

GÜNEŞ'İN GİZEMLİ NÖTRİROLARI

Jean Louis LAVALLARD

- Kuramın öngördüğünden üç kat az nötrino yayınlayan Güneş, bilim adamlarının karşısına çözülemeyen bir problem çıkarıyor. Üstelik, fiziğin kimi temel yasalarını da yeniden tartışmaya açıyor.

Güneş, fizikçilere kötü bir şaka yapıyor; onların yasalanna uymak istemiyor. Astrofizikçiler, 1970'lerin başından beri, gitgide olgunlaşan Güneş modelleri buluyorlar. Bilinen fizik yasalarına dayanarak bu modeller, Dünyamızın da bağımlı bulunduğu yıldızın davranışını gitgide daha iyi açıklıyor; daha doğrusu, açıklıyordu. Çünkü şimdi aksayan bir şeyler olduğu görülüyor. Başlangıçta, fizikçiler çok kaygılanmamışlardı; biraz model, biraz katsayıları değiştirerek, tüm gözlemlerin öngörülerle çakıştırılabileceğini düşünüyorlardı. Boşuna çabaladılar; modelleri değiştiremediler. Şimdi, Güneş'in davranışını, fiziğin bilinen yasaları ile açıklamak imkânsız görünüyor...

Nötrino denen bir parçacık var; zaten gizemli bir parçacık olan nötrino (bir kütlesi olup olmadığı bile bilinmiyor), Güneş'ten yeterli sayıda yayınlanmıyor. Fark da küçük değil; Dünya'ya bilgisayarların hesaplandığından üç kat az nötrino geliyor.

Bu, gerçekten açıklanamayan ve temel bir konuyu ilgilendiren bir farktır; Güneş'in merkezinde bulunan ve onun parlamasını sağlayan enerjinin de kaynağı olan maddenin davranışı ile ilgilidir.

GÜNEŞ'İN YAPISI VE NÜKLEER (ÇEKİRDEKSEL) TEPKİMELERİ

Güneş, gelişiminin hemen hemen yarısına ulaşmış karmaşık yapıları bir gök cisimidir. Yaklaşık 4600 milyon yıl önce doğmuştur ve en son hesaplara göre, insanlık için güvenilir bir süre olan 5300 milyon yıl daha gelişimini sakince sürdüreceği sanılıyor. Hidrojenin tümü çekirdek tepkimelerinde (nükleer tepkimelerde) "yandıktan" sonraysa, Güneş'in hızla (astronomik ölçülerde) değişim geçireceği, genişleyerek soğuyacağı ve en sonunda kesin olarak yok olacağı sanılıyor.



GÜNEŞ, KABATASLAK OLARAK DÖRT BÖLGEYE AYRILABİLİR.

1. Çekirdek tepkimelerinin (nükleer tepkimelerin) oluştuğu çok sıcak (15,5 milyon derece) merkez.

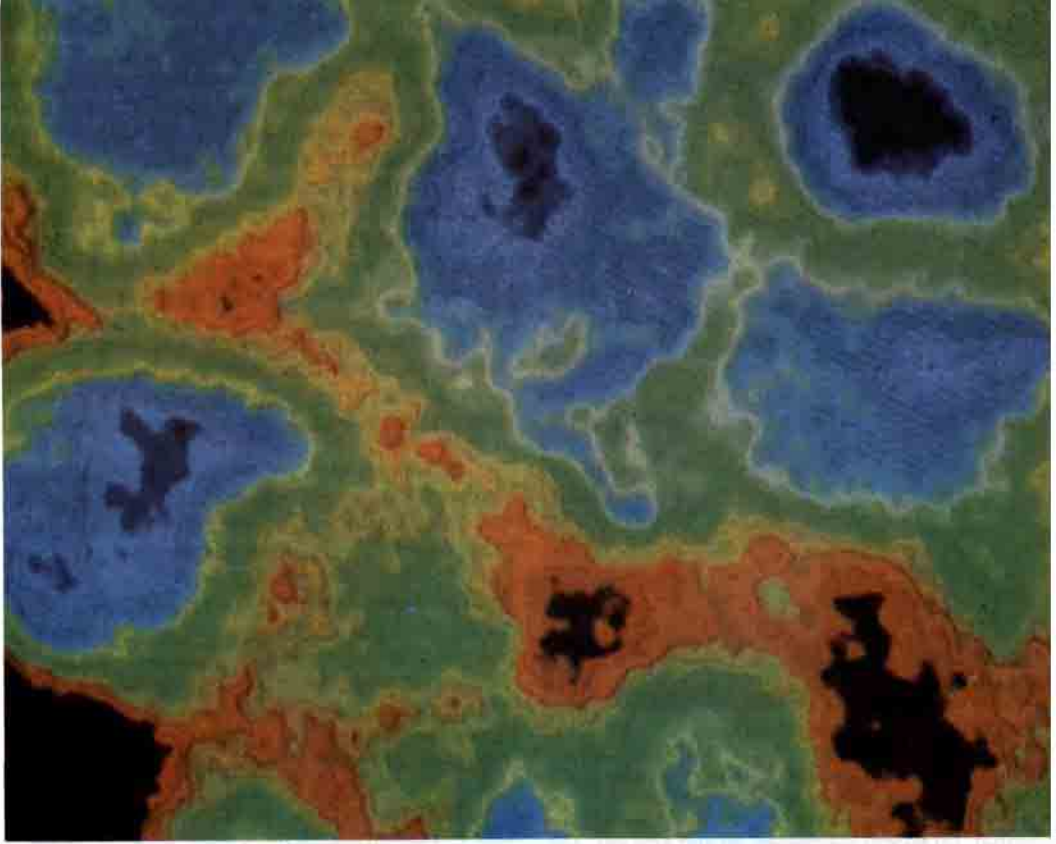
2. Merkezi çevreleyen ve yine çok sıcak olan sakin bölge. Burada, çekirdek tepkimeleri hemen hemen hiç oluşmaz. Bu bölge, merkezin yayınladığı enerjiyi soğurur ve sonra onu tümüyle yeniden yayarlar; merkez ile dışın arasında bir çeşit arabolge oluşturarak, Güneş yarıçapının 3/4'üne dek uzanır.

3. Dolaşım (convection) hareketleri ile, maddenin sürekli hareket halinde bulunduğu dalgalı bir bölge. Bu bölgenin üst kesimi Güneş'in yüzeyini oluşturur. Bizim, Dünya'dan gördüğümüz, ışıklıküre (fotoküre) denen bu bölgenin sıcaklığı 5500°C'den yüksek değildir.

4. Bu bölgelerin tümünü çevreleyen ve en üstte yer alan karmaşık bir atmosfer.

Güneş'in kimyasal bileşimi derinlikle değişir. Yaratılış sırasında, yani 4600 milyon yıl önce, Güneş homojendi: Her yerinde % 70 oranında hidrojen, % 28 helyum ve % 1-2 oranında da daha ağır elementler vardı. Ama doğuşundan beri, Güneş'in hidrojeninin bir bölümü merkezde yandı; yalnızca % 35'i kaldı. Tersine olarak, yüzeyde ise, bileşim başlangıçtaki durumunu korudu. Merkezle dolaşım dış bölge arasında yer alan sakin bölge, merkez ve dış bölgenin birbirlerine karışmalarını ve dolayısıyla onların bileşimlerinin homojenleşmesini önlemektedir.

Güneş'te harcanan enerjinin hemen hemen tümü merkez bölgenin yakınlarında üretilir. Gerçekten bu enerji, ancak çok yüksek sıcaklıkta ve yüksek basınç altında oluşabilen çekirdek tepkimeleri (nükleer tepkimeler) ile elde edilebilir; bu koşullar ise, ancak yıldızın merkezi yakınlarında geçerli olabilmektedir. Çizelge'de görülen, böyle on beş kadar tepkime vardır. Bunların sekizine hafif elementler (hidrojen, helyum, berilyum, lityum ve bor), yedisine ise daha ağır elementler (karbon, azot ve oksijen) katılır.



Güneş yüzeyinin büyütülmüş görüntüsü, tanelenmenin yapısını gösteriyor. Renkler, farklı sıcaklıklara karşılık geliyor.

Bu elementlerin tümü, çekirdek tepkimeleri ile birbirlerini yaratır ve yok ederler. Çizelge'den görüldüğüne göre, tepkimelerin tümünün aynı derecede önemli olmadığı açıktır; başlıcaları şunlardır: İki protonun kaynaşım tepkimesinden bir döteryum çekirdeği, bir pozitron (karşıt elektron) ve bir nötrino oluşması. Çıkan enerjinin yalnızca % 8'inden sorumlu olan bu tepkime, temel bir rol oynar; döteryum (ağır hidrojen) üretir; döteryum ise, bir protonla kaynaşım yaparak, Helyum 3 verir; bu tepkime toplam enerjinin % 38'ini sağlar. İki Helyum 3'ün kaynaşımından iki proton ve bir Helyum 4 oluşur; bu tepkime ise, toplam enerjinin % 43'ünü sağlar. Lityumun bir protonla kaynaşımı da, enerjinin % 8'ini verir. Bunların dışındaki tepkimelerin tümü, enerji üretimine % 2'den az bir toplam katkı yapar.

Güneş'in güncel modelleri son derece kesindir. Bu modellerdeki hesaplamalar, her noktadaki sıcaklık, yoğunluk ve çeşitli elementlerin bolluğunu, çoğu zaman % 1'den küçük bir yanılğı ile belirlerler.

Harcanan ısı miktarı, yüzey sıcaklığı, Güneş'in yaşı modellerle uyumludur. Element bollukları, sıcaklık ve yoğunluk yardımı ile, sesin yayılma hızı Güneş'in her noktası için bulunabilir. Bu değerlerden

Güneş'in titreşim frekansları da bulunarak, gözlemlerden elde edilen ince duyarlıklı sonuçlarla karşılaştırılabilir.

Kısacası her şey iyi gider. Yalnız, nötrinolarla ilgili sonuçlar üzücüdür...

Ne yazık ki, problemden kurtulmak ve önemsiz bir ayrıntı olarak saymak imkânsızdır. Çünkü nötrinolar, Güneş'in enerji yaymasını sağlayan çekirdek tepkimelerinde üretilirler. Öyleyse nötrinolarla el atmak, Güneş'in merkezine el atmak demektir.

Çekirdek tepkimelerinin tümü nötrino üretmez. Yalnızca altısı, nötrino akışına katkıda bulunur:

- Proton-proton arasındaki iki tepkime.
- Enerji katkıları önemsiz olan ve Berilyum 7 ile Bor 8'in katıldıkları iki tepkime.
- Yine enerji katkıları önemsiz olan ve ağır elementlerin (karbon, azot, oksijen) katıldıkları iki tepkime.

MODEL ARAYIŞLARI

Nötrinolar, genellikle düşük olmak üzere çeşitli enerjilerde yayınlanırlar. Yalnızca, Berilyum 7'nin ve Bor 8'in katıldığı iki tepkime büyük enerjili nötrinolar verir. Bu, önemli bir noktadır; çünkü şimdilik, fizikçiler, yalnızca büyük enerjili nötrinoları algılamayı



Gökbilimciler (Astronomlar), Güneş'i incelemek için karmaşık aygıtlar yaptılar. Pic du Midi Gözlemevi'nin Bailland Kubbesi'nde, bir güneş bataryası ile donatılmış ekvatora paralel bir tabla vardır.

biliyorlar. Şu an için, gerçekten, iki alıcı türü var. Ağır sulu alıcılar, yalnızca, Bor 8'in bozunumundan gelen yüksek enerjili nötrinoları duyabiliyorlar; klorlu alıcılar ise, % 71 oranında Bor 8'in nötrinolarını, % 18 oranında Berilyum 7'ninkileri ve çok daha küçük oranlarda da öbürlerini duyabiliyorlar.

Öyleyse, güncel nötrino hesaplarında saptanan açığın başlıca nedeni, enerji katkısı önemsiz olan Berilyum 7 → Bor 8 → Berilyum 8 tepkimesi olmalıdır.

Fizikçiler, bir süre, bu düşünceye güvendiler; çünkü söz konusu tepkime, Güneş merkezinin sıcaklığına çok duyarlı idi. Böylece, bu sıcaklığın biraz düşürüldüğü (örneğin, Güneş merkezinde geçerli olan sıcaklığın bir milyon derece daha az olduğunun varsayıldığı) bir model yapmak, yüksek enerjili nötrino üretimini önemli oranda azaltmaya yetecekti. Başka parametreler değiştirilerek de (Güneş'in yaratılışı sırasındaki helyum oranı gibi başlangıç verilerini değiştirmek, Güneş'in kendi çevresinde dönmesi gibi ek olaylar düşünmek vb.) model değiştirmek istendi. Ama bunlar boşuna çabaydı; Güneş'in klasik modeli kendini sürekli en iyi biçimde savunuyordu; değişiklikler uygun düşmüyordu.

Bu arada, Güneş'in basitleştirilmiş güncel modellerinde göz önüne alınmayan Güneş'in etkinliği modelinden de söz edelim. Güneş'in etkinliği, özellikle, onun en dış bölümleri ile ilgili olup, zaman içinde, ana periyodu 11 yıl olan (Güneş dönemi) yavaş bir değişim gösterir. Bu etkinlik değişiminin kay-

nağı, Güneş'in dış katmanındaki dolaşım hareketleri olabilir. Bu katmandaki olaylar çok karmaşıktır. Özellikle, Güneş'in çapında küçük değişimler (yine de yüz kilometreye varabilen) oluşmasına yol açarlar. Yapılan çeşitli ölçümler, Güneş'in çapı ile etkinliği arasında ters bir bağlantı (corrélation) bulunduğunu göstermiştir; çap ne kadar küçükse, etkinlik o kadar fazladır. Ancak, bu tür olaylar da saptanan nötrino açığını açıklamada yetersiz kalmıştır.

Bu arayıştan yorulan fizikçiler, temel bir olayı gözden kaçırmış olabileceğine inanmaya başlamışlardır. Bu yüzden, fiziğin temel yasalarına ilişkin çok daha cesur varsayımlar bile ortaya atmışlardır.

Bu varsayımların en çekici olanlarından biri, nötrinoların salınımı (oscillation) kuramıdır. Her zaman çok gizemli olan bu parçacıklar, üç görünümde ortaya çıkarlar. Çekirdek tepkimeleri, yalnızca, elektron-nötrinoları (kendisi ile aynı zamanda, bir elektronun da yayımlandığı nötrinolar) yayınlıyorlar. Laboratuvarlardaki alıcılar ise, yalnızca bu elektron-nötrinolarını kaydediyorlar. Öyleyse neden, bu elektron-nötrinolarının öbür iki tür nötrinolarla dönüşükleri (salındıkları) varsayımı yapılmasın? Böylece, nötrinoların sayıları üçe bölünerek, deneylerin verdiği oran tam olarak sağlanabilecektir.

Fizikçiler, nötrino "salınımları"na ortaya çıkarmak için çalışmalarını hızlandırdılar. Ama ne yazık ki, havada yapılan deneylerin sonuçları, varsayımı doğrulamadı; hiç kimse salınımları göstermeyi başaramadı. Yine de bu varsayımın yandaşları vardır ve şimdilik, kanıtlanmasız olarak, nötrinolarla Güneş'in çok yoğun maddesinin etkileşmesinde bu salınımların görülebileceğini savunmaktadırlar.



Nötrinoların algılanması çok zordur. Toprağın derinliklerine gömülü olarak yapılmış çok büyük yapılar kurmak gerekir. Fotoğrafta, Güney Dakota'da, Lead'deki Homestake altın madeninde kurulmuş bir Amerikan alıcısı görülüyor.

* Çevirmen notu : Zayıf etkileşme tepkimelerinde lepton sınıfı parçacıklara eşlik ederek yayımlanan üç tür nötrino vardır.

ÇALIŞMALARIN GELECEĞİ

Yoğun çalışmalara karşılık, olayın gizemi olduğu gibi duruyor. "Bu gizem, ne zaman çözülecek? Fizikçiler, nötrino açığını ne zaman açıklayabileceklerdir?" gibi soruların cevaplarını kimse bilmiyor. Ancak, iki ya da üç yıl içinde birtakım yenilikler bekleniyor.

Bu süre içinde, ağır su ve klorun yerine galyum ve indiyumun kullanılacağı yeni nötrino alıcıları yapılması gerekecektir. Bu alıcılar, daha düşük enerjili nötrinolara, dolayısı ile öbür çekirdek tepkimelerinden gelen nötrinolara duyarlı olabileceklerdir; bunlar arasında, özellikle protonların katıldıkları tepkimelerin, Güneş'in ısı (termik) dengesinde önemli payları vardır.

O zaman anormalliğin, yalnızca, berilyumun katıldığı tepkime ile mi ilgili olup olmadığı, yoksa tüm tepkimelerin mi etkilendiği; Güneş modelinin mi, yoksa onu yöneten fizik yasalarının mı tartışılıp sonuçlandırılması gerektiği de anlaşılacaktır.

Uzmanlaşmanın çok önem kazandığı çağımızda, Güneş'ten gelen nötrinoların sayısındaki anormallik ayrı bir anlam taşıyor; çünkü onun incelenmesi, her alandan fizikçilerin (nükleer fizikçilerin, astrofizikçilerin, ayrıca da parçacık fiziği kuramcılarının ve kozmoloji uzmanlarının) katılımını ve işbirliğini gerektiriyor. Onlara, olayların çeşitliliği altında, fiziğin tek olduğunu ve aynı bir olayın, bir hızlandırıcıda olduğu kadar, yıldızlara bakılarak da incelenebileceğini hatırlatıyor.

Sciences et Avenir'den çev.: Dr. Hanaslı GÜR

RAKAMLARLA GÜNEŞ

Yaşı : 4,6 milyar yıl

Kütlesi : 1,989 milyar x milyar x milyar ton

Yarıçapı : 696.000 km

Merkez sıcaklığı : 15,5 milyon derece

Dolaşımı bölgesinin alt kesiminin sıcaklığı : 2 milyon derece

Yüzey sıcaklığı : 5500°C



GÜNEŞ'TE OLUŞAN ON BEŞ ÇEKİRDEK TEPKİMESİ (NÜKLEER TEPKİME)

Proton + proton - döteryum + pozitron + nötrino (Enerjinin % 8'i).

Proton + proton + elektron - döteryum + nötrino. Döteryum + proton - helyum 3 + γ ışını (Enerjinin % 38'i).

Helyum 3 + helyum 3 - proton + proton + helyum 4 (Enerjinin % 42'si).

Helyum 3 + helyum 4 - berilyum 7 + γ ışını.

Berilyum 7 + elektron - lityum 7 + nötrino.

Lityum 7 + proton - helyum 4 + helyum 4 (Enerjinin % 8'i).

Berilyum 7 + proton - bor 8 + γ ışını

Bu tepkimenin hemen ardından,

Bor 8 - pozitron + nötrino + berilyum 8 ve Berilyum 8 - helyum 4 + helyum 4.

Karbon 12 + proton - azot 13 + γ ışını ve hemen ardından

Azot 13 - karbon 13 + pozitron + nötrino.

Karbon 13 + proton - azot 14 + γ ışını.

Azot 14 + proton - oksijen 15 + γ ışını ve hemen ardından

Oksijen 15 - azot 15 + pozitron + nötrino.

Azot 15 + proton - karbon 12 + helyum 4.

Azot 15 + proton - oksijen 16 + γ ışını.

Oksijen 16 + proton - flor 17 + γ ışını

ve hemen ardından

Flor 17 - oksijen 17 + pozitron + nötrino.

Oksijen 17 + proton - azot 14 + helyum 4.

YERALTı DAHA EMNİYETLİ

Los Angeles Güney California Üniversitesi'nden bir sismolojiste göre, güçlü bir deprem esnasında yeraltında bulunan bir kişi, yeryüzünde bir binanın içerisinde bulunan bir kişiye göre çok daha emniyetli bir durumdadır.

Bir jeoloji profesörü olan Ta-liang Teng, yerka- buğu hareketinin derinlikle birlikte gücünü kaybet- tiğini

söylemektedir. Ta-liang Teng, China (Çin), Tayvan, Mexico ve Los Angeles'te bir çok sismik araştırmalar yapmıştır. Teng, şöyle demektedir: "Bu bulgular, 1976'da Çin Tangshan'daki deprem esnasında yer- yüzünde binlerce insan ölürken, niçin o sırada yeraltında bulunan 10.000 madenciden yalnızca 17'sinin öldüğünü açıklamaktadır".

New Scientist'ten çev.: Can ERGİN