



## Fermi Gazının Optik Tuzaklanması

Fermiyonlar, tanıdığımız maddenin iki temel türünden biri. Genellikle kuvvet taşıyan bozonların aksine fermiyonlar, bir arada bulunmaktan hoşlanmayan anti-sosyal tabiatlı parçacıklar. Bunlar aynı kuantum durumunda bir arada bulunamıyorlar. Bazen parçacıkların birleşmesinden oluşan atomlar da, içlerindeki parçacıkların sayısına göre fermiyon özellikli olabiliyorlar. Parçalarının (çekirdekdeki proton ve nötronlarla, çekirdek çevresindeki yörünge bulundunda dönen elektronlar) toplam sayısı tek rakamlı olan atomlar fermiyon atomlar olarak nitelendiriliyor. Mutlak sıfıra (-273 °C) yakın derecelere kadar

soğutulmuş ve yeterli yoğunluktaki gazlara da dejenere fermi gazı deniyor. Fizikçiler ilk kez 1995 yılında bu atomlardan yararlanarak Bose-Einstein Yoğuşumu (Bose-Einstein Condensate = BEC) denen, aynı kuantum durumunda tek bir atommuş gibi birlikte hareket eden

atom kümeleri oluşturdular. Fermi gazlarını tutabilmek (tuzaklayabilmek) için yakın zamana kadar manyetik alanlar kullanılmaktaydı. Ancak 1999 yılında bir grup fizikçi ilk kez optik bir tuzakta nötr atomlar (fermiyonik lityum) kullanarak BEC oluşturmayı başarmıştı. Şimdi, ABD'deki Duke Üniversitesinden bir grup fizikçi, bu yöntemi geliştirerek ilk kez bir dejenere fermi gazını tümüyle optik bir tuzakta tutabildiğini açıkladı. Yöntemde, yüksek güçte bir karbondioksit lazeri kullanılarak, lityum-6 atomları için "optik çanak" oluşturuluyor. Çanakdaki atomların en

sıcak olanları, çorbadan çıkan buhar gibi buharlaşıyor. Bu yolla araştırmacılar, yukarı spinli ve aşağı spinli atomları eşit miktarda tuzakta tutabiliyorlar. Manyetik tuzaklamada bu mümkün değil; çünkü, yukarı spinli bir atomu çeken manyetik alan, aşağı spinli olanını iter.

Duke Üniversitesi araştırmacılarına göre, bu eşit miktarda ters spinli atomların bir arada varlığı, (elektron çiftlerinden oluşan) süperiletken "cooper çiftleri"nin benzerlerinin fermi gazlarında oluşturabilmesine olanak sağlıyor. Bunun önemiye, nötr atomlardan oluşan süperiletken çiftlerin, eksi yüklü (ve dolayısıyla birbirini iten) elektronlardan Cooper çiftleri oluşturmaktan çok daha kolay olması. Çünkü nötr atom çiftleri oluşturmak için fermi gazını Cooper çiftlerinin gerektirdiği kadar düşük sıcaklıklara soğutmak gerekmiyor. Ayrıca atom çiftleri oluşturmak, elektronlara göre daha düşük güçte etkileşimlerle başarılabilir.

Fizikçiler böylece daha kısa yoldan hem süperiletkenliğin çeşitli düzeylere ayarlanabileceğini, hem de altında yatan kuramın daha iyi kavranabileceğini umuyorlar.

Amerikan Fizik Demeği Bülteni, 13 Mart 2002

## Fizikçiler Egzotik Av Peşinde

Son derece kararsız atom çekirdeklerini, çok kısa süreli yaşamları süresince inceleyecek bir aygıt, Mart başında Fransa'nın Caen kentindeki GANIL ağır iyon hızlandırıcısında devreye girdi. Araştırmacılar SPIRAL adı verilen aygıtın, çekirdek yapısı konusundaki yerleşik modeli tahtından indirebileceğini söylüyorlar. SPIRAL'ın görevi, bir "egzotik iyon demeti" oluşturmak. Egzotik iyon, çekirdeklerinde alışılmadık bir proton-nötron dengesi barındıran yüklü atomlara verilen ad. Elektronlarının bir kısmını yitirmiş bu dengesiz çekirdeklerin büyük çoğunluğu, saniyenin çok küçük dilimleri içerisinde daha kararlı çekirdeklere dönüşüyor. Süpernova patlamaları

gibi şiddetli ortamlarda oluşan egzotik çekirdekler, Dünyamızda doğal olarak bulunmuyor. Bunları yapay yoldan oluşturmak için SPIRAL, bir kararlı iyon demetini, 2000 derece sıcaklıkta tutulan bir karbon hedefe doğru ateşliyor.



Kararlı iyonların çekirdekleri hedefe çarptıklarında parçalanıyor ve bir kararsız iyon demeti oluşturuyor. Bu iyonlar detektörlerce ayrıştırılıp yakalanıyor ve bozunma ürünlerine göre tanımlanıyor.

Çekirdeklerin çoğunda proton ve nötronlar bir top halinde birbirine bağlı görünümde bulunuyor. Ancak, örneğin bir lityum izotopunun çekirdeği, yoğun bir merkezin çevresinde bir nötron bulutu görüntüsü sergiliyor. SPIRAL'in, bu türden başka "haleli çekirdek"lerin bulunması için gösterilen çabalara büyük ölçüde yardımcı olacağı sanılıyor. GANIL yetkilileri, bu konuda büyüyen talebin karşılanabilmesi için Avrupa'da benzer birkaç aygıtın daha devreye girmesi gerektiğini belirtiyorlar.

Nature, 14 Mart 2002