

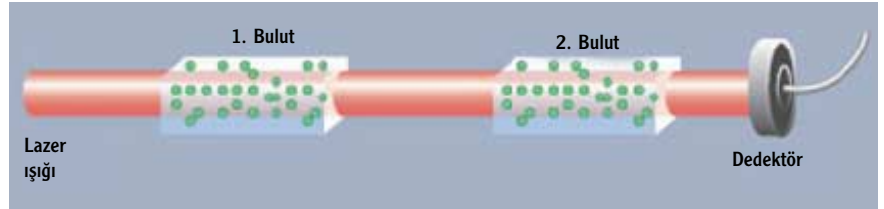
Fizik

Makro Ölçekte Dolanıklık

Danimarka'nın Aarhus Üniversitesi'nden üç bilimadamı, her biri bir trilyon atomdan oluşan iki küçük gaz bulutunu "dolanık" hale getirmeyi başardı. Dolanıklık (entanglement), atomaltı ölçeklerde doğa kuvvetlerinin etkileşimini açıklayan kuantum mekaniği'ne özgü bir durum. Bu mikro dünyada geçerli yasalara göre nesnelere, makro ölçekli günlük dünyamızda alıştığımız gibi kesin konumları olamaz. Mikro dünyada parçacıklar olası durumların üst üste bulunduğu bir olasılıklar bütünü olarak tanımlanır. Ancak bir gözlem yapıldığında bu üst üste durum kaybolur ve olası durumlardan bir tanesi kesinlik kazanır. Parçacıklar arasında özel durumlarda dolanıklık denen bir ilinti kurulabiliyor. Örneğin, iki parçacık kütle merkezleri sabit kalacak şekilde etkileştiklerinde, ikisinin momentumları eşit ve zıt yönde olduklarından, birinin momentumu ölçüldüğünde, diğeri üzerinde hiçbir ölçüm yapılmaya da onun da momentumu belli olmakta (Bkz: "Parçacıklar Telepati Yaparlar mı?", Bilim ve Teknik, Sayı 395 [Ekim 2000] s. 40-44). Dolanıklık, süper bilgisayarların yıllarını alacak karmaşıklıkta hesapları göz açıp kapayıncaya kadar yapacağına inanılan kuantum bilgisayarlar, fiziki ya da elektronik bir bağ olmaksızın bilgi aktarımına olanak sağlayan kuantum iletişim ve gizli bilgileri güvenli biçimde aktarmak için geliştirilen kuantum şifreleme için gerekli bir özellik. Parçacıklar arasında dolanıklık bağı, bunların spin (dönme) denen özelliklerinden yararlanılarak yapılıyor. Havaya fırlatıp tuttuğunuz paranın yazı mı, tura mı geldiğini, avucunuza bakıncaya, yani gözlem yapıncaya kadar bilemeyeceğiniz için, her iki durum da üstüste binmiş, yani olasıdır. Ancak avucunuza baktığınızda, bu üst üste binme durumu bozulur. Dolanıklık, iki (ya da daha çok) cisim arasında oluştuğuna göre, aynı ilke biraz daha değişik biçimde gerçekleşebilir. Yazı-tura örneğine dö-

necek olursak bu üst üste binme durumu iki biçimde olabilir. İki elinizde sakladığımız paraların dolanık olabilmesi için ya ikisinin de tura tarafının, ya da ikisinin de yazı tarafının üstte bulunması gerekir. Avucunuza bakmadığınız sürece üst üste binmiş bu durumların her ikisi de mümkün. Bir avucunuzda tura, ötekindeyse yazının üstte bulunması, dolanıklık durumuna engel. Dolayısıyla dolanık paralardan birine baktığınızda üstüste durum (iki turanın ya da iki yazının birden üstte olması) ortadan kalkar ve dolanıklık gereği, baktığınız avucunuzdaki paranın hangi tarafı üstteyse, öbür avucunuzdakinin konumu da aynı olur. Atomlar üzerinde yazı ya da tura desenleri bulunmadığından, bunların kuantum durumlarını belirlemek için spin (dönme) denen özelliklerinden yararlanılıyor. Yazı-turada olduğu gibi, gözlem yapıncaya kadar dolanık iki parçacığın spinlerinin üstüste binmiş durumu aşağı ya da yukarı yönde olabi-

leşiyor. Bu nedenle dolanık atomlarla deneyler yapabilmek için atomların öyle bir biçimde yalıtılması gerekiyor ki, üst üste binmiş durumun hangi biçimi aldığı (yani her ikisi de yukarı spin, ya da her ikisi de aşağı spin) hiçbir şekilde bilinmesin. Cisimler büyüdükçe ve sayıları arttıkça iş daha da çetrefilleşiyor. Çünkü tek bir atomun bile çevreyle etkileşmesi bile, olası durumların hangi biçimde üstüste geldiğini ortaya koyar ve dolanık durum kaybolur. Bu nedenle Aarhus ekibinin birer trilyon atomluk iki gaz kütlelerini dolanık duruma getirmesi, ilerisi için umut veren önemli bir kilometre taşı olarak değerlendiriliyor. Peki ama, iki atomu bile dolanık hale getirmek böylesine güçken araştırmacılar trilyonlarca atomluk kütleleri böyle nasıl bağlamışlar? İşin püf noktası, tümüyle yok olmaktansa biraz zararı göze almakta. Ekip deneyde iki durumu üst üste bindirmiş. Durumlarından biri, parafinle kaplanmış hücrelerin



liyor. Gözlem sonucu üst üste binme durumu bozulup bir spin tercihi ortaya çıktığında, dolanık eş parçacık da aynı tercihi yapıyor. Dolanık iki foton arasında bu telepatik etkileşim çok uzak mesafelerde bile gözlemlendi. Buna karşılık, iyon ve atomlarla yapılan deneylerde ancak birkaç mikron uzaklıkta dolanıklık oluşturulmuş. Üstelik bu ilişkiye sokulabilen atomların sayısı da sınırlı. Şimdiye kadar en çok dört atom arasında dolanıklık gerçekleştirilebilmiş. Oysa, bu özelliğin makroskopik uygulamalarda kullanılabilmesi için daha büyük kütleleri, daha uzak mesafelerde dolanık hale getirmek gerekiyor. Buysa sandığından çok daha güç bir iş. Nedeni, dolanık durumların kolayca bozulabilmesi. Çünkü "gözlem" ile kastedilen, atomaltı ölçekteki bir cismin kuantum özelliklerine gözlerimizle bakmamız değil. "Gözlem" (dolayısıyla da dolanık durumun bozulması) herhangi bir dış etkiyle, örneğin dolanık cisim çevreleyen hava moleküllerinin etkisiyle de gerçek-

ikisinde de birer trilyon atomun yarısından fazlasının yukarı spine sahip olması, ötekiyse, her iki hücrede de aşağı spin taşıyan hücrelerin çoğunlukta olması. Eğer çevre atomların biriyle (ya da daha çoğuyla) etkileşse (örneğin yukarı spine sahip olduğunu "gözlemlese") bile, bu, her iki duruma da uygun düştüğünden, üstüste durum tümüyle bozulmuyor, yalnızca biraz hasar görüyor. Bu durumda da dolanıklığın ortadan kalkması için trilyonlarca atomun çevreyle etkileşmesi gerekiyor. Aarhus araştırmacıları deneyde kullandıkları gaz bulutlarını dolanık hale getirmek için ilk kez bir lazerden yararlanmış. Tek bir ışık atımı, her iki hücredeki atomlarla etkileşerek dolanık duruma getirmiş. Gerçi gaz kütleleri arasındaki uzaklık gene fazla değil, yalnızca birkaç milimetre. Ama deneyin başarısının yeni deneyleri körükleyip makroskopik uygulamaları yakınlaştıracığına kesin gözüyle bakılıyor.