

ELEKTRİK, Etkileri, Tehlikeleri ve Önlemleri	2
<i>Giriş</i>	2
Madde ve atom yapısı.....	3
<i>Atom altı parçacık boyutlarının mukayesesi</i>	3
<i>Doğanın 4 temel Kuvveti</i>	4
<i>Çekirdekte Protonların dağılmaması</i>	5
İnsan Fizyolojisi.....	5
<i>Aksonlar</i>	5
<i>Nöronlar</i>	6
<i>Duyu reseptör görüntüleri</i>	6
Elektrik Enerjisi	7
<i>Neden Elektrik akımı (+) dan (-) ye akar deniliyordu</i>	8
<i>Elektrik akımının insana etki değerleri</i>	9
<i>Elektriğin etkiledikleri kritik yerler ve nasıl etkilendikleri</i>	12
<i>Elektrik Tehlikelerinden korunma</i>	15
<i>Elektrik ve elektron hızları</i>	17
<i>Elektrik Enerjisi</i>	18
<i>Elektriğin Tehlikeleri</i>	19
<i>Elektrik Kazalarına Karşı Alınması Gereken Önlemler</i>	20
<i>Ortamda alınması gereken önlemler</i>	20
Doğru akım	22
<i>DC ve AC de ölçülen gerilim neden farklıdır</i>	23
Statik Elektrik	23
<i>Statik elektrik tehlikeleri,</i>	24
<i>Yanma veya patlamanın meydana gelme durumları,</i>	24
<i>Korona Olayı</i>	27
<i>Elektrik Akımında Deri Etkisi (skin effect)</i>	27
<i>Deri Etkisinin Sonuçları</i>	28
Sonuç	28

ELEKTRİK

Etkileri, Tehlikeleri ve Önlemleri

Giriş

Bu yazıda, fazla detaya girmeden sorunları mantığımız çerçevesinde çözebilmemiz



için yaşamda karşılaştığımız olayları, klasik fiziksel kurallarına ve olgularına göre herkesin anlayabileceği basitlikte anlatılmaya çalışılmıştır.

Elektrik, yaşamımızda vazgeçilemeyen taşınması ve kullanılması çok kolay olan bir enerji çeşididir. Ancak elektriğin tehlikelerini tanıyıp kurallarına uygun davrandığımız sürece bizimle dost kalır, kurallarına uyulmadığı takdirde çok tehlikeli bir enerji

kaynağına dönüşür. Elektrik sadece işyerlerinde çalışma sahalarında değil ev ve diğer yaşam dahil her alanda kullanılan bir enerji kaynağıdır.

Bu nedenle, elektrik hakkında bilgi sahibi olmak, etkilerini anlamak ve gerekli önlemleri almak herkes için hayati bir önem taşır. Öncelikle elektriğin ne olduğunu, insan üzerinde yarattığı tehlikeleri ve çevrede yarattığı etkileri bilmemiz ve korunma önlemlerini almamız gerekir.

Bu nedenle elektriğin insanda yapacağı etkilerini ve çevreye vereceği hasarların nedenlerini ve niçinlerini anlamak için konu üç ana bölümde anlatılmaya çalışılmıştır. Bunlar,

- 1) Maddenin yapısı,
- 2) İnsan fizyolojisi,
- 3) Elektriğin oluşumu, etkileri ve tehlike önlemleri,

Madde ve atom yapısı

Atom, temel olarak içinde proton ve nötronların bulunduğu bir çekirdek ve onun etrafında bulunan katmanlarda dönen elektron bulutundan oluşur.

Atom çekirdeğinde elektronlardan kütleye büyük iki temel parçacık olan protonlar ve nötronlardan oluşmaktadır. Atom, evrende bilinen tüm maddelerin kimyasal ve fiziksel niteliklerini taşıyan en küçük yapı taşlarıdır.

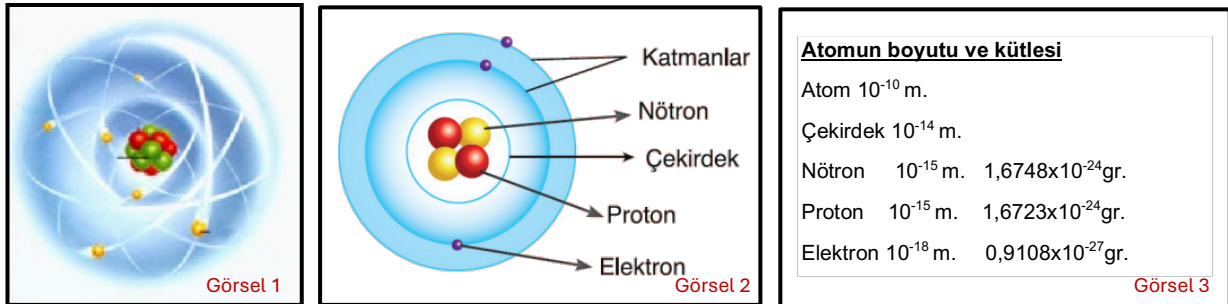
(Görsel 1) atomun genel yapısının görseli

(Görsel 2) atom altı ana yapı taşlarının isimleri,

(Görsel 3) atomun yapı taşlarının boyutları hakkında birim değerleri,

Atom altı parçacık boyutlarının mukayesesi

Atom altı parçacıkları mukayese için (100.0000.0000.000) defa büyütürsek yani Çekirdeği 1cm bilye boyutuna getirip futbol sahasında santra noktasına koyduğumuzda, 1cm lik bilye etrafında elektronların dönme çapları 100m. Olur, yani futbol sahasının boyu olan 100m. çapında bir dairede dönüyor olur.



Boşluğu bu kadar büyük oranda olan bir atomun boyutunu hayal edebilmek için, örnek olarak bir insanın saçı ile mukayese edersek, insan saçının çapı ($17-181 \mu\text{m}$) yani (17×10^{-6} m. ve 181×10^{-6} m.) olduğu bilinmektedir. Bu bilinen boyutlara göre hesapladığımızda, insan saçının çapına (alanına değil) ince saç teline 170 bin, kalın saç teline ise 1,8 Milyon atom yan yana dizilerek sığıldığı bulunur.

Bugün yaşamda bilinen 4 temel kuvvet vardır. Bunların etki değerleri ve etki mesafeleri aşağıda verilmiştir.

Doğanın 4 temel Kuvveti

1 Kütle çekim kuvveti, Kütleçekimi; gezegenleri, yıldızları, yıldız sistemlerini ve hatta galaksileri bile bir arada tutmasına rağmen, özellikle moleküler ve atomik ölçeklerde temel kuvvetlerin en zayıf olanıdır.

2 Zayıf nükleer kuvvet, zayıf nükleer kuvvet, parçacık bozunumundan sorumludur. Bu bir atom altı parçacığın, bir diğerine dönüşmesidir. Örneğin, bir nötronun yakınlarında dolanan bir nötrino; kendisi elektrona dönüşürken nötronu da protona dönüştürür. Fizikçiler bu etkileşimi, "bozon" adı verilen kuvvet taşıyıcı parçacıkların değişimi yoluyla tanımlar.

3 Elektromanyetik kuvvet, Lorentz Kuvveti olarak da bilinen elektromanyetik kuvvet; protonlar ve elektronlar gibi yüklü parçacıklar arasında rol oynar. Zıt yükler birbirini çekerken, aynı yükler birbirini iter. Elektriksel kuvvet ve manyetik kuvvet. Olmak üzere iki bileşen oldukları bilinmektedir. Hareketli ya da sabit yüklü parçacıklar arasında yüklerin birbirini etkileyebileceği ancak harekete geçtiklerinde, yüklü parçacıklar ikinci bileşen olan manyetik kuvveti oluşturur. Parçacıklar hareket ederken etraflarında bir manyetik alan oluşmasına sebep olurlar. Hareket eden elektronlar kablo etrafında manyetik alan meydana getirir.

4 Güçlü nükleer kuvvet, Güçlü nükleer kuvvet (güçlü kuvvet ya da güçlü nükleer etkileşim) dört temel kuvvet arasında en güçlü olanıdır. Kütleçekim kuvvetinden 6×10^{39} kat daha güçlüdür. Bunun sebebi maddeyi oluşturan temel parçacıkları, daha büyük parçacıklar oluşturabilmek için birbirine bağlamasıdır. Güçlü nükleer kuvvet, atomun çekirdeğindeki protonları ve nötronları ve bunları oluşturan kuarkları bir arada tutar ancak etki mesafesi 10^{-15} m. Yani atom çekirdek çapından (10^{-14} m) biraz büyüktür. Maksimum güce, parçacıklar birbirlerine en uzak mesafede olduğunda ulaşır. Menzile girdiklerinde; **gluon** adı verilen kütsüz, yüklü bozonlar kuarklar arasındaki güçlü kuvveti iletir ve onları yapıştırılmış halde tutar. **Böylece yüklü parçacıklar çekilip birbirlerine yaklaştıkça parçacıkların birbirini itme kuvveti zayıflar.** Güçlü kuvvetin küçük bir kısmı olan "kalıntı" güçlü kuvvet, protonlar ve nötronlar arasında rol oynar. Çekirdekteki protonlar aynı yüklü olduklarından birbirini iter ancak kalıntı güçlü kuvvet bunun üstesinden gelebilir, böylece çekirdekteki parçacıklar bir arada kalır.

Çekirdekte Protonların dağılmaması

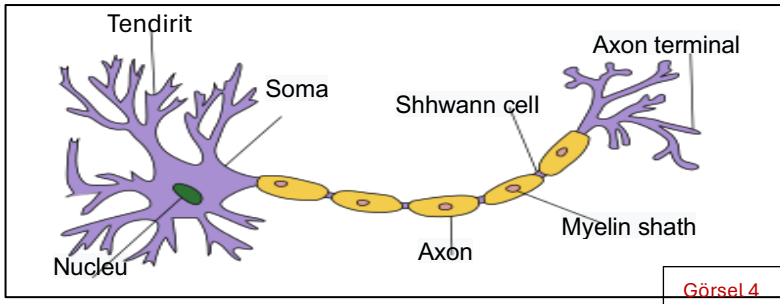
TEORİ¹

Atom çekirdeğinde bulunan protonların elektrik yükü aynı (+) olduğu bilinmektedir. Elektromanyetik kuvvet, Lorentz Kuvveti kuralına göre aynı yükteki maddeler birbirini iter, farklı yükler birbirini çeker kuralına rağmen protonlar dağılmadan çekirdek içinde nasıl beraber bulunabiliyorlar. Bunu sağlayan güç doğanın 4 temel kuvvetinden biri olan “(Güçlü nükleer kuvvet)” etkisidir. Bu kuvvet kütleçekim kuvvetinden 6×10^{39} kat daha güçlüdür fakat etki mesafesi. Yani (10^{-15} m.) gibi çok çok kısadır. Bu mesafeyi şöyle mukayese ile anlatabiliriz. Bir insan saçının çapı (10^{-6} m.) buna göre saç çapının ($1/100.000.000$) kadarıdır. Yani atom çekirdeğin çapından biraz büyüktür. Ancak kütleçekim (yerçekimi) kuvvetinin (6×10^{39}) katı kadardır. Yer çekim kuvvetine 1gram dersek, Güçlü Nükleer Kuvvet (10 tonluk, 30 adet kamyon) üst üste koyduğumuzda yaptığı ağırlık kadar basınç olurdu.

İnsan Fizyolojisi

Aksonlar

İnsan fizyolojinde Beyin sinyallerini sinir sistemi (Akson) içindeki sodyum ve potasyum iyon molekülleri arasında elektron akışları ile iletmektedir.



Görsel 4

Akson, sinir sisteminde beyin sinyali ileten borucuk

Miyelin kılıf, Aksonun çevresini saran izolasyon ve sinyalleri hızlandırıcı tabakadır. Miyelinli 120 m/sn, Miyelinsiz 12 m/sn'lik hızla iletilmektedir.

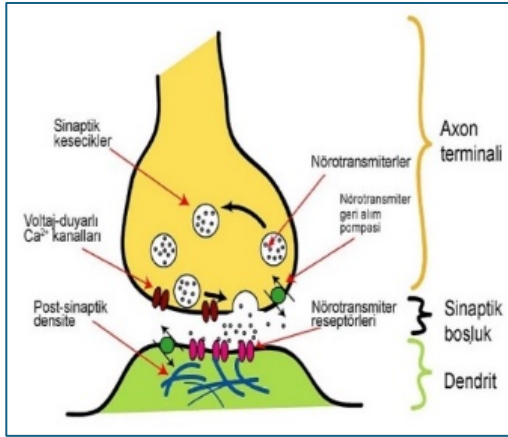
Tentrit vücuttaki reseptörlerden gelen uyarıların (ısı, basınç, acı, gibi) elektrik

Kaynak: Vikipedi, özgür ansiklopedi

İnsan sinir sisteminde yaklaşık olarak 100 milyar nöron olduğu tahmin edilmektedir. Normal bir sinir hücresi 50.000'den 250.000'e kadar başka nöronlarla bağlantılıdır. Tüm sinyaller, (Görsel 4) de görülen aksonlar içinden gönderir. Aksonlar vücudumuzun elektrik iletişim ağı olarak kabul edilebilir. Güdek kitabımda bu konuda daha geniş bilgiler (2B Fizyolojik Sistemler) verilmiştir.

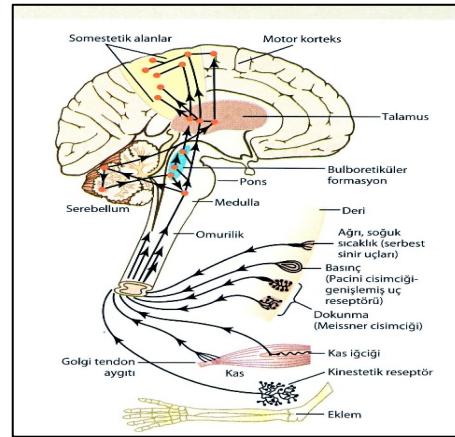
¹ **Teori**; geniş kapsamlı gözlemleri ve deneyleri açıklayan, test edilmiş bir çerçevedir.

Hipotez ise belirli bir olay veya olgu hakkında yapılan, test edilebilir bir tahmindir.



Kaynak: *TIBBİ FİZYOLOJİ Guyton*

Görsel 5



Görsel 6

Kaynak: <http://www.dijitalteknoloji.net>

Nöronlar

Nöronların diğer nöron ve kas, salgı bezleri gibi nöron olmayan hücrelere mesaj iletmesine olanak tanıyan bağlantı noktası (Görsel 5) te gösterilmiştir.

Ayrıca vücudun diğer organlarıyla iletişim kurması da sinapslar ile olmaktadır.

Nöronlar özellikle yuvarlak ve pramit şeklinde olup Kimyasal/protein- elektriksel olarak uyarıları iletirler.

Duyu reseptör görüntüleri

Beyin ve reseptörler arası bağlantılar (Görsel 6) da gösterilmiştir. Burada görülen reseptörler aşağıda sıralanmıştır. Reseptörlerin her biri algıladıkları etki ve duyuları elektrikte elektron akımlarına dönüştürerek beyine iletir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

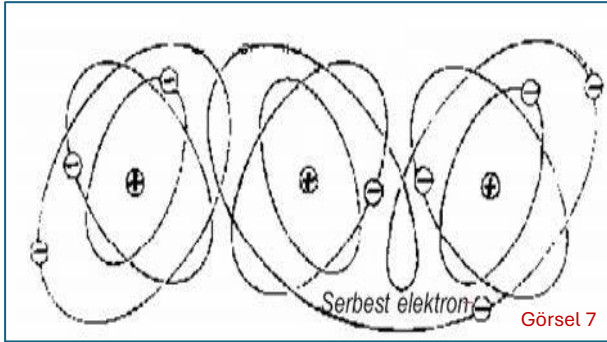
- Dokunma ve ağrı duyusu için serbest sinir uçları,
- Anlık temas (değme) duyusu için Merkel diskleri,
- Dokunma duyusu için Meissner cisimciği,
- Basınç duyusu için Pacini cisimcikleri,
- Sıcak duyusu için Ruffini cisimciği,
- Soğuk duyusu için Krause cisimciği,
- Kas içiği (kasın kasılma gevşeme sistemi),
- Kinestetik reseptör (Propriosepsiyon, vücut denge pozisyonu algılama sistemi),

Görüldüğü gibi insanın tüm işletim sistemi, beyinden aksonlar içinden sodyum potasyum iyonları kanalı ile gönderilen elektrik akımı ile olmaktadır. Bu sisteme dışarıdan bir elektrik teması ile vücuttan geçecek akımların sistemi etkileyeceği bir gerçektir.

Bunun için elektrik enerjisi nedir ve vücuda etkileri neler olabileceği konularına girmemiz gerekecektir.

Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisi yukarıda “madde ve atom yapısı” bölümünde bahsedilen atom ve etrafında dönen elektronların atomlar arası hareketi meydana getirerek elektrik enerjisini oluşturur. Yani dış kabuktaki serbest elektronların atomdan atoma akışı ile elektrik akımı oluşur. (Görsel 7) de dış kabukta görülen serbest elektronların hareket yolları temsili olarak gösterilmiştir.



Elektrik hızı ile ilerleyen elektron hızı farklıdır yapılan hesaplara göre iletken maddenin cinsine göre küçük farklarla aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Elektrik akımının hızı **270.000 km/sn**,

Elektron hızı ise **0,02 cm/sn** dir.

Meydana gelen bu elektrik enerjisinin boyutu ve miktarı, tüketilen enerjinin ölçülüp değerlendirilmesi ile açıklanabilir.

İletken bir madde içinde ilerleyen elektron hızı ile elektrik hızı farklıdır. Yapılan hesaplara göre bu fark iletken maddenin cinsine göre farkları aşağıda belirtilmiştir.

Elektrik akımının hızı maddenin yapısına göre değişen ortalama **270.000 km/sn**,

Elektron hızı da maddenin yapısına göre değişir ve ortalama **0,02 cm/sn** dir.

Görüldüğü gibi hızlar arasında çok büyük farklar vardır.

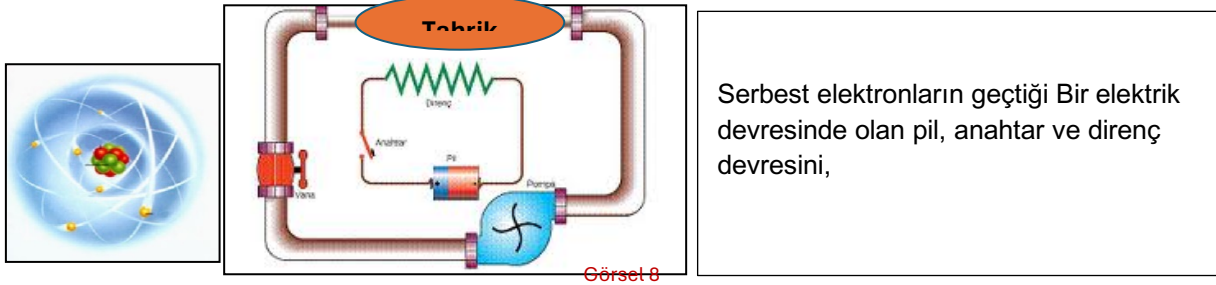
Bir elektrik devresinde ölçebildiğimiz elektrik akımındaki elektron miktarıdır,

$6,25 \times 10^{18}$ elektron = 1 kulon (Elektrik yükü birimi Coulomb) olarak değerlendirilir,

- Bir devreden saniyede 1 kulon geçtiğinde bu miktar 1 Amper dir.
- Bir devreden 1 amper geçtiğinde $6,25 \times 10^{18}$ elektron geçiyor demektir.

Bu miktarı kavrayabilmemiz için hayali olarak elektron boyutunu 1cm yapar ve birbirine bitişik olarak düz bir hat üzerinde dizdiğimizde boyu **6,25x10¹² km.** olur.

- Ay'a gidiş mesafesi (Ay=3,84403x10⁵ km.) ($6,25 \times 10^{12} / 3,844 \times 10^5 = 4,11 \times 10^7$), kez
- Güneşe gidiş mesafesi (Güneş= 1,526x10¹⁰ km) ($6,25 \times 10^{12} / 1,526 \times 10^{10} = 1,62 \times 10^2$), kez



Elektrik devresinde enerji kaynağı (pil), iletkenler, anahtar ve direnç ile kurulan elektrik devresini, bir su devresindeki su pompası, vana ve tahrik suyu devresindeki sisteme benzetebiliriz

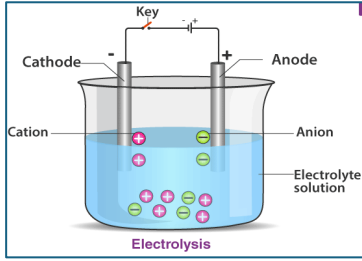
Elektrik enerjisi, kolay iletilebilir, depolanabilir ve başka enerji türlerine dönüştürülebilir. (Isı, ışık, hareket, vb.). Elektrik, çoğunlukla bir elektrik santralinde üretilir. (Kömür, gaz, hidrolik, güneş, rüzgâr, deniz gelgiti, deniz dalgası santralleri gibi)

Neden Elektrik akımı (+) dan (-) ye akar deniliyordu

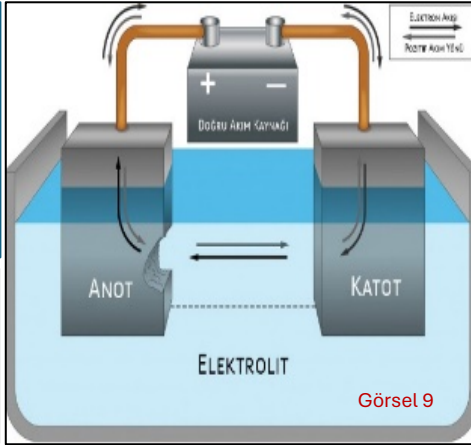
HİPOTEZ-1

Bunu anlatabilmek için öncelikle elektroliz olayındaki olayı incelemek gerekir. Elektroliz kabındaki Sodyum klorür (NaCl) çözeltideki iletkenliği konsantrasyonuna ve sıcaklığına bağlı olarak sodyum (Na⁺) ve klor (Cl⁻) iyonlarına² ayrıldığı bilinmektedir. Elektrotlara (DC) elektrik akımını tatbik edildiğinde. Elektrolit içinde iyonlar oluşur ve Elektrik akımı (+) anotdaki metal iyonlarını katot' a taşır. Bu elektroliz olaylarında (+) anot kutbuna bağlı metal iyonları (-) katot' a gittiği görülünce (**Görsel 9**) elektrik akımının bu görsele bakılarak (+) kutuptan (-) kutba doğru aktığı kabul edildiği Hipotezimi oluşturdum, farklı bir fikir belirtilene kadar böyle düşünmekteyim.

² İyon, bir veya daha çok elektron kazanmış ya da yitirmiş bir atomdan oluşmuş elektrik yüklü parçacıktır.



Elektroliz olayında örneğin sodyum klorür (NaCl) (+) (-) iyonlara ayrılır ve elektriği iletir



Elektrik akımı erimiş sodyum klorür (+) metalin iyonlarını alarak katot' a, Klor da gaz olarak anot' a gider. Anottaki metal iyonları anottan katot' a taşınır.

Bu görsel durum elektriğin (+) dan (-) ye gittiği düşüncesini doğurmuştur.

Daha sonra atom teorileri geliştirildiğinde bu kitabın birinci bölümünde anlatılan “madde ve atom teorisi” bölümünde kısaca açıklandığı gibi elektrik akımının elektronların atomdan atoma geçerek oluşturduğu deneylerle belirtilmiştir.

Elektriğin insana etkileri.

Yukarıda “İnsan Fizyolojisi” bölümünde anlatıldığı gibi organlarımızın çalışma sistemi, akson denilen sinir sistemi içindeki sodyum potasyum iyonları üzerinden beyin gönderdiği sinyallerle işlevlerini yapabilmektedir. Vücuda dışardan bir elektrik akımı etkisi olduğunda, etkilenen organlarda fonksiyonel aksamalar olmakta ve hayati tehlikeler oluşmaktadır.

Elektrik akımının insana etki değerleri

Akımın cinsi (AC veya DC)

Akımın miktarı,

Akımın süresi,

Vücutta akımın geçtiği yerler ve

Elektrik akımının frekansı ile rezonansa giren hücreleri üzerinde meydana getirdiği durumlar. (**Görsel 10**) da vücudun rezonansa girme frekans değerleri gösterilmiştir.

İnsan vücudu belirli dirence sahip olan bir iletkenidir. Bu direnç, ortamın nem ve diğer sinirsel duruma bağlı olarak değişir. Dışarıdan etkileyen elektrik potansiyelinin gerilim değerine göre vücuttan geçecek akım değeri ve geçiş süresi ile orantılı olarak etkiler.

Burada elektrik akımının etkisini yok etmek veya geçen miktarı azaltarak zararsız hale getirmek için

- Elektrik akımının vücuda temasını önlemek,
- Düşük gerilim değerleri kullanmak,
- Geçen akımın değerini araya izole maddeler koyarak tehlikeli akımı önlemek.
- Akımın vücuda giriş veya çıkışında izole sistemler ile devre direncini artırarak geçen akım miktarını mikro veya mili amper seviyesinde tutmak.

Bunun için alınacak önlemler, İzole zemin, izole çizme, izole eldiven, izole ekipman gibi sistem ve yöntemler kullanmak.

İnsan vücudu için tehlike sınırları AC de 50 mA., DC de 100 mA. Olarak belirlenmiştir. Esas olan elektrik olan noktaların ön tarafı, arkası görülebilir nesnelerle (şeffaf sert plastik veya tel kafesle) kapatılmalı böylece vücudun elektrik ile teması önlemelidir. Yapılacak topraklamada da sızıntı veya kaçak akımın yaratacağı gerim düşüm değeri tehlike sınırının (50V.) altında bir gerilime müsaade edilmeli tehlikeli (30mA) kaçak akımda kaçak akım rölesi, aşırı akım veya kaçak akımda da ana devreyi koruyacak sigorta olmalıdır.

AC ve DC Akımın vücuda farklı etkileri

HİPOTEZ³-2

Yapılan bilimsel araştırmalar sonucu kullandığımız elektrik akımının çeşidine göre insan için tehlike sınırları,

Dalgalı Akımın (AC) değeri 50 mA. (İnsan için olan KAR için 35 mA. dir.)

Doğru Akımın (DC) değeri 100 mA.

Bu farklılık, kullandığımız dalgalı akım vücudun bazı kısımları ile rezonansa girerek o kısımlarda fizyolojik işlevlerde aksamalar yaratabilmektedir Kullandığımız elektriğin frekansı 50Hz. bu değerle insan vücudunda rezonansa giren bazı kısımlar örneğin (göğüs 50- 100 Hz.), geçen akım frekansı 50Hz. bu bölgeyi rezonansa sokarak kalp ritmini, göğüs diyaframı işlevini bozarak nefes alamayız, (eller 30- 50Hz) ise

³ Hipotez ise belirli bir olay veya olgu hakkında yapılan, test edilebilir bir tahmindir.

Teori; geniş kapsamlı gözlemleri ve deneyleri açıklayan, test edilmiş bir çerçevedir.

rezonansa girdiğinde, tuttuğu elektrik iletkenini bırakamaz. (**Görsel 10**) da vücudun rezonans değerleri verilmiştir.

İnsan vücudunun Rezonans⁴ frekansını gösteren mekanik modeli

Çeşitli vücut bölümlerinin rezonansa girebilecekleri bölgeleri aşağıda gösterilmiştir.

Bu bilgiler titreşimli ortamlarda çalışan insanın rezonansa girecek bölgelerini gösterir.

Elektriğin (50 Hz. frekansı da vücudun bazı bölgelerinde rezonans yaratır.

DC gerilimde ise 100 mA. Burada etki rezonans değil, geçen akımın vücutta geçtiği bölgelerin ısınma veya yakma olayı sonucu bölgede hasar oluşur ve fizyolojik fonksiyonlarda hasarlar görülür.

Akımın insanda yarattığı duyuşsal etkiler

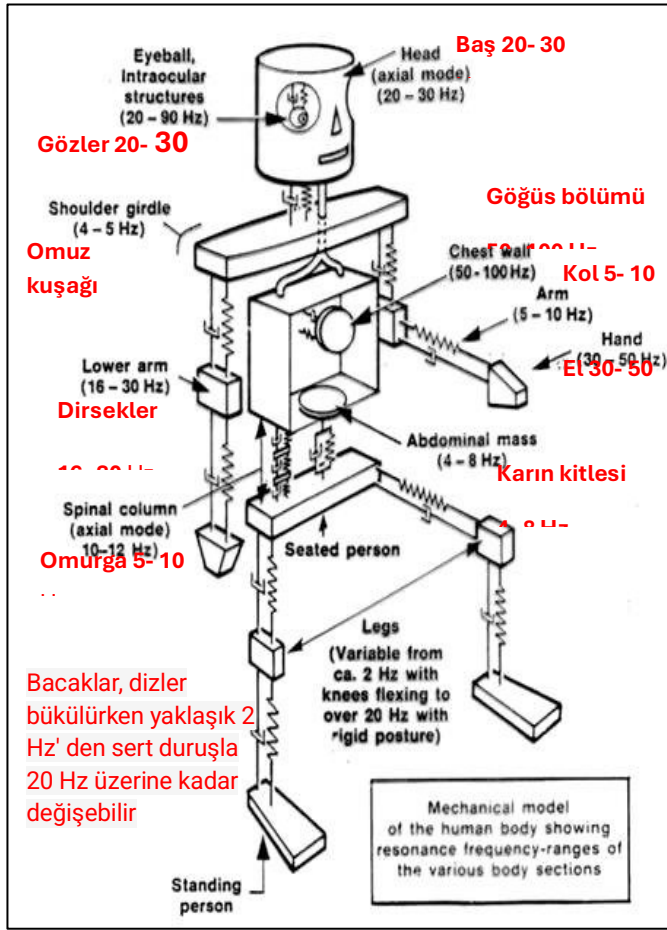
Elektrik akımının, iletken olan insan vücudundan geçtiğinde hayati tehlikelere sebep olabilir. İnsan üzerinden geçen elektrik akımının etkileri, geçen akımın miktarı ve süresine bağlıdır.

- 1 mA Hissedilir, (geçen akım miktarı $6,25 \times 10^{15}$ adet elektron)
- 5 mA Hafif kramp,
- 10 mA Genel kramp,
- 15 mA Kas kasılması,
- 25 mA Şiddetli ağrı,
- **50 mA** Dayanılmaz acı, (Kalpte %20 **Fibrilasyon** riski) güvenlik sınırındır.
- 100 mA Ölüm (Kalp %50 Fibrilasyon riski)

Geçen akım miktar ve süresine göre (**Görsel 11**) de etkileri aşağıda sıralanmıştır.

1. Bölge Karıncalanma (dendrit sinyallerini etkiler)
2. Bölgede kasılma (tuttuğunu bırakamama)
3. Bölge Solunum güçlüğü (Diafram kasılmaları)
4. Bölge Kalp deformasyonu (fibrilasyon)
5. Bölge Kalp durması (suni teneffüs gerekir)

⁴ **Rezonans**, fizikte bir sistemin bazı frekanslarda (doğrusal hareket) diğerinden daha yüksek salınım yapması



Çalışan titreşime maruz kaldığında vücudunun her bölgesi karşılaştığı titreşimle rezonansa girmez. Yandaki mekanik modelde insanın hangi bölgesi rezonansa girebileceği değerler verilmiştir.

Örneğin,

Baş	20- 30 Hz.
Gözler	20- 90 Hz.
Omuz kuşağı	4- 5 Hz.
Dirsekler	16- 30
Göğüs böl.	50- 100 Hz.
Kol	5- 10 Hz.
El	30- 50 Hz
Karın kitlesi	4- 8 Hz.
Omurga	10- 12 Hz.

Görsel 10

Elektriğin etkilendikleri kritik yerler ve nasıl etkilendikleri

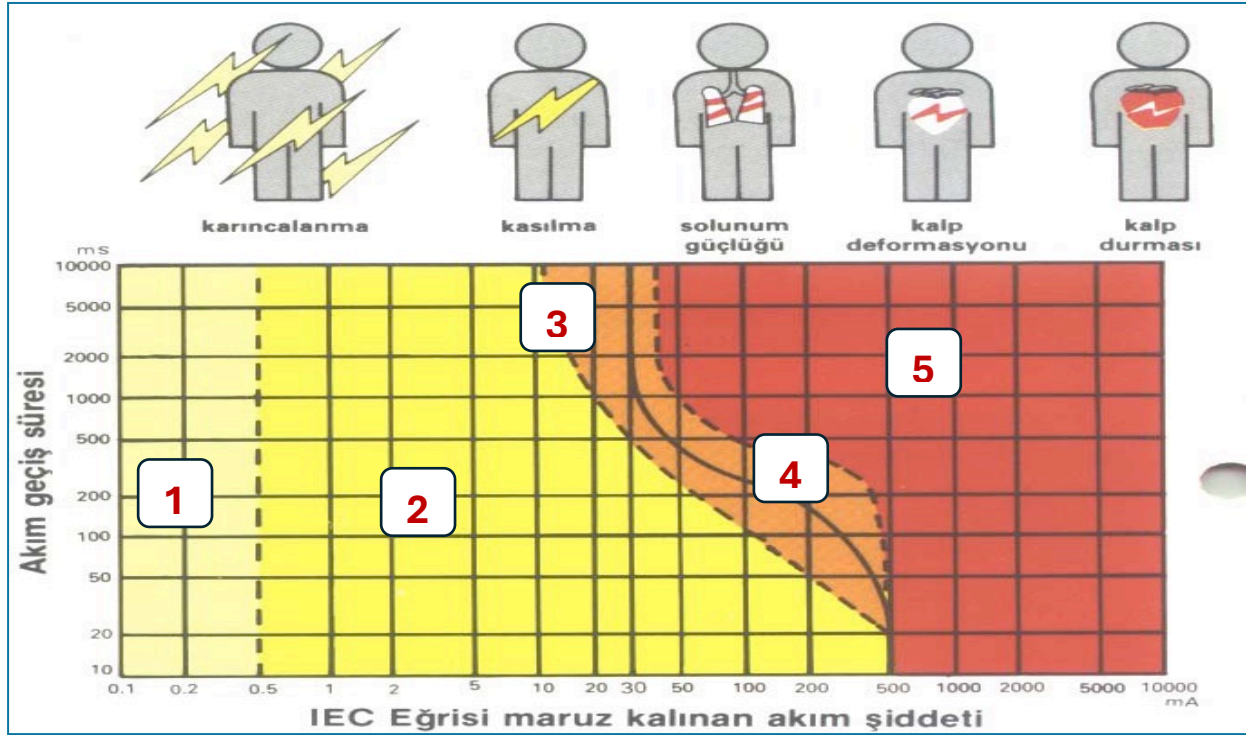
Elektriğin değerlerine göre vücutta yaptığı etkiler ve vücudun gösterdiği tepkiler durumu ve etki değerleri (Görsel 11) de geçen akım miktarı ve süresine bağlı olarak hangi bölgelerde nasıl etkilendikleri bölgeler numaralandırılarak gösterilmiştir.

Bunların etkilenme neden ve nasılları aşağıda açıklanmıştır.

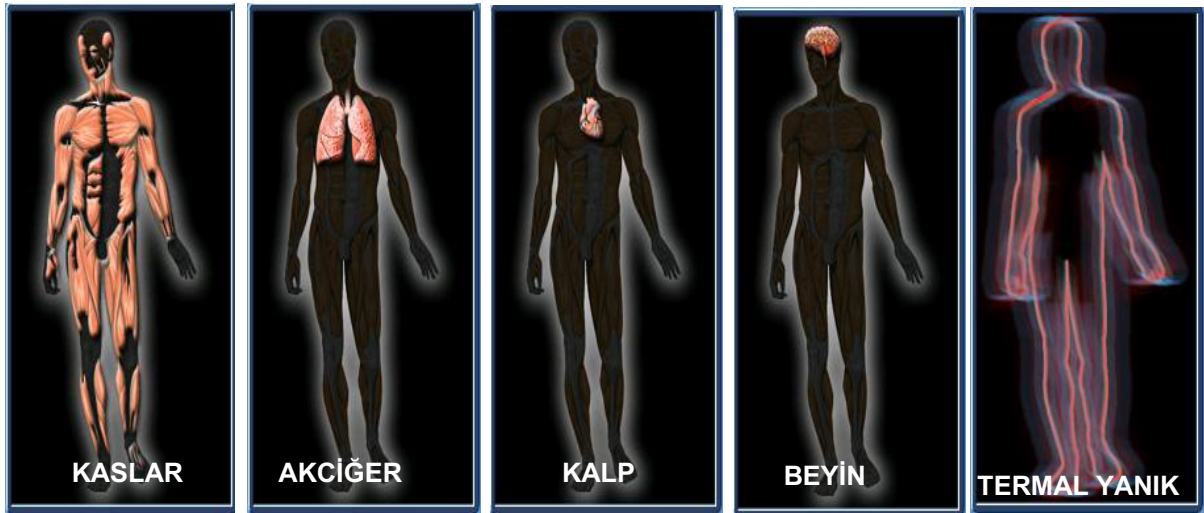
Vücudun kritik bazı bölgeleri elektrik akımından etkilenerken ölüme varan durumlar yarattığı görülür. (Görsel 12) de çalışma hayatında karşılaşılabilecek önemli organ ve yerlerimiz üzerinde oluşan etkiler aşağıda belirtilmeye çalışılmıştır. Bunlar, Kaslar, Akciğer, kalp, beyin gibi yerlerde dışardan bir elektrik potansiyeli teması ile geçen elektrik akımının etki etmesi durumunda meydana gelen olumsuz durumlar, doğru akım etkisinde ise akımın geçtiği bölgede meydana gelen ısınma ve yanıklar sonucu akson etrafındaki miyalin tabakalarının bozulması sonucu, beyin gönderdiği sinyallerin aksonlar arası kaçak akımlar sonucu beyin gönderdiği sinyallerin

bozulmasına neden olur. Bu durumlar özet bir şekilde aşağıda sırayla açıklanmaya çalışılmıştır.

Bu önemli noktalarda geçen akım ile meydana gelen durumlar teker teker özet olarak aşağıda verilmiştir.



Görsel11



Görsel 12

Kaslarda etkisi:

Beyinden adalelere aksonlar üzere gönderilen elektrik yüklü iyonlar ile adalelere komuta ederken, dışarıdan giren AC akım frekansı ile bu komutlara etki ederek bozar, kişiye istemsiz hareketleri yaptırır. (İstem dışı insan kendini birden uzağa atması veya elektrik yüklü nesneyi tuttuğunda bırakamaması sonucu geçen akımın yolu karbonize olur ve direnç azalır geçen akım fazlaşır ölüme varan etkiler olur).

Akciğerlerde etkisi:

Bilindiği gibi akciğerlerimiz göğüs boşluğu diyaframın kasılması ile vakum ve gevşemesi ile ciğerler boşalır, boşluk genişleyince vakum meydana gelir ve ciğerler genişler dışarıdan hava dolar diyafram gevşeyince vakum geçer ve ciğerlerdeki hava boşalır. Bunu çocukluğumuzda yaptığımız patlamış balonu ağzımızın içine çekip baloncuk yapmamıza benzer şekilde yaratılan vakum ve gevşeme ile ciğerlerimiz çalışır. Nefes alınması ve verilmesi diyaframın bu hareketine bağlı olarak yapılır. (Ciğerlerimizde kas sistemi yoktur). Diyaframın üzerinden isteğimiz dışında elektrik akım geçtiğinde diyafram elektrik frekansına bağlı olarak istem dışı titreşime girer diyafram kasılma ve gevşemeyi yapamaz ve ciğerlere hava giremez, nefessiz kalınır.

Kalp ritmine etkisi:

Tüm organlara ve hücrelere, kanın ve ihtiyaç duyulan tüm maddelerin taşınmasını elektrik enerjisi sayesinde gerçekleştirir. Kalp, aynı zamanda pompalama görevini yerine getirmek için kullanacağı ritim enerjisini kendi üretir. Elektrik, kalp kaslarının kasılmaları sonucunda üretilir. İnsan kalbinde iki tür hücre bulunur, bunlar iletken hücreler ve kas hücreleridir. İletken hücreler elektrik sinyallerini kas hücrelerine iletmekle, kas hücreleri de dakikada ortalama 70 kere kasılıp gevşeyerek kanı pompalar. Kalp, saatte yaklaşık uyku esnasında 340 litre, koşarken, 2.270 litre kan pompalamaktadır. Kalbin fizyolojik yapısında ritmik hareketini sağlayan Sinoatriyal⁵ fizyolojik pilin ritmini ve kalbin kapakçıklarının ritmik sinyallerini sağlayan sinyaller bulunur. Beyincikten otomatik olarak gelen sinyalleri akson üzerinden geçen dalgalı bir akımın beyinciğin gönderdiği sinyallerin bozulması ile kalbin ritmi ve kan pompalama sistemini bozulur.

⁵ Sinoatriyal: (Güdek kitabı 2J kas iskelet sistemimiz) dosyasında geniş bir şekilde anlatılmıştır.

Normal kalbin çalışma periyodu 750 ms' dir. Eğer elektrik akımının etki süresi 200 ms değerinde ise, zararı oldukça az olur. Özellikle 750 ms'den daha uzun süre boyunca etki eden akımlar tehlike arz etmektedir. Tehlikeli akım sınırı etki süresine bağlı olarak değişmektedir. İnsan vücudundan geçen akım şiddeti ve süresini birlikte değerlendirmek gerekir. Sürenin uzaması halinde kan akışı durur, beyne ve hücrelere kan gitmez.

Beyne etkisi:

Kalbin iyi çalışmamasının sonucu beyne oksijen yüklü kan (oksihemoglobin) ile gönderilen oksijenin gitmemesi sonucu beyin komutları gönderme gücü zayıflar ve kumanda fonksiyonları bozulur. Gücü zayıflayan Beyin kanı gönderme miktarını azaltır. Öncelikle ayakların soğumasıyla başlar, Kalp masajında durum göz bebeklerine bakarak durum anlaşılır. Bunun için kalbi duran bir kişiye kalp masajı yapılırken beyne kan gidip gitmediği kontrol için göz bebekleri ışığa hassas olup küçülüyorsa bu kalp masajının netice verdiği ve devam edilmesi gerektiği durumunu gösterir.

Termal yanık olarak etkisi:

Vücut üzerinden tehlike sınırı olan (DC) 100 mili Amper üzerindeki akımlar termal etki ile öncelikle akson⁶ üzerinde miyalini yakarak sinirler arası izolasyonu bozar ve beyin gönderdiği sinyallerin hedefine ulaşmasını aksatır. Eğer geçen akım çok yükselir ise vücutta daha başka yanıklar da meydana getirir. (**Görsel- 12**) İnsanın direnci, ortam nemine göre değişiklik gösterir ve ortalama 1.000 Ohm olduğu kabul edilir.

Doğru akımda Ohm kanunu ($I = U / R$) vücutta elektriğin geçtiği bölgelerde akımın şiddetine göre yakarak hasar meydana getirir. ($Q = 0,24 \times R \times I^2 \times t$) kalori

Elektrik Tehlikelerinden korunma

İnsanın elektrik tehlikelerinden korunması için ön şart, elektrik bulunan noktaların vücut ile temasını önlemek, ikinci şart istemeden de olsa temasta insan üzerinden geçecek akımın belirtile tehlikeli akım değerinin çok çok altında olacak şekilde izolasyon önlemlerinin alınması.

⁶ **Akson:** Beynin komutlarının gönderildiği sinirler

Vücuttan her zaman mikro amper mertebesinde akımlar geçer örneğin, dokunmatik çalışan cihazlarda, Android cep telefonlarında olduğu gibi. Bu değerdeki akımlar insana zarar vermez.

Statik elektrik yüklenildiğinde mikroamper değerinde akımlar vücuttan başka bir noktaya temasta çok küçük kıvılcımlar oluşur, bu kıvılcımlar istenmeyen refleks hareketleri oluşturur (kendini geriye atma, ani hareketler gibi) kazalar meydana gelebilir. Bu durumlar için ya antistatik ayakkabı ya da bu küçük arkı bir metal üzerinden boşaltmak gibi (Arabanın kapı koluna önce metal anahtar ile dokunarak statik elektriği boşaltmak sonra araç kapısını açmak gibi).

Bunun için öncelikle yapılacaklar. Vücuttan geçecek akımı kontrol altına almak

Bir işletmede insanı elektrik tehlikelerinden korunmak için aşağıdaki önlemlerin alınması gerekir. Burada ana amaç, elektrik akımının vücuttan geçmesi önlemektir. Bunun yolları,

1. Elektrik bulunan noktalar izole olacak şekilde kapanmalı,
2. Kapatılamazsa önünün arkası görülebilir şeffaf madde ile kapatılmalı,
3. Üzerine transparan uyarı işareti konulmalı,
4. Elektrik panoları mutlaka topraklanmalı,
5. Pano önüne 30 cm mesafede izole paspas konulmalı,
6. Elektrik bakımlarında giriş sigortası çıkarılmadan çalışma yapılmamalı,
7. Eğer tablodan uzakta çalışılacaksa tablo üzerine uyarı yazısı asılmalı,
8. Ana pano ise mutlaka ana şalterde kilitleme sistemi kurulmalı,
9. Elektrikle çalışan tüm sabit makinelerin topraklaması yapılmalı ve en az yılda bir kontrolleri yapıp raporları saklanmalı,
10. Elektrik prizlerinde muhakkak topraklama hattı bağlanmış olmalı,
11. Priz ve fişler hiçbir zaman ısınmamalı, ısındığında temas yüzeylerinde oksitlenme olmuştur. Kontak yerleri temizlenmeli veya fiş priz değiştirilmeli,
12. İzolesi bozulmuş kablolar kullanılmamalı ve yenisi ile değiştirilmeli,

Elektrik ve elektron hızları

HİPOTEZ 3

Atom ve atomaltı keşfedildikten sonra elektrik akımının en dış katmanındaki serbest elektronların akımı olduğu ve yönü (-) eksi kutuptan (+) artı kutba doğru olduğu yukarıda nedenleri anlatılmıştı, Burada da bir elektrik devresinde elektrik akım ve elektronların hızlarının açıklaması yapılmaya çalışılacaktır. Elektrik hızı ile elektron hızı farklıdır yapılan hesaplara göre iletken maddenin cinsine göre küçük farklarla aşağıdaki ölçüm değerleri bulunmuştur. Meselâ 2 mm² çapında ve 10 A akım taşıyan bir bakır teldeki elektrik akımının hızı **270.000 km/sn**, civarındadır.

- **Düşük Hız:** Elektronlar hızı ortalama **0.024 cm/sn** civarındadır. (0,0864 km/h)
- **Yüksek Hız:** Bohr atom modelinde elektron çekirdeğin etrafında bir yörünge çizerek döner ve bu elektronun hızı yaklaşık **saniyede 2,000,000 metredir**. Yani **ışık hızının %1'i** civarında.
- **Çok Yüksek Hız:** Bir çekirdek bozunmasında yani atomdan fırlayan beta (elektron) parçacığının hızı ışık hızına çok yakındır.
- **Işığın boşluktaki hızı** tam olarak 299.792.458 m/s'dir
- Elektronların bir iletken içinde hızı ortalama saniyede 0.024 cm civarında olduğu belirtildiği halde elektrik hızı örneğin bir aydınlatma devresinde düğme ile lamba arası mesafe çok uzun olsa bile düğmeye basıldığında lambanın hemen yandığını görürüz.
- Elektroların büyük çekirdeği olan atomların (Uranyum) en iç yörüngesindeki elektronların hızı ışık hızına yakındır. Bütün bunlara göre elektriği kolay veya zor ileten maddelerin yanında elektronları çok çok zor ileten maddeler de vardır. Bu maddelere yalıtkan madde denir. Her yalıtkan maddenin yüksek gerilime dayanma değeri vardır.

Elektrik hızını anlatabilmek için çok uzun bir boru alalım içine, borunun iç çapına yakın çapta bilyeleri birbirine temas edecek şekilde dolduralım baş taraftan bir bilye koyarak bilyeleri ittiğimizde boru sonundaki bilye de etkilenip düşecektir. (Fizik laboratuvarında yan yana asılı duran bilyelerde baştaki bilyeyi çekip bıraktığımızda sondaki bilyenin, ilk bilyenin etki ve şiddeti oranında havalandığı görülür) Bu düşen bilye baştaki bilye değildir ama ilerleyerek düşmüştür. Yani elektrik potansiyeli baştaki elektronun etkileyerek bir sonraki atoma

geçmesini sağlamış, buradaki elektronda bir sonraki atoma geçerek tüm elektronlar hareket ettirmiştir. Bunu elektrik akımının hızı olarak kabul edebiliriz. Diğer taraftan (**Görsel 7**) de görüldüğü gibi elektronlar atom çevresinde turunu attıktan sonra diğer atoma geçerek ilerlemekte bu nedenle elektriği oluşturan elektronlar hareket etmiş olur. Elektron hızı maddenin cinsine bağlı olarak atomdaki kabuk ve elektron sayısına göre değişik hızda ilerleyecektir. Buna da elektron hızı diyebiliriz. Bunun yanında elektronların atomdan atoma geçerken elektroların çarpışmaları sonucu atom elektronları hızları arttığı için elementte bir ısınma da meydana gelir. Bilindiği gibi atomun elektronlarının hızı arttıkça ısınma yavaşladıkça ısı değerleri düştüğü bilinmektedir. Isının mutlak sifıra inmesi durumunda “Süper iletken” olması durumunda hiç direnç göstermeme hali olduğuda bilinmektedir. Farklı bir fikir görene kadar böyle düşünmekteyim.

Elektrik Enerjisi

Elektron akışı bir elektrik enerji türüdür. Bu elektrik enerjisi, piller, dinamolar, alternatörler veya güneş panelleri, rüzgâr gülü gibi çeşitli kaynaklardan elde edilebildiği gibi basınçla, (piezoelektrik), farklı metal kaynak noktaları ısıtılması ile (piroelektrik), güneş ışığı enerjisi ile elde edilen (fotoelektrik) gibi farklı yöntemlerle elde edilen çok küçük değerlerde de üretilen elektrik türleri vardır. (**GÜDEK 3G statik ve dinamik elektrik**) dosyasında geniş bir şekilde verilmiştir.

Bu çok küçük gerilimdeki enerji, led aydınlatma, ısıtma, soğutma, ölçme, haberleşme ve sanayi üretimi gibi pek çok alanda kontrol ve kumanda işlemlerinde kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisinin çeşitli etkileri vardır. Bunlar hem olumlu hem de olumsuz etkileri olarak değerlendirilebilir. Bunlardan

Olumlu olanları,

- **Isı Etkisi:** Elektrik direnci ve ergime sıcaklığı yüksek nikel, demir, krom veya alüminyum gibi malzemelerden üretilen malzemelerden yapılmış iletkenler geçen akımın karesi ile orantılı bir ısı meydana getirirler. Bu iletken özelliği sonucu elektrikli ısıtıcı, ütü, fırın gibi cihazlarda kullanılır. (**$Q = 0,24 \times R \times I^2 \times t$**) kalori

- **Manyetik Etki:** Elektrik akımı geçen telin etrafında manyetik alan oluşur. Bu etki elektrik motorlarında mekanik enerjiye, transformatörlerde gerilim değişimine, metal ergitme endüksiyon potalarında metalin rezonans frekansına uygun manyetik frekans ile demir, bakır, gümüş altın gibi metaller ile plastik maddelerin ergitme işlemlerinde kullanılmaktadır.
- **Kimyasal Etki:** Elektrik, bazı kimyasal tepkimeleri tetikleyebilir. Elektroliz gibi işlemlerde bu kaplama işlemleri katodik koruma gibi çalışmalarında yararlanılır.
- **Biyoelektrik:** Empedans analizi ile (BIA) tahmini vücut yağı, toplam vücut suyu gibi maddelerin ölçümlemlerinde de kullanılmaktadır.

Elektriğin Tehlikeleri

Elektrik enerjisi kontrolsüz kullanıldığında hayati riskler oluşturabilir. Başlıca elektrik tehlikeleri şunlardır:

- **Elektrik akımı:** Vücut üzerinden geçen elektrik akımı, kaslarda kasılma, nefes alamama, kalp fibrilasyonu veya kalp durması gibi ciddi hayati sorunlara, ortamda ise yangınlara neden olmaktadır.
- **Fizyolojik Etki:** İnsan vücudu üzerinde geçen AC akımının değeri ile kalp ritminin bozulması (vibrilasyona girme), yarattığı titreşim (frekans) ile rezonansa giren bölgenin ısınması ve işlevinin aksaması, DC akımı ise miyalin izolasyonun ısınmasıyla bozulmaları ve gönderilen sinyallerin yerine ulaşamaması, elektrik potansiyeli ve geçtiği bölgeye göre ısıtma yakma etkileriyle hasar vermesi gibi etkenler görülür.
- **Yangın Riski:** Kısa devreler veya aşırı yüklenme sonucu çıkan kıvılcıklar yangınlara sebep olabilir.
- **Kötü kontak teması:** Temas noktalarının oksidasyonu veya kiri sonucu meydana gelen aşırı ısınmalar sonucu yangınlar,
- **Patlama Riski:** Yanıcı gazların veya tozların bulunduğu ortamlarda statik elektrik kıvılcıklarının patlamalara yol açarak büyük kazalar olabilir.
- **Cihazların Bozulması:** Elektrik dalgalanmaları ya da uygun olmayan bağlantılar, elektronik cihazların arızalanmasına neden olabilir.

- **Kaçak Akım Rölesi çalışmaması:** Kaçak akımları önleyecek sistemin çalışmaması sonucu ölüm tehlikeleri oluşur.

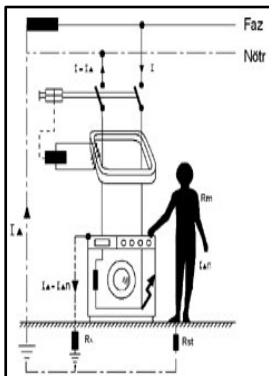
Elektrik Kazalarına Karşı Alınması Gereken Önlemler

Elektrikte gerekli tehlikenin çeşidine göre önlemler alınmadığında tehlikeler oluşur, bu tehlikeler olumsuz bir davranış sonrası tehlikenin büyüklüğüne göre büyük kazalar da olabilir. Bunun için önceden tehlikeler bilinen metotlarla bulunması, kök nedenlerine bulunarak önlemlerinin alınmaması sonucu kazalar meydana gelir.

Ortamda alınması gereken önlemler

Elektrik kazalarını önlemek için bireysel ve kurumsal düzeyde alınabilecek birçok önlem bulunmaktadır:

- **Topraklama:** Elektrikli cihazlar mutlaka topraklanmalı, böylece kaçak akım olup insan üzerinden geçmesi önlenmeli, kaçak akım olması durumunda tesisat üzerinde tehlikeli gerilim olmasını önleyip toprağa vermesi için güvenli bir şekilde kaçak akım toprağa yönlendirilmelidir. Ancak kaçak akım sigortayı attırmayacak değerin çok altında yani sızıntı akımda bile olsa topraklama sisteminde düşen gerilim, tehlike sınırı olan 50 Volt değerinin çok altında olacak şekilde hat kesitini ve toprağa yayma $U = I \times R << 50$ direnci çok düşük olmalıdır.
- **Sigorta aşırı akım rölesi:** Sistemde, devre hattı ve ekipmanları koruyacak değerde otomatik sigorta olmalı böylece aşırı akım geçmesi durumunda devreyi açarak korumalıdır.
- **Kaçak Akım Rölesi:** Kaçak Akım Rölesinin çalışma prensibi şebekeden gelen akımların dönüş değerlerini ölçerek fark varsa ve bu değer insan için 35 mA. Üzerine çıktığında koruduğu devreyi keserek insanı korur.



Görsel 13 a



Görsel 13 b



Görsel 13 c



Görsel 13 d



Görsel 13 e

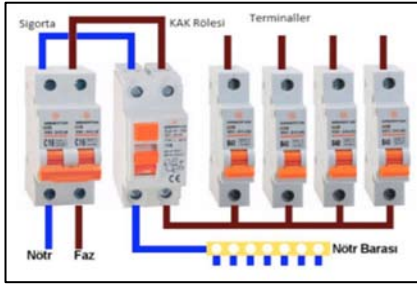
Burada görülen görsellerde (**Görsel 13 a**) KAR çalışma prensip şeması gösterilmiştir.

(**Görsel 13 b**) normal bir WL otomat anahtarı görülmekte, yanında (**Görsel 13 c**) Kaçak Akım Rölesi KAR görülmekte, dış görünüşte ikisi arasında fark KAR de kontrol butonu bulunmaktadır. Bu buton ile Kaçak Akım Rölesinin normal çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Eğer röle kontaklar okside olup ısınıp birbirine yapışmışsa veya KAR çalıştıramadığında kötü niyetli kişiler röleyi çalışır göstermek için arkadan devre dışı bırakacak şekilde by pass etmişlerse rölenin test düğmesine basarak devreyi kestiğinin görülmesi gerekir. İkinci kontrol çok küçük watta (5- 15 w.) seri bir lambanın bir ucu gerilimde diğer ucu toprak ile temasta rölenin yine devreyi kesmesi gerekir.



Görsel 13 f

Tesisatta nötr akımı çıplak ise burada KAR çalışmaz. Bu durumda ıslak ortamda çalışan ev aletlerinde kaçak akım olması halinde elektrik çarpmaları olabilir. Bu ev aletleri (**Görse 13 f**) görülen kaçak akım röleli priz ile beslenmeli ya da kullanılan priz devresi önüne kaçak akım rölesi monte edilmeli.



Görsel 13 g

Kaçak Akım rölesi seçilirken çalışma akımı koruyacağı hattın ana sigorta değerinde veya üstünde bir değerde seçilmeli. Devreyi kesme değeri ise insan korumada 35 mA. Değerinde daire giriş panosuna, yangın korumada ise kesme akımı 300 mA. Değerinde olan kaçak akım rölesi bina giriş panosunda kullanılır. (**Görsel 13 g**) görüldüğü

gibi tablodaki bütün sigortaları koruyacak şekilde bağlanır.

- **Ana Girişte Kaçak Akım Rölesi:** Tesis ve İnşaatlarda elektrik kaynaklı yangını önlemek için kullanılan (AC 300 mA) açma değeri olan Kaçak Akım rölesi kullanılır. Ana devreden geçen akımı ölçmek için ayrı akım trafosu (**Görsel 13 e**) ile kullanılır.
- **İzolasyon Sağlanmalı:** Elektrik kablolarında yalıtkan malzemelerinin sağlam olması, açık uçların temastan korunacak şekilde muhafazaya alınması gerekir. Elektrik bulunan ortamlarda gerekli izolasyon maddeler konulmalı, Islak eller vücut direncini azalttığı bilinmelidir.

İnsanların Korunmasına yönelik önlemler

Elektrik kazalarının büyük çoğunluğu insanların bilgi eksikliği ve deneyimsizliği ile dikkatsiz ve umursamazlıklarının sonucu meydana gelmektedir. Bunun için,

- **Eğitim Verilmeli:** Elektrikle çalışan personel düzenli ve programlı olarak eğitilmeli, bilinçlendirilmeli. Eğitimler kaydedilmeli ve takip edilmeli.
- **Çalışanlar bilinçlendirilmeli,** Sorumlular periyodik olarak tehlikeleri araştırmalı ve kontroller yapmalı, tehlikelerin kök nedenleri araştırılarak önlemler alınmalı yapılanlar kayda almalı
- **Acil durumlar için sistem kurma,** Çalışma ortamında acil durumla tespit edilmeli, acil durumda neler yapılacağı belirlenmeli prosedür ve talimatlar hazırlanmalı belirli tarihlerde acil durum tatbikatları yapıp aksaklıklar kayda alınıp eksiklikler için yeni düzenlemeler yazılıp talimatlar yazılmalı.
- **Yetkisiz Müdahale,** Elektrik tesisatında meydana gelen arızalara yalnız uzman kişiler müdahale etmeli ve kaza nedenini ve alınan önlemleri kaydetmelidir. Tehlikeli ortamlarda çalışma talimatları hazırlanmalı ve uygulanmalıdır.

Doğru akım

İşletmelerde, Sanayide ve çevremizde kullanılan kuvvetli akım elektrik enerjisi büyük çoğunlukla (AC) Alternatif akımdır. (DC) Doğru Akımda elektriği depolama imkânı vardır. Zayıf akım kumanda devreleri ve çok küçük cihazlarda çoğunlukla doğru (DC) Akım kullanılır.

Standartlara göre insan için kişiden kişiye ve ortam rutubet durumuna göre değişen değerlere göre güvenli gerilim değerleri AC için 50 Volt, DC için 120 Volttur. Bu değerler ortalama insan vücut direncine (1.000 Ohm) göre hesaplanmıştır. Bu durum kişiden kişiye değişkenlik gösterebilir.

Kullandığımız şebeke gerilim tek fazda 220-230 Volt, üç faz devrede 380- 440 Volttur. Doğru akım daha ziyade kumanda devrelerinde, el aletleri ve el fenerlerinde kullanılmaktadır. Pillerde 1.2- 1.5 volt, akülerde ise (hücre 2 volt) 6- 12- 24 volt olarak kullanılmaktadır. Doğru akım, uzak mesafe enerji naklinde gerilim yükseltilemediği için yüksek akımda büyük ısı ve enerji kaybı olduğu için kullanılmamaktadır.

DC ve AC de ölçülen gerilim neden farklıdır

DC de ölçülen değer doğrudan efektif olan gerilim değeridir. AC de gerilim sinüzoidal olarak değiştiği için burada ölçülen efektif gerilim, tepe geriliminin (karekök) değeri olan 0,707 ile çarpılmış halidir. RMS (Root mean square) dir. Ölçülen 220 Volt tepe değeri 311,17 Volt olarak, trifaze devrede 380 Volt tepe değeri 537,48 Volt pik değerinde etki eder. Hassas izolasyon değerlerinde bu tepe değerleri dikkate alınarak izolasyon delinme tehlikesi düşünülmelidir.

Statik Elektrik

Statik elektrik, (durağan elektrik) maddenin başka bir madde ile sürtünmesi ve temas sonucu elektronların maddeler arası geçişi ve nesnelerin atomlarında proton ve elektron sayı eşitsizliği sonucu maddenin yüzeyinde (+ veya -) elektrik yüklü atomlardan oluşan bir durumdur.

Yalıtkan maddelerde daha ziyade kalıcı statik elektrik olabilir. İletken maddelerde serbest elektronlar rahat hareket ettiği için statik elektrik pek oluşmaz.

Bu durum GÜDEK kitabı (3H Elektromanyetik Alan etkileşimi) dosyasında geniş bir şekilde anlatılmıştır.

Statik elektrik oluşumunda,

- 1) Statik elektrik yüklenmiş (+ veya -) yalıtkan madde başka bir yalıtkan maddeye **temas** ettirildiğinde elektron alır veya vererek eşdeğerde statik elektrik yüklenir ama diğer maddelere göre statik elektrik yükü olarak farkı olur.
- 2) Statik elektrik yüklü bir madde başka bir maddeye yaklaştırıldığında o maddenin yüzeyinde statik elektrik oluşur, ayrıldığında madde eski haline döner,
- 3) Bazı cam ve ebonit çubukları gibi maddeler bir çuhaya sürtüldüğünde.
 - a) Cam yüzeyindeki elektronları kaybederek (+) yüklü duruma,
 - b) Ebonit çubuk ise sürtünme sonucu elektron kazanarak (-) yüklü duruma gelir.

Bu durum atom dış yörüngedeki elektron sayı ve çekirdeğe bağlı olduğu kuvvete bağlıdır.

Yüklenen bu statik elektrik sivri uçlarda daha çok birikir.



- Sivri uç,
- Keskin kenar,
- Köşe gibi noktalarda

Statik elektrik tehlikeleri.

1) Vücutta fazla statik elektrik yüklü olduğunda kişinin yaşamını olumsuz etkiler bunlar,

- I. Akson içindeki iyon geçişini etkilediği için kas yorgunluğu oluşur,
- II. Kaslarda krampa olmasına sebep olabilir,
- III. Zihinsel yorgunluğa neden olur.
- IV. Cilt sağlığının bozulmasına ve zamanla ciltte sarkmalara neden olabilir.

2) Yüklenen bu statik elektriğin diğer oluşturduğu tehlikeler,

- a. Boru bağlantı flanşları keskin kenarlarında (falanjlar arası klingrit gibi izole maddelerle sızdırmazlık sağlanır ancak elektrik geçişi olmadığı için flanş kenarlarında güçlü statik elektrik birikebilir, ark yapması durumunda tehlike oluşur.
- b. Tank içi tamiri yapıldıktan sonra tank içinde iskele kurmak için kaynak edilen köşebent tutma parçalarının keskin kenar ve sivri köşe noktaları yanıcı sıvı ile elektrik arkı oluşma riski taşımaktadır.
- c. Elektriksel Potansiyeli yüksek olan bu noktalarda ark olabilir. Meydana gelen bu ark potansiyeli (Joul değeri) yeterli derece yüksek ise malzemeyi tutuşturur; eğer bu olay kapalı bir hacimde olduğunda malzeme miktarına göre büyük patlamalar meydana gelebilir.

Yanma veya patlamanın meydana gelme durumları.

- 1) Yanıcı toz, çok küçük boyutta olan parçacıklar, parçacık yüzey alanı/hacim değer oranı büyük ise yanma veya patlama riski büyük olur,
- 2) Sıvılarda buharlaşma olduğunda parlama riski olur,
- 3) Tozun havadaki konsantrasyonu ve patlama limitleri içinde oluşması,
- 4) Oksijen- hava (Yanıcı madde oksijen karışım oran limiti)
- 5) Tutuşturucu kaynak kıvılcım (gerilim ve joul değeri),

6) Sıcak yüzey aşırı sıcak havalarda yanıcı gazlar kapalı alan patlaması olabilir.

Halıyla kaplı bir zeminde yürürken statik elektrik yüklenen bir insan metal bir kapının tokmağına dokunduğunda statik elektrik çarpası hisseder. Burada duyulan rahatsızlık geçen elektrik akımının etkisi değil, meydana gelen çok küçük elektrik arklarının yakma etkisinden kaynaklanmaktadır.

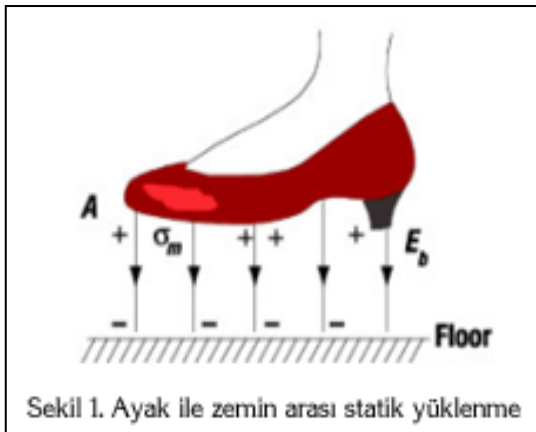
Eğer arabanızı açmak için kapı koluna dokunduğunuzda aynı rahatsızlığı hissetmek istemiyorsanız, öncelikle anahtarınızın metal kısmından tutup anahtarı değiştirerek anahtar üzerinden statik elektrik arkının oluşmasını sağlayarak rahatsızlık edici etkiden kurtulursunuz.

İnsan üzerinde Statik Elektrik oluşumu

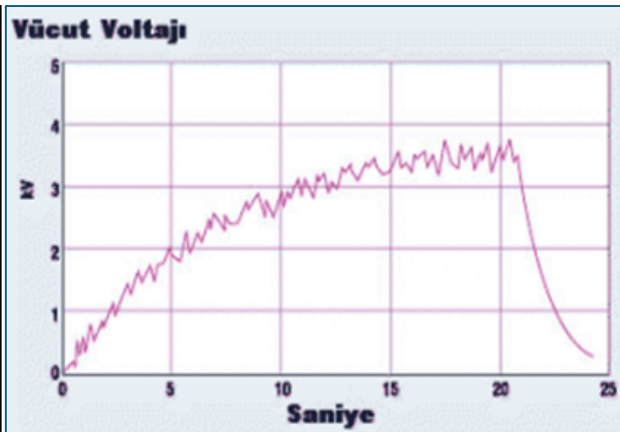
İnsanların halı üzerinde yürümesiyle veya izole ayakkabı ile kuru havalarda dışarıda yürümek, polar gibi giysilerin arabada deri koltuğa sürtünmesi gibi durumlarda vücut üzerinde Statik Elektrik birikmesine neden olur. Bu durumda meydana gelen elektrik yükü birkaç bin volta kadar yükselir, eğer enerji birikimi fazla olursa ark meydana gelme olasılığı da yükselir. (Görsel 15) ve (Görsel 16)

Örnek videolarda (gudek.net kitabında 11 Örnek videolar) da bulabilirsiniz.

Vücudumuzda en yüksek oranda statik yük oluşturan olaylardan biri, yukarıda bahsedildiği gibi halı üzerinde yürümektir. Bu yürüyüşte insan üzerinde biriken statik elektrik gerilimi 4.000 Volt'a kadar yükselir. Ancak biriken elektron miktarı çok az olduğu için sadece başka bir yere dokunulduğunda meydana gelecek çok küçük elektrik arkının verdiği rahatsızlık nedeni ile meydana gelen istenmeyen refleks hareketlerdir.



Görsel 15



Görsel 16

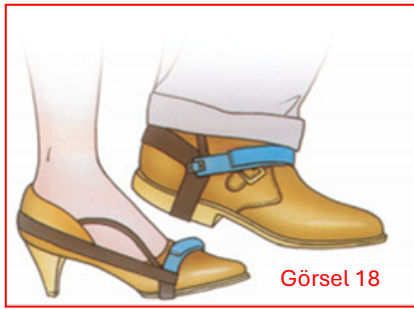
İnsanların yürüdükleri zemin ve ortamın nem durumuna göre yüklendikleri elektrostatik gerilim değerleri ise (**Görsel 17**) da görülmekte,

HAREKET	BAĞIL NEMLİLİK		
	10%	40%	55%
Halıda yürümek	35.000V	15.000V	7.500V
Vinil Zeminde Yürümek	12.000V	5.000V	3.000V
İş Masasındaki hareketler	6.000V	8.000V	400V
Entegre devreyi çıkarmak	2.000V	700V	400V

Görsel 17

Bunun için İnsan vücudunda biriken statik elektriği toprağa vererek vücuttaki sinir sistemini rahatlatmak için eskiden (**Görsel 18**) de görülen yüksek dirençli iletken bantlarla vücuttaki statik elektriği toprağa veren sistemler kullanılırdı.

Bu bantların ortalama dirençleri İnsan üzerinde biriken statik yüklerin boşaltma işlemi görevi görüyordu.

**Görsel 18****Görsel 19****ML-301C1 Görsel 20**

Antistatik ayakkabı elektrikçilerin ayakkabıları TSE' nin Antistatik ürünler hakkında belirlediği geçiş dirençleri, en az 100 kΩ dur. Bu değer kazaen 220 Voltlu bir gerilime temas eden insan vücudundan geçen akım 0,2 mA. bu değer insanın hissetmeyeceği bir değerde akımdır. 100 kΩ anti statik ayakkabı üzerinden Statik elektrik gerilimi yüksek akımı ise çok küçük olduğu için statik elektrik hemen boşalır.

Daha sonraları ise (**Görsel 19**) de görülen sabo terlikler içindeki antistatik tabanlıklar ile statik elektrik dengelemesini yapar, elektronik devre çalışmalarında ise (**Görsel 20**) da görülen benzer statik elektrik boşaltan sistemleri kullanılır.

Elektronik malzemelerle çalışırken elektronik devrelerinin statik elektrik ile programların bozulmaması için çalışan teknisyenlerin üzerinde biriken statik elektrik yükünü üzerine toplayan üzerinde bulunan sarı düğmeyi toprakla irtibatı olan yere

dokundurarak boşaltılan bileklere takılan antistatik bilezikleri kullanılmaktadır. Bunların birçok çeşitleri de kullanılmaktadır. Bunların dışında masa ile iletken irtibatlı sistemler ile hassas elektronik sistemler böylece korunabilmektedir.

Kuru havalarda izole ayakkabılar ve sentetik kumaşlar insan üzerinde statik elektrik birikmesine neden olur. Bunları önlemenin yolları araştırılmalı,

- Antistatik ayakkabı kullanılmalı,
- Sık sık toprak veya toprakla irtibatlı yüzeylerle el ve çıplak ayakla temas edilmeli,
- Ortam rutubetlendirilmeli, el yüz su ile sık sık ıslatılmalı,
- İç zeminlerde Antistatik halılar kullanılmalı
- Statik elektrik oluşabilecek nesneler toprak ile teması sağlanmalı.

Korona Olayı

Korona deşarjı, küçük yarıçaplı elektrotlarda görülen, kendi kendini besleyen boşalmalara “korona deşarjı” denir. Korona yüksek gerilim elektrik nakil hatlarında sisli ve rutubetli havalarda yüzeyinde elektron iyonize eder (iyonlarına ayırır) ve deşarja neden olur. Bu işlem, Nitrojen (N₂) moleküllerinin harekete geçerek UV (ultraviyole) ışınlarının emisyonuna yol açması sonucu iletken etrafında parlak mavi ışıklı silindir halkalar görülür. Gökyüzünde oluşan Yıldırım ve şimşekler OZON tabakasını oluşturur.

Elektrik Akımında Deri Etkisi (skin effect)

Elektrik akımı iletken malzemeler üzerinden gerçekleşirken akımın şiddet ve frekansına göre deri olayı olur. Deri olayı etkisi elektrik akımının iletkende homojen olarak dağılmaması iletkenin dış yüzeyine doğru yoğunlaşmasını oluşturur.

DC gerilimde iletkenin akan akım iletken kesitinde homojen olarak ilerler. Yani deri etkisi DC sistemlerde görülmez. Sadece AC sistemlerde görülen deri etkisi frekans arttıkça artar. Bir başka deyişle frekans arttıkça akım iletkenin merkezinden uzaklaşarak dış yüzeyine daha fazla yaklaşır. Bunun için zayıf akım ve çok yüksek frekans ileten iletkenlerin yüzeyleri gümüş kaplı olarak yapıldığı görülmektedir.

Aşağıdaki (**Görsel 21**) de görselden deri etkisi daha iyi anlaşılabilir.

**Görsel 21**

Yukarıdaki resimde görülebileceği gibi iletken kesitleri üzerinden incelendiğinde DC sistemlerde iletkenin tümünden akım geçer. Düşük frekanslı AC sistemlerde iletkenin merkezinden ziyade akım frekans büyüklüğüne göre akım yoğunluğu iletken yüzeyine doğru artıyor ve iletkenin iç tarafından hiç akım akıyor. İletken kesit hesaplarında bu durum dikkatten kaçmamalıdır. Hesaplamalar hat frekansı dikkate alınarak hesaplama yapılmalıdır.

Deri Etkisine Etki Eden Faktörler

Bir iletkende oluşan deri etkisine aşağıdaki faktörlerin etkisi bulunmaktadır.

İletkenin Şekli

İletken malzemenin cinsi

İletkenin çapı

Sistemin frekansı

Deri Etkisinin Sonuçları

Alternatif akım (AC) sistemlerinde meydana gelen deri etkisi iletim ve dağıtım hatları başta olmak üzere elektrik sistemlerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Deri etkisinde akım iletkenin dış yüzeyine doğru yoğunlaştığı için iletkenin tüm kesiti kullanılamamaktadır. Deri etkisinin bir sonucu olarak iletkenin akım taşıyan kesiti küçüldüğü için empedans artar ve sonuçta kayıpların artmasına neden olur.

Sonuç

Elektrik, hayatımızı kolaylaştıran ve birçok alanda işlerimizi hızlandıran vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır. Ancak bu güçlü enerji, dikkatsizlik ve bilgisizlik sonucunda büyük tehlikelere dönüşebilir. Elektrik etkileri ve riskleri hakkında bilgi sahibi olmak,

güvenlik önlemlerini uygulamak ve bilinçli hareket etmek hem can hem de mal güvenliğini sağlamak açısından son derece önemlidir.

Bunun için bu yazımda öncelikle elektriği atom teorisine göre anlatıp, elektriğin insana etkisini de çok kısa insan anatomisi anlatılarak açıklamaya çalışılmıştır.

Ayrıca, merak edilen konulara da cevap aranmış ve izah edilmeye çalışılmıştır.

- Doğanın dört temel kuvveti ve aynı yüklü protonları çekirdekte dağılmaması,
- Eskiden neden, elektrik (+) kutupta (-) ye aktığı söyleniyordu,
- Elektrik tehlikesinden korunmanın ana prensibi,
- Elektrik ve elektron hızlarının farklı olma nedenleri,
- DC ve AC ölçüm değerlerinde neden fark vardır?
- Statik elektriğin bilinmeyen tehlikeleri,
- Korona olayı nedir?
- Skin efekt olayı nedir?

Kaynak:

www.Gudek.net daha önce yazdığım kitap dosyalarından

http://konez.com/atomic_

<https://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik/atom-ve-atomun-yapisi-1658/>

http://konez.com/atomic_particles.htm