



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ**



# Biyomedikal Mühendislik Yaklaşımıyla Tıp Alanında Elektriksel Güvenlik

Arş. Gör. Onur KOÇAK  
Biyomedikal Yüksek Mühendisi

Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Biyomedikal Mühendisliği Bölümü Bağlıca Kampüsü  
06530 Etimesgut-ANKARA  
TEL 0312 2341010 /1440

# SUNUM İÇERİĞİ

- Biyomedikal Mühendisliği Nedir? Kimdir?
- Klinik Mühendisliği Kavramı – Görev ve Sorumlulukları
- Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik
- Tıbbi Cihazlarda Elektriksel Güvenlik
- Alt yapı Çözümlerinde Biyomedikal Mühendisleri
- Soru, Cevap, Tartışma

# Biyomedikal Mühendisliği

- **Biyomedikal Mühendisliği**, geleneksel mühendisliğin analitik deneyimlerinden yararlanarak, [biyoloji](#) ve [tıpta](#) karşılaşılan problemlerin çözümü için çalışan ve sağlık bakımı konusunda genel anlamda ilerlemeler sağlamayı hedefleyen bir mühendislik dalıdır.

Wikipedia tanımı

# Biyomedikal Mühendisliği

- Biyomedikal Mühendisliği, sağlık alanında teşhis ve tedavi amacıyla kullanılan mekanik ve elektronik cihaz ve sistemlerin tasarım, üretim, geliştirme, teknik işletme ve bakım-onarım faaliyetlerini kapsamaktadır.

Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü Tanımı

# Biyomedikal Mühendisliği

- Bio-medikal mühendisliği mühendislik ve fen bilimleri ile tıp ve biyoloji birimlerinden oluşmuş yeni gelişmekte olan disiplinler arası bir meslektir.

Ege Üniversitesi, Biyomedikal Topluluğu Tanımı

# Biyomedikal Mühendisliği

- Günümüzde, hastanelerde yaklaşık **yirmi bin farklı tür** tıbbi cihaz ve sistem kullanılmakta olup ülkemizdeki kullanılan biyomedikal cihaz ve sistem **sayısı son yirmi yılda yediye** katlanmıştır.
- Biyomedikal sistemlerin tasarım ve geliştirme uğraşlarını yürütecek, sistemlerin verimli kullanılmasında görev alacak teknik ve bilimsel bilgi birikimine sahip elemanlara duyulan gereksinim her geçen gün artmaktadır.

# Biyomedikal Mühendisliği

- **Biyomedikal mühendislerinin çalışma konuları 7 ana bölüme ayrılabilir:**
- 1. Mühendislik sistem analiz ve modelleme tekniklerini (bilgisayar simülasyonu) biyoloji ve tıp problemlere uygulamak,
- 2. Fizyolojik sinyallerin ölçülmesi ve gözlemlenmesi,
- 3. Biyoelektrik verilerin sinyal işleme teknikleri kullanılarak tanı amacıyla yorumlanması,
- 4. Tedavi ve rehabilitasyon işlemleri ve cihazları geliştirmek,
- 5. Vücut fonksiyonlarını yerine getirmede yardımcı olacak protez vb. ilave parçalar tasarlamak,
- 6. Hastayla ilgili bilgilerin bilgisayarla analizi,
- 7. Tıbbi görüntüleme- anatomik detayların ve fizyolojik fonksiyonların görüntülenmesi

# Biyomedikal Mühendisliği

- Ar – Ge Mühendisliği
- Klinik Mühendisliği
- Ürün Odaklı İşletme Mühendisliği
- Akademik Faaliyetler - Araştırmalar



# Ülkemizde Biyomedikal Mühendisliği

- “...İnterdisiplin bir dal olan biyomedikal mühendisliği lisans eğitimi yalnızca **2** üniversite ile sınırlıdır. Bunun yanında Biyomedikal Teknikeri yetiştiren ön lisans programlarının sayısı **16'dır**. Yüksek lisans ve doktora eğitimi veren biyomedikal mühendisliği, biyomühendislik , biyoteknoloji gibi enstitü ve bunlara bağlı anabilim dalı sayısı ise **11'dir**.

O.KOÇAK ve O.EROĞUL, Türkiye'de Biyomedikal Eğitimi Araştırma Raporu, EMO Biyomedikal Çalıştayı, Başkent Üniversitesi, 2007, Ankara

# Biyomedikal Mühendisliği

- İlk Biyomedikal mühendislik eğitimi, ABD'de 1960'lı yıllarda başlamıştır.
- Bugün ABD'de **121** üniversite Biyomedikal Müh. Eğitimi vermekte,
- Yaklaşık **90** üniversite yüksek lisans ve doktora eğitimi vermektedir.
- Avrupa ve Türkiye???

Yrd.Doç Dr. Mehmet Engin, Ege Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği Böl.

# Biyomedikal Mühendisliği

- Kamu ve Özel Hastanelerin Sayısı 2005 yılı;

İller - Provinces	Kamu <sup>(1)</sup> - Public		Özel <sup>(2)</sup> - Private		Toplam yatak sayısı Total number of bed
	Hastane sayısı Number of hospital	Yatak sayısı Number of bed	Hastane sayısı Number of hospital	Yatak sayısı Number of bed	
<b>Toplam - Total</b>	<b>888</b>	<b>164446</b>	<b>268</b>	<b>12339</b>	<b>176785</b>

- Ankara 51 15394 15 934  
**16328**

# Biyomedikal Mühendisliği

- Kamu ve Özel Hastanelerin Sayısı 2006 yılı;

İller - Provinces	Kamu <sup>(1)</sup> - Public		Özel <sup>(2)</sup> - Private		Toplam yatak sayısı Total number of bed
	Hastane sayısı Number of hospital	Yatak sayısı Number of bed	Hastane sayısı Number of hospital	Yatak sayısı Number of bed	
<b>Toplam - Total</b>	<b>858</b>	<b>167060</b>	<b>305</b>	<b>13707</b>	<b>180767</b>

**İstanbul**      **74**      **25464**      **124**      **6217**  
**31681**

# Biyomedikal Mühendisliği

- Kamu ve Özel Hastanelerin Sayısı 2007 yılı;

İller - Provinces	Kamu <sup>(1)</sup> - Public		Özel <sup>(2)</sup> - Private		2007
	Hastane sayısı Number of hospital	Yatak sayısı Number of bed	Hastane sayısı Number of hospital	Yatak sayısı Number of bed	Toplam yatak sayısı Total number of bed
<b>Toplam - Total</b>	911	166,988	365	17,995	<b>184983</b>

- İzmir 30 10,350 17 961  
**11311**

# Biyomedikal Mühendisliği

- **EK-3**  
**ÖZEL HASTANELERDE BULUNDURULACAK ASGARİ SAĞLIK PERSONELİ**
- XVI. DİĞER PERSONEL
  - a) Bilgisayar işletmeni 30 ila 100 yatak arası: 1
    - 100 yatak üzeri için ayrıca: 1
  - b) Aşçı 50 yatağa kadar: 1
    - 100 yatak üzeri için ayrıca: 1
  - c) Aşçı 50 yatağa kadar: 1
    - 50 yatak üzeri ayrıca: 1
  - d) Biyomedikal mühendisi veya elektrik mühendisi veya elektronik mühendisi**
    - 100 yatak ve üzeri: 1**
  - e) Teknisyen (elektrik/elektronik ve ayrıca sıhhi tesisatçı)
    - 100 yatağa kadar: 1
    - 100 yatak üzeri için ayrıca: 1

# Biyomedikal Mühendisliği

- 2008 yılında Hastanelerde istihdam edilmesi gereken (Devlet ve Özel) Biyomedikal Mühendisi Toplam **1850**;
- İstanbul 325
- Ankara 160
- İzmir 113
- Konya 52
- Bursa 50

# Biyomedikal Mühendisliği

- 2008 yılında Özel Hastanelerde istihdam edilmesi gereken Biyomedikal Mühendisi Toplam **180**;
- İstanbul 79
- Ankara 14
- İzmir 10
- Bursa 7
- Konya 4



# Biyomedikal Mühendisliği

- **134** Biyomedikal Mühendisi (2007 mezun sayısı)
- ~ 250 Biyomedikal Yüksek Lisans Eğitimi (tahmini)
- Her yıl Türkiye genelinde yaklaşık 300 Biyomedikal Teknikeri Mezunu
- ?????

# Klinik Mühendisliği

- Biyomedikal Mühendisliđinin alt dallarından biri olan Klinik Mühendisliđinin işlevi ise kısaca mühendislik ve işletmecilik becerilerini kullanarak sağlık bakım teknolojisinin verimli olarak kullanılmasını sağlamaktır.

# Klinik Mühendisliđinin Hedefleri

- 1.Hastanelerde **doktorlarla beraber çalışarak** hastalıkların tanı ve tedavisinde kullanılan cihaz ve metotların en etkin olarak kullanılmasını sağlamak,
- 2. Hastanelerde **tıbbi cihazların normal ölçüde** ve sürede kullanılmasını temin etmek,
- 3. Sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılmasına ve hasta başına düşen **maliyetin düşürülmesine** katkıda bulunmak,
- 4. Yüksek teknolojinin sağladığı imkanları kullanarak, yeni cihaz ve tıbbi uygulamalara ait **araştırmalarda doktorlara ve tıbbi cihaz endüstrisine** katkıda bulunmak.

# Klinik Mühendisliği Görev ve Sorumlulukları

- Klinik mühendisleri ve biyomedikal teknikerlerinden oluşan hastane **klirik mühendisliği bölümünü yönetmek**,
- Tıbbi teknolojilerdeki yenilikleri takip ederek **cihaz alımlarının** planlanması ve cihaz seçimine katkıda bulunmak,
- Tıbbi cihaz ve sistemlerin **tasarım ve onarımı** ile **cihaz ve sistemlerde değişikliklerinin** yapılması,
- Tıbbi cihazların **kalibrasyon ve onarım** hizmetlerinin makul maliyetle yapılmasını sağlamak,

# Klinik Mühendisliği Görevleri

- Tıbbi cihazların **emniyet ve performans testlerinin** biyomedikal teknikerleri tarafından yapılmasını organize ve kontrol etmek,
- Tıbbi cihazların **envanterini** oluşturmak,
- Tıbbi cihaz ve sistemlerin **verimli** kullanılması konusunda **tıp personelinin eğitme**,
- Tıbbi teknolojinin kullanıldığı ameliyat, yoğun bakım gibi ortamların **elektriksel planlanmasına destek vermek**,
- **Tıbbi Cihazların** hasta ve personel sağlığına zarar vermeyecek, **güvenli** bir biçimde kullanılması **prosedürünü gerçekleştirmek**

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

1. TIBBİ PERSONEL GÜVENLİĞİ

2. HASTALARIN GÜVENLİĞİ

İçin TIBBİ ALANLARDAKİ ELEKTRİK TESİSATLARINA UYGULANAN GÜVENLİK TEDBİRLERİ

- **IEC 60364-7-710:2004 Binalarda Elektrik Tesisatı; Tıbbi Mahaller**

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

## TANIMLAR

- TIBBİ ALAN
- HASTA
- ELEKTRİKLİ TIBBİ CİHAZ
- TIBBİ IT SİSTEM
- GRUP 0 ALANLAR
- GRUP 1 ALANLAR
- GRUP 2 ALANLAR

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- Tıbbi Alanların Gruplandırılması ve Elektriksel Uygulamalar
- Genel Topraklama Kuralları
- Temasa Karşı Koruma
- Fonksiyon Topraklaması
- Eşpotansiyel Oluşumu
- Tıbbi Alanlarda Kullanılması Gereken Temel Altyapı Elemanları



# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- **Genel Topraklama** tıbbi uygulamaların gerçekleştirileceği binaların temel topraklaması yapılırken yönetmeliklere uygunluğunun yanı sıra özellikle bağlantı yerlerinde kontak direnci oluşmaması için gerekli özen gösterilmelidir.
- Topraklama elemanlarının oksitlenmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- Tıbbi cihazlar doğrudan insana bağlandığı için **temasa karşı koruma topraklamasında** kesinlikle hata olmamalıdır. Cihazın bağlı olduğu prizden koruma topraklaması barasına kadar olan yerden topraklama iletkenine ek yapılmamalıdır.
- Topraklama barasının ve bağlantı vidalarının bağlantı yerinde zamanla **kontak direnci oluşmaması için gümüşle kaplatılması** önerilir.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- Fonksiyon topraklaması elektrik tesisinde istenen bir fonksiyonun yerine gelmesi için yapılan bir topraklamadır.
- Tıbbi Cihazlar elektriksel ve manyetik alan gürültülerine karşı çok duyarlı olduklarından (mikrovoltlar seviyesinde yükseltme yaptıklarından) **fonksiyon topraklamasının** gerektirdiği yerlerde kontak direncinin oluşmaması için gerekli önlem alınmalı ve özen gösterilmelidir.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- **Eşpotansiyel Topraklama;** Topraklamada en güvenli sistem **eş potansiyel sistemdir.**
- Bu sistemde tüm topraklamalar, cihazların ve hasta yataklarının tüm metal bölümleri eş potansiyel baraları ile birbirine bağlanır.
- Hastane içerisinde herhangi iki nokta arasında oluşabilecek gerilim farkı önlenmiş ve tüm noktalarda eş potansiyel sağlanmış olur.
- **Ameliyathane ve yoğun bakım gibi alanlarda kesinlikle eşpotansiyel uygulaması yapılmalıdır.**

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- Ameliyathane ve yoğun bakımda kesinlikle **izolasyon transformatörü ve IT (Topraktan Yalıtılmış)** sistem kullanılmalıdır.
- Tıbbi cihazlar için tercih edilen kesintisiz güç kaynaklarının temiz bir sinüs yanında **ON LINE** olmasına özen gösterilmelidir.
- Bu güç kaynakları, şebeke elektriği kesildiğinde jeneratörden beslenecekleri için **giriş filtreleri** amacına uygun olarak seçilmelidir.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

**Tıbbi IT sistem** ile hem hasta ve doktorun can güvenliğinin sağlanması, hem de mevcut odalarda kullanılan medikal cihazların korunması istenmektedir.

Bu koruma hem odaların elektrik sistemini izleyerek hem de diğer odalardan gelecek olumsuz etkilere karşı koruyabilmesi ile sağlanmaktadır.

- Hayati önem taşıyan medikal cihazların hastalara direkt olarak bağlandığı aşağıdaki tıbbi alanlar **Grup 2 odaları** olarak tanımlanmakta ve enerji beslemesinin **IT sistem** üzerinden yapılması önerilmektedir.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- **GRUP 0** Hastaya, tıbbi cihazların doğrudan temas etmediği alanlardır.
- **GRUP 1** Hastaya, tıbbi cihazların dıştan temas ettiği alanlardır.
- **GRUP 2** Hastaya, tıbbi cihazların temaslı kısımların interkardiyak işlemleri, ameliyathaneler gibi uygulamalarda kullanıldığı, elektrik beslemesi kesintisizinin yaşam tehlikesi doğurabileceği tıbbi alanlardır.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

## GRUP 2 ODALAR;

- AMELİYATHANELER
- ANESTEZİ ODASI
- KALP KATERİZASYON ODASI
- YOĞUN BAKIM ODALARI
- ANJİYOGRAFİK MUAYENE ODASI
- PREMATÜRE BEBEK ODASI
- ALÇI ODASI



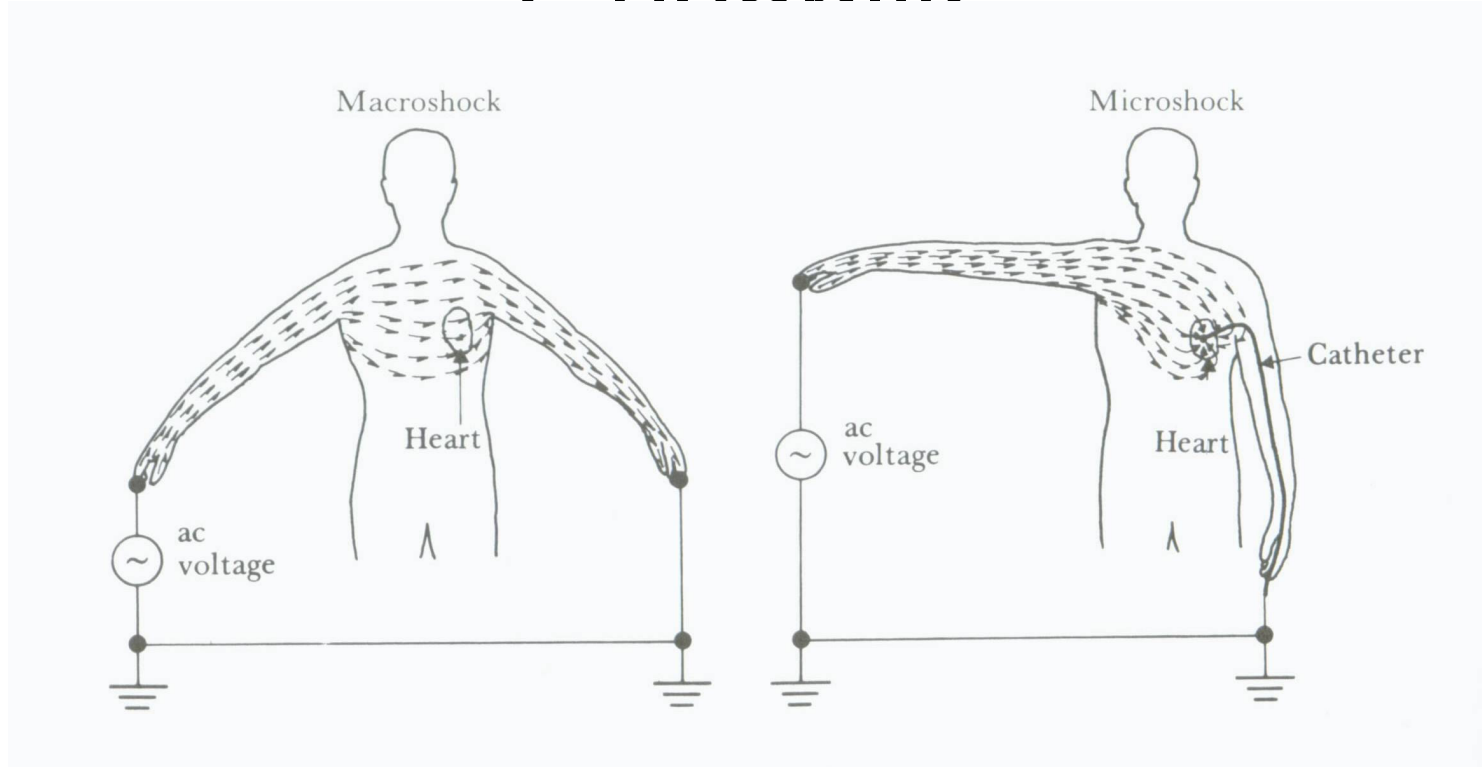
# TIBBİ İT SİSTEM

- Aynı işleve hizmet eden her bir oda grubu için, en az bir ayrı tıbbi İT sistem gereklidir. Tıbbi İT sistem bir izolasyon izleme cihazı ile donatılmalı ve IEC 61557-8 ile uyumlu olmalıdır
- GRUP 2 ALANLARDA TIBBİ İT SİSTEM UYGULANACAKTIR.
- HER ODA GRUBU İÇİN AYRI İT SİSTEM
- İZOLASYON İZLEME CİHAZI
- SESLİ, GÖRSEL ALARM SİSTEMİ
- İZOLASYON TRANSFORMATÖRÜ
- Her tıbbi İT sistem için, sesli ve görsel alarm sistemi tıbbi personelin sürekli olarak izleyebileceği (duyulabilir ve görülebilir) uygun bir yere yerleştirilmelidir.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- Makroşok ve Mikroşok oluşumu ;
- Makroşok: Cihaz tarafından elektrik çarpması
- Mikroşok: İmplante edilmiş cihazdan kaynaklanan çarpma (Kalp üzerinden sızıntı akımınının geçmesi)

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik



## Makroşok ve Mikroşok

(From F. J. Weibell, "Electrical Safety in the Hospital," *Annals of Biomedical Engineering*, 1974, 2, 126-148.)

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

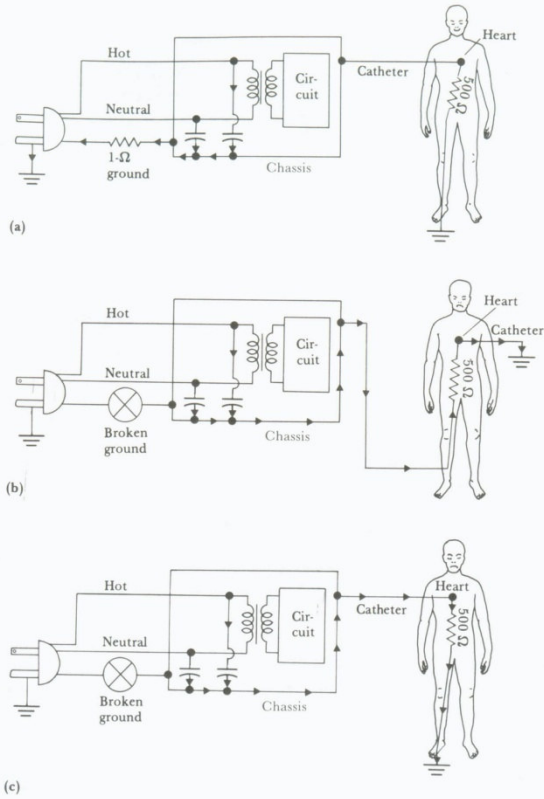
Mikroşok Kaynakları

Power çıkışında oluşan problem

Transformatörde meydana gelen bozukluk

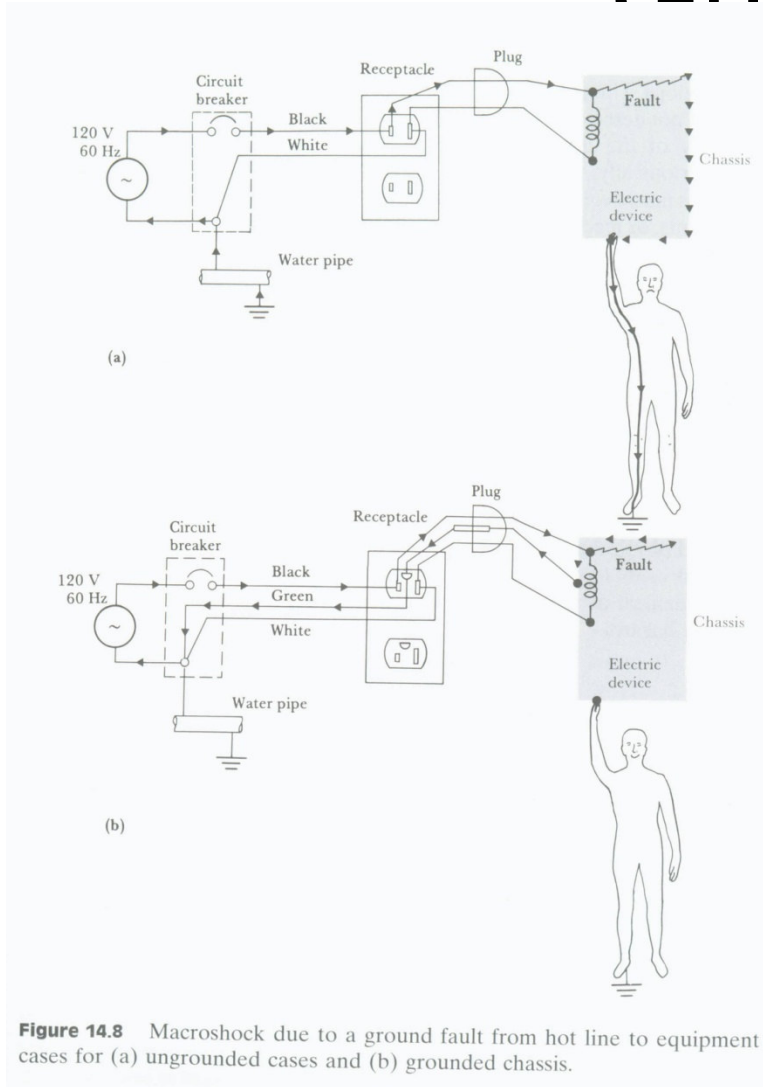
Kateter problemi

Kopmuş Ground Bağlantısı



**Figure 14.9** Leakage-current pathways Assume  $100 \mu\text{A}$  of leakage current from the power line to the instrument chassis. (a) Intact ground, and  $99.8 \mu\text{A}$  flows through the ground. (b) Broken ground, and  $100 \mu\text{A}$  flows through the heart. (c) Broken ground, and  $100 \mu\text{A}$  flows through the heart in the opposite direction.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik



**Figure 14.8** Macroshock due to a ground fault from hot line to equipment cases for (a) ungrounded cases and (b) grounded chassis.

Makroşok oluşma nedenleri

Güç kaynağı veya şase ile direk kontak

Bozulmuş Transformatör

Yıldırım çarpması

Elektriksel ark- boşalma

# ELEKTROSTATİK

Elektronik cihazları kullanma ve taşıma  
Esnasında, kullanıcılar, bilerek ya da  
bilmeyerek

üzerindeki statik elektriği devre elemanlarına  
boşaltmakta (elektrostatik deşarj ) (esd) bu  
da o ekipmanları kullanışsız hale getirmekte  
ya da ömrünü azaltmaktadır.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- ESD ye maruz kalan tıbbi cihazlar;

tamamen yanabilir ve çalışmaz.

karakteristiđi bozular.

çalışma ömrü kısalır.

# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- Statik elektriğin oluşmasını ve elektronik devre elemanlarının zarar görmesini önleyen dağıtıcı, iletken malzemelerden oluşan ekipmanlar ve tedbirlerdir.
- İnsan vücudu elektrostatik potansiyel 3500 volta kadar bir şeyler hissetmeye başlar, 4500 volta kadar iştir, 5000 volt ve yukarısını görür. Binlerce volt yüklenen insanlar farkına varmadan elektronik aletlere zarar verebilir,
- Bir elektronik aletin imalatından, nakliyesine, paketlenmesinden, depolanmasına, çalıştırılmasında yada tamir devam ederken elektronik aletleri korumak amacıyla **antistatik**



# Tıbbi Alanlarda Elektriksel Güvenlik

- Elektronik aletleri korumak maksadıyla oluşturulan antistatik ekipmanlar
- Hızlı boşalma sağlamamalı,
- Belli bir alan direnci oluşturulmalıdır
- Ani deşarjla insan sağlığının zarara uğramaması maksadı ile, dereceli olarak iletim ortamı sağlanmalıdır.

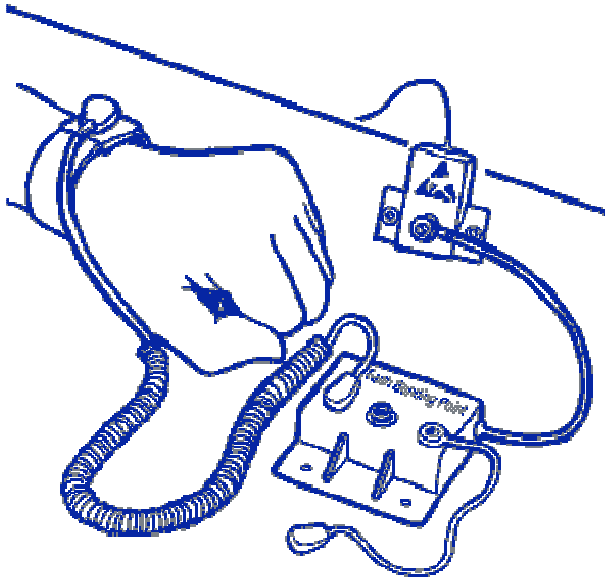
# ANTİSTATİK MALZEMELEMİ

1.Poşetler

2.Ambalaj köpükleri

3.Masa örtüleri / kaplamaları

4.Antistatik bileklik kordonu ve kablosu



# ANTİSTATİK MALZEMELER

**5.Antistatik önlük ve ayakkabı**

**6.Antistatik yerkaplamaları**

**7.Antistatik kimyasallar**



# Tıbbi Cihazlarda Elektriksel Güvenlik

- IEC 60601
- Tıbbi Cihazlar, tasarım ve imalatından kaynaklanan potansiyel risk durumu ve insan sağlığı açısından yaratabilecekleri tehlike seviyelerine göre;

- SINIF I
- SINIF IIa
- SINIF IIb
- SINIF III



Risk az

Risk çok

Dört sınıfa ayrılmaktadır.

# Tıbbi Cihazlarda Elektriksel Güvenlik

- Tıbbi Cihazlar, kullanım amaçlarına ve şartlarına uygun olarak kullanıldığında
  - hastaların klinik durumunu ve güvenliğini,
  - kullanıcıların veya gerektiğinde diğer şahısların sağlığını veya güvenliğinitehlikeye düşürmeyecek şekilde tasarlanmalı ve üretilmelidir.

# Tıbbi Cihazlarda Elektriksel Güvenlik

- Değişik tipteki tıbbi cihazlar için standardın ayrı bölümleri mevcuttur. Üretimde çalışan Mühendislerin bu standardı ve her cihaz için alt bölümlerini bilmeleri gerekmektedir.
- [TS EN 60601-1-1](#) Elektrikli Tıbbi Ekipman Bölüm 1: Güvenlik İçin Genel Özellikler, 1. Yardımcı Standard, Elektrikli Tıbbi Sistemler İçin Güvenlik Özellikleri
- [TS EN 60601-2-9](#) Elektrikli Tıbbi Cihazlar Bölüm 2 : Radyasyon Dedektörleri ile Elektrikli Bağlantı Bağlantı Olarak Radyoterapide Kullanılan Hasta Kontak Doz ölçerlerin Güvenliği İçin Özel Kurallar
- [TS EN 60601-2-39](#) Elektrikli tıbbî cihazlar - Bölüm 2-39: Peritoneal diyaliz cihazlarının güvenliği için belirli özellikler

# Tıbbi Cihazlarda Elektriksel Güvenlik – Standardın İçeriği

## **BÖLÜM 1 ~ *GENEL BİLGİLER***

TESTLER İÇİN GEREKSİNİMLER (MADDE 4)

SINIFLANDIRMA (MADDE 5)

TANIMLAMA ve İŞARETLEMELER (MADDE 6)

# Tıbbi Cihazlarda Elektriksel Güvenlik – Standardın İçeriği

## **BÖLÜM 3 ~ *ELEKTRİK ÇARPMASI ve TEHLİKELERİNE KARŞI KORUMA***

- GERİLİM VE ENERJİ SINIRLAMASI (MADDE 15)
- MAHFAZALAR ve KORUYUCU KAPAKLAR (MADDE 16)
- AYIRMA (MADDE 17)
- KORUYUCU TOPRAKLAMA, FONKSİYONEL TOPRAKLAMA VE POTANSİYELİ (MADDE 18)
- KAÇAK AKIMLAR ve HASTA İLAVE AKIMININ ÖLÇÜLMESİ (MADDE19)
- DİELEKTRİK DAYANIMI (MADDE 20)



# Alt Yapı Çözümleri

- Hastanelerde verimliliğin yükseltilmesinden söz edildiğinde ele alınabilecek önemli konulardan biri de tıbbi teknolojinin **kullanımıdır**.
- **İnsan kaynaklı sorunları** indirmek en önemli hedefler arasındadır. Bunu asgariye indirmenin en önemli yolu, bu cihaz/sistemleri kullanan işgücünün iyi ve yeterli eğitimidir.
- **Operatör kullanımı** dünyada yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde ise maalesef minimum düzeydedir.

# Alt Yapı Çözümleri

- Ülkemizde cihazlar **“hangi düğmeye, hangi sırada basacağı”** bile öğretilmemiş kişiler tarafından kullanılmaktadır.

# Alt Yapı Çözümleri

- Karşılaşılan sorunlar başlıca şunlardır:
- Yanlış kullanmadan kaynaklanan arızalar
- Cihazın daha uzun süre çalıştırılması
- Daha fazla malzeme kullanımı
- Tüm fonksiyonlarının kullanılamaması
- Yanlış ve/veya yetersiz sonuçlar

# Alt Yapı Çözümleri

Sonuç olarak:

- Cihazların faydalı ömrü kısaltmakta
  - Arızalı oldukları süre uzamakta
  - Ürettikleri çıktılarının hassasiyeti ve güvenilirliği azalmaktadır.
- 
- **ÇÖZÜM = KLİNİK MÜHENDİSLİĞİ**

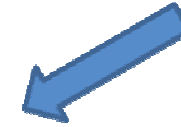
# Alt Yapı Çözümleri

- “Bu cihaz doğru çalışsaydı ne göstermesi gerekirdi?”

**Noktasından başlayıp**



- “Gerçekte ne gösteriyor?” **Noktasını saptayıp**



**Aradaki farkı belgelemektir.**

- Bu belgeleme işlemi **KALİBRASYON** dur.

# Alt Yapı Çözümleri

Kalibrasyon faaliyetlerinin amacı;

- Sağlık hizmetlerinin daha kaliteli sunulmasını sağlamak,
- Tıbbi cihazlarla gerçekleştirilecek her türlü işlemin **güvenilirliğini sürdürmek,**
- Tıbbi cihazların hizmet süresini uzatmak,
- Bu süreç içerisinde oluşabilecek cihaz hatalarını minimize etmek,
- Hatalı sonuçlarla yanlış teşhis ve tedaviyi önlemek,
- Kullanıcı hatalarından kaynaklanan hataların belirli periyotlar içinde tespit edilebilmesini sağlamak,

# Alt Yapı Çözümleri

Genel anlamda düşünüldüğünde;

- riskleri minimize etmek,
- işletme maliyetini düşürmek,
- kullanıcı problemlerinden kaynaklanan hataları asgariye indirmek ve
- uluslararası standartlara uygunluğu

Sağlamaktır.

# Alt Yapı Çözümleri

- Yapılan araştırmalar bu bölümlerin olduğu hastanelerde cihaz ömürlerinin **%30arttığını, cihaz onarım maliyetlerinin ise %50azaldığını göstermektedir.**
- Ayrıca, cihaz/sistemlere yapılacak yatırım maliyetinin uygun satın alma yöntemleri ile yaklaşık **% 20azalacağı belirtilmiştir.**



# SONUÇ

- Biyomedikal Mühendisliği tüm faaliyetlerinin yanında Yataklı Tedavi Kurumlarında istihdam edilmesi şarttır.
- Tıbbi alanların elektriksel projelendirilmesi esnasında interdisiplin bir çalışma şarttır.
- Tıbbi Cihazların dizaynı ve imalatı esnasında interdisiplin bir çalışma şarttır.

# SONUÇ

- Biyomedikal Mühendisleri Tıbbi alan ve cihazlarla ilgili mevzuatları çok iyi bilmelidir...

# SONUÇ

- 100 yatak ve üzeri devlet ve özel hastanelerde oluşturulacak Klinik Mühendislik Merkezlerinde istihdam edilecek olan Biyomedikal Mühendisleri
- Elektriksel Altyapı, Teknik bilgi, Ticari bilgi, İdari bilgi, yönetim anlayışı gibi etkenlere mutlak suretle sahip olmalıdır.

# SONUÇ

- Ülkemizi tıbbi cihaz çöplüğü olgusundan kurtarmak,
- Tıbbi cihaz sektöründeki verimliliği arttırmak,
- Gereksiz ve yanlış yatırımları engellemek,
- Geliştirilen projelerde Elektrik, Makine ve İnşaat Mühendisleri ile paylaşımına gitmek, Bina verimliliği konusunda mimarlar ile işbirliği yapmak,

# DİNLEDİĞİNİZ için TEŞEKKÜRLER...

Katkılarından dolayı;

- Başkent Üniversitesi Ölçüm Bilim Merkezi Müdürü  
Sn **Prof. Dr. TURHAN ÇİFTÇİBAŞI'na**
- Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği  
Bölümü Öğretim Görevlilerinden Sn **ARİF  
KOÇOĞLU'na**
- Test ve Kalibrasyon konusundaki akademik  
çalışmalarımıza katkılarından dolayı Biyomedikal  
Mühendisi **Sn BARIŞ ÇORUH'A**

Teşekkür ederim.

26.05.2008

EMO Ankara Şube Seminerleri

61