

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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

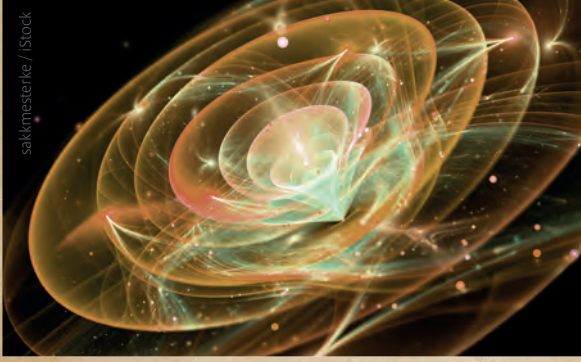
Kuantum Kuramı I

Maddenin Mahiyeti ve Parçacıklar

Atomun bölünmesi ve ardından onu oluşturan parçacıkların keşfi, modern dönem deneysel biliminin çok sayıdaki başarısının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Açığa çıkarılan parçacıkların sayısı her geçen gün artınca, bilim insanları bir karışıklığa yol açmamak için onları sınıflama yoluna gittiler ve grupladılar. Önce hadronlar ve leptonlar şeklinde bir gruplama yapıldı, ancak zaman içerisinde özellikle hadron grubuna mensup yeni parçacıkların keşfiyle bir hadron çeşitliliği oluşunca,

bu çeşitliliğe düzenlilik kazandırmak için çalışmalar başlatıldı. Murray Gell-mann (1929-2019) ve George Zweig (doğum 1937) hadronların aslında birkaç tür temel parçacığın birleşmesinden oluştuklarını belirlediler ve Gell-mann onlara kuark adını verdi. Kuarklar ve leptonlar olmak üzere iki madde ailesi oluştu ancak parçacıkların ardı arkası kesilecek gibi görünmüyordu. Bu durum aslında bilim insanları için





adeta bir ödöl sağanağıydı. Çünkü yeni parçacıkların keşfiyle maddenin doğasını anlamak artık sıradan bir olgu haline gelmişti. Dahası parçacıkların keşfiyle ilgili gelişmeler, bilimsel anlamda birçok geleneksel kabulün değişmesi gerektiğini kesinleştirdi. Bunlardan biri de Newton fiziğinin temelini oluşturan ve görünen dünyada geçerli doğa yasalarının, örneğin kütleçekim etkisinin, çok küçük parçacıkların dünyasında önemini yitirdiğinin anlaşılması oldu.

Parçacıkların keşfine ilişkin bir diğer gelişme de parçacık fiziğinin doğuşu oldu. Araştırmaların devamıyla atom altı dünyada elektronların çekirdek etrafında dolandıkları ve dolanımlarının elektrostatik kuvvet denilen bir kuvvete göre gerçekleştiği anlaşıldı. Sıra elektronların hareketlerini ve bağlı oldukları kuvvet yasalarını belirlemeye gelmişti. Bu yöndeki araştırmalar sonucunda, klasik mekaniğin yerine kuantum mekaniği geliştirildi ve elektronların hareketlerini tam olarak açıklayabilen, yenilikçi ve ufuk açıcı bir kuram olarak bilim tarihinde yerini aldı. Yapılan kuramsal ve deneysel araştırmalar

sonucunda sadece elektronların değil atom çekirdeğinin de kuantum mekaniği yasalarına uyduğunun belirlenmesi, kuramı öne çıkardı.

Parçacıklar ve Doğa Yasaları

Peki, yeni bir kurama neden gereksinim duyulmuştu? Çünkü çok küçükler yerleşik yasalara uygunluk göstermiyorlardı. Bilim insanları çok eski dönemlerden bu yana, görünür dünyanın görünür büyüklükteki nesnelerinin davranışlarını açıklayan söylemler geliştirdiler. Dolayısıyla sonradan keşfedilen küçüklerin dünyasında olup bitenlerin bilimsel açıklamasını yapmak için de söylemler oluşturmak kaçınılmazdı. On dokuzuncu yüzyılın sonunda fizikçiler, cisimlerin hareketini yöneten Newton yasalarını ve Maxwell'in



James Clerk Maxwell (1831-1879)

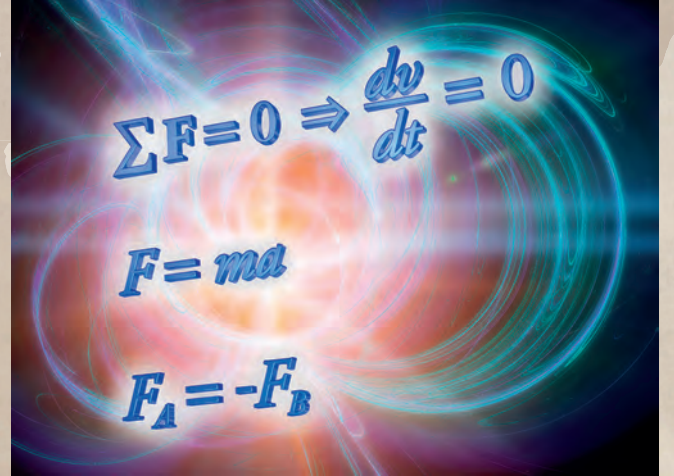
elektromanyetizma kuramını fiziğin temeli olarak kabul ediyorlardı. Klasik mekaniği oluşturan bu kuramların geçerliliğinden şüphelenmeleri için bir neden de yoktu. Ancak radyoaktivitenin, X-ışınlarının ve elektronun keşfi, klasik mekaniğin yasalarıyla uzlaştıramayacak sonuçlar veren bir dizi deneyin yapılmasına neden oldu. Deney sonuçlarına dayanarak bilim insanları yerleşik bilim yasalarıyla bağdaşmayan olgu durumlarının çözümü için, maddenin ve radyasyonun doğasına ilişkin sağduyuya dayalı kavramlara oldukça yabancı yeni fikirler ortaya attılar ve bu fikirlerin matematiksel olarak izahını yaparak olağanüstü bir başarı elde ettiler.

Kesinlik mi yoksa Belirsizlik mi?

Her şeye karşın, mantık disiplininin olağan ilkelerine aykırı birtakım kabullere dayanıyor gibi görünmesinden dolayı, kuantum kuramının aslında birçok bakımdan kafa karıştırıcı olduğu da belirtilmelidir. Bunu şu şekilde kolayca ifade edebiliriz: Örneğin Galileo Galilei (1564-1642), Aristoteles'in (384-322) "durağanlık cisimlerin doğal halidir" biçimindeki sezgisel görüşünün yanlış olduğunu anlayınca, sabit hızla hareket eden sistemlerin göreliliğini ileri sürdü. Buna karşın, Albert Einstein (1879-1955) ise sabit hızla hareket eden iki sistemin kinematiğine ilişkin Galileo yasalarının ışık hızından çok daha küçük hızlarda geçerli olduklarını fark etti. İlk anda biraz kafa karıştırıcı olsalar bile, sözü edilenlerin tümünün akıl almaz hususlar olmadığı açıktır. Çünkü ışığıniyle kıyaslandığında, fırlatılan bir taşın durumunda olduğu gibi, olağanüstü küçük hızlara ilişkin sezgisel şekilde elde edilen formüllerin, görelî olmayan doğrulara indirgenmesini anlamak kolaydır. Öyle ki buradan göreliliğin şaşırtıcılığı ortadan kalkmakta aksine onun ilkeleri için

bir sezgi geliştirmek kolaylaşmaktadır. Kısacası olağan hayatın akışı içerisinde her şey sağduyuya uygunluk taşıyor gibidir. Hatta bu uygunluğa dayalı olarak çeşitli durumlar için öngörülerde bulunmak da son derece kanıksanmış bir alışkanlıktır.

Bu kanıksamanın bir sonucu olarak bilim insanlarının bilimin temel amacının öngörude bulunmak olduğunu bir ilke olarak benimsedikleri (bu çok önemlidir; çünkü geleceği öngöremiyorsak tasarlayamayız ve planlar yapamayız) ve herhangi bir olgunun veya durumun gelecekte ne olacağının tahmin edilebilmesini bir başarı olarak gördüklerini de hatırlamalıyız.



Newton denklemleri

Nitekim, Newton'un denklemlerinin başarısı, bir parçacığın hem konumunun hem de hızının mevcut değerleri göz önüne alındığında gelecekteki durumunu tahmin etmesiydi. Oysa kuantum kuramı bunun o kadar da kolay olmadığını, aksine bir şeyin gelecekteki değerini tahmin etmek için sadece mevcut değerini değil, aynı zamanda "değişim oranını" da bilmek gerektiğini gösterdi. Dahası bu niceliklerin (konum ve hız) her ikisinin kesin değerinin aynı anda belirlenemeyeceğini, aksine "biri hassas olarak ölçmenin, diğere göz ardı edilemez bir belirsizlik katacağını" ortaya koydu. Hatta bu belirsizliğin ölçüm aygıtıyla hiçbir ilgisinin de

olmadığını gösterdi. Bilim insanlarının artık yeni bir dünyada iş gördükleri ve bu dünyada olup bitenleri açıklayabilecek bir kurama gereksinimlerinin olduğu açıktı.



Max Planck (1858-1947)

$$E = h\nu$$

Planck formülü

Kuramın Kısa Bir Tarihçesi

Yirminci yüzyılın başında Max Planck (1858-1947), Berlin Bilimler Akademisinde daha önceden değindiğimiz ısı ışıma konusunu açıklamaya yönelik bir bildiri sundu. Bu sunum yukarıda değindiğimiz hususları içerecek şekilde bilim dünyasında ufuk açıcı gelişmeler dizisinin başlangıcı oldu. Öyle ki adeta çok küçüklerin, atomların, atom çekirdeklerinin, kısacası temel parçacıkların dünyasında, eşine

bilim kurgu romanlarında rastlanabilecek denli heyecan verici bir araştırma macerası başlattı. Aslında kimse böyle bir maceranın yaşanacağını beklemiyordu. Çünkü belirli bir sıcaklık derecesine kadar ısıtılan cismin ışık yaydığı sır değildi. Bu türden bir ışımanın elektromanyetik nitelikten kaynaklandığı açık olduğu gibi, elektromanyetik durumlarda geçerli doğa yasaları da bilinmekteydi. Ancak sözü edilen ışımanın şiddeti belirlenmek istendiğinde, yani ölçüldüğünde anlamlı bir sonuç çıkmıyordu. Ortada gözlemlenen bir olgu olduğuna göre, bilimsel açıklamasının yapılması kaçınılmazdı. Zira yasalar ve akkor haline getirildiğinde bir cismin görünür ışık yaydığı bilindiğine göre, sorun ne olabilirdi? Daha önceki yazılarımızda bilimde basitliğin esas amaç olduğunu ve doğanın karmaşıklığını basit ifadelerle gösterebilmek için de “olağana farklı şekilde bakmak” gibi temel bir kuralın bilimsel araştırmalarda uygulandığından söz etmiştik. Bu iki hususu derinden kavradığı anlaşılan Planck, yerleşik kabullerin dışında ısı ışımanın kesintisiz şekilde değil, büyüklükleri belli paketler halinde yayıldığını düşündü ve düşüncesinin geçerliliğini göstermek için de $E=h\nu$ matematiksel ifadesini geliştirdi. Planck, bu matematiksel ifadeyi esas alarak yaptığı hesaplamalar ile gözlemlenen sonucun uygunluk taşıdığını belirledi. Bu formül atom altı dünyanın anlaşılması için rasyonel bir temel arayışının doruk noktası oldu.

Gelecek sayımızda Kuantum Kuramını ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

- Banks, T., *Quantum Mechanics: An Introduction*, New York: Taylor & Francis Group, 2019.
Gerard't, H., *Maddenin Son Yapıtaşları*, Çeviren: Mehmet Koca, Nazife Özdeş Koca, Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2000.
Mathews, P. M. & Venkatesan, K., *A Textbook of Quantum Mechanics*, Second Edition, New Delhi: Tata McGraw Hill Education Private Limited, 2010.
Weinberg, S., *Atomaltı Parçacıklar, Bir Keşif Serüveni*, Çeviren: Zekeriya Aydın, Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002.