

Bölüm 5

Tıbbi Görüntüleme Yöntemlerinin Temel İlkeleri

Prof. Dr. Bahadır BOYACIOĞLU

İÇİNDEKİLER

- ▶ X-ışınları Görüntüleme Teknikleri
- ▶ Bilgisayarlı Tomografi (BT)
- ▶ Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI)
- ▶ Nükleer Tıp Görüntüleme
- ▶ Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)
- ▶ Ultrasonik Görüntüleme (US)

X-ışınları Görüntüleme Teknikleri

X-ışınları nedir?

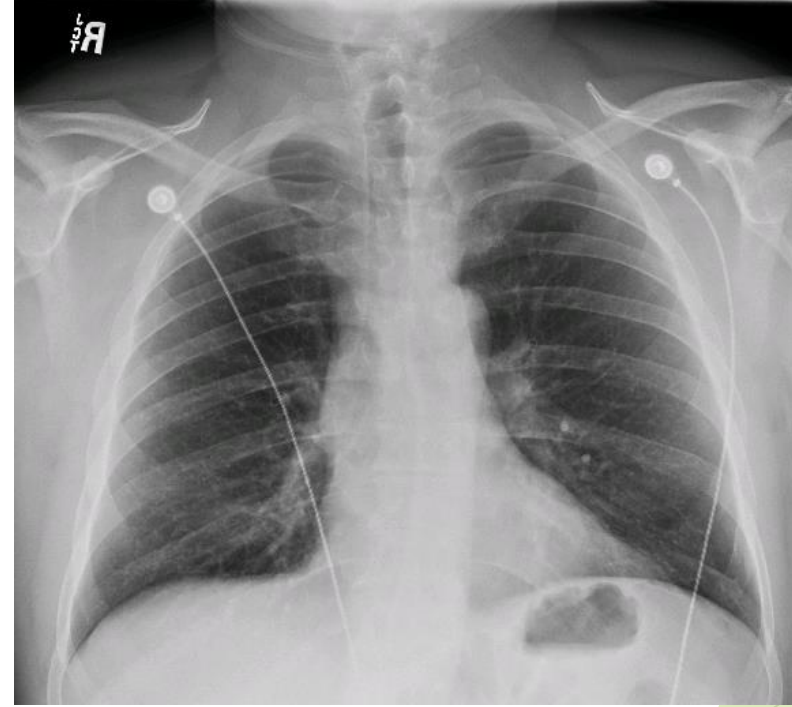
- Kütleleri yok
- Yük yok
- Enerji

Teşhisiniz nedir?



X-ışınları Görüntüleme Teknikleri

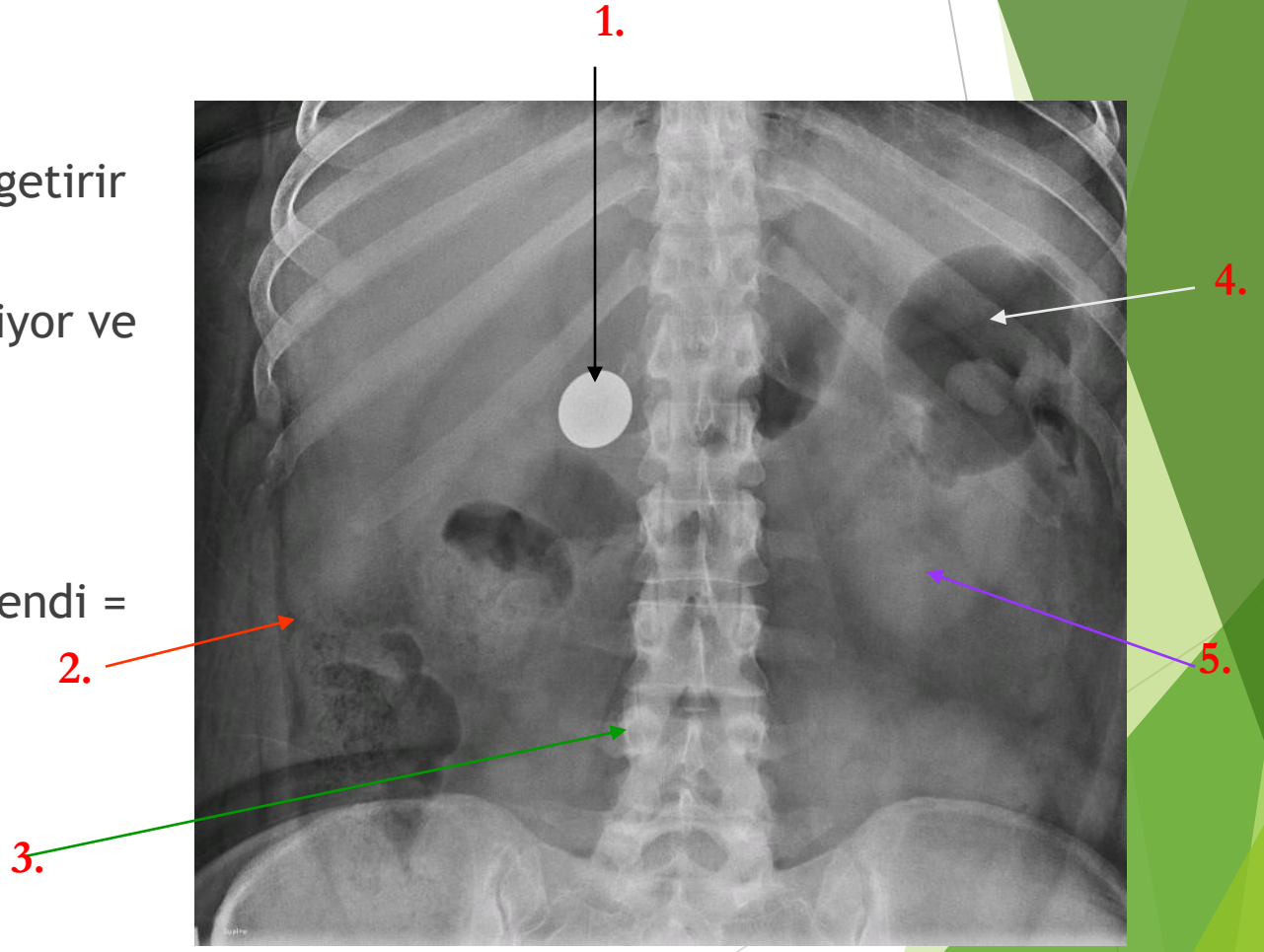
- ▶ X-ışınları şunları yapabilir:
 - ▶ Vücudun içinden geçer
 - ▶ Sapmış veya saçılmış olur
 - ▶ Emilirler
- ▶ Doku içinden Geçen X-ışınları
 - ▶ X-ışını enerjisine ve dokunun atom numarasına bağlı
 - ▶ Daha yüksek enerji x-ışını - geçmek olasılığı daha yüksek
 - ▶ Daha yüksek atom numarası - x-ışını absorbe olma olasılığı daha yüksek



Bu görüntüde vücudun neresinden en fazla x-ışınları geçti?

Vücuttan geçen x-ışınları nasıl bir görüntü oluşturur?

- ▶ Vücuttan geçen X-ışınları filmi koyu hale getirir (siyah)
- ▶ Tamamen bloke olan x-ışınları filme erişmiyor ve filmi açık (beyaz) hale getiriyor.
- ▶ Hava = düşük atomik # = x-ışınları geçer = görüntü karanlık
- ▶ Metal = yüksek atomik # = x-ışınları engellendi = görüntü hafif (beyaz)

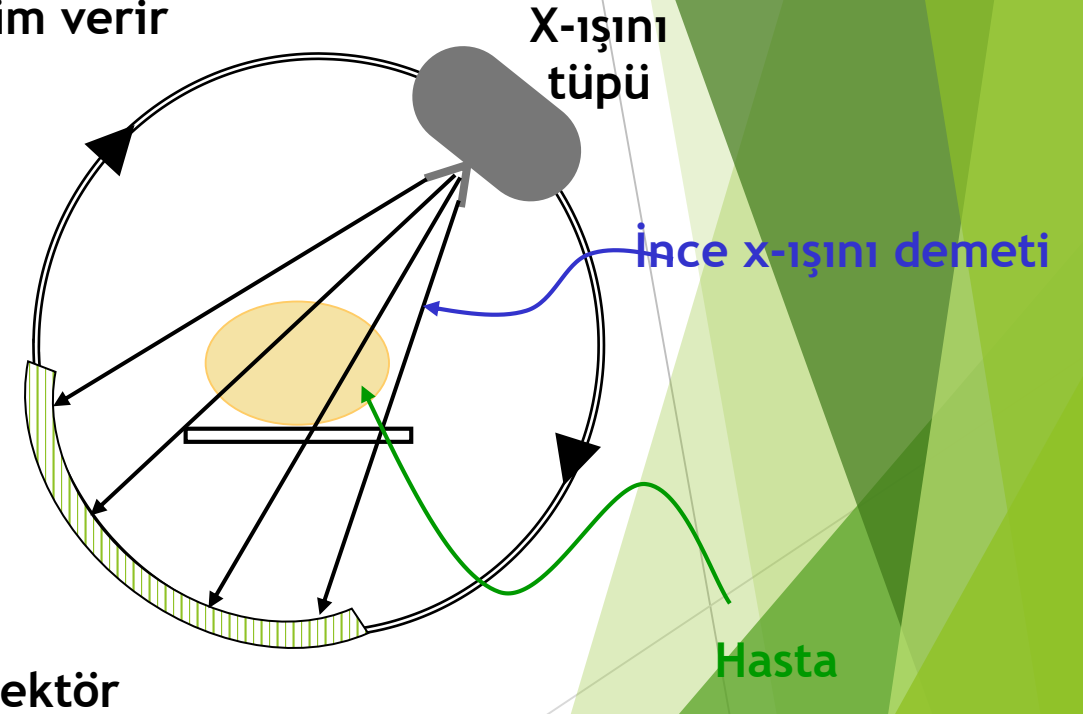


▶ Hava ve Metal Hangisidir?

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

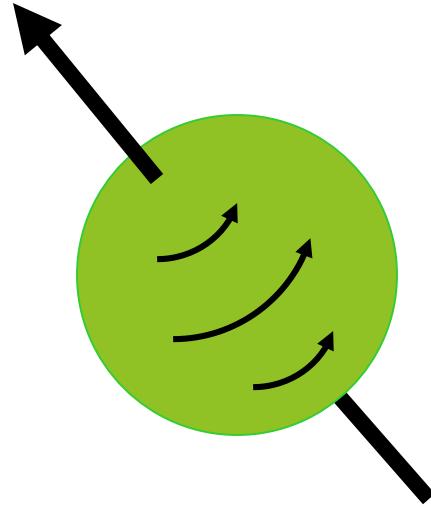
- Konvansiyonel röntgen, 3 Boyutlu yapıların 2 Boyutlu görüntülere indirgemesiyle olumsuz etkiliyor.
- BT, daha düşük boyutsal çözünürlüğe sahip olmasına rağmen, mükemmel bir anatomik görüntü üretir: 'KESİT'.
- BT, aşırı derecede iyi düşük kontrast çözünürlüğü sağlamak için yüksek radyasyon dozu kullanır (2mm'lik nesnenin konvansiyonel çözünürlüğünün ~ 10 katı).
- Doku tipindeki küçük değişikliklerin saptanmasını sağlar.

Döndürme çoklu
izdüşüm verir



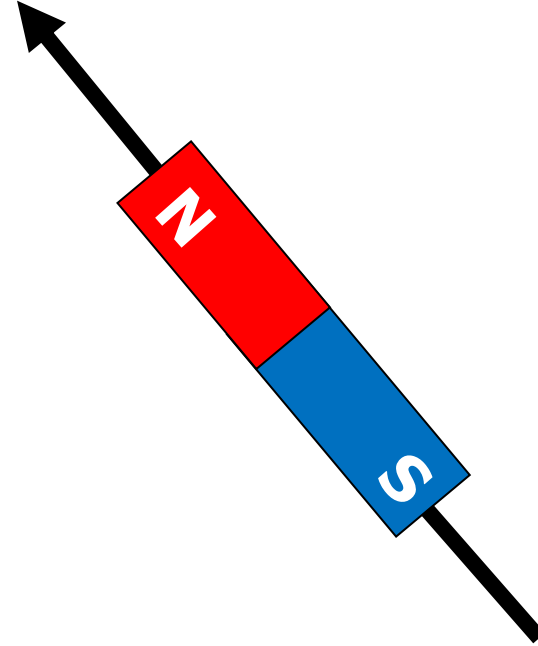
Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

Nükleer Magnetik Moment



**Çekirdeğin Spini
(proton)**

Magnetik Moment

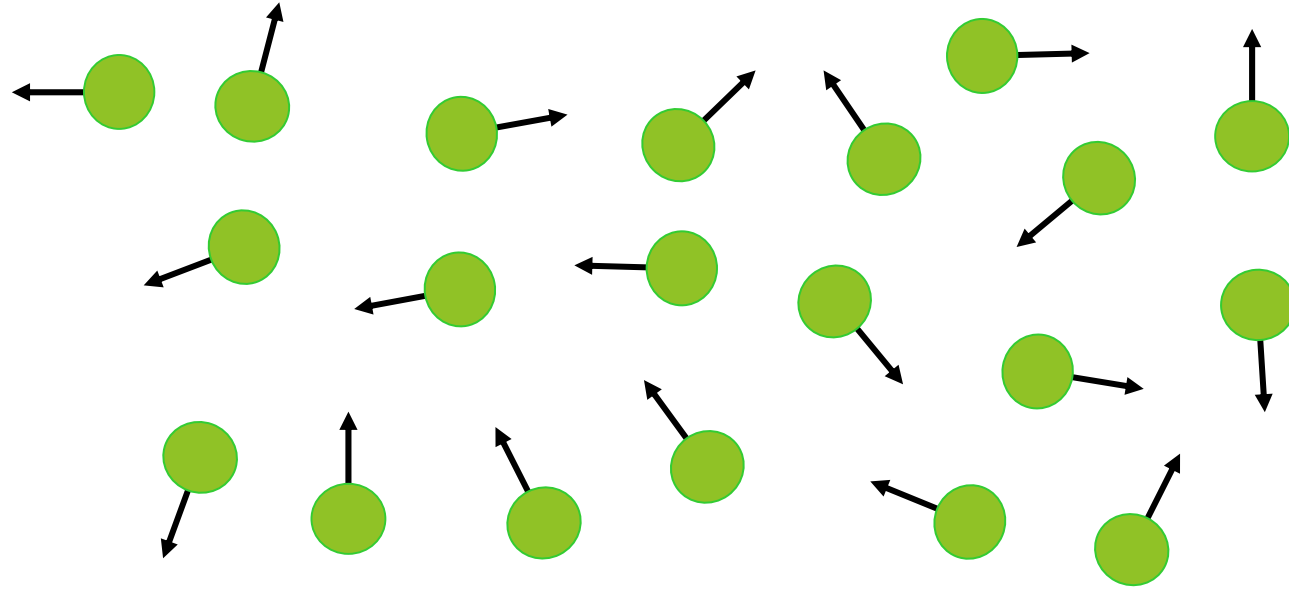


Çubuk magnet

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

Sıfır Dış Magnetik Alanda;

B=0

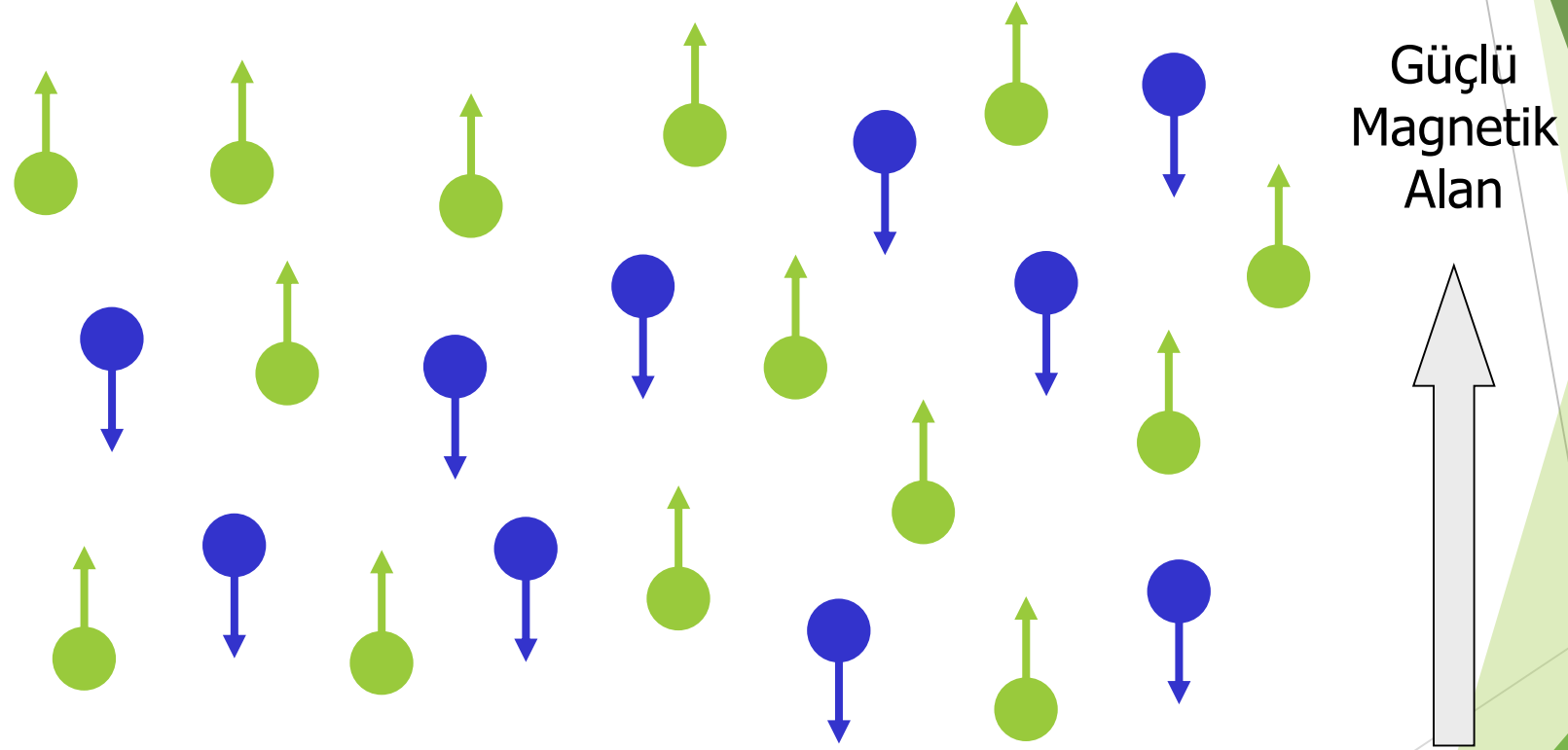


Rastgele proton yönelimi

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

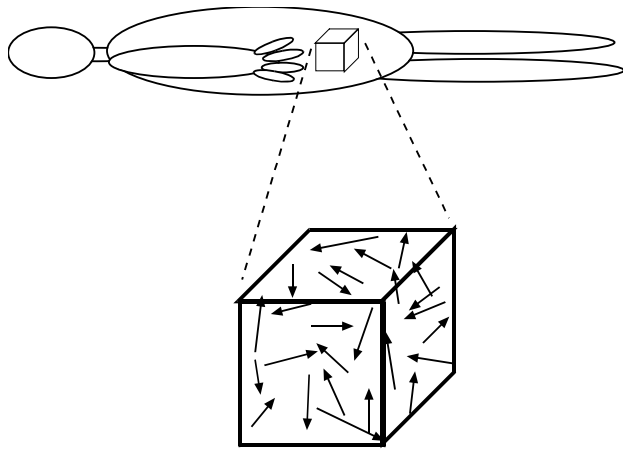
Güçlü Magnetik Alanda

$B \neq 0$

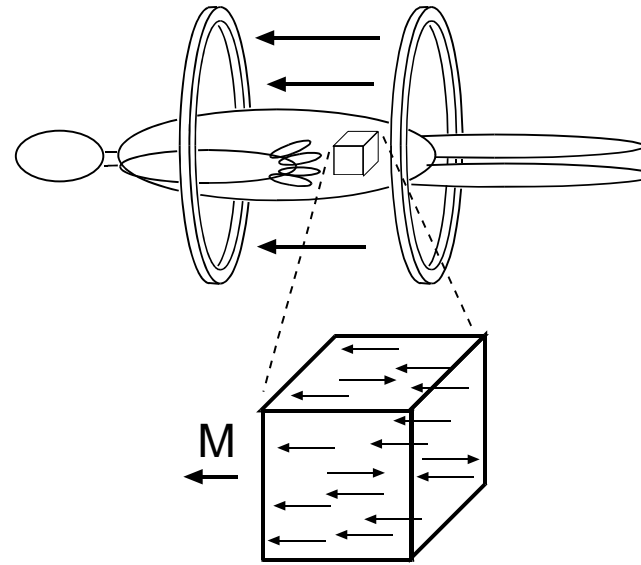


Bazıları yukarı yönde bazıları aşağı yönde yönelmişlerdir. Ancak Çoğu yukarı yönde.
1 million proton \sim 500,002 Yukarı – 499,998 Aşağı.

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)



$B=0$



$B \neq 0$

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)



Larmor Frekansı

'Salınım' oranı,
güçlü manyetik alan kuvvetine bağlıdır

$$\mathbf{F} = \gamma \mathbf{B}$$

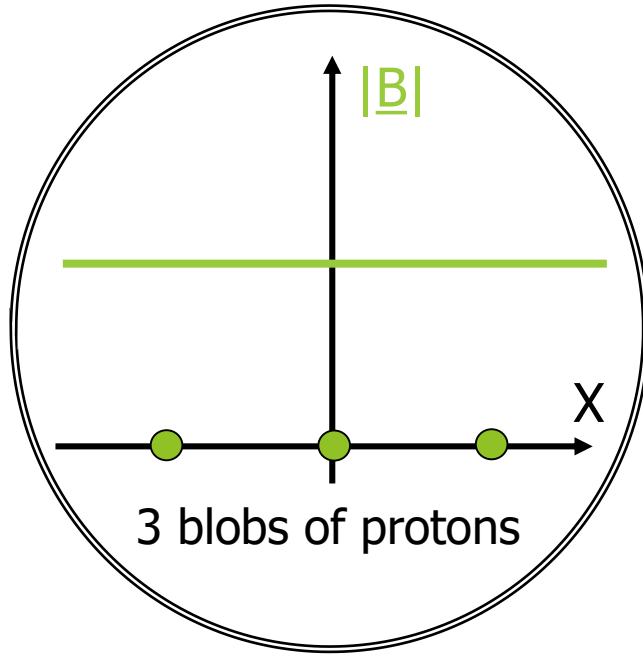
γ = jromagnetic oran
(protonlar için Tesla başına 42.57 MHz)

1 Tesla \approx 10,000 x Dünyanın Magnetik Alanı.

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

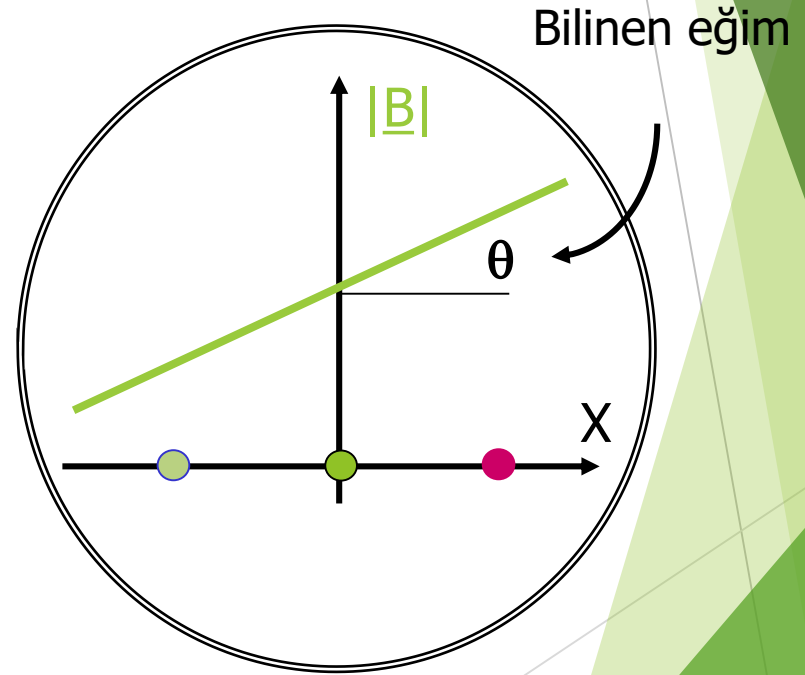
Uzaysal boyutların Frekans kodlaması

Gradyan yok



Üçü de aynı B'yi görür ve aynı oranda salınım

Gradyan var

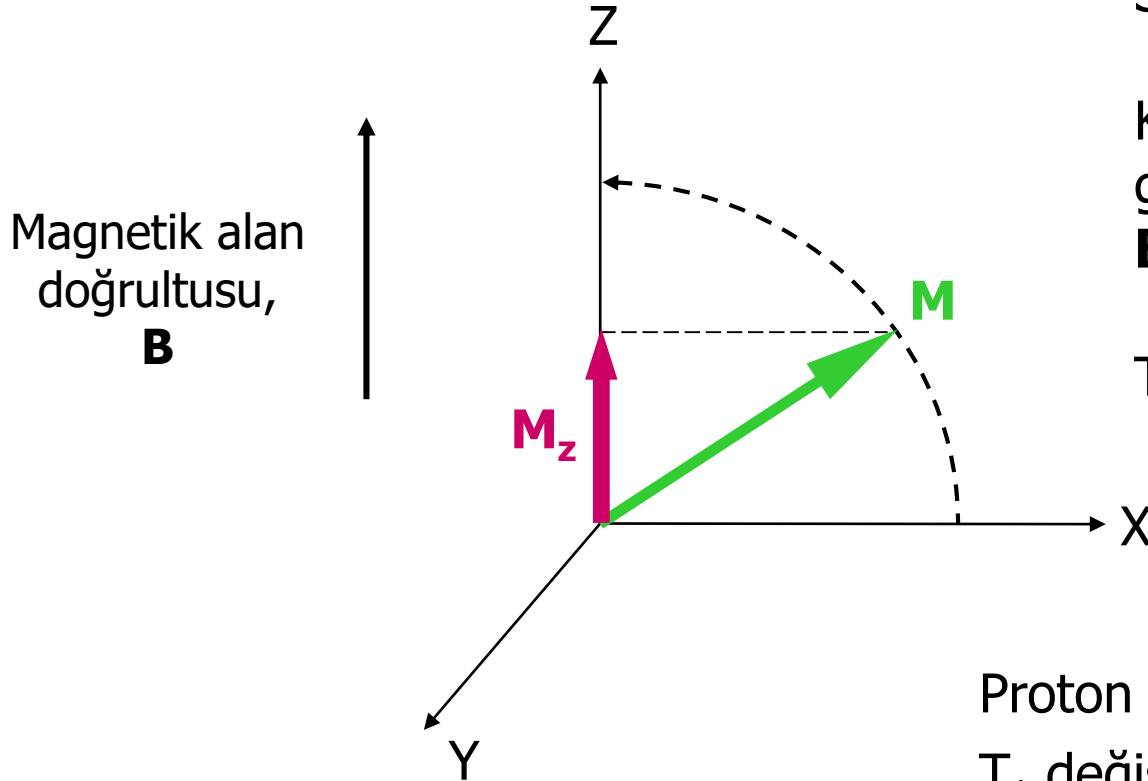


Herbiri farklı B'yi görür ve Üç farklı oranda salınım

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)



Nükleer Relaksasyon ve Görüntü Kontrastı



Spin-Örgü (T_1) Relaksasyon.

Kitle magnetizasyonunun (M)
geri getirilmesi.
 B ile yeniden hizalanır

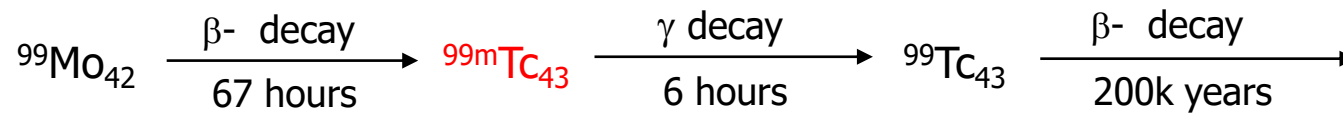
$T_1 \sim 1$ sn dokular için.

Proton yoğunluk değişimi $< 10\%$
 T_1 değişimleri $\sim 700\%$ olabilir

Nükleer Tıp Görüntüleme Teknikleri

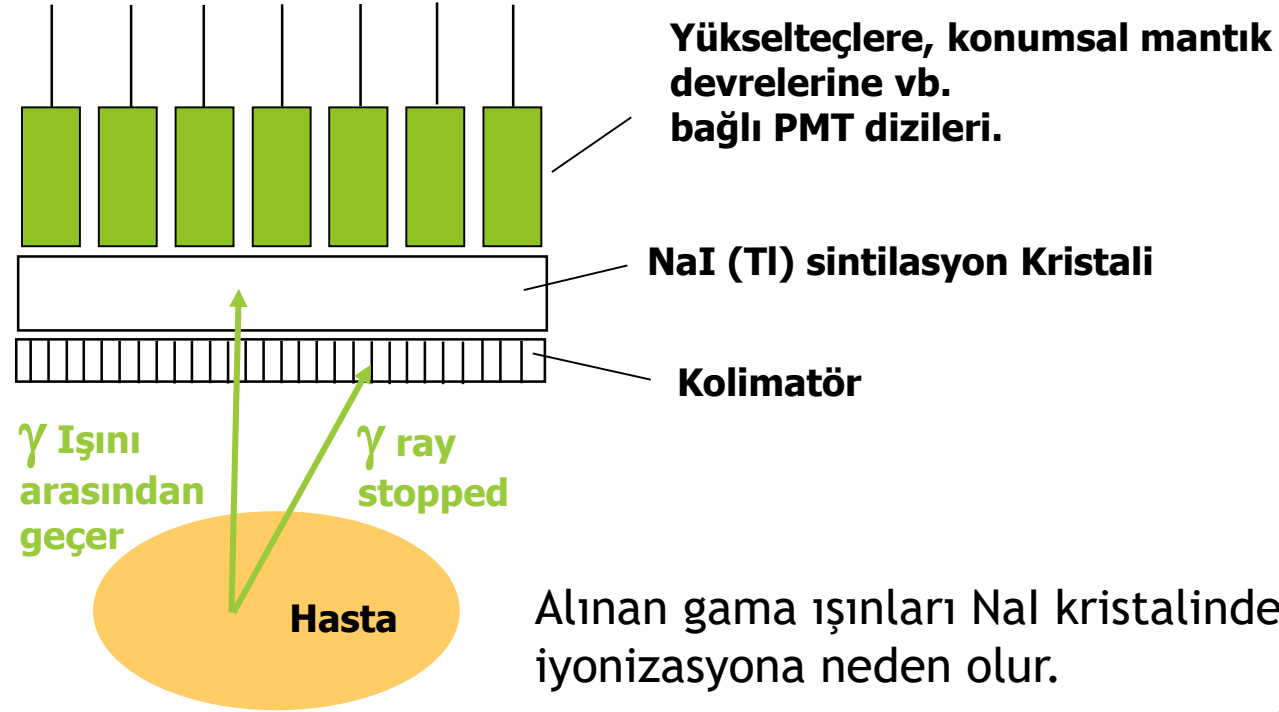
Radyoizotop Görüntüleme

- Hastaya uygulanan gamma (γ) yayan radyoizotop ve bir GAMMA KAMERA, hastadan çıkan radyasyonun mekansal dağılımını tespit eder.
- Technetium-99m (^{99m}Tc) ile yapılan rutin taramaların % 90'ından fazlası; Dinamik modda böbrek fonksiyonu - FONKSİYONEL görüntüleme.
- ^{99m}Tc neredeyse tamamen monoenergetik γ -ışınları 140keV da $T_{1/2} = 6$ saatte yayar



Nükleer Tıp Görüntüleme Teknikleri

Gamma Kamera

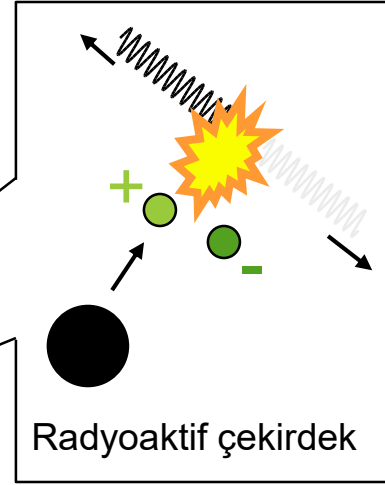
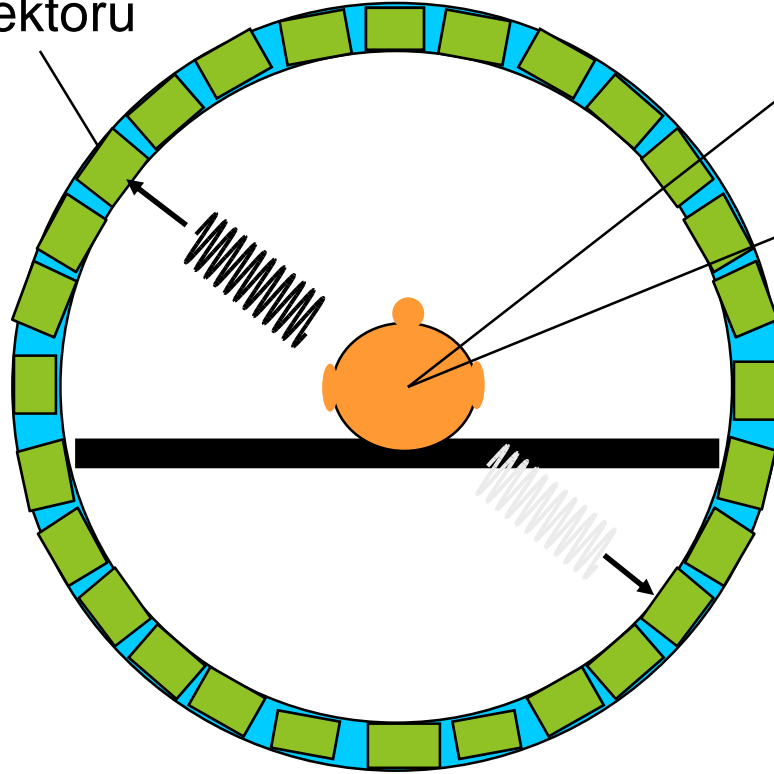


Alınan gama ışınları NaI kristalinde fotoelektrik iyonizasyona neden olur.

Bu olaydan ikincil elektron SİNTİLASYON yoluyla görünür fotonlar üretir.

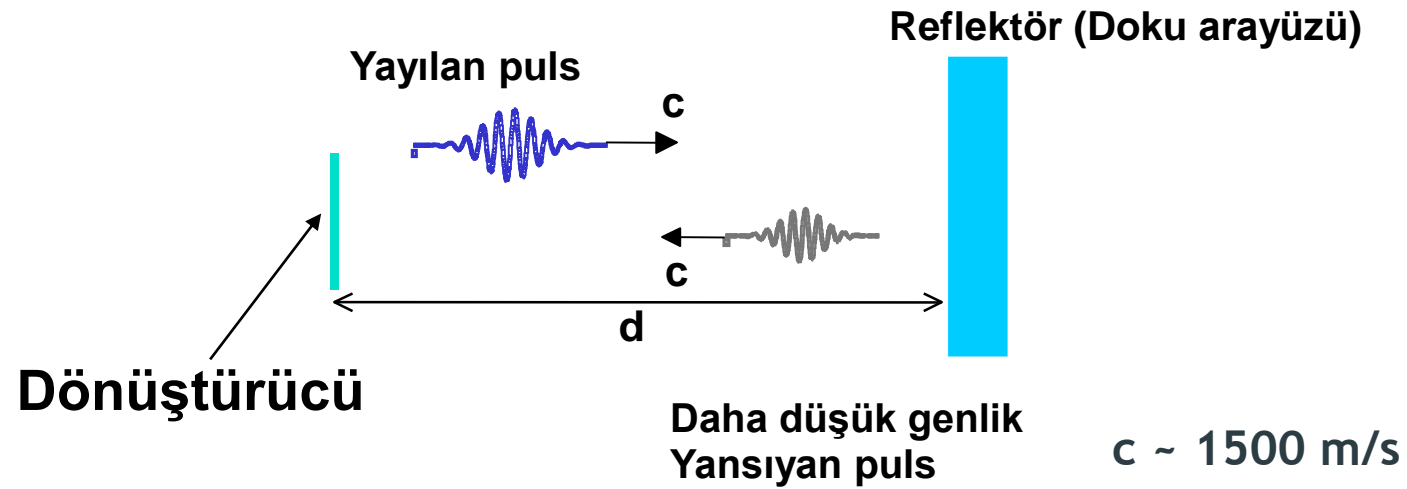
Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)

γ -ışın
detektörü



- Radyoaktif izotop hastaya enjekte edildiğinde bozunmaya başlar ve β^+ -parçacıkları yayar.
- Kısa bir mesafe içinde, β^+ -parçacığı bir elektrona çarpar ve ikisi de bir çift gama ışını üreterek yok olurlar.
- γ -ışınlarının nereden geldiğini tespit ederek ve yeniden oluşturarak radyo izotopunun yerini ve konsantrasyonunu ölçebiliriz.

Ultrasonik Görüntüleme



- Ultrason yansıma zamanları pozisyonu hesaplar.
- Pozisyon, $d=ct/2$ denklemi kullanılarak hesaplanır
- Toplanan yansıyan pulsun boyutu akustik empedansı ve parlaklığı verir.

Güvenlik

Yöntem

Radyasyon Tipi

Yorumlar

X-ışını görüntüleme

Radyoizotop Tarama



Ionising
Radiation

Etkileri uzun zamanda belli olur
Stokastik hasar.

Ultrasonik Görüntüleme

MRI



Non-ionising
Radiation

Daha az zararlı.

Avantajları veya Dezavantajları

| Görüntüleme Tekniği | Avantaj | Dezavantaj |
|----------------------------|--|--|
| X-ışını | Kemik yumuşak doku arayüzleri. Yüksek uzaysal çözünürlük. Hızlı ve ucuz. | Zayıf yumuşak doku kontrastı. Düzlemsel - BT haricinde. |
| Ultrason | İyi yumuşak doku kontrastı. Hızlı ve ucuz. | Temel olarak anatomik. Sadece 'makul' alansal çözünürlük. 'Düzlemsel'. |
| Nükleer Tıp | Anatomik değil işlevsel. 3 boyutlu olabilir. PET - çok hassas metabolik alet. | Anatomik değil işlevsel. Yetersiz uzaysal çözünürlük. PET çok pahalı. Uzun tarama süreleri. |
| MRI | Üstün yumuşak doku kontrastı. Fonksiyonel görüntüleme ve spektroskopiyeteneği. 3 (veya 4) boyutlu. | Sadece 'makul' alansal çözünürlük. Uzun tarama zamanları. |