

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU  
Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

---

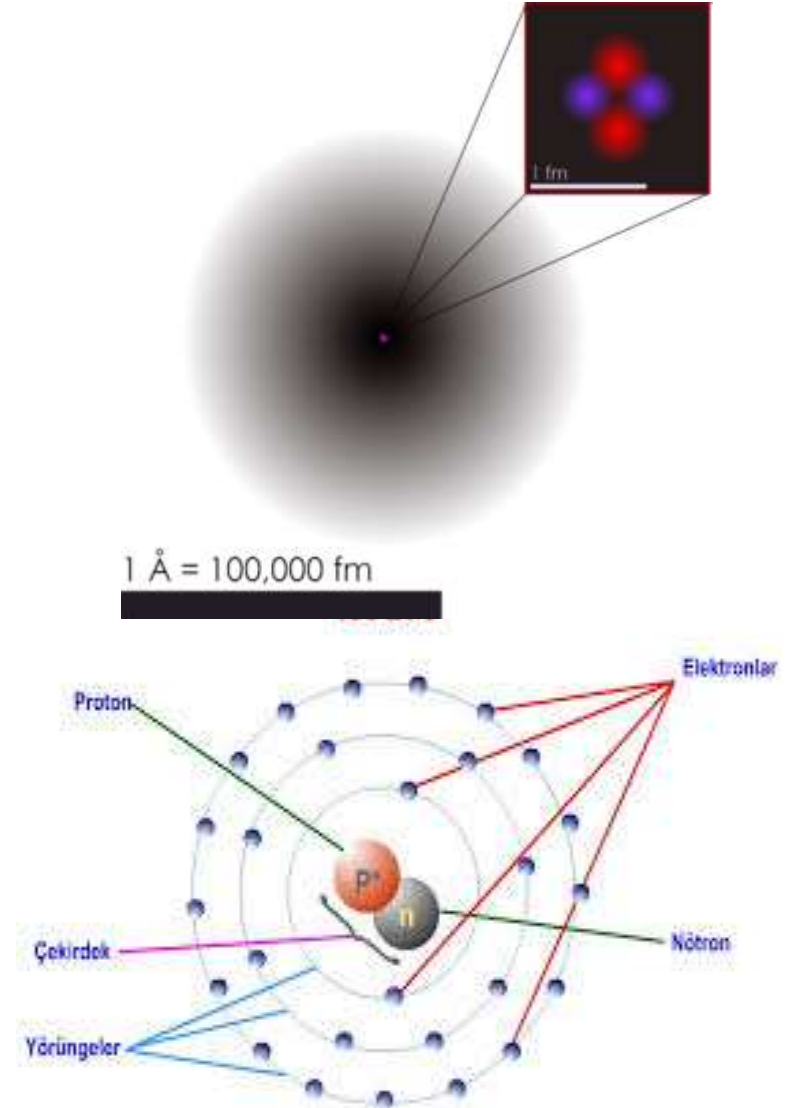
# RADYASYONLA İLGİLİ KAVRAMLAR

# İçerik

- Atom ve Yapısı
- Radyoaktivite
- Radyasyon
- Radyasyon Kaynakları
- Radyasyonun Madde ile Etkileşimi
- Radyasyon Dozu
- Radyasyon Birimleri
- Zırhlama

# Atom ve Yapısı

- Atom, maddenin en küçük ve temel yapı taşıdır.
- Bir atomda, çekirdeği saran negatif yüklü bir **elektron bulutu** vardır. Çekirdek ise pozitif yüklü **protonlar** ve yüksüz **nötronlardan** oluşur.
- Proton ve elektron sayıları eşit olduğunda atom elektriksel olarak yüksüzdür. ( $p = e$ )
- $p \neq e$  olduğunda parçacık iyon olarak adlandırılır.
- İyonlar kararsız yapıda bulunur ve ortamdaki başka iyon ve atomlarla etkileşime girerler.



# Atom ve Kütle Numaralarının Gösterimi

Kütle no = Proton + Nötron sayısı

Atom no = Proton sayısı



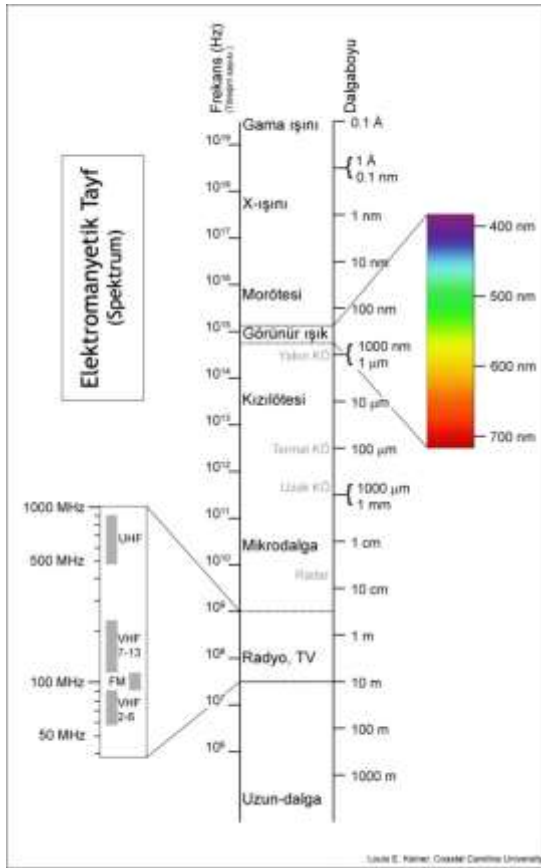
Elektron sayısı = Proton sayısı

Nötr atom için

# TANIMLAR-Radyasyon

- Radyasyon, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçiminde enerji yayılımı ya da aktarımıdır.
- Radyasyon çeşitleri:
  - **İyonlaştırıcı:** Atomlardan elektron sökebilen
    - Parçacık (alfa, beta, nötron)
    - Foton (gama ve X-ışınları)
  - **İyonlaştırıcı olmayan:** Atomlardan elektron sökemez
    - infrared, görünür, mikrodalga, radyo dalgası

# Elektromagnetik spektrum



## ELEKTROMAGNETİK SPEKTRUM



# İzotop (1)

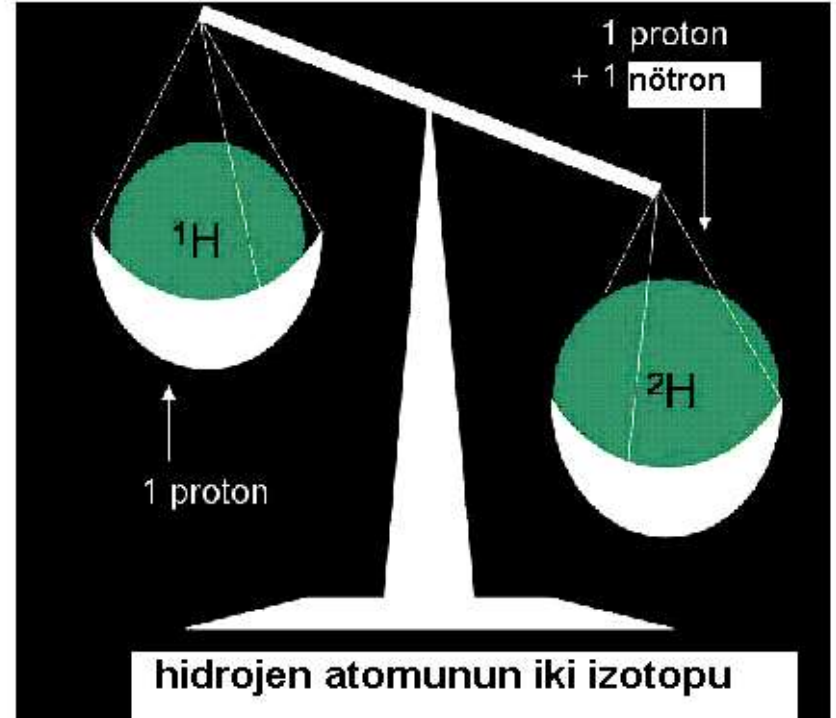
- Proton sayıları aynı, ancak nötron sayıları farklı olan atom çekirdeklerine **izotop** denir.
- İzotopların bazıları kararsız yapıdadır, bunlara **radyoizotop** denir.

# İzotop (2)

## Örnek:

Hidrojenin 3 izotopu vardır.

- ❖ Hidrojen:  ${}^1_1\text{H}$
- ❖ Döteryum:  ${}^2_1\text{H}$
- ❖ Tritiyum:  ${}^3_1\text{H}$

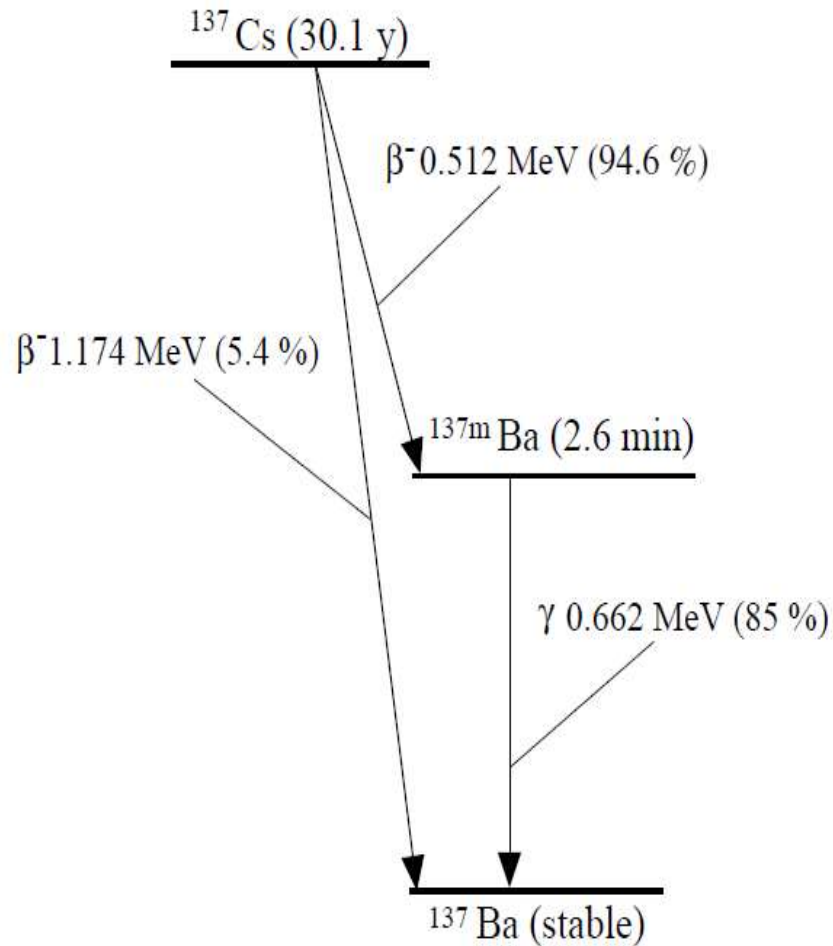




# Radyoaktivite

- Kararsız atom çekirdeklerini kararlı hale gelmek için kendiliğinden parçacık veya elektromanyetik radyasyon yaymasına **radyoaktif bozunum (parçalanma)** denir.
- Doğada mevcut elementlerin atomlarının bir kısmı kararlı diğer bir kısmı ise kararsız çekirdeklere sahiptirler.
- Genellikle daha ağır çekirdekler sahip oldukları fazla enerjiden dolayı kararsızdır.

# Örnek Bozunma Şeması

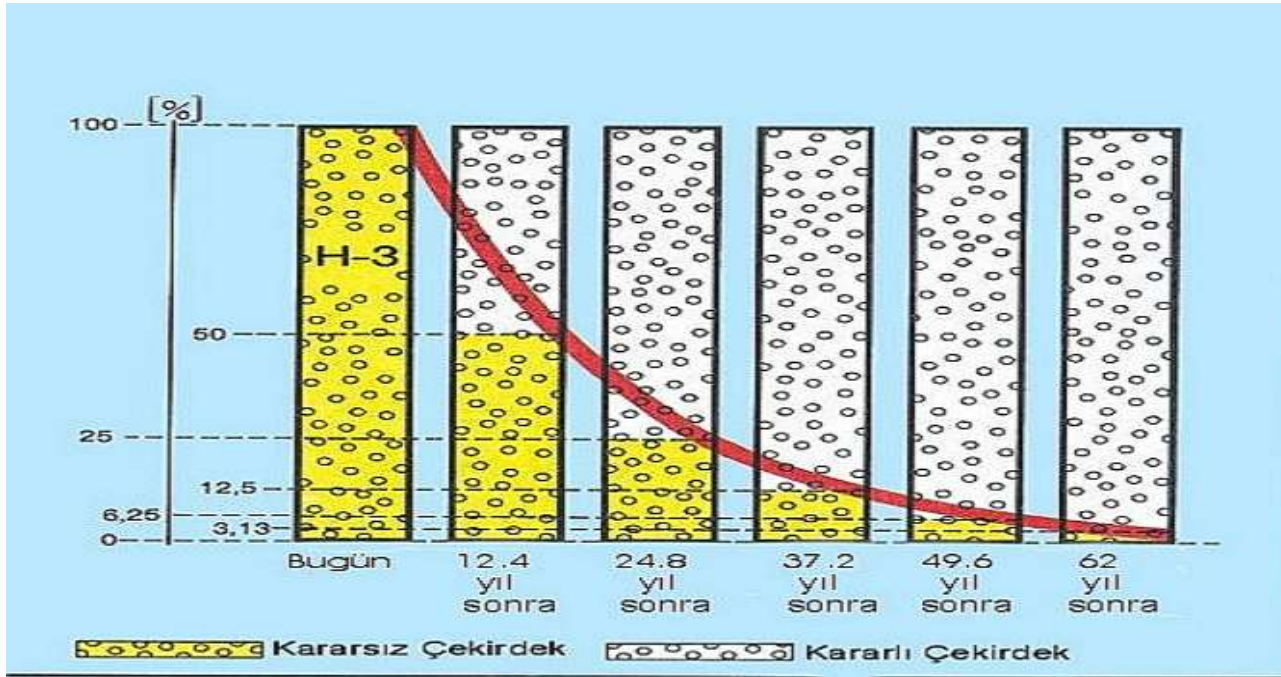


**URANIUM 238 (U238) RADIOACTIVE DECAY**

type of radiation	nuclide	half-life
$\alpha$	uranium-238	4.47 billion years
$\beta$	thorium-234	24.1 days
$\beta$	protactinium-234m	1.17 minutes
$\alpha$	uranium-234	245000 years
$\alpha$	thorium-230	8000 years
$\alpha$	radium-226	1600 years
$\alpha$	radon-222	3.823 days
$\alpha$	polonium-218	3.05 minutes
$\beta$	lead-214	26.8 minutes
$\beta$	bismuth-214	19.7 minutes
$\alpha$	polonium-214	0.000164 seconds
$\beta$	lead-210	22.3 years
$\beta$	bismuth-210	5.01 days
$\alpha$	polonium-210	138.4 days
	lead-206	stable

# Fiziksel Yarı Ömür

- Radyoaktivitenin başlangıçtaki seviyesinin yarıya düşmesi için gerekli zamana “**Yarılanma Süresi**” ya da “**Yarı Ömür**” denir.
- Ayrıca radyoaktif elementin başlangıçtaki atomlarının yarısının bozunması için geçen süre olarak da tanımlanabilir.



**NOT:** Herhangi bir yolla vücut içine alınan radyoaktif maddenin biyolojik olaylar sonucunda yarısının vücuttan atılması için gereken süreye ise “**Biyolojik Yarı Ömür**” denir.

Her bir radyoizotopun kendine özgü bir yarılanma süresi vardır.

❖ Polonyum-214.....	164 mikrosaniye
❖ Teknesyum-99m.....	6 saat
❖ İyot-131.....	8 gün
❖ Karbon-14 .....	5730 yıl
❖ Radon-222.....	3.8 gün
❖ Kobalt-60.....	5 yıl
❖ Stronsiyum-90.....	28 yıl
❖ Sezyum-137.....	30 yıl
❖ Amerisyum-241.....	432 yıl
❖ Radyum-226.....	1600 yıl

# Yarı Ömür Hesabı

Bir radyoizotopun yarı ömrü, başlangıç aktivitesi ve t zaman sonraki aktiviteyi ve bozunma sabitini içeren bir formülle bulunabilir.

$$A_t = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$A_t$  : t Süre Sonraki Aktivite

$A_0$  : Başlangıç Aktivitesi

$t_{1/2}$  : Yarı Ömür

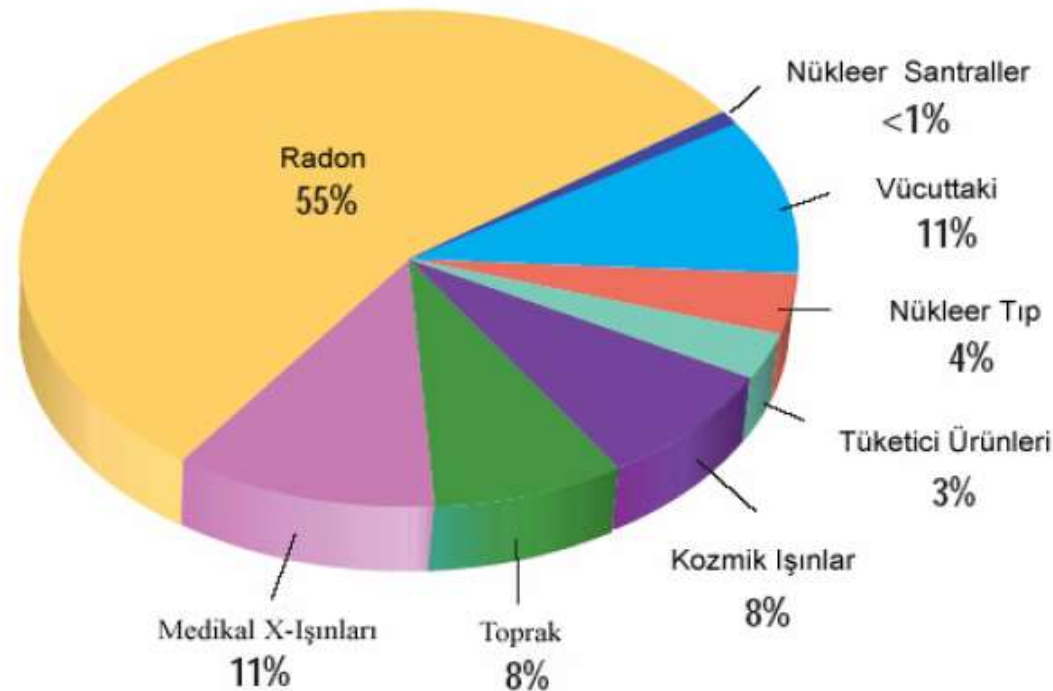
$\lambda$  : Bozunma Sabiti

Eğer  $A_t = (1/2) \times A_0$  alınırsa  $t_{1/2} = 0.693 / \lambda$  veya  $\lambda = 0.693 / t_{1/2}$

# Radyasyon Kaynakları

Radyasyon kaynaklarını ikiye ayırmak mümkündür:

- ❖ Doğal Radyasyon Kaynakları
- ❖ Yapay Radyasyon Kaynakları



# İyonlaştırıcı Radyasyon (1)

Bir atomun elektronlarından bir veya bir kaçının yörüngelerinden koparılarak serbest hale gelmesi olayına **İYONİZASYON** denir.

Atomu iyon haline getirebilecek enerjiye sahip radyasyona “**İYONLAŞTIRICI RADYASYON**” denir.

Örnek olarak;

- ❖ Alfa ışınları ( $\alpha$ )
- ❖ Beta ışınları ( $\beta$ )
- ❖ X - ışınları ve gama ışınları ( $\gamma$ )
- ❖ Nötronlar (n) verilebilir.

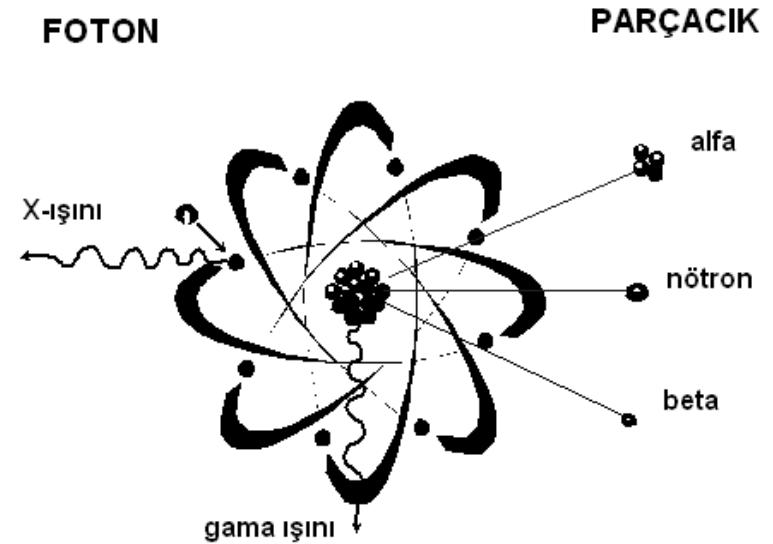
# İyonlaştırıcı Radyasyon ( 2 )

## Bozunum;

Radyoaktif çekirdekler kendiliğinden bozunuma uğrarlar.

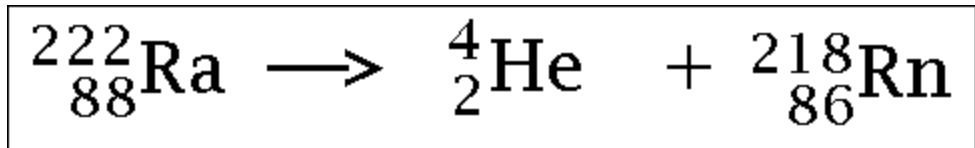
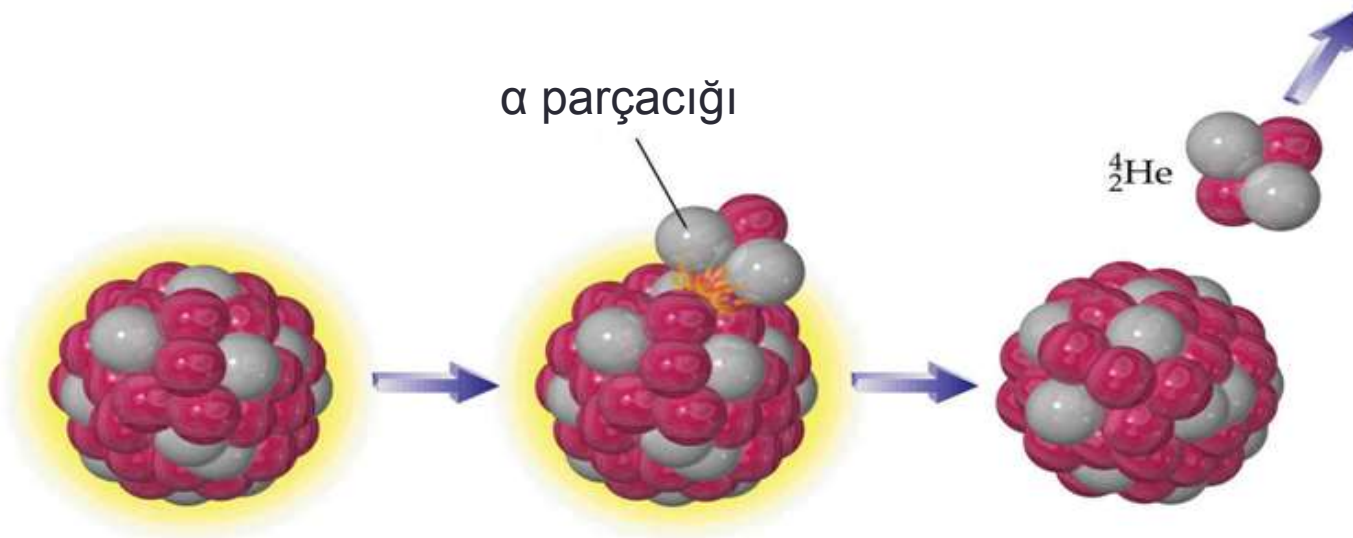
Bu süreç üç şekilde gerçekleşebilir.

- Alfa ve beta bozunumlarında kararsız bir çekirdek, alfa ya da beta parçacıkları yayarak daha kararlı bir çekirdek haline gelmeye çalışır.
- Gama bozunumunda çekirdeğin cinsi değişmez. Uyarılmış atom yüksek enerjili durumundan taban durumuna geçerken gama radyasyonu yayımlayarak bozunuma uğrar.





# Alfa Bozunumu (1)

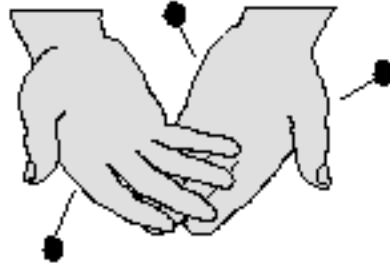


## Alfa Bozunumu (2)

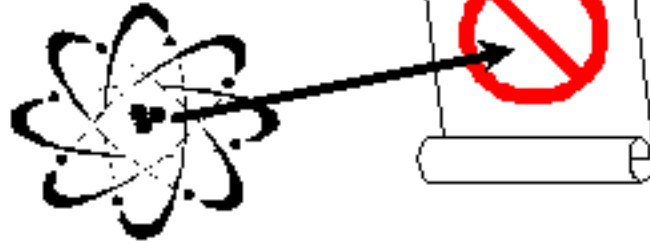
- Çekirdeğin kararsızlığı hem proton hem de nötron fazlalığından ileri geliyorsa, çekirdek iki proton ve iki nötrondan oluşan bir alfa parçacığı yayımlayarak bozunur.
- Yüksek enerjiye sahip olsa da ağır kütlesi nedeniyle menzili çok kısadır fazla uzağa gidemezler. Deri tabakasını geçemezler.
- Yüklü bir parçacık olduğundan içerisinden geçtiği maddenin elektronları ile yoğun bir şekilde etkileşir ve enerjilerini kaybederler.
- Yüksek enerjili parçacıklar olduğundan solunum yolu ile vücuda girdiklerinde büyük hasarlar meydana getirebilirler.
- Dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar.
- Bir kağıt parçası ile durdurabilirler.

# Alfa Radyasyonu

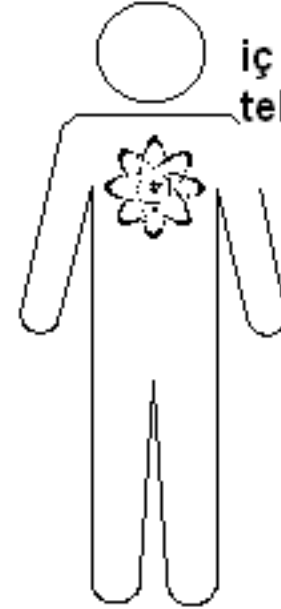
Deriye temas etmemeli



kağıt parçası ile durdurlabilir

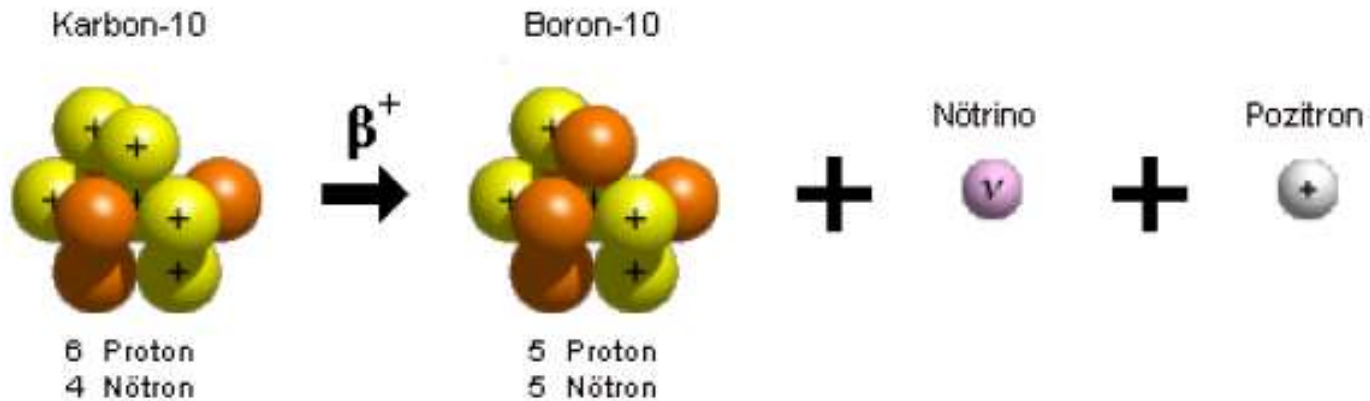
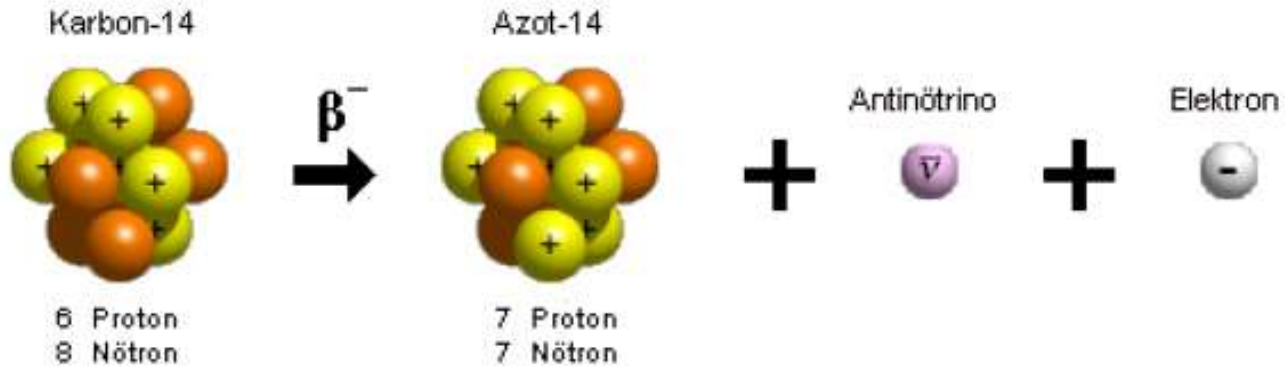


iç ışınlanma tehlikeli



toprakta,  
yapay radyonüklidler,  
radon

# Beta Bozunumu (1)

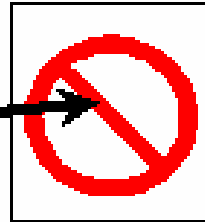
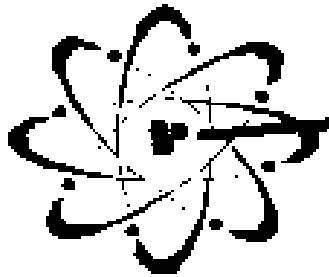
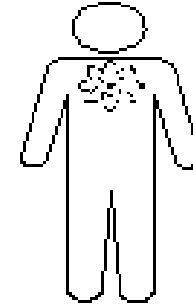


## Beta Bozunumu (2)

- Beta parçacığı, atomdan bağımsız elektrondur.
- '-' yüklü olanına **beta**, '+' yüklü olanına **pozitron** denir.
- ❖  **$\beta(-)$  Bozunumu:** Kararsızlık çekirdekteki nötron fazlalığından ileri geliyorsa, çekirdeğindeki enerji fazlalığını gidermek için nötronlardan birini proton ve elektron haline dönüştürür. Proton çekirdekte kalırken, elektron hızla atomdan dışarı atılır.
- ❖  **$\beta(+)$  Bozunumu:** Atomun kararsızlığı proton fazlalığından ileri geliyorsa protonlardan biri nötron ve pozitif yüklü elektrona (pozitrona) dönüşür
- İyonlaşma alfaya göre daha azdır.
- İnce bir alüminyum levha durdurabilir.
- $\beta$ -parçacıkları,  $\alpha$ -parçacıklarına göre daha fazla nüfuz eder.

# Beta Radyasyonu

deri, göz  
iç ışınlanma riski

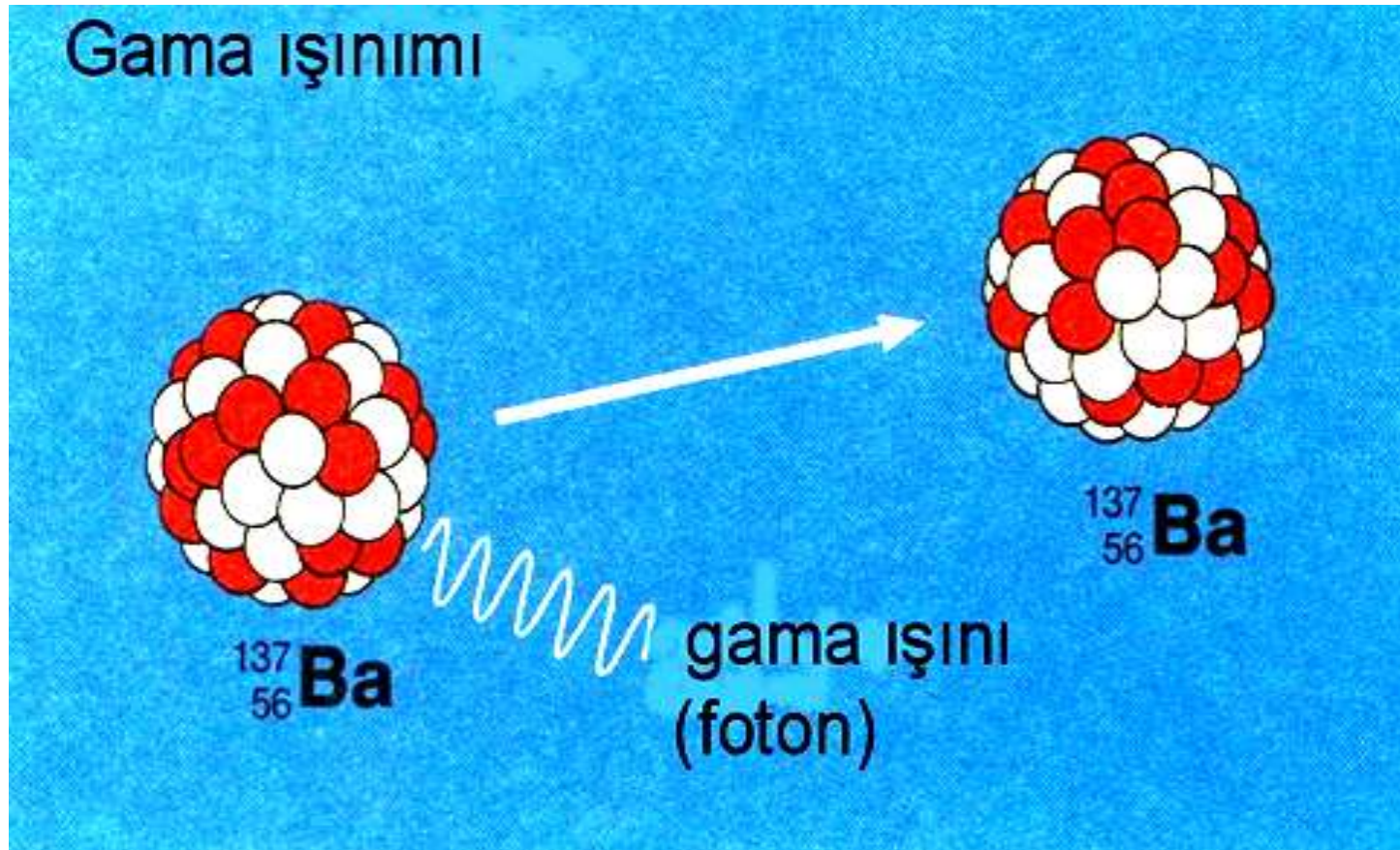


pilastikle  
durdurlabilir



doğal yiyecekler, su

# Gama Bozunumu (1)



## Gama Bozunumu (2)

- Gama ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir.
- Atom çekirdeği alfa veya beta parçacığı yayınladıktan sonra kararlı hale geçebilmek için fazla enerjisini gama ışını olarak yayınlar.
- Gama radyasyonu, **elektromanyetik dalga olmaları bakımından** alfa ve beta radyasyonundan farklıdır.
- Gama ışınları çok girici olduklarından menzil mesafeleri yüksektir.
- Havada yüzlerce metre gidebilirler.
- Endüstri ve tıpta yaygın olarak kullanılırlar.
- Yüksüzdürler dolayısı ile elektrik ve manyetik alanda saptırılamazlar.
- Kurşun veya beton ile zırhlanabilirler.



# GAMA KAYNAĞININ VERDİĞİ IŞINLAMA DOZ ŞİDDETİ

Bir noktasal gama kaynağının verdiği ışınlama şiddeti aşağıda verilen formül ile bulunur.

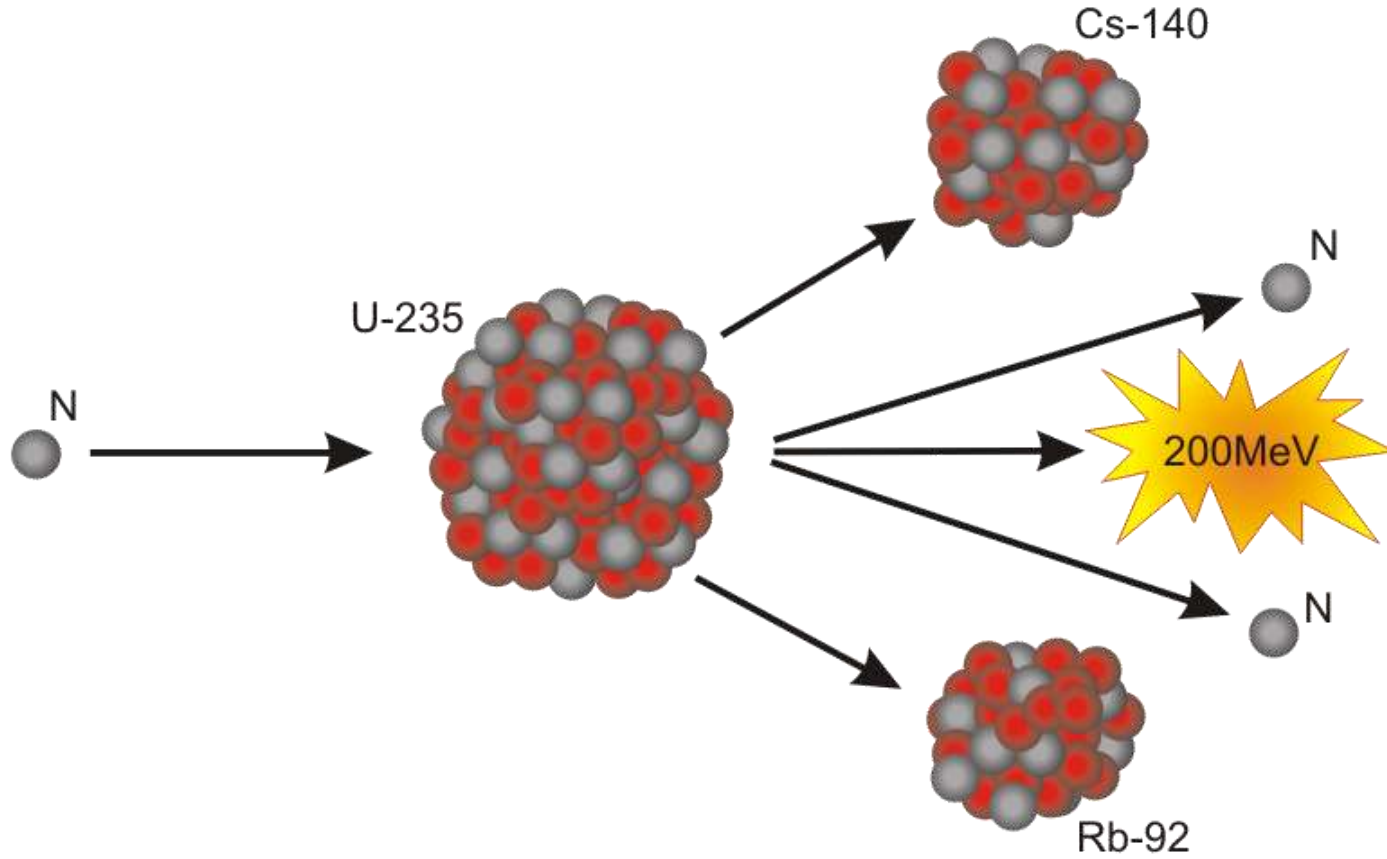
$$I = \Gamma \frac{A}{d^2}$$

- I** = Noktasal gama kaynağının verdiği ışınlama doz şiddeti (Doz hızı) (R/h)
- $\Gamma$**  = Işınlama şiddeti sabiti (Birim aktivitenin, birim zaman ve mesafede verdiği ışınlama şiddetidir. R.m<sup>2</sup> /Ci.h)
- A** = Gama kaynağının radyoaktivitesi (Ci)
- d** = Uzaklık (m)

# Nötron Radyasyonu (1)

- Nötronlar kütleleri protona yakın, yüksüz parçacıklardır.
- Yüksüz olmaları nedeniyle, elektronla değil atomun doğrudan çekirdeği ile etkileşir.
- Enerjilerine göre, yavaş, ısı ve hızlı nötronlar olarak adlandırılır.
- Serbest nötronların oluşturduğu radyasyon çeşididir.
- Fisyon, füzyon, parçacık etkileşmeleri (parçacık hızlandırıcıları) veya kozmik ışınlar sonucu oluşurlar.
- Doğrudan iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşmeleri sonucunda iyonlaşmaya neden olan alfa, beta, gama veya x ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilirler.

# Nötron Radyasyonu (2)



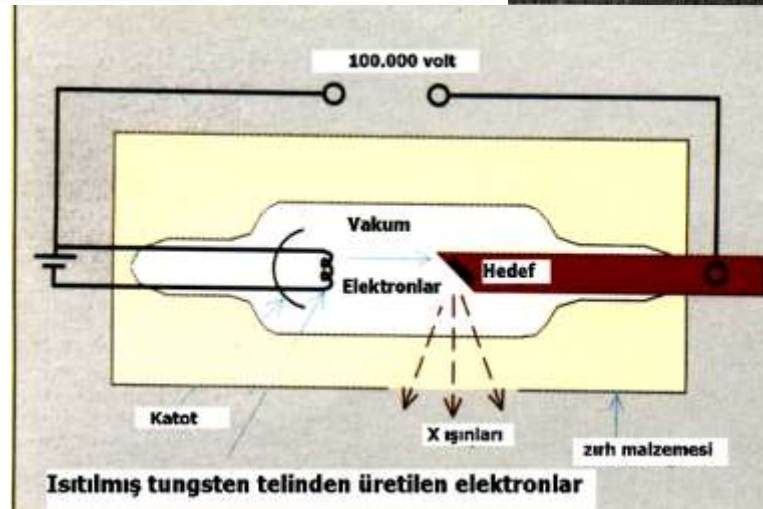
# X-Işını Radyasyonu (1)

- X-ışınları, gözle görülmeyen, maddelerin içinden geçebilen yüksek enerjili elektromanyetik radyasyonlardır.
- Yüksüz oldukları için elektrik ve manyetik alanda saptırılamazlar.
- Maddeyi iyonize ederek biyolojik ve kimyasal hasarlar oluştururlar.
- Kurşun ve beton gibi yoğun malzemelerle durdurulurlar.

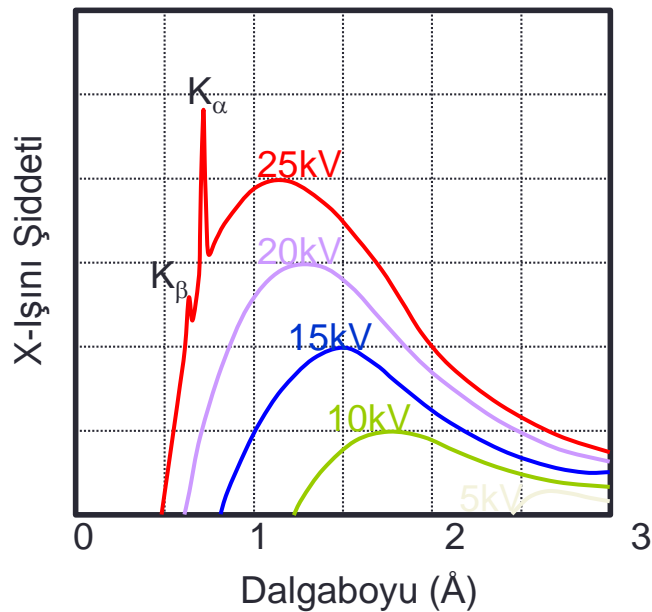
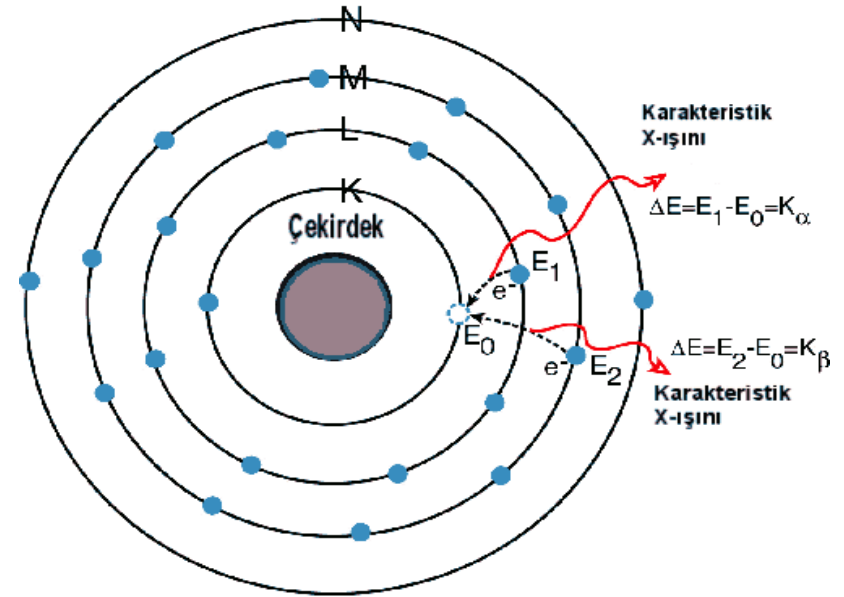
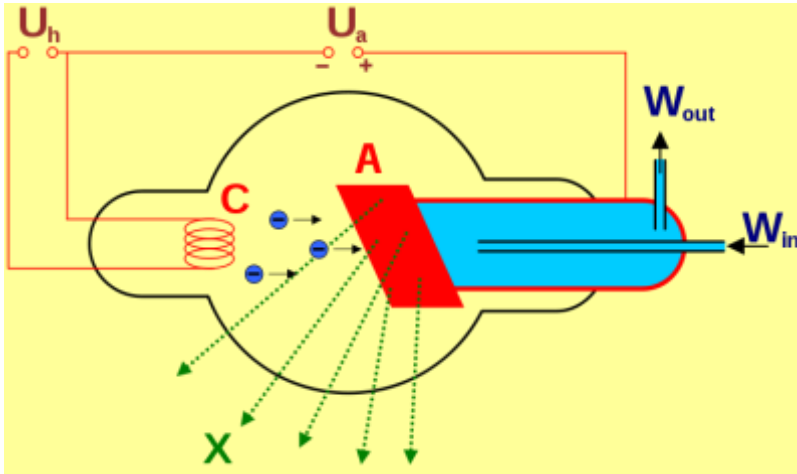
# X-ışınları (2)

- Etkileşme şekline göre iki tür x-ışını elde edilir.
  - **Sürekli (frenleme) x-ışınları:** Elektron demeti, hedef atomun çekirdeğine yaklaştığında, çekirdeğin pozitif yükünden kaynaklanan elektrik alandan etkilenir ve ivmeli hareket yapmaya zorlanarak dışarıya fotonlar yayar. Sürekli bir enerji spektrumuna sahip bu fotonlara sürekli x-ışınları, bu olaya da ***bremstrahlung*** veya ***frenleme radyasyonu*** adı verilir.
  - **Karakteristik x-ışınları:** Hedef atom üzerine gönderilen elektronların, hedef atomun yörüngesindeki elektronlarla etkileşimi sonrasında, aldıkları enerjiyle üst enerji seviyelerine çıkarlar. Kararsız durumdaki bu enerji seviyeleri geri bozduğunda dışarıya foton yayınlanır. Enerjileri, seviyeler arasındaki farka eşit olan bu fotonlara ***karakteristik x-ışınları*** adı verilir.

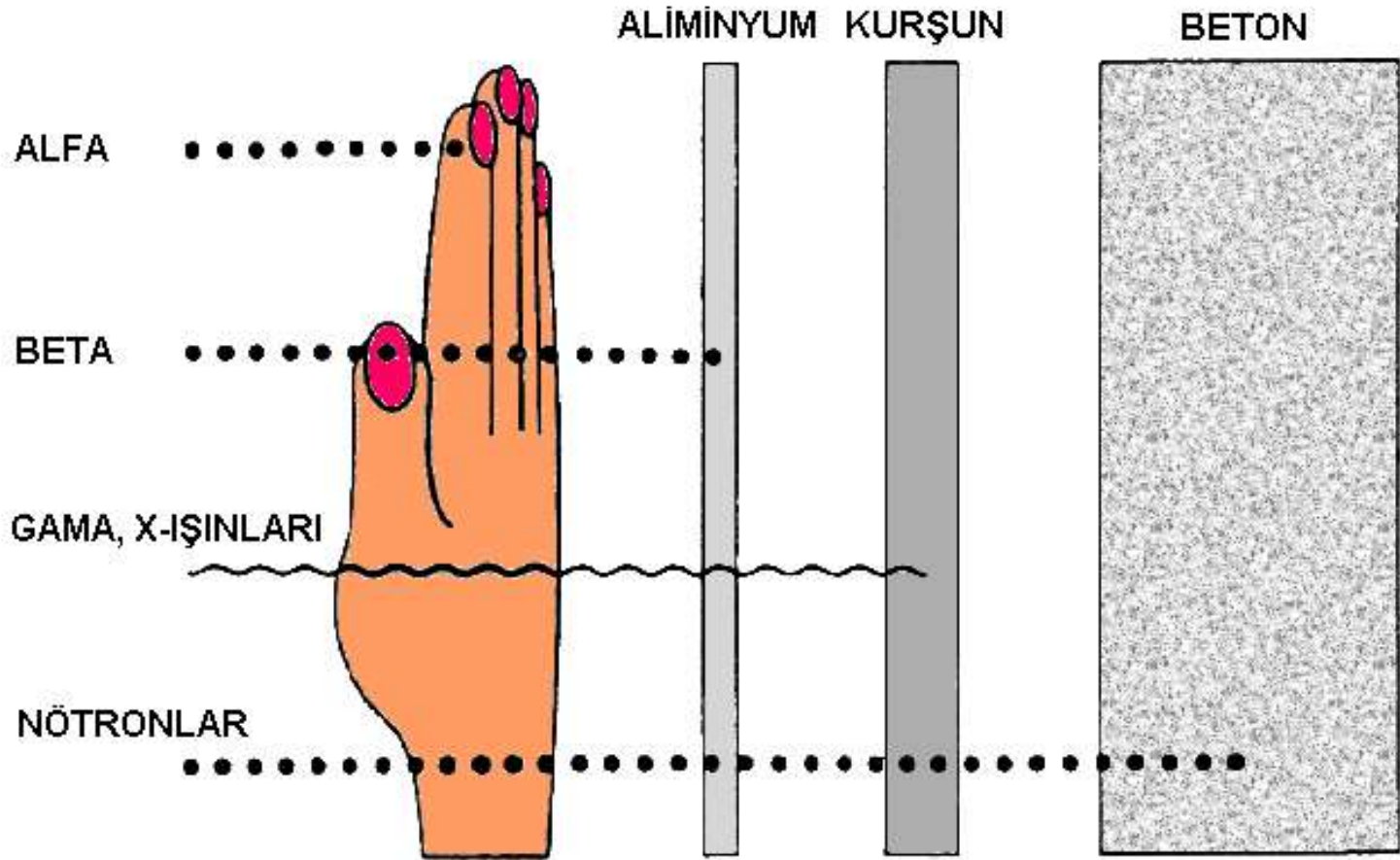
# X-Işını Radyasyonu (3)



# X-ışınları (4)



# Radyasyonun Giriciliđi

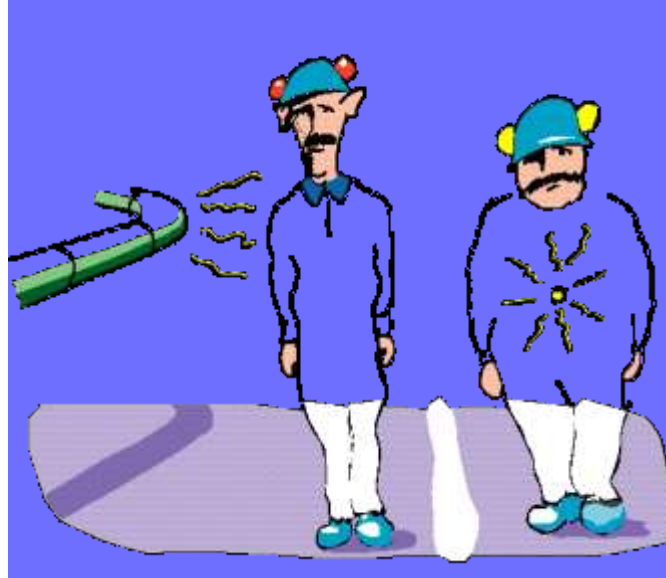




# Işınlanma Çeşitleri

## Dış Işınlanma

- Radyoaktif maddelerden veya radyasyon üreten cihazlardan (Röntgen cihazları vb.) çıkan gama ve X-ışınlarına maruz kalma durumudur.
- Işınlama bittikten sonra doz alımı (ve salınımı) söz konusu değildir.



## İç Işınlanma

- Radyoaktif maddelerin istenmeyen bir şekilde solunum ve sindirim sistemleri, veya derideki yaralar vasıtası ile vücut içerisine alınmasıdır.
- Vücut içerisine girmiş olan radyoizotoplar hangi yolla alınmış olursa olsun vücut içerisine dağılarak fiziksel yarılanma süresine ve biyolojik yarılanma süresine bağlı olarak atılır.

# Radyasyon Dozu

- Doz, herhangi bir maddenin belli bir zaman içerisinde kullanılan veya tüketilen miktarı demektir.
- Radyasyon dozu ise hedef kütle tarafından, belli bir sürede, soğurulan veya alınan radyasyon miktarıdır.
- Radyasyon dozunun hedef kütlede meydana getireceği etki, radyasyonun çeşidine, doz hızına ve bu doza maruz kalış süresine bağlıdır.

İyonlaştırıcı radyasyonlarla yapılan çalışmalarda sonuca ulaşabilmek ve zararlı biyolojik etkileri belirleyebilmek için radyasyon dozunun bilinmesi gerekir.

Maruz kalınan radyasyon miktarının ölçülmesi, radyasyonla çalışırken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biridir. Bunun için ilk önce radyasyon ölçüm birimlerini tanımak gerekir.

# Radyasyon Ölçüm Birimleri

Uluslararası Radyasyon Birimleri Komitesi (ICRU) radyasyon çalışmalarında tüm dünyada kullanılan birimlerin aynı olması düşüncesi ile M.K.S. sistemini esas alan “Uluslararası Birimler Sistemi (SI)” 1986 yılından itibaren kullanılmaktadır.

## Radyasyon kaynağının gücünü (Aktivite Birimi)

**Özel Birim** : Curie (Ci)

**SI Birim** : Bequerel (Bq)

## Kaynaktan çıkan radyasyon şiddetini (Işınlama Doz Birimi)

**Özel Birim** : Röntgen (R)

**SI Birim** : Coulomb/kg (C/kg)

## Radyasyonun madde tarafından soğurulma (absorblanma) dozunu (Soğurulmuş Doz Birimi)

**Özel Birim** : Rad

**SI Birim** : Gray (Gy)

## Canlıda meydana gelen biyolojik hasarı (Biyolojik Doz Birimi)

**Özel Birim** : Rem

**SI Birim** : Sievert (Sv)

## Aktivite Birimi

Saniyedeki bozunum sayısıdır. İzotopun cinsine ve miktarına bağlıdır.

**S.I. :** Becquerel (Bq)

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ bozunum/saniye}$$

**Özel Birim :** Curie (Ci)

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ bozunum/saniye}$$

**(1 g Radyumun aktivitesidir)**

Bir ampul

Radyoaktif Madde  
(radyasyon yayan  
materyal)



Işık üretebilme

=

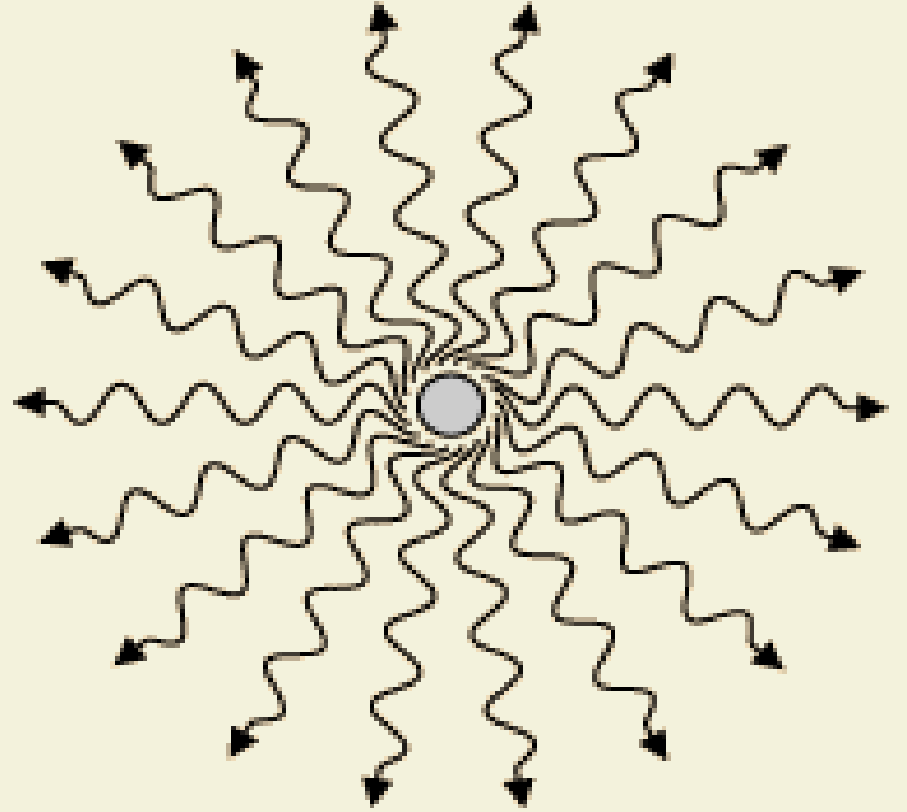
Radyoaktivite  
(radyasyon yayabilme)

Işık

=

Radyasyon

Radyoaktif kaynağın aktivitesi  
Becquerel ya da Curie ile ölçülür.



# Işınlama Doz Birimi

**Birim: Röntgen(R)**

Normal şartlar altında 1 cm<sup>3</sup> kuru havada (veya 1 kg havada) 2,58x10<sup>-4</sup> C'luk elektrik yükü değerinde (+) veya (-) iyonlar oluşturan X veya gama radyasyon miktarıdır.

$$1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

***BU BİRİM SADECE HAVADA  
ETKİLEŞMELER MEYDANA GETİREN GAMA  
VE X IŞINLARI İÇİN TANIMLANMIŞTIR.***

## Soğurulan Doz Birimi (1)

Radyasyon bir maddeden geçerken enerjisinin bir kısmını bırakır yani soğurulur. Her madde radyasyonu farklı miktarda tutar.

### Soğurulan Doz:

Maddenin radyasyona maruz kaldıktan sonra birim kütlesinde (1kg) depoladığı enerjinin ölçüsüdür.

Röntgenden farklı olarak her tip radyasyona uygulanabilir.

## Soğurulan Doz Birimi (2)

**SI : GRAY (Gy)**

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ Joule/kg}$$

**(1 kg maddeye 1 Joule'luk enerji verebilen radyasyon miktarıdır.)**

**Özel Birim : RAD (rad)**

**(1 g maddeye 100 erglik enerji verebilen radyasyon miktarıdır.)**

$$1 \text{ Rad} = 0,01 \text{ Gy}$$

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ Rad}$$



# Eşdeğer Doz Birimi (1)

- Farklı radyasyon türlerinin biyolojik etkileri farklıdır. Radyasyonun doku üzerindeki biyolojik etkisini hesaplamak için her radyasyon türü için bir kalite çarpanı tanımlanmıştır.
- Soğurulan dozun kalite çarpanı ile çarpılmasından “eşdeğer doz” elde edilir.

**Organ eşdeğer dozu ( $H_T$ )**

**Soğurulan Doz ( $D_{T,R}$ )**

**Kalite Faktörü ( $Q_R$ )**

$$H_T = \sum_R Q_R D_{T,R}$$

## Eşdeğer Doz Birimi (2)

### **SIEVERT (Sv)**

$$1 \text{ Sv} = \text{Gy} \times \text{Kalite Faktörü}$$

veya

### **REM (rem)**

$$1 \text{ rem} = \text{rad} \times \text{Kalite Faktörü}$$

$$1 \text{ Rem} = 0,01 \text{ Sv}$$

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ Rem}$$

## $Q_R$ (Kalite Faktörü) Değerleri

Aynı enerjideki farklı radyasyon tiplerinin sebep olduğu farklı biyolojik hasarları hesaplamak için kullanılan değerlerdir.

Her radyasyon tipi için farklı bir  $Q_R$  çarpanı vardır.

# Q<sub>R</sub>: Radyasyon Kalite faktörleri (IAEA-SS-2011)

“

Radyasyon Tipi	W <sub>R</sub>
Fotonlar	1
Elektronlar ve mionlar	1
Protonlar ve yüklü pionlar	2
Alfa parçacıkları, ağır iyonlar	20
Nötronlar	$w_R = \begin{cases} 2.5 + 18.2 e^{-[\ln(E_n)]^2/6}, & E_n < 1 \text{ MeV} \\ 5.0 + 17.0 e^{-[\ln(2E_n)]^2/6}, & 1 \text{ MeV} \leq E_n \leq 50 \text{ MeV} \\ 2.5 + 3.25 e^{-[\ln(0.04E_n)]^2/6}, & E_n > 50 \text{ MeV} \end{cases}$

**Gama**



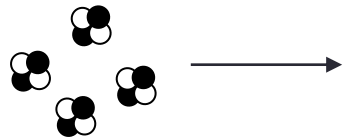
$$1 \text{ Gy} \times 1 = 1 \text{ Sv}$$

**Beta**



$$1 \text{ Gy} \times 1 = 1 \text{ Sv}$$

**Alfa**



$$1 \text{ Gy} \times 20 = 20 \text{ Sv}$$

## Etkin Doz (1)

➤ Vücuttaki organ ve dokuların da radyasyona duyarlılığı farklıdır. Ayrıca tüm vücut yerine, bazı organ ve dokular radyasyona maruz kalabilir.

Bu durumda, tüm vücut için radyasyon etkisini hesaplamak için etkin doz kavramı tanımlanmıştır.

➤ Etkin dozu belirlemek için her organ için farklı doku ağırlık faktörleri kullanılır ( $w_T$ ). Etkin doz hesaplanırken,  $E$  her bir organ veya doku için ayrı ayrı hesaplanır, elde edilen tüm  $E$  değerleri toplanarak tüm vücut için etkin doz bulunur.

## Etkin Doz (2)

**Etkin Doz : Tüm vücut için**

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

**E** : Etkin Doz

**w<sub>T</sub>** : Doku ya da Organ için Doku Ağırlık Faktörü

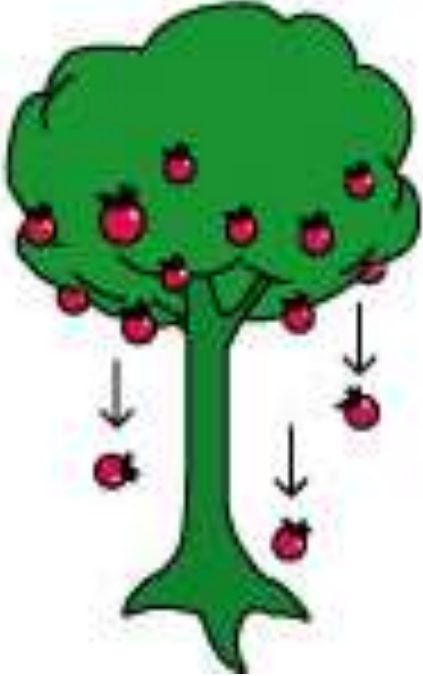
**H<sub>T</sub>** : Doku ya da Organ Eşdeğer Dozu

## $W_T$ : Doku Ağırlık faktörleri (IAEA-SS-2011)

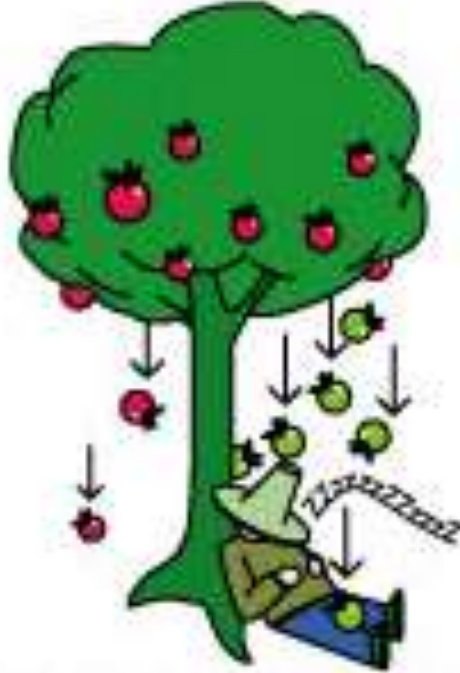
Organ (doku)	$W_T$	$\sum W_T$
Kemik iliği (kırmızı), kolon, akciğer, mide, meme, diğer dokular	0.12	0.72
Üreme organları	0.08	0.08
Mesane, yemek borusu, karaciğer, tiroit	0.04	0.16
Kemik yüzeyi, beyin, tükürük bezleri, deri	0.01	0.04
	Toplam	1.00



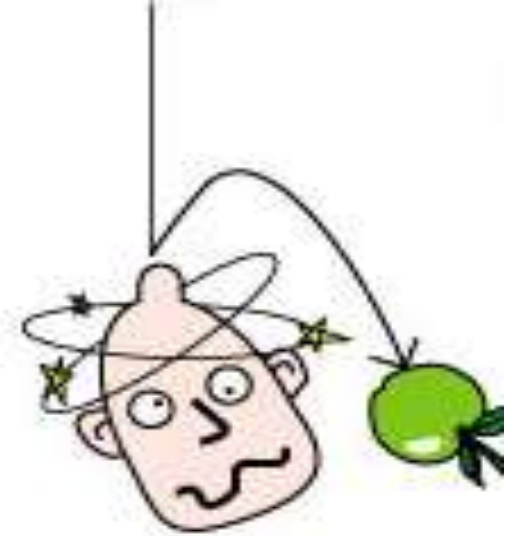
# Radyasyon Ölçüm Birimleri



Düşen elmaların sayısı Becquerel ile karşılaştırılabilir.  
(Saniyedeki bozunum sayısı)

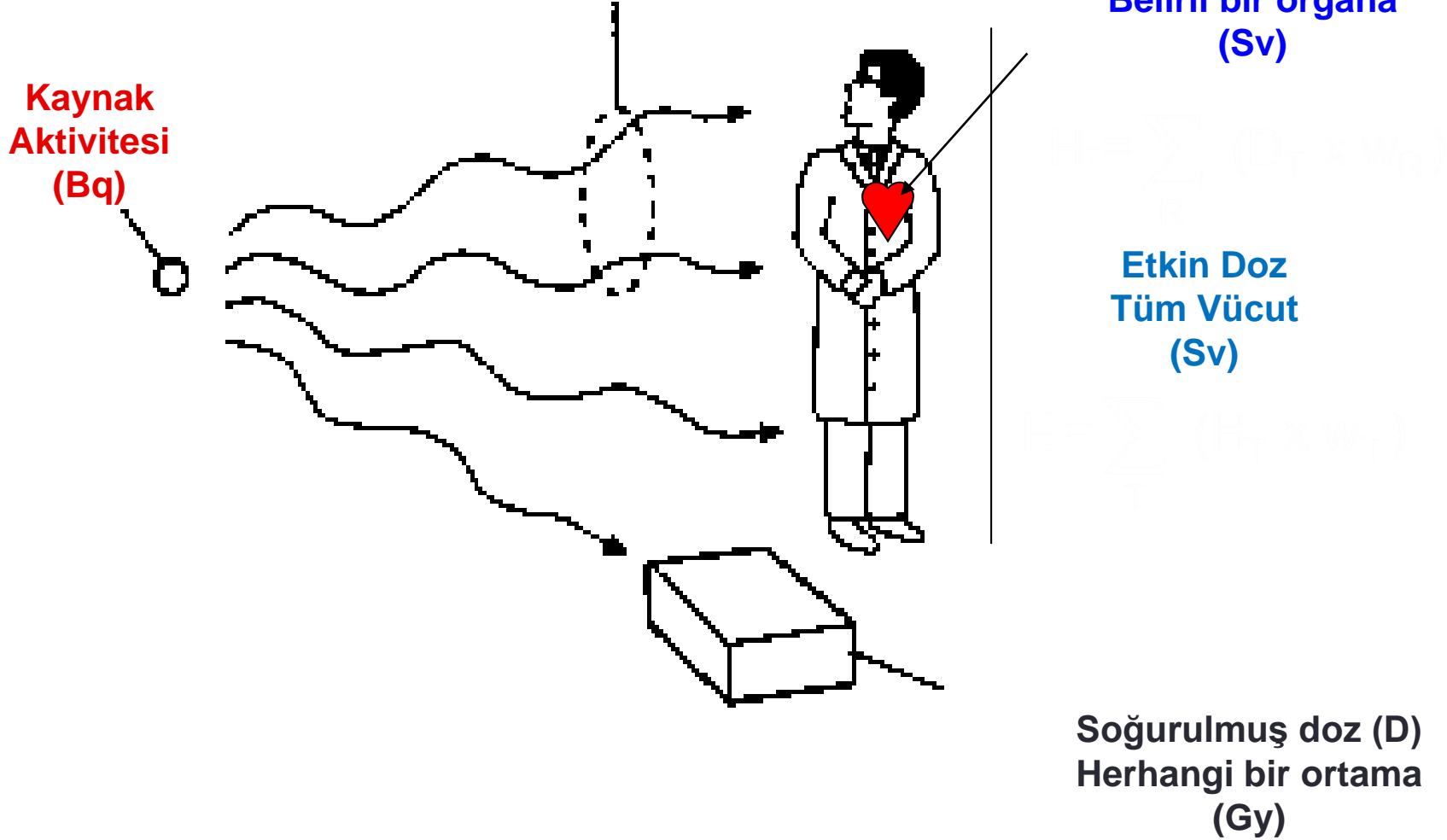


Uyuyan adama çarpan elmaların sayısı Gray ile karşılaştırılabilir.  
(Soğurulan doz)



Elmanın büyüklüğüne ve ağırlığına göre vücutta yaptığı etki Sievert ile karşılaştırılabilir.  
(Etkin doz)

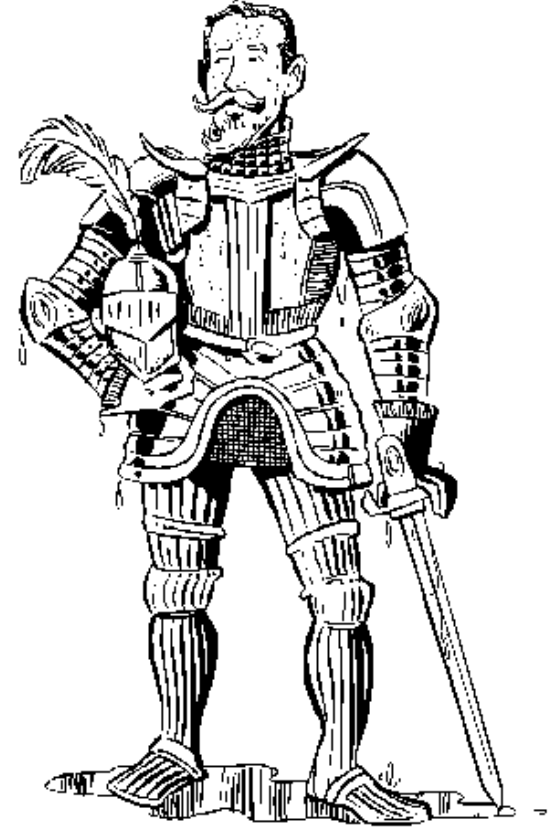
# Biyolojik Doz Birimi



<b>Doz Sınırları</b>		<b>Radyasyon Çalışanları</b>	<b>Toplum Üyesi Kişiler</b>
Etkin Doz Sınırı	Ardışık 5 yılın ortalaması	20 mSv	1 mSv
	Herhangi bir yılda	50 mSv	5 mSv
Yıllık Eşdeğer Organ Dozu Sınırı	Göz Merceği	150 mSv	15 mSv
	Deri	500 mSv	50 mSv
	Eller ve ayaklar	500 mSv	50 mSv
Hamile bir radyasyon çalışanının abdomen Eşdeğer Dozu		Hamileliğin bildirilmesinden sonra 2 mSv	

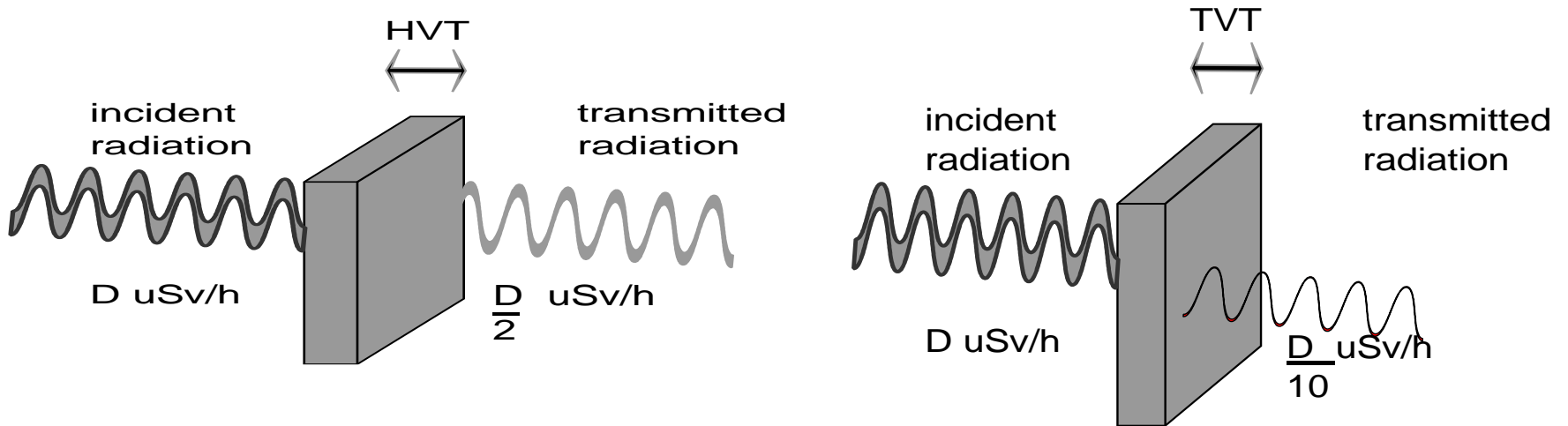
# Zırhlama

- Radyasyon kaynağı ile kişi arasına havadan daha yoğun bir maddenin konulmasıyla radyasyon şiddeti azaltılabilir.
- Zırhlama materyalinin seçiminde;
  - ✓ **Radyasyonun tipi**
  - ✓ **Radyasyonun enerjisi**
  - ✓ **Malzemenin yoğunluğu** önemlidir.
- **Uygun zırh malzemesi seçimi = Radyasyona daha az maruz kalma**



## HVT, HVL, TVT :

Yarı-değer kalınlığı (**HVT**) ya da yarı-değer tabakası (**HVL**) olarak verilen kalınlıklar radyasyonun başlangıç değerinin yarıya indiren malzeme kalınlıklarıdır. Onda bir-değer kalınlığı da (**TVT**) benzer olarak, radyasyonu ilk değerinin onda birine indiren malzeme kalınlığıdır.



# Standard Radyasyon Uyarı Sembolleri



Yeni sembol, Şubat 2007  
(Endüstriyel Uygulamalar)

SORULAR ?

