

Kuantum Dolanıklığı Yoluyla Işıktan Hızlı İletişim Mümkün mü?

Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu

Kuantum mekaniği açısından dolanık olan iki parçacığın buldukları durum bağlantılıdır. Örneğin birinin polarizasyonu saat yönünde ise diğeri zıt yöndedir. Ayrıca bu durumun ne olduğunu gözlem yapana kadar bilemiyoruz. Daha doğrusu biz bilemiyoruz değil, parçacığın kendisi de henüz karar vermemiş oluyor. Gözlem yapıldığı anda ise ikisi birden belirleniyor, bu parçacıklar Samanyolu'nun iki ayrı ucunda olsa bile.

O zaman bu durum görelilik kuramının "hiçbir şey ışıktan hızlı yol alamaz" ilkesiyle çelişmiş olmuyor mu? Bu yapıyı kullanarak hedefe anında ulaşan sinyaller göndermek mümkün değil mi?

Işık hızının tüm referans sistemlerinde sabit olması ve hiç bir kütleli ışık hızını aşamaması Einstein'ın özel görelilik kuramının köşe taşıdır. Dolayısıyla kuantum dolanıklığının özelliklerini "garip" bulmanız çok doğal, Einstein'ın kendisi de aynen öyle düşünüyordu.

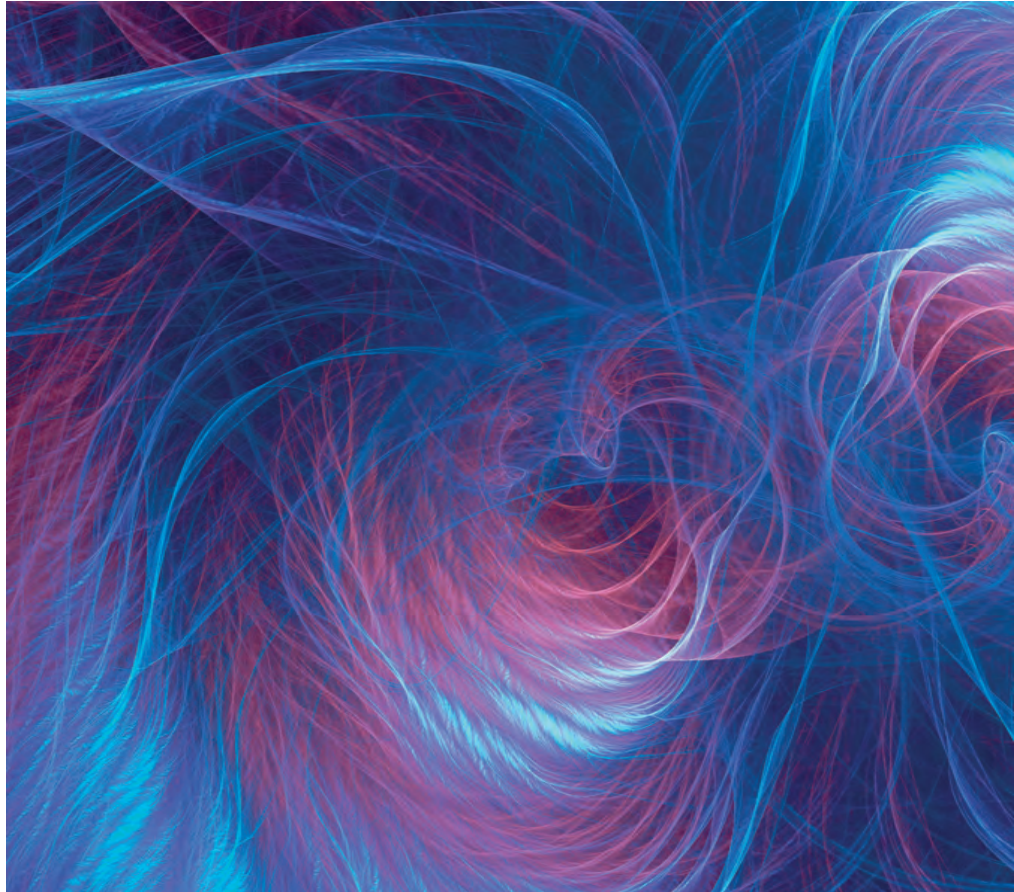
Bu paradoksu aşmak için önce dolanıklığa biraz daha yakından bakalım. Örneğin açıl momentumu sıfır olan bir parçacık ikiye ayrılırsa, bu parçacıkların birinin açıl momentumu yukarı yönlü diğerininki aşağı yönlü olmalıdır, fizikteki temel korunum yasaları bunu gerektirir. (Aynısını elektrik yükü, momentum ve daha pek çok değişken için söylemek mümkün.)

Bu iki parçacıktan birini gözlemlediğimiz zaman, diğerin değerini de ölçmüş oluyoruz, bunda da bir gariplik yok. Garip olan şu: Oluşan bu parçacıklar, biz ölçüm yapana kadar belli bir değere sahip değil. Tıpkı havaya atılan ve dönmekte olan bir bozuk paranın, biz onu tutana kadar yazı veya tura gelmemiş olması gibi.

Günlük hayattan bir örnek vermek gerekirse, bir fabrikanın hazırladığı top kekleri yatay düzlemle ikiye kesip oluşan yarımları (üst ve alt diyelim) paketleyip size ve arkadaşınıza gönderdiğini hayal edelim. Bu işlemi defalarca, arka arkaya yapıyor. Bu durumda size gelen seri, mesela üst, üst, alt, üst, alt, ... şeklinde ise, arkadaşınıza giden seri de alt, alt, üst, alt, üst, ... şeklinde oluyor. Siz kendi paketinizi açtığınız anda, arkadaşınızın da paketinde ne olduğunu biliyorsunuz.

Makroskopik dünyada, bu olayı algılamanın ve yorumlamanın ilk akla gelen yolu şu: Baştan belli olan bir dizinin elemanlarını gözlemliyoruz. İkimize de gelen paket dizisi aynı bilgiyi içeriyor. Yani biz paketi açmadan önce de, serinin ne olduğu belli. Fizikte bu yorumun adı "gizli değişkenler". Yani her şey belirlenmiş ve o bilgi orada duruyor, ama biz paketi açana kadar erişemiyoruz.

Kuantum mekaniğinin çok derinlerine dalmadan şu kadarını söyleyelim, bu yorum yanlış. (Top kekler için değilse de elektronlar için.) Ortada gizli değişken, baştan belli olan bir bilgi filan yok. Deney yapılan kadar elektron henüz kararını vermemiş oluyor. Buna ikna olmak zor da olsa, fizikçilerin laboratuvarında her gün gözlediği bir olay. Çünkü bu paketleri çok farklı teknikler kullanarak iki gruba ayırınca, yine yüzde elli ihtimalle alt ve üst değerlerine rastlıyoruz.



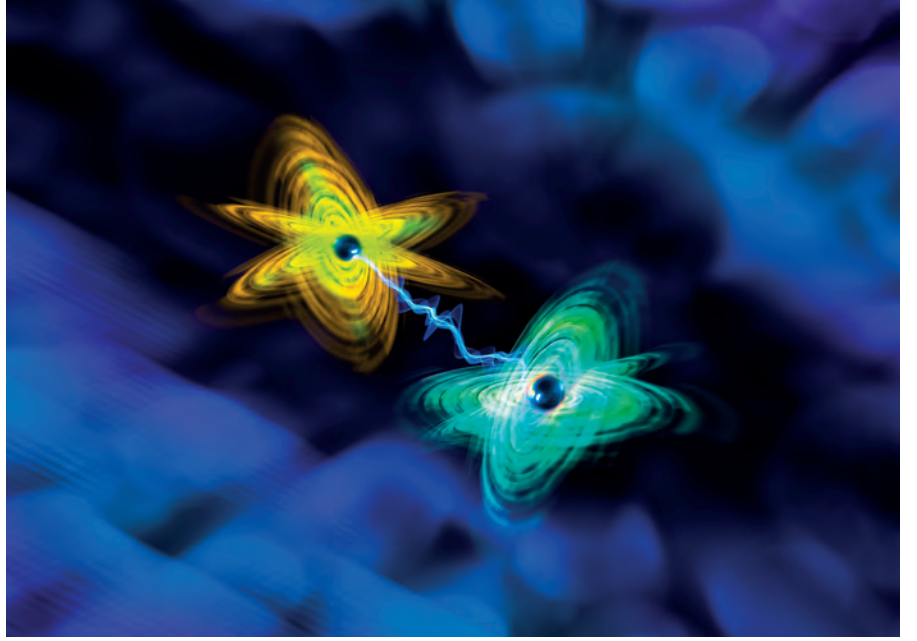
Bizim örneğimize uyarlarsak, paketin içine yerleştirilmiş gizli bir mekanizma, kekin üst kısmının mı yoksa alt kısmının mı bizim kismetimiz olduğuna paket açılırken karar veriyor. Ortada fabrika filan yok, bütün sır kutunun kendisinde.

Bu durumda akla ikinci bir açıklama geliyor, kutular birbiriyle iletişim halinde. İlk açılan, kendince bir rastgele işlemle “üst” ya da “alt” tercihlerinden birini yapıyor, bunu da diğer kutuya bir şekilde, henüz çözemediğimiz gizli bir fiziksel sinyalle iletiyor. (Çözmüş olsak o sinyali yakalamak, durdurmak, bozmak, değiştirmek yani diğer kutuyu yanıltmak gibi imkânlarımız olurdu, ama yok. Hiç bir şart altında, bu iki kutudan iki alt ya da iki üst yarım çıkmıyor.)

Kutuların açılma anı ve o anda aralarındaki mesafeye ilgili hiç bir şey söylemedik, biri bizim evde, diğeri Plütondaysa ve açılma anları arasında sadece 1 saniye varsa, bu sinyal ışıktan binlerce kat hızlı gidiyor olmalı. Einstein’ı rahatsız eden de buydu. Maalesef bu ikinci açıklamamız da yanlış.

Birinin A, diğerin B sonucunu öngördüğü herhangi bir deney yok. Olsa şimdiye kadar yapılır, birinden biri bu maçı kazanırdı.

Bu durumu bu kadar anlaşılmasız kılan, yine fizikteki teknik adıyla “yerellik varsayımı”.



Ortada birinden öbürüne giden sinyal filan da yok. Dolayısıyla, bizim bu ikiz parçacıkları kullanarak arkadaşımıza bir mesaj göndermemiz imkânsız. Eğer kendi istediğimiz bilgileri, yani 1’leri ve 0’ları kodlamaya kalkarsak, iki parçacık arasındaki bağlantıyı (dolanıklığı) bozmuş oluyoruz. Yani parçacığa “sen üst müsün alt mısın?” diye sormaya hakkımız var da “sen üst olacaksın” deme hakkımız yok. O yüzden de arkadaşımıza yazdığımız mesajı önce 0 ve 1’lere dönüştürüp sonra bunları kekleğin üst ve alt yarılarda şeklinde kodlayıp galaksinin öbür ucuna bir saniyede göndermek, hoş bir bilim kurgu senaryosu olsa da, gerçekçi değil.

Özetle, görelilik kuramı ile kuantum dolanıklığı, deneysel anlamda çelişmiyor.

Biz evrenin her köşesinin, fiziksel olarak ona çok yakın yerlerle etkileşime girebileceğini varsayıyoruz. Elbette Güneş çok uzaklardan Dünya’yı ısıtıyor, ama bizim algıladığımız Güneş’in kendisi değil oradan buraya gelen elektromanyetik dalgalar. Onlar da bize ve gözlem cihazlarımıza son derece yakın. Hatta iç içeler, fotonun etkisi göz sinirimize ulaşana kadar aydınlığı fark edemiyoruz.

Ama maalesef kuantum ölçeğinde yerellik varsayımı da çöküyor. Belki de kabullenmesi en zor olan kısım burası. Arkadaşımız ve bizim gözlemlediğimiz şeyin dolanık iki parçacık değil, aslında tek bir parçacığın iki farklı cepheden görünüşü olduğunu düşünürsek ortada paradoks filan kalmıyor.

