

# BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

[ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi,  
Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı



## Fotoelektrik

### Kara Cisim

Geçen sayımızda, üzerine düşen ışığı bütünüyle soğuran ve aynı zamanda eşit sıcaklık seviyesinde bulunduğu diğer bütün cisimlerden daha fazla enerji salan cisimlere kara cisim, bu türden cisimlerin yaydığı ısı enerjisi de kara cisim ışıması denildiğinden söz etmiştik. Sözü edilen bu fenomen, ortaya çıktığı dönemde öylesine ilgi çekti ki âdeta on dokuzuncu yüzyılda gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarının başat araştırma konularından biri oldu. Cisimlerin üzerlerine düşürülen ışık nedeniyle belirli bir dereceye kadar ısındıkları ve ısınmalarına koşut olarak da ısı enerjisi salımı gerçekleştirdikleri bilinmesine karşın, konuyla ilgili yürütülen deneylerden edinilen veriler enerjinin sürekliliği kabulünü doğrulamadı. Bununla

birlikte kendini gösteren belirsizlik süreci, ısı ışımaya bağlı olarak ortaya çıkan renk dağılımı ile ışımının şiddeti arasındaki bağıntının nicel olarak gösterilmesiyle önemli ölçüde ortadan kalktı. Birçok bilim insanının katkısıyla ulaşılan bu evrenin başat temsilcisi ise Max Planck (1858-1947) oldu. Kuantum kuramının doğuşuna da kaynaklık edecek bir çözüm önerisinde bulunan Planck, süreklilik yerine enerji yüklü parçacıklar yani kuantalar şeklinde bir enerji dağılımı öngördü ve bunu matematiksel olarak şöyle ifade etti:  $E=h\nu$ . Bilim insanlarının buna itiraz etmeleri söz konusu olmadı, çünkü formül ortaya çıkan sorunu matematiksel olarak çözüyordu. Bu durum ışık, ısı ışımaya vb. konularda daha fazla araştırma yapılmasını cazip hâle getirdi. Her şeyden önemlisi ışığın dalga modeli hâlâ etkin bir açıklama modeli olarak ortadaydı. Aslında merak edilen husus, kara cisim ışıması deneylerinden edinilen sonuçları daha ileri düzey araştırmalara taşımak suretiyle,



örneğin üzerine ışık düşürülen metallerin de herhangi bir değişime uğrayıp uğramadığını öğrenmekti. Kısacası ışık ve madde etkileşimi yoğun merak duyulan bir fenomen hâline gelmişti. Bu durumun oluşmasında elbette o sıralarda yeni geliştirilen atom modelleri üzerindeki araştırmaların rolü de unutulmamalıdır.



Max Planck (1858-1947)

yapısını anlama çalışmaları; William Prout (1785-1850), John Newlands (1837-1898) ve Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) gibi bilim insanlarının elementlerin atom ağırlıklarının ölçülmesi, sınıflandırılması ve periyodik tablolarının hazırlanması konularında yaptıkları etkili çalışmalarıyla önemli gelişmeler kaydetti.



Joseph John Thomson (1856-1940)

Bununla birlikte atom hakkındaki ilk esaslı gelişme ise elektronun keşfiyle başladı.

## İlk Atom Modeli

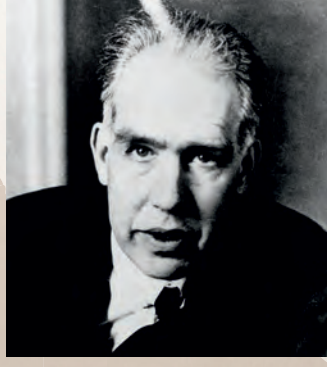
Atom hakkındaki söylemlerin başlangıcı çok eskilere kadar gider. Demokritos'un (MÖ 460-370) ve hocası Leukippos'un (5. yüzyıl) maddenin temel yapı taşları olarak gördükleri ve bölünemez anlamına gelen atomlardan söz ettikleri biliniyor. Buna karşın atomun mahiyetine ilişkin, yani ne olduğunu açığa çıkarmak amacıyla yapılan araştırmalar, aynı zamanda kimya biliminin gelişmesine de koşut olarak on dokuzuncu yüzyılda gerçekleşti. Başka bir deyişle, bu yüzyılda kimya, ilkeleri, kuralları, yöntem ve yasaları olan bir bilim hâline geldi. Bu süreçte John Dalton'un (1766-1794) katkısı çok önemli oldu. Sözü edilen Antik Yunan filozofları gibi Dalton'a göre de maddeler atomlardan oluşuyordu. Dalton'un görüşleriyle ivme kazanan maddenin







Ernest Rutherford (1871-1937)



Niels Bohr (1885-1962)

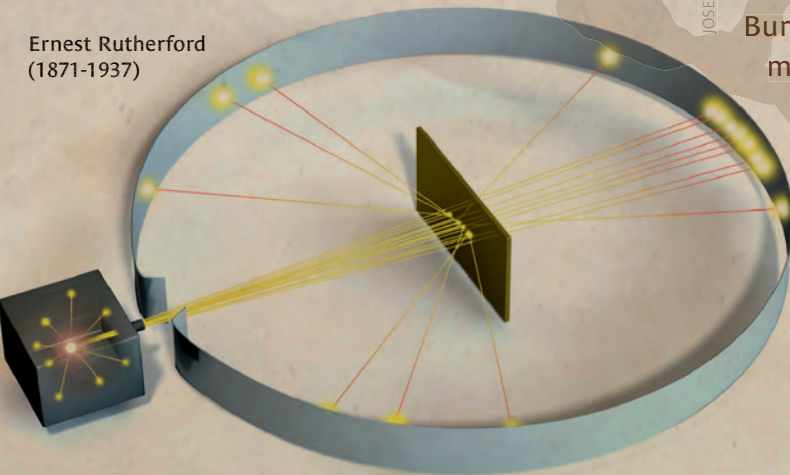
Elektronun keşfinde gazlar üzerinde yapılan araştırmalar etkili oldu. Özellikle havası alınmış cam borulara elektrik akımı verildiğinde ışık şeklinde bir sıçramanın oluştuğunun gözlemlenmesi bilim insanlarının dikkatini çekti. Araştırmalar sonucunda, sıçrama şeklinde oluşan ışımaların aslında negatif yüklü bir parçacığın kopmasıyla ortaya çıktığı anlaşıldı ve buna daha sonra elektron adı verildi. Ardından Sör Joseph John Thomson'un (1856-1940) bu parçacığın ağırlığını ölçmesi atomun yapısının anlaşılmasında bir dönüm noktası oldu. Yirminci yüzyılın başlarında Ernest Rutherford (1871-1937) atomun çekirdek parçacığı olan protonu buldu ve bir atom modeli geliştirdi. Bu en basit atom modelinde, bir çekirdek ve onun etrafında dolanan bir elektron yer alıyordu. Rutherford, bu basit modeli, Yer'in etrafında dolanan Ay'ı andıran bir yapı olarak düşünmüştü. Ondan kısa bir süre sonra Niels Bohr (1885-1962) başka bir model öne sürdü. Rutherford bütün

elektronların aynı yörüngeyi izlediklerini düşünmüştü. Bohr ise her bir elektronun farklı bir yörüngede dolandığını, yörünge değiştirdiğinde ise enerji yaydığını, yani tam da Planck'ın dediği gibi kuantaya (enerji paketi) fırlattığını ileri sürdü.

## Elektron ve Fotoelektrik

Peki, elektronun yörünge değiştirmesinin anlamı nedir? Bu soruyu cevaplayabilmek için yukarıda dile getirdiğimiz ışık madde etkileşimi bağlamına yeniden dönmemiz gerekiyor. Bir metal levhaya belirli bir süre ışık gönderildiğini düşünelim. Acaba sonuçta ne gözlemleriz? Bilim tarihi araştırmalarının ortaya koyduğu, "bir fenomenin araştırılması daima yerleşik bir kuram çerçevesinde yapılır" bilgisi göz önüne alındığında konuyu şu şekilde betimlemek mümkündür. Yerleşik kuram, ışığın dalga biçiminde yayıldığını savunan ve epeyce bir süredir sorunsuz olarak olguların açıklanabilmesine imkân tanıyan dalga modelidir. Öyleyse bir metal yüzeye ışık göndermek demek ona bir ışık dalgası göndermek demektir. Bu bakış açısına dayanarak ışığın metal yüzeylerde nasıl bir etki bıraktığı konusunu aydınlatmak üzere deneysel çalışmalar yoğunlaştırıldı. Bunun sonucunda ilk tespit edilen husus, ışımaya maruz bırakılan metal levhalarda ışığa bağlı olarak değişimin meydana geldiği ve enerji düzeyi artan elektronların enerji paketi şeklinde levhadan fırladıkları oldu.

Buraya kadar anlatılanlardan hareketle, dalga modelinin gözlemlenen olguyu açıklama işlevini sorunsuz olarak yerine getirdiği söylenebilir. Modelin başarısından kaynaklanan güven duygusuna bağlı olarak bilim insanları birtakım varsayımlar ürettiler. Örneğin ışık gönderildiğinde enerji düzeyi artan elektronlar kıvılcım şeklinde levhadan koptuğuna göre, metal levha üzerine yüksek şiddette ışık dalgası

Ernest Rutherford  
(1871-1937)



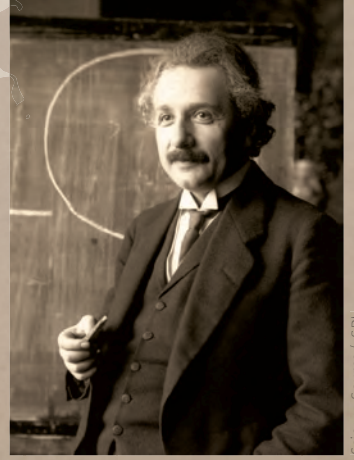


gönderildiğinde, elektronların enerji düzeylerinin artması hızlı gerçekleşecek, dolayısıyla kopmaları için daha kısa süre gerekecek ve daha fazla elektron kopacaktır. Buna karşın, düşük şiddette ışık dalgasına maruz bırakılan metal levhada ise elektronların enerji düzeylerinin artması daha yavaş olacağından, tepkime için daha uzun süre gerekecek ve daha az elektronun kopması söz konusu olacaktır. Eğer ışık dalga formunda ise bilim insanlarının bunu dikkate alarak oluşturdukları varsayımların deney sonucunda doğrulanmaması için hiçbir neden yoktur. Ancak yapılan deneylerle sınınan bu varsayım, her sınamada doğrulanamadı. Bununla birlikte, ortaya çıkan sonuçlar, öngörülemez bir şekilde, modele güvenen bilim insanlarını açmaza düşürdü. Çünkü ışık düşürülen levhada bazen zayıf ışıkta hızla ve çok sayıda elektron koptuğu, bazen güçlü ışık altında uzun süre sonra ve daha az elektron koptuğu, kimi zamanlarda ise tersi durumların olduğu tereddüde yer vermeyecek şekilde gözlemlendi. Kısacası elektronların levhadan koparak fırlamalarının deneyde kullanılan ışığın şiddetine bağlı olmadığı kesin şekilde açığa çıkmıştı.

Bu yeniden kriz demektir. Deneyler çoğaldıkça bilim insanları arasında ışığın dalga modelinin ışık-madde etkileşimi konusundaki öngörülere

uygun sonuçlar veremediği ve veremeyeceği yönünde kaygılar artmaya başladı. Yapılan deneylerde gözlemlenen durum, ışığın dalga şeklinde yayılma özelliği göstermesinden ziyade, sanki metal levhaya nişan almaksızın bir dizi enerji paketi (kuanta) sıkıldığı izlenimi veriyordu. Kısacası enerji paketinin denk geldiği elektron, enerji düzeyi yükseldiği için başka bir enerji düzeyine sıçırıyordu. Konuyu tam anlamıyla çözen enerji paketlerini foton diye adlandıran Albert Einstein (1879-1955) oldu. Enerji yüklü paketlerin, yani fotonların enerjilerinin Planck formülündeki  $v$  değerine göre değişiklik gösterdiğini, dolayısıyla elektronun metal levhadan kopma süresinin çarpan fotonun enerji yüküyle bağlantılı olduğunu açıkladı.

Gelecek sayıda fotoelektrik konusuna devam edeceğiz. ■



Albert Einstein (1879-1955)

## Kaynaklar

Topdemir, H. G. & Unat, Y., *Bilim Tarihi ve Felsefesi*, Ankara: Pegem Akademi, 2019.

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Wheaton, B. R., "Phillip Lenard and the Photoelectric Effect, 1889-1911", *Historical Studies in the Physical Sciences*, (pp. 299-322), Vol. 9 (1978), University of California Press, 1978.

Yalçın, C. & Bügeç, N., *Modern Fizik ve Atom Fiziği*, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi, 1981.