

# RADYASYON ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Prof. Dr. Dođan BOR

Konu 7 -8

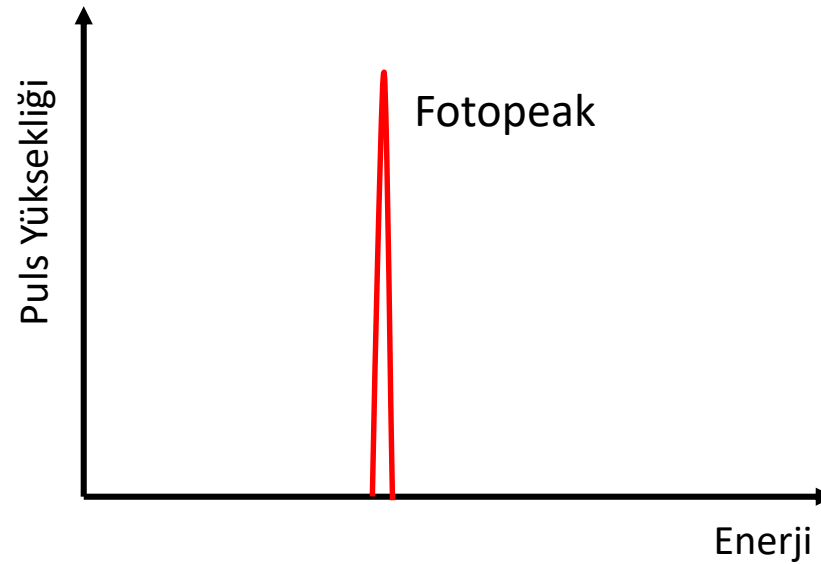
SİNTİLATÖRLERDE RADYASYON SPEKTROMETRESİ

2017

# GAMA IŞIN ETKİLEŞMELERİ

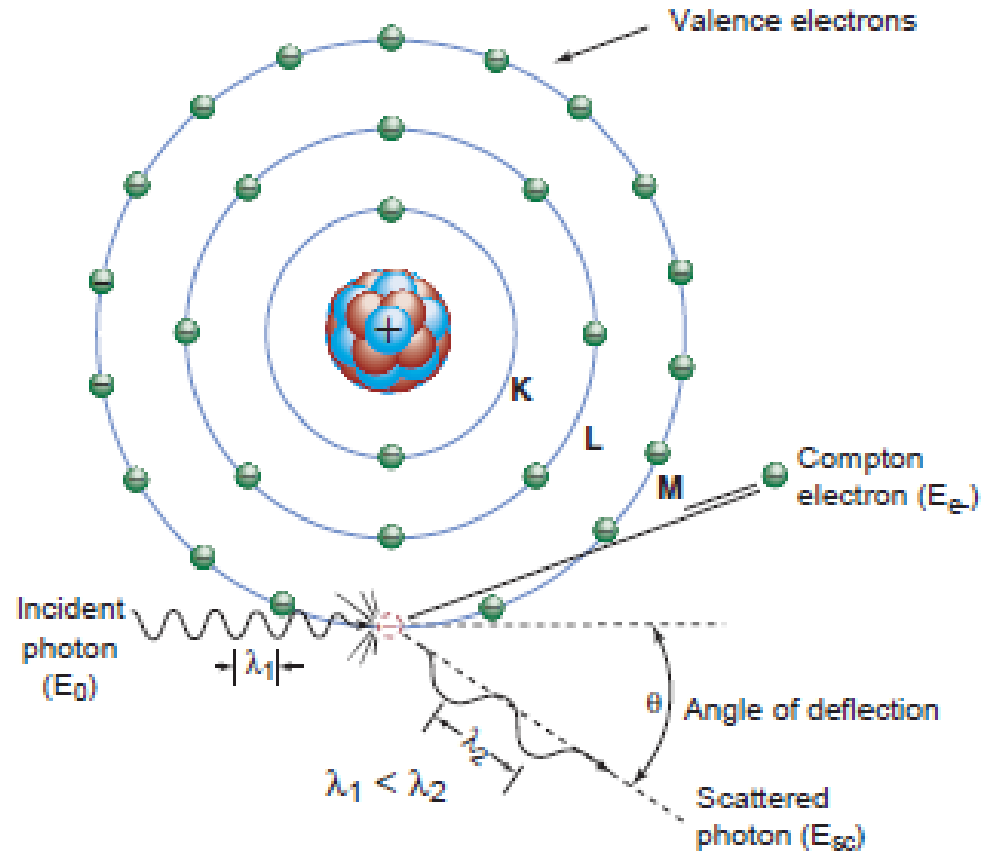
## Fotoelektrik Olay

$$h \nu = E_{e^-} + E_b$$



Fotoelektrik olay sonucu ideal spektrumda gözlenen fotopik

# COMPTON OLAYI



$$E_0 = E_{sc} + E_{e^-}$$

$$E_{sc} = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{511 \text{ keV}}(1 - \cos \theta)}$$

# COMPTON OLAYI

İki sınır durumu söz konusudur:

1 - )  $\theta = 0^\circ$  ise,

$$h \nu' = h \nu \text{ ve } E_{e^-} = 0$$

2 - )  $\theta = \pi$  (Kafa kafaya çarpışma)

$$h \nu' = h \nu / [ 1 + 2 h \nu / m_0 c^2 ]$$

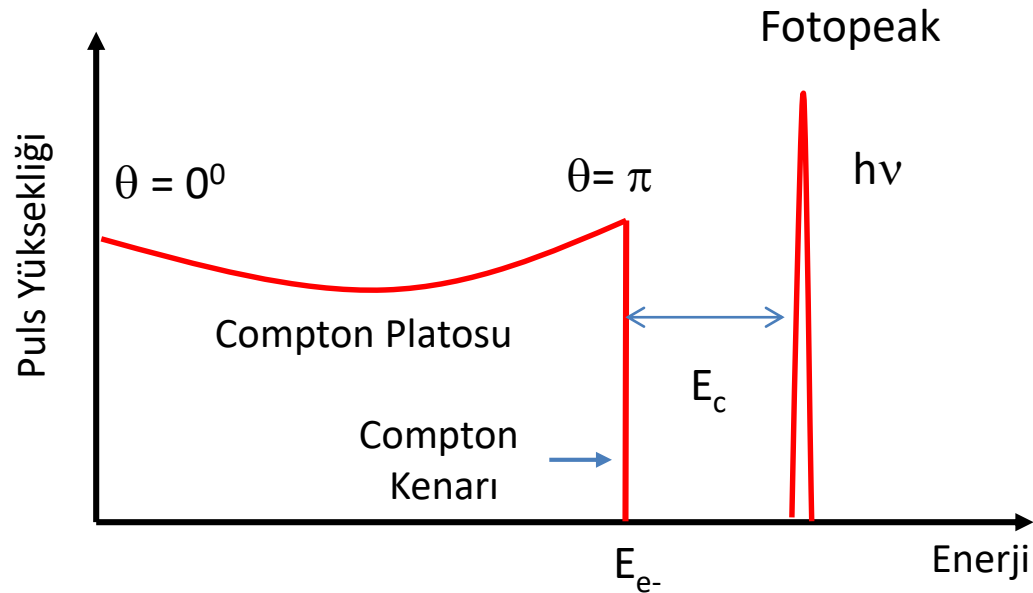
$$E_{e^-} = h \nu [ 2 h \nu / m_0 c^2 ] / [ 1 + 2 h \nu / m_0 c^2 ]$$

## COMPTON KENARI ve PLATOSU

$$E_c = h\nu - E_{e^-} = h\nu - [1 + 2 h\nu / m_0c^2]$$

$h\nu \gg m_0c^2/2$  ise,

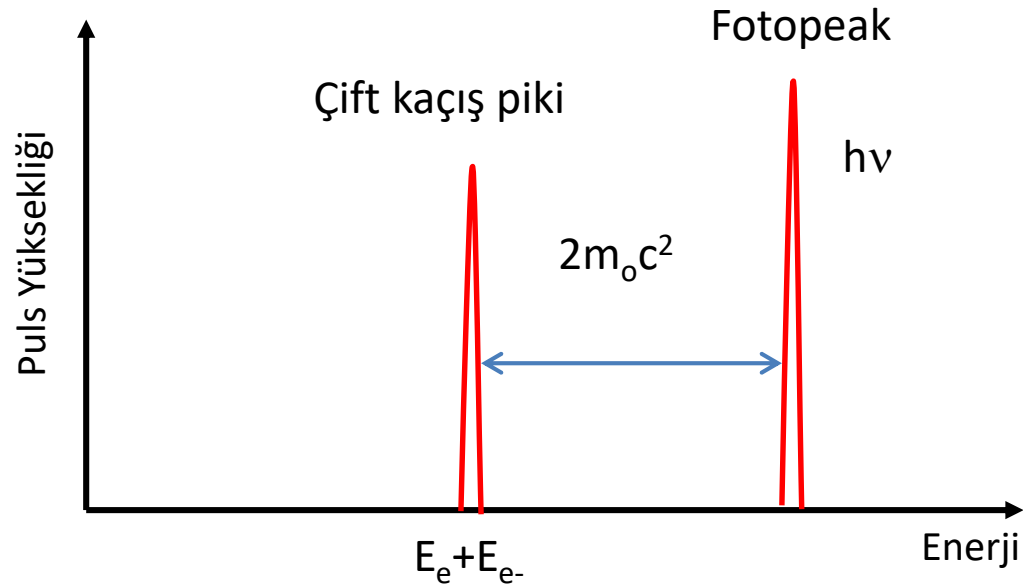
$$E_c \cong m_0c^2 / 2 \quad (= 0.256 \text{ MeV})$$



## ÇİFT KAÇIŞ PİKİ

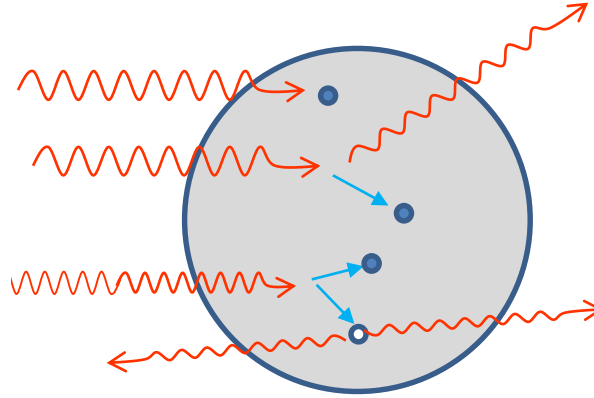
$$h\nu = 2m_0c^2 + E_e + E_{e^-}$$

$$E_e + E_{e^-} = h\nu - 2m_0c^2$$

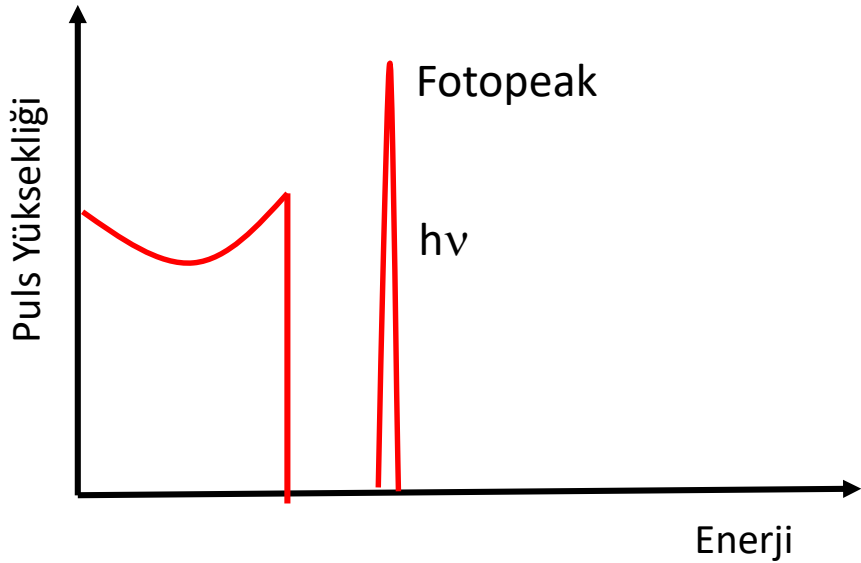


# DEDEKTÖR BOYUTLARINA GÖRE İDEAL SPEKTRUMLAR

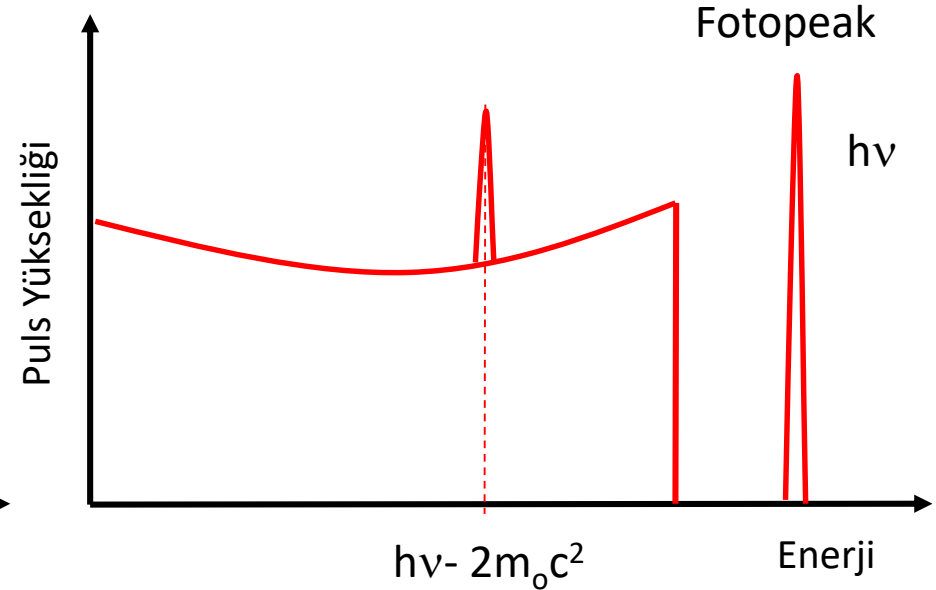
Küçük Dedektörler (1 – 2 cm)



$$h\nu < 2m_0c^2$$

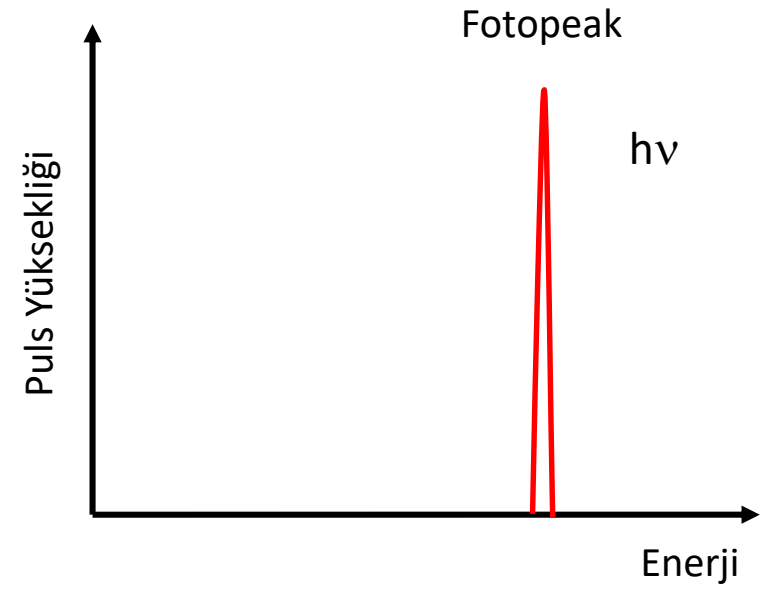
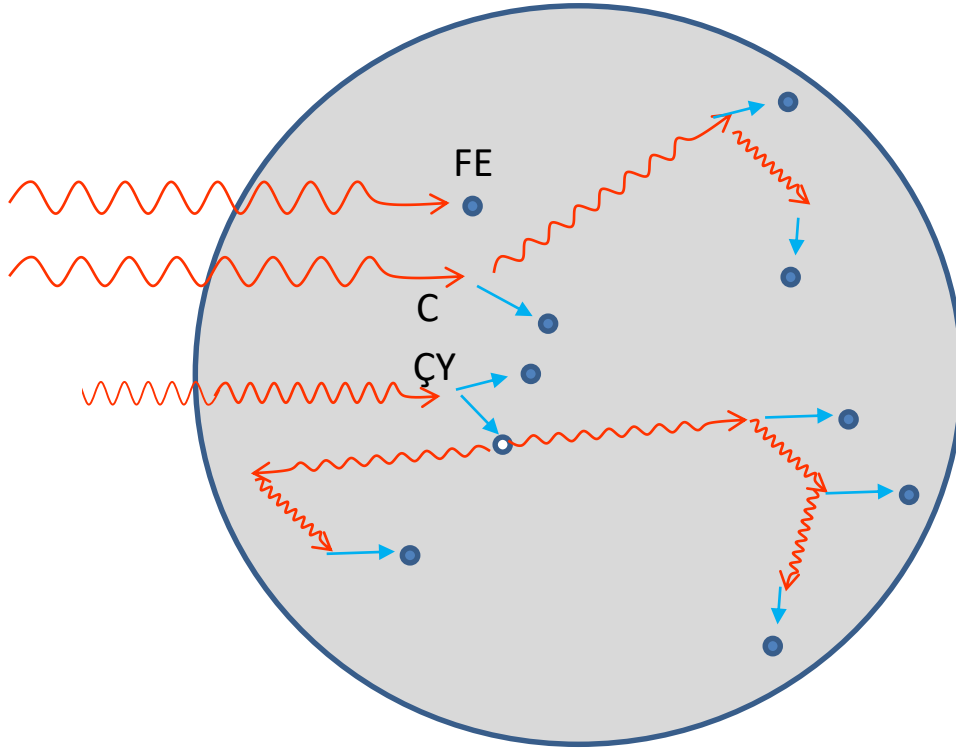


$$h\nu \gg 2m_0c^2$$



# DEDEKTÖR BOYUTLARINA GÖRE İDEAL SPEKTRUMLAR

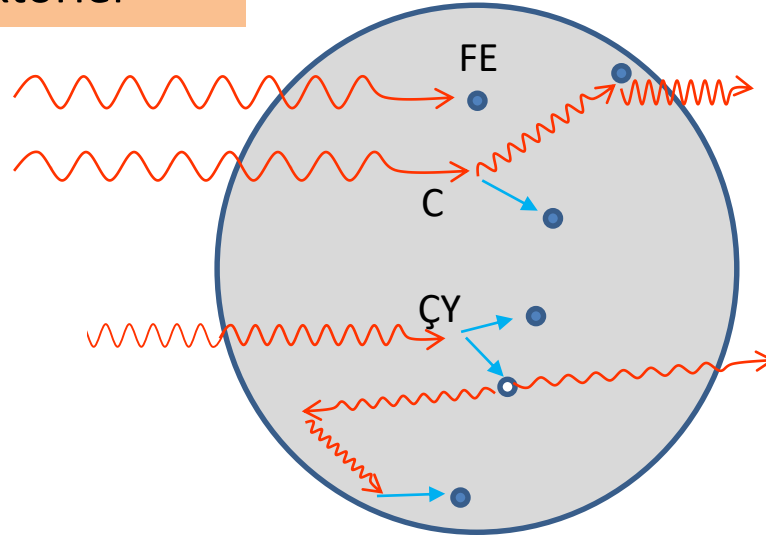
Çok büyük boyutta Dedektörler



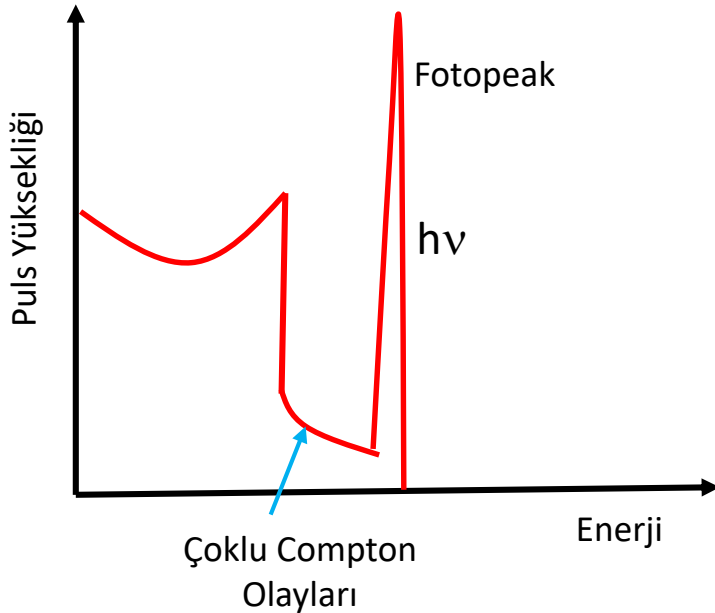


# DEDEKTÖR BOYUTLARINA GÖRE İDEAL SPEKTRUMLAR

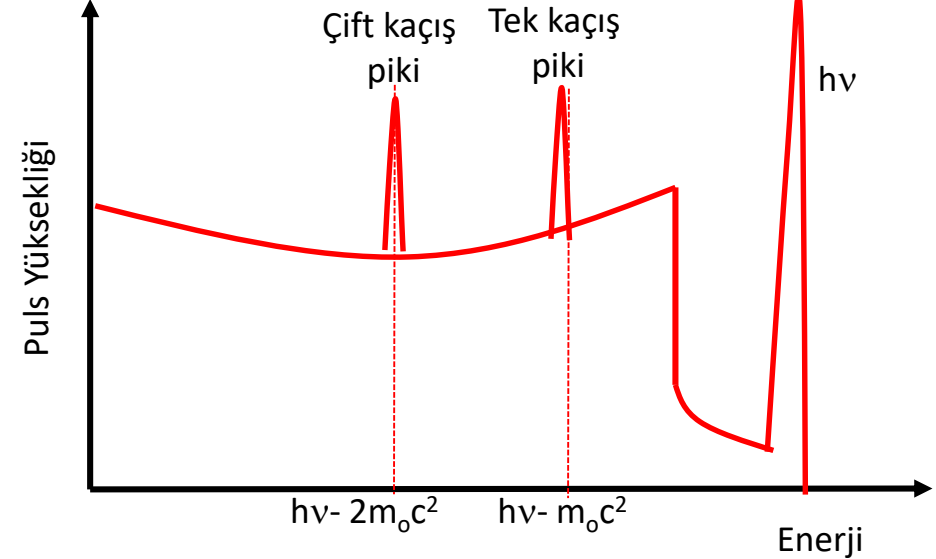
Orta boyutta Dedektörler



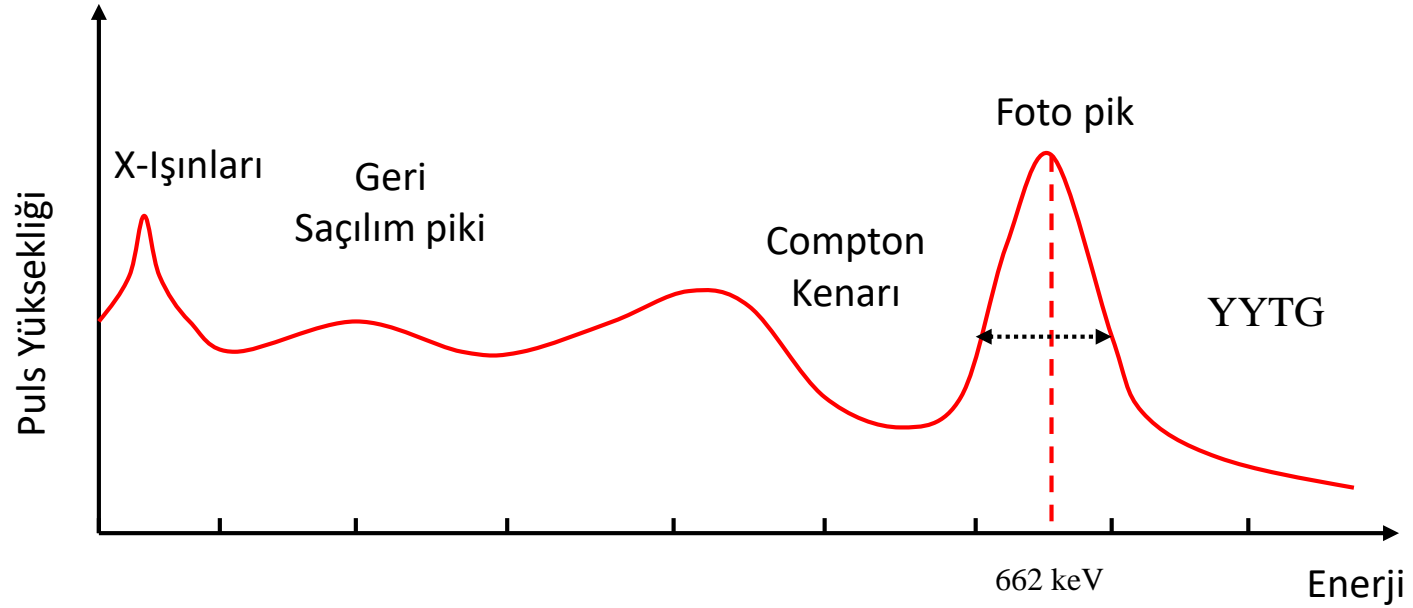
$$h\nu < 2m_0c^2$$



$$h\nu \gg 2m_0c^2$$



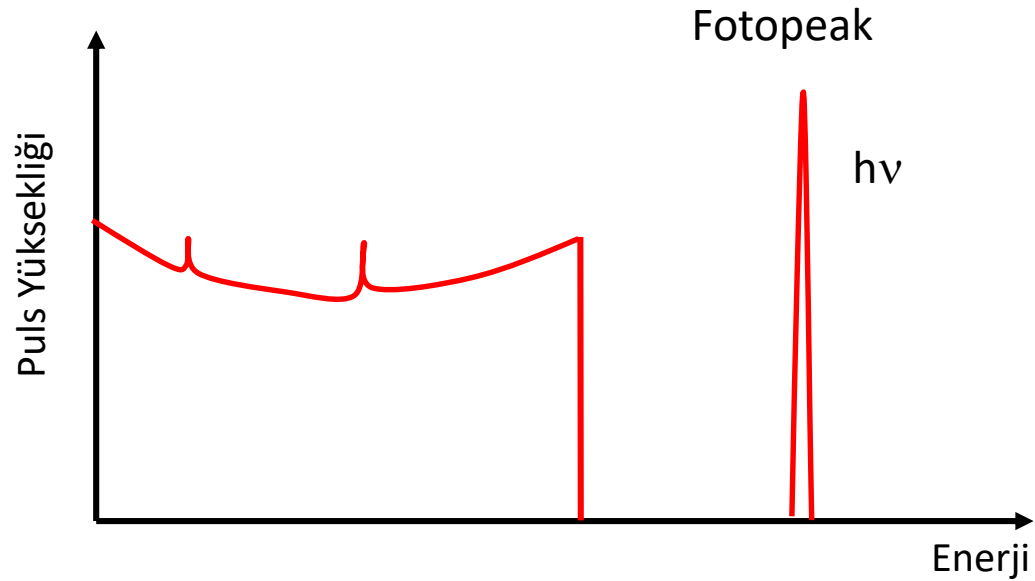
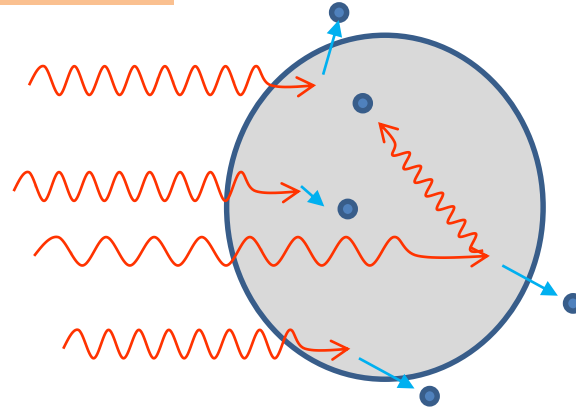
# GERÇEK SPEKTRUM



Cs -137 için NaI (TI) dedektöründe elde edilen gerçek spektrum

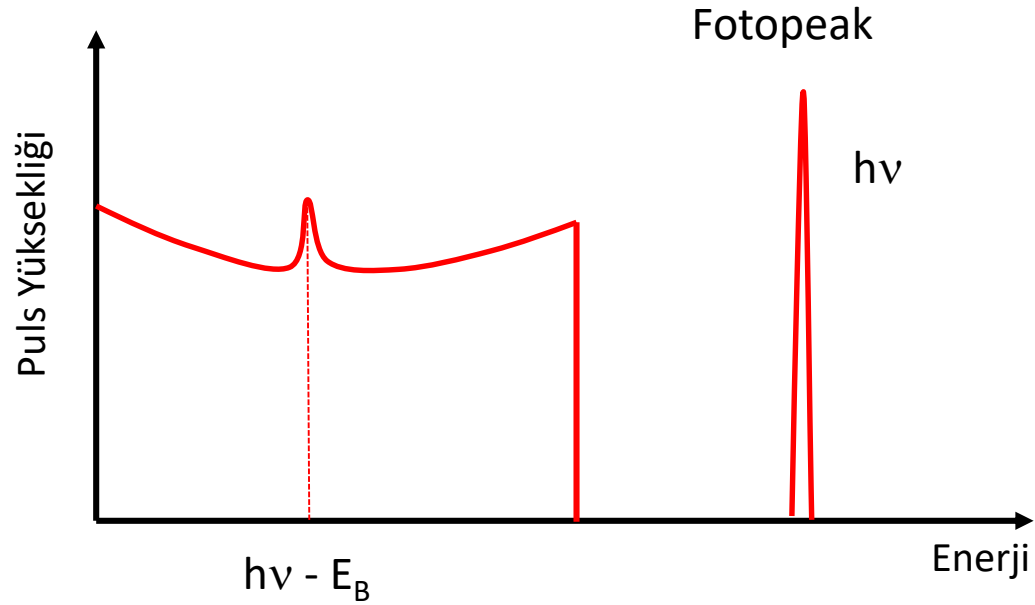
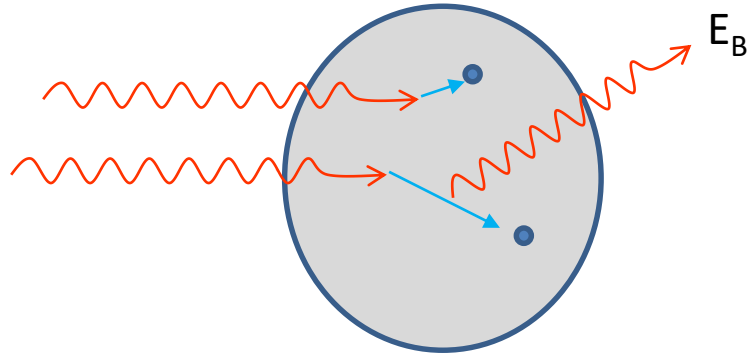
# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖRDEKİ DİĞER NEDENLER

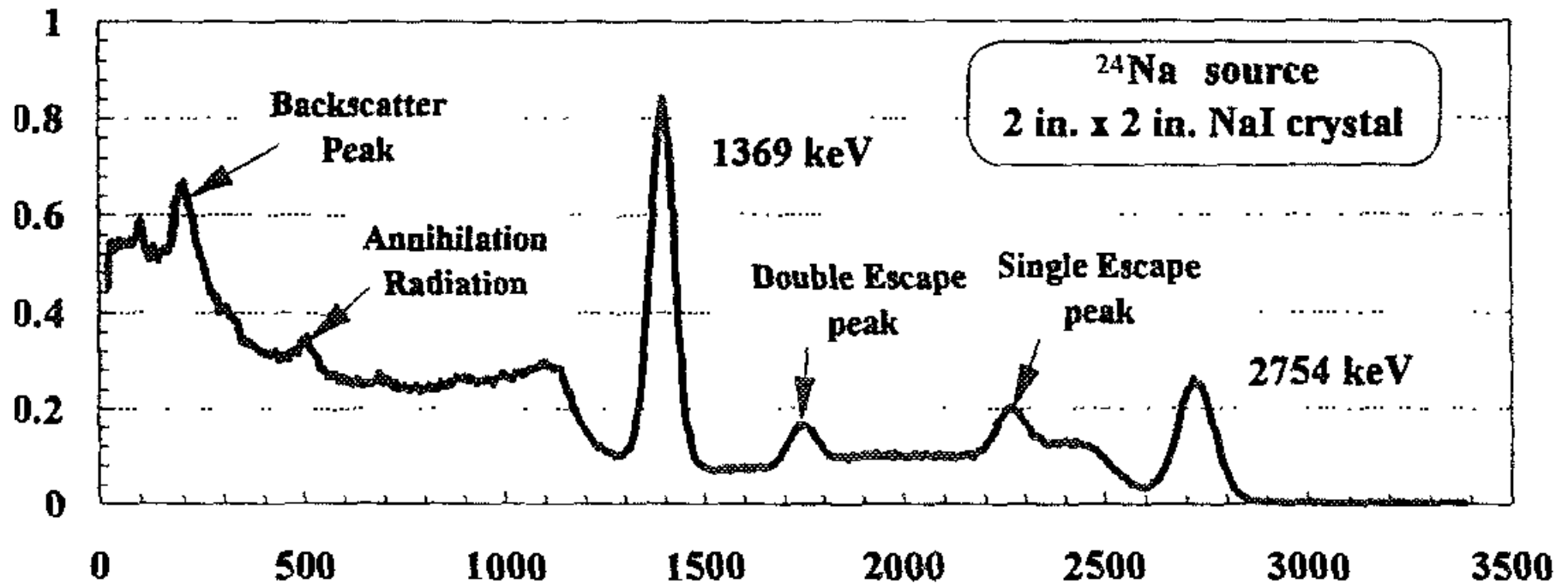
## İkincil Elektron Kaçışı



# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖRDEKİ DİĞER NEDENLER

## Bremsstrahlung Kaçışı

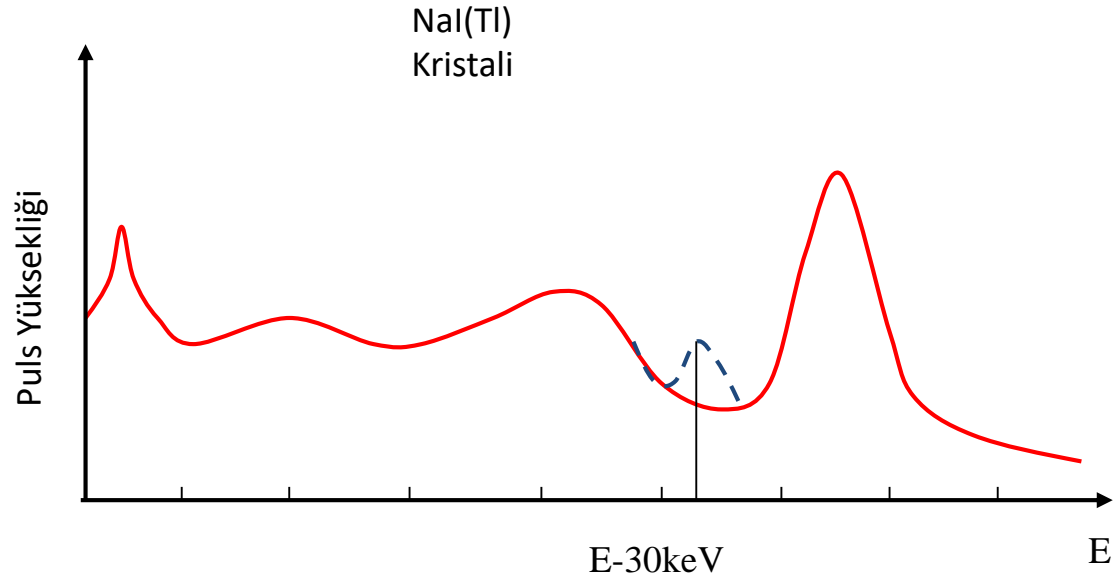
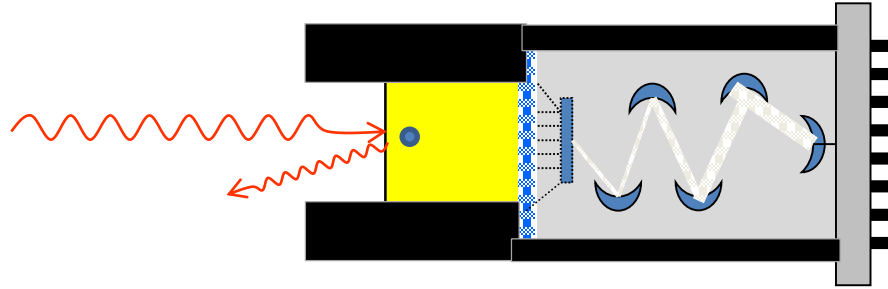




**Figure 10.13** Pulse height spectrum from a NaI(Tl) scintillator for gamma rays emitted by  $^{24}\text{Na}$  at 1369 and 2754 keV. The single and double escape peaks corresponding to pair production interactions of the higher energy gamma rays are very apparent, as is the annihilation radiation peak at 511 keV due to pair production interactions in surrounding materials.

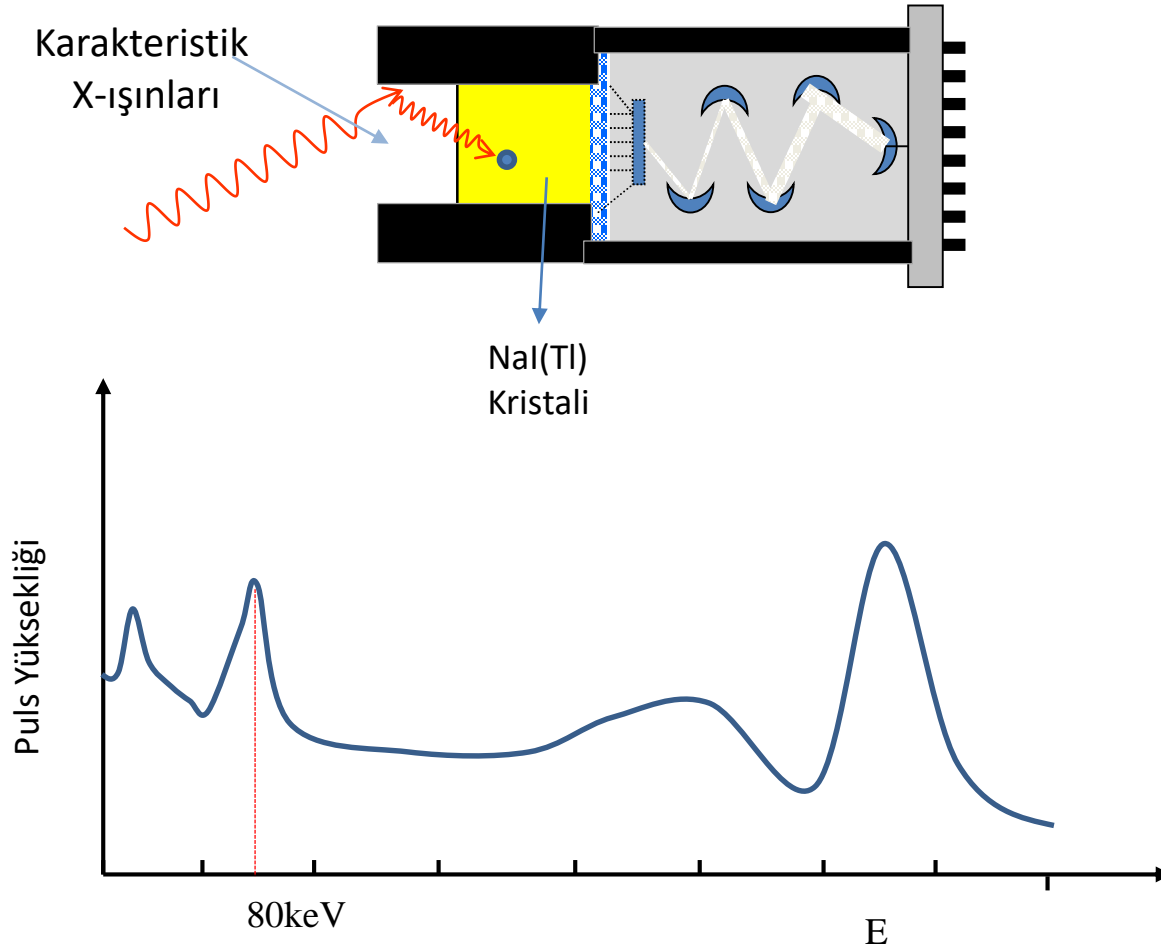
# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖRDEKİ DİĞER NEDENLER

NaI (TI) Dedektöründe Karakteristik X-ışını Kaçışı (İyot Piki)



# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖR DIŞINDAKİ NEDENLER

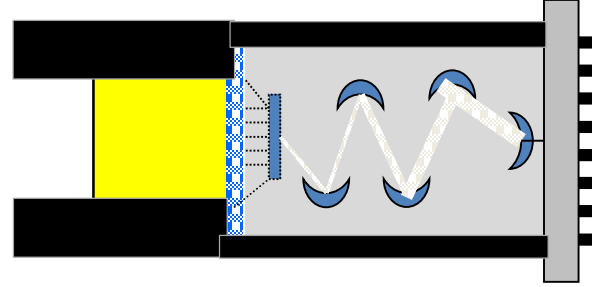
## Kurşun X-ışın Piki



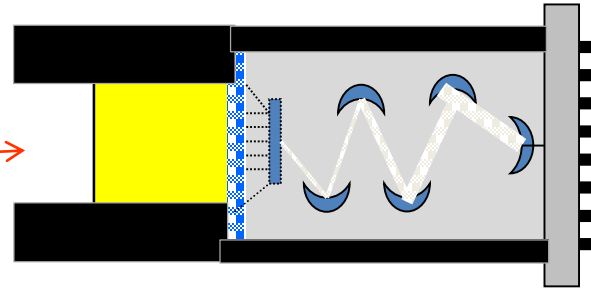
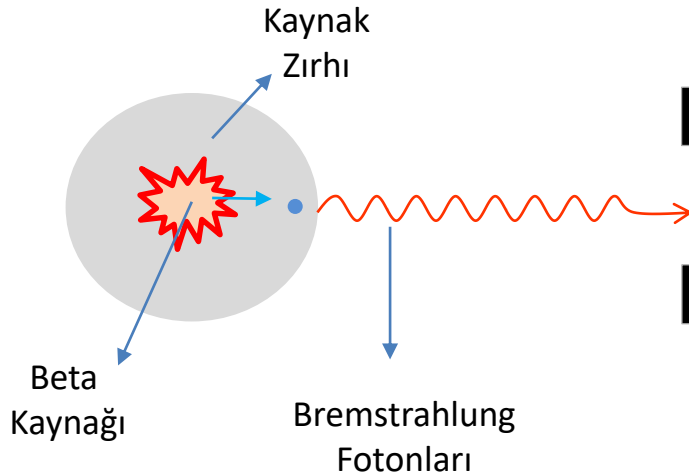
# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖR DIŞINDAKİ NEDENLER

## Kaynak Yakınındaki İkincil Radyasyonlar

Yok olma fotonları



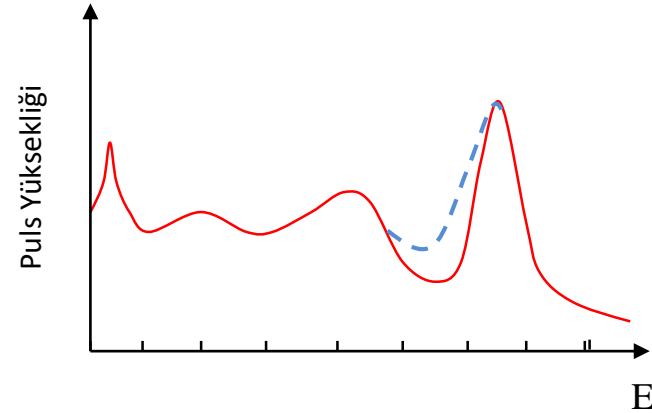
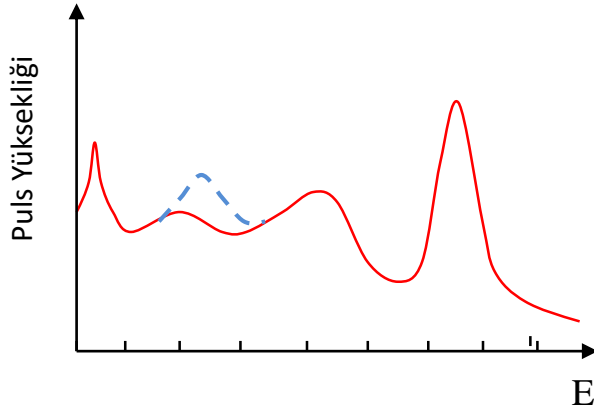
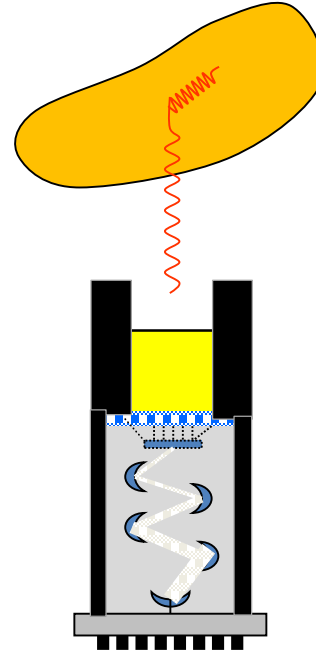
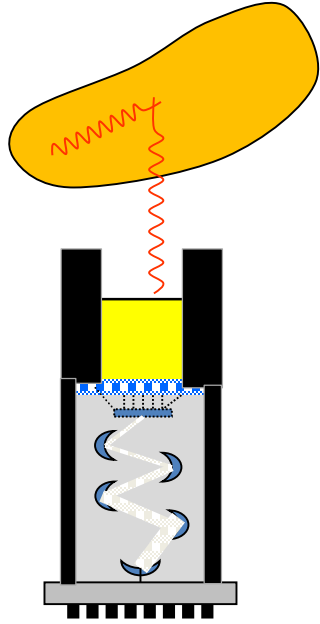
$\beta^-$  ve Bremsstrahlung





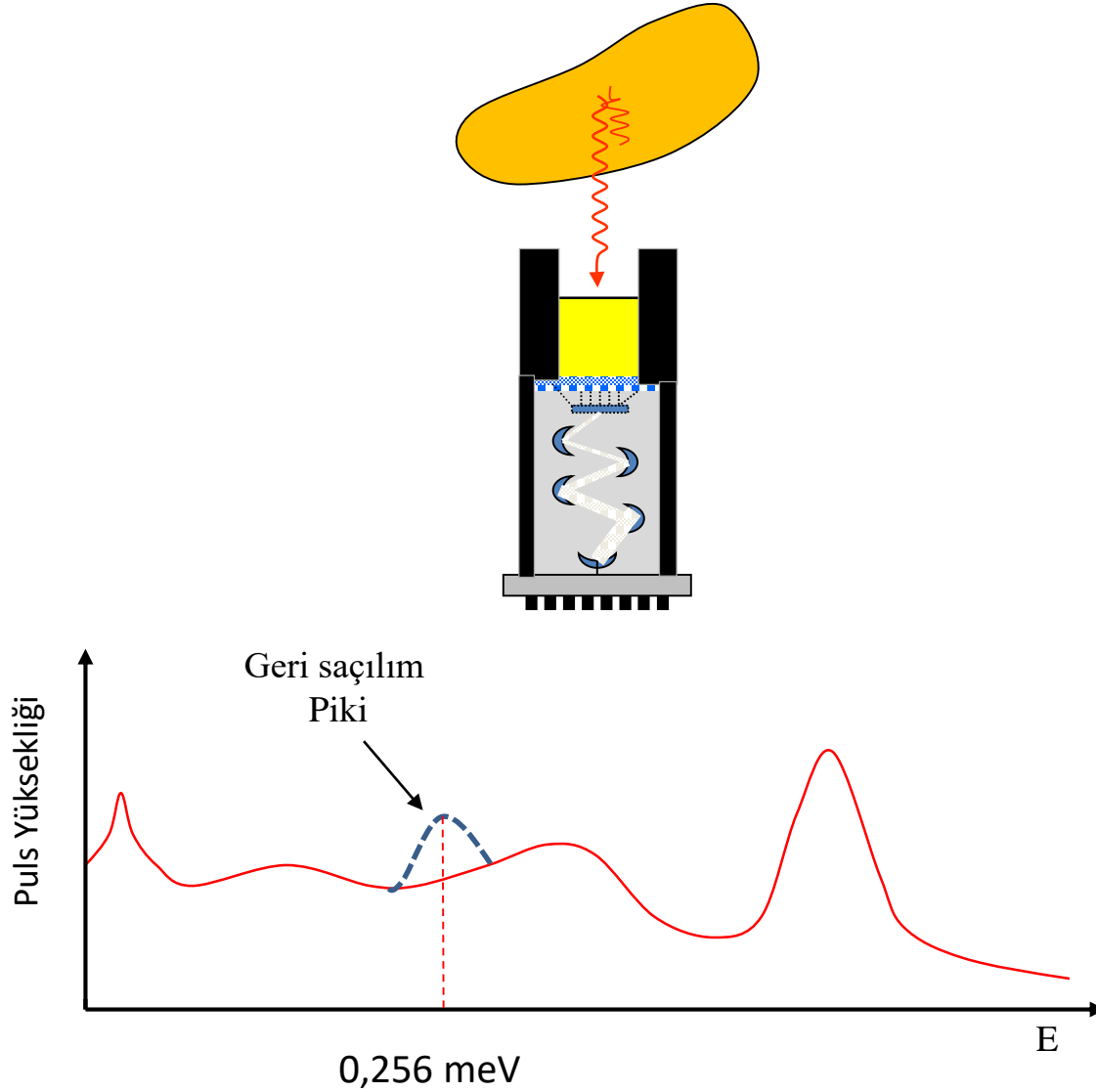
# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖR DIŞINDAKİ NEDENLER

## Farklı açılarda Compton Etkileşmeleri

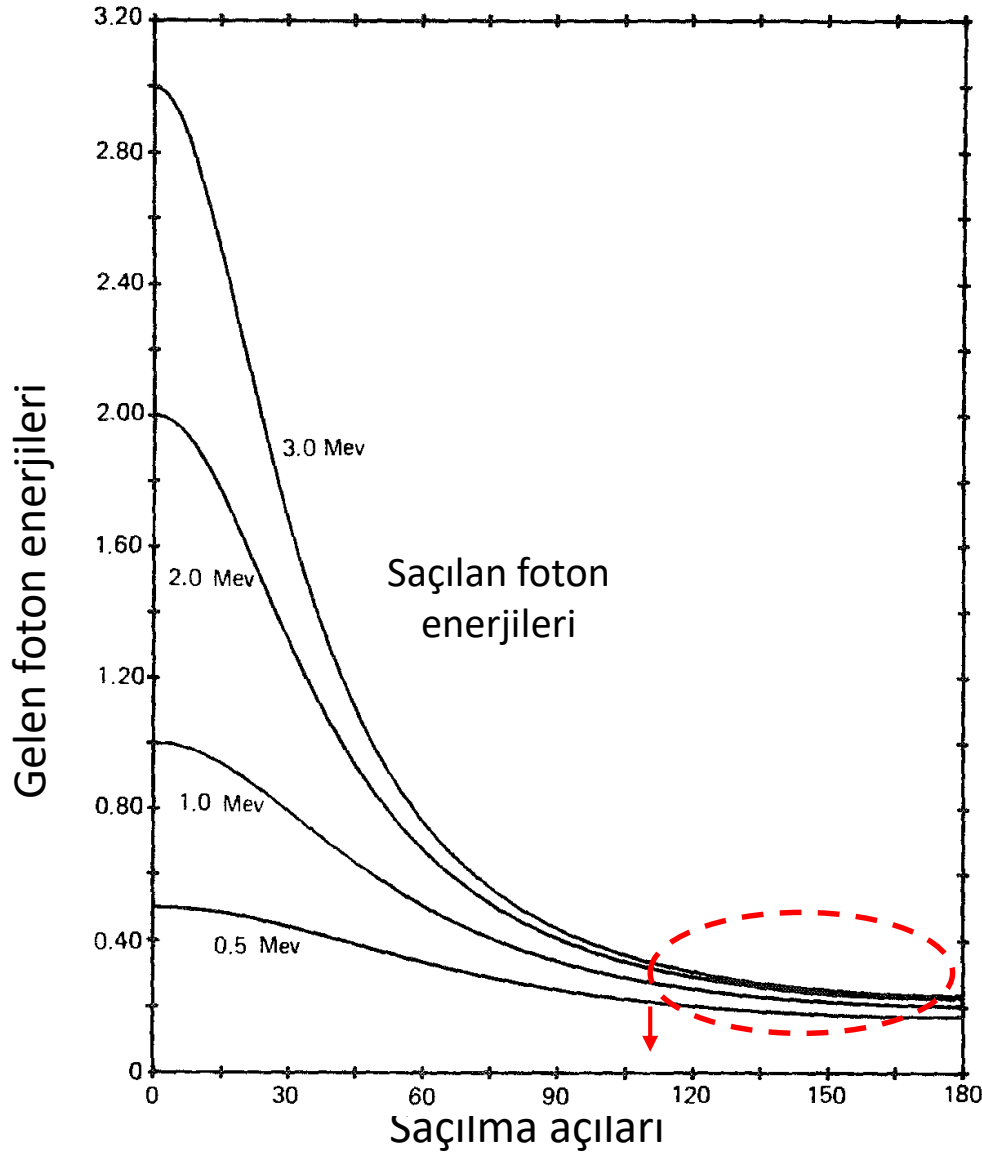


# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖR DIŞINDAKİ NEDENLER

Farklı açılarda Compton Etkileşmeleri - Geri saçılım piki



# GELEN GAMA IŞIN ENERJİLERİNE GÖRE SAÇILMA AÇISINA BAĞLI OLARAK SAÇILAN GAMA IŞIN ENERJİLERİ



Saçılan foton enerjisi:

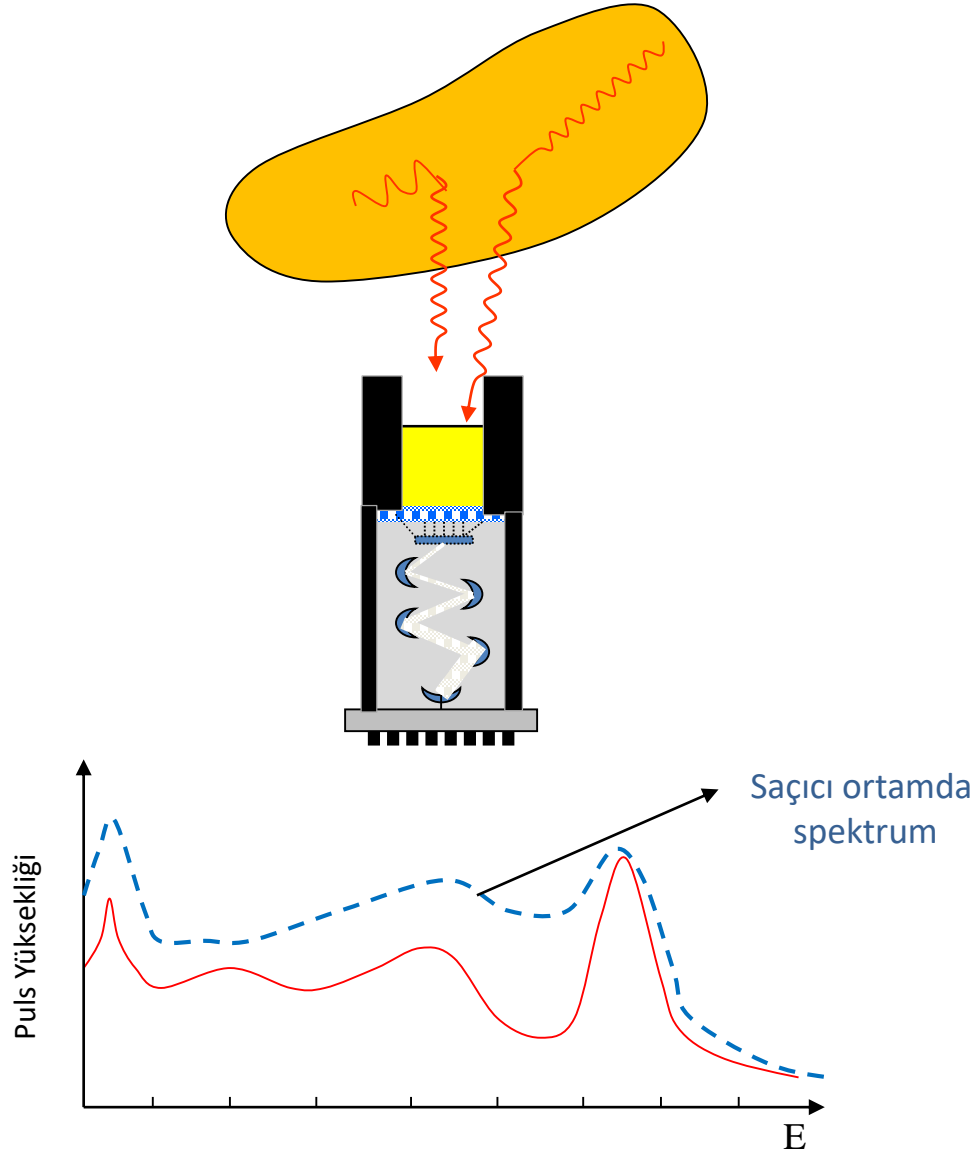
$$h \nu' = h \nu / [ 1 + 2 h \nu / m_0 c^2 ]$$

Yüksek gama ışın enerjilerinde:

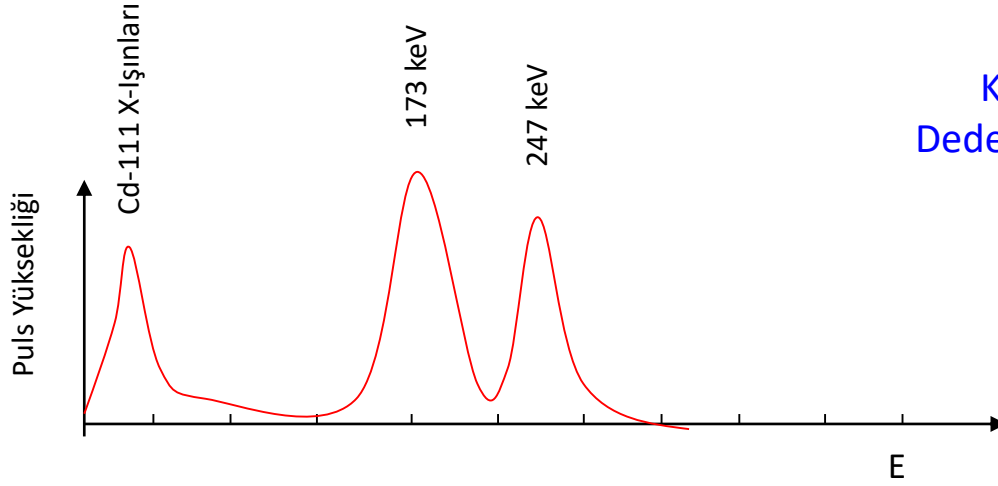
$$E_c \cong m_0 c^2 / 2$$

# SPEKTRUMU DEĞİŞTİREN DEDEKTÖR DIŞINDAKİ NEDENLER

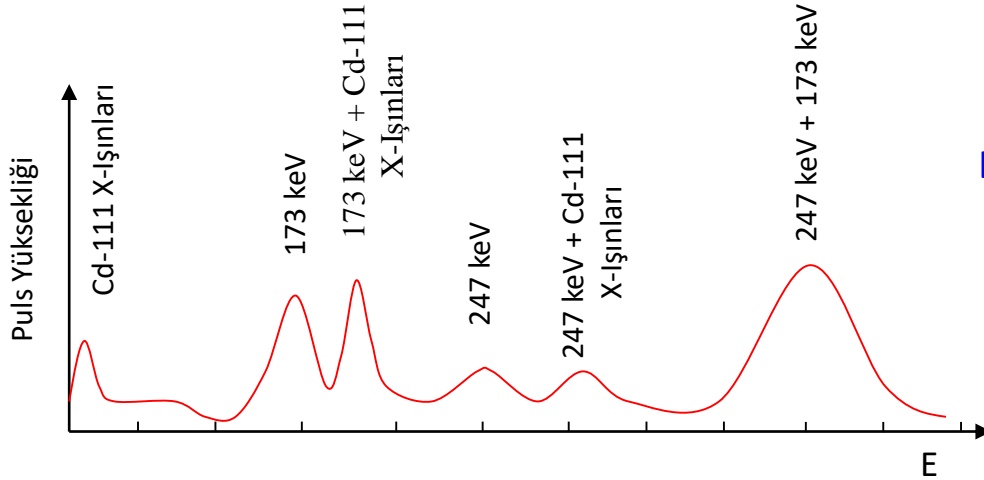
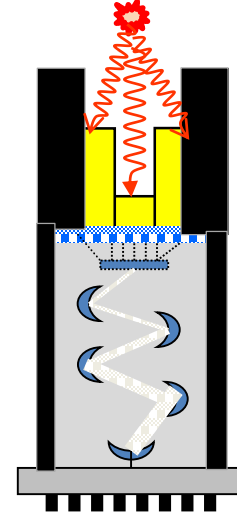
## Saçıcı Ortamın etkisi



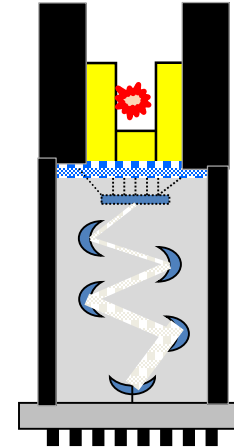
# KUYU TİPİ DEDEKTÖRLERDE KAYNAK YERLEŞİMİ



Kaynak Kuyu  
Dedektör dışarısında

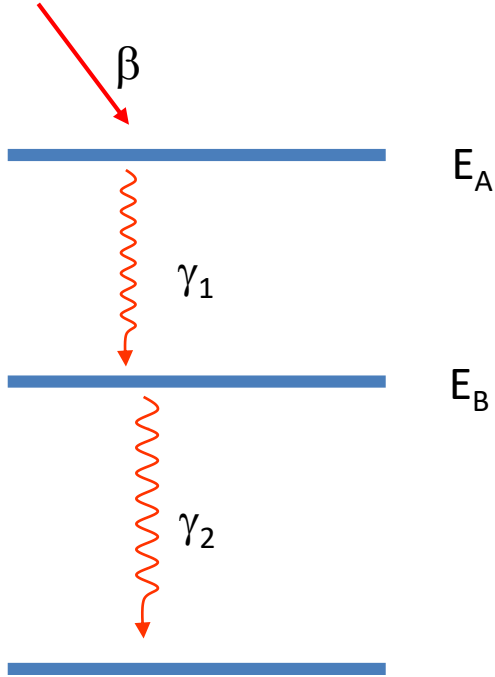


Kaynak Kuyu  
Dedektör içerisinde



# TOPLAM ETKİSİ

1- Çok kısa zaman aralığında salınan iki fotonun birlikte sayılması



$$N_1 = \epsilon_1 \Omega S Y_1$$

$$N_2 = \epsilon_1 \Omega S Y_2$$

$\epsilon$ : Dedektörün sayım etkinliği

$\Omega$ : Dedektör tarafından görülen katı açı

$S$ : Sayım süresi

$Y$ : Kaynak salınımlarının toplamı

$$E_A \gamma_1 = E_A - E_B$$

$$E_A \gamma_2 = E_B$$

# TOPLAM ETKİSİ

İki gama ışınının aynı anda dedeksiyon olasılığı:  $N_{12}$

$W(0^0)$ , dedektör pozisyonu ile tanımlanan  $0^0$  yönünde her birim katı açı için  $\gamma_2$ 'lerin rölatif verimidir,  $\gamma_1$ 'inde aynı yönde salındığı kabul edilir.

Toplam Pik Alanı,

$$N_{12} = S ( \epsilon_1 \Omega Y_1 ) ( \epsilon_2 \Omega Y_2 ) W ( 0^0 )$$

$$= S \epsilon_1 \epsilon_2 Y_1 Y_2 \Omega^2 W ( 0^0 )$$

$\gamma_1$  için geri kalan tüm enerji pikleri:

$$N_1 = N_1 - N_{12}$$

$$= \epsilon_1 \Omega S Y_1 [ 1 - \epsilon_2 \Omega Y_2 W ( 0^0 ) ]$$

# TOPLAM ETKİSİ

## 2. Bağımsız azalılara ait farklı olaylarının tesadüfi kombinasyonları

Eğer ikinci bir puls bir sinyal pulsunu takip eden  $t_r$  çözümleme zamanı içinde oluşursa tesadüfen aynı anda sayımı gerçekleştirir.

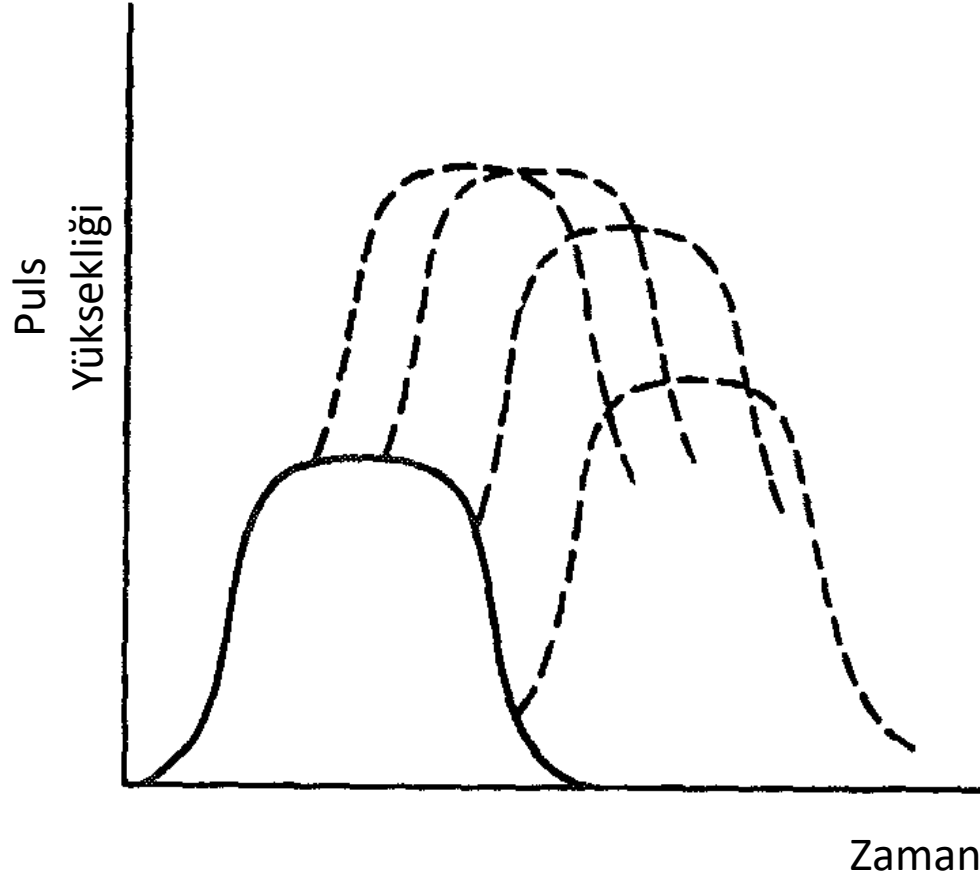
$r_s$  tesadüfi puls hızı için ( $r_s t_r \ll 1$ ) sayımların aynı anda olma hızı, ( $r_{ch}$ ) bir önceki pulsa ait  $t_r$  içindeki tüm zamanların kesrinin ( $r_s t_r$ ) puls gelme hızı ( $r_s$ ) ile çarpımına eşittir.

$$r_{ch} = r_s^2 \cdot t_r$$

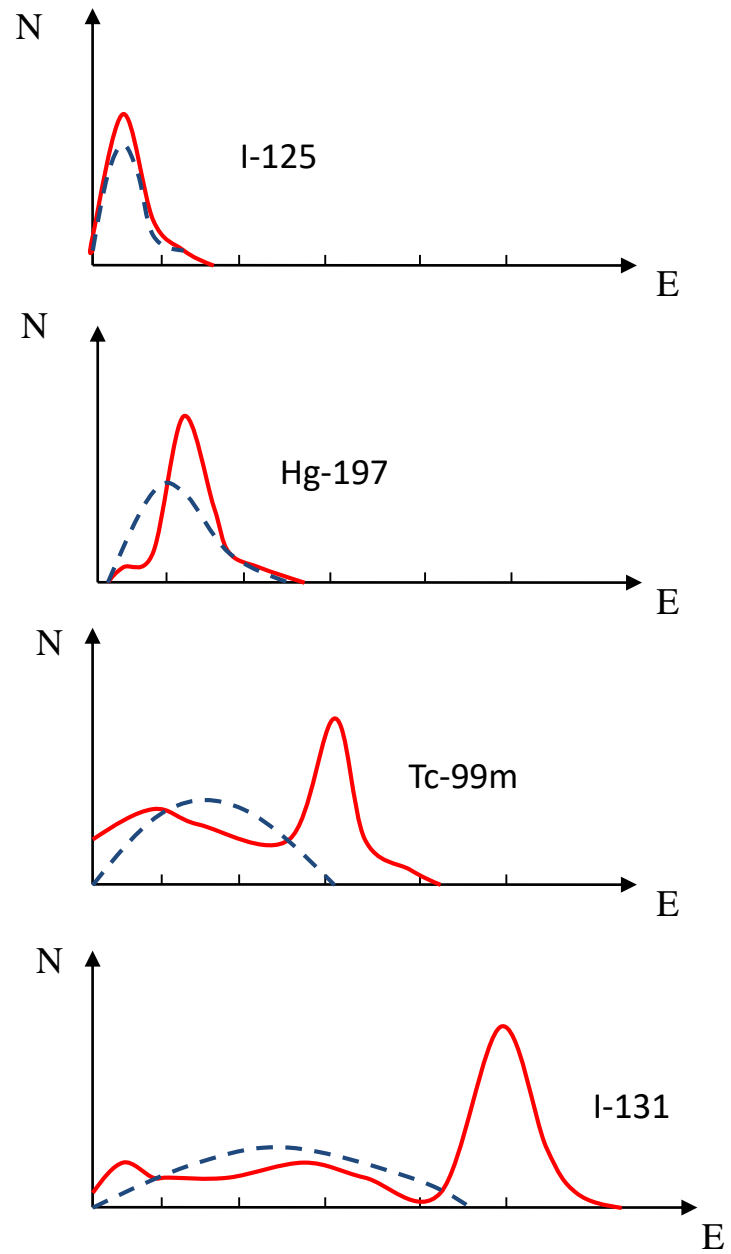


# TOPLAM ETKİSİ

Farklı zaman aralıklarında dedekte edilen pulsların üst üste binmesi



# Farklı Gama ışın enerjilerinde Fotopik-Compton ayırımı



Nal(Tl) dedektörü ile alınan spektrum