

Kuantum Mekanikinin Değişik Yorumları

Kuantum mekaniği en fazla tartışılan kuramlardan biri olagelmıştır. Tartışılan şey kuantum mekaniğinin matematiksel yapısı değil. Fizikçiler bu yapıyı kullanarak maddenin değişik ortamlardaki davranışlarını açıklamakta şu ana kadar son derece başarılı oldular. Kuantum mekaniği, fizikteki en başarılı kuramlardan biri olarak kabul edilir ve fiziğin temel taşlarından biridir. Bir fizikçinin kuantum mekaniği bilmemesi bugün kabul edilebilir bir şey değil. Tartışılan şeyse kuantum mekaniğinin yorumu. Bir kuramın yorumundan kasıt şu: fiziksel olayları ve bu olayları anlamak için yaptığımız deney ve gözlemlerin sonuçlarını, sadece o kuramın temel kavramlarını kullanarak açıklamak. Yani kuramın matematiksel dilini günlük yaşamda kullandığımız dile çevirmek.

Normalde herhangi bir kuramın tek bir yorumunun olması gerekir. Fakat kuantum mekaniğinin karmaşık ve sağduyu zorlayan yapısından dolayı fizikçiler henüz herkesin kabul ettiği bir yoruma ulaşabilmiş değiller. Değişik ölçülerde kabul gören bir kaç yorum var. Bunlar Kopenhag yorumu, çoklu dünyalar ya da paralel evrenler yorumu, Bohm yorumu, tutarlı geçmişler yorumu gibi adlarla anılıyorlar. Bunlar içinde en çok yandaş toplananlar.

Kopenhag Yorumu

Kopenhag yorumu, büyük ölçüde Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'un bilimsel ve felsefi düşünceleri üzerine kurulu. Bu yüzden Bohr'un hayatının büyük kısmını geçirdiği Kopenhag'ın adıyla anılıyor. Bu yorumun temel prensipleri şöyle:

Bireysel nesnelere ilgili kuram. Kuantum mekaniği nesnelere ya da sistemlerin bireysel olarak davranışlarını inceler ve açıklamaya çalışır. Yani tek bir atomun ya da tek bir elektronun ya da bir kaç atomdan veya birkaç parçacıktan oluşan tek bir sistemin veya çok sayıda atomdan oluşan bir kristalin (tek bir sistem oluşturur) davranışını inceler. Burada bireysellikten kasıt şu: Kuantum mekaniği, istatistiksel mekanik gibi aynı türden çok sayıda sistemin istatistiksel özellikleriyle değil, tek bir sistemin davranışlarıyla ilgilenir. Kuantum mekaniğindeki olasılıklar bu yüzden istatistik mekanikteki olasılıklardan temelde farklıdır.

Olasılıklar temel özelliklerdir. Schrödinger fonksiyonunun belli bir sistem için çözümüne o sistemin dalga fonksiyonu adı verilir. Kuantum mekaniğinde dalga fonksiyonunun karesi ile betimlenen olasılıklar gözlemcinin ya da kuramcının eksik bilgisinden kaynaklanmaz. Bu olasılık ve ona bağlı olan belirsizlikler doğanın özünde bulunur.

Gözlenen sistem ve gözlemci arasındaki ilişki. Heisenberg'e göre fiziksel dünya iki parçaya ayrılır, gözlenen sistem ve gözleyen sistem. İkisi arasında bir sınır vardır. Bu sınır hangisinin kuantum fiziği (gözlenen sistem) hangisinin klasik fizikle (gözleyen sistem) betimleneceğini belirler. Heisenberg'e göre bu sınırın nereye konacağı tamamıyla bizim özgür irademize bağlıdır. Bohr'un bu konudaki görüşleri daha radikal. Bohr'a göre böyle bir sınır yoktur. Gözlenen sistemle gözleyen sistem bölünmez bir bütün olarak ele alınmalıdır. Gözlenen sistemin, gözleyen sistemden ba-

ğımsız olarak özelliklerinden bahsetmek anlamsızdır.

Gözlemlerin açıklandığı dil. Günlük yaşamda çevremizde gördüğümüz bir sürü basit gerçeklik vardır. Kullandığımız dil, algılarımız, sağduyumuz bu gerçekliklere göre gelişmiştir. Bütün bunlar klasik fiziğin dilini oluşturur. Dolayısıyla bir kuantum sistemi üzerindeki gözlemlerimizi de sadece klasik fiziğin diliyle anlatabiliriz.

Ölçümün geri çevrilemezliği. Bir ölçüm yaptığımız zaman sistemi geri dönülemez şekilde değiştirmiş oluruz.

Kuantum indirgenme(çökme). Bir ölçüm, ölçümün yapıldığı nesne ya da sistem üzerinde bir eylemi içerir. Bu da dalga fonksiyonunun indirgenmesine neden olur. Bohr bunu yeni bir tür fiziksel yasa olarak kabul etmiştir. Kuantum kuramı bu indirgenmenin olasılıklarını verir fakat mekanizmasını açıklamaz.

Tamamlayıcılık (Complementarity). Bohr, tamamlayıcılığı birbirinden bağımsız (biri diğerini içermeyen) ve bütün deney ve gözlemleri tam olarak anlamak için birlikte gerekli olan kavramları bir arada düşünme olarak tanımlamıştır. Buna en iyi örnek dalga parçacık ikiliğidir. Işığın (ya da bir elektronun veya başka kuantum nesnelere) bazı durumlarda dalga, bazı durumlardaysa parçacık gibi davranması gibi. Bu tamamlayıcı özellikler aynı anda gözlenemezler. Yani, bir elektron aynı anda hem dalga hem de parçacık gibi gözlenemez. Deneyin koşullarına göre ya parçacık, ya da dalga davranışı gösterir.

Gerçeklik. Kopenhag yorumuna göre tamamlayıcılık ve gerçek birbirleriyle yakından ilgili kavramlardır. Sadece bir ölçüm sonucu bulunanlar gerçek olarak alınabilir. Bunun dışında gerçek hakkında başka hiçbir şey söylenemez. Buna şöyle bir örnek verebiliriz: Diyelim bir odamızdaki masanın üzerine bir kitap bıraktık; kapıyı kilitleyip çıktık. Şu an o kitabı görmüyoruz olduğumuz halde kitabın masanın üzerinde durmasından bir gerçek olarak bahsetmemize klasik fizik izin verir. Benzer bir şeyi bir atom için yapalım. Yani, bir deney için bir atom hazırlayalım ve bir süre sonra bu atom üzerinde deney yapalım. Atomun hazırlanmasıyla, deney arasında geçen sürede atom hakkında şu, ya da bu doğrudan demek mümkün değildir. Atom hazırladığımız ve bıraktığımız yerde mi değil mi? Bunu sadece atomu doğrudan gözleyip orada olup olmadığını öğrendiğimiz zaman söyleyebiliriz. Onun dışında atomun orada olup olmadığını söylemek imkansızdır. Heisenberg'e göre böyle bir soru anlamsızdır da...

Çoklu Dünyalar ya da Paralel Evrenler Yorumu

Yukarıda temel prensiplerini belirttiğimiz Kopenhag yorumu birçok fizikçi tarafından yeterince tatmin edici bulunmamaktadır. Özellikle dalga fonksiyonunun indirgenmesi Schrödinger'in kedisi örneğinde olduğu gibi paradokslara neden oluyor. Benzer bir şekilde Kopenhag yorumu EPR paradoksunu açıklamakta yetersiz kalmakta. Bu nedenlerle zaman içinde başka yorumlar ortaya atıldı. Bunlardan en önemlisi Hugh Everett'in 1957

yılında Princeton Üniversitesinde yapmış olduğu "Evrensel Dalga Fonksiyonu Kuramı" adlı doktora teziyle öne sürmüştüğü "görelilik durumları" ya da daha yaygın olarak bilindiği adlarla "çoklu dünyalar" veya "paralel evrenler" yorumudur.

Mikroskopik sistemlerin örneğin atomların dalga fonksiyonları saf kuantum durumlarının üst üste binmiş durumu yani toplamı şeklinde yazılır. Dolayısıyla sistemin konum, momentum gibi fiziksel özellikleri, ölçüm yapıncaya kadar kesin bir değere sahip değildir. Kopenhag yorumuna göre ölçüm yapıldığı anda sistem bu saf durumlardan birine çökertilir ve ölçülen özelliğin değeri, bu saf durumun sahip olduğu değerdir. Bu durum bir çok soru oluşturmaktadır. Bu indirgenme nasıl olur? Ölçümü nasıl tanımlayabiliriz? Kopenhag yorumu bunları açıklayamamaktadır.

Everett'in bu sorulara verdiği yanıt, dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye bir şeyin olmadığı yönündedir.

Çoklu dünyalar yorumunun temel fikri şu: Evren, kuantum düzeyinde ne zaman bir seçim yapmak durumunda kalırsa, kaç tane alternatif kuantum durumu varsa o kadar parçaya bölünür. Bunu daha iyi anlamak için Schrödinger'in kedisini örnek olarak alalım (Schrödinger'in kedisi için Bilim ve Teknik sayı 393e bakınız). Bu deneyde iki olasılık var. Ya radyoaktif atom bozunur ve kedi ölür ya da bozunmaz ve kedi canlıdır. Kopenhag yorumuna göre, kutu açılıp içine bakılıncaya kadar olasılıkların ikisi de gerçek değerdir. Kutunun içindeki kedinin dalga fonksiyonu iki durumun bir üst üste binmiş halindedir. Yani, kedi ne ölüdür, ne de canlı. Kutuyu açıp baktığımız anda dalga fonksiyonu bu iki durumdan birine indirgenir. Yani kutuyu açınca kediyi ya canlı ya da ölü olarak gözleriz. Çoklu dünyalar yorumuna göreyse sistem bir seçimle karşı karşıya kaldığı anda her iki olasılık da gerçek olur, ancak evren ikiye ayrılır. Evrenlerden birinde gözlemci kutuyu açar ve kediyi ölü bulur; diğer evrendeyse gözlemci kediyi canlı olarak gözler. Burada önemli olan noktada kutunun içindeki kedinin gözlemci bakmadan önce bir evrende ölü, diğerindeyse canlı olduğudur. Dolayısıyla gözlemci kutuya baktığında dalga fonksiyonunun indirgenmesi diye bir şey söz konusu değildir. Her bir evrendeki gözlemci, eşi olmayan bir evren içinde yaşamaktadır ve diğer evrenlerle iletişim kurması mümkün değildir.

Çoklu dünyalar yorumuyla ilgili temel problem evrenin her an çok sayıda kuantum alternatifleriyle karşı karşıya olduğu dolayısıyla her an çok sayıda evrene bölündüğü, bunun sonucu olarak da aynı uzayı paylaşan neredeyse sonsuz sayıda evrenin var olduğu fikrinin oldukça itici bir fikir olmasıdır. Bu fikrin kanıtlanmasının ya da çürütülmesinin imkansızlığı da ayrıca itici bir noktadır.

Siz hangi yorumu tercih edersiniz?

Yusuf İpekoğlu

Kaynaklar
Gribbin, J., *Schrödinger's Kittens and the Search for Reality*, Little, Brown 1995
Omnès, R., *The Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press 1994
Rae, A., *Quantum Physics: Illusion or Reality?*, Cam. Univ. Press, 1986