

DURUM VE DAVRANIŞ

Doç. Dr. Halûk BERKMEN
O. D. T. Ü. Fizik Bölümü

KUANTUM KURAMI

Bundan önceki iki yazıda şu görüşlere yer verdik: Bir kuram oluştuktan sonra kendi başına bağımsız bir birim olur ve yaşamını başarılı bir şekilde sürdürür veya ölür. Hiçbir kuram oluştuğu dönemin kültüründen soyutlanamaz ve her kuramın yapısında sezgi vardır. Deneysel verileri veya gözlemleri bir araya getirmek bir kuram oluşturmak için yeterli değildir. Sonuçların kaynaklandığı bir veya birkaç hipotezin de kökende yer alması gerekir. Hipotezler kanıt gerektirmediklerinden, kuramların kökeninde sezgilerin bulunduğu söylenebilir.

Kuramların bir diğer niteliği, doğaya veya inceledikleri konuya bakış açılarında gizlidir. Evrene, yerel (lokal) veya tümsel (global) bir açıdan bakılabileceği gibi, olaylara "durum" veya "davranış" olarak da bakılabilir.

Bu iki bakış açısı arasında önemli bazı ayrıcalıklar vardır. Söz konusu sistemin, hareket ve değişimleri zaman içinde sürekli bir şekilde incelenmekte ise, sistemin "davranışlarına" bakılmaktadır, denilebilir. Eğer, sistemin, değişik zamanlardaki durumlarından bağıntılar elde edip sonuçlara ulaşıyorsa, sistemin "durumlarına" bakılmaktadır, denilebilir.

Birinci bakış açısı, sistemin hareketlerini bir sinema filminden izlemeye, ikinci bakış açısı ise değişik zamanlarda çekilmiş fotoğraflara bakmaya benzetilebilir.

Doğadaki belli bir durumu bağdaştırılabilen en temel kavram "enerji" dir. Bir taşın veya herhangi bir maddenin "potansiyel" enerjisinden söz etmek veya hesaplamak için, durumlara bakmak gereklidir. Yüksekçe çıkartılan bir taşta, gerilen bir yayda şişirilen bir balonda potansiyel enerji vardır. Potansiyel enerjiyi hesaplayabilmek için, ilk ve son durumları bilmek yeterlidir. Birinci durumda ikinci duruma hangi yoldan ve ne şekilde ulaştığını bilmeye gerek yoktur.

Einstein'in görellilik kuramında madde ile enerji arasında $E = mc^2$ şeklinde bir bağıntı ortaya çıkmaktadır. Burada E enerjisi, m kütleli,

c ise ışık hızını belirtir. Kütleli olan bir cisim, uzay içinde sonlu bir yer kapladığından belirli bir durumu oluşturur. Yukarıki denklem kütleli, "durumu" belirten bir kavram olduğunu açıkça göstermektedir.

"Kuantum" kuramında $E = hf$ eşitliği, ışık enerjisini belirten temel bir denklemdir. Burada f ışığın frekansı, yani ışık dalgasının bir saniyedeki salınım sayısı, h ise "planck sabiti" denilen sabit bir katsayıdır. Denklemin sol tarafındaki E durumu, sağ tarafındaki f ise davranışı simgelemektedir. Dalga, zaman içinde uzaya sürekli bir şekilde yayılan bir yapıya sahiptir. Bu denklemlerle, ışık demetinde sürekli bir enerji akımı yerine, kesikli enerji "kuantumlarının" aktarılma olduğu anlayışı getirilmektedir. Aynı zamanda, ışıkta hem dalgalı özelliklerin hem de maddesel parçacık özelliklerinin bulunduğunu belirtmektedir.

Bu ikilik ilk ortaya atıldığı vakit, pek çok bilim adamı tarafından şüphe ile karşılanmıştır. Gündelik yaşamda iki ayrı kavram olarak tanımladığımız dalga ve parçacık, nasıl olur da özdeş olabilirler? Bunun açıklanmasını şöyle yapabiliriz: Kuantum kuramı, mikroskopik düzeydeki olayların durumlarına bakıp sonuçta ulaşmaktadır. Eğer dalgayı parçacıktan farklı görecektir olursa, maddenin durumlarından değil davranışlarından söz etmiş olur ki, bu da kuramın iç yapısına ters düşer.

Parçacık maddenin bir durumu, dalga ise bir davranıştır ve her ikisi de maddenin özellikleridir. Bu ayrımı kavradıktan sonra, dalga-parçacık ikiliğinde şaşılacak bir şeyin bulunmadığı görülmektedir.

1924 yılında Fransız fizikçisi Louis de Broglie kütleli parçacıkların da dalgalı davranışlar göstereceklerini ileri sürmüştür. v hızı ile hareket eden bir parçacık, bir dalga gibi davranabilmekte, ve dalga boyu $= h/mv$ bağıntısı ile verilmektedir. Bu bağıntı, dalga-parçacık ikiliğinin gözlenmesini sağlamış. 1928 yılında hızlandırılmış elektronlarla girişim ve dağılma deneyleri yapılmıştır

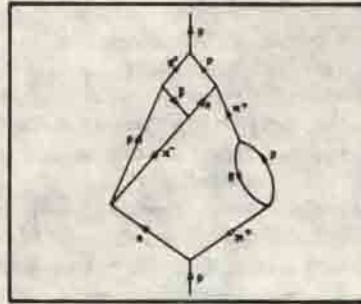
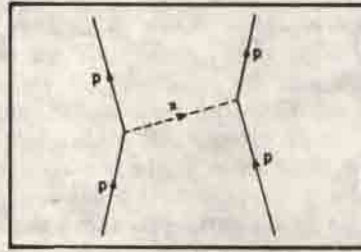
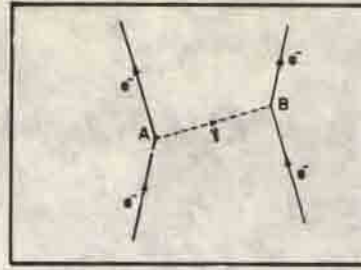
Kuantum kuramı, iki parçacığın çarpışma öncesi ve sonrası durumlarıyla ilgilenir. Çarpışma anındaki davranış biçimleriyle ilgilenmez. Parçacıklar çarpışma anında dalgalı bir davranış içinde bulduklarından, kuantum kuramının bu kısa süre içinde etkisiz kalmasını sağlarlar. Kuram, dalgalı davranışı ancak parçacıklarla açıklayabildiğinden, yeni yeni ve çok kısa ömürlü pek çok parçacığın tanımlanmasını gerektirmektedir. Günümüzde yüzden fazla "elementer" parçacığın tanımlanmış olmasının nedeni budur. Öyle ki, pek çoğunun gerçekten parçacık olup olmadıkları da tartışılabilir. "Rezonans" adı verilen bu çeşit parçacıklara sabit ve dengeli yapılar yerine, geçici davranışlar olarak bakmak belki de daha doğru olacaktır.

Bugün elimizde o kadar çok sayıda ve değişik özelliklerde elementer parçacıklar vardır ki, hepsini bir arada içeren ve tutarlı olarak açıklayan bir kuram oluşturulamamaktadır. Şimdiki görünüşü ile, kuantum kuramının parçacıkların iç yapısını açıklamakta başarılı olduğu pek söylenemez. Son birkaç yıldan beri proton, nötron, elektron gibi maddesel parçacıkların kütleli birimlerden oluşmuş olduklarını ileri süren ve başarılı sonuçlar elde eden modeller geliştirilmektedir. Bu modellerin bir amacı da, etkileşme türlerini birleştirip tek bir kuram elde edebilmektir.

Parçacıklar arasında dört tür etkileşme vardır. Kuvvetli, zayıf, elektromagnetik ve çekimsel (gravitasyonel) etkileşmeleri açıklayabilmek için, kuantum kuramı değişik yapıda parçacıklar tanımlamak zorunluluğunu duymuştur.

İki protonun çarpışması ile ilgili model üzerinde çalışırken, Japon fizikçisi Hideki Yukawa "mezon" adlı parçacığın varlığını ileri sürmüştür. Mezon, kuvvetli etkileşmeleri sağlayan bir ara parçacık durumundadır. Mezonun deneysel olarak gözlenmesi, Yukawa'ya Nobel Fizik Ödülünü kazandırmıştır. Ancak, kuvvetli etkileşmeler bugün bile tam olarak anlaşılama-yan karmaşık bir yapıya sahiptirler. Şekil 2 de görülen protonun, basit ve "elementer" bir parçacık olduğu söylenemez. Birçok parçacıklara hayat verebileceği gibi, onların birleşmeleri sonucunda tek bir parçacık olarak yeniden oluşabilir.

Elektromagnetik etkileşmelerde, ara parçacık veya bir ışık kuantumu olan "foton" dur. Elektronlar arası etkileşmelere, yani yükler arası kuvvetlere elektromagnetik denilmektedir. Şekil 3 de zaman, aşağıdan yukarı doğru artmaktadır. A noktasında yaratılan bir foton, B noktasında elektronla birleştiğinde, elektronun yönünü ve



ŞEKİL 1: İki protonun etkileşmesini sağlayan ara parçacık (ile gösterilen) piondur.

ŞEKİL 2: Bir protonun davranışı, belli şartları sağlayan ara durumlarla açıklanabilir.

ŞEKİL 3: İki elektron (e-) arasındaki kuvvet, A ile B noktaları arasında değiş-tokuş edilen foton (tarafından sağlanmaktadır).

hızını değiştirebilmektedir.

Durum ve davranış kuramlarının olaylara farklı bakmalarının sonucu olarak, davranış kuramlarında bulunmayan bir belirsizlik, "durum" kuramlarında ortaya çıkmaktadır. Durumları inceleyen kuramlar, iki durum arasındaki davranışı açıklayabilmek için yeni durumlar tanımlamak zorunda iken davranışları inceleyen kuramlarda bu zorunluluk bulunmamaktadır.