

Veri Analizi II: Detektör Çözünürlüklerin ve Doğrusallığın Belirlenmesi

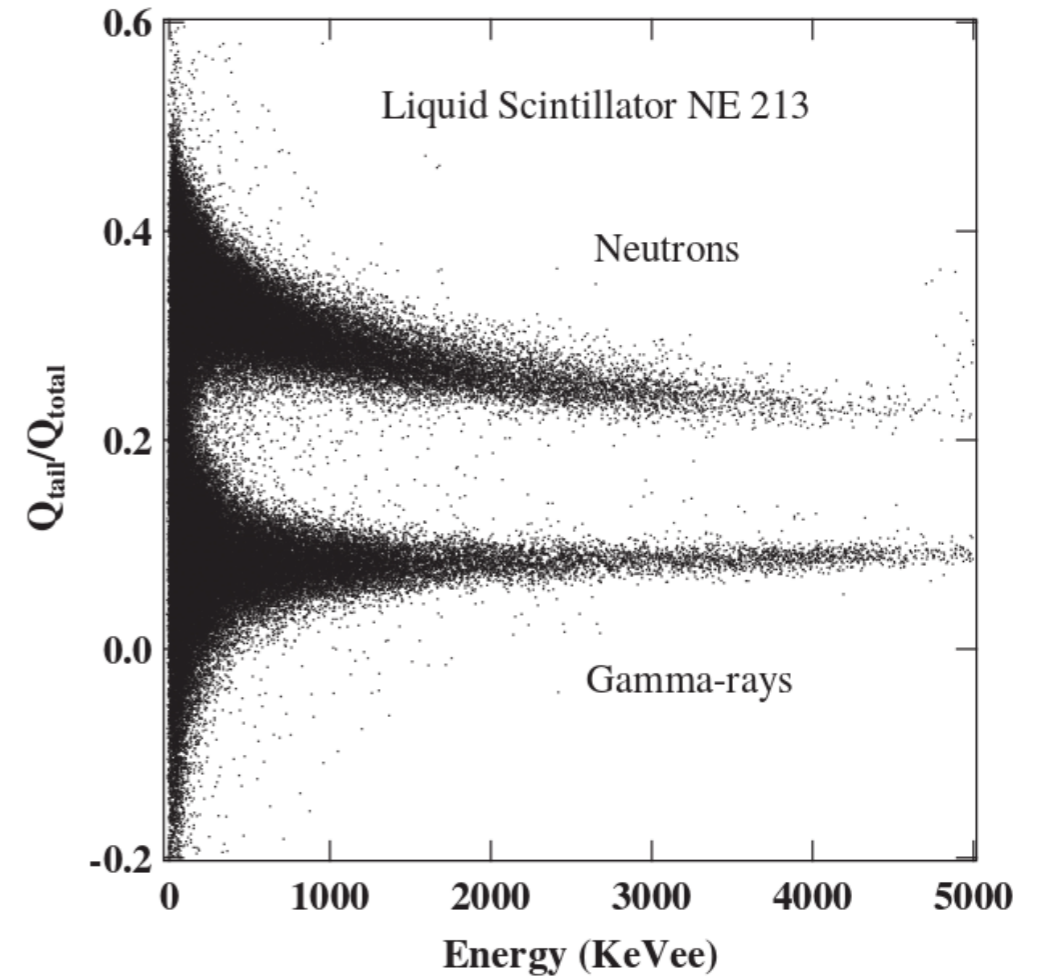
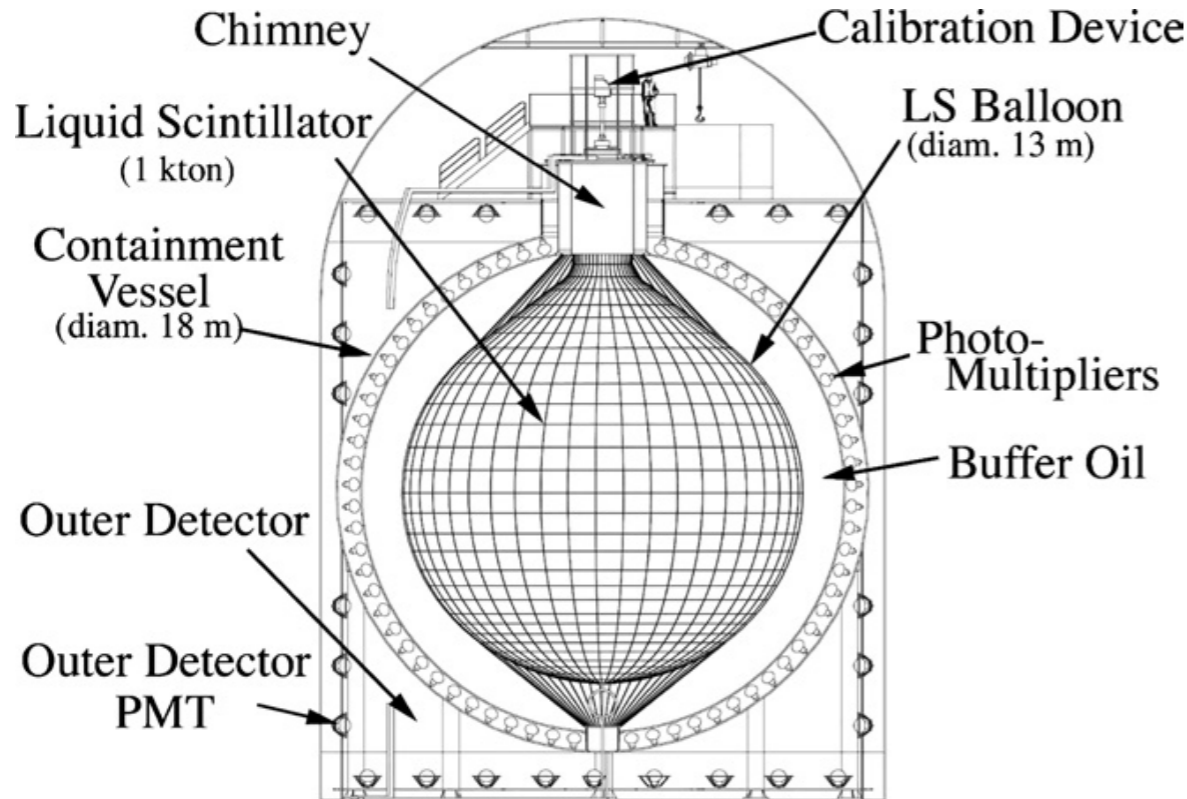
Sertaç ÖZTÜRK

İstinye Üniversitesi

sertac.ozturk@istinye.edu.tr

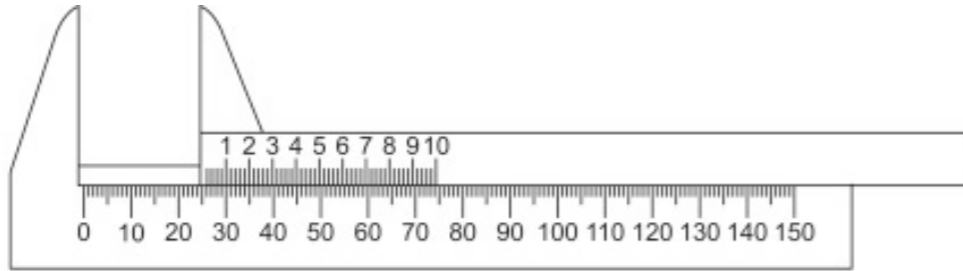
Detektör Duyarlılığı

- ☑ Detektör duyarlılığı aşağıdaki faktörlere bağlıdır:
 - ☑ detektör malzemesiyle etkileşim kesiti
 - ☑ detektör kütlesi
 - ☑ detektör gürültüsü
 - ☑ detektör etrafındaki koruma malzemesi



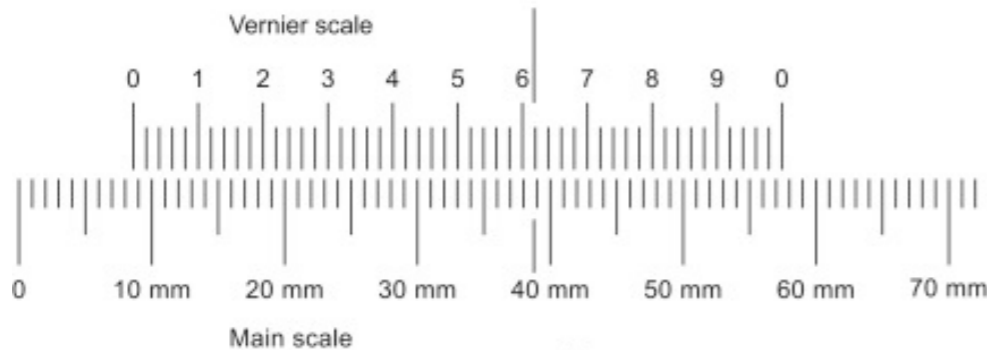
Çözünürlük Nedir?

- ☑ Ölçüm çözünürlüğü, ölçümde bir değişikliğe neden olan fiziksel nicelikteki en küçük değişikliktir.
- ☑ Çözünürlük, bir ölçüm cihazının iki yakın değeri birbirinden ayırt edebilme yeteneğidir
- ☑ Örneğin 20 cm uzunluğunda bir cetvelde 50 tane eşit aralıklı çizgi varsa cetvel ile yapacağınız ölçümün çözünürlüğü $20 \text{ cm} / 50 = 0.4 \text{ mm}$ dir.



(a)

Çözünürlük = $\Delta x / x$ (Δx : fark, x : ölçülen değer)



(b)

Parçacık Detektörlerinde Çözünürlük

Konumsal Çözünürlük

Parçacığın konumunu ne kadar hassas tespit edebildiğimiz.

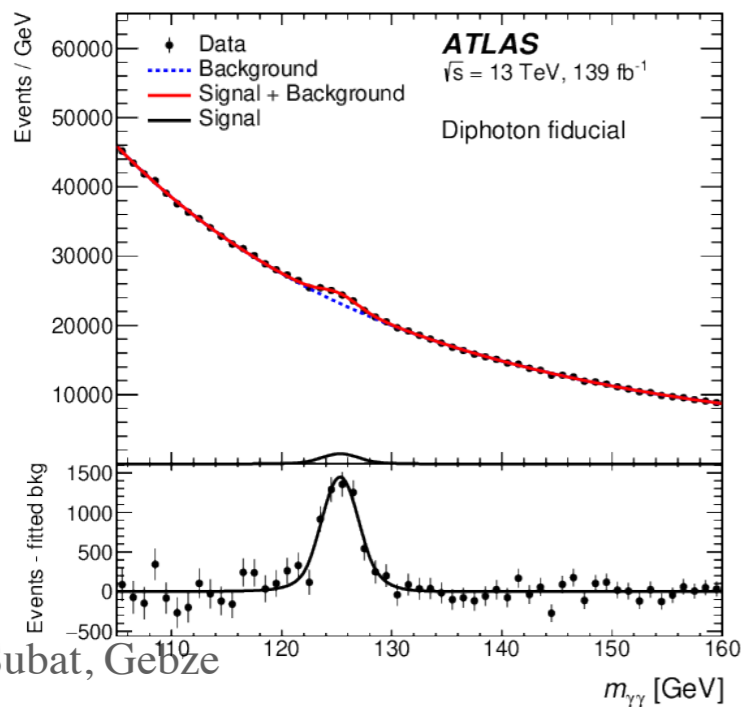
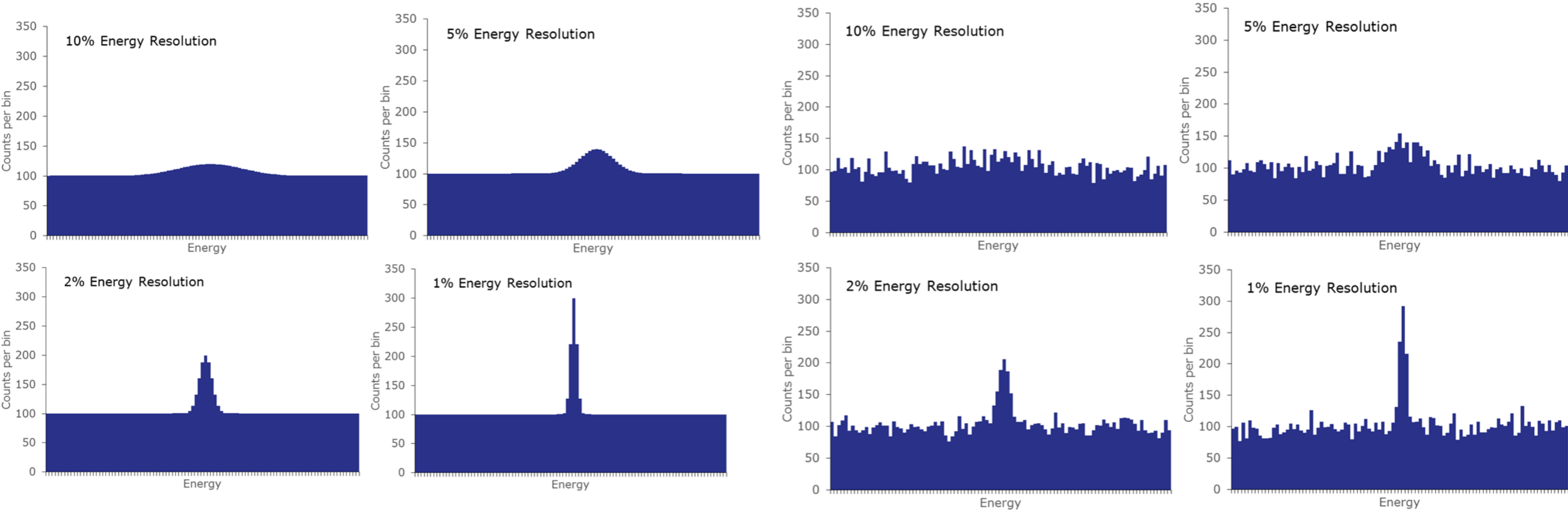
Enerji Çözünürlüğü

Parçacığın enerjisini ne kadar hassas ölçebildiğimiz

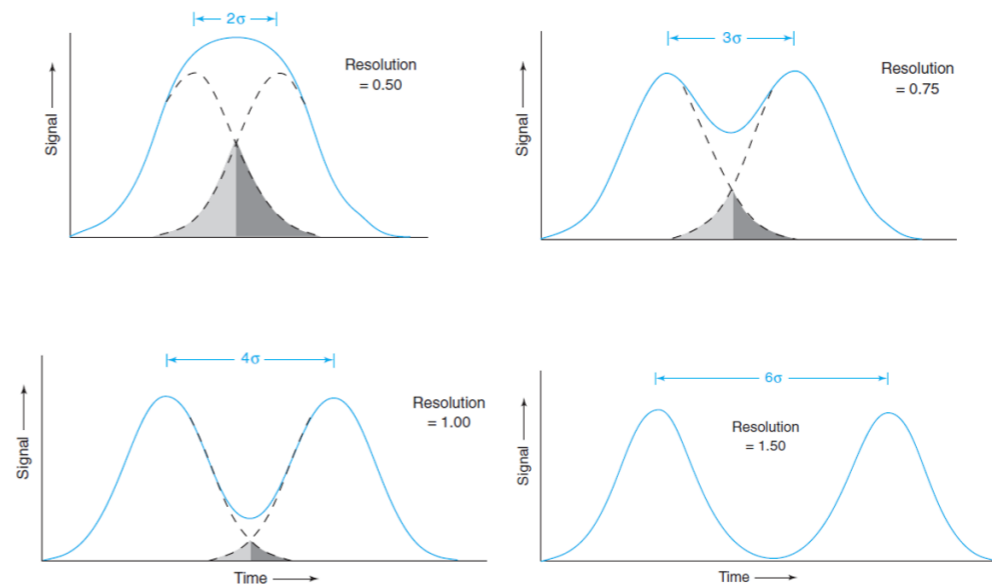
Zamansal Çözünürlük

İki olay arasındaki zaman farkını ne kadar hassas ölçebildiğimiz

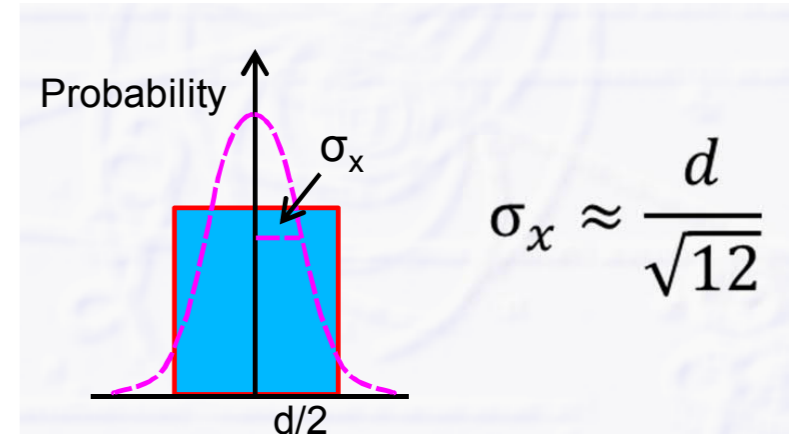
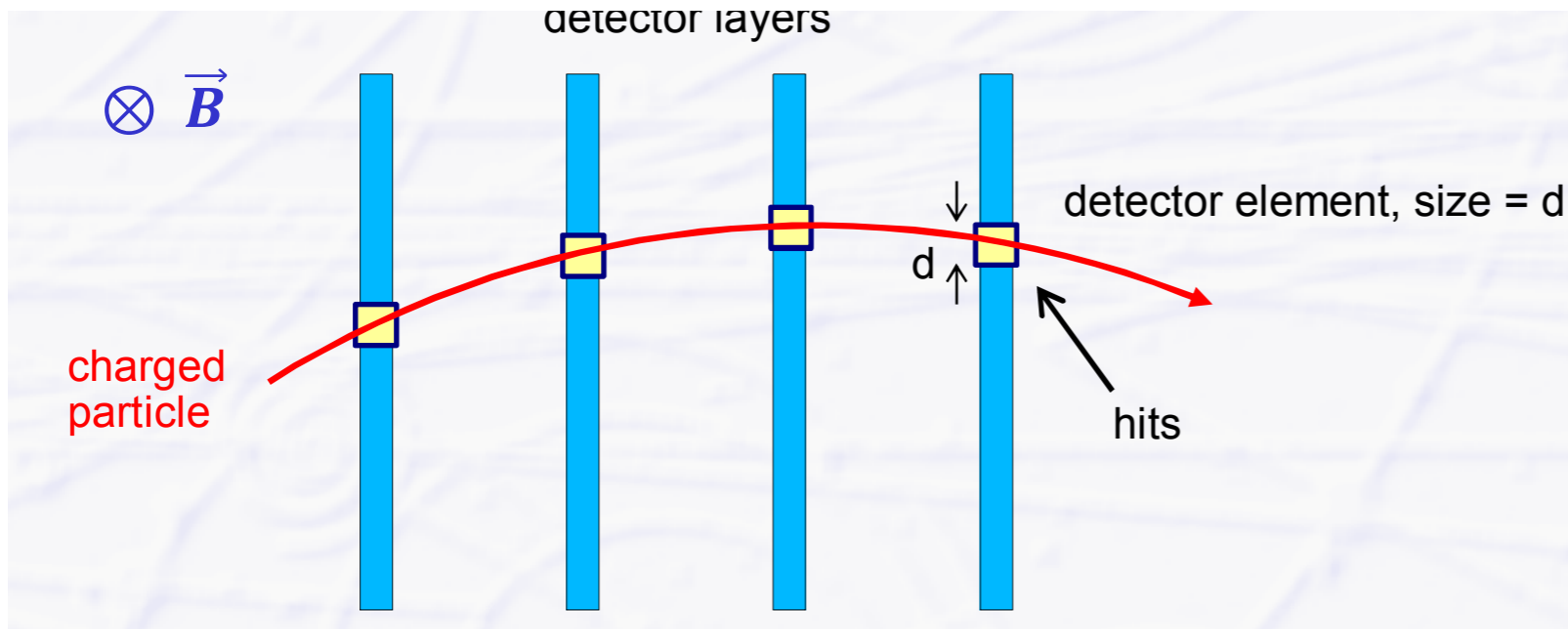
Çözünürlük Neden Önemli?



Resolution of Gaussian Peaks with Equal Areas and Heights



Konumsal Çözünürlük

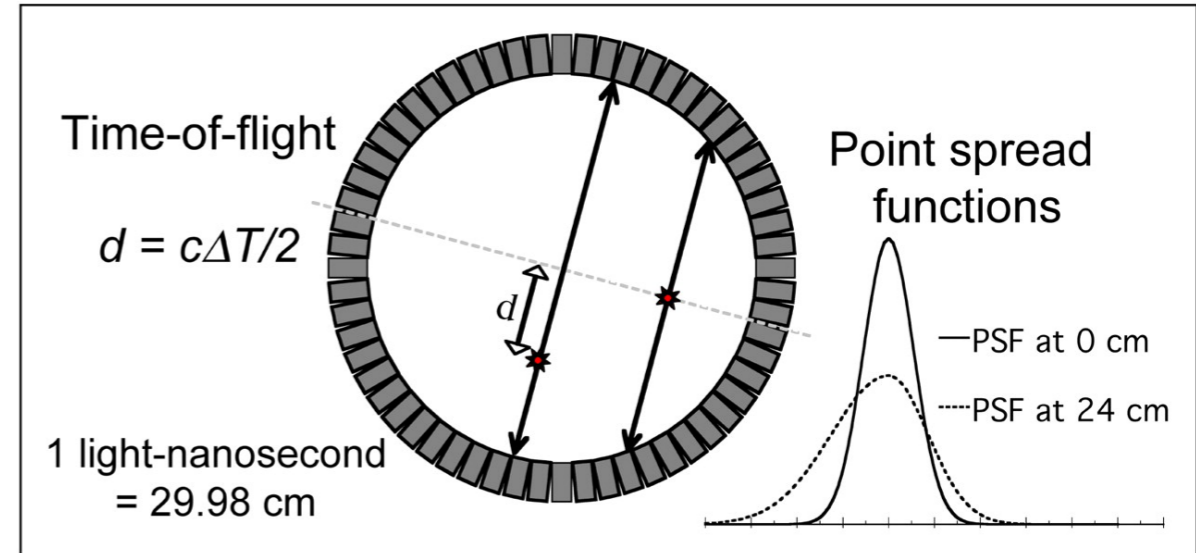
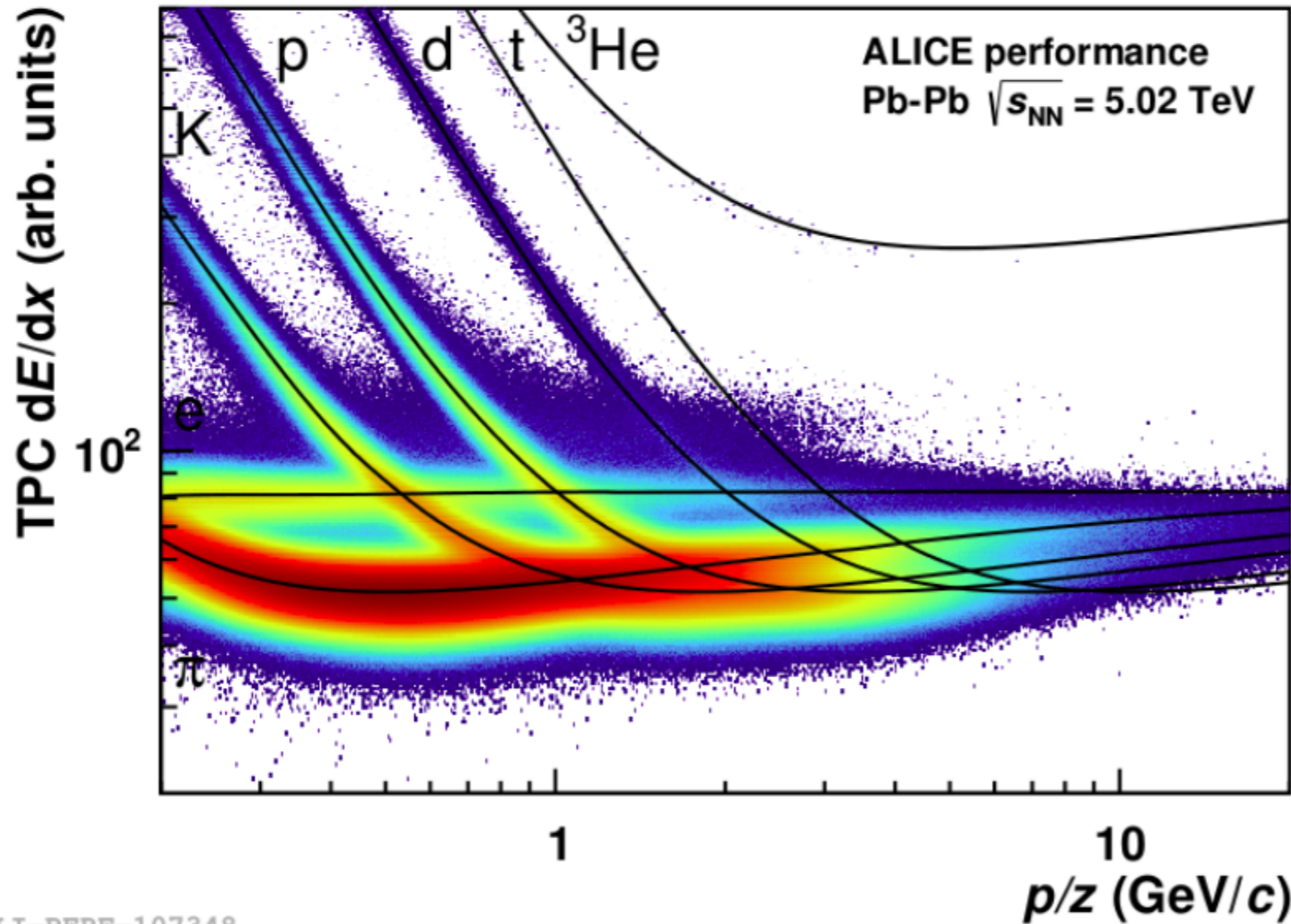


- ☑ Silikon detektörleri ~10-20 μm
- ☑ Gaz odası detektörleri ~100 μm - 1 mm
- ☑ İyonizasyon detektörleri (Muon) ~1 cm - 5 cm

- ◆ 20 μm aralık
- ◆ Pozisyon ölçümünde yüksek duyarlılık
 - ▶ $\sigma_x = 20 \mu\text{m} / \sqrt{12} = 5.8 \mu\text{m}$

Zamansal Çözünürlük

- ☑ Parçacık belirleme ve pozisyon yapılandırmak için önemlidir.
- ☑ Hızlı tepki süresi



Kalorimetrede Enerji Çözünürlüğü

✓ Parçacık duşunda oluşan parçacık sayısı etkileşim enerjisi ile doğru orantılıdır.

◆ $N \propto E/\sqrt{E_c}$ ($E_c \approx 10$ MeV)

◆ Enerji ölçümündeki istatistiksel hata $\sigma \propto \sqrt{N}$

◆ Enerji ölçümündeki görelî hata $\frac{\sigma_E}{E} \propto \frac{1}{\sqrt{E}}$

✓ Algıçtaki homojensizlikler ve elektronik gürültüden gelen katkıları ile birlikte

$$\frac{\sigma}{E} = \frac{a}{\sqrt{E}} \oplus b \oplus \frac{c}{E}$$

a: stochastic terim

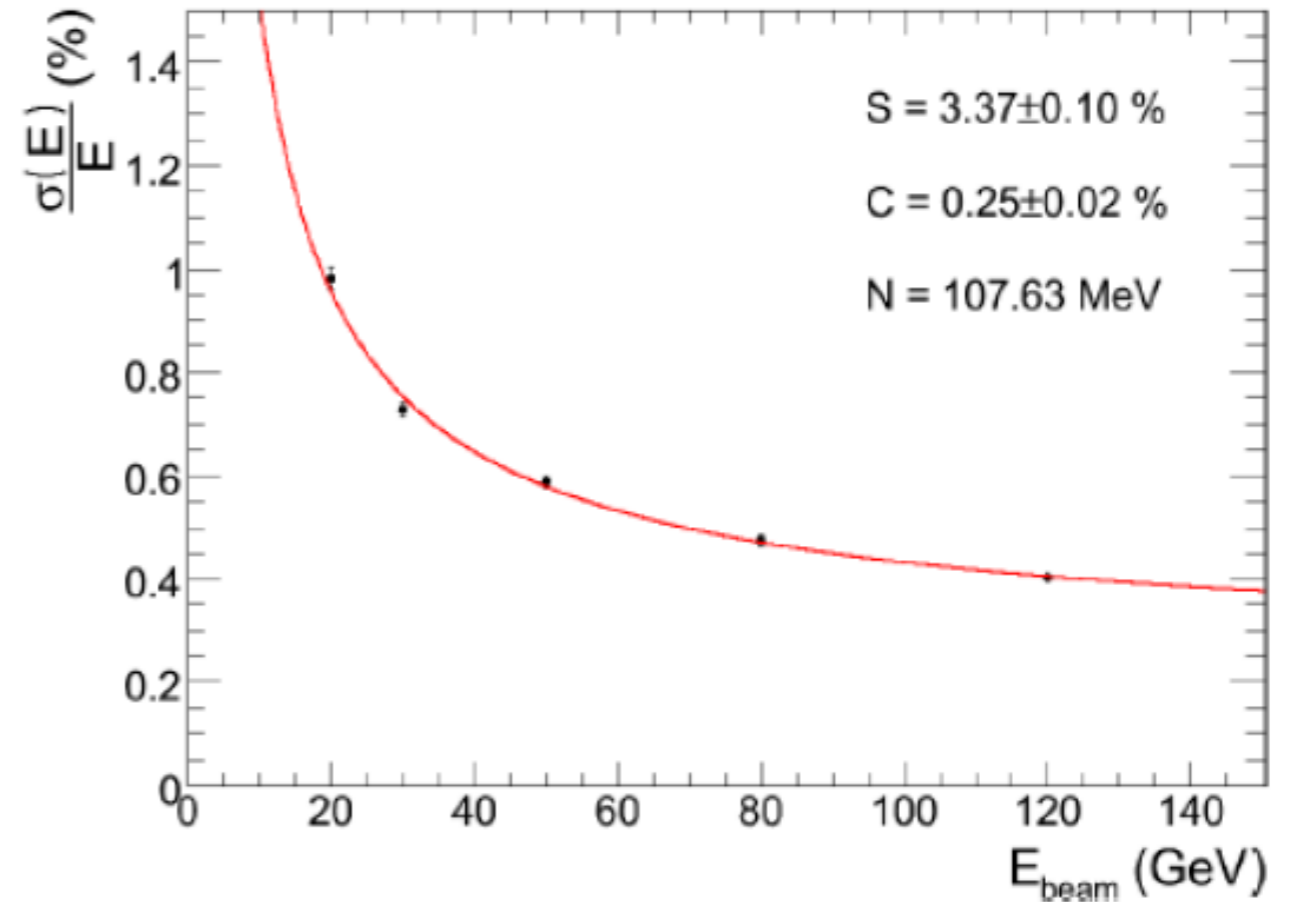
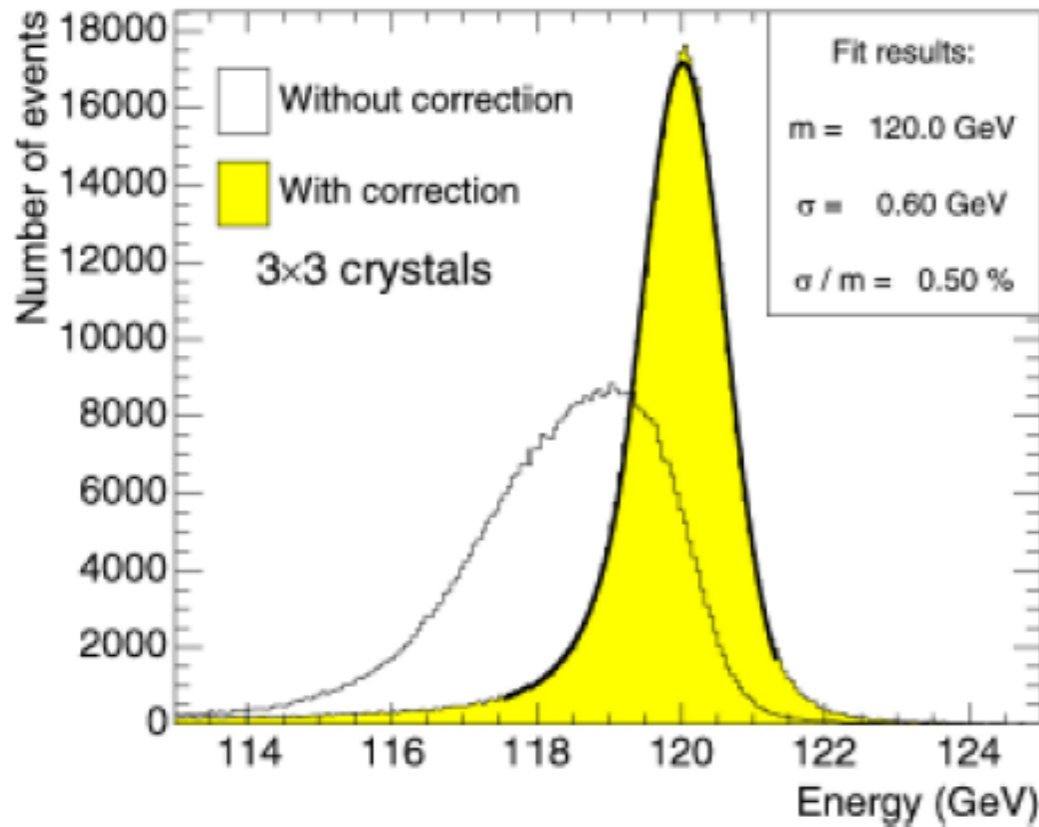
b: Sabit terim (homojensizlik, vs.)

c: gürültü terimi (elektronik gürültü)

CMS ECAL Kalorimetresi

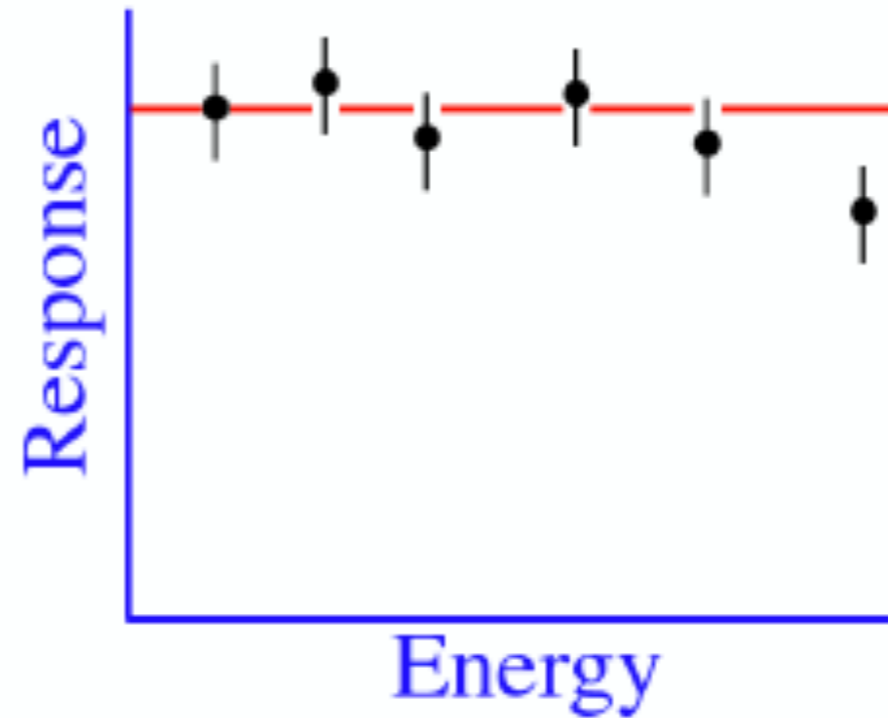
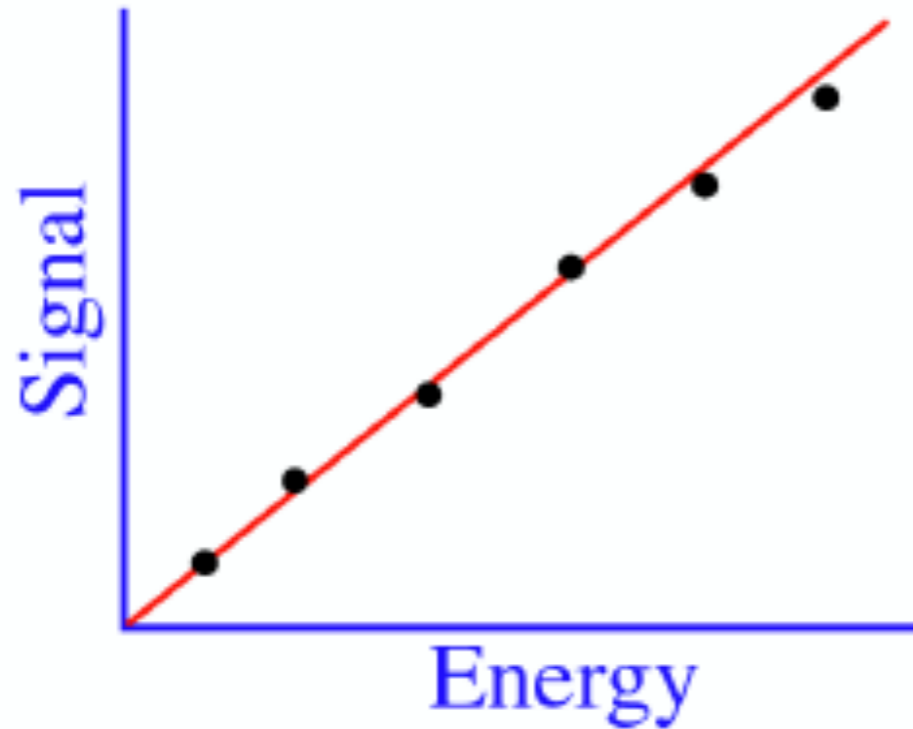
$$\left(\frac{\sigma}{E}\right)^2 = \left(\frac{3.37\%}{\sqrt{E}}\right)^2 + \left(\frac{0.107}{E}\right)^2 + (0.25\%)^2$$

stoch. noise const.



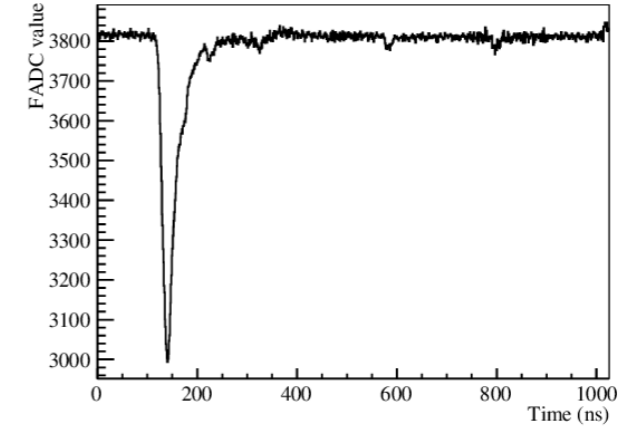
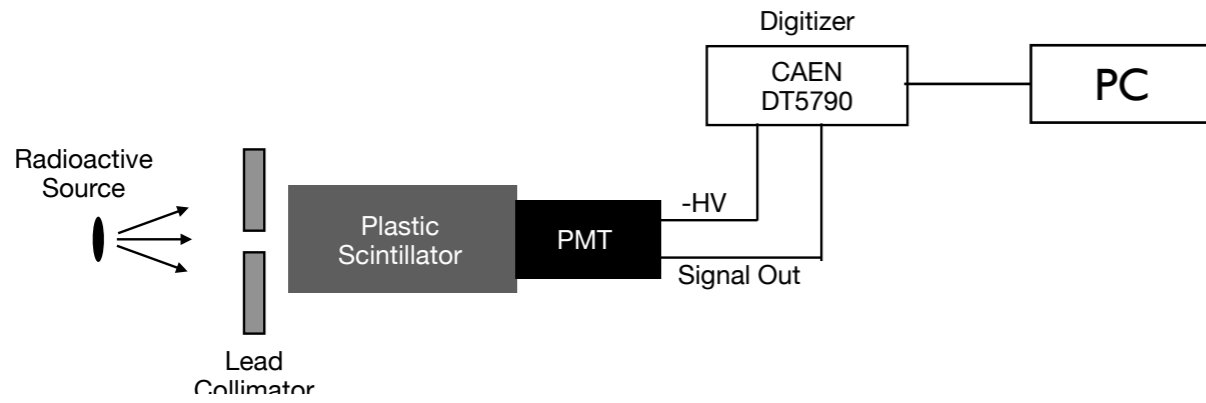
Detektör Tepkisi

- ☑ Duyarlılıkla ilgili olan, incelenen radyasyona karşı dedektör tepkisidir.

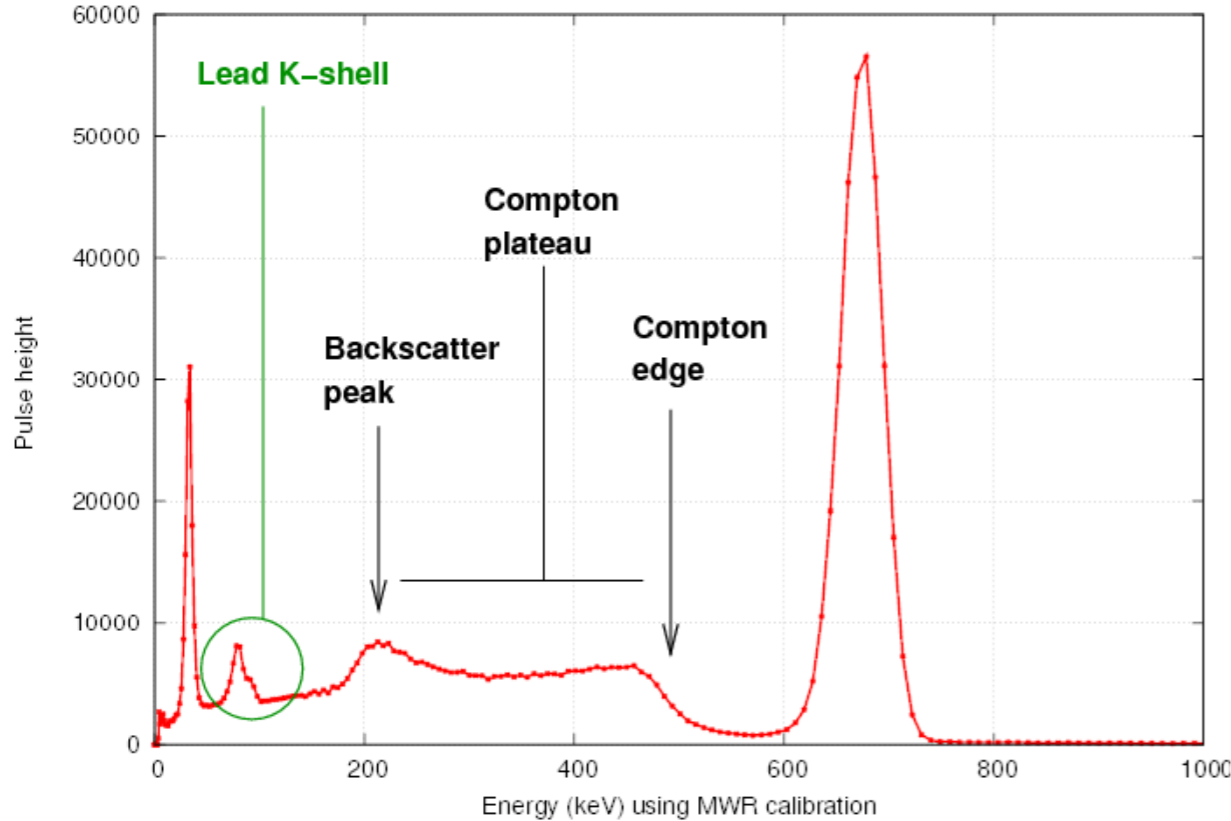


Uygulama

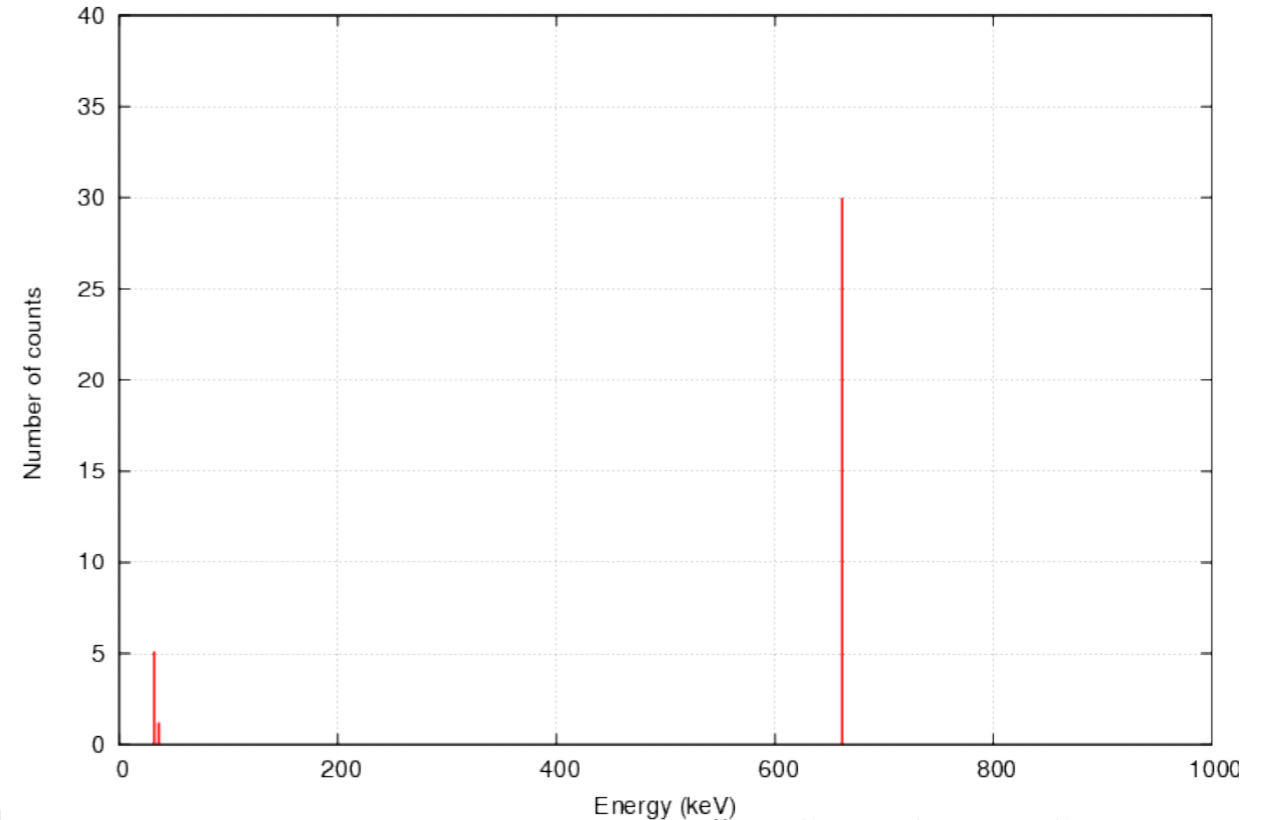
☑ Plastik sintilatörde görelî ışık çıktısı ve doğrusallık ölçümü nasıl yapılır?



Cs-137 spectrum, 200-second exposure, Sep 26, 2009



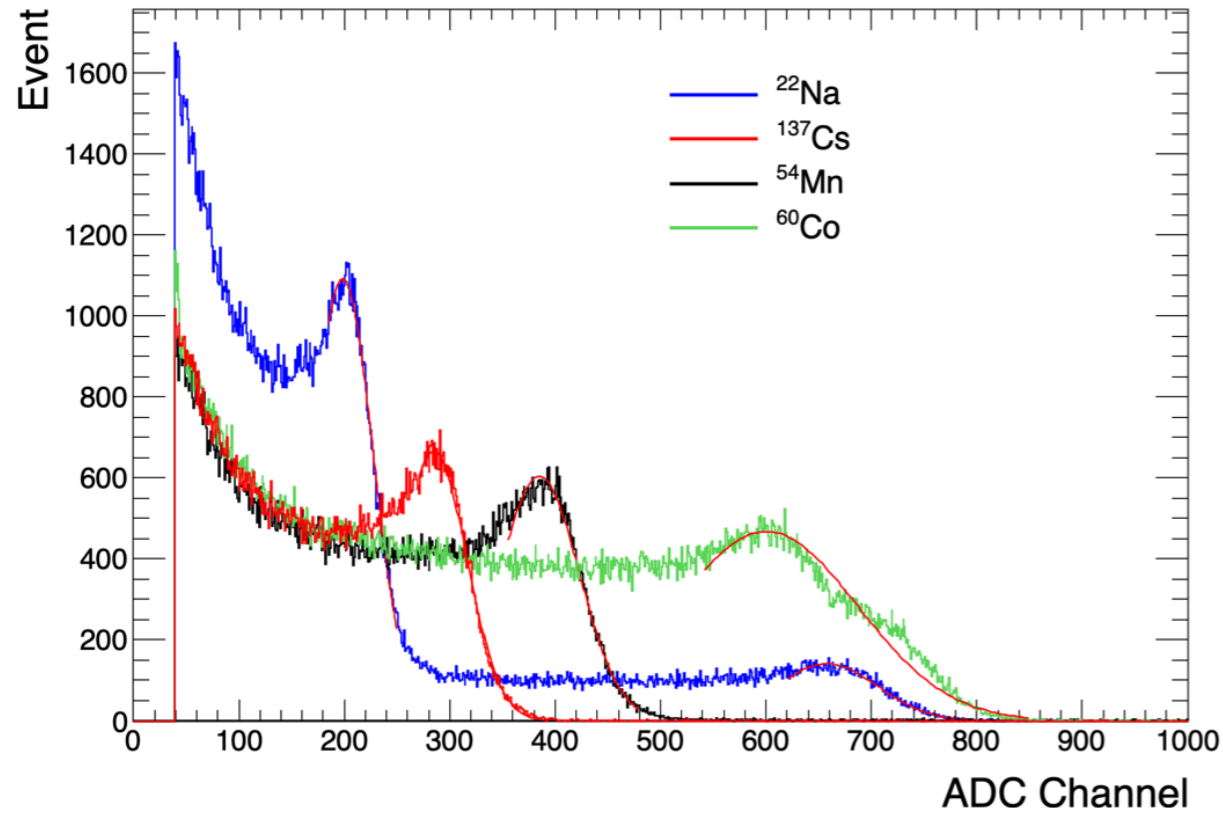
Cs-137 spectrum as seen by a perfect detector



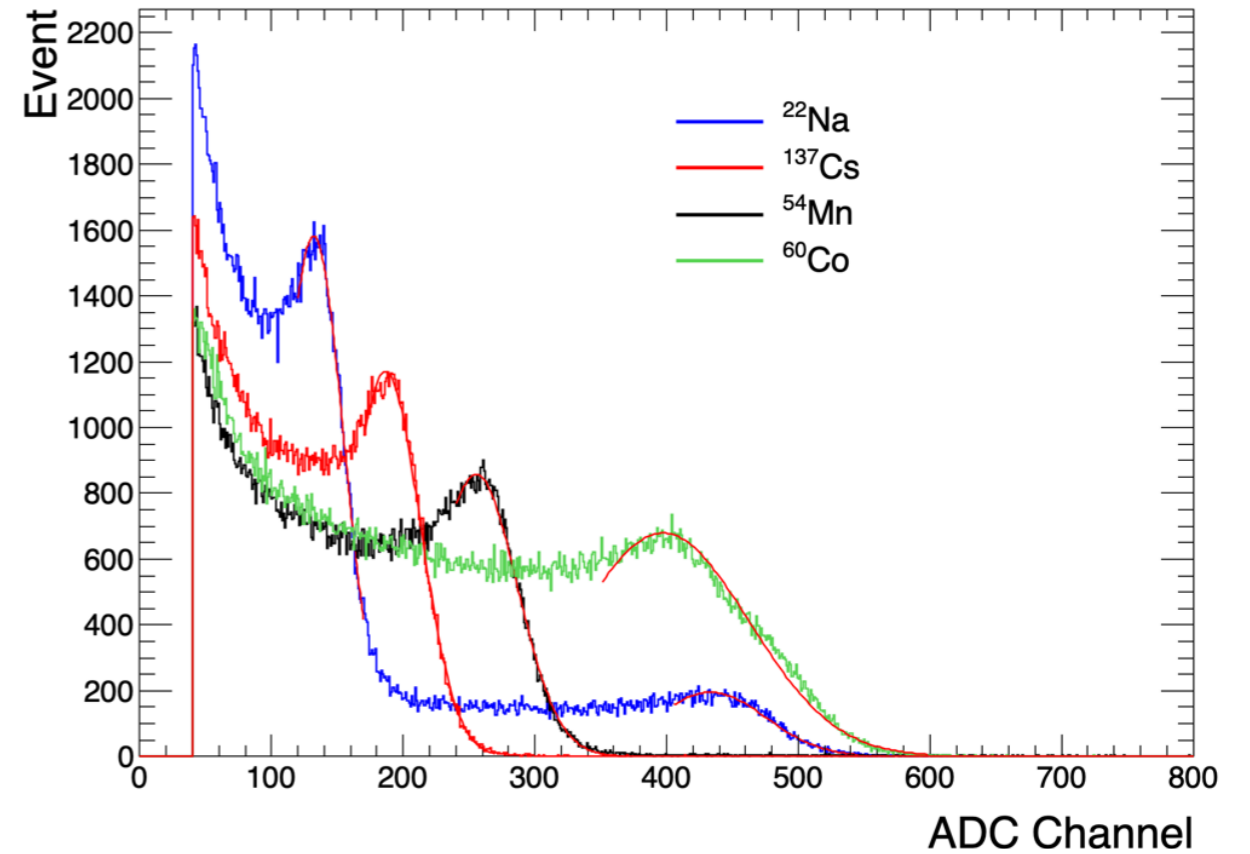
Enerji Depozisyonu

- ☑ 4 farklı radyoaktif gama kaynağı kullanıldı; Na-22, Cs-137, Mn-54 ve Co-60.
- ☑ Enerji dağılımındaki Compton-sınır bölgesi bir Gaus fonksiyonuna fit edildi ve kuyruk kısmındaki %80 değeri alındı.

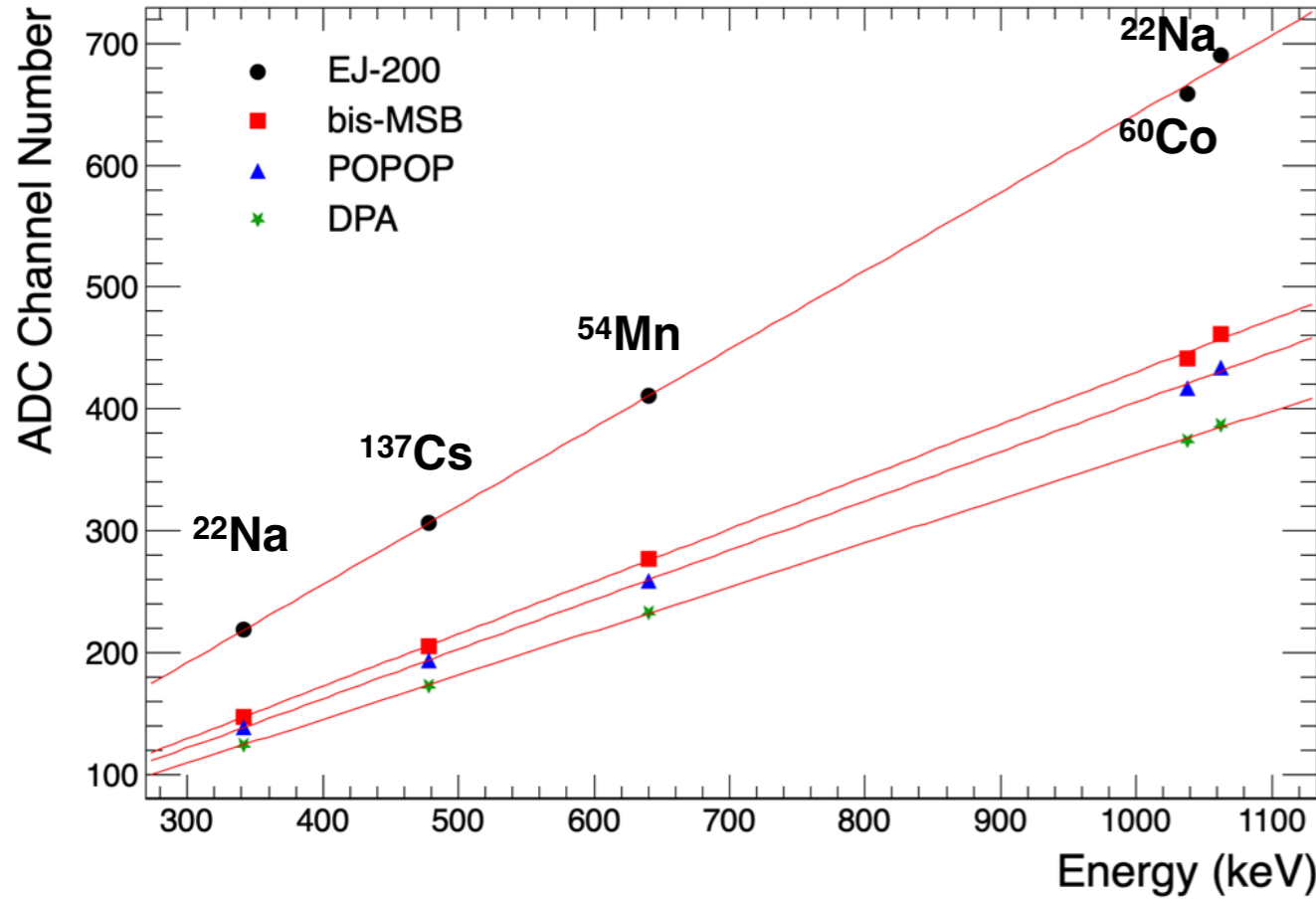
EJ



IstinyePS



Enerji Doğrusallığı



$$R_{sample} = R_{EJ-200} \times V_{CE,sample} / V_{CE,EJ-200}$$

Samples	²² Na	¹³⁷ Cs	⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	²² Na	Rel. LY @ 80%
EJ	100	100	100	100	100	100
IstinyePS	67.63	66.86	67.33	67.03	66.84	67.14 ± 0.14
IstinyePS-2	63.77	63.06	63.14	63.35	62.84	63.23 ± 0.14
IstinyePS-3	57.00	56.29	56.51	56.72	55.88	56.48 ± 0.17