

# Oksijen-28 ilk Kez Üretildi

Dr. Mahir E. Ocak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Çift sihirli atom çekirdeklerinden olduğu düşünölen oksijen-28 ilk kez elde edildi ve beklenenden çok daha kararsız olduğu anlaşıldı. Sonuçlar, atom çekirdeklerinin yapısı hakkındaki bilgilerimizdeki eksiklikleri gideriyor.

## Atom Çekirdekleri

Atom çekirdeklerinde pozitif yüklü protonlar ve yüksüz nötronlar bulunur. Bu parçacıklar güçlü kuvvet, zayıf kuvvet ve elektromanyetik kuvvet aracılığıyla birbirleriyle etkileşir. Güçlü kuvvet, atom çekirdeği ölçeğinde, zayıf kuvvetten ve elektromanyetik kuvvetten daha etkindir; protonların ve nötronların bir arada kalmasını sağlar ve atomların kararlılığına katkıda bulunur. Elektromanyetik kuvvet, atom çekirdeklerindeki

protonların birbirini itmesine neden olur, dolayısıyla atom çekirdeklerini kararsızlaştırır. Zayıf kuvvet ise temel parçacıkları birbirine dönüştüren kuvvettir, kararsız atom çekirdeklerinin bozunma süreçlerinde rol alır. Örneğin nötronların protonlara dönüştüğü, bu sırada ortaya çıkan elektronların çekirdekten dışarı atıldığı beta ışınmasına zayıf etkileşim aracılık eder.

İlke olarak, temel fizik yasaları kullanarak atom çekirdeklerinin yapısı hakkında kuramsal tahminler yapmak mümkündür. Ancak çok sayıda proton ve

nötron içeren sistemlerde bu hesaplar analitik olarak yapılamaz. Hesapları basitleştirmek için çeşitli varsayımlar yapılır. Bu hesaplar da doğal olarak kesin değil, yaklaşık sonuçlar verir.

## Nükleer Kabuklar

Elektronların atom çekirdeği etrafında nasıl düzenlendiklerini açıklamak için “atom kabuk modeli” kullanılır. Bu modelde atom çekirdeği

Nötron zengini çekirdekler aşırı derecede kararsızdır. Yaklaşık  $10^{21}$  saniye içinde fazla nötronlarından kurtulup görece daha kararlı izotoplara dönüşürler. Nötron zengini çekirdekleri üretmek ve üzerlerinde deneyler yapmak günümüzde sadece küçük atom çekirdekleri için mümkün oluyor.

## Oksijen-28

Araştırmacıların uzun zamandır ilgisini çeken nötron zengini çekirdeklerden biri oksijen-28. Ancak çift sihirli olması beklenen bu izotop yakın zamanlara kadar elde edilememiştir.

Tokyo Teknoloji Enstitüsünden Yosuke Kondo önderliğinde çalışmalar yapan uluslararası bir araştırma grubu, geçtiğimiz ağustos ayında *Nature*'da yayımladıkları bir makalede oksijen-28'i gözlemlemeyi başardıklarını açıkladı. Ancak deneyler beklenen aksine oksijen-28'in çift sihirli olmadığını gösterdi. Ortaya çıkan oksijen-28 izotopları çift sihirli bir çekirdekten beklenenden çok daha kısa süre içinde bozunarak oksijen-24 izotoplarına dönüştü.

*Nature*'da yayımlanan makaleye konu olan deneyler Tokyo'daki Fiziksel ve Kimyasal Araştırma Enstitüsünde

(RIKEN) gerçekleştirildi. RIKEN bünyesinde Radyoaktif İzotop Işın Fabrikası (RIBF) olarak adlandırılan bir parçacık hızlandırıcı merkezi var. RIBF yoğun, kararsız ve radyoaktif izotop ışınları üretiyor.

Araştırmacılar RIBF'nin ürettiği flor-29 ışınlarını sıvı hidrojen dolu 151 mm kalınlığında bir hedefin üzerine gönderdi. Hidrojen iyonlarının tetiklediği süreçler flor-29 izotoplarının oksijen-27 ve oksijen-28 izotoplarına dönüşmesini sağladı. Ortaya çıkan ürünler üzerinde çeşitli ölçümler yapıldı. Elde edilen sonuçlar, oksijen-27 ve oksijen-28 izotoplarının temel enerji seviyesindeki enerjilerinin daha önceleri çeşitli kuramsal modellerle tahmin edilenden daha düşük olduğunu gösterdi. Ayrıca deneyler oksijen-28'in nötron kabuğunun beklediği gibi kapalı ve küresel yapıda olmadığını, yani oksijen-28'in çift sihirli olmadığını gösterdi.

Çekirdeğinde 20 nötron bulunan izotopların nötron kabuğunun küresel simetri göstermemesi aslında ilk kez karşılaşılan bir durum değil. Daha önceleri nötron zengini flor, neon, sodyum ve magnezyum izotopları ile yapılan deneylerde de benzer

durumlarla karşılaşmıştı. Bu durum, söz konusu izotoplarda, dolu olması beklenen kabuğun en yüksek enerji seviyeleri ile boş olması beklenen yüksek enerjili kabuğun en düşük enerji seviyeleri arasındaki enerji farkının az olmasından kaynaklanıyor. En yüksek enerji seviyelerindeki nötronlar kolaylıkla bir üst kabuktaki daha yüksek enerjili seviyelere uyarılabilir. Bu durum, söz konusu izotoplarda kapalı ve küresel simetriye sahip bir nötron kabuğunun ortaya çıkmamasına yol açıyor.

## Sonuç

Atomların yapısı ile ilgili hassas kuramsal tahminler yapmak her zaman mümkün olmuyor. Nötron zengini atom çekirdekleri üzerine yapılan deneyler atom çekirdeklerinin yapısı ile ilgili modellerin test edilmesi ve geliştirilmesi açısından önemli veriler sağlıyor. Oksijen-28'in üretilmesi ve kuramsal modellere dayalı tahminlerden farklı özelliklere sahip olduğunun anlaşılması da var olan kuramsal modellerin iyileştirilmesinde yararlı olacaktır. ■

### Kaynak

Kondo, Y., ve ark., "First observation of  $^{28}\text{O}$ ", *Nature*, Cilt 620, s. 965, 2023.