

Egzotik Parçacıklar İçeren Atom Çekirdekleri

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

Atom çekirdeklerinde bulunan protonlar ve nötronlar (nükleonlar), baryonlar denilen parçacıklara örnektir. Her bir baryon, kuark olarak adlandırılan temel parçacıklardan üç tanesinin bir araya gelmesiyle oluşur. Altı tür kuark vardır: yukarı, aşağı, acayip, tılsım, alt ve üst. Bu kuarkların en düşük kütleli ve en kararlı olanları yukarı ve aşağı kuarklardır. Diğer kuarklarsa hem daha büyük kütleli hem de kararsızdırlar. Bu yüzden kısa süre içinde bozunarak daha düşük kütleli kuarklara dönüşürler.

Atom çekirdeklerinde bulunan protonlar ve nötronlar (nükleonlar), baryonlar denilen parçacıklara örnektir. Her bir baryon, kuark olarak adlandırılan temel parçacıklardan üç tanesinin bir araya gelmesiyle oluşur.

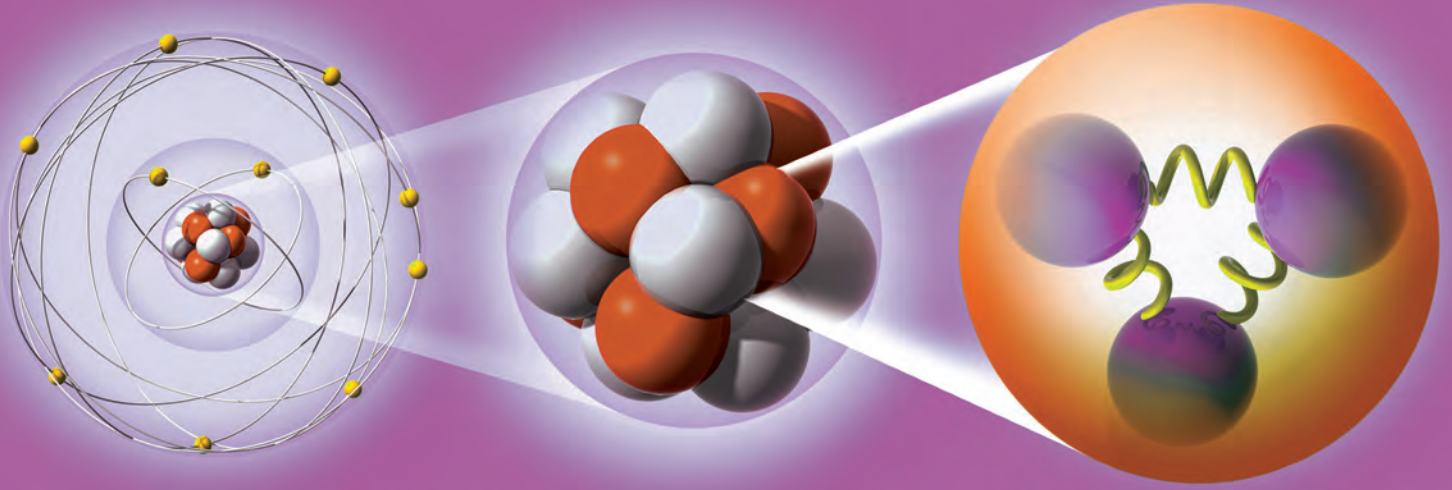
Altı tür kuark vardır: yukarı, aşağı, acayip, tılsım, alt ve üst. Bu kuarkların en düşük kütleli ve en kararlı olanları yukarı ve aşağı kuarklardır. Diğer kuarklarsa hem daha büyük kütleli hem de kararsızdırlar. Bu yüzden kısa süre içinde bozunarak daha düşük kütleli kuarklara dönüşürler.

Protonlar ve nötronlar, yukarı ve aşağı kuarklardan oluşur. Diğer kuarklar da bir araya gelerek başka türde baryonlar meydana getirirler. Ancak bu parçacıklar da kendilerini meydana getiren kuarklar gibi kararsızdır. Kısa süre içinde bozunarak daha küçük kütleli baryonlara dönüşürler. Parçacık fizikinin standart modeline göre tamamen kararlı olan tek baryon protondur. Çünkü baryon grubu parçacıklar arasında en küçük kütleli olandır. Bu yüzden bozunarak daha küçük kütleli başka bir baryona dönüşmesi mümkün değildir.

Uzun süredir parçacık fizikçilerinin üzerine çalışmaları yaptığı bir konu, yukarı ve aşağı kuarkların yanı sıra acayip kuark da içeren baryonlardan (hiperonlardan) oluşan hiper atom çekirdekleri. Bugüne kadar yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu



Altı tür kuark vardır:
yukarı (u: up), aşağı (d: down), tılsım (c: charm),
acayip (s: strange), üst (t: top), alt (b: bottom).

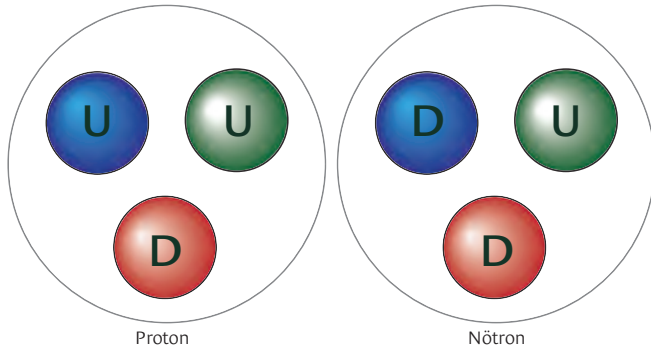


tek bir acayip kuark içeren hiperonlar bulunan atom çekirdeklerine odaklanmış durumda. Ancak iki acayip kuark içeren hiperonlar (Xi hiperonları) ve bu hiperonları içeren atom çekirdekleri de mümkün.

Bugüne kadar 14 nükleon ve bir Xi hiperonundan oluşan sadece bir hiper atom çekirdeği üretilmişti. Xi hiperonlarını içeren daha küçük atom çekirdeklerinin oluşmasının mümkün olup olmadığına bilinmiyordu. Japonya'daki RIKEN Nishina Merkezinde çalışan bir grup araştırmacı kuramsal çalışmalar yaparak bu soruya bir cevap aradılar. Araştırmacıların hiperon-

lar ile nükleonlar arasındaki etkileşimleri modelleyerek yaptıkları hesaplara göre, üç nükleon ve bir Xi hiperonundan oluşan bir hiper atom çekirdeğinin oluşması mümkün. Bu hiper atom çekirdeği, iki proton ve bir nötrondan oluşan Helyum-3 izotopuna bir Xi hiperonu eklenmiş bir atom çekirdeği olarak da düşünülebilir. Öte yandan, araştırmacıların yaptıkları tahminlere göre bir Xi hiperonu içeren, daha düşük kütleli bir hiper atom çekirdeğinin oluşmasıyla mümkün değil.

Tahminlere göre üç nükleon ve bir Xi hiperonundan oluşan hiper atom çekirdeği parçacık hızlandırıcılarda üretilip tespit edilebilecek kadar uzun ömürlü olabilir. Ayrıca nötron yıldızları içindeki koşulların da Xi hiperonları içeren hiper atom çekirdeklerinin oluşmasına imkân verebileceği düşünülüyor. ■



Protonlar iki yukarı ve bir aşağı kuarktan, nötronlar ise iki aşağı ve bir yukarı kuarktan oluşur.

Kaynak

Hiyama, E., ve ark., "Possible Lightest Ξ Hypernucleus with Modern ΞN Interactions", *Physical Review Letters*, Cilt 124, s. 92501, 2020.