

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



Belirsizlik İlkesinin Doğuşu

Fotonun İkili Doğası

Siyah cisim ışıması, atomun iç dünyası, elektron kaybı, fotoelektrik gibi çok sayıda fenomenin peş peşe bilim insanlarının gündemine girmesiyle birlikte fizik biliminde adeta çok yönlü bir karmaşa oluştu. Özellikle atomlar hakkındaki bilgi birikiminin artması, atomu meydana getiren parçaların tek tek tespit edilmesi ve nihayetinde ilk atom modellerinin oluşturulması gibi gelişmelerin, sözü edilen hususlarda bilim insanlarının zihinlerinde netlik oluşturacağı beklenirken, aksine belirsizliği daha fazla öne çıkarması, karmaşayı güçlendirdi. Karmaşanın esasını aslında dalga kuramının karşısına almaşık bir açıklama olarak tekrar parçacık kuramının geçmesi ve bu durumun gözlem sonuçlarıyla kesinleşmesi oluşturmaktaydı.



Bilim insanları tarih boyunca bir kuramın yerine bir başkasının geçtiğini ve bunun son derece olağan bir durum olduğunu biliyorlardı, ama bu kez durum oldukça farklıydı. Çünkü ortaya çıkan gelişmeler geçmiş kuram değişimleriyle benzeşmeyen olgusal durumları ve süreçleri kapsamaktaydı. Bilim insanlarının tam olarak yaşadıkları deneyim şöyleydi: Parçacık kuramının kolayca açıklayabildiği doğrudan görme, yansıma, kırılma ve renklerin oluşumu gibi optik olgular dalga kuramınca da başarılı şekilde açıklanabiliyordu. Buna karşın, dalga kuramının açıklayabildiği kırınım ve girişim ise parçacık kuramıyla açıklanamıyordu. Bu yüzden dalga kuramı etkin hale geldi. Her şey yolunda giderken, siyah cisim ışıması, atom altı dünyanın keşfi, ışığın metallerde yarattığı değişimler gibi konularda yapılan araştırmalar ve en sonunda fotoelektriğin keşfi ise konuyu çok farklı bir zemine taşıdı.

Fotoelektriğin mahiyeti enerji yüklü paketler yani kuantalar denilen parçacıkların hareketiyle bilimsel olarak açıklanınca, ister istemez tekrar parçacık kuramına dönüldü. Bununla birlikte bilim insanları kısa süre içerisinde ciddi bir sorunla karşı karşıya kaldıklarını anladılar. Işık, enerji

paketlerinden yani daha sonraki adlandırılmasıyla fotonlardan (kuantalar) oluşuyorsa, örneğin ışığın dalga olduğunun göstergesi olan girişim nasıl açıklanacaktı? Einstein (1879-1955) sorunu çözmek için fotonun hem dalga hem de parçacık özelliği taşıdığını ileri sürdü. Bu önerisi ışığın ikili doğasına -dalga ve parçacık- işaret ediyordu. Çözüm etkili bir bilim insanı tarafından önerilmiş olsa da o zamanlar tuhaf görünüyordu.



Joseph John Thomson (1856-1940)

Atomun İç Dünyası

Problem bu kadarla da bitmiyordu. Bölünemez denilen atom bölünmüş, Joseph John Thomson (1856-1940) tarafından eksi elektrik yüklü temel bir parçacık olan elektron keşfedilmişti. Bu harika bir durumdu ama bir bütün olarak atomların elektrik olarak yüksüz olması, atomun içinde eksi yükü yok edecek artı yüklü parçacıkların da olması gerektiğini düşündürmekteydi. Öyleyse bu düşüncenin de hayata geçirilmesi yani var olduğu düşünülen artı yüklü parçacıkların da keşfedilmesi gerekiyordu. Bu işi deneysel çalışmalarını yürüttüğü ekibiyle birlikte Ernest Rutherford (1871-1937) gerçekleştirdi ve atomun artı yüklü kısmına çekirdek adını verdi. Sonuçta atomun yapısı anlaşılmış oldu.



Ernest Rutherford (1871-1937)



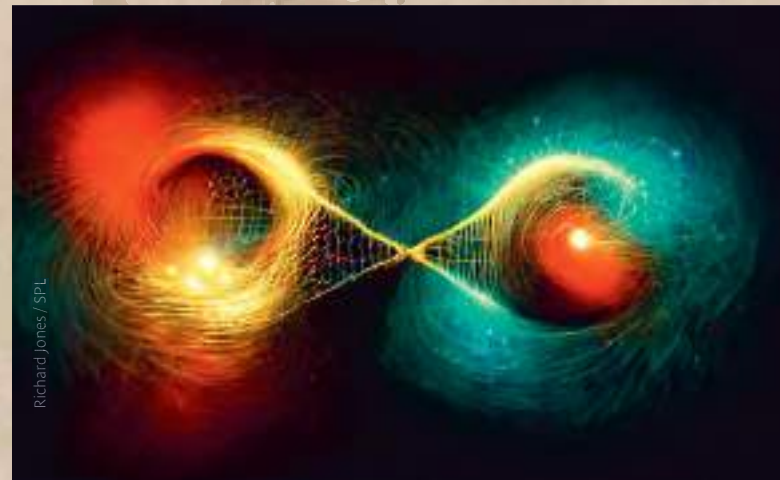
Atom, artı yüklü çekirdek ve onun etrafında dolanmakta olan elektronlardan oluşuyordu. Ama nasıl oluyordusa etrafında belirli yörüngelerde dolaşmalarına karşın, elektronlar çekirdeğin üzerine düşmüyor, aksine fotoelektrik durumunda gözlemediği gibi, çekirdeği terk edebiliyorlardı. Günün sonunda bilim insanlarının elinde elektron, çekirdek, siyah cisim ışıması, ışıma enerjisinin kuantumlar şeklinde, yani kesikli olarak yayılması gibi çok sayıda keşfedilmiş fenomen bulunuyordu. Bu keşif süreçlerini birbirleriyle ilişkilendirerek, keşfedilenler arasında bağıntılar kurarak, olup bitenleri tam olarak anlayacak, anlamlandırarak ve açıklayacak bir düşünce mekanizmasına gereksinim olduğu anlaşıldı.

Bu mekanizmayı oluşturmak üzere Niels Bohr (1885-1962) harekete geçti. Amacını çok iyi belirlemişti. Çekirdeğin etrafında dolaşan elektronların enerji düzeylerine göre dolaştıkları yörüngelerini tespit edecekti. Çünkü her bir elektronun farklı bir yörüngede dolandığını, yörünge değiştirdiğinde

ise enerji yaydığını; yani Max Planck'ın (1858-1947) dediği gibi kuantum (enerji paketi) fırlattığını düşünüyordu. Böylece aynı zamanda Rutherford'dan farklı olarak elektronların tek yörüngede değil, farklı yörüngelerde dolandıklarını kabul etmiş oluyordu. Çalışmalarını sürdüren Bohr, kısa süre sonra düşündüğü haliyle elektronların yörüngelerini klasik fiziğin kavram ve formülleriyle ifade edemeyeceğini anladı. Anladığı bir başka şey de Planck'ın formülünün aslında bu konuyu aydınlatacak önemli bir matematik olanak sunduğunu görmesi oldu. Elektronların h'nin tam katsayıları biçiminde yörüngelerde dolandıklarını esas alan bir kuram geliştirdi. Epeyce mesafe almıştı ancak kuantum mekaniği adını alan bu araştırmaların geliştirilmeye ihtiyacı vardı. Çünkü araştırmalar ışığın girişim dalgası, fotoelektrikte parçacık olarak davrandığını ortaya koyduğu ve bu durumun ilk anda tuhaf görüldüğü açıktı. Çünkü açıkça söylenmek istenen şeydi: "Dalgalar parçacık, parçacıklar da dalga gibi davranmaktadır." İmgelem gücü sınır tanıımıyordu. Öyleyse parçacıkların dalga gibi davrandıklarını göstermek, yani dalga boylarını keşfetmek ve hesaplamak artık bir gereklilik olmuştu. Ervin Schrödinger (1887-1961) dalga fonksiyonu diye ifade edilen bir hesaplama geliştirdi. Sorunlara çözüm sağlayacak bir formül gibi görüldü bu. Örneğin dalga gibi davranan elektronun nerede ve ne durumda bulunacağı bir dalga fonksiyonudur ve o parçacığın bulunacağı konumun olasılığını verir. Sürece imgelem gücünün etkisini iyi bilen bir bilim insanı olarak Werner Heisenberg (1901-1976) katıldı.



Niels Bohr (1885-1962)



Heisenberg ve Belirsizlik İlkesi

Matematik formüllerin artık doğayı değil, onun hakkındaki bilgilerimizi gösterdiğini ileri süren Heisenberg, klasik fiziğin determinizme dayalı kesinlik idealinin hayal olduğunu, şimdi sadece olasılık düzeylerinden söz edilebileceğini söyleyerek belirsizliğin bir doğa kuralı olma yolunda hızla



Werner Heisenberg (1901-1976)

ilerlemesine büyük destek sağladı. Bugünkü durumuna bakarak, bir sistemin gelecekteki durumunu öngörmeyi sağlayacak doğa yasalarının var olduğu kabulünden olasılık düzeyine veya derecesine geçişe son biçimini veren

Heisenberg, kuantum mekaniği ilkesini açıkladı. En yaygın şekliyle, bir parçacığın konumunu ve momentumunu aynı anda belirlemenin mümkün olmadığını ifade eden bu ilkeye göre, "konum ne kadar kesin olarak belirlenirse, momentum o kadar az kesinlikle bilinir ve bunun tersi de geçerlidir."

Bu kavramlaştırma atom altı parçacıkları anlamak için temel oluştururken aynı zamanda, bir kuantum parçacığının tüm özelliklerinin aynı doğrulukla ölçülemeyeceğini söyler. Bu düşünce bilim tarihine Belirsizlik İlkesi olarak geçti. Bu bağlamda doğa kavramının anlamının değiştiğini de ileri süren Heisenberg, yüzlerce yıldan beri benimsenen biçimde doğayı anlatmaktan vazgeçtiğini, artık doğanın görüntüsünden söz etmek demek aslında bilim insanının doğa karşısında takındığı vaziyet alışın oluşturduğu görüntüden söz etmek demek olduğunu savundu.

Düşünceleri oldukça etkili olmaya başlayan Heisenberg, atom fiziğinin klasik fiziğin nedensellik ilkesine uygunluk taşıyamayacağını, çünkü oradaki nedenselliğin dar anlamının "belirlenimcilik -determinizm" demek olduğunu, oysa "çok küçüklerin dünyasında" determinizmden söz edilemeyeceğini ileri sürdü. Ona göre atom fiziği istatistik yasalarıyla iş görmektedir. Hatta gündelik hayatta gerçekleştirilen her davranışın dayandığı istatistik yasalar vardır. Klasik fizik ile çağdaş fizik arasındaki farkı da bu bakış açısıyla belirleyen Heisenberg, Planck'ın formülünün Newton mekaniğine bağlı kavramların artık bizi niçin daha ileriye götüremediğini gösterdiğini, çünkü, bir mekanik süreci hesaplamak için, bir parçacığın, belli bir andaki konumunu ve hızını aynı zamanda bilmeyi gerektirdiğini, ancak kuantum kuramının böyle bir şeyin söz konusu olamayacağını ortaya koyduğunu belirtti.

Gelecek sayıda parçacık fiziğini ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

Heisenberg, W., *Çağdaş Fizikte Doğa*, Çeviren: Vedat Günyol, Orhan Duru, Ankara: V Yayınları, 1987.

Weinberg, S., *Atomaltı Parçacıklar, Bir Keşif Serüveni*, Çeviren: Zekeriya Aydın, Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002.

Sekmen, S., *Parçacık Fiziği En Küçükü Keşfetme Macerası*, Ankara: ODTÜ Yayıncılık, 2006.

Cushing, J. T., *Fizikte Felsefi Kavramlar 2 Felsefe ve Bilimsel Kuramlar Arasındaki Tarihsel İlişki*, Çeviren: B. Özgür Saroğlu, İstanbul: Sabancı Üniversitesi Yayınları, 2006.