

Konu: **Bilim**

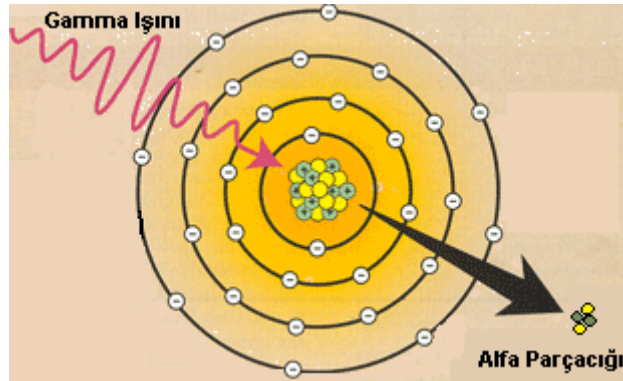
Yazı: **44**

Işık-Madde Etkileşimi

Doç. Dr. Haluk Berkmen

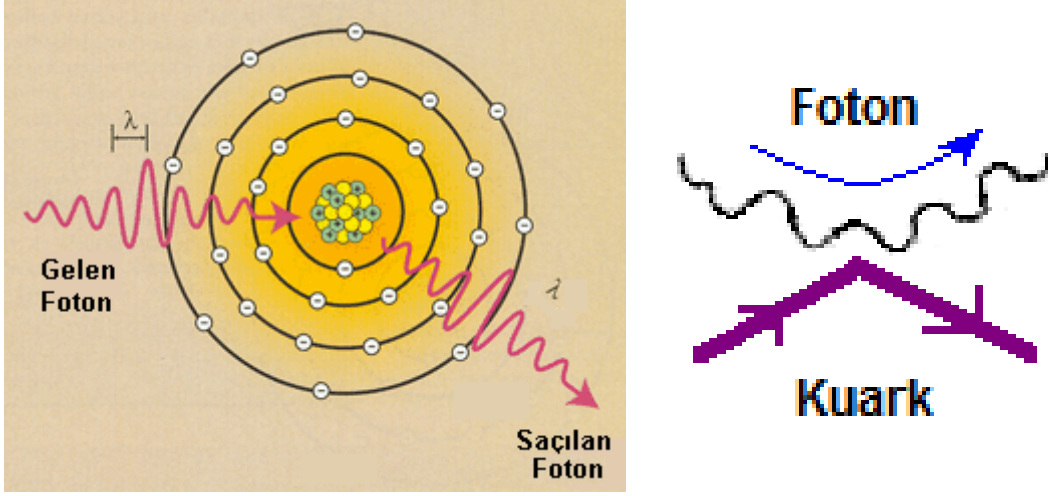
Işığın hem dalga hem parçacık olduğundan önceki yazılarda söz ettim. Işık parçacığı olarak tanımlanmış olan **Foton** madde ile nasıl etkileşir? 'Madde' deyince, maddeyi oluşturan atom, yani atom çekirdeği ve çekirdek etrafında dolanan elektronlar anlaşılmalıdır. Şu halde ışık parçacığı olan fotonun madde ile etkileşmesi: **Foton-Çekirdek** veya en temel madde parçacığı olan **Foton-Kuark** ile **Foton-Elektron** etkileşmesi şeklinde olmaktadır. Bu etkileşmeleri ayrı ayrı inceleyelim:

- 1. Fotonun Çekirdek Tarafından Emilmesi:** Bu etkileşimde yüksek enerjili bir foton (gamma ışını) atom çekirdeği tarafından emilir ve fotonun enerjisi çekirdekten bir parçacığın fırlayıp serbest hale geçmesini sağlar. Bu parçacık bir proton, bir nötron veya bir alfa parçacığı olabilir. Alttaki şekilde yüksek enerjili bir gamma ışınının atom çekirdeği ile etkileşip bir alfa parçacığının salınışına neden olduğunu görüyoruz. Alfa parçacığından bir önceki **43-Üçüncü Durumun Olurluğu** yazımda söz ettim.



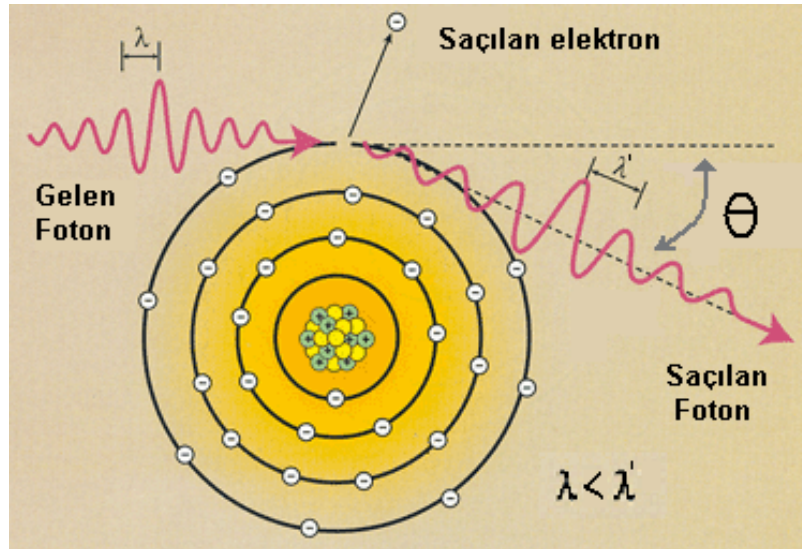
- 2. Foton-Çekirdek Elastik Çarpışması:** Bu tür etkileşimde gelen fotonun enerjisi çekirdekten bir parçacık koparmaya yetecek kadar fazla değildir. Atom aynı kalırken foton saçılarak yön değiştirir. Yaklaşan ışının dalga boyu λ ise saçıldıktan sonra ışının dalga boyu değişmez. Fakat elastik çarpışma sadece foton-çekirdek çarpışması olmak zorunda değildir. Foton-Elektron veya Foton-Nükleon çarpışması şeklinde de olabilir. Nükleon denince proton veya nötron kast ediliyor. Fakat saçılma nükleon içindeki **Kuark** ile olmaktadır. Kuarklar serbest halde görülmeseler de var oldukları kabul ediliyor. Eğer gelen ışının enerjisi atomdan elektron veya nükleon koparacak kadar

fazla değilse çarpışma elastik olur. Altta solda bir **Foton-Çekirdek** elastik çarpışması ve sağda **Foton-Kuark** çarpışmasının çizimlerini görüyoruz.



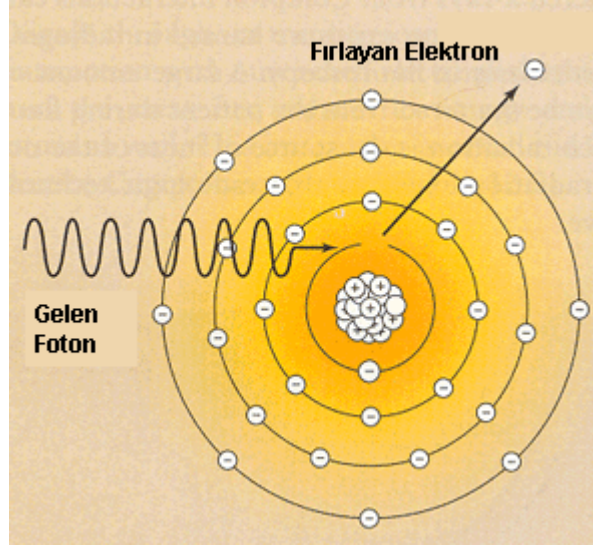
3. Compton Saçılması: Arthur Compton (1892-1962) ışık ışınlarını karbon atomlarına yönlendirdikten sonra gelen ışının dalga boyu ile yansıyan ışının dalga boyunu ölçmüştür. Deneyde yansıyan ışının dalga boyunda bir uzama fark etmiş ve deney sonucunun iki parçacığın çarpışması şeklinde açıklanabileceğini göstermiştir. Böylece ışık taneciği olan fotonun bir parçacık gibi etkileştiğini kanıtlamıştır.

A. Compton, bu deneyde fotonu kanıtlamış olmasından dolayı 1927 yılında Nobel fizik ödülüne layık görülmüştür. θ saçılma açısı ile ışığın dalga boyları arasındaki ilişki $\lambda' = \lambda + \lambda_c (1 - \cos \theta)$ şeklindedir. Burada λ gelen ışığın dalga boyu, λ' saçılan ışığın dalga boyu ve $\lambda_c = h/(m_e c)$ ifadesi ile bilinen **Compton Dalga Boyu** olmaktadır. θ açısı sıfır olduğunda $\cos \theta = 1$ olduğundan gelen dalga boyu ile saçılan dalga boyu aynı olur ki bu durumda saçılma olmuyor demektir. θ açısı arttıkça saçılan ışının dalga boyunun uzaması elektrona aktarılan enerjinin artması ve fotonun enerjisinin azalması anlamına gelir. Maksimum artış 90 derecede olur ki bu artış miktarı Compton dalga boyu kadardır. Elektron atomdan koptuğu için atom "**iyonize**" olmuş, yani değişime uğramış demektir. Altta **Compton Saçılması** görülüyor.



4. Foton-Elektron İnelastik Çarpışması: İnelastik çarpışmalarda gelen foton tüm enerjisini elektrona aktarır ve foton yok olur. Gelen fotonun enerjisine göre iki farklı durum oluşabilir.

- a) Elektron aldığı enerji ile kendi yörüngesinden farklı bir yörüngeye sıçrar. Fakat o yörüngede kalmayıp tekrar kendi yörüngesine geri sıçrar. Bu durumda aldığı enerjiye eşit enerjili bir foton salar. Foton önce elektron tarafından emilip sonra salındığı için çarpışma **inelastik** olmaktadır.
- b) Fotonun elektrona aktardığı enerji elektronun bağlanma enerjisinden daha fazladır. Bu durumda elektron yörüngesinden kopup serbest bir elektrona dönüşür. Bu tür bir **inelastik** etkileşmeye **Fotoelektrik olay** denmiştir. Çünkü foton enerjisi elektrik enerjisine dönüşmektedir. Günümüzde, yaklaşık otomatik açılan kapılar ve el uzatınca akan musluklar Fotoelektrik olaya örneklerdir. Altta Fotoelektrik olayın çizimi görülüyor.



Fotoelektrik olayın pratikte nasıl oluştuğunu alttaki resimde görüyoruz. Yarı-metal yüzeye mor ötesi (ultraviyole) ışık yollandığında, elektronlar eksi plakadan artı plakaya doğru sıçramaya (hareket etmeye) başlarlar. Böylece telde bir elektron akımı başlar ki bu da elektrik akımı demektir. Telde oluşan akım ampermetre tarafından ölçülebilmektedir.

