

# Biyomedikal Mühendisliğine Giriş

# **Biyomedikal Mühendisliği**

## **Medikal Görüntüleme Sistemleri**

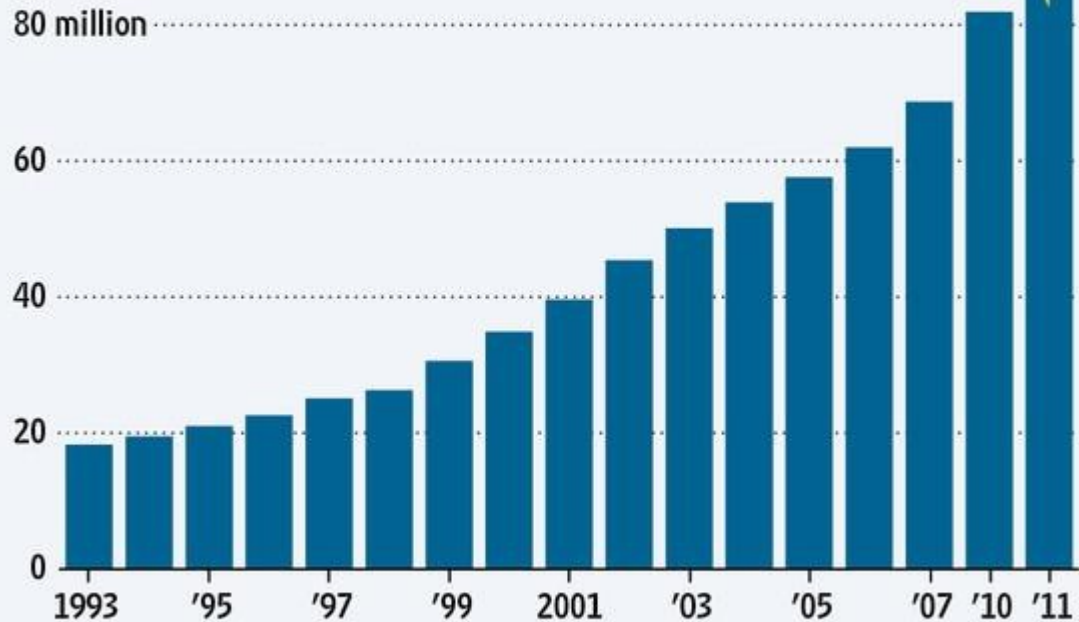
- Tıbbi Görüntüleme Sistemleri, tıbbi teşhis alanında 20.yüzyıldaki devrim niteliğinde bir buluştur.
- Tıbbi Görüntüleme, son yıllarda “klinik tıbbın yüzünü değiştiren” alandan biridir.
- Doktorların vücutta neler olduğunu görmek için yeni algılama yöntemidir.
- Sağlığın iyileştirilmesi alanındaki katkıları:
  - Bebek ölümlerinin azalması ve uzun yaşam beklentisinin artması.
  - Kanserin erken teşhisi.
  - Acil servis – hızlı tanı.
  - İnme (felç) tespiti.
  - Hamilelik sırasında fetüste anormalliklerin tespiti.
  - ve daha fazlası...

# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

### A Growing Practice

The use of CT scans in the U.S. has more than quadrupled since the early 1990s.



Note: Figures are not available for 2008-09.

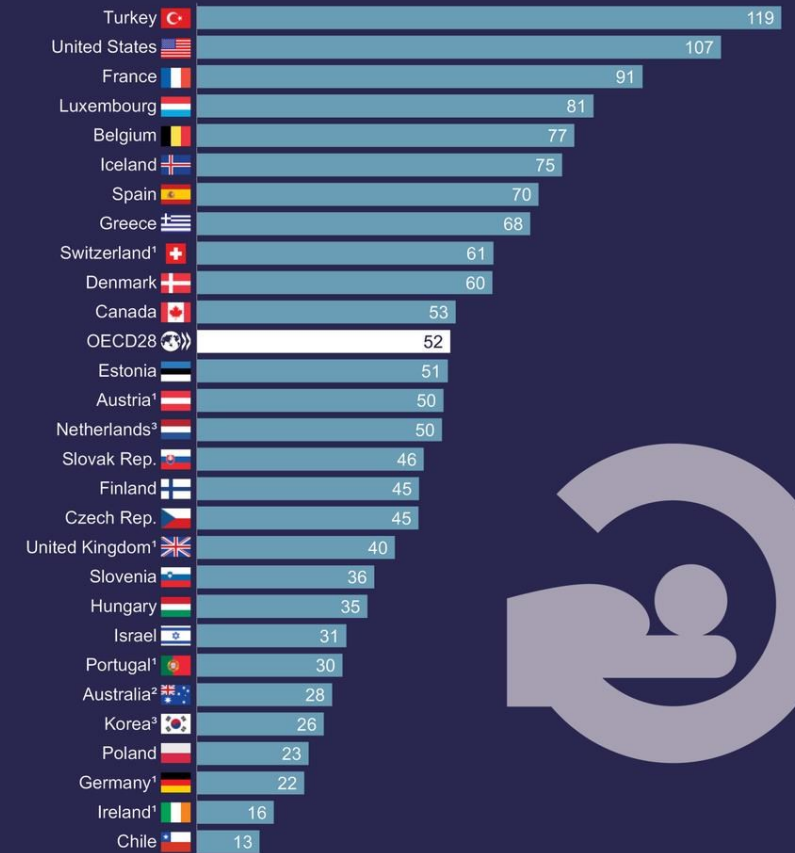
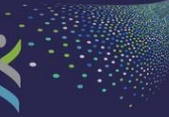
Source: IMV Medical Information Division

The Wall Street Journal



### Use of medical technology

MRI exams per 1,000 population, 2013 (or nearest year)



1/ Exams outside hospital not included (in Ireland, exams in private hospitals also not included).

2/ Exams on public patients not included. 3/ Privately-funded exams not included.

Source: OECD Health Statistics 2015, <http://dx.doi.org/10.1787/health-data-en>.

# **Biyomedikal Mühendisliği**

## **Medikal Görüntüleme Sistemleri**

- Tıbbi görüntüleme, Wilhelm Conrad Röntgen'in X-ışınlarını Kasım 1895 yılında Katot ışın tüpleri (Crooke's tube) üzerinde çalışmalar yaparken tesadüfen keşfetmesi ile başlar. 1901 yılında Fizik Nobelini kazanmıştır.
- Üç temel yöntem vardır:
  - Enerjinin iletilmesi (X Ray),
  - Enerjinin yansıtılması (Ultrasonografi),
  - Enerjinin yayılması (MRG).

# **Biyomedikal Mühendisliği**

## **Medikal Görüntüleme Sistemleri**

- Tıbbi görüntüleme, Wilhelm Conrad Röntgen'in X-ışınlarını Kasım 1895 yılında Katot ışın tüpleri (Crooke's tube) üzerinde çalışmalar yaparken tesadüfen keşfetmesi ile başlar. 1901 yılında Fizik Nobelini kazanmıştır.

1940-1950: Ultrason ve nükleer tıp için altyapı oluştu

1960: Görüntülemede devrim – ultrason ve nükleer tıp

1970: CT (Bilgisayarlı Tomografi) - gerçek 3D görüntüleme (2D yansıtılan 3D değil)

1980: MRI (Manyetik Rezonans Görüntüleme) - PET (Pozitron Emisyon Tomografisi)

2000: PET / CT

# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- Röntgen: Göğüs (akciğer sorunları) ve kemik kırıklarını kontrol etme



# **Biyomedikal Mühendisliği**

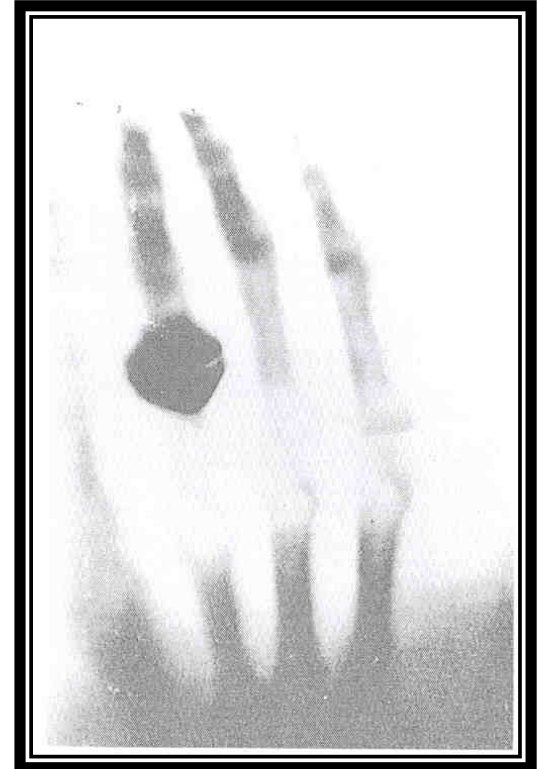
## **Medikal Görüntüleme Sistemleri**

- Röntgen: X ışınları, 0.125 ile 125 keV enerji aralığında veya buna karşılık, dalgaboyu 10 ile 0.01 nm aralığında olan elektromanyetik dalgalar veya foton demetidir. X-ışını hastaya ulaşınca yukarıda tartışıldığı gibi doku cinsine (yoğunluk ve kalınlık önemli) göre farklı absorbsiyon gerçekleşir.
- Absorbe olmayan ışınlar yollarına devam ederek filme ulaşır. Çeşitli dokular tarafından farklı miktarlarda absorbsiyon olması filme ulaşan ışın şiddetinde farklar oluşturacak ve yanıt (filmde ışın düşen yerin kararması) da buna bağlı olarak değişecektir. Filmde hiç ışın ulaşmayan bölge beyaz, en çok ışın düşen bölge ise siyahtır. Arada kalan bütün yanıtlar grinin tonları olarak görülür.

# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- Röntgen:
- Dijital kartlar - Gren detektördeki karşılığı piksel'dir.
- Avantajları:
  - Ucuz ve basit
  - CT ile karşılaştırıldığında düşük radyasyon
- Sakıncaları:
  - 3-boyutlu bilgi vermez.
  - Kemikler, önemli tanı verilerini örtebilir.



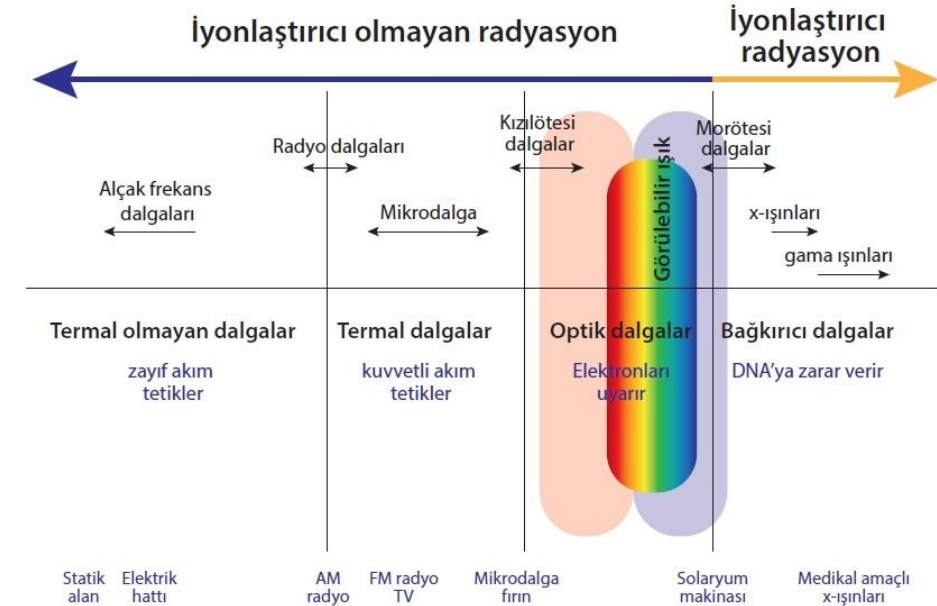
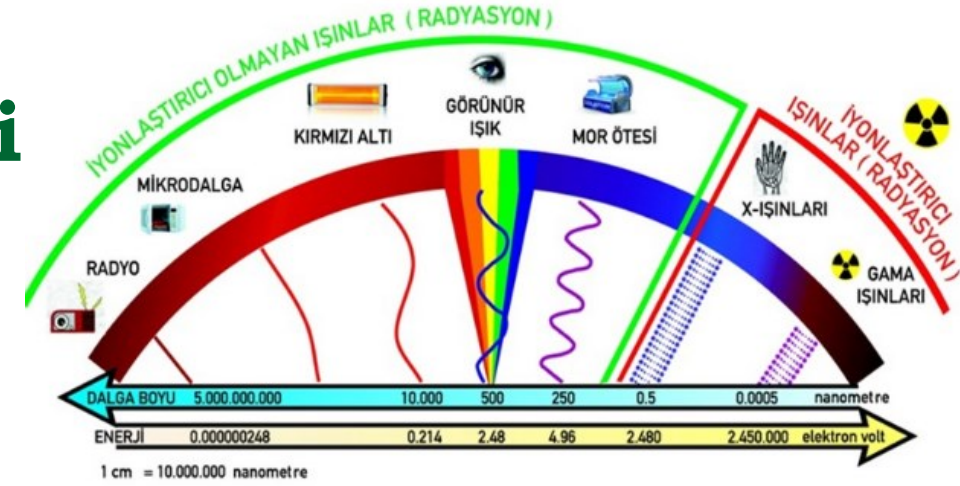


# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

### ■ İyonize edici radyasyon ve doz kavramı

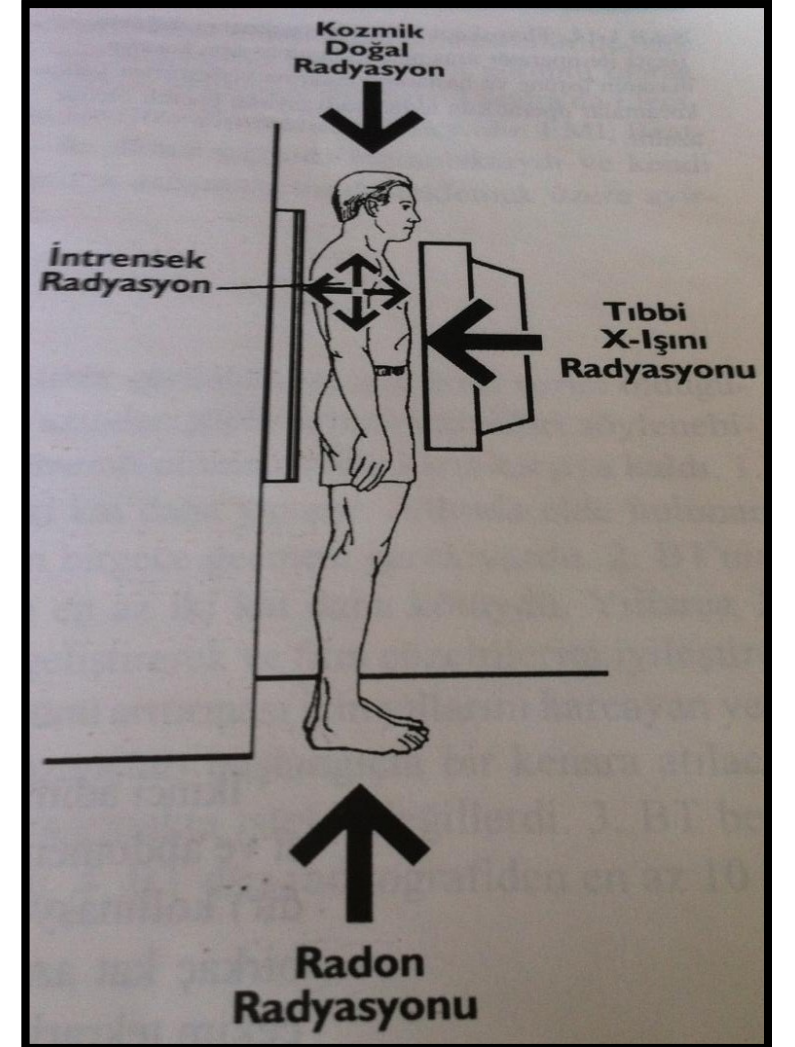
Radyasyon (ışıma) oluşturan çekirdeklere radyonüklit denir. Radyonüklit ışımaları parçacık ve elektromanyetik ışıması olarak ikiye ayrılır. Bütün çekirdek kaynaklı ışımlar doku tarafından absorblanabilir ve enerjileri dokuda iyonizasyona yol açarak (atomlardan elektron kopartırlar) hasar oluşturabilir. Bu tip iyonizasyona yol açan ışıma iyonize edici ışıma denir. Enerji iletiminde X-ışınları kullanılır. İyonize edici ışımanın temel kuantaları (yani temel birimleri olan parçacıklar ya da fotonlar moleküller arası bağları kırabilecek enerjiye sahiptirler. Kimyasal bağların (kovalan bağ) kopması sonucu dokuda protein yapısında bozulmalar, DNA kırıkları ya da serbest radikaller oluşabilir. Hastalık tanısında kullanılan X-ışınları bu yüzden hastalığa da yol açabilir.



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

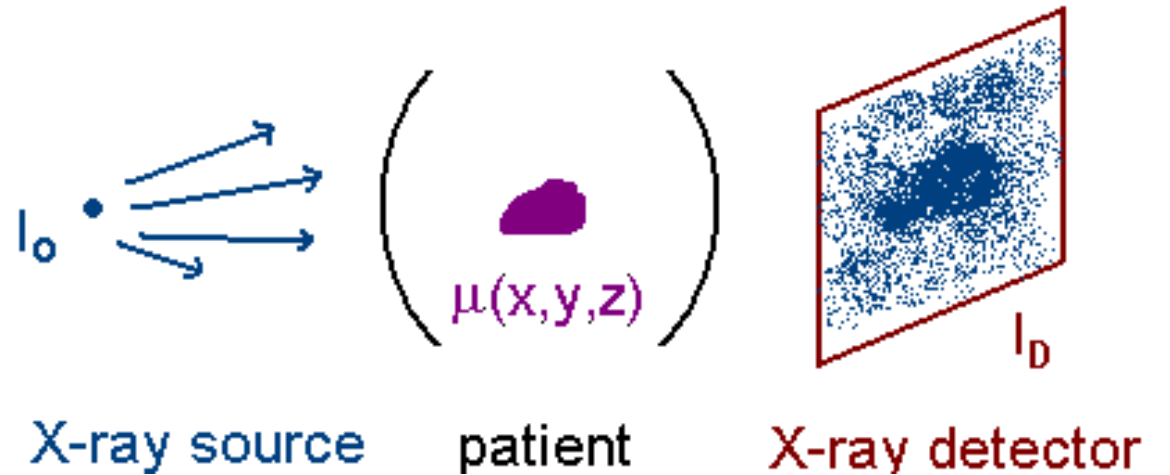
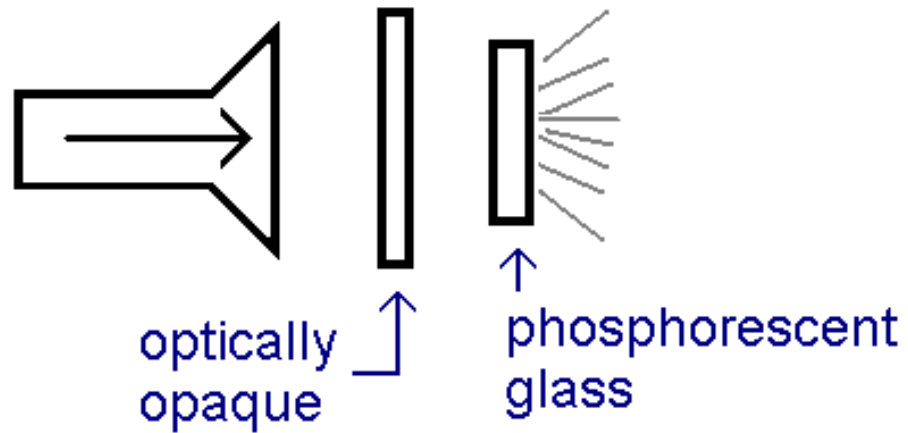
- Arkaplan Radyasyonu
  - Güneş ve diğer gök cisimlerinden yayılan kozmik radyasyon
  - Toprakta ve inşaat malzemelerinde bulunan radyoizotoplar (radon radyasyonu)
  - İnsan vücudunda bulunan intrensek (bir şeyin içinde tabiatında var olan, kendisindeki) izotoplar
- Hastanın maruz kaldığı radyasyonu mümkün olduğunca en aza indirmek için
  - İncelemede hastanın aldığı dozu sınırlamak
  - Çekim tekrarlarını azaltmak
  - İncelemeyi gerçekleştirmede zamanı kısıtlamak
  - Sağlık personelinin de radyasyona maruz kalmasını önlemek (mesafe, kurşun koruma vs)



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

### ■ Röntgen yapısı



$$\mu(x, y, z) = f(\text{electron density, } Z)$$

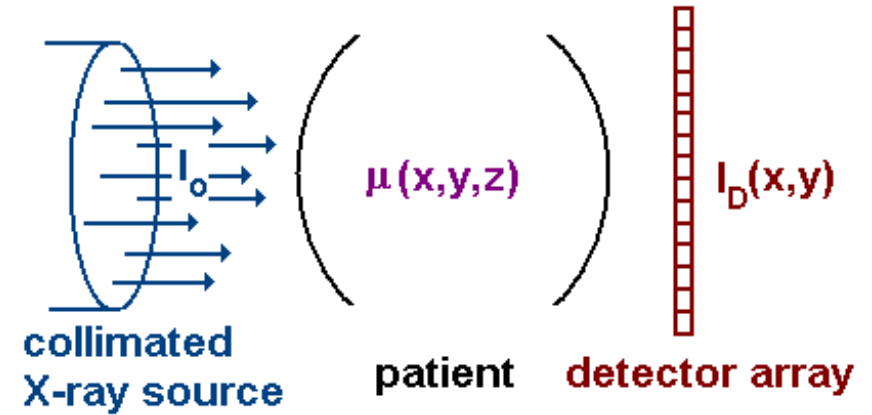
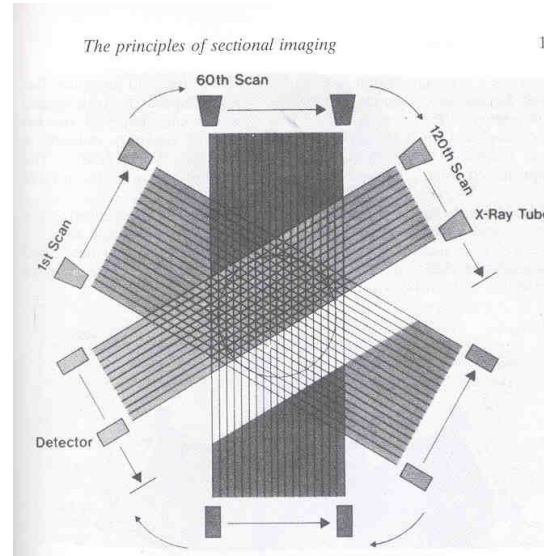
Zayıflama miktarı

$$I_d = I_0 e^{-\int \mu(x,y,z) dl}$$

# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- Computerized Tomography (CT): Radyolojide yeni bir çığır açmış kesitsel görüntüleme yöntemidir. Temeli Röntgen aygıtına dayanmaktadır.
- Bir cismin değişik açılardan çok sayıda iki boyutlu X ışını görüntüleri alınarak o cismin iç yapısının üç boyutlu görüntüsü elde edilmeye çalışılır.

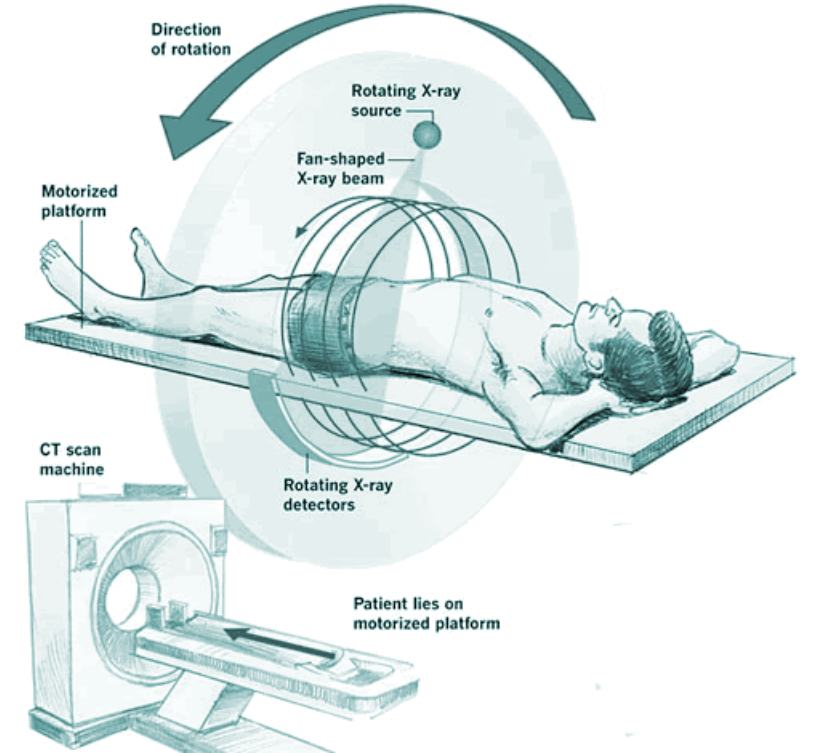




# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- Computerized Tomography (CT): 16, 64, 128 kesitli bilgisayarlı tomografi (BT) cihazı ile 5-20 saniye gibi çok kısa sürelerde tüm vücut bölgeleri 3 planda ve 3 boyutlu olarak değerlendirilebilmektedir.
- Dokular milimetrik hassasiyetle incelenebilir.
- Özellikle akciğer, kalp ve koroner damarların değerlendirilmesinde çok önemli yer tutar.



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

### ■ Computerized Tomography (CT):

Avantajları:

3-boyutlu veri.

Yüksek çözünürlük.

Çok iyi anatomik bilgi.

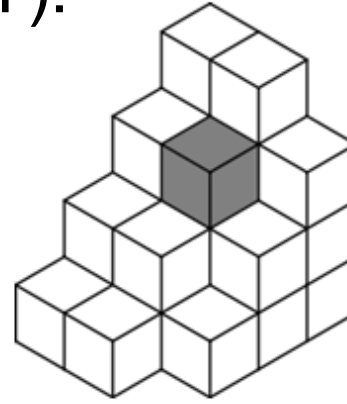
MRI / PET göre hızlı tarama.

Dezavantajları:

İyonizan radyasyon.

Yumuşak dokular iyi ayırt edilemez.

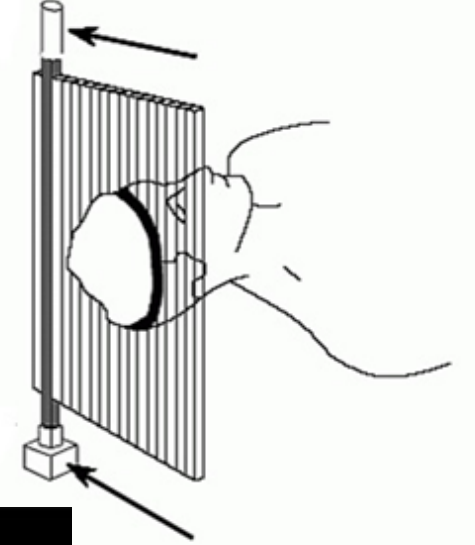
Fonksiyonel bilgi içermez.



Küp (voksel)

Detektör

X-ışını  
kaynağı



# Biyomedikal Mühendisliği

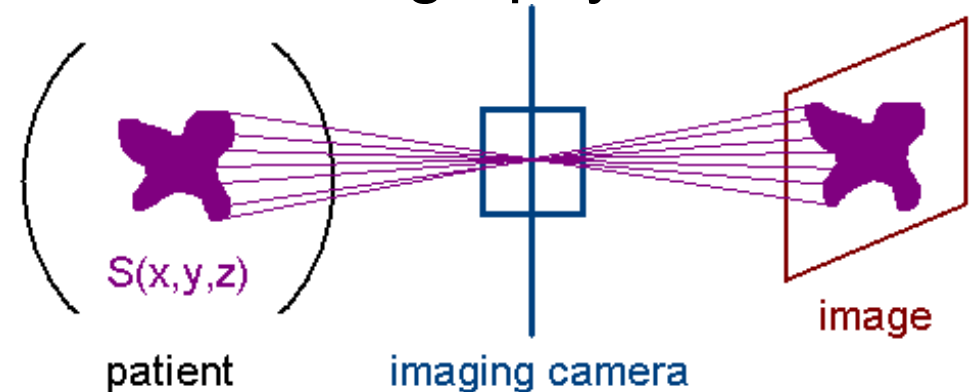
## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- *Nükleer Tıp*: Tıbbi olarak faydalı radyoaktif izotopların keşfi ile gelişti.
- Radyoaktif izleyici, ilgili organ tarafından seçici olarak alınır.
- Kaynak vücudun içindedir!
- Bu görüntüleme sistemi, anatomiden çok işlevi (fizyolojiyi) ölçer.

Tomografik sistemler:

**SPECT**: **S**ingle **P**hoton **E**mission **C**omputerized **T**omography

**PET**: **P**ositron **E**mission **T**omography



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

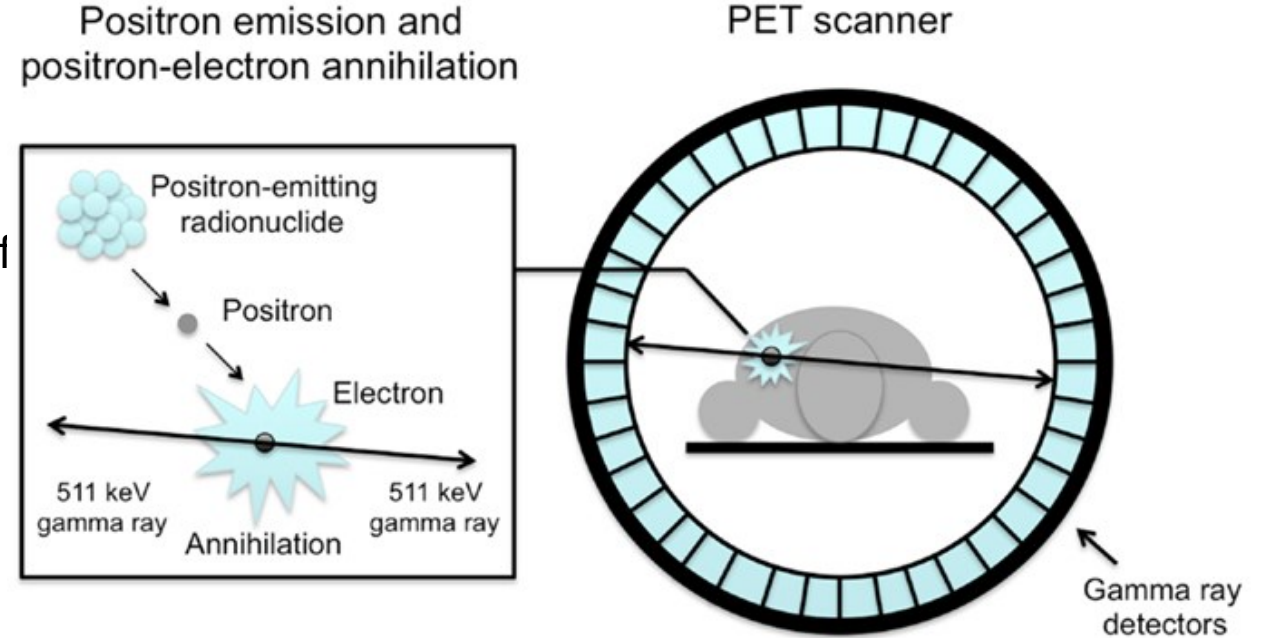
- **Radyoaktif izleyici**, ilgili organ tarafından seçici olarak alınır.
- Radyoaktif izleyiciler İzleyici molekülü kararsız yani radyoaktif bir atom türüdür (radyonüklit). Nükleer tıp, izleyici molekülünden radyoaktif bozulma sonucu yayılan ışınlar saptayarak görüntüleme yapılmasıdır. Dokular kimyasal maddeleri seçerek alırken aldıkları elementin izotoplarını genellikle birbirinden ayırt edemezler. Örnek olarak iyot-123 tiroid bezinin görüntülenmesinde kullanılır. Tiroid bezi iyot ile radyoaktif iyot-123 arasında seçim yapamaz. Eğer normal iyottan fazla miktarda verilirse yarışmalı olarak tiroid bezinde radyoaktif iyot depolanabilir. Nükleer tıpta kullanılacak radyonüklidlerin yarı ömürleri dikkatli seçilmelidir. Yarı ömür uzun olursa maruziyet çok olur. Kısa olursa taşıma sorunları ortaya çıkar. Radyonüklitlerin yaydığı ışınlar bu izotopların doku içindeki uzaysal dağılımları hakkında bilgi verir. Bu yüzden görüntülemede alfa (helyum) ya da gama ışıması tercih meselesidir. Örneğin, Beta ışıması yapan radyonüklitler de fazla saçılma yaptığı ve keskin görüntü oluşturmadığı için tercih edilmez.



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- **PET:** Temelde radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyon yardımıyla vücudu görüntülemeyi amaçlayan nükleer tıp cihazının adıdır. Bu radyoaktif maddeler Karbon-11 veya Oksijen-15 gibi bozunma zamanı son derece kısa olan maddelerdir. Radyoaktif maddenin yaydığı pozitron ve dokudaki elektron çarpışarak annihilasyon oluşturur ve bu sırada gama ışını ortaya çıkar.
- Masa üzerindeki hastanın etrafında gama ışınlarını saptayan dairesel bir dedektör dizini bulunur. Üzerinde her biri bir foton çoğaltıcı tüpe (PMT) bağlı yansıtıcı kristaller bulunan dedektör, hasta etrafında kademeli olarak döner. Kristaller hastadan yayılan gama ışınlarını fotonlara dönüştürür. PMT ise algıladığı bu fotonları yükselterek elektrik sinyallerine dönüştürür. Bu elektrik sinyalleri de bir bilgisayar tarafından işlenerek görüntü elde edilir. Daha sonra masa hareket ettirilerek bu süreç tekrarlanır.

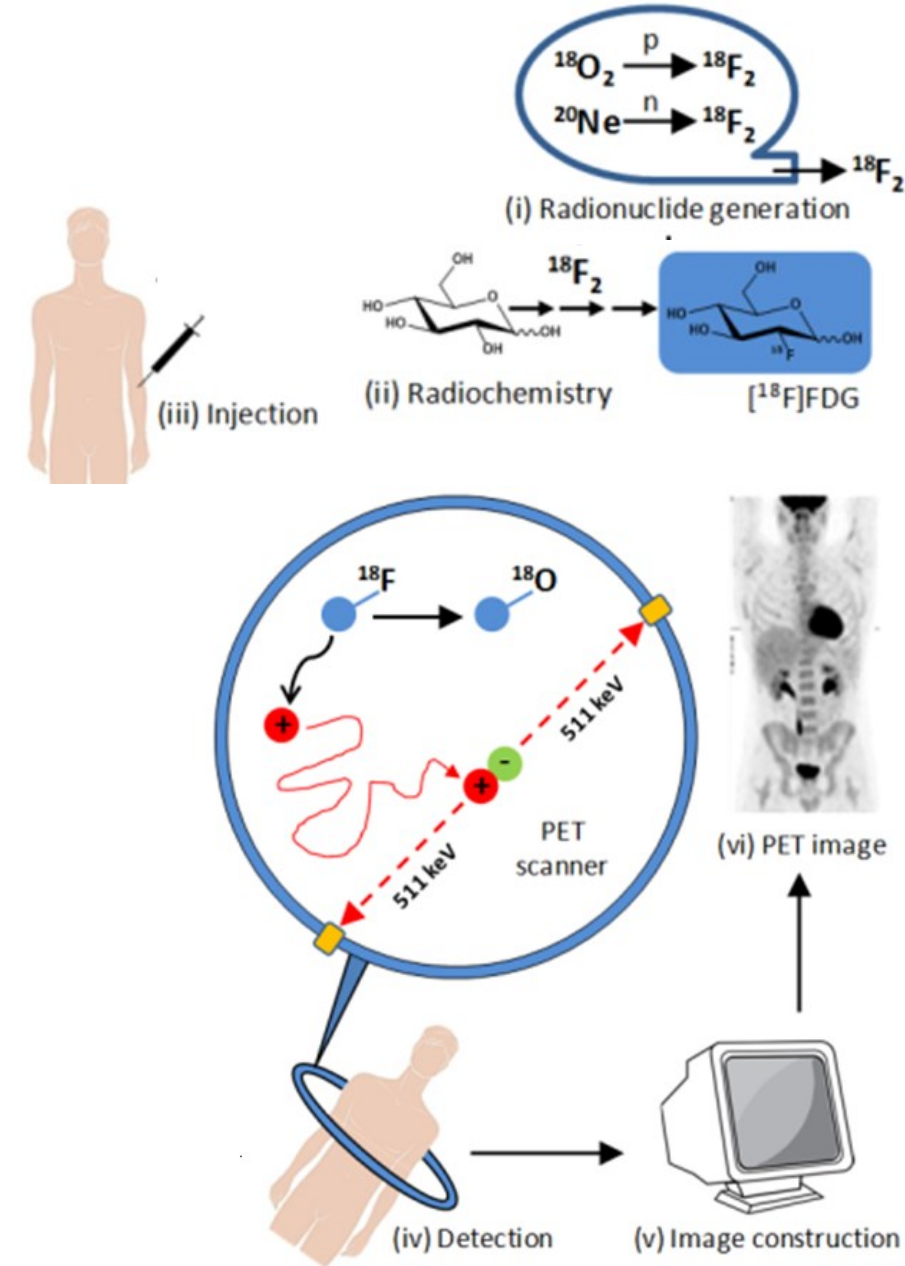


# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

### ■ PET AVANTAJLARI

- Doku kesitler halinde görüntülenebilir. Bu da organın neredeyse tamamının radyoizotop etkisi altındaki davranışının görüntülenmesine imkan verir.
- Radyoaktif olarak tanımlanan molekül tipine bağlı olarak kan akışı yada diğer biyokimyasal fonksiyonların görüntülenmesi sağlanabilir.
- Vücudun dar bir bölgesini görüntülediği için görüntü rezolüsyonu oldukça yüksektir.



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- Manyetik Resonans Görüntüleme (MRI)
- Avantajları:
  - 3B veri – Temelde su molekülündeki H atomunu yönlendirme.
  - Yumuşak dokular için çok iyi görüntüleme (su).
  - İyonizan radyasyon yok.
- Dezavantajları:
  - Pahalı.
  - Yavaş tarama.
  - Yüksek manyetik alan – metal implant dikkat. (Bir otomobili havaya kaldırabilir)

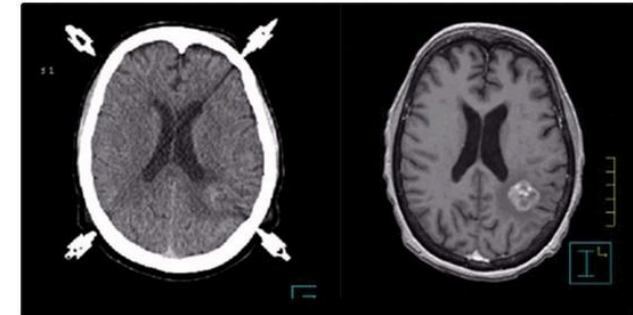
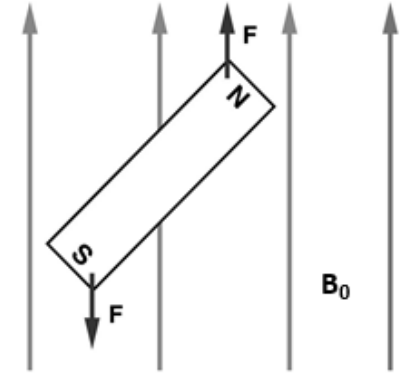
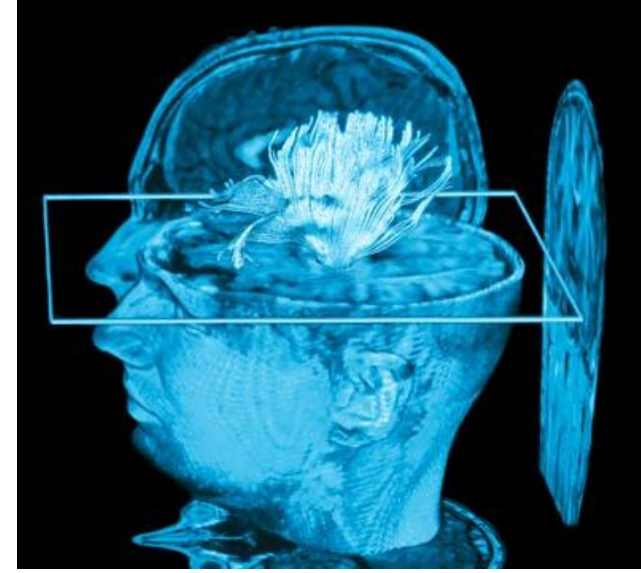
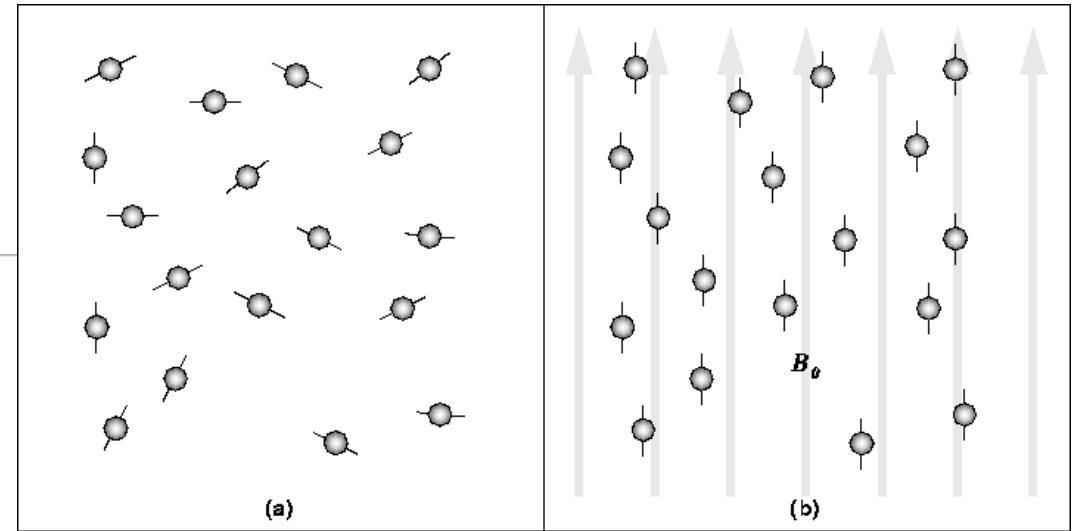
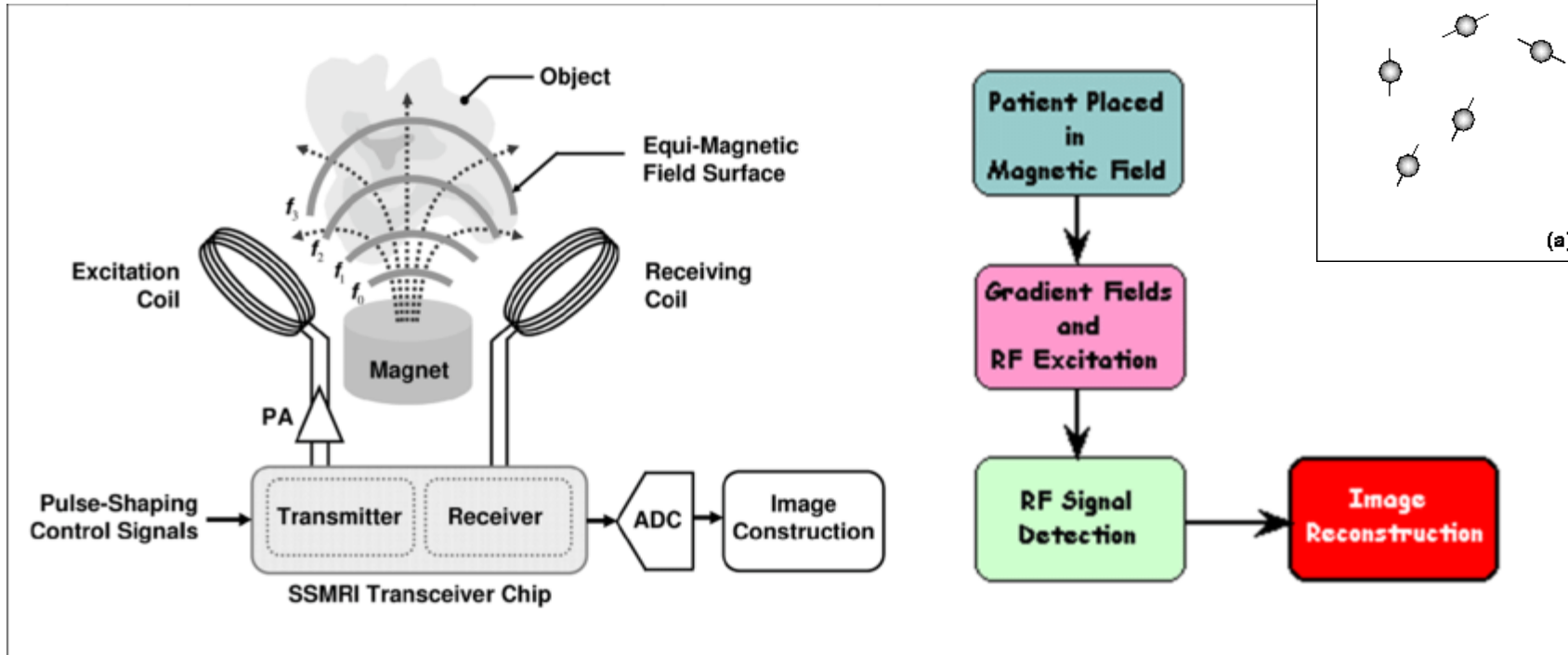


Figure 2: CT (left) co-registered with a T1-3D-SPGR MRI image set (right). The difference in tumor visualization can be clearly appreciated.

# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

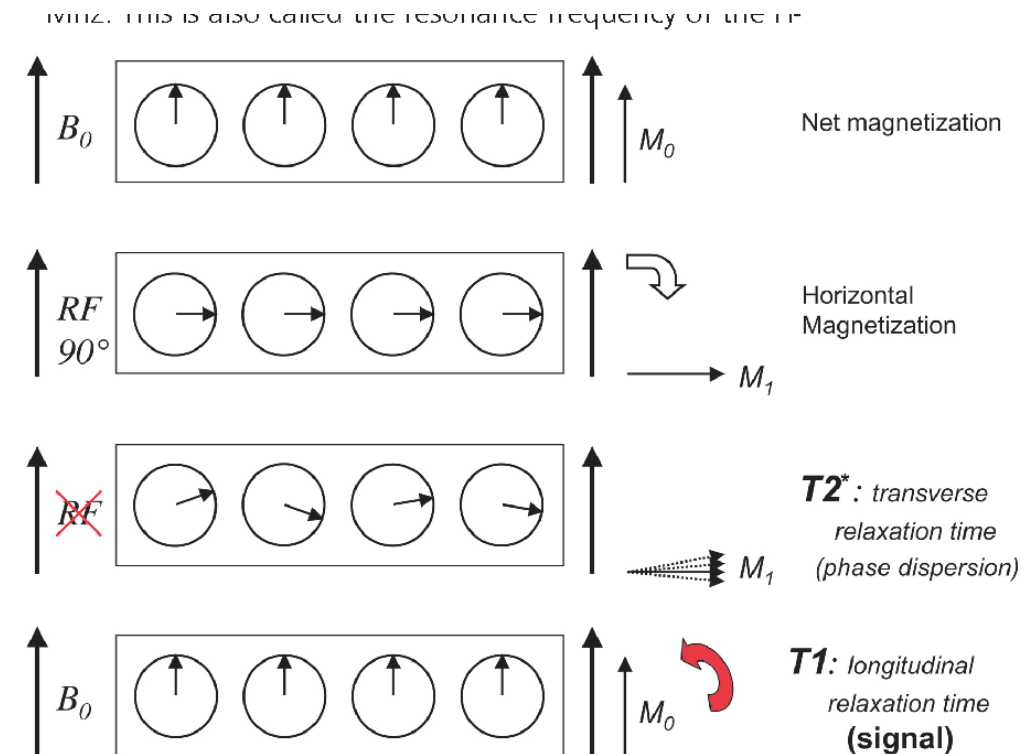
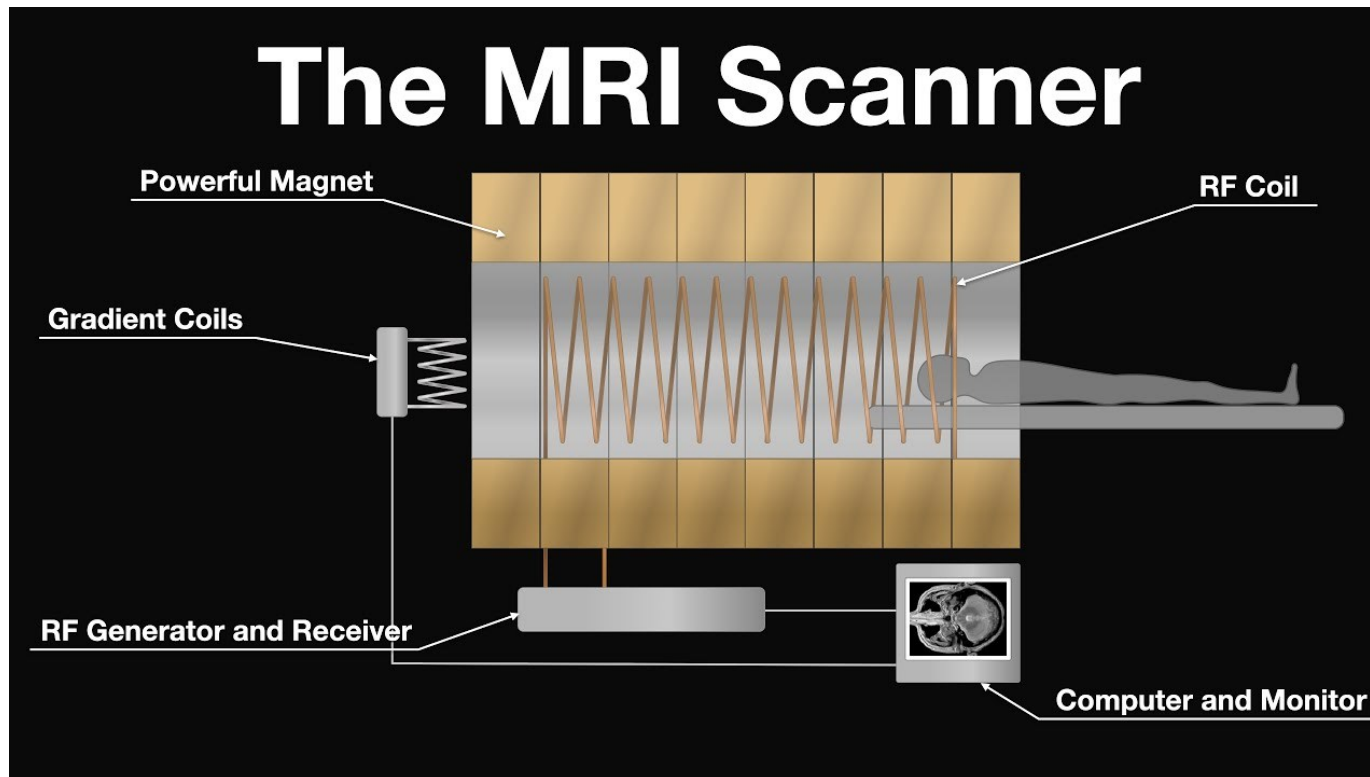
### ■ Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI)



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

### ■ Manyetik Resonans Görüntüleme (MRI)





# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- Ultrason: Ses dalgasına dayalı görüntülemedir.
- Temel prensibi ultrason cihazından gönderilen dalgaların ortam yoğunluğu farkına bağlı olarak geri yansması ve yansıyan dalgaların amplitüdlerinin ölçülmesidir. Ortalama hız değişmediğinden gönderilen ve yansıyan dalganın arasındaki zaman farkı mesafe bilgisini (derinlik) taşımaktadır.
- Avantajları:
  - Gerçek zamanlı görüntüleme.
  - Taşınabilir.
  - Çok düşük maliyet.
  - İyonizan radyasyon içermez.
- Dezavantajları:
  - Görüntüleme alanı kısıtlı.
  - Daha düşük çözünürlük.
  - Doku farkından dolayı parametre ayarlaması iyi yapılmalı.



# Biyomedikal Mühendisliği

## Medikal Görüntüleme Sistemleri

- Ultrason:Ses dalgasına dayalı görüntü

