



HIGGS

FİZİK DÜNYASINI SARSAK KEŞİF

Hazırlayan: Ayten İLHAN

Branşı: Bilişim Teknolojileri

Görev Yaptığı Okul: EMİNE ÖZCAN ANADOLU LİSESİ

STANDART MODELİ ANLAMAK

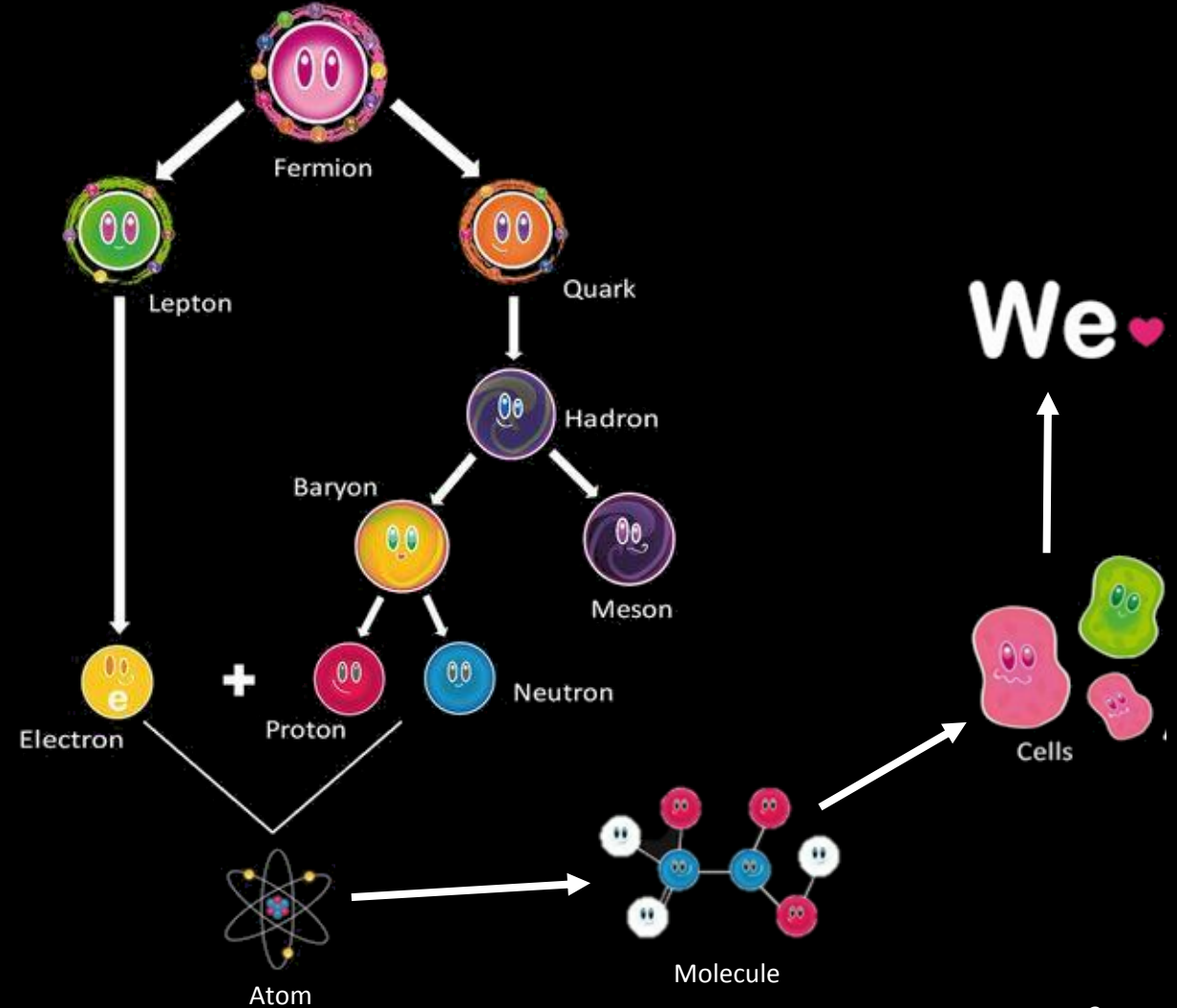
- Standart Model, gözlemlenen maddeyi oluşturan, şimdiye dek bulunmuş temel parçacıkları ve bu parçacıkların etkileşmesinde önemli olan üç temel kuvveti açıklayan bir **kuantum alan kuramı**dır. Bu kurama göre parçacıklar iki sınıfa ayrılır. Bu sınıflar:
- Fermi ve Dirac'ın hesaplarından dolayı **fermiyon** adı verilen «madde parçacıkları» ile
- Bose ve Einstein'in hesaplarından dolayı **bozonlar** adı verilen «kuvvet taşıyıcı parçacıklar»ı oluşturan sınıflardır.

FERMİYONLAR

Fermiyonlar,

- proton ve nötronları oluşturan **kuark**lardan;
- elektron ve onların kütesiz kardeşleri olan nötrinoları oluşturan bölünmez **lepton**lardan

oluşan parçacık takımıdır.



BOZONLAR

Elektromanyetik kuvvet taşıyıcıları



foton

Kuarkları bir arada tutan güçlü kuvvetin taşıyıcıları



gluon

Zayıf etkileşimden sorumlu kuvvet taşıyıcıları



W bozonu



Z bozonu

STANDART MODEL'DEKİ EKSİKLİKLERİ GİDERMEK

SORUNLAR

- ✓ Standart Model henüz geliştirilme aşamasındayken pek çok zorlukla karşılaşmıştı. Özellikle elektromanyetik etkileşim ve zayıf etkileşimi bir araya getirme çabaları hep aynı noktada tıkanıyordu. Elektro-zayıf kuramın arzu edilen simetrilere sahip olabilmesi için ya kütleli olduğu bilinen birçok parçacığın kütsesiz olması ya da var olmayan kuvvetlerin ve kütsesiz parçacıkların kurama eklenmesi gerekiyordu.
- ✓ Standart Model'in en basit haline göre, temel parçacıkların kütsesi yoktur. Ama bu önerme doğru olsaydı, elektronun ve kuarkların kütsesi olmaz, atomlar oluşamazdı.
- ✓ Ayrıca biliyoruz ki her parçacık kütleli değildir. Mesela fotonlar ve gluonlar için kütle sıfırdır ama enerji sıfırdan büyüktür. O zaman bize:
 - Fermiyonların kütsesini açıklayacak,
 - W ve Z bozonlarının nasıl kütle kazandığını ve Z bozonuna çok benzeyen fotonun nasıl kütsesiz olabildiğini,
 - Elektromanyetik ve zayıf kuvvetleri birleştiren elektro-zayıf kuvvetin nasıl oluşabildiğini anlatacak bir mekanizmaya ihtiyacımız var!

Einstein'ın denklemini daha açık yazarsak:

$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$$

Bir cismin kütsesi sıfırken enerjisi sıfırdan büyük olabileceğini net olarak görürüz. Çünkü bir cismin enerjisi durağan kütsesinden ve momentumundan (hızından) gelir.

STANDART MODEL'İN KURTARICILARI ☺

1964 yılında üç ayrı araştırma grubu neredeyse eş zamanlı olarak (önce Ağustos ayından François Englert ve Robert Brout, sonra ekim ayında Peter Higgs, daha sonra kasım ayında Gerald Guralnik, Carl Hagen ve Tom Kibble) Nobel ödüllü fizikçi Yoichiro Nambu'nun simetri kırılması üzerine yaptığı çalışmadan yararlanarak geliştirdikleri “**higgs mekanizması**” denen yöntemle kütleyle ilgili sorunların aşılabileceğini gösterdi.



[Soldan sağa: Tom Kibble, Gerald Guralnik, Carl Hagen, François Englert, Robert Brout]

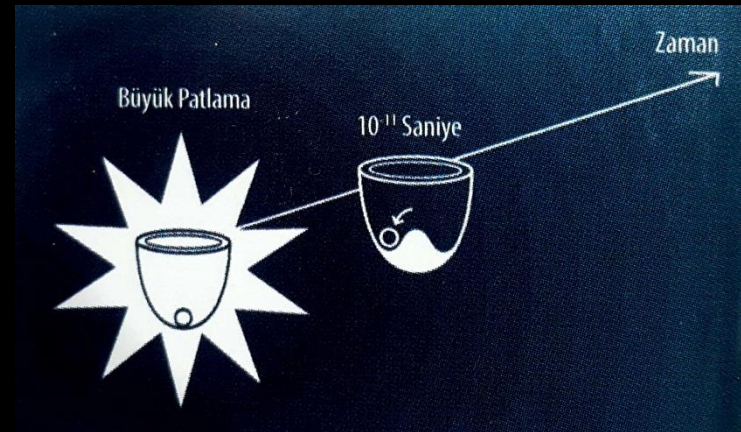


Yoichiro Nambu

HIGGS MEKANİZMASINI ANLAMAK

Ne kadar da gün içerisinde aklımıza gelebilecek en son şey **higgs alanı** olsa da, eğer bu alan olmasaydı var olamazdık ☺ Çünkü parçacıklar ancak bu alanla temas sonucu kütle kazanır. Higgs alanını dikkate almayan parçacıklar kütle kazanmaz, onunla zayıf bir biçimde etkileşenler hafif, yoğun biçimde etkileşenler ise ağır olur.

Peki Higgs alanını bu kadar özel yapan şey ne?



Higgs alanı Evren'deki içsel simetriyi kırar. Evren muhtemelen simetrik olarak doğmuştu ve görünmez Higgs alanı, yuvarlak bir kabın dibinde duran bir topun kararlı pozisyonuna karşılık gelen bir simetriye sahipti (yani patlama sırasında alan sıfırdı). Ancak büyük patlamadan 10^{-11} saniye sonra, Higgs alanının en düşük enerji seviyesi simetrik orta noktadan uzağa kayınca simetri bozuldu. Evren soğudukça Higgs alanı genişledi ve etkileşime girdiği tüm parçacıklara kütle verdi.

PARÇACIK HIZLANDIRICILARI VE CERN

1980'den beri öncü hızlandırıcılar Higgs'e odaklanmış durumdaydı. Mesela Higgs parçacığını keşfetmek için CERN laboratuvarındaki «**Büyük Hadron Çarpıştırıcısı**» ve Fermilab'daki «**Tevatron**» hızlandırıcıları özellikle acaip bir yarış içersindeydi. 2011 yılının Eylül ayında Tevraton tamamen durdurulunca CERN Higgs parçacığı avını tek başına sürdürdü.

KISA BİR TARİHSEL BİLGİ:

2000 yılında CERN'deki 27 km'lik tünel revizyona giriyor ve tünelin üzerine dört büyük algıç inşa ediliyor.

Tünelde elektron yerine proton kadar ağır parçacıklar çarpıştırılacağı için de çarpıştırıcıya «**Büyük Hadron Çarpıştırıcısı**» adı veriliyor. Bu arada çarpıştırılma sonucu ulaşılacak enerjiler de binlerce GeV mertebesinde olacaktı. (1GeV enerji \approx 1 protonun kütlesi)

Nihayet 2010 yılında BHÇ çalışmaya hazır duruma geliyor ve oyun başlıyor ☺



PARÇACIK HIZLANDIRICILARI VE CERN

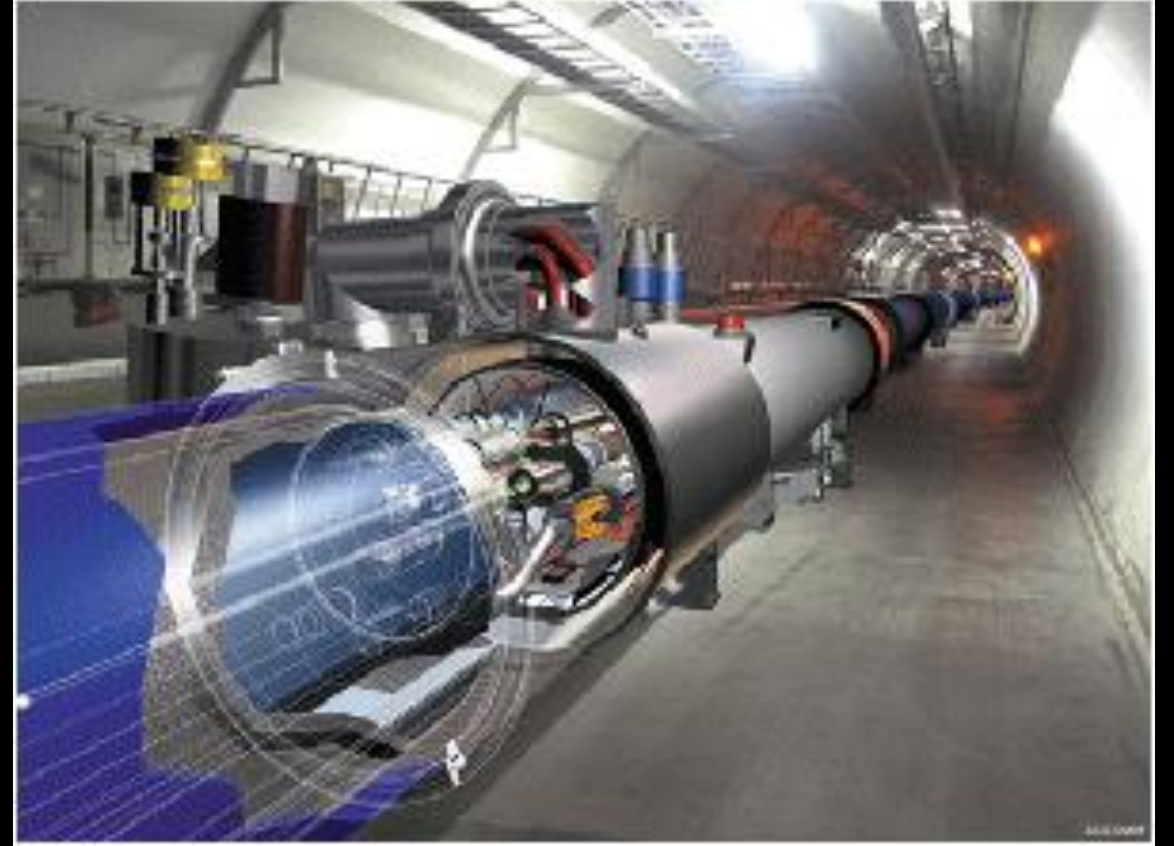
1980'den beri öncü hızlandırıcılar Higgs'e odaklanmış durumdaydı. Mesela Higgs parçacığını keşfetmek için CERN laboratuvarındaki «**Büyük Hadron Çarpıştırıcısı**» ve Fermilab'daki «**Tevatron**» hızlandırıcıları özellikle acaip bir yarış içersindeydi. 2011 yılının Eylül ayında Tevraton tamamen durdurulunca CERN Higgs parçacığı avını tek başına sürdürdü.

KISA BİR TARİHSEL BİLGİ:

2000 yılında CERN'deki 27 km'lik tünel revizyona giriyor ve tünelin üzerine dört büyük algıç inşa ediliyor.

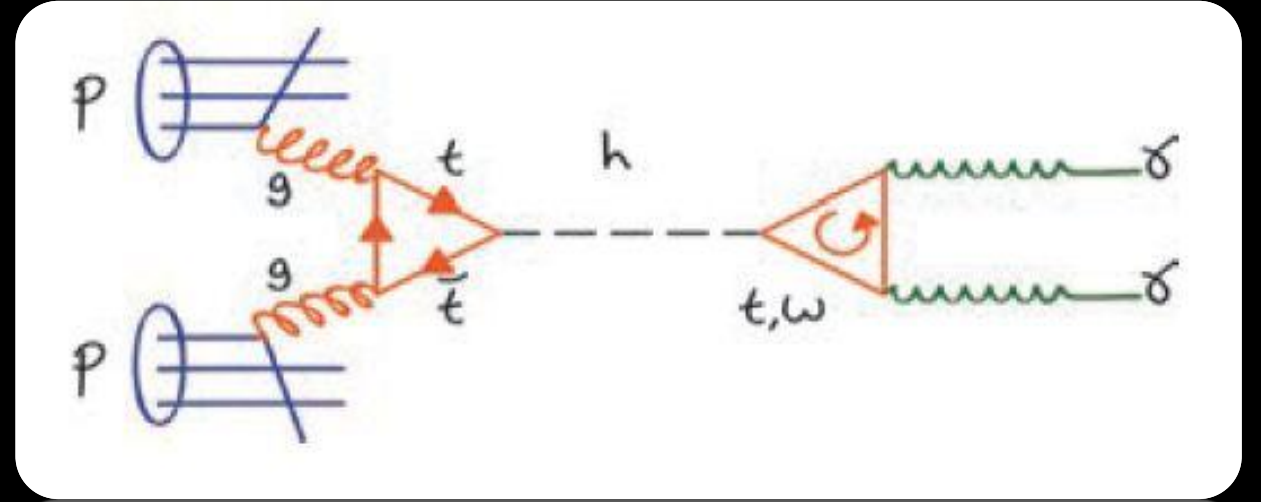
Tünelde elektron yerine proton kadar ağır parçacıklar çarpıştırılacağı için de çarpıştırıcıya «**Büyük Hadron Çarpıştırıcısı**» adı veriliyor. Bu arada çarpıştırılma sonucu ulaşılacak enerjiler de binlerce GeV mertebesinde olacaktı. (1GeV enerji \approx 1 protonun kütlesi)

Nihayet 2010 yılında BHÇ çalışmaya hazır duruma geliyor ve oyun başlıyor ☺



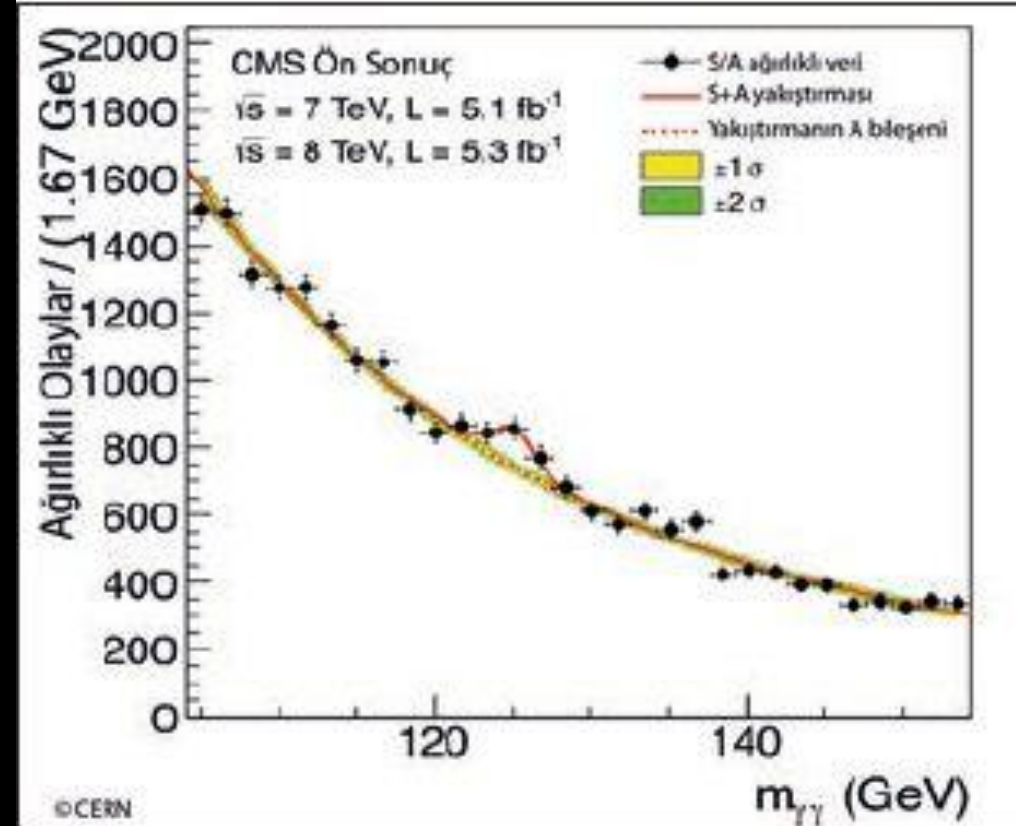
ALGIÇLARLA HIGGS'İN İZİNİ SÜRERKEN

Çarpışma deneylerinde de algıcılarda iz sürülür. Algıcılarda hangi parçacığın ya da parçacıkların izleri araştırılıyorsa, onun “kanalıyla” çözümlenme yapıldığı söylenir. Higgs parçacığı araştırmalarında da, bozunma ürünlerini yani bozunma kanallarını, incelenen model belirler. Ayrıca her kanalın gerçekleşme olasılığı da kullanılan modele göre hesaplanabilir. Örneğin Higgs bozonunu bulmak için iki foton kanalı, iki W kanalı veya iki Z kanalı, parçacıkları ve bunların bozunma ürünleri aranır.



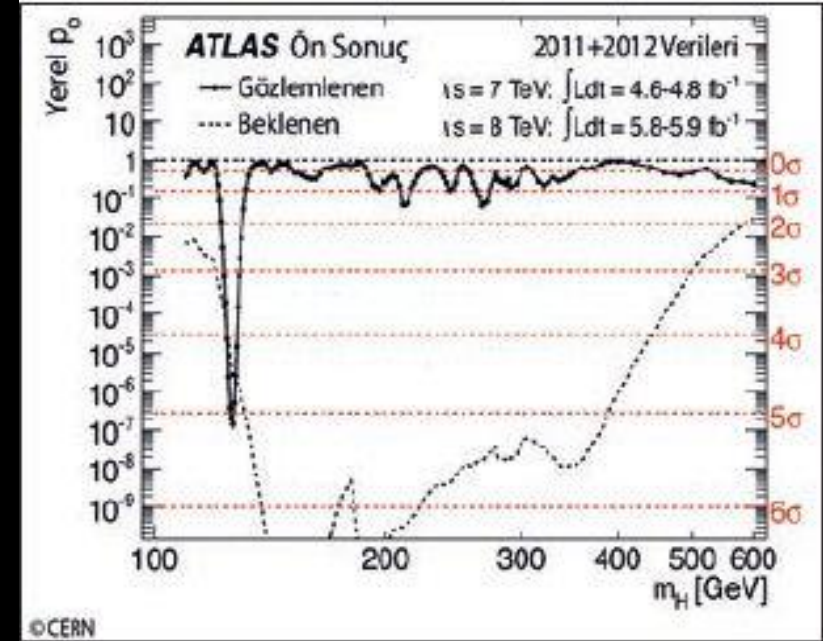
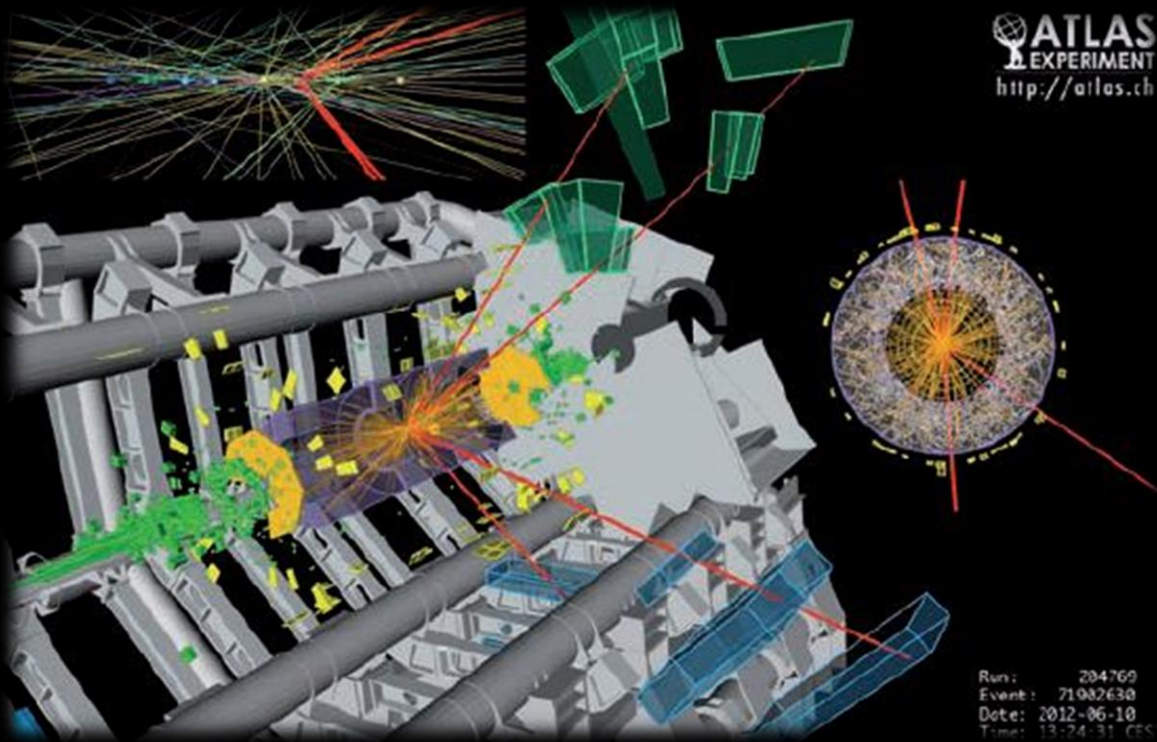
MUTLU SONUN HABERCİLERİ-CMS DENEYİ

CERN'de Higgs araştırması yapan iki büyük deney (ATLAS ve CMS) ilk sonuçlarını 4 Temmuz 2012'de açıkladı. Sağda verilen resimde, CMS deneyinden en güçlü kanıtı sunan, iki fotonlu olaylardan elde edilen kütle görülüyor.



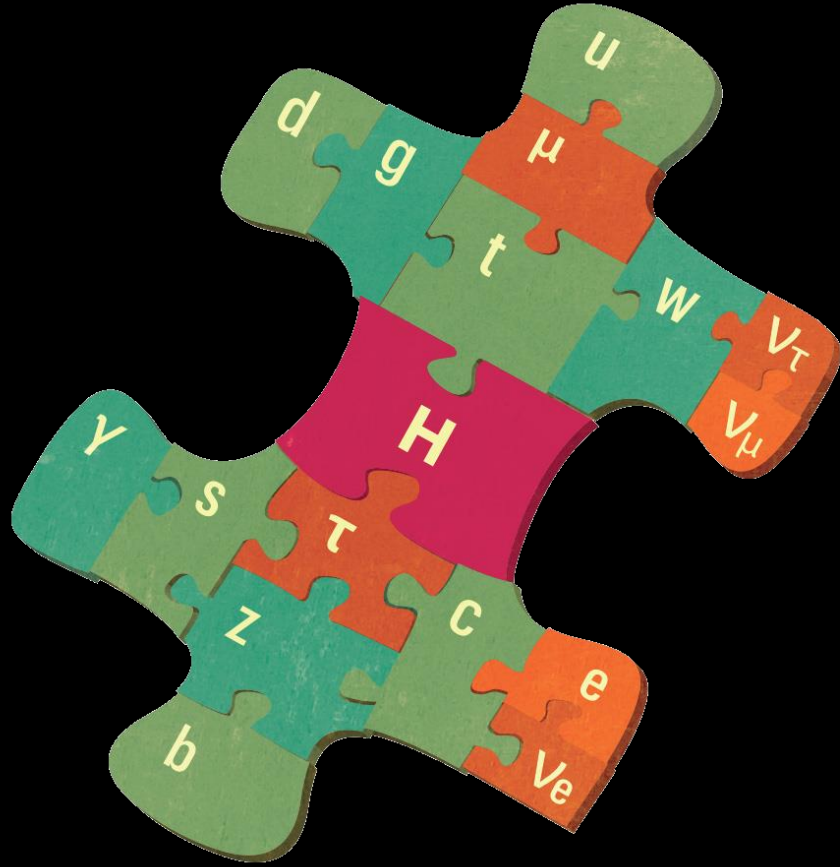
MUTLU SONUN HABERCİLERİ-ATLAS DENEYİ

Benzeri bir sonuç ATLAS deneyinden de alınmış, ancak yeni parçacığın kütlesi 126 GeV olarak ölçülmüştür.

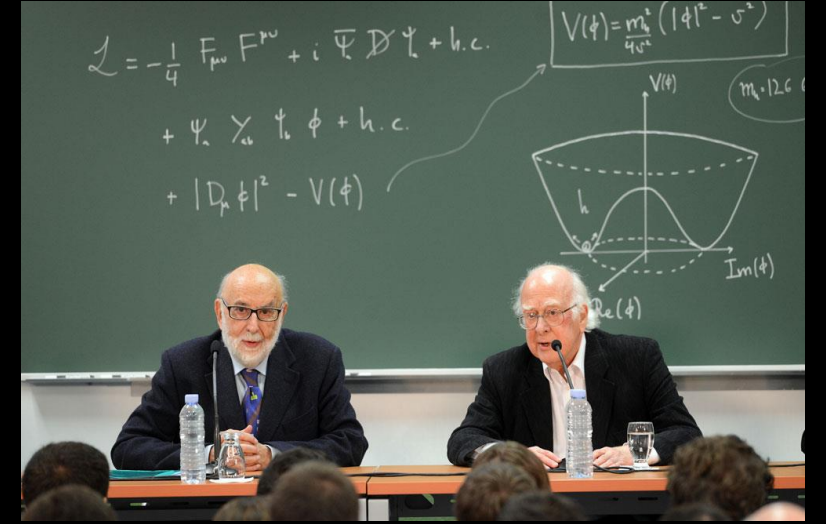


Aynı kütle aralığında, yani 120'den 130 GeV'e kadar olan aralıkta, ATLAS deneyi 5,3 olay beklerken (bu yeni parçacığı destekler şekilde) 13 olay saptadı. Sol tarafta gördüğünüz resim de işte bu 13 olaydan biridir.

SON OLARAK (ÖLMEYEN NOBEL ÖDÜLÜNÜ ALMAK)



14 Mart 2013 tarihinde, sıfır spine ve pozitif eşliğe sahip bir parçacık keşfedildi. Bu parçacık Higgs bozonunun iki ana kriterini sağlıyordu ve doğada keşfedilen ilk skaler parçacık oldu. Bunun sonucunda da 8 Ekim 2013 tarihinde François Englert ve Peter Higgs Nobel ödülüne layık görüldüler.



The Nobel Prize goes to... ☺

KAYNAKÇA

- Akgün, B., Ünel, G., Erhan, S., Sekmen S., Köse, U., Yıldız, V. (2014). Merkalısına Parçacık ve Hızlandırıcı Fiziği, 26-33.
- Çelik, İ. (2013). Fizik Nobeli Higgs Parçacığının Kuramsal Olarak Keşfine Verildi, *Bilim ve Teknik*, 552, 44-49.
- Etişken, Ö. (2015). CERN Geleceğini Planlıyor, *Bilim ve Teknik*, 572, 82-86.
- Kozçaz, C., Mete, Ö., Ünel, G. (2012). Yeni Parçacık Bulmak, *Bilim ve Teknik*, 537, 22-25.
- Yazıcı, E. (2015). Atomaltı Dünyanın Doğuşu, *Bilim ve Teknik*, 571, 80-85.
- Yazıcı, E. (2016). Standart Model, CERN ve Yeni Fizik, *Bilim ve Teknik*, 581, 22-27.