

# Nükleer Enerji ile Elektrik Üretimi

Hafta 12 – Radyasyon Dedektörleri

# İçerik

- Giriş
- Dedektör karakteristikleri
- Gazlı sayaçlar
- Sintilasyon sayıcılar

# Giriş

- Radyasyon ölçümü nükleer enerji alanının tamamında gereklidir.
- Örneğin: Bilimsel çalışmalarda, elektrik enerjisi üretmek için reaktörlerin çalışmasında ve radyasyonun zararlarından korunmada.
- Dedektör üzerindeki talepler, ne bilmek istediğimizle ilişkilidir:
  1. Bir radyasyon alanının olup olmadığı
  2. Yüze birim saniyede veya tanımlanmış başka bir birim zaman diliminde çarpan nükleer parçacık sayısı
  3. Mevcut olan parçacık türü ve eğer birçok türü varsa her birinin bağlı sayısı
  4. Her bir parçacığın enerjisi
  5. Bir parçacığın detektöre ulaşma anı

# Dedektör karakteristikleri

- Radyasyon detektöre radyasyonu okunabilir bir çıktıya dönüştürmek için bir çok fiziksel etkiyi kullanır.
- Algılama yöntemleri elektrik, kimyasal ve ışığa dayalı yaklaşımları içerir.
- Belirli tanımlayıcılar algılama mekanizmasına bakılmaksızın radyasyon ölçüm cihazlarına uygulanır.
- Burada işin püf noktası dedektörün radyasyon ölçme verimidir.

$$\varepsilon = \frac{\text{Dedektör tarafından sayılan radyasyon yayınlanması}}{\text{Kaynak Tarafından yayınlanan radyasyon}} = \frac{R}{S} = \varepsilon_g \varepsilon_i$$

Algılama etkisizliği sırasıyla geometrik ( $\varepsilon_g$ ) ve gerçek ( $\varepsilon_i$ ) verimle ifade edilen geometrik ve radyasyon ölçüm sınırlandırmasının bir sonucudur.

# Örnek

Bir sağlık fizikçisi  $15\text{ m} \times 15\text{ m}$  boyutlarında bir sınıfa düşürülmüş  $1\text{ }\mu\text{Ci}$ 'lik bir Cs-137 kaynağını arıyor. Dedektör veriminin en kötü olduğu durum, dedektör-kaynak mesafesinin  $15\sqrt{2}\text{ m}$  olduğu, kaynağın sınıfın diğer ucunda olduğu durumdur. Tablo 3.2 göstermektedir ki, Cs-137 %18.1 ihtimalle  $0.662\text{ MeV}$  gama ışınları yaymaktadır ve kaynağın gücü aşağıdaki gibidir.

$$S = f A = (0.815\text{ }\gamma/\text{bozunma})(1\text{ }\mu\text{Ci})(3.7 \times 10^4\text{ Bq}/\mu\text{Ci}) = 3.02 \times 10^4\text{ }\gamma/\text{s}$$

Nokta kaynak ilişkisi, Denklem (11.54), S kaynağından dedektöre ulaşan radyasyon akısının aşağıdaki gibi olduğunu gösterir.

$$\phi = S/(4\pi r^2) = (3.02 \times 10^4\text{ }\gamma/\text{s}) / \left[ 4\pi (15\sqrt{2} \times 100\text{ cm})^2 \right] = 5.3 \times 10^{-4}\text{ }\gamma/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$$

Eğer gama akısına dik olan dedektör yüzeyi  $A_d = 10\text{ cm}^2$  ise, geometrik verim

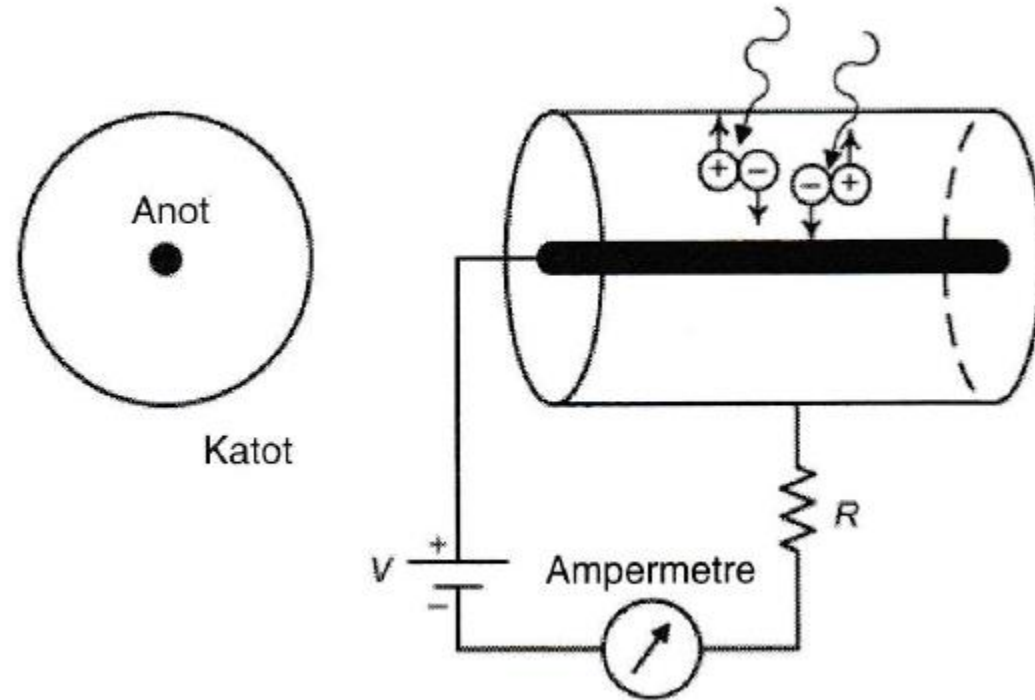
$$\varepsilon_g = \phi A_d / S = (5.3 \times 10^{-4}\text{ }\gamma/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})) (10\text{ cm}^2) / (3.02 \times 10^4\text{ }\gamma/\text{s}) = 1.8 \times 10^{-7}$$

olur. Dedektörün mutlak (intrinsic) veriminin mükemmel ( $\varepsilon_i = 1$ ) olduğu farzedilirse, sayma oranı

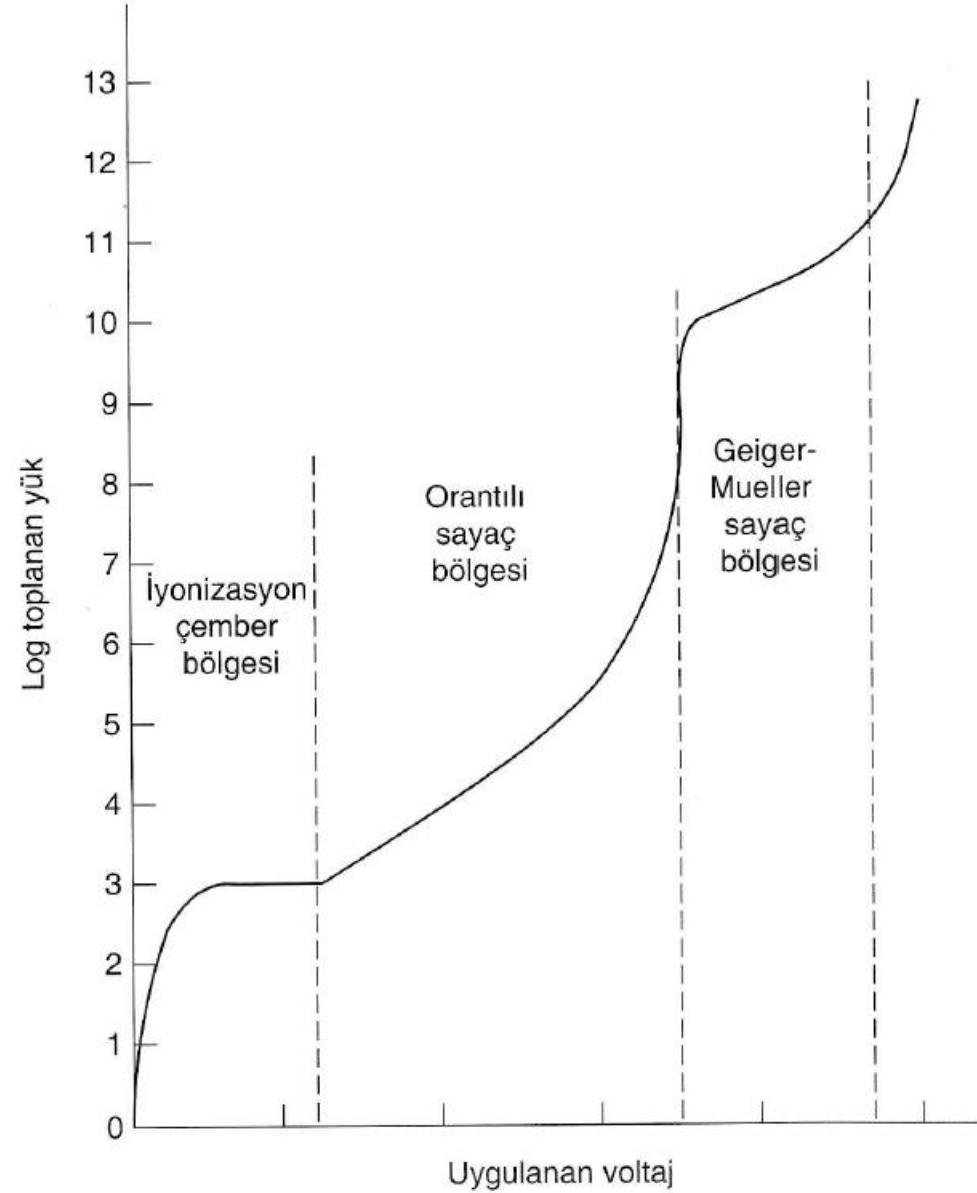
$$R = \varepsilon_g \varepsilon_i S = (1.8 \times 10^{-7}\text{ sayım}/\gamma) (1) (3.02 \times 10^4\text{ }\gamma/\text{s}) = 0.0054\text{ sayım}/\text{s}$$

olur. Bu uygun olmayan geometri esasen sıfır sayım oranını verir; özellikle arkafon ışınımının zaten saymaya katkıda bulunduğu da göz önüne alınırsa, sağlık fizikçisi ölçülebilir bir sayım oranı elde etmek için odanın içinde hareket etmeli ki, dedektör-kaynak mesafesini düşürebilsin.

# Gazlı sayaçlar – basit gazlı dedektör

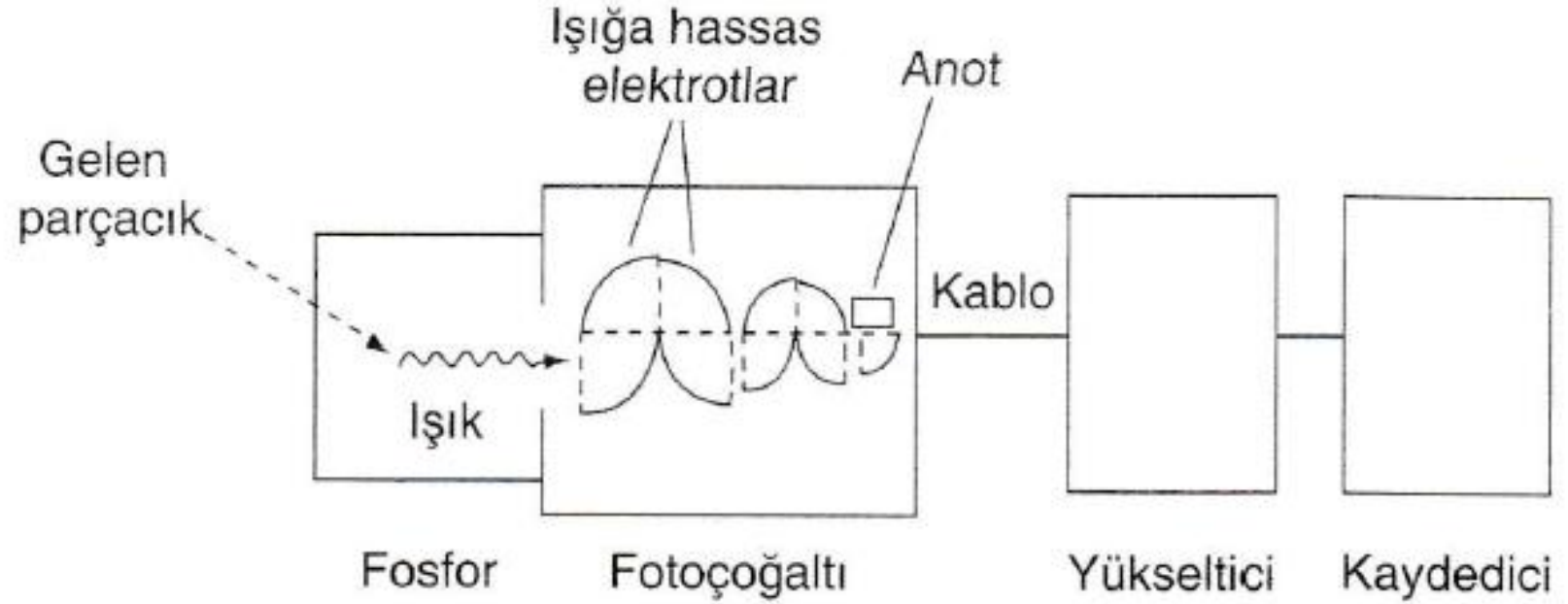


# Gaz sayıcılarında yük toplanması





# Sintilasyon sayıcılar



---

Sintilasyon yakalama sistemi



# Özet

Radyasyonun ölçümü ve onun özelliklerinin belirlenmesi, nükleer alanın tüm yönlerini gerektirir. Gaz sayaçlarında, gelen radyasyon tarafından üretilen iyonizasyonlar toplanır. Elektrotlar arasındaki voltaja bağlı olarak, sayıcılar tüm parçacıkları sayar veya parçacık tipleri arasında ayırım yaparlar. Nötronlar, nükleer reaksiyon ürünleri vasıtasıyla dolaylı olarak sayılırlar- yavaş nötronlar için uranyum-235 veya bor içindeki soğrulma, hızlı nötronlar için hidrojen içindeki saçılma kullanılır. Sintilasyon dedektörleri yüklü parçacıklar veya gama ışınları ile bombardıman edilerek, ölçülebilir ışık salarlar. Katıhal dedektörleri iyonizasyon radyasyonu tarafından oluşturulan elektron-deşik çiftlerinin hareketlerinden oluşan sinyalleri üretirler. Sinyal yükseklik analizi radyasyonun enerji dağılımını verir. İstatistiksel metotlar, ölçülen sayma oranlarındaki hata tahmini için kullanılırlar. Gelişmiş özel dedektörler, yüksek enerji fiziği araştırmalarında kullanılırlar. Nükleer radyasyon dedektörleri karşı terorizm programlarında hayati bir rol oynarlar.

# Kaynakça

NÜKLEER ENERJİ; Nükleer Süreçlerin Kavramları, Sistemleri ve Uygulamalarına Giriş;  
Raymond L. MURAY ve Keith E. HOLBERT; 7. Basımdan Çeviri; Nobel.