımcı bir araç kullanmaksızın eliyle erişebileceği bölgedir. Basılan yerden itibaren yukarıya doğru 2,5 m, aşağı ve yanlara doğru ise 1,25 m dir.

Toprak öz direnci (ρ_E): Toprağın elektriksel öz direncidir. Bu direnç, genellikle $\Omega \text{ m}^2/\text{m}$ ya da $\Omega \text{ m}$ olarak verilir. Bu direnç, kenar uzunluğu 1 m olan toprak bir küpün karşılıklı iki yüzeyi arasındaki dirençtir.

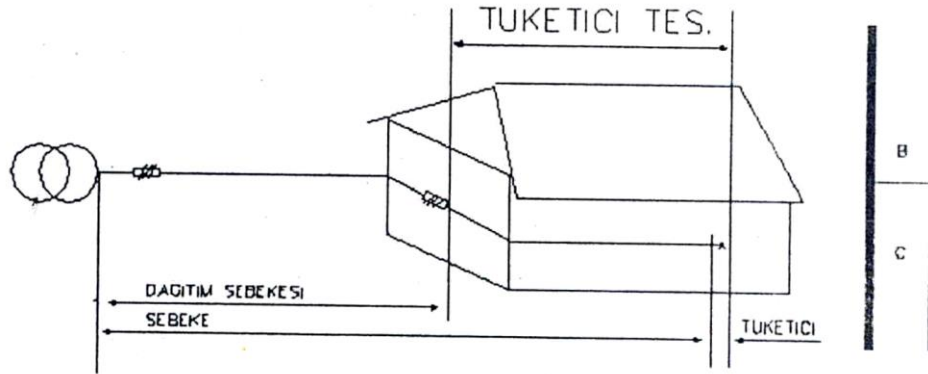
Topraklayıcının veya topraklama tesisinin yayılma direnci (R_E): Bir topraklayıcı ya da topraklama tesisi ile referans toprağı arasındaki toprağın direncidir. Yayılma direnci, yaklaşık olarak ohmik direnç kabul edilebilir.

Topraklama direnci: Topraklayıcının yayılma direnci ile topraklama iletkeninin direncinin toplamıdır.

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

Santral: Elektrik enerjisinin üretildiği tesislerdir.

Şebeke: Akım kaynağından tüketim araçlarının bağlantı ucuna kadar olan hava hatları ve kabloların tümüdür. Şekilden anlaşılacağı gibi şebeke, dağıtım şebekesi ve tüketici tesisinden meydana gelmektedir.



Şekil 1.16 Tüketici Tesisi ve Şebeke

Ağ (Enterkonnekte) şebeke: Santrallerin birbiri ile bağlantısını sağlayan gözlü şebekedir.

İletim şebekesi: Yerel koşullar nedeniyle belli yerlerde üretilebilen ve ağ şebeke ile en üst düzeyde toplanan enerjiyi tüketicinin yakınına ileten kablo ve/veya hava hattı şebekeleridir.

Dağıtım şebekesi: İletilerek tüketilecek bölgeye taşınmış olan enerjiyi, tüketiciye kadar götüren şebekedir.

Tüketici Tesis : Yapı bağlantı kutusunda sonraki yada bunun gerekli olmadığı yerlerde tüketim araçlarında önceki son dağıtım tablosunu çıkış uçlarından sonraki elektrik işletme araçlarının tümüdür.

Yapı Elektrik Tesisleri: Ev, ticarethane, büro vb. yerlerde yapılan ve toprağa karşı gerilimi 250 V'a kadar olan elektrik kuvvetli akım tesisleridir.

Aşırı gerilim: Genellikle kısa süreli olarak iletkenler arasında ya da iletkenlerle toprak arasında oluşan, işletme geriliminin izin verilen en büyük sürekli değerini aşan, fakat işletme frekansında olmayan bir gerilimdir. İç aşırı gerilim: Toprak temasları, kısa devreler gibi istenilen ya da istenilmeyen bağlama olayları ya da rezonans etkileriyle oluşan bir aşırı gerilimdir.

Dış aşırı gerilim: Yıldırımli havaların etkisiyle oluşan bir aşırı gerilimdir.

Başka şebekelerin etkisi ile oluşan aşırı gerilim: Başka şebekelerin, sözü edilen şebekeye etkisi sonucunda oluşan gerilimdir.

Hava hattı: Kuvvetli akım iletimini sağlayan mesnet noktaları, direkler ve bunların temelleri, yer üstünde çekilmiş iletkenler, iletken donanımları, izolatörler, izolatör bağlantı elemanları ve topraklamalardan oluşan tesisin tümüdür.

Salgı (sehim): İletken ile iletkenin iki askı noktasını birleştiren doğru arasındaki en büyük düşey uzaklıktır.

Enerji kabloları: Elektrik enerjisinin iletilmesi veya dağıtılması için kullanılan, gerektiğinde toprak altına da dönebilen yalıtılmış iletkenlerdir.

Kuvvetli akım tesislerinin güvenliği: Kuvvetli akım tesisleri her türlü işletme durumunda, cana ve mala herhangi bir zarar vermeyecek ve tehlike oluşturmayacak bir biçimde yapılmalıdır.

Herhangi bir kimsenin dikkatsizlikle de olsa yaklaşabileceği uzaklıktaki kuvvetli akım tesislerinin gerilim altındaki bölümlerine (aktif bölümler) dokunulması olanaksız olmalıdır ve ilerideki bölümlerde belirtilen emniyet mesafeleri ile koruma önlemleri sağlanmalıdır.

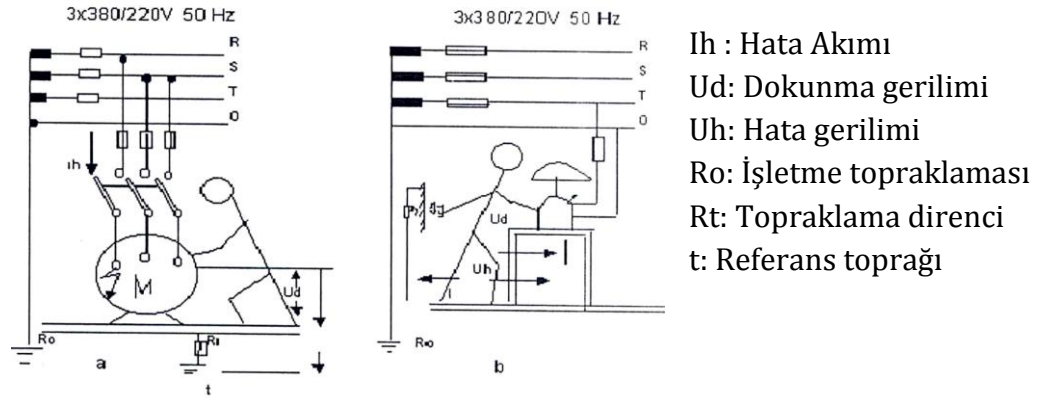
Hata Gerilimi: Aygıtların gövdeleri arasında ya da bu gövdelerle referans toprağı arasında hata durumunda meydana gelen gerilimdir(Şekil 1.17). **Ayrıca hata gerilimi,** İnsanlar tarafından dokunulabilen ve işletme akım devresine ilişkin olmayan, iletken bölümler arasında ya da böyle bir bölüm ile referans toprağı arasında oluşan gerilim olarak ta tanımlanır.

Hata akımı: Bir yalıtıklanlık hatası sonucunda geçen akımdır. Hata akımı ya bir kısa devre akımıdır ya da bir toprak teması akımıdır.

Topraklayıcı Gerilimi: Bir topraklayıcı ya da topraklama tesisi üzerinden akım geçmesi durumunda bunlarla referans toprağı arasında meydana gelen gerilimdir (Şekil 1.18).

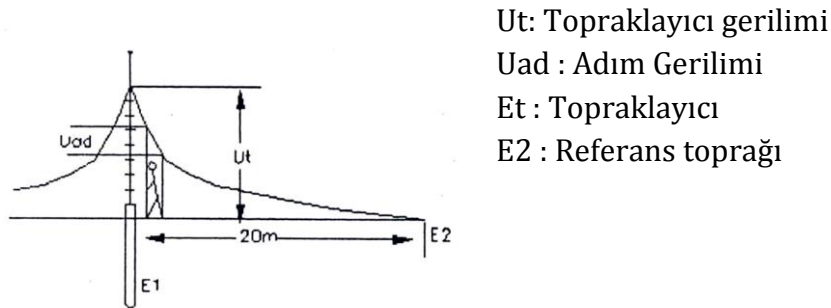
Dokunma Gerilimi: Topraklama geriliminin, insan tarafından köprülenebilen bölümüdür.(Şekil 1.17).

Adım Gerilimi: Topraklama geriliminin, insanın 1 m'lik adım açıklığı ile köprülenebilen bölümüdür (Şekil 1.18).



Şekil 1.17 Bir alçak gerilim tesisinde bir yalıtım hatası sonucunda meydana gelen hata akımı ve hata gerilimi

- Çıplak zemin üzerinde duran bir insana gelen (isabet ede) dokunma gerilimi
- Yalıtılmış zeminde duran ve su musluğuna dokunan insana gelen dokunma gerilimi



Şekil 1.18 Bir topraklayıcı ile referans toprağı arasındaki gerilimin değişimi

Koruyucu Yalıtma: İşletme yalıtkanlığına ek olarak yapılan ve gerilim altında olmayan iletken tesis bölümlerinin: işletme yalıtımının görev yapmaması durumunda gerilim altında kalmalarını önleyecek ya da bunları dıştan örtecek biçimde yapılan yalıtmadır.

Üzerinde Durulan Yerin Yalıtılması: İnsanın, üzerinde bulunduğu yer aracılığı ile toprağa ve el ulaşma uzaklığı içindeki toprakla temasta olan gerilim altında olmayan iletken tesis bölümlerine ve öteki iletken bölümlere karşı yalıtıldığı bir koruyucu yalıtma biçimidir.

Küçük Gerilim: Bir yalıtım hatasında yüksek dokunma gerilimi baş göstermemesi için, anma gerilimleri 42 volta kadar olan akım devrelerinin topraklanmadan çalıştığı bir korunma tedbiridir.

Koruma Topraklaması: Bir yalıtım hatasında (tam gövde teması) elektrik devresinin aşırı akım koruma aygıtları ile açılmasını sağlamak için, gerilim altında olmayan iletken tesis bölümlerinin topraklayıcılara ya da topraklanmış bölümlere doğrudan doğruya bağlanmasıdır.

Sıfırlama: Bir yalıtım hatasında (tam gövde teması) elektrik devresini aşırı akım koruma aygıtları ile açılmasına sağlamak için, gerilim altında olmayan iletken tesis bölümlerini sıfır iletkenine yada buna iletken olarak bağlanmış olan bir koruma iletkenin aynı biçimde bağlanmasıdır.

Koruma Hat Sistemi: Yalıtım hatalarında yüksek dokunma geriliminin meydana gelmesini önlemek için gerilim altında olmayan tüm iletken tesis bölümlerini birbirine ve dokunulabilen iletken yapı bölümlerine, boru şebekeleri ve benzeri tesis bölümleri ile yıldız noktaları topraklanmamış şebekelerin topraklayıcılarına iletken olarak bağlanmasını sağlayan bir düzendir.

Hata Gerilimi Koruma Bağlaması: Gerilim altında olmayan iletken tesis bölümleri ile bir yardımcı topraklayıcı arasında yüksek bir dokunma gerilimini meydana gelmesi durumunda bir hata gerilim koruma anahtarının elektrik devresini kendiliğinden açtığı bir bağlantı biçimidir.

Hata akımı Koruma Bağlaması: Gerilim altına olmayan iletken tesis bölümleri üzerinde yada topraktan anahtarın anma hata akımını aşan bir hata akımının geçmesi durumunda, bir hata akımı koruma anahtarının elektrik devresini kendiliğinden açtığı bir bağlantı biçimidir.

Koruyucu Ayırma: Bir yalıtım hatasında dokunma gerilimi meydana gelmemesi için bir akım tüketim aygıtının bir ayırma transformatörü aracılığı ile besleme şebekesinden iletken olarak ayrılmasını sağlayan bir koruma düzenidir.

Yalıtım hatası: Yalıtımdaki hata sonucu sistemde ortaya çıkan hatadır.

Gövde teması: Bir hata sonucunda bir elektrik işletme elemanının gövdesi ile aktif bölümler arasında oluşan iletken bağlantıdır.

Kısa devre: İşletme bakımından birbirine karşı gerilim altında olan iletkenler (ya da aktif bölümler) arasında, bir arıza sonucunda oluşan iletken bağlantıdır. Ancak olayın kısa devre sayılabilmesi için, arızanın olduğu akım devresi üzerinde bir tüketim cihazın direnci gibi işlevi olan bir direncin bulunmaması gerekir.

Hat teması: Kısa devrenin oluştuğu akım devresi üzerinde, işlevi olan bir direnç bulunursa, bu olaya hat teması adı verilir.

Toprak hatası: Bir faz iletkeninin ya da işletme gereği yalıtılmış orta iletkenin, bir arıza sonucunda, toprakla ya da topraklanmış bir bölümle oluşturduğu iletken bağlantıdır. İletken bağlantı bir ark üzerinden de olabilir.

Kaçak akım: İşletme araçlarının gövdeleri, akım sisteminin orta noktasına ya da doğrudan doğruya topraklanmış bir şebeke noktasına veya toprağa iletken olarak bağlanmışlarsa, işletme elemanının aktif bölümlerinden, işletme yalıtkanı üzerinden aktif olmayan bölümlere, örneğin gövdeye işletme sırasında geçen akımdır. Sonuç olarak kaçak akım, işletme sırasında hatasız bir akım devresinden toprağa veya yabancı bir iletken kısma akan akımdır.

BÖLÜM 2. ELEKTRİK TESİSLERİNDE GÜVENLİK

2.1 Genel Güvenlik Kuralları

Elektrik tesisatı, cins ve hacmine göre ehliyetli elektrikçiler tarafından yapılacak bakım ve işletmesi sağlanacaktır.

3914 sayılı İmar kanununa göre “yapıların, mimari, statik ve her türlü plan, proje, resim ve hesaplarının hazırlanmasını ve bunların uygulanmasıyla ilgili fenni mesuliyetleri, uzmanlık konularına ve ilgili kanunlarına göre mühendisler, mimarlar ile görev, yetki ve sorumlulukları yönetmelikle düzenlenecek olan fen adamları deruhte ederler.” ... “38. maddede sayılan mühendisler, mimarlar ve şehir plancıları dışında kalan fen adamlarının görev, yetki ve sorumlulukları, ilgili Bakanlıklar ile Türk Mühendis Mimar Odaları Birliği (T.M.M.O.B.) ve Yüksek Öğrenim Kurumunun görüşleri alınarak Bakanlık ve Milli Eğitim Bakanlığınca birlikte çıkarılacak yönetmelik ile tespit edilir.”

Elektrikle ilgili fen adamları Elektrikle İlgili Fen Adamlarının Yetki Görev ve Sorumlulukları Hakkındaki Yönetmeliğe göre 3 gruba ayrılırlar. Bu üç grup aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

	<i>Eğitim</i>	<i>Elektrik iç tesis projesi işleri</i>	<i>Elektrik iç tesis yapım işleri</i>	<i>İşletme ve bakım işleri</i>	<i>Muayene ve kabul işleri</i>
I. Grup	En az 3 veya 4 yıl yüksek öğrenim görenler	Bağlantı gücü 50 kW'a kadar olan binaların elektrik iç tesis projesi hazırlama	Bağlantı gücü 1500 kW, 400 Volt'a kadar elektrik iç tesislerinin yapımı	Bağlantı gücü 1500 kW'a kadar (gerilimi 36 kV'a kadar) olan tesislerin işletme, bakımı ve ölçü, işleri	Kendileri tarafından yapılan tesislerin muayene, bağlantı, ölçü ve kabulü için gerekli işlerin tamamlanması
II. Grup	En az 2 yıllık yüksek teknik öğrenim görenler ile ortaokuldan sonra en az 4 veya 5 yıl mesleki ve teknik öğrenim görenler	Bağlantı gücü 30 kW'a kadar olan binaların elektrik iç tesis projesi	Bağlantı gücü 1250 kW, 400 Volt'a kadar elektrik iç tesislerinin yapımı,	Bağlantı gücü 1000 kW'a kadar (gerilimi 36 kV'a kadar) olan tesislerin işletme, bakımı ve ölçü, işleri	
III. Grup	En az lise dengi mesleki ve teknik öğrenim görenler, lise mezunu olup bir öğrenim yılı süreyle Bakanlıkların açmış olduğu kursları başarı ile tamamlamış olanlar ile 3308 sayılı Çıraklık ve Mesleki Eğitimi Kanununun öngördüğü eğitim sonucu ustalık belgesi alanlar.	Bağlantı gücü 16 kW'a kadar olan binaların elektrik iç tesis projesi	Bağlantı gücü 500 kW, 400 Volt'a kadar elektrik iç tesislerinin yapımı	Bağlantı gücü 500 kW'a kadar (gerilimi 36 kV'a kadar) olan tesislerin işletme, bakımı ve ölçü, işlerinde	

2.2 Yüksek Gerilimde Çalışma

Tüm yüksek gerilimli kuvvetli akım tesislerinde teknik konulardan sorumlu elektrik mühendisi olmalıdır. 154 kV ve daha büyük kuvvetli akım tesislerinde (uzaktan kumanda edilen TM ler hariç) işletme sorumlusu olarak en az bir elektrik mühendisi bulundurulmalıdır. Bu Mühendisin iş güvenliği ve iş emniyeti açısından sorumluluğu, tesiste uyulması gereken iş güvenliği yöntemlerini tespit etmek, emniyetli bir işletme için uyulması gerekli kuralları belirlemek ve gerekli araç gereçleri tespit ederek söz konusu kurallara uyulması yönünde denetlemeler yapmaktır. Kuvvetli akım tesislerinde yapım, bakım ve işletme esnasında işi yapan elemanın kişisel hatalarından oluşacak kazalarda bu mühendise hukuki sorumluluk yüklenemez.

Yeterli güvenlik önlemleri alınmadan ve özel araçlar kullanılmadan yüksek gerilim altında hiçbir şekilde çalışma yapılamaz.

Kuvvetli akım tesislerinde yüksek gerilim altında ancak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca yetkilendirilmiş olan kurum ve kuruluşlar tarafından bu amaçla açılmış olan eğitim kurslarını bitirerek "Kuvvetli Akım Tesisleri'nde Yüksek Gerilim Altında Çalışma İzin Belgesi" alan elektrikle ilgili fen adamları ya da bir mühendisin sorumluluğu ve gözetimi altında olmak üzere öteki görevliler çalışma yapabilir. Yeterli elektrik bilgisi olmayan kimseler yardımcı olarak çalıştırılacaksa bunlara önceden ilgili kuruluşlar tarafından hazırlanan gerekli yönergeler verilecek ve açıklamalar yapılacaktır.

Müşterek direklerde alçak gerilimli bölümlerde çalışma yapılacağına yüksek gerilimli hattın gerilimi mutlaka kesilecektir.

Gerilim altında olmayan tesis bölümlerinde çalışılacağına gerilim altında bulunan öteki bölümler nedeniyle çalışanların her hangi bir tehlikeye uğramaması için gerekli önlemler alınacaktır.

2.2.1 Çalışanların güvenliğini sağlamak için alınacak önlemler

İşletme sorumluları genellikle yapılacak işler için görevlendirilen kişilere işin süresi, yeri, cinsi ve önemine ilişkin yazılı yönergeler vereceklerdir.

Aşağıdaki durumlarda yazılı yönergeler verilmeyebilir:

- 1) İş yapmakla görevlendirilen kimselerin yeterli teknik bilgi ve görgüsü varsa, kendisi ve yardımcıları için gerekli güvenlik önlemlerini kendi sorumluluğu altına alabilirse,
- 2) İşletme sorumlusu tüm devre açma ve kapama işlerini kendisi yapar ya da gözetimi altında yaptırır ve yapılan işleri kendi denetlerse.

Sözlü olarak ya da telefonla verilen emirler, bu emri alan kimseye tekrar ettirilecektir.

İlgililerin saatleri birbirine göre tam olarak ayarlanmalı ve ek güvenlik önlemi olarak işe başlarken gerilimin kaldırılması ve iş bittikten sonra gerilimin uygulanması sırasında yeterli süre bırakılmalıdır.

Kuvvetli akım tesislerinde yapılacak bakım-onarım çalışmaları sırasında çalışanların hayatının korunması açısından mutlaka alınması gereken önlemler aşağıda açıklanmıştır.

a) Gerilimin kesilmesi

Bakım ve onarım yapılacak yere enerji sağlayan tüm kesicilerin açılması ve bunlara ait ayırıcılar ile ayırma işleminin emniyet altına alınması gerekir.

b) Tekrar gerilim verilmesinin önlenmesi

Gerilimin kesilmesi için açılmış olan kesici ve ayırıcıların bir başkası tarafından yanlışlıkla kapatılmasını önlemek üzere gerekli önlemlerin alınmış olması gerekir. Bu maksatla, bu aygıtların varsa tahrik ve kumanda kilitleme düzenleri kilitlenebilmeli, aygıtların üzerine "kapamak yasaktır", "hat üzerinde çalışılıyor" gibi yazılar asılmalıdır.

Bu önlemler, örneğin kesicilerin kapanmasını önleyici anahtarlı kilitleme düzeninin anahtarının yetkili kişi tarafından alınması ile de daha emin şekilde sağlanabilir.

Bir çalışma yeri birden fazla noktadan besleniyorsa, (a) ve (b) bentlerinde belirtilen önlemler her besleme noktası için uygulanacaktır.

c) Çalışılacak yerde gerilim olmadığının kontrolü

Tesislerin bir bölümünde çalışma yapmak için gerilimin kaldırılması gerekiyorsa, devre kapama ve açmalarının belirli bir zamanda yapılacağını bildirmek yeterli değildir. Çalışılacak yeri besleyen tüm kesicilerin açılmış olmasına rağmen söz konusu tesis bölümünün gerilim altında olup olmadığı gerekli ölçü veya gösterge cihazları ile denetlenmeli ve denetleyen kimse gerilim olmadığı kanısına vardıktan sonra çalışmaya başlanmalıdır. Üzerinde çalışılacak bir tesisin gerilim altında olmadığına saptanmasında, yalnız devresi kesildikten sonra ölçü aygıtlarının göstergelerinin geri gitmesi, anahtarı kapatılan lambaların sönmesi, ya da transformatör gürültülerinin kesilmesi gibi özelliklere güvenilmemelidir. İş bittiğinde çalışanların tehlikeyle karşılaşmayacaklarına kesinlikle inanıldıktan sonra tesisler gerilim altına alınmalıdır.

Çalışılan bölüme yakın yerlerde, işletme esnasında gerilim altında bulunması gerekli başka bölümler varsa, bu bölümlerdeki gerilimli kısımlara dokunmayı önleyecek önlemler alınmalıdır. Örneğin bir anahtarlama hücresi içinde çalışılırken, kesici açıldığı halde, tesisin diğer bölümlerinde işletmeye devam edildiği için, baralarda gerilim bulunabilir. Bölmelendirilmemiş hücrelerde, hücre içine, hücre kapısı kapalı iken sokulmuş bulunan bir ayırma plakası ile bu koruma önlemi alınmış olmalıdır. Böyle bir önlem alınamıyorsa, baraların gerilimlerinin mutlaka kesilmesi gerekir.

Bara bölümü bölmelendirilmiş bir hücrede bu ilave önleme gerek yoktur.

e) Kısa devre etme ve topraklama

Gerilimi kesilmiş yüksek gerilim tesislerinde çalışılacaksa, çalışılacak bölüm önceden topraklanmış olan bir düzenek üzerinden kısa devre edilecektir. İşletmelerin sorumlu kimseleri, iş süresince çalışanların tehlikeyle karşılaşabileceği hiçbir devre kapama işlemi yapılmamasını sağlayacaktır. Kısa devre ve topraklama, ancak bütün çalışmalar bittikten ve bunları yapanların hepsine haber verildiği kesin olarak öğrenildikten sonra kaldırılabilir.

Bağlama hücresi içinde çalışıldığında, bu hücreler kablo çıkış veya bara topraklama ayırıcıları ile donatılmış ise, bu aygıtların kapatılması ile istenen şart sağlanabilir.

Çıkış hatlarının topraklanmasında kullanılan topraklama donanımı hücre içindeki öteki aygıtları topraklayamıyorsa, gerektiğinde topraklama ve kısa devre etme düzenlerini bağlamak için hücrede ya da aygıtlar üzerinde sabit bağlantı yapmaya uygun çıplak bölümler bırakılmalıdır.

Topraklama düzenleri, hücrelere girmeden topraklama tesislerine bağlanabilmelidir. Hücre kapısı bağlama sırasında açık olabilir, ancak bu durumda kapının açılabilmesi için mutlaka kesicinin açık olması şartı gerekli kilitlemelerle sağlanmış olmalıdır.

Topraklama ve kısa devre etme işi, çalışma yapılan yerin yakınında ve olabilirse burası ile akım kaynakları arasında yapılacaktır. Topraklama ve kısa devre etme düzenleri, yapılan çalışmalardan dolayı ve çalışma süresince hiç kaldırılmayacak biçimde tesis edilecektir.

Bir elektrik enerji tesisinde, yukarıda belirtilen önlemler alınmadan hiçbir bakım ve onarım çalışması yapılmamalıdır. Bu şarta rağmen tesisin yapılacak işler sırasında geriliminin kesilmesi imkânsız ise, birisi işten sorumlu tutulan en az iki kişi görevlendirilmelidir.

Yukarıda sayılan tedbirlerin dışında şu önlemler de alınabilir:

- Gerilim altındaki tesis bölümlerinin kapatılması ya da yalıtkan bir kılıfla örtülmesi,

- Çalışma sırasında sürekli gözetim,
- Çalışma yapılan yerin bir engelle çevrilmesi. Ancak, bu durumda aygıtlarla tehlikesiz ve serbest olarak hareket edilebilmelidir.

2.2.2 Görevlilere verilecek donatım ve yönergeler

Kuvvetli akım tesislerinde çalışan görevlilere, çalıştığı kuruluş ya da işletme tarafından yapacağı iş ve yükümlülükler konusunda bilgi verilecek ve gerekli açıklamalar yapılacaktır. Geçici olarak ya da gözetim altında tehlikesiz işlerde çalışanlara yapacakları işlere ilişkin yönerge verilmesi gerekir.

Yaptırılan iş, sağlık ve yaşam için tehlikeli ise, iş yaptıran, çalışanları gerekli koruyucu malzemelerle donatmak zorundadır. Tesisin uygun noktalarında, kaza durumlarında gerekli olacak ilk yardım malzemeleri ve kurtarma aygıtları her an güvenle kullanılabilir durumda hazır bulundurulacaktır.

2.2.3 Kuvvetli akım tesislerinin denetimi ve güvenliği

Hava hatlarının denetimi: İşletme tarafından belirli sürelerde hava hatları ve direkler, topraklamalar dahil denetlenmeli ve yoklanmalıdır. Yoklama ve bakımın sonuçları düzenli olarak kaydedilmelidir.

Hava hatları dışındaki kuvvetli akım tesisleri: İşletme tarafından tesisin özellikleri göz önüne alınarak belirli aralıklarla denetleme ve yoklamaların süresi hiç bir zaman 2 yılı geçmemelidir. Yoklama ve bakımların sonuçları düzenli olarak kaydedilmelidir.

Devre dışı edilen hatlar: Devre dışı edilen kullanılmayacak hatlar topraklanmalıdır. Uzun süre işletme dışında bırakılacak hava hatları ya tamamen sökülecek ya da işletmede bulunan hatlar gibi düzenli biçimde belirli sürede bakımı yapılacaktır.

2.3 Güvenlik Mesafeleri

Yüksek gerilimle çalışılırken ve tesislerin proje ve tasarım aşamasında uyulması gereken güvenlik mesafeleri vardır. Bu mesafeler Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğinde ve TEİAŞ' İş Güvenliği Yönetmeliğinde belirtilmiştir. Buna göre Yüksek Gerilim Enerji Nakil Hatlarının en büyük salgı durumunda binalara ve ağaçlara olabileceği en küçük mesafeler, en büyük salgı durumunda yapılara ve ağaçlara en küçük mesafeler ile güvenli çalışma mesafeleri tablo olarak verilmiştir.

Gerilim altındaki Teçhizatlar (iletkenler dahil) için kabul edilen azami yaklaşma mesafesi aşağıda gösterilmiştir.

51 - 3.500 volt arası	30 cm
3.501 - 10.000 volt arası	60 cm
10.001 - 50.000 volt arası	90 cm
50.001 - 100.000 volt arası	150 cm
100.001 - 250.000 volt arası	300 cm
250.001 - 450.000 volt arası	450 cm

Enerji Nakil hatlarının yapılara ve ağaçlara yatay ve düşeyde olabilecekleri en yakın mesafeler ise Elektrik Kuvvetli Akım tesisleri Yönetmeliğinde belirtilmiştir. Bu mesafeler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Hava hattı iletkenlerinin En büyük Salgı (Sehim) durumunda yapılara olan en küçük düşey mesafeler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Genel olarak işletme gerilimi ve risk artıkça mesafeler de artmaktadır.

İletkenlerin üzerinden geçtiği yer	Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi (kV)					
	0-1 (1 dahil) 1-17,5 36 72,5 170 420					
	En küçük düşey uzaklıklar (m)					
Üzerinde trafik olmayan sular (suların en kabarık yüzeyine göre)	4,5*	5	5	5	6	8,5
Araç geçmesine elverişli çayır, tarla, otlak vb.	5*	6	6	6	7	9,5
Araç geçmesine elverişli köy ve şehir içi yolları	5,5*	7	7	7	8	12
Şehirlerarası karayolları	7	7	7	7	9	12
Ağaçlar	1,5	2,5	2,5	3	3	5
Üzerine herkes tarafından çıkılabilen düz damlı yapılar	2,5	3,5	3,5	4	5	8,7
Üzerine herkes tarafından çıkılmayan eğik damlı yapılar	2	3	3	3,5	5	8,7
Elektrik hatları	2	2	2	2	2,5	4,5
Petrol ve doğal gaz boru hatları	9	9	9	9	9	9
Üzerinde trafik olan sular ve kanallar (bu uzaklıklar suların en kabarık düzeyinden geçebilmeli taşıtların en yüksek noktasından ölçülmelidir.)	4,5	4,5	5	5	6	9
İletişim (haberleşme) hatları	1	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5
Elektriksiz demiryolları (ray demirinden ölçülmelidir)	7	7	7	7	8	10,5
Otoyollar	14	14	14	14	14	14

Hava hattı iletkenlerin en büyük salgı durumunda yapılara olan yatay mesafeleri ise aşağıdaki tabloda verilmiştir.

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

Hava hattı iletkenlerin ağaçlara olan yatay mesafeleri ise aşağıdaki tabloda verilmiştir. Ağaçlarla ilgili mesafe sağlanamadığı durumlarda ağaçlar budanmalıdır. Budama sırasında gerilim olması tehdit oluşturuyorsa gerilim kesilmelidir.

Hattın izin verilen en yüksek sürekli işletme gerilimi KV	Yatay uzaklık m
0-1 (1 dahil)	1
1-170 (170 hariç)	2,5
170	3,0
170-420 (420 dahil)	4,5

2.4 Elektrik Bakım Onarım İşlerinde Güvenlik Tedbirleri

Elektrik tesisatı veya teçhizatının bakım ve onarımında, bunları, devreden çıkaracak bir devre kesme tertibatı bulunacak, devreden çıkarıldıktan sonra bunların, topraklı olması hali devam edecektir.

Kontrol, bakım ve onarımı yapılacak makina ve elektrik devrelerinin akımı kesilecek ve akımı kesen şalter veya anahtarlarda kilitleme tertibatı bulunacak veya bunların açık oldukları, uygun şekilde belirtilecektir.

Elektrik tesisatının, cihazlarının veya çıplak iletkenlerin, daima gerilim altında bulunduğu kabul edilecek ve teknik bir zorunluluk bulunmadıkça gerilim altında elektrik onarımı yapılmayacaktır.

Toprakla potansiyel farkı 250 volt ve daha yukarı olan alternatif veya doğru akımlı tesisatta, gerilim kaldırılmadan akım kesilmeden hiç bir çalışma yapılmayacaktır.

Toprakla potansiyel farkı 250 volttan aşağı alternatif veya doğru akımlı tesisatta yapılacak işlere girişilmeden yine gerilim kesilecek, ancak, zorunluluk halinde gerilim altında gerekli tedbirler alınmak ve akım geçirmeyen aletler, uygun iş elbisesi ve eldiven gibi kişisel koruyucular, kauçuk paspaslar ile akım geçirmeyen paravanalar, tabureler ve platformlar gibi araçlar kullanmak ve işçiler yetkili bir elemanın gözetiminde çalıştırılmak koşulu ile çalıştırılabilir.

Üzerinde çalışılan gerilim altındaki çıplak iletkenler, uygun kafes, paravana veya yalıtkan mahfazalarla korunacaktır.

Kazanların bakım ve onarımıyla ilgili çalışmalarda mekanik aletlerle çalışılması gerektiği hallerde, bu aletleri çalıştıran basınçlı hava kompresörleri veya diğer tahrik makinaları, kazanın dışında bulunacak, bunların kazan içindeki cihazlarla bağlantıları sağlam olacak ve elektrik kabloları, çalışmaya başlamadan önce kontrol edilecektir.

Atölye içinde veya işçilerin erişebileceği yerlerde bulunan tevzi tablolarında bakım ve onarım nedeniyle gerilim altındaki tesisatın tecritlerinin çıkarılması gerektiğinde, bu kısımlar paravana veya koruyucularla korunacaktır.

Parlayıcı, patlayıcı ortamlarda bulunan sık sık bakıma ihtiyaç gösteren elektrik teçhizatını devreden tamamen ayırma olanağı sağlanacaktır.

Parlayıcı bir ortamda akım kesici tertibat, kumanda ettiği makina veya cihazın hemen bitişiğinde bulunmadığı hallerde, bunların kontrol, bakım veya onarım sırasında beklenmedik bir anda, gerilim altında kalmasını önlemek için gerekli tedbirler önceden alınacaktır.

Akım kesicilerde, kontrol ettikleri cihazları belirten uygun etiketler bulundurulacaktır.

Parlayıcı, patlayıcı ortamlarda aydınlatma devresi de dahil olmak üzere bütün elektrik tesisatı bir yılı geçmeyen süreler içinde düzenli (muntazaman) bir şekilde ehliyetli elemanlar tarafından kontrol ve bakıma tabi tutulacaktır.

Elektrik teçhizatı, tesisatı ve aygıtlarında yapılan bakım ve onarımlarda, koruma tipi özelliğini bozacak hiçbir değişiklik yapılamaz. Bakım ve onarımların ehliyetsiz kişiler tarafından yapılması yasaktır.

2.5 Elektrik İç Tesislerinde Güvenlik

2.5.1 Sigortalar-Anahtarlar

2.5.1.1 Anahtarlar

Elektrik tesislerinde Türk Standartlarına uygun anahtarlar kullanılmalıdır. Anahtarlar anma akımının ve geriliminin üstündeki değerlerde kullanılamazlar. Anahtarlar kullanılma amacına uygun güçte seçilmelidir.

Anahtarların normal olarak toprağa göre gerilim altında bulunan bütün kutupları aynı zamanda açılıp kapanmalıdır. Anma gerilimi 250 V'ye kadar olan elektrik devrelerinde kullanılacak anahtarların anma akımı 10'A'dan aşağı olmamalıdır.

Nötr hatları topraklanmış olan sabit tesislerde, anahtarlar faz iletkenleri üzerine konulmalıdır. Nötr hatları topraklanmamış olan sabit tesislerde, faz ve nötr hatlarını aynı anda açıp kapayan anahtarlar kullanılmalıdır.

Anahtarlar, işletmede meydana gelen titreşimlerle ya da kendi ağırlıkları ile kendiliğinden açılıp kapanmayacak nitelikte olmalıdır. Topraklanmış tesiste sıfır iletkenleri hiçbir şekilde kesilemez ve bu iletken üzerine anahtar konulamaz.

2.5.1.2 Sigortalar

Sigortalar ve kesiciler korunacak hattın başına konulmalıdır. Şebekeden sigortaya gelen faz iletkeni her zaman sigorta gövdesinin alt kontağına bağlanmalıdır. Sigortalı anahtarlar açıldıktan sonra sigorta elemanı gerilim altında kalmamalıdır.

Tevzi tablosu veya benzeri tertibat üzerinde bulunan sigortalar, şalterler ve anahtarlar, uygun şekilde yapılmış ve korunmuş olacaktır.

Gerilimi 250 volttan yukarı olan alternatif veya doğru akım devrelerinde kullanılan sigortalardan değeri 20 amperin üstünde olanları, kapalı bir tablo içine monte edilecek ve en az bir şalter veya anahtarla kontrol altına alınacak, bu şalter veya anahtarla akım kesilmeden, tablo kutusu kapağı açılmayacak ve tablo kutusunun kapağı kapanmadan akım verilmeyecektir.

Sigortalar, değiştirilmeden önce gerilim dışı bırakılacak ve gerilim yokluğu kontrol edilecektir. Sigorta gerilim dışı bırakılmıyorsa, kesicilerle devrenin kesilmesi sağlanacak ve bu gibi hallerde, elleri ve gözleri koruyacak kişisel koruyucular kullanılacaktır.

Parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zehirli maddelerle çalışılan yerlerde sigortalar daima tehlike bölgesi dışına konacaktır. Ancak bunun sağlanamadığı hallerde bunlar, alev geçirmez kutular içinde bulunacak ve bu kutular gerilim kesilmeden açılmayacaktır.

Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozların meydana geldiği, taşındığı, aktarıldığı ve çalışıldığı yerlerde sigortalar tehlikeli ortamın dışında kurulacaktır.

Buna olanak bulunmayan hallerde sigortalar toz geçirmez etanş kutular içinde bulunacak ve bu kutular ancak akım kesildikten sonra açılabilir ve bu gibi kutular üzerinde, bu hususu belirten uyarı levha veya yazılar bulundurulacaktır.

Topraklanmış iletkenlere ve doğru akımla çalışan çok iletkenli ya da alternatif akımla çalışan çok fazlı sistemlerde sıfır iletkenine sigorta konulamaz.

Sigorta buşonlarının tel sarılmak suretiyle tekrar kullanılması ya da kısa devre yapılması kesinlikle yasaktır.

2.5.2 Fiş-Priz Sistemleri

İç tesislerde kullanılacak fiş ve prizler Türk Standartlarına uygun olmalı ve bunların topraklama kontağı koruyucu kontak bulunmalıdır. Priz ve fiş sisteminde topraklama kontakt elemanları, akım kontakt elemanlarından önce bağlantıyı sağlayacaktır.

İç tesislerde kullanılacak fiş ve prizlerin anma değerleri 10 A'ın altında olamaz. Belirli bir cihaz için öngörülen prizlerin anma akımları cihaz gücü ile uygun olacak ve bu prizlerin anma akımları 16 A'ın altında olmayacaktır.

Koruma iletkenleri fiş ve prizlerin toprak işareti bulunan yerlerine bağlanmalıdır. Elektrik tesislerinde lambaların duyu ve soketlerine takılı prizler kullanılamaz. Prizler dağıtım kutusu olarak kullanılamaz.

Bir fişe birden fazla sabit olmayan iletken bağlanamaz. Bu şekildeki birkaç iletkenin bağlanması için yapılan özel fişler bu hükmün dışındadır.

Küçük gerilimlerde kullanılan madeni fişlerin boyutları ve biçimleri, daha üst gerilimlerde kullanılanlardan farklı olacaktır. Yani farklı gerilimlerdeki fiş-priz sistemleri bir birinden farklı olmalıdır.

Bozuk, kırık, çatlak olan fiş ve prizler kullanılmamalıdır. Standartlara uygun fiş ve prizler kullanılmalıdır.

2.5.3 Aydınlatma

Aydınlatma araçları standartlara uydun olarak imal edilmiş olmalı ve Elektrik İç tesisleri yönetmeliğine uygun tesis edilmeli ve işletilmelidir. Diğer yönetmeliklerdeki aydınlık düzeylerini sağlamalıdır.

Bir aydınlatma merkezine bağlı olan işyerlerinde; herhangi bir arıza dolayısıyla ışıkların sönmesi ihtimaline karşı, yeteri kadar yedek aydınlatma araçları bulundurulacak ve gece çalışmaları yapılan yerlerin gerekli mahallerinde tercihan otomatik olarak yanabilecek yedek aydınlatma tesisatı bulundurulacaktır.

Yangının, yedek aydınlatma tesisatını bozması ihtimali bulunan yerlerde; ışığı yansıtacak işaretler, fosforesan boya, pilli lambalar uygun yerlere yerleştirilecek veya bunlara benzer tedbirler alınacaktır.

Taşınır elektrik lambaları, ancak sürekli aydınlatmanın yeterli yapılamadığı yerlerde kullanılacak, duyları ve gerilim altındaki kısımları, akım geçirmeyen, sağlam, kanalı koruyucu kafesler içinde olacak ve organik tozlar veya parlayıcı maddeler bulunan yerlerle nemli yerlerde, lambalar cam koruyucu içinde bulundurulacaktır.

Aydınlatma şebekelerinde, gerilim, 250 voltu geçmeyecektir.

Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozların işlendiği, taşındığı veya aktarıldığı konveyörler, elevatörler, silolar veya benzeri tertibatın içini aydınlatmakta kullanılacak elektrik lambaları toz geçirmez (etanş) globların içine alınacak ve elektrik tesisatı ayrıca, çarpma, düşme gibi mekanik tehlikelere karşı uygun tarzda korunmuş ve buralarda dışarıya tesis edilmiş olan toz geçirmez (etanş) anahtarlar kullanılacaktır.

Elektrikle aydınlatılmış yeraltı işyerlerinde, akımın kesilmesi halinde işçilerin boşaltılmalarını sağlamak ve ancak bu sürede kullanılmak üzere madenci lambaları veya fenerleri yahut benzeri uygun aydınlatma araçları bulundurulacaktır.

Kazanlar, hazneler, borular vb. iletken gereçlerden yapılmış dar ve hareket edilmesi sınırlı yerlerde el lambaları gibi taşınabilen aydınlatma aygıtları ancak aşağıdaki şartlar yerine getirilirse kullanılabilir.

- Alternatif gerilim kullanılacaksa, bağlantı iletkenleri kesinlikle küçük gerilimi ya da koruyucu ayırma amacı ile kullanılabilen bir transformatöre bağlanmalıdır. Küçük gerilimli elektrik üretmek için kullanılan güvenlik transformatörleri, motorgenetarlör ya da koruyucu ayırmayı sağlayan aygıtlar kazan, hazne ve boruların dışarısına konulmalıdır.
- Doğru gerilim kullanılacaksa uygun koruma düzenlerinden birisi kullanılmalıdır.

2.5.4 Elektrik Makinelerinin Bağlantıları

Nem, toz, yağ elektrik bağlantıları için istenmeyen durumlardır. Bu sebeple nemli, yağlı, tozlu vb. ortamlarda çalıştırılan elektrik makinelerinin bağlantıları bu ortamlara uygun seçilmelidir. Bu yerlerden bu gibi yerler için yapılmış sızdırmaz tip malzemeler kullanılmalıdır.

Titreşimin çok olduğu yerlerde çalışan elektrik makinelerinin bağlantıları titreşimle gevşemeyecek türde olmalıdır. Gevşek bağlantılar elektrik arkı kaynağı dolayısıyla yangın sebebi olabilir.

2.5.5 Yalıtım

Elektrik tesislerinin Alternatif akımda 50 Volttan, Doğru Akımda 120 V büyük gerilime sahip bölümleri ya bütün devreleri boyunca yalıtılmış olmalı ya da yapıları, durumları ve düzenlenme biçimleri ile ya da özel düzenler aracılığı ile doğrudan doğruya dokunmaya karşı korunmuş olmalıdır.

Elektrik işletme yerleri ile kilitli elektrik işletme yerlerindeki işletme araçları bu hükmün dışındadır.

Anma gerilimi; güvenlik transformatörleri, sargıları elektriksel olarak birbirinden ayrı olan çeviriciler, akümülatörler ve pillerden elde edilmek şartı ile 42 volta (küçük gerilim (çok düşük güvenlik gerilimi)) kadar olan anma gerilimlerinde el ulaşma uzaklığı içinde de gerilimli bölümlere doğrudan dokunmaya karşı koruma yapılmayabilir. Bu hafifletici hüküm yangın ya da patlama tehlikeli olan işletme yerlerinde uygulanmaz.

Kaynak tesislerinde, tavlama ve eritme ocakları ile elektroliz tesisleri gibi elektrokimyasal tesislerde, teknik ve işletme bakımından yalıtım yapılması imkânsızsa, dokunmaya karşı koruma yapılmayabilir. Bu durumlarda, çalışma sırasında üzerinde durulan yerin yalıtılması, yalıtılmış ayakkabı ve aygıtlar kullanılması gibi diğer tedbirler alınmalıdır. Bunların dışında tesisin uygun yerlerine uyarı levhaları da aşılmalıdır.

Kablolar kullanılacak gerilime uygun olarak yalıtılmalıdır. Elektrik iç tesislerinde kullanılan kabloların yalıtımları minimum 250 V a dayanmalıdır. Tesislerde Türk Standartlarına uygun kablolar kullanılmalıdır.

Tesislerde direk ve dolaylı dokunmaya karşı Elektrik İç Tesisleri yönetmeliğinde belirtilen güvenlik tedbirleri alınmalıdır. Gerilim altındayken bakım-onarım yapılmamalıdır. Bakım-onarım yapılacağı zaman akım kesilmeli, şarj kalıntıları boşaltılmalıdır. Akımı kesmek için uygun akım kesiciler (şalter, anahtar, vs.) kullanılmalı ve bakım-onarım sırasında akımın kesik kalması uygun kitleme tertibatları veya bakım-onarım yapıldığını belirten uyarı levhalarıyla sağlanmalıdır.

Not: Elektrik tesisatlarında ve cihazlarda gerilim yokluğu kontrolü yapılmadan çalışmalara başlanmaz.

2.5.6 Dağıtım (Tevzi) Tabloları

Dağıtım tabloları işletme sırasında ortaya çıkan mekanik zorlamaları, nem ve ısı etkilerine dayanıklı ve zor tutuşan yapay (sentetik) ya da metal gereçlerden yapılmalı, sayaç altlıkları için sac kullanılmalıdır. Kullanılacak gereçler yürürlükteki ilgili standartlara uygun olmalıdır.

Dağıtım tablolarının yapımında kullanılan korozyona dayanıklı olmayan gereçler, gerektiğinde boyanmalı ya da bunlara galvanik yüzey koruması gibi uygun bir yüzeysel işlem uygulanmalıdır.

Dağıtım tablolarının ön ve arka taraflarındaki gerilim altında bulunan madeni bölümlere insanların dokunmasına engel olacak düzenlerin yapılması ve bu yapılamadığında tabloların çevresinin kapatılması gerekir.

Dağıtım tablolarındaki aygıtlara (sigorta, anahtar, sayaç, zil transformatörü vb.) etiket takılmalı, klemens ve iletkenlere numara verilmelidir.

Tozlu ya da nemli yerlerde kullanılan tablolar, tamamen sızdırmaz biçimde, kapalı dökme demir ya da çelik sacdan yapılmalıdır.

Tabloların metal gövdesi ile gerilim altında olmayan tüm metal bölümleri topraklanmalıdır.

İSİG Tüzüğüne göre.

Tevzi tablosu veya benzeri tertibat üzerinde bulunan sigortalar, şalterler ve anahtarlar, uygun şekilde yapılmış ve korunmuş olmalıdır.

Atölye içinde veya işçilerin erişebileceği yerlerde bulunan tevzi tabloları, panoları ile kontrol tertibatı ve benzeri tesisat, kilitli dolap veya hücre içine konulacak veya bunların tabanı, elektrik akımı geçirmeyen malzeme ile kaplanmış olacaktır.

Bakım ve onarım nedeniyle gerilim altındaki tesisatın tecritlerinin çıkarılması gerektiğinde, bu kısımlar paravana veya koruyucularla korunacaktır.

Alçak gerilim ana dağıtım tabloları, bakımı veya ayarı gerektiren her kısmı kolayca erişilebilecek, iletkenler kolayca izlenebilecek, şalter veya kumanda cihazları tablonun önünden idare edilebilecek ve bütün ölçü ve kontrol aletleri ile sinyalizasyon cihazları, tablonun ön cephesinden kolayca görülebilecek şekilde düzenlenecektir.

Yüksek Gerilim ana dağıtım tabloları ve yüksek gerilimle çalışan bütün aletlerin metal koruyucuları topraklanmış olacak veya bunlar, uygun şekilde izole edilecek ve bütün metal kollar ile diğer bütün metal bağlantılar topraklanacaktır. Bunların kontrolünde, bakım ve onarımında akım kesilecek ve kontrol, bakım veya onarımı yapılan tablo veya pano, diğerlerinden bir paravana veya bir bölme ile ayrılacaktır.

2.5.7 Transformatörler, Reaktans Bobinleri ve Kondansatörler

Transformatör hücreleri, direk tipi transformatör postaları kilit altında tutulan yerlerdir. Kilit ancak görevliler tarafından açılabilir. Bu yerlere yalnız yetkililerin girmesine izin verilir. Transformatör, Reaktans Bobinleri, Kondansatörler ve elektrik makinelerini yabancı maddelere, suya ve dokunmaya karşı koruma tipi, yerleştirildikleri yerlerdeki şartlara; güçleri ise ihtiyaç ve çalışma biçimine uygun seçilmelidir.

Transformatörler, yeterli soğutma sağlanabilecek biçimde yerleştirilmeli ve tesis edilmelidir. Transformatörlerin üzerindeki ayar düzenleri, vantilatörler, denetim düzenleri vb. aygıtlara işletme sırasında da kolaylıkla ve tehlikesiz bir biçimde ulaşılabilmelidir. Transformatörlerin yapı içindeki bölmelere yerleştirilmesinden yangına yangının yayılmasına karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.

Dolgu maddesi yanıcı olan kondansatör, balast, transformatör ve direnç gibi ön bağlama aygıtları yanıcı maddelerin içine ya da yakınına konulmamalıdır. Bu aygıtlar vitrin gibi yanma tehlikesi olan yerlerin dışına konulmalı ya da yangın tehlikesi olmayacak biçimde yerleştirilmelidir.

Konutlarda ve başka işler için kullanılan yapılarda özellikle yağlı transformatörün bulunduğu bölümler öteki yapı bölümlerinden ateşe dayanıklı ve çıkabilecek bir yangının yayılması önlenerek biçimde ayrılmalıdır. Tüm kapılar mahal dışına açılacak yönde ve çelik saçtan yapılmalıdır ve transformatörlerin iç arızalarına karşı hızla etkili olan koruma düzenleri kullanılmalıdır.

2.5.8 Seyyar İletkenler

İşyerlerinde mümkünse seyyar iletkenler kullanmamak gerekir. Ancak kullanılması kaçınılmaz olduğunda topraklı prizlerden yararlanılmalıdır. Kullanılmadığı zaman yerde serili halde bırakılmamalı, toplanarak uygun yerlerde muhafaza edilmelidir.

Seyyar iletkenlerle ilgili genel olarak iki tür iş kazasıyla karşılaşmaktadır. Bunlar elektrik çarpması ve seyyar iletkenle takılarak düşme şeklinde olmaktadır.

Seyyar iletkenlerde çalışma başlanmadan önce iletkenlerde herhangi bir yalıtım hatası, ezilme, fiş-priz sisteminde kırık, çatlak vs. olup olmadığı incelenmelidir. Arızalı olanlar kullanılmamalıdır. Çalışma bittikten sonra öncelikli olarak fiş prizden çekilmeli ve seyyar iletken toplanmalıdır. Toplama işlemi yapılırken elle ve gözle muayene işlemi gerçekleştirilmelidir.

Seyyar iletkenler yürüyüş hatlarından geçtikleri zaman uyarı levhaları kullanılmalıdır. Halı ya da halıfleks altlarından geçirilmemelidir.

Seyyar iletkenler çok damarlı, elektriksel direnci yüksek kauçuk veya plastik malzemeyle kaplı, gerektiğinde eğilip bükülebilmeli, yalıtım ve bağlantıları her zaman iyi durumda olmalıdır. Seyyar uzatma iletkenlerine anahtar bağlanamaz.

2.5.9 Elektrik Motorları İle Çalışan Tüketim Araçları ve Aletler

Elektrik motoru ile çalışan araçlar tamamen standartlara uygun olmalıdır. Islak elle tutulan bileme makineleri küçük gerilim ya da koruyucu ayırma düzeninde çalıştırılmalıdır. Beton karıştırma makineleri ile aynı biçimde çalışmalı ya da koruyucu yalıtmalı olmalıdır.

Elektrikle çalışan aygıtlar, kazanlar, hazneler, borular vb iletken gereçlerden yapılmış dar ve hareket edilmesi sınırlı yerlerde ancak aşağıdaki şartlar yerine getirilirse kullanılabilir.

Alternatif gerilim kullanılacaksa kesinlikle küçük gerilim ya da koruyucu ayırma düzeni uygulanmalıdır. Küçük gerilimli elektrik üretmek için kullanılan güvenlik transformatörleri ve motor jeneratörler ya da koruyucu ayırmayı sağlayan aygıtlar kazan, hazne ve boruların dışarısına konulmalıdır.

Bir doğru akım şebekesinin doğru gerilimi kullanılacaksa anma gerilimi 260 V'u aşmamalıdır. Yönetmelikte belirtilen uygun koruma tedbirleri alınmalıdır.

Elektrikle uzaktan kumanda düzeni küçük gerilimle ya da koruyucu ayırmalı düzenini gerilim ile çalıştırılmalıdır. Sabit tesis edilmeyen iletken olarak ilgili Türk Standartlarında açıklanan bu amaca uygun iletkenler kullanılmalıdır.

Ara fiş-priz düzenlerinin, yalıtkan mahfazaları olmalıdır. Uzatma iletkenlerine anahtar bağlanamaz. Elektrik motoru ile çalışan oyuncaklar Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine uygun bağlanmalıdır.

2.5.10 Elektrik El Aletleri

Kazan içinde veya buna benzer dar ve iletken kısımları bulunan yerlerle ıslak yerlerde, alternatif akımla çalışan lambalar kullanıldığı takdirde, çalışma yerinin dışında bulunan ve sargıları birbirinden ayrı olan transformatör yardımı ile elde edilen küçük gerilim kullanılacaktır.

Elektrik işlerinde kullanılan penseler, kargaburunlar, tornavidalar ve benzeri el aletleri, uygun şekilde yalıtılmış ve yağdanlıkların, süpürgelerin, fırçaların ve diğer temizlik araçlarının sapları, akım geçirmeyen malzemeden yapılmış olacaktır.

Elektrik el aletleri iyi bir şekilde muhafaza edilecek ve her an işe hazır şekilde bakımlı bulundurulacaktır. Elektrik el aletleri kendi özel gayeleri için, doğru olarak ve kendi kapasiteleri içinde, aşırı zorlamalara başvurulmadan kullanılacaktır.

Taşınabilir elektrikli el aletlerinin sapları, yeterli cins ve kalınlıkta akım geçirmeyen bir maddeyle kaplanacak veya bu gibi malzemeden yapılmış olacak ve bu aletlerin üzerlerinde, devreyi kapalı tutmak için, sürekli olarak basılması gereken yaylı devre kesicileri (enterüptör) bulunacaktır.

İnşaat şantiyeleri ile diğer açık çalışma yerlerinde kullanılan elektrikli el aletleri, küçük gerilim veya 1/1 oranlı ve sargıları birbirinden ayrı güvenlik transformatöründen (ayırıcı transformatör) elde edilen gerilim ile çalıştırılacak veya özel olarak imal edilmiş, iki yalıtkanlı olacaktır. Güvenlik transformatörü kullanılması halinde, çıkış devresine yalnız bir elektrikli el aleti bağlanacaktır.

Elektrikli el aletleri üzerinde meydana gelebilecek kaçakların zararlı bir seviyeye gelmesinden önce, alete gelen elektrik devresini kesen güvenlik otomatikleri de uygun bir iş güvenliği tedbiri olarak kabul edilecektir. Topraklamalı aletlerde, topraklama devresindeki kesinti halinde, aletin elektrik devresini kesen bir kontaktörün bulunması şekli de geçerli sayılacaktır.

Taşınabilir elektrikli el aletlerinin topraklanması, topraklama elemanı bulunan özel fiş ve prizlerle yapılacak, yüksek amperajlı prizler üzerinde ayrıca bir şalter bulundurulacak, bunlara akım sağlayan kablolar dağınık bulundurulmayacak ve geçitlerde yüksekte geçirilecektir. Aletler, besleme kablosu içinde bulunan özel topraklama iletkeni ile topraklanacaktır.

Parlayıcı, patlayıcı maddelerin imal edildiği, taşındığı ve depolandığı yerlerde, elektrikli el aletleri kullanılmayacaktır.

Kazanlar, tanklar ve benzeri dar yerlerle nemli ve ıslak yerlerde, elektrikli el lambalarında olduğu gibi alçak gerilim kullanılmayacaktır. Doğru akım kullanılıyorsa, kullanma gerilimi 100 voltu geçmeyecek ve artı kutup topraklanmış olacaktır. Alternatif akımda ise ancak en küçük gerilim kullanılacaktır. Buralarda, iyi yalıtılmış esnek kablolar kullanılacak ve kablolar düzenli ezilmeyecek şekilde bulundurulacaktır.

Asılı olarak kullanılması gereken taşınabilir elektrikli aletler, yay veya bir kablo veya bir zincir ucuna asılarak uygun ağırlıklarla dengede tutulacaktır.

Taşınabilir ağır elektrikli aletlerin bir yerden diğer bir yere taşınması, özel sapan veya askılarla yapılacak ve bu sapan veya askılar, çalışma sırasında kullanılmayacaktır.

Taşınabilir elektrikli aletler ile çalışan işçiler, bol ve etekleri geniş elbiseler giymeyecekler, kauçuktan gayri eldiven takmayacaklardır.

Elektrikli el aletleri kullanılmadan önce, yetkili kimseler tarafından kontrol edilecek, topraklanması arızalı, motoru fazla kıvılcımlı, priz, fiş, anahtar ve bağlantı kablosu bozuk olanlar kullandırılmayacaktır.

Elektrikli el aletlerinin madeni gövdeleri gerilim verilmeden önce mutlaka topraklanacaktır. Seyyar el lambalarının giriş telleri ile duyu tamamen örten yalıtkan bir sap üzerine tespit edilmiş koruyucu ile donatılması şarttır. Bu tertibatın alınmadığı seyyar lambalar kullanılmayacaktır.

El ile taşınan aletlerde kullanılacak kabloların iletkenleri çok telli olup, önce birer birer izole edilmiş sonra hepsi birden yalıtkan kılıf içine alınmış olacaktır. Portatif elektrikli el aletlerinin küçük gerilim ile veya bir güvenlik trafosundan (izole trafodan 1/1) beslenmeleri şarttır.

2.5.11 Elektrik Kaynak Makineleri

Elektrik kaynak makinası bağlantıları ve prizler, yalnız yetkili elektrikçiler tarafından yapılacak ve değiştirilecek, kaynak işlerinde ise ehil kaynakçılar çalıştırılacaktır. Elektrik kaynağı işlerinde çalışan işçilere, işin özelliğine uygun kişisel korunma araçları verilecektir.

Elektrik kaynağı yapılan yerler, ya diğer çalışanlardan ayrı bir yerde yapılacak ya da başka işçilerin çalıştığı yerlerden en az 2 metre yükseklikte ve ışık geçirmeyen taşınmaz veya taşınabilir paravanlarla ayrılmış olacaktır.

Elektrik kaynak makinalarının kullanılmasında, aşağıdaki tedbirler alınacaktır.

- Elektrik kaynak makinaları ve teçhizatı yalıtılmış ve topraklanmış kaynak penseleri kabızalı ve dış yüzleri yalıtılmış olacaktır.
- Elektrik kaynak makinalarının şalteri, makina üzerinde veya çok yakınında bulunacak, kablolar sağlam şekilde tespit edilmiş olacaktır.
- Otomatik veya yarı otomatik dikiş ve punta kaynağı makinalarında, operasyon noktasına kapalı koruyucu yapılacak veya çift el kumanda usulü uygulanacaktır.
- Beslenme ve kaynak kabloları, üzerinden taşıt geçmesi halinde, zedelenmeyecek ve bozulmayacak şekilde korunacaktır.
- Yanıcı maddeler yakınında elektrik kaynağı yapılmayacaktır.

Elektrik kaynak makinasının şebeke bağlantısındaki şalter, bütün kutupları kesecektir.

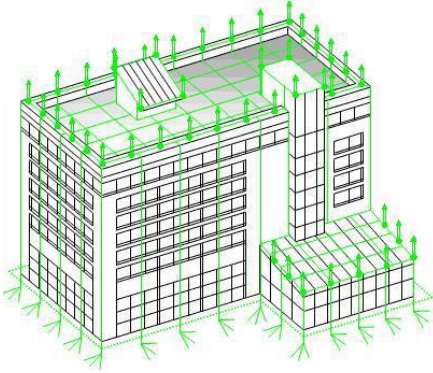
Elektrik kaynak makinalarının temizlenmesi tamir ve bakımı veya çalışma yerinin değiştirilmesi sırasında, makinalar şebekeden ayrılıp elektriği kesilecektir.

Kazanlar gibi dar ve kapalı hacimlerle aynı zamanda nemli yerlerdeki kaynak çalışmalarında, yalnız doğru akım kullanılacaktır.

BÖLÜM 3. STATİK ELEKTRİK

3.1 Giriş

Atomda iki tane yüklü parçacık bulunur. Bunlar pozitif (+) yüklü proton ile negatif (-) yüklü elektrondur. Atomda mevcut olan 3. parçacık nötron ise elektriksel olarak yüksüzdür. Elektronlar atomdaki yörüngelerde bulunurlar ve dışarıdan bir enerji verildiğinde yörüngelerini terk ederek serbest elektron haline geçebilirler.



Benzer ya da farklı iki madde birbirine temas ettiğinde elektronlar birinden diğerine geçebilir. Bu durumda maddenin birinde elektron fazlalığı olurken diğerinde elektron eksikliği olacaktır. Elektron fazlalığı olan maddeye negatif yüklü, elektron eksikliği olana maddeye ise pozitif yüklü denilir. Bu şekildeki yüklere statik elektrik yükü denir.

Statik elektrik iş güvenliği açısından özellikle parlayıcı, patlayıcı ve yanıcı ortamlarda risk oluşturur. Maddenin elektriksel olarak en kararlı hali nötr olduğu durumdur. Eğer bir madde pozitif ya da negatif yüklenmişse nötr durumuna geçmek isteyecektir. Nötr durumuna geçmek için ise ya elektron alacaktır ya da elektron verecektir. İşte bu elektron alış-verişleri sırasında ortaya kıvılcımlar çıkar ki, bu ise riski oluşturur.

Sanayide daha çok karşımıza sürtünmeden dolayı ortaya çıkan elektrik yükleri çıkar. Bu tür elektriklenmeye Triboelektrik etkisi denir. Bu olay değişik veya aynı kimyasal yapıya ama farklı yoğunluğa sahip olan herhangi iki metal, yarıiletken veya yalıtkanın bir biri ile sürtünme yaptığında, yalıtkanın metalle yaptığı sürtünme, iki yalıtkanın yaptığı sürtünme yapma sırasında ortaya çıkar. Bu durumlarda oluşan statik elektrik uygun yöntemlerle yok edilmelidir.

3.2 Yıldırımdan Korunma

Statik elektrik atmosferde bulutların bir birlerine sürünmesiyle de oluşabilir. Yani bulutların bazıları negatif bazıları ise pozitif yüklene bilirler. Zıt yüklü iki bulut birbirine yaklaştığında bir elektrik boşalması oluşur. Bulutlar arasındaki bu boşalmaya şimşek denir.

Yüklü bulutlar yeryüzüne yaklaştığında ise yeryüzü ile bulut arasında bir elektriksel boşalmaya ise yıldırım denir. Yıldırımdan korunmak için paratoner, faraday kafesi, koruma telleri (gergi telleri) gibi yıldırımdan korunma sistemleri kullanılır.

Yıldırım yerel bir olay olmasına rağmen daha çok sivri uçlu yüksek yapıları ve ağaçları tehdit eder. Bu sebeple yıldırım düşme olasılığı yüksek olan yapılar uygun yıldırıma karşı korunma yöntemlerinden biri ile korunmalıdır. Bu konu ile ilgili bilgiler Bayındırlık Bakanlığının teknik şartnamesinde açıklanmıştır.

3.2.1 Yıldırıma karşı muhafaza edilecek binaların sınıflandırılması

Yıldırıma karşı korunmada binalar tehlike sınıfına göre 5'e ayrılmıştır. Bunlar aşağıda açıklanmıştır.

Grup No	Açıklama
1	Patlayıcı maddelerin imali veya depolanması için kullanılan binalar
2	Kolay yanıcı ve zor söndürülen maddelerin (kibrit, petrol, alkol, havagazı gibi imali istifi veya kullanılması için kullanılan depo ve binalar
3	Tiyatro, cami, kilise, okul, üniversite binası, sergi binası, hapishane, fabrika; elektrik merkezi, su tevzi merkezi, büyük ticarethane, banka, kışla, depo, silo, otel, büyük han, demiryolu istasyon binası, mahkeme binası, müze, kütüphane gibi toplantı yerleri. Bunlardan başka evvelce yıldırım düşen binalar ve bunların civarında bulunan inşaat ile, yangın tehlikesine maruz çatıları haiz olan binalar da bu grup dâhilindedir.
4	1 ila 3 No.lu gruplar haricinde olup yangın tehlikesine maruz çatıları haiz olmayan binalar.
5	İskeleti çelik, döşemeleri betonarme olup çatısı yanmayan malzemeden yapılmış ve çatı katında yangın tehlikesine maruz maddeler bulunmayan binalar.

3.2.2 Yıldırımlık tesisatı

Köşe ve sırt gibi en çok yıldırım çarpmasına maruz kalan bina kısımları, ya kendileri yıldırımlık olarak kullanılacak yahut bunların üzerinden yıldırımlığa ait iletkenler geçecek veyahut da bu gibi kısımlar kendilerinden daha yüksekte bulunan bir yıldırımlığın muhafaza sahası içinde bulunacaktır.

Yıldırımlık tesisatı, bütün tali kısımlarıyla birlikte binanın en yüksek yerlerin den toprağa kadar devamlı ve kesiksiz madeni bir yol teşkil edecektir. Bu madeni yol kafi bir kesitte olup, tahribata karşı kafi derecede dayanıklı olacaktır.

Mevcut havagazı, su ve kalorifer tesisatı ile binada bulunan madeni kısımlar toprak hat tına bağlanacaktır.

Yıldırımlık tesisatı aşağıda yazılı kısımlardan meydana gelir.

- Yıldırım yakalama tesisatı
- Çatı nakilleri
- İndirme nakilleri (desantlar)
- Toprak elektrotu

BÖLÜM 4. PARLAYICI PATLAYICI ORTAMLAR

Parlayıcı gaz veya buharların havaya karışması ile patlama tehlikesi bulunan yerlerdeki elektrik alet ve teçhizatı, tehlikeli alanın dışına kurulacak veya etanş yapılmış olacak ve bu teçhizat, alev geçirmez tipte yapılacak veya cihaz içinde devamlı olarak ortam basıncından biraz yüksek bir temiz hava basıncı sağlanacak yahut normalin biraz üstünde bir basınçla asal gazla doldurulmuş olacak veya uygun ve yeterli şekilde havalandırılacak ve nihayet özel haller için, Çalışma Bakanlığının kabul edeceği şartlara uygun tarzda yapılmış olacaktır.

Parlayıcı maddelerin bulunduğu işyerlerindeki elektrik motorları, alev geçirmez tam kapalı tipten olacaktır.

Alev geçirmez cihazların kullanılmasından önce imalatçı ve satıcı müesseselerden bu cihazların gerektiği gibi olduklarına dair belgeler alınacaktır. Alev geçirmez cihazların üzerinde yapılacak herhangi bir onarım veya değişiklik, bu cihazların ilk güvenlik durumlarını bozmayacak veya azaltmayacak şekilde yapılacaktır.

Alev geçirmez cihazlar için kullanılacak iletkenler eksiz borular içinde bulunacak veya madeni kılıflı, zırhlı yahut mineral tecritli kablolar kullanılacaktır. Bu gibi aletlere iletkenlerin bağlantısı, tesisatın alev geçirmez özelliğini bozmayacak şekilde yapılacaktır.

Tehlikeli bir ortama giren elektrik tesisat boruları, tehlike alanına girecekleri noktada alev geçirmez buatlarla donatılacaktır.

Mekanik bir etkiye maruz kalması muhtemel olan yerlerde, zırhlı kablolar kullanılacaktır.

Alev geçirmez cihaz veya teçhizatın madeni gövdesi ile kabloların madeni kılıfları ve boruları arasındaki elektrik bağlantısı lehim kaynağı veya uygun manşonlar kullanılarak sağlanacaktır.

Kablo uçları, neme karşı bu tip iletkenlere özgü alev geçirmez özel kapaklarla tecrit edilecek ve boruları veya kabloların madeni kılıfları iletken olarak kullanılmayacaktır.

Binaların madeni kısımlarından geçen borular ile kabloların madeni kılıfları tecrit malzemesi ile kaplanacak veya bunlar binanın madeni kısımlarına karşı uygun şekilde korunacaktır.

Tam yalıtılmış elektrik cihazları, gerilim altında oldukları sürece devamlı bir şekilde temiz hava ve asal gaz basıncı altında bulundurulacaktır.

Bu cihazların, basıncın düşmesi halinde tesisatı devre dışı bırakacak uygun koruyucu tertibatı olacak ve tesisatın basınç altında olup olmadığının her zaman kontrol edilebilmesi için de uygun bir göstergesi bulunacaktır. Güvenlikli oldukları yetkili makamlar tarafından onaylanmış aletler ve

tesislerin üzerinde, güvenlik durumlarını bozacak hiç bir değişiklik yapılmayacaktır.

Yukarıdaki şartlara uygun olarak korunmamış bulunan büyük elektrik motorları veya sair elektrik aletleri kapalı tipten olacak ve içine kuvvetli bir şekilde temiz hava basılacak ve bu hava açık havaya egzoz bacalarından veya borularından atılacaktır.

Çıplak hava hatları tehlike alanına girmeden son bulacak ve bu uçlarda, gerilim yükselmelerine karşı uygun koruyucu cihazlar bulundurulacaktır.

Besleme hattının tehlikeli bölgeye, zırhlı veya madeni kılıflı kablolarla uzatılması gerektiği hallerde, bütün madeni kılıflar birbirleriyle irtibatlanacak ve etkili şekilde topraklanacaktır.

Telekomünikasyon kabloları da dahil, bütün yeraltı kabloları en az 50 santimetre derinliğe konacaktır.

Sık sık bakıma ihtiyaç gösteren elektrik teçhizatını devreden tamamen ayırma olanağı sağlanacaktır.

Parlayıcı bir ortamda akım kesici tertibat, kumanda ettiği makina veya cihazın hemen bitişiğinde bulunmadığı hallerde, bunların kontrol, bakım veya onarım sırasında beklenmedik bir anda, gerilim altında kalmasını önlemek için gerekli tedbirler önceden alınacaktır. Akım kesicilerde, kontrol ettikleri cihazları belirten uygun etiketler bulundurulacaktır.

Sigortalar daima tehlike bölgesi dışına konacaktır. Ancak bunun sağlanamadığı hallerde bunlar, alev geçirmez kutular içinde bulunacak ve bu kutular gerilim kesilmeden açılmayacaktır.

Aydınlatma devresi de dahil olmak üzere bütün elektrik tesisatı bir yılı geçmeyen süreler içinde periyodik olarak ehliyetli elemanlar tarafından kontrol ve bakıma tabi tutulacaktır.

Suni aydınlatma tesisleri ancak etanş armatörlerle yapılacak, aksi halde ortam dışına yerleştirilmiş lambalardan yararlanılacaktır.

Bütün madeni bölme ve çatı kısımları ile makina ve teçhizat uygun şekilde topraklanacaktır.

Patlama tehlikesi yaratabilen tozların bulunduğu yerlerdeki yol verme reostaları, aydınlatma anahtarları ile bütün sigorta ve şalterler ve benzeri cihazlar, tehlikeli ortamın dışında kurulacaktır.

Motorların durdurulup çalıştırılmasına uzaktan kumanda eden tesisat da diğer bütün elektrik tesisatı gibi, tozlara karşı korunmuş olacaktır.

Elektrik motorları etanş tipten olacaktır. İşin gereği olarak bu çeşit motorların kullanılması olanağı bulunmayan yerlerde, bu motorlar alev geçirmez koruyucular içine alınacaktır.

Aşırı akımlara ve kısa devrelere karşı korunmak üzere faz iletkeni ile toprak arasında bir kaçak olması halinde, devreye otomatik olarak akım

kesen bir cihaz konulacak ve bu cihaz akımın % 10 artması halinde harekete geçecektir.

Seyyar elektrik cihazları tehlikeli bir ortam içinde hiç bir nedenle kullanılmayacaktır.

Alüminyum veya magnezyum tozu bulunan yerlerde işçiler anti statik ayakkabılar giyeceklerdir.

4.1 Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozlar

Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozun meydana geldiği, taşındığı, aktarıldığı ve çalışıldığı yerlerde elektrik motor ve jeneratörleri toz geçirmez etanş tipten olacak veya devamlı olarak temiz hava basılan tecritli hücrelerde bulundurulacaktır.

Motorların uzaktan kontrol edildiği hallerde kumanda düğmeleri toz geçirmez tipten imal edilmiş olacak veya toz geçirmeyen ayrı bir odada bulunacaktır.

Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozların meydana geldiği, taşındığı, aktarıldığı ve çalışıldığı yerlerde sigortalar tehlikeli ortamın dışında kurulacaktır.

Buna olanak bulunmayan hallerde sigortalar toz geçirmez etanş kutular içinde bulunacak ve bu kutular ancak akım kesildikten sonra açılabilir ve bu gibi kutular üzerinde, bu hususu belirten uyarı levha veya yazılar bulundurulacaktır.

Parlama ve patlama tehlikesi yaratabilen organik tozların işlendiği, taşındığı veya aktarıldığı konveyörler, elevatörler, silolar veya benzeri tertibatın içini aydınlatmakta kullanılacak elektrik lambaları toz geçirmez (etanş) globların içine alınacak ve elektrik tesisatı ayrıca, çarpma, düşme gibi mekanik tehlikelere karşı uygun tarzda korunmuş ve buralarda dışarıya tesis edilmiş olan toz geçirmez (etanş) anahtarlar kullanılacaktır.

4.2 Parlayıcı Sıvılar

Parlayıcı sıvıların konulduğu bütün depolar ve boru donatımları, boru bağlantıları statik elektriğe karşı uygun şekilde topraklanacaktır.

Depoların parlayıcı sıvılarla doldurulması ve boşaltılmasında araç ile depo arasında topraklama hattı bağlantısı yapılarak statik elektriğe karşı tedbirler alınacaktır. Lastik tekerlek üzerinde hareket eden tankerler, yüklü oldukları statik elektrikten tamamıyla arınmadıkça dolum yerlerine sokulmayacaktır.

BÖLÜM 5. TOPRAKLAMA

Toprağa karşı gerilim: Orta noktası ya da yıldız noktası topraklanmış şebekelerde, bir faz iletkeninin bu noktalara göre potansiyel farkıdır. Bu gerilim faz gerilimine eşittir.

Bunun dışındaki bütün şebekelerde toprağa karşı gerilim, bir faz iletkeninin toprağa temas etmesi durumunda öteki faz iletkenleri ile toprak arasında oluşan gerilimdir. Arıza yerinde ark yoksa bir fazın toprağa karşı gerilimi fazlar arası gerilim değerine eşittir.

Elektrik işletme elemanları: Elektrik enerjisinin üretilmesi, dönüştürülmesi, iletilmesi, dağıtılması ve kullanılması amacına hizmet eden (örneğin makineler, transformatörler, bağlama cihazları, ölçü aletleri, koruma düzenleri, kablolar ve hatlar ile tüketici cihazları gibi) bütün elemanlardır.

Sabit işletme elemanları: Yapıları veya mekanik dayanımları açısından, işletme esnasında kuruldukları yere bağlanmış olan cihazlardır. Bu tanıma, işletme açısından sabit oldukları halde, örneğin bağlantılarının yapılabilmesi veya temizlenmeleri için sınırlı hareket ettirilebilen işletme elemanları da dahildir. Örneğin araçlarda ve cihazlarda sabit şekilde monte edilmiş transformatörler sabit işletme elemanlarıdır.

Yer değiştirebilen işletme elemanları: Şekilleri ve alışlagelmiş kullanımları açısından işletme sırasında bulundukları yere bağlanmamış elemanlardır.

Bu tanıma, şekilleri ve alışlagelmiş kullanımları açısından gerilim altındayken hareket ettirilebilen işletme elemanları da dahildir.

Aktif bölümler: Elektrik işletme elemanlarının, normal işletme koşullarında gerilim altında bulunan iletkenleri (nötr iletkeni dahil, ancak PEN iletkeni hariç) ve iletken bölümleridir.

Orta iletkenler de aktif bölümlerdir; fakat koruma iletkenleri ve bunlara iletken olarak bağlı bölümler aktif bölüm sayılmaz.

Açıktaki iletken bölümler: Elektrik işletme elemanlarının her an dokunulabilen, aktif bölüm olmayan, fakat bir arıza durumunda gerilim altında kalabilen (gövde gibi) iletken bölümleridir.

Ana iletken (Faz iletkeni) (L_1, L_2, L_3): Elektrik enerji kaynaklarını tüketicilere bağlayan, fakat orta noktadan ya da yıldız noktasından çıkmayan iletkenlerdir.

Nötr iletkeni (N): Şebekenin orta noktasına veya yıldız noktasına bağlanan, elektrik enerjisinin iletilmesine katkıda bulunan bir iletken (d.a. sistemlerinde kaynağın orta noktasına bağlanan iletken de orta iletken denir).

Koruma iletkeni (PE): Elektriksel olarak tehlikeli gövde akımlarına karşı alınacak güvenlik önlemleri için işletme elemanlarının açığıtaki iletken bölümlerini:

- Potansiyel dengeleme barasına,
- Topraklayıcılara,
- Elektrik enerji kaynağının topraklanmış noktasına,

bağlayan iletkenidir.

Koruma iletkeni + nötr iletkeni (PEN): Koruma iletkeni ile nötr iletkeninin işlevlerini bir iletkende birleştiren topraklanmış iletkenidir.

Toprak: Elektrik potansiyelinin her noktada sıfır olduğu yeryüzünün madde ve yer olarak ifadesidir. Örnek: humuslu toprak, killi toprak, kumlu toprak, çamur, kayalık arazi.

Referans toprağı (nötr toprak): Topraklayıcıdan yeterince uzak bulunan ve topraklama tesisinin etki alanı dışında kalan yeryüzü bölümüdür. Bu bölümdeki herhangi iki nokta arasında, topraklama akımının neden olduğu gerilim ihmal edilecek kadar küçüktür.

Topraklama iletkeni: Topraklanacak bir cihazı ya da tesis bölümünü, bir topraklayıcıya bağlayan toprağın dışında veya yalıtılmış olarak toprağın içinde döşenmiş bir iletkenidir.

Nötr iletkeni veya ana iletken ile topraklayıcı arasındaki bağlantıya bir ayırma bağlantısı, bir ayırıcı ya da bir topraklama bobini veya direnç bağlanmışsa, bu durumda sadece topraklayıcı ile belirtilen cihazlara en yakın toprak tarafındaki bağlantı ucu arasındaki bağlantı, topraklama iletkenidir.

Topraklama barası (topraklama birleştirme iletkeni): Birden fazla topraklama iletkeninin bağlandığı bir topraklama barasıdır (iletkenidir).

Aşağıdaki iletkenler topraklama barası sayılmaz:

- Üç fazlı düzenlerde (üç ölçü transformatörü, üç kablo başlığı, üç mesnet izolatörü vb.) her bir cihazın topraklanacak bölümlerini birleştiren topraklama iletkenleri,
- Hücre biçimindeki tesislerde, bir hücrenin cihazlarının topraklanacak bölümlerini birleştiren ve hücre içinde kesintisiz olarak döşenmiş olan bir topraklama barasına bağlanmış topraklama iletkenleri.

Topraklama tesisi: Birbirlerine iletken olarak bağlanan ve sınırlı bir alan içinde bulunan topraklayıcılar ya da aynı görevi yapan (boyasız direk ayakları, zırhlar ve metal kablo kılıfları gibi) metal parçalar ve topraklama iletkenlerinin tümüdür.

Topraklama tesislerinin kurulmasında dört koşul yerine getirilmelidir.

- 1) Mekanik dayanım ve korozyona karşı dayanıklılığın sağlanması,
- 2) Isıl bakımdan en yüksek hata akımına (hesaplanarak bulunan) dayanıklılık,
- 3) İşletme araçları ve nesnelerin zarar görmesinin önlenmesi,
- 4) En yüksek toprak hata akımı esnasında, topraklama tesislerinde ortaya çıkabilecek gerilimlere karşı insanların güvenliğinin sağlanması.

Bu koşullardan dolayı topraklama tesislerinin boyutlandırılması için aşağıdaki parametreler önemlidir:

- Hata akımının değeri,
- Hatanın süresi,
- Toprağın özellikleri.

Topraklama tesislerinde sahada yapılan muayeneler ve belgelendirme: Her topraklama tesisi, kullanıcı tarafından işletmeye alınmadan önce, montaj ve tesis aşamasında, gözle muayene edilmeli ve deneyden geçirilmelidir. Topraklama tesislerinin bir yerleşim planı bulunmalıdır. Montaj sırasında özellikle bağlantılarda korozyona karşı korunma için doğru önlemlerin alındığı, gözle muayene ile kontrol edilmelidir. Gerek tesis etme aşamasında, gerekse işletme dönemindeki muayene, ölçme ve denetleme periyotları için yönetmeliğin Ek-P hükümlerine uyulmalıdır.

Bir topraklama sisteminin saha uygulama ve denetleme planı bulunmalıdır. Bu plan üzerinde:

- - Topraklayıcıların yerleri,
- - Çeşitleri,
- - Boyutları,
- - Topraklama için kullanılan malzemeler,
- - Gömülme derinlikleri,
- - Topraklayıcıların düzenlenme biçimleri,
- - Topraklama iletkenlerinin cinsi,
- - Topraklama iletkenlerinin bağlantılarına ilişkin detaylar,
- - Ölçmelerin yapılabileceği ayırma noktaları,
- - Başka topraklayıcılar ile bağlantı yerleri,
- - Topraklamalara ilişkin direnç değerleri.
 - Toprak öz direnci,
 - Topraklayıcının ve topraklama tesisinin yayılma direnci,
 - Topraklama direnci,
 - Toplam topraklama direnci,
 - Topraklama empedansı,
 - Darbe topraklama direnci.

- - Dokunma gerilimleri,
- - Topraklamanın yapıldığı tarih,
- - Hava hattı şebekelerindeki direklerin ve transformatör merkezlerinin periyodik olarak denetlenecek kısımlarına ilişkin denetim programı (direk numaraları, planlanan denetim tarihleri, TM'lerinde kontrol edilecek yerlere ilişkin koordinatlar).
- - Planlanan denetleme tarihleri ve ölçme sonuçları,
- - Proje Mühendisi (Adı soyadı, Ünvanı, Oda kayıt no vb),
- - Ölçmeyi yapan elektrik mühendisi (Adı soyadı, Ünvanı, Oda kayıt no vb),
- gösterilmelidir.

Tesis gerçekleştirilmeden önce, Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğın kapsamında gözetilecek ihtiyaçları içeren bir rapor hazırlanmalıdır.

Global topraklama sisteminin dışında her tesisin toprak direnci hesaplanmalı ve sistematik olarak ölçülmelidir (ölçme tekniğı detayları yönetmeliğın Ek-N kısmında verilmiştir), ve topraklama gerilimi (toprak potansiyel yükselmesi) hesaplanmalı veya ölçülmelidir. Eğer gerekli ise, dokunma gerilimi ispatı, hesaplama veya ölçme ile yapılmalıdır.

Global topraklama sistemi içerisindeki alanlarda toprak direncini veya topraklama gerilimini doğrulamaya gerek yoktur. Çünkü topraklama sisteminin temel (esas) tasarımı yeterlidir. İzin verilen dokunma gerilimlerini elde etmek için özel ölçmelere gereksinim duyulursa, bunlar da saha uygulama ve denetleme planına dahil edilmeli ve proje ekindeki belgelerde tanımlanmalıdır.

Çeşitli topraklama tesislerinin işletme dönemi içindeki muayene, ölçme ve denetlemelere ilişkin önerilen periyotlar aşağıda verilmiştir:

- 1) Elektrik üretim iletim ve dağıtım tesisleri (enerji nakil ve dağıtım hatları hariç) için: 2 yıl,
- 2) Enerji nakil ve dağıtım hatları için: 5 yıl,
- 3) Sanayi tesisleri ve ticaret merkezleri için:
 - Topraklamalara ilişkin dirençlerinin muayene ve ölçülmesi: 1 yıl,
 - Topraklama tesisleri ile ilgili diğer muayene, ölçme ve kontroller: 2 yıl,
- 4) Sabit olmayan tesisler için:
 - Sabit işletme elemanları için: 1 yıl,
 - Yer değiştirebilen işletme elemanları için: 6 ay.

- 5) Parlayıcı, Patlayıcı Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerleri ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük kapsamındaki topraklama tesisleri ile ıslak ortamlarda çalışılan işyerlerindeki topraklama tesislerinin muayene, ölçme ve denetleme periyotları bir yılı aşamaz.

BÖLÜM 6. ELEKTRİĞİN İNSAN ÜZERİNE ETKİSİ*

Hata akımı, birinci derecede devreye uygulanan gerilim değerine bağlıdır. Her ne kadar hata evresinden geçen akımın şiddeti, devreye uygulanan gerilime bağlı ise der hayat tehlikesine yol açan sebep gerilim değil, insan vücudundan geçen akımdır. Alçak gerilim tesislerinde genellikle 400/230V kullanılır. Şebekelerde yıldız noktası doğrudan doğruya topraklanmış olduğundan elektrik kazalarında etken olan gerilim ekseriya 230 voltur. Aşağıdaki incelemelerde şebeke geriliminin 400/230 volt olduğu kabul edilecek ve yüksek gerilimin etkisi sonra ayrıca belirtilecektir.

6.1 Akım Şiddeti

Elektrik akımı insan vücudu üzerinden geçtiğinde, sinir yolu ile adalelerin kasılmasına yol açar; bu, bilinen fizyolojik bir olaydır, Mesela eli ile arızalı bir elektrik cihazını tutan bir insan, vücudundan geçen akımın değeri seçilen noktaların durumuna bağlıdır. Şu halde kalp kendi çalışması için gerekli gerilimi kendisi üretir ve bunun etkisi ile kalp adaleleri belirli bir sistem içinde ve belirli bir tempoda sıkışıp açılarak, iki devreli bir pompa gibi çalışır ve insan vücudundaki kan dolaşımını sağlar.

Kalbin, hata akım devresi üzerinde bulunması halinde yabancı hata akımının bir kısmı kalp üzerinden geçerse, vücudun diğer adaleleri gibi, kalp adaleleri de kasılırlar ve kalbin kumanda sistemi bozulur. Kalp her ne kadar yine atmağa devam ederse de artık düzenli değildir. Kalbin bu şartlar altındaki anlamsız atışlarına "fibrilasyon" adı verilir, Fibrilasyon halinde kalp artık normal çalışamaz ve kan pompalama görevini yapamaz.

Akım Şiddeti (1 s)	Fizyolojik Belirti
0.01 mA	Akımın hissedilme sınırı, elde gıdıklanma olur.
1-5 mA	Elde uyuşma hissi. Elin ve kolun hareketi zorlaşır.
5-15 mA	Tutulan cisim henüz bırakılabilir, elde ve kolda kramp başlar tansiyon yükselir
15-25 mA	Tutulan cismin kendiliğinden bırakılması mümkün değildir. Kalbin çalışması etkilenmez.
25-80 mA	Tahammül edilebilen akım şiddeti, tansiyon yükselir, kalp düzensiz çalışmaya başlar. Teneffüs zorlaşır, reverzibl kalp durması baş gösterir, genel olarak bilinç yerindedir. bazı kimselerde 50 mA'den sonra bayılma meydana gelir.
80-100 mA	Akımı etki süresine bağlı olarak kalple fibrilasyon baş gösterir, bilinç kaybolur. 0,3 s'den kısa süreli elektrik çarpmalarında fibrilasyon olmaz.
>3-8 A	Tansiyon yükselir, kalp durur akciğerler şişer, bilinç kaybolur.

6.2 Elektrik Kazalarında İlk Yardım

Elektrik kazalarında ilk iş olarak enerji kesilmelidir. Bu mümkün değilse kazaya uğrayan kişinin elektrikle olan teması ortadan kaldırılmalıdır. Bunun için o an çevrede bulunabilen kuru tahta parçası, giyim eşyası gibi yalıtkan maddelerle temas yerine müdahale edilerek kişinin elektrikle teması kesilmelidir. Kaza anında kazaya müdahale eden kişinin kazazedeye temas etmemesi gerekir.

Kazalıya gerekiyorsa doktor gelene kadar suni teneffüs uygulanmalıdır. Suni teneffüsün amacı kazazedenin akciğerlerine gerekli havayı doldurmaktır. Unutulmamalıdır ki ancak kalp durmuş ise suni teneffüs yapılır. Bunun için;

1. Kazazedenin vücudunu sıkan kemer, kravatı vs. çıkarılır.
2. Kalbin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Bunun için hastanın nabzına bakılır. Nabız atmıyorsa suni teneffüs yapılır.
3. Kazazedenin ağzında sakız, takma diş gibi şeyler varsa çıkarılır.
4. Kazazedenin başı mümkün olduğu kadar arkaya eğik tutulur. Bu arada şoktan dolayı dilinin solunum yolunu tıkaması ihtimaline karşı hastanın ağzı açılarak dili dışarıya çekilmelidir.
5. Mendil veya başka bir kumaş parçasıyla kazazedenin ağzı kapatılarak ya da doğrudan doğruya hastanın ağzından hava verilir. Bu işlem dakikada 10 – 12 kez tekrarlanır.
6. Kazazede nefes alıp vermeye başlayınca düzgün bir şekilde yatırıp doktorun gelmesini beklenir.