

“Elektrik Tesislerinde Güvenlik ve Topraklama” , TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası; Prof. Dr.Mustafa Bayram, Y. Müh. İsa İLİSU; 2004.

[http://www.emo.org.tr/ekler/aaa76178f8567e0\\_ek.pdf?tipi=35&turu=X&sube](http://www.emo.org.tr/ekler/aaa76178f8567e0_ek.pdf?tipi=35&turu=X&sube)

<http://web.itu.edu.tr/ozverenf/documents/topraklama.pdf>

## **Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerindeki Etkileri**

### **1. Elektrik akımının doğrudan doğruya sinirler, adaleler ve kalbin çalışması üzerine etkileri :**

- 1.1. Kalbin ritim bozukluğu (Ventrikülerfibrilasyonu) (çoğunlukla alçak gerilimde)
- 1.2. Göğüs kaslarının kasılması, nefes alma zorluğu ve bilinç kaybı
- 1.3. Solunum organlarındaki geçici felçten dolayı nefes almasındaki güçlük

### **2. Elektrik akımının ısı etkisi**

- 2.1. Akımın (çoğunlukla yüksek gerilimde) vücuttaki giriş ve çıkıştaki doku yanmaları
- 2.2 Arkin sebep olduğu yanmalar.

### **3. Dolaylı Etkiler**

Kas spazmı nedeniyle oluşan kırıklar (İnsan için tehlikeli olmayan çok küçük akımlarda bile, korku sebebi ile yüksekte düşme, mekanik çarpma vb. gibi dolaylı etkilerle)

[http://www.teias.gov.tr/eBulten/makaleler/2009/okulyeni2/elektrik/elektrik\\_akimi.pdf](http://www.teias.gov.tr/eBulten/makaleler/2009/okulyeni2/elektrik/elektrik_akimi.pdf)  
<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/elektrik-carpmasininsan-uzerindeki-etkileri/14584#ad-image-0>

### **1. Elektrik akımının doğrudan doğruya sinirler, adaleler ve kalbin çalışması üzerine etkileri :**

- 1- Devreye Uygulanan Gerilim
- 2- Akım Şiddeti
- 3- İnsan Vücudunun direnci ve akımın izlediği yol
- 4- Etki Süresi
- 5- Etki Anı
- 6- Akım şeklinin ve frekansının etkisi
- 7- Akımın vücuttaki artış hızının etkisi
- 8- Dokunma Gerilimi

#### **1- Devreye Uygulanan Gerilim**

Hata akımı dolayısı ile Hata ve Dokunma gerilimleri öncelikle devreye uygulanan gerilim değerine bağlıdır. Ülkemizde de alçak gerilimde (AG) 380 V faz arası ve 220 V faz-nötr gerilimli kullanılmaktadır.

#### **2- Akım Şiddeti**

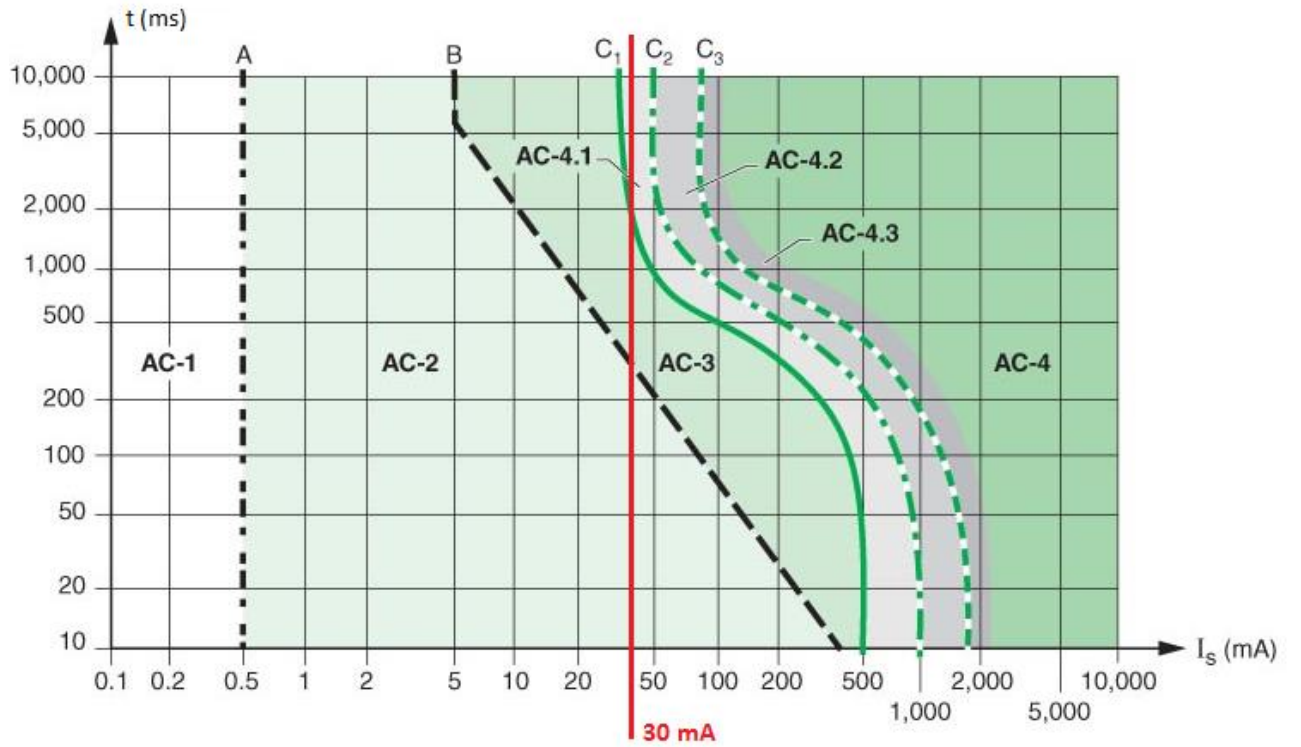
Canlılar üzerinden elektrik akımı geçmesi sonucu meydana gelecek etkiler akım büyüklüğüne ve etki süresine göre aşağıdaki tablo ve şekilde gösterilmiştir.

İnsan bedeninden geçecek akımın büyüklüğü, kişinin vücut direncine, temas noktalarının özelliklerine, akım geçiş süresine ve alternatif akımda frekansa bağlıdır.

İnsan vücut direnci, vücut iç direnci, temas noktalarındaki geçiş dirençleri ve genel olarak akım yolu üzerindeki diğer dirençlerden oluşur. Bu değerler kişilere göre çok farklı değerler alabilirler.

İnsan vücudu toplam direnci 2500 ohm alınıp, insan için tehlikesiz akım 20 mA alınırsa 50 volt'luk bir temas gerilimi sınır değeri olarak kabul edilebilir.

Yüksek frekanslı akımlarda vücut direncinin artması sebebi ile tehlikenin azaldığı söylenebilir.



<http://www.electrical-installation.org/enwiki/File:FigF01.jpg>

Akım Bölgesi	Akım Şiddeti	Fizyoloji Tepki
AC-1	0,01 mA	Hissedilme sınırı, gıdıklanma hissi
AC-2	1-5 mA	Elde uyuşma hissi, el-kol hareketleri zorlaşır
	5-15 mA	Tutulan cisim henüz bırakılabilir, elde-kolda kramp başlar, tansiyon yükselir

	15-25 mA	Tutulan cismin kendiliğinden bırakılabilmesi mümkün değildir. Kalb etkilenmez
AC-3	25-80 mA	Dayanılabilen akım sınırı, tansiyon yükselir, kalp düzensiz çalışır, teneffüs zorlaşır, çevrilebilir kalp durması baş gösterir, şuur genelde yerinde olur, bazen bayılma olabilir.
	80-100 mA	Akımın etki süresine bağlı olarak kalpte fibrilasyon, şuur kaybı,
AC-4	3 A den büyük	Tansiyon yükselir, kalp durur, akciğerler şişer, şuur kaybı olur

Akım Bölgesi	Fizyolojik Tepki
AC-4-1	Kalp fibrilasyon olasılığı % 5 den az
AC-4-2	Kalp fibrilasyon olasılığı % 50 den az
AC-4-3	Kalp fibrilasyon olasılığı % 50 den fazla

Eğriler	Fizyolojik Tepki
A	Hissedilme sınırı eşiği
B	Kas reaksiyonları eşiği
C1	% 0 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği
C2	% 5 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği
C3	% 50 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği

### 3- İnsan Vücudunun direnci ve akımın izlediği yol

Tehlike sıralaması yapılırsa; Sol el-gövde-sağ el; sol el-gövde-ayaklar; sağ el-gövde-ayaklar pozisyonları bir birinden farklı etkiler gösterir. Elektrik akımını taşıyan iletkenle temas eden insanın, temas halinde olduğu elinin veya herhangi bir yerinin

- Nemli veya kuru oluşuna
- Nasırlaşmış veya nasırlaşmamış oluşuna
- Yaralı veya yaralanmamış olmasına
- Giydiği ayakkabının tabanının lastik veya kauçuk gibi izoleli maddeden yapılışına

- e) Bulunduğu ortamın kuru veya nemli oluşuna
- f) Üzerinde bulunduğu toprak yapısına
- g) Evde ise evin tabanının beton, mermer karo, parke, halı gibi basılan yerin döşemesine.
- h) Duvarların beton, metal kaplama, alçıpan vb oluşuna bağlı olarak etkilenme durumu farklıdır. Bu nedenle belirlenen gerilim altında da insan tehlikeye maruz kalabilir.
- i) Temasın cinsi ve şekli elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkisi farklıdır.
- j) Büyük bir yüzeye sıkıca meydana gelen temasta iletişim çok olur. Küçük yüzeyli temaslarda etki daha az olur. Hafif değmeyle meydana gelen temasta iletim daha hafif olur.

#### 4- Etki Süresi

Kalbin normal çalışma periyodu 750 ms'dir. Eğer akımın kalp üzerinde etki süresi 200 ms mertebesinde ise, zararı en az olur. 750 ms'den daha uzun süre etki eden akımlar özellikle tehlikelidir. Etki süresine bağlı olarak tehlikeli akım sınırı değişmektedir. Etki süresi ile vücuttan geçen akım şiddetini birlikte değerlendirmek gerekir. Süre uzadıkça tehlike büyür

#### 5- Etki Anı

#### 6- Frekans

Doğru akım ve yüksek frekanslı alternatif akımın etkileri, 50 Hz'lik alternatif akımın etkilerinden daha az olmaktadır. Çizelgede belirtilen 50 Hz AA etkileri 2-4 katı DA ile gerçekleşmektedir. 10 kHz AA etkileri yaklaşık DA gibidir. 10 kHz'de 50 mA 50 Hz de 10 mA etkisine benzer etki yapar.

#### 7- Akım şekli, artış hızı

Akımın vücuttaki di/dt artış hızının fazlalığı şok etkisini artırır. Vücuttan geçen akım yavaş artarsa kasların kasılması uyumlu olarak gecikmektedir.

#### 8- Temas gerilimi

Bir gövde kaçağı (yalıtım hatası) olması durumunda, gövde ile referans toprağı arasında oluşan gerilime hata gerilimi denmektedir, eğer kaçak anında gövdeye bir insan temas ediyor ise, hata geriliminin insan vücudu tarafından köprülenen kısmına “V<sub>T</sub>, Temas Gerilimi” denir.

$$I_B = \frac{V_T}{Z_B} \quad I_B: \text{Vücuttan geçen akım (A)}, Z_B : \text{Vücut direnci (Ohm)}$$

İnsan vücudu için toplam direnç yaklaşık 2500 ohm ve insan için tehlikeli akım sınırı 20 mA alınırsa 50 volt'luk bir temas gerilimi sınır değeri olarak kabul edilebilir