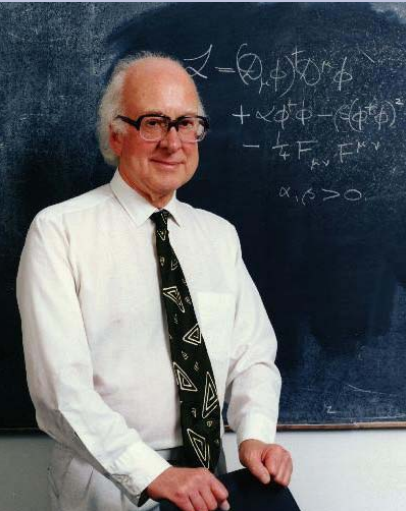


BOZON'UN ARDINDAKİ ADAM PETER HIGGS

Halen ABD'deki en güçlü parçacık hızlandırıcısı, harıl harıl "tüm parçacıkların anasını" arıyor. Avrupalı fizikçilerse yarışta yeniden öne geçmek için umutlarını CERN'in 2006 yılında hizmete girecek daha güçlü hızlandırıcısına bağlamış bulunuyorlar. Yarışın kıyasıya geçmesinin nedeni açık. Parçacığı bulan, Nobel Ödülü'nü götürecektir. Bu parçacığın öyküsünü, varlığını ortaya atıp ona adını veren fizikçinin ağzından dinleyelim.

Simetri, fizik için güçlü ve önemli bir kavram olsa da, bazen bunu gereğinden fazla duyduğunuzu düşündürür. Parçacık fiziğinin Standart Modeli tam, yani kusursuz biçimde simetrik olsaydı, modeldeki parçacıkların hiçbirinin kütlesi olmazdı. Başka deyişle, temel parçacıkların çoğunun kütlesinin sıfırdan farklı olması, modeldeki simetriyi kısmen bozar. Öyleyse, parçacıkların kütlesini oluşturan ve simetriyi bozan "birşey" olması gerekir. Bu "şey"e Higgs alanı deniyor; ama henüz deneylerle saptanabilmiş değil.



Edinburgh Üniversitesi'nden Peter Higgs'in adıyla anılan Higgs alanı, tüm evrene yayılmış durumda. Standart Model'deki parçacıkların -maddeyi oluşturan kuarklar, leptonlar ve kuvvetleri taşıyan vektör bozonları- hepsinin alanlarla bağlantılı olması gibi, Higgs bozonu adı verilen parçacık da, Higgs alanıyla bağlantılı. Higgs bozonunun saptanmasıysa parçacık fiziği için çok önemli bir aşama olacak.

Ne var ki, ismini taşıyan bozonun geçtiği ün, Higgs'i hayli mahcup eder gö-

rünüyor. Konuşurken "Higgs alanı denen" ya da "Higgs modeli denen" gibi deyimleri kullanmaktan çekinmediği gibi, Standart Model içindeki kütlenin oluşum anlayışına katkı yapan başka birçok fizikçi de sözleriyle sık sık onurlandırıyor.

Higgs Bozonu Nedir?

1993'te dönemin İngiltere Bilim Bakanı William Waldegrave, fizikçilerden Higgs bozonunun ne olduğunu ve onu bulmayı neden istediklerini basit bir şekilde açıklamalarını istedi. En iyi açıklama için bir şişe yılanmış şampanya ödülü, fizikçileri harekete geçirmeye yetti. Açıklama için kullanılan benzeşimler, kokteyl partilerinden dokusu ahşap gibi damarlı olan uzaya (uzay gerçek değil sanıldı) varan ölçüde çeşitliydi. Ahşap parçası örneğinde, damarlar boyunca hareket eden parçacıkların kütlesi yoktu; foton gibi. W ve Z bozonları gibi damarlara ters yönde hareket eden parçacıkların kütleleriye büyüktü.

Higgs alanında damardaki doğrultu, "kendiliğinden simetri kırılması" denen bir süreçle saptanır. Evrenin başlangıcında Higgs alanı bütün doğrultularda aynıydı. Ancak Büyük Patlama'dan kısa süre sonra bu simetri kendiliğinden bozuldu. Bu, tıpkı bir kurşunkalemin kendi ucu üzerinde durduğu zamanki kusursuz simetrisinin, kalemin devrilmesi ve uzayda bir doğrultu belirlemesiyle, kendiliğinden bozulmasına benzer.

Higgs için kendi adını taşıyan parçacığın öyküsü 1961'de, Edinburgh Üniversitesi'nde bir öğretim kadrosu elde etmesinden kısa süre sonra başlar. Londra'daki King's College'de molekül titreşimlerinin tayfı üzerinde doktora yaptıktan sonra parçacık fiziğine yönelir; altı yıl boyunca Edinburgh Üniversitesi, Londra'daki

University College ve Imperial College'deki Abdus Salam grubu arasında mekik dokuduktan sonra, kalıcı bir konum elde eder.

"1960 Ekiminde Edinburgh'a döndükten sonra, ne yapacağımı henüz bilmiyordum" diye anlatıyor. Ertesi yıl Yoichiro Nambu'nun, BCS süperiletkenlik kuramıyla benzeşime dayanan bir temel parçacıklar kuramına ilişkin makalesini okumuş ve bu, herşeyi değiştirmişti. "Kendiliğinden simetri bozulmasının, parçacık kütlesinin oluşmasına yol açabileceği o zaman aklıma geldi" diyor ve ekliyor: "Bu konuda ortalıkta dolaşan benim adım olsa da, fermion kütlelerinin, süperiletkenlerdeki enerji boşluklarının oluşmasına benzer bir yolla oluşabileceğini gösteren Nambu idi."

Ne var ki, Nambu yaklaşımında bir sorun vardı: Kendiliğinden simetri bozulması, kütleleri olan parçacıklar oluşturmuyordu; ama Jeffrey Goldstone, Salam ve Steven Weinberg bu bozulmanın aynı zamanda, kütlesi olmayan Goldstone bozonu denilen parçacığı da oluşturduğunu göstermişlerdi. Böyle bir parçacığın var olduğu bilinmediği için, bu kötü bir haberdi.

Çare yine katı-hal fizikçilerinden geldi. 1963'te Phil Anderson, süperiletkendeki bir Goldstone bozonuna denk olan bir parçacığın, elektromanyetik etkileşimlerle büyük bir kütle edinebileceğine dikkat çekti. Ancak Anderson'un argümanı relativistik (ışıkinkine yakın hızlarda hareketin söz konusu olduğu) bir durumda geçerli olabilir miydi? Edinburgh'a Temmuz ortasında ulaşan bir Physical Review Letters sayısının makalelerinden birinde, Walter Gilbert bu soruya "hayır" yanıtını vermişti. Haftasonunu bunu düşünmekle geçiren Higgs'in yanıtıysa "evet" oldu.

Üç Makalenin Öyküsü

Higgs, Goldstone ve iki meslektaşının ispatında bir hata bulmuştu. 27 Temmuz'da CERN'deki Physics Letter editörüne Higgs'in 79 satır ve 5 denklemden oluşan "Bozulmuş simetriler, kütesiz parçacıklar ve ayar alanları" başlıklı kısa makalesi ulaşmıştı. Higgs "ayar değişmezliği" olarak bilinen daha incelikli bir simetri biçimini kullanarak Goldstone, Salam ve Weinberg'in ispatındaki bazı varsayımların geçersiz olduğunu gösteriyordu.

Sonra da bu makalenin "bu türden bir kuramın önünde bir engel olmadığını söylediğine" işaret ederek, hemen bir devam makalesine başladı. Yapılması gereken açıktı; kuramını, ayar kuramlarının en basiti olan elektrodinamik kuramla sınamak; onun simetrisini bozarak ne olduğuna bakmak." Higgs sonuçta, büyük bir spin-1 parçacık (kuvvet taşıyabilen türden bir parçacık) ile, spin'i olmayan kütleli bir parçacık içeren bir kuramla karşılaştı. Böylece yeni bir parçacık; Higgs bozonunun ilkel bir türü sahneye çıkmış oluyordu. En azından kuramsal olarak.

Aynı ölçüde kısa olan bu makale de Physics Letters'a gönderildi, ama kabul edilmedi. Higgs'in daha sonra başka bir kaynaktan öğrendiğine göre, editörler makalenin fizikle doğrudan bir ilgisi olmadığını düşünmüşlerdi. Higgs, makaleye güçlü etkileşim için olası uygulamaları içeren bir paragraf eklemeye karar verdi. Dediğine göre: "Bu uygulama gerçekçi olmayabilirdi, ama bu yolla bazı simetrileri bozarak, kütleli olan vektör mezonları oluşturulabileceğini gösteriyordu. Benim sözde-Higgs

bozonlarıyla onurlandırılma nedenim, sanırım bu paragraftır."

Higgs'in makalesinin bu gözden geçirilmiş yeni versiyonu Physical Letters'a 31 Ağustos'ta ulaştı. Free University of Brussels'dan François Englert ve Robert Brout'un, Feynman'ın şemalarını kullanarak aynı sonuçları elde ettikleri makalenin yayımlandığı gün.

Maddeden Sonra

1964'ten sonra neler oldu? "Neler olduğu çevresinde, gerçekte olanlardan farklı bir efsane gelişti. Hiçbirimiz -ne ben ne de Brout ve Englert- doğru uygulamayı gerçekleştirmedik; biz güçlü etkileşimlere sapanıp kalmıştık" diyor Higgs. Doğru uygulamanınsa Salam, Weinberg ve Sheldon Glashow'a 1979 Nobel Ödülü'nü kazandıran, elektromanyetik ve zayıf etkileşimlerin tek bir elektrozaıf kuvvet olarak birleştirilmesi olduğu anlaşıldı.

Higgs, bazen güçlü kuvvet üzerine yoğunlaştığı için elektrozaıf kuvveti kaçırdığını düşünse de, Phil Anderson 1963 makalesinde elementer parçacıklar konusunda daha fazla yazmış olsaydı, bu sefer de kendi adıyla anılan bozonu kaçırmış olabileceğinin farkında: "Anderson'un yapması gereken ama benim yaptığım temel iki şey vardı. Goldstone'un teoremindeki hatayı göstermeli, sonra da kuramın doğruluğunu gösteren basit bir relativistik model üretmeliydi. Yine de, ne zaman "Higgs mekanizması denen konuda bir ders versem, sözlerime konuyu gerçekten anlamış olan, ama kimsenin kendisini anlamamış olduğu Anderson'la başlarım".

Higgs, parçacık fiziğindeki büyük ödülle adının eklenmesi konusunda ne hissediyor? "Benim adımla anılan çoğu şeyde aslında adımın pek yeri yok" diyor ve sürdürüyor: "Ama parçacığa Higgs bozonu denilmesi, yerinde bir karar olabilir; çünkü makalelerimde sanırım ona en çok ben dikkat çekmiştim. Yine de vektör bozonu kütleleri oluşturma mekanizması konusunda, çoğu kez Anderson'dan başlayan bir dizi isim sayarım: Englert ve Brout, Gerald Guralnik, Dick Hagen ve Tom Kibble, bir de Gerard't Hooft."

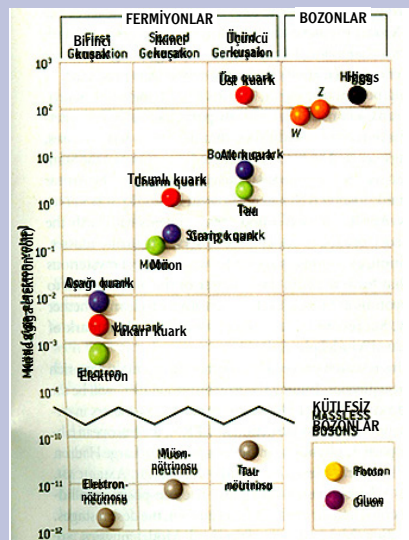
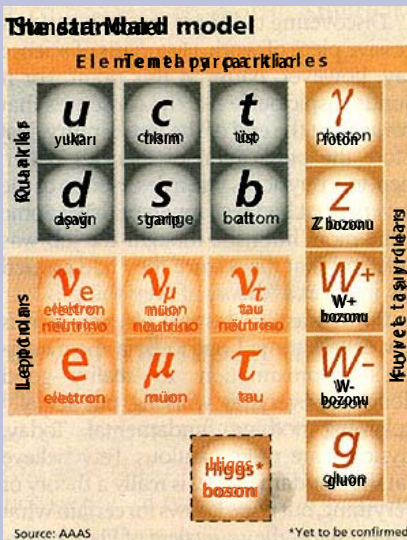
Higgs, parçacık kuramı konusundaki çalışmalarını 1970'lere kadar sürdürdü. Ne var ki Martinus Veltman ve 't Hooft, elektrozaıf kuramdaki sonsuzları yok etmek için yakınlaştırma (renormalization) kullanılabileceğini göstererek bu alanda büyük bir hamle yaptıklarında Higgs, kendi deyimiyle "biraz geride" kalmıştı. Bu başarı, adı geçen fizikçilere 1999 Nobel Ödülü'nü getirdi. Higgs ise, "bir kuramcı olmak için fazla yaşlı" olduğuna karar vererek dikkatini eğitime ve kuantum mekaniğindeki başka türden simetriler gibi "önemsiz birkaç şeye" yoğunlaştırdı.

Eylül 2002'de Scotsman gazetesinde yayımlanan "Atom Parçalayan Akademisyenlerin Çatışması" başlıklı makale, Higgs'i yeniden manşetlere taşıdı. Yazı, bir yemek sırasında Higgs'in bir gazeteciye Stephen Hawking hakkında söyledikleriyle ilgiliydi. Bunlar arasında Hawking'in ünlü olmasının, ona haketmediği bir güvenirlilik sağladığı ve başka alandaki kuramcılarla arasında iletişim güçlüğü bulunduğu sözleri de vardı. Doğal olarak başka gazetelerin de gündemine giren bu öyküye bir de Hawking'in, CERN'deki Büyük Elektron Pozitron Çarpıştırıcısında Higgs bozonunun bulunmayacağı konusunda bir bahis kazandığı eklenmişti.

Higgs hemen Hawking'e yazarak, sözlerini hangi bağlamda kullandığını açıkladı. Hawking de yanıtında kendisine gücenediğini söylemekle birlikte, deneycilerin Higgs bozonunu bulamayacakları konusunda ısrarlı olduğunu eklemekten de geri durmadı. Ne var ki Higgs, bozonunun bulunacağından "bir hayli emin" olmayı sürdürüyor. Açıklaması da şu: "Standart Model ile elimizdeki veriler arasında bu kadar iyi bir uyum sağlayan, başka ne olabilir? Eğer Higgs bozonu yoksa kuramın hiç bir anlamı kalmaz."

Rodgers, P. "Peter Higgs: The man behind the boson" Physics World, Temmuz 2004

Çeviri: Nermin Arık



Parçacıklar ve etkileşimlerini içeren bu sınıflandırma (solda), Standart Model'in önemli bir bileşeni. Sınıflandırmanın farklı bir gösterim biçimi, parçacıkları ölçülmüş ya da hesaplanmış kütlelerine göre yerleştiriyor (sağda). Bu gösterim, kütlelerin kendisinin Higgs bozonunun katkısıyla belirlendiğine ilişkin giderek güçlenen inancı da vurgulamakta.