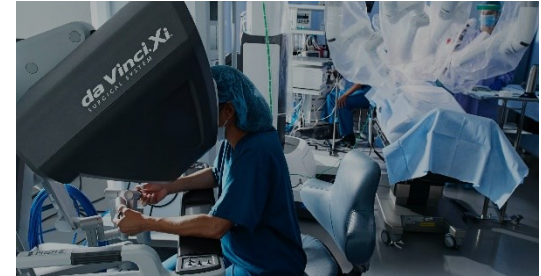
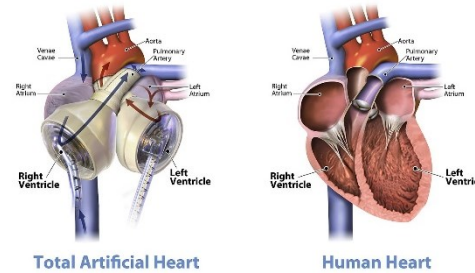


# Biyomedikal Mühendisliğine Giriş

# Biyomedikal Mühendisliği Nedir?

- Mühendis, belli bir soruna çözüm bulmak ya da bir gereksinimi karşılamak üzere somut bir ürün (alet, cihaz, sistem ya da süreç) üretir. Bu ürünü tasarlar, oluşturur, çalıştırır. Davranışını farklı çalışma koşullarında inceler, iyileştirir ve geliştirir.
- Çözüm bulunacak sorunlar ya da karşılanacak gereksinimler karmaşıktıkça, mühendisliğin uğraş alanları genişler, derinleşir, iç içe geçer. Bu süreçte yeni mühendislik disiplinleri oluşur.
- **Bunlardan biri de son elli yıldır giderek artan bir ivmeyle gelişmekte olan Biyomedikal Mühendisliğidir. Biyomedikal Mühendisliği, biyoloji ve mühendisliği birleştiren, mühendislik ilkelerini ve malzemelerini tıp ve sağlık hizmetlerine uygulayan çok disiplinli bir alandır.**
- Tıbbi ihtiyaçları karşılamak için mühendislik ilkelerinin biyolojik bilgiyle birleşimi, aşağıdakiler gibi hayati önemde ve can kurtaran kavramların geliştirilmesine katkıda bulunmuştur:

- Yapay Organlar
- Cerrahi Robotlar
- Gelişmiş Protezler
- Böbrek Diyalizi



- [https://www.youtube.com/watch?v=Vjno6WbBD\\_c&ab\\_channel=PhilipsImageGuidedTherapyDevices](https://www.youtube.com/watch?v=Vjno6WbBD_c&ab_channel=PhilipsImageGuidedTherapyDevices)
- [https://www.youtube.com/watch?v=h\\_fyv91C7Z0&ab\\_channel=InTheKnow](https://www.youtube.com/watch?v=h_fyv91C7Z0&ab_channel=InTheKnow)

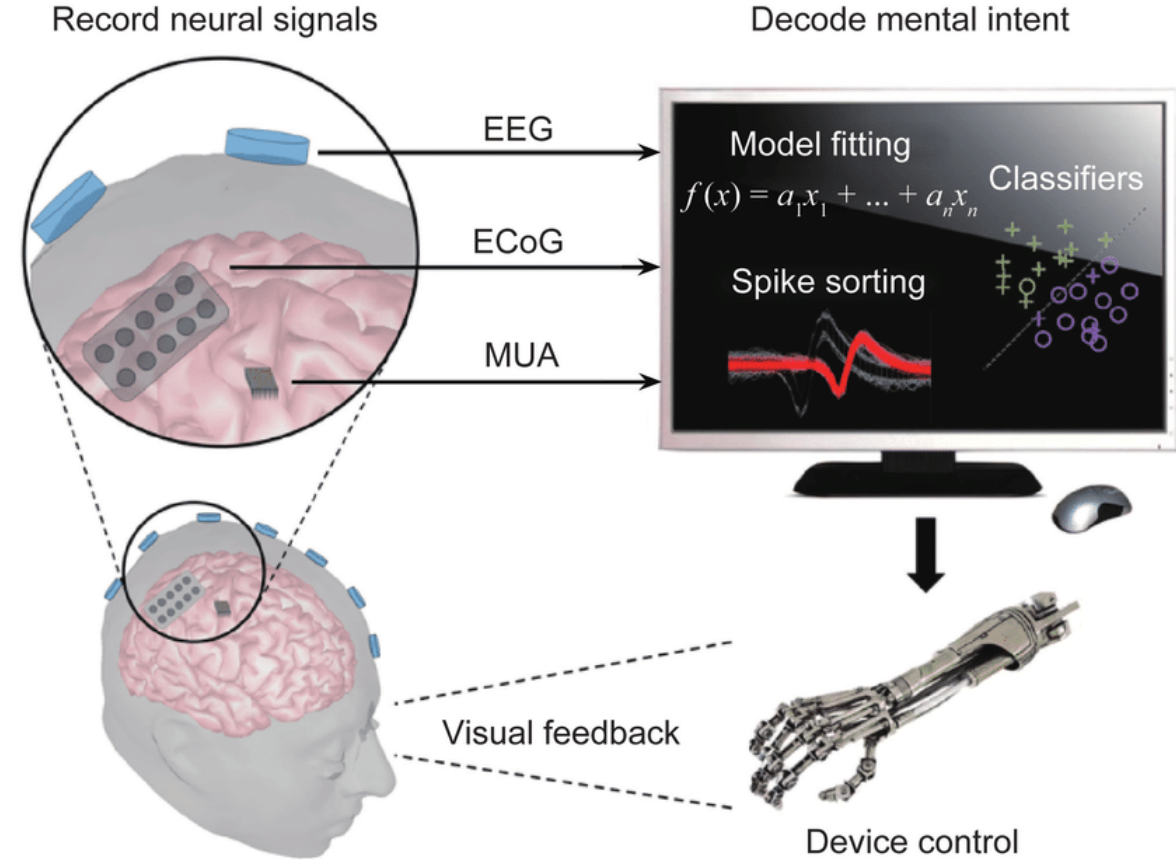
# Biyomedikal Mühendisi Kimdir?

- **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.
- Tıbbi teknoloji ihtiyaçlarının tanımlanmasında tıp dünyası ile yakın iş birliği halinde olması, hekimle ortak dili konuşabilmesi, biyomedikal mühendisliğine olan gereksinimi ortaya çıkarmaktadır.
- Biyomedikal mühendislerine yönelik artan talep, toplumun yaşamın her alanında makine ve teknolojinin günlük kullanımına doğru kaymasıyla bağlantılıdır.
- Tıbbi ihtiyaçları ele almak için mühendislik ilkelerinin biyolojik bilgi ile birleşimi; yapay organlar, cerrahi robotlar, gelişmiş protezler yanında moleküler ve nano mühendisliğin, giyilebilir teknolojilerin ortaya çıkmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunmuştur.
- Biyomedikal mühendisleri; elektrik, kimya, optik, mekanik ve diğer mühendislik uygulamalarını biyolojik sistemlerde, yani insan ve hayvanlarda uygulayan kişilerdir. Hastanede çalışan biyomedikal mühendislerine ise klinik mühendisi denilmektedir.



# Biyomedikal Mühendisliğiyle İşbirliğinde Olan Alanlar/Bilimdalları Nelerdir?

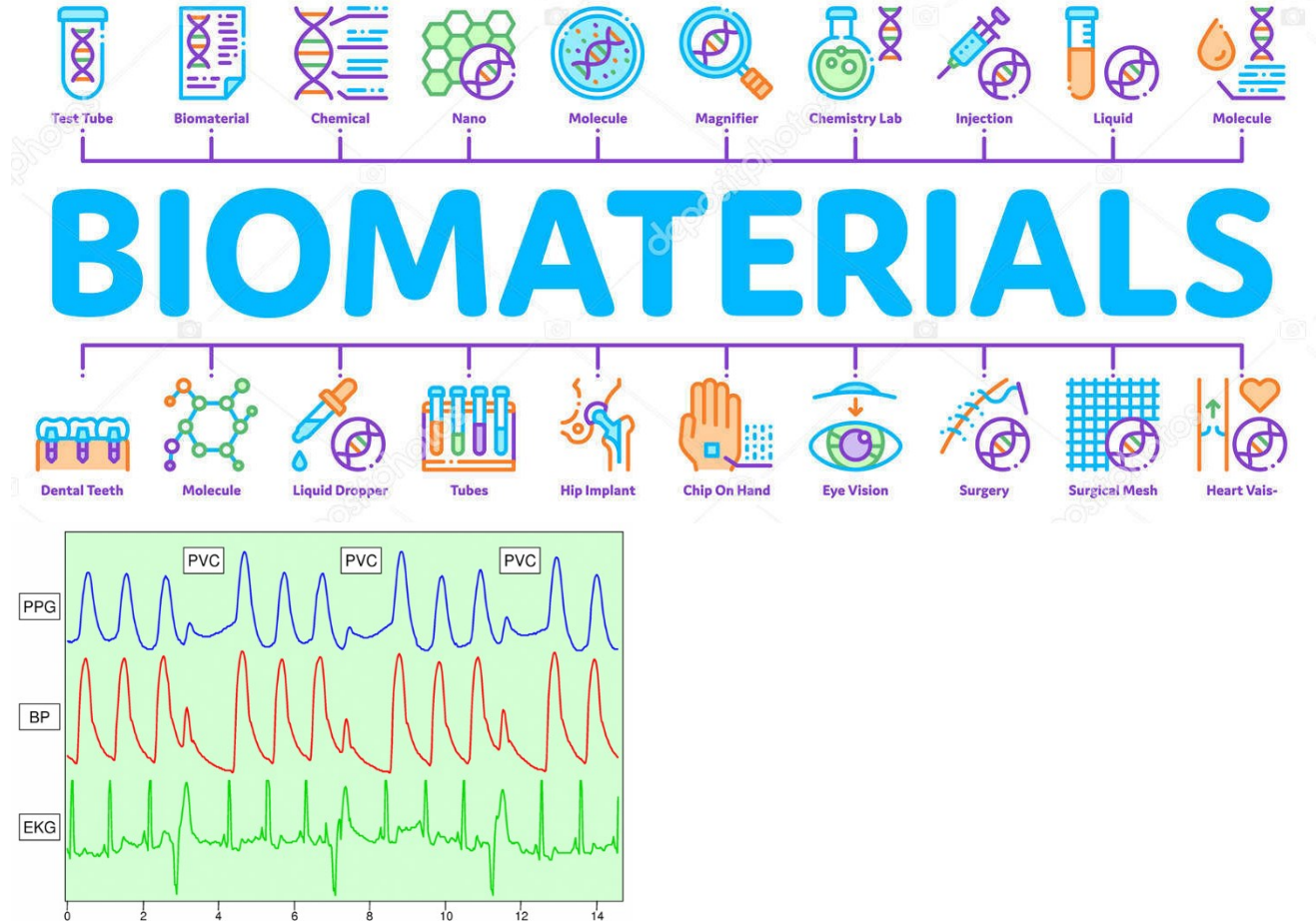
- Kimya mühendisliği, makine mühendisliği, elektronik mühendisliği, fizik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, metalürji ve malzeme mühendisliği, temel bilimlerden fizik, kimya, biyoloji, uygulamaları matematik ve tıpla ilgili tüm alanlar (anatomi, fizyoloji, plastik cerrahi, radyoloji, beyin ve sinir cerrahisi vb.). Her biri ayrı birer disiplin olarak da anılabilecek tüm bu alanların sağlık sektörü açısından ortak paydası, insan sağlığına katkıda bulunmaktır.
- Biyomedikal mühendisi, biyolojik sistemleri daha iyi anlamak, modifiye veya kontrol etmek amacıyla elektrik-elektronik, mekanik, kimyasal, optik ve diğer mühendislik prensiplerini uygulamanın yanında; hastaların fizyolojik fonksiyonlarını izleyen ve tanı, teşhis ve tedavilerinde kullanılan tasarım sistemleri ve ürünleri geliştirir.



# Biyomedikal Mühendisliği Eğitimindeki Temel Başlıklar ve Çalışma Alanları

Biyomedikal mühendisliği multidisipliner başka bir ifade ile disiplinler arası bir bölümdür. Temel dersler şu şekildedir:

- *Biyomateryaller (Biyomalzemeler)*,
- Biyomekanik,
- *Biyoelektrik mühendisliği (Biyosinyaller)*,
- Biyomoleküler mühendislik,
- Klinik mühendislik,
- Biyomühendislik,
- Fiziksel modelleme ve biyolojik modeller,
- Simülasyonlar ve kontrol mühendisliği,
- Biyosensörler,
- Biyomedikal enstrümantasyon,
- Rehabilitasyon mühendisliği,
- Protez cihazları ve yapay organlar,
- Tıp bilişimi,
- Tıbbi görüntüleme sistemleri,
- Biyoteknoloji,
- Elektromanyetik alanların biyolojik etkileri,
- Biyokimyasal taşıyım olayları

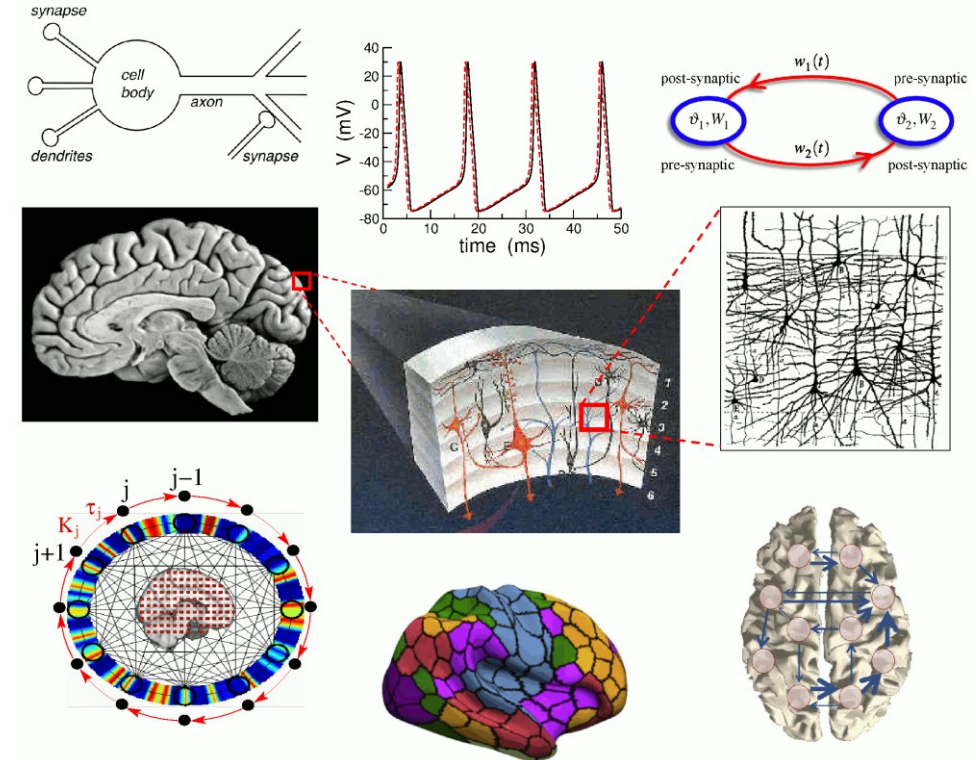
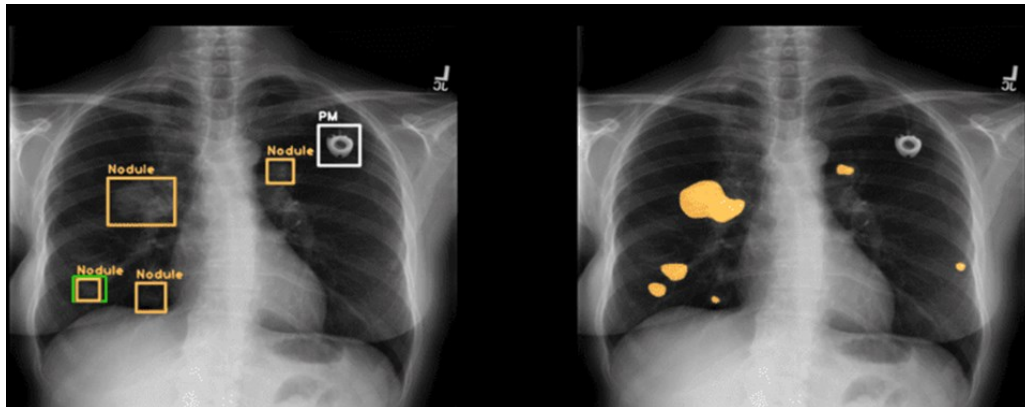




# Biyomedikal Mühendisliği Eğitimindeki Temel Başlıklar ve Çalışma Alanları

## Tıp Bilişimi Araştırma Alanları

- Elektronik Sağlık Kayıtları ve Standartları
- *Tıbbi Görüntüleme ve Tanılama Enstrümantasyonu (Görüntü İşleme, Makine Öğrenmesi)*
- Karar Destek Sistemleri ve Bilgisayar Destekli Tanılama
- Sağlık Bilişiminde Değerlendirme Yöntemleri
- Klinik Bilişim ve Hastane Bilişim Sistemleri
- Sağlık Bilişimi Eğitimi
- *Hesaplamalı Nörobilim*
- Sağlık Bilişiminde Veri Madenciliği ve Bilgi Keşfi





# Biyomedikal Mühendisinin çalışma alanları nelerdir?

- Biyomedikal Mühendisliğinin **iki en büyük çalışma alanı** var diyebiliriz. Bunlardan biri **tıbbi cihazların** yapımı, bakımı, bakımı, kalibrasyonu, vb... İkinci ise **yapay organların** (ki bunlar dış hekimlerinin kullandığı implantlardan, protez kollara kadar geniş bir yelpazedir) tasarımı ve üretimidir. Kısacası çalışma yelpazesi çok geniştir.
- **Biyomedikal Mühendisliği**'nin uğraş alanı, genelde biyolojik sistemlerin, özel olarak da, üst düzeyde organize olmuş, karmaşık bir sistem olan insan vücudunun bileşenlerinin yapılarını, çalışma biçimlerini ve etkileşimlerini anlamak ve işlevsel bozukluklarını belirleyip gidermek için gerekli araç, cihaz ve sistemlerin geliştirilmesidir.
- Bu alanda biyomedikal mühendislerin uğraştığı konulara örnek olarak;
- **Teşhis amacıyla** kullanılan EKG, MRI gibi elektronik cihazların, **tedavi amacıyla** kullanılan koter, kateter gibi aletlerin, diyaliz makinesi gibi cihazların, cerrahi robotlar gibi **sistemlerin**, çeşitli ilaçları taşıyıp, gerektiğinde salıyan mikro-platformlar gibi yapay **malzemelerin**, işitme cihazları gibi uzuv ve organların işlevlerinin hassasiyet ve doğruluğunu artıran aletlerin, kemik ve damar protezleri, kalp kapakları gibi uzuv ve organların işlevlerini geçici veya sürekli olarak devralan cihazların **tasarımı** ve üretimi;
- Tasarlanıp üretilen ve performans testlerinden geçirilerek kullanıma hazır hale getirilen cihaz, sistem ve süreçlerin kullanım alanlarında en yüksek performansla hizmet verebilmesi için gerekli alet-insan **arayüzlerinin** geliştirilmesi;



# Biyomedikal Mühendisinin çalışma alanları nelerdir?

- Biyomedikal Mühendisliğinin **iki en büyük çalışma alanı** var diyebiliriz. Bunlardan biri **tıbbi cihazların** yapımı, bakımı, bakımı, kalibrasyonu, vb... İkinci ise **yapay organların** (ki bunlar dış hekimlerinin kullandığı implantlardan, protez kollara kadar geniş bir yelpazedir) tasarımı ve üretimidir. Kısacası çalışma yelpazesi çok geniştir.
- **Biyomedikal Mühendisliği**'nin uğraş alanı, genelde biyolojik sistemlerin, özel olarak da, üst düzeyde organize olmuş, karmaşık bir sistem olan insan vücudunun bileşenlerinin yapılarını, çalışma biçimlerini ve etkileşimlerini anlamak ve işlevsel bozukluklarını belirleyip gidermek için gerekli araç, cihaz ve sistemlerin geliştirilmesidir.
- Bu alanda biyomedikal mühendislerin uğraştığı konulara örnek olarak;
- Sağlık hizmeti kalitesinin ve veriminin arttırılması amacıyla çeşitli süreçlerin, yönetim ve organizasyon modellerinin geliştirilmesi;
- Biyomedikal cihaz ve sistemlerin performans testlerinin yapıldığı platformları oluşturmak için çeşitli sanal, mekanik ve biyolojik modellerin tasarımı, üretimi ve denenmesi sayılabilir.
- Biyomedikal Mühendislik Bölümleri, fen bilimleri, insan anatomisi ve fizyolojisi, temel ve uygulamalı matematik, sistem modelleme ve analiz yöntemleri, malzeme, elektronik, kontrol ve bilgisayar konularında temel bilgilere, tıbbi ürün ve cihaz tasarımı, üretimi ve kullanımına ilişkin teorik ve pratik becerilere sahip araştırmacı mühendisler yetiştirmeyi amaçlar.

# Biyomedikal Mühendisliğinin Başlıca Amaçları

- Tıp, diş hekimliği, eczacılık, veterinerlik, biyoloji gibi bilimlerde ortaya konan problemlere; fizik, kimya, matematik, mühendislik bilimlerinin temel ilkelerini uygulayarak bu problemlerin çözümünün, bunlarla bağlantılı olarak tanı ve tedaviye yönelik yeni yöntem, cihaz, **algoritma ve yazılımların** tasarlanıp geliştirilmesini sağlamak,
- Hasta bakımının kalitesini ve etkinliğini artırmak amacıyla biyoloji ve tıp alanındaki problemleri analiz etmek ve çözümlmek,
- Teşhis ve tedavi amaçlı tıbbi cihazların **tasarımı, üretimi, bakım, onarım ve kalibrasyonu** ile ilgilenmek,
- Aynı zamanda fonksiyonlarını kaybetmiş organların veya dokuların yerine protez, **yapay organ**, kalp kapakçıkları, dental implantlar vs. tasarlayıp üretmektir.

# Biyomedikal Mühendisleri Nereelerde Çalışır?

Biyomedikal mühendislerinin çalışma alanları, sağlık alanı olması nedeniyle hem özel kurumlarda hem devlet kurumlarında bulunmaktadır. Biyomedikal mühendisleri,

- Sağlık Bakanlığı ve bağlı kurumlarında biyomedikal mühendisi olarak,
- Kamu ve özel sağlık kuruluşlarında kalibrasyon mühendisi, bakım onarım mühendisi veya teknik servis mühendisi olarak,
- Özel firmalarda satış sorumlusu, klinik destek elemanı, aplikasyon sorumlusu, iş geliştirme sorumlusu, bölge satış sorumlusu, teknik servis elemanı/ sorumlusu/ müdürü, kalibrasyon elemanı olarak,
- Ar-Ge mühendisi olarak,
- Kamu tarafında, tıbbi cihazların standartları ve yönetmelikleri gibi mevzuat konularında mühendis olarak, (Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu)
- Araştırmacı olarak, (Üniversitelerde)
- Sağlık alanındaki sorunlara çözüm getirecek bir girişimcilik fikriyle kendi işlerini kurarak, (CPAP, Tens, Arayüz Tasarlama)
- Tıbbi cihazların kalite ve uygunluk değerlendirmelerini yaparak görev alabilirler. (Denetleme Kurumları/Şirketleri)

# Biyomedikal Mühendisleri Nereelerde Çalışır?

- Programı başarıyla tamamlayan öğrenciler doğrudan iş yaşamına atılarak,
- Hastanelerde ve diğer sağlık kuruluşlarında
- Üniversitelerde
- Tıp araştırma merkezlerinde
- Tıbbi cihaz ve malzeme üreten, satan ve satış sonrası destek veren kuruluşlarda
- İlaç endüstrisinde
- Sağlık kuruluşlarının bilgi-işlem birimlerinde
- çalışabilecekleri gibi, dilerlerse, biyomedikal, biyomalzeme, biyomekanik, biyoinformatik, medikal fizik, genetik mühendisliği, doku mühendisliği gibi ilgili alanlarda lisansüstü öğrenime devam edebilecekler; yurtdışı anlaşmalı üniversitelerle yapılan ortak programlara katılabilirler.



# Biyomedikal Mühendisinin Faaliyet Alanları

**Tıbbi cihazların** yapımı, bakımı, bakımı, kalibrasyonu, vb... alanında çalışırken üst düzeyde organize olmuş, karmaşık bir sistem olan insan vücudunun bileşenlerinin yapılarını, çalışma biçimlerini ve etkileşimlerini anlamak ve işlevsel bozukluklarını belirleyip gidermek için gerekli araç, cihaz ve sistemlerin geliştirilmesi Biyomedikal Mühendisinin öncelikli hedeflerindendir.

**Teşhis, tedavi veya acil müdahale sistemlerinin tasarımı** ve üretimi için şu konularda yeterli seviyede bilgi sahibi olmak gerekir:

- Ölçüm Teknikleri
- Biyosinyal Analizi
- Modelleme & Simülasyon



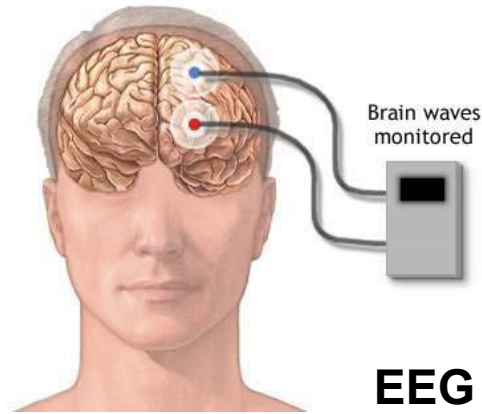
# Biyomedikal Mühendisinin Faaliyet Alanları

## **Bilimsel Yöntemin Çözüm Aşamaları**

- 1) Gözlem Bilgi toplamak için yapılan çalışmalardır. Nitel ve Nicel
- 2) Verilerin Toplanması:
- 3) Problemin Belirlenmesi:
- 4) Hipotez Kurma (Hipotez-varsayım):
- 5) Hipoteze Dayalı Tahminler Yapılır:
- 6) Kontrollü Deney Yapılır:
- 7) Verilerin Analizi Ve Sonuç Çıkarma:
- 8) Raporlama: Teori - Kanun

# Biyomedikal Mühendisi Ölçüm Teknikleri

- Fizyolojik sinyallerin tespiti, ölçülmesi ve izlenmesi
  - Biyosensörler, biyomedikal enstrümanlar



1903



ECG Monitoring in 2003

2003

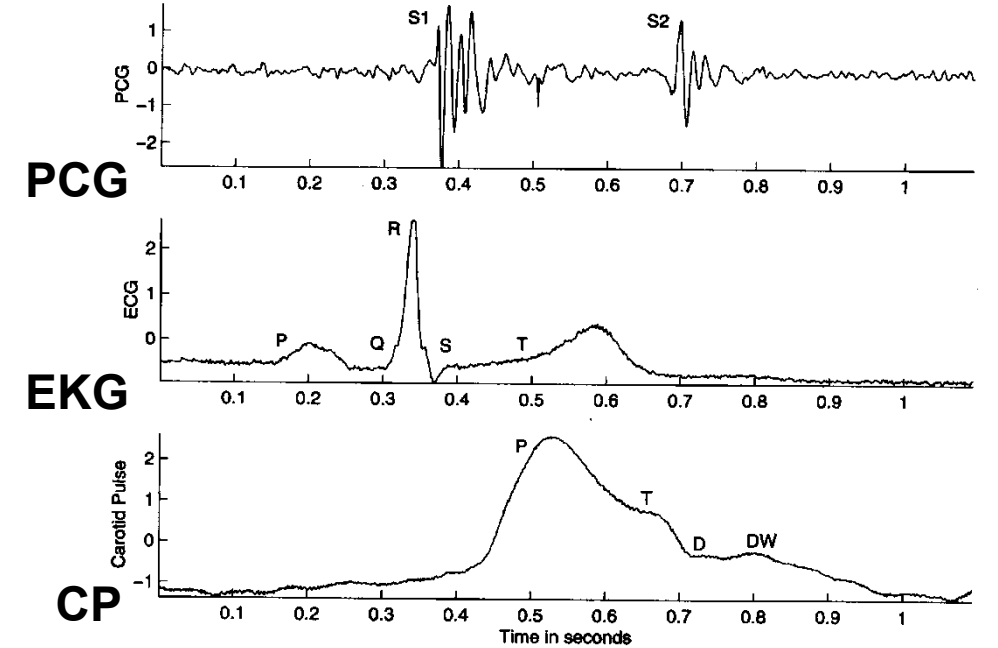


Kablosuz EKG

# Biyomedikal Mühendisi

## Biyosinyal Analizi

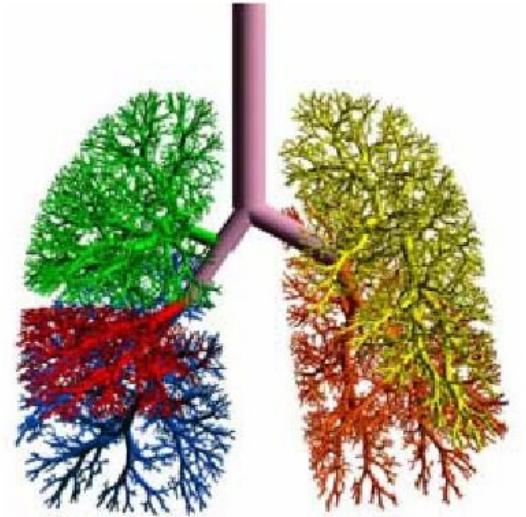
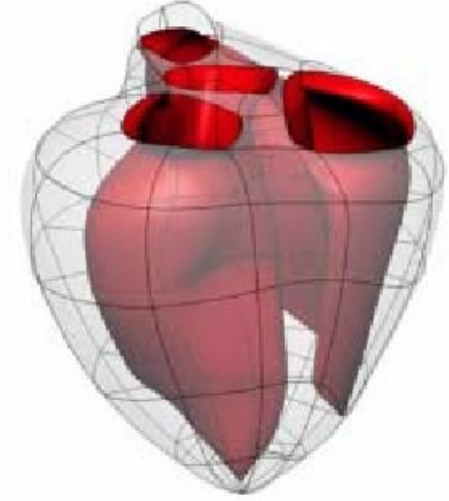
- Biyosinyallerin işaret işleme tekniklerinin teşhiste kullanılması
  - Fonokardiyogram (PCG), EKG, karotid atardamarından alınan sinyaller (CP) beraberce işlenerek kalpte anatomik bir problemin olup olmadığı teşhis edilebilmektedir.
- İşaret işleme



Biomedical Signal Analysis Textbook,  
R. Rangayyan

# Biyomedikal Mühendisi Modelleme & Simülasyon

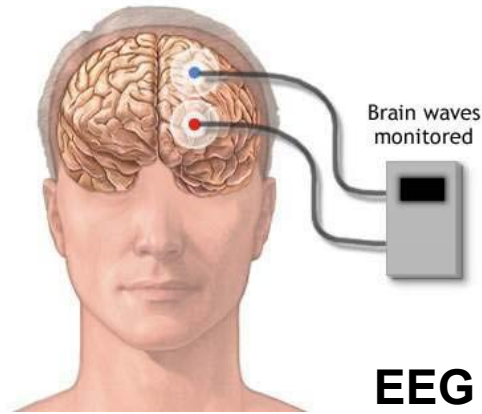
- Kimya, fizik ve matematik modellerinin ve bilgisayar simülasyonlarının
  - Hastalıkların nedenlerinin araştırılması
  - İlaçların tesirlerinin ölçülmesi
  - Yeni sistem ve yaklaşımların (ilaç ve terapilerin) denenmesinde kullanılması işiyle uğraşır.



Biyomühendislik Enstitüsü,  
Auckland, Yeni Zellanda

# Biyomedikal Mühendisi Ölçüm Teknikleri

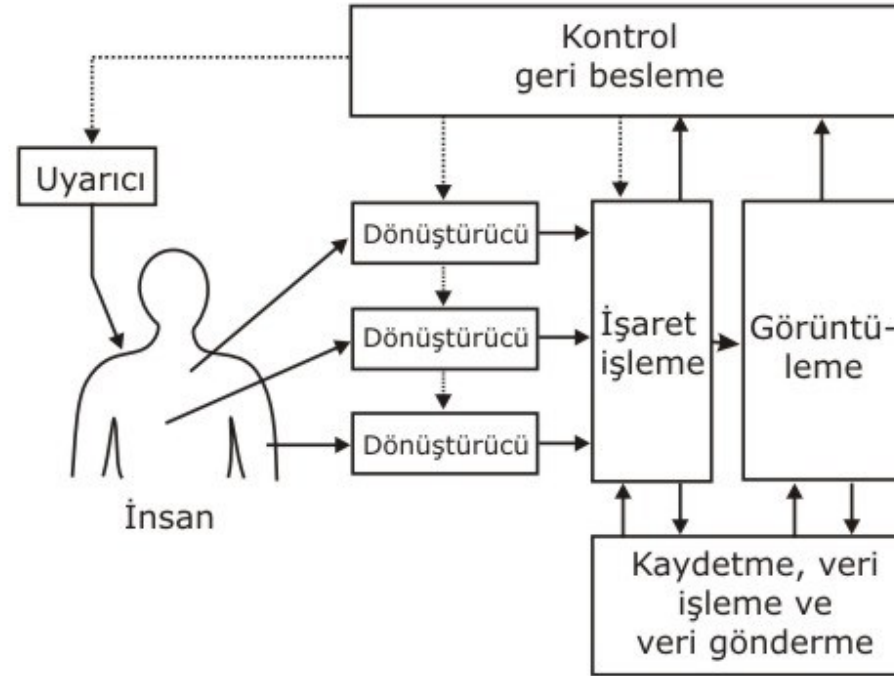
- Fizyolojik sinyallerin tespiti, ölçülmesi ve izlenmesi
  - Biyosensörler, biyomedikal enstrümar



Kablosuz EKG

# İNSAN - ENSTRUMENTASYON SİSTEMİ

Üzerinde ölçüm yapılan insan organizması ve ölçümü yapan ölçü sistemi ile birlikte oluşan tüm sisteme, **İnsan-Enstrumantasyon Sistemi** adı verilir.

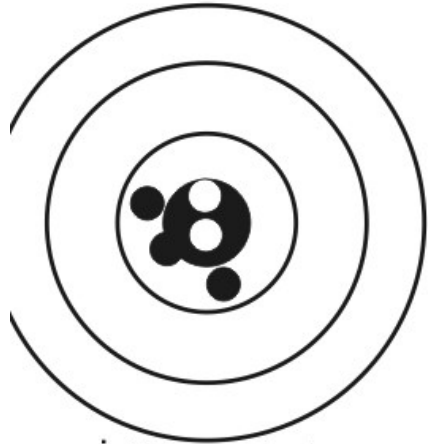
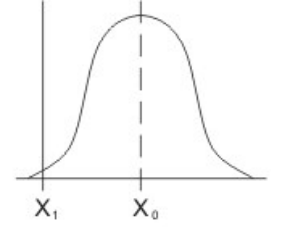
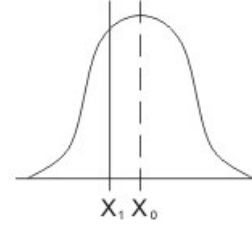
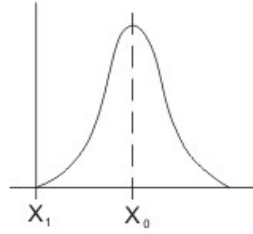
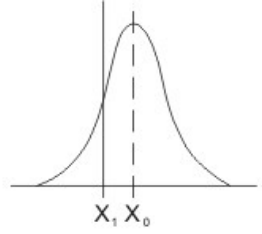


**Şekil** - İnsan-Enstrumantasyon sisteminin blok yapısı

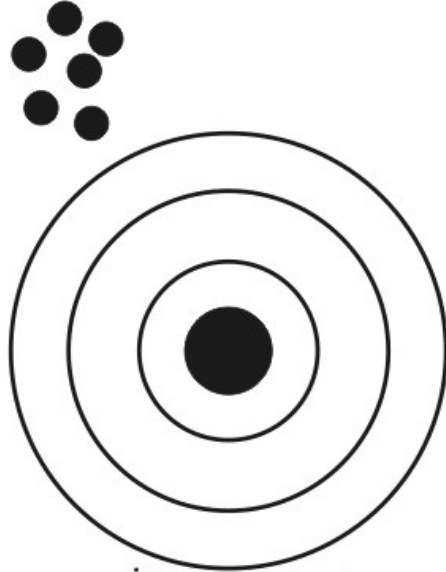


# Biyomedikal Mühendisi

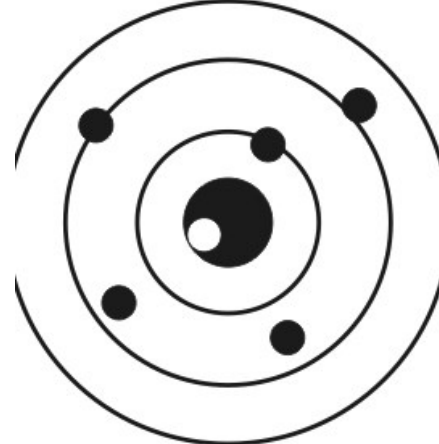
## Hassasiyet ve Doğruluk



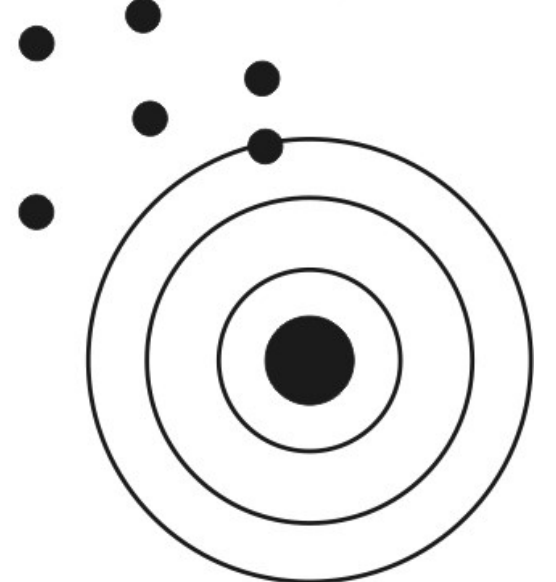
İyi Hassasiyet  
İyi Doğruluk  
(a)



İyi Hassasiyet  
Zayıf Doğruluk  
(b)



Zayıf Hassasiyet  
İyi Doğruluk  
(c)



Zayıf Hassasiyet  
Zayıf Doğruluk  
(d)

# **Biyomedikal Mühendisi**

## **Ölçüm Teknikleri**

- Herhangi bir enstrümantasyon sistemi üç temel bileşene sahip olarak tanımlanabilir:
- Sensör,
- Sinyal işleyici (işlemci),
- Görüntüleme/Depolama aygıtı.

# Biyomedikal Mühendisi

## Ölçüm Teknikleri

- Biyomedikal sensörler biyolojik sisteme göre nasıl kullanıldıklarına göre sınıflandırılabilir:
  1. İnvaziv olmayan biyomedikal sensörler
  2. Yerleşik sensörler (minimal invaziv sensörler)
  3. İnvaziv biyomedikal sensörler
  
- Sensörleri ölçtükleri büyüklüklere göre de sınıflandırabiliriz:
  1. Fiziksel sensörler
  2. Kimyasal sensörler
  3. Biyo-analitik sensörler veya biyosensörler