



Yerbilim

Reaktör Üzerinde Yaşam

Dev yeraltı detektörleri sayesinde artık uzaydan gelip Dünyamızın içinden geçip giden nötrinoları (hiç değilse birkaçını) yakalayabiliyoruz. Yeni ve daha büyük detektörler devreye girdiğinde, gezegenimizin içinde olup bitenlerin de daha net bir resmini görebileceğiz. Amerikalı bir jeofizikçinin iddiasına göreyse, bu olduğunda yerka- buğunun 6000 km derininde göreceğimiz resim, uranyum ve plütonyumu parçalayarak gezegenimizi sıcak tutan, 8 km çaplı muazzam bir doğal reaktör olacak. California'da yaşayan bir jeofizikçi olan Marvin Herndon'a göre, uranyum son derece ağır bir element olduğundan, Dünya henüz eriyik durumdayken, içindeki uranyumun çok büyük bir bölümü merkeze çökmüş olmalı. Herndon, bu uranyum miktarının, birkaç kilometre çaplı bir top halinde muazzam bir nükleer fisyon (atom parçalaması) reaktörü oluşturması gerektiği görüşünde.

Doğal reaktörler Dünyamız için yabancı olgular değil. Batı Afrika'da bugün Gabon sınırları içinde kalan bir bölgede 2 milyar yıl önce yerka- buğundaki yüksek uranyum derişimi, kontrollü bir zincirleme tepki yaratmış ve bölge uzun süreyle bir reaktör kalbinde olduğu gibi ağır çekirdekleri parçalayıp fisyon ürünleri ve ısı üretmişti.

Herndon'a göre, çoktan soğuması gereken Dünyamızın içinin hâlâ çok sıcak olmasının nedeni de, günümüzde yaygın kabul gören modeldeki gibi manto içindeki uranyum ve toryum gibi radyoaktif elementlerin bozunmasından değil, merkezdeki katı demir çekirdek içinde uranyumdan bir kalp.

Gezegenimizin merkezinde tam olarak ne bulunduğu, manyetik alanının oluşması ve dinamiklerinin açıklanması açısından da önemli. Fizikçilerin çoğu, manyetik alanın, katı demirden iç çekirdeği çevreleyen, sıvı demirden bir dış çekirdekteki hareketler nedeniyle oluştuğu görüşünde. Ancak, sıvı demirdeki hareketi yaratan konveksiyon

(ısı aktarımı) akımlarının oluşması için bir ısı kaynağı gerekiyor. Dış çekirdekdeki sıvı demir ve çeliğin kristalleşerek katı iç çekirdeğe eklenmesinin ısı oluşturduğu kesin. Ancak, çoğu bilimadamına göre bu ısı, dinamoyu döndürmek için yeterli değil. Dolayısıyla aralarından bazıları, çekirdekte bozundukça ısı üreten potasyum-40 gibi radyoaktif elementler bulunduğunu düşünüyorlar. Herndon'a göreyse doğal jeoreaktör, kuramsal zorlamalara gerek kalmaksızın dinamoyu rahatlıkla döndürebilir. İyi, ama kimin haklı olduğunu nasıl bileceğiz? Yerkabuğuyla, yerkürenin merkezi arasında 6300 kilometre kalınlığında katı ya da ergimiş kaya ve metaller var. Bu, Hollywood senaristleri için üstesinden gelinmeyecek bir sorun olmasa da, bir tünel kazıp gezegenimizin merkezine inip çekirdekte ne olup bittiğini görebilmemiz gerçekte olanaksız. Ama biz oraya gidemesek de, oradan bize gelenler var. Bunların arasında da karşınötrino diye adlandırılan, kalyaların, ağır metal katmanların içinden adeta boşlukta gider gibi geçen parçacıklar var. Karşınötrinolar, çekirdek bozunması sürecinde ortaya çıkıyorlar. Dolayısıyla, eğer varsa Herndon'un jeoreaktöründeki fisyon (parçalanma) atıkları, güçlü bir kaynak olmalı.

Son yıllarda fizikçiler, karşınötrinoları sap-tayacak büyük detektörler yaptılar. Bunlar basitçe yeraltı mahzenlerinde çeperleri ışık algılayıcılarıyla donatılmış ve su ya da başka bir sıvıyla doldurulmuş dev tanklar. Bir karşınötrino, su içindeki bir protona çarparak bir pozitron ve bir nötron oluşturabilir. (Elektronun antimadde karşılığı olan) pozitron sıvı içindeki molekülleri iyonize ederek bir ısımaya yol açar. Nötronsa, ancak çok kısa bir süre yol aldıktan sonra başka bir atom tarafından soğurulur ve atomun bozunmasına yol açar. Bu bozunma da yine bir ısımaya neden olur. Neredeyse aynı anda meydana gelen bu iki ısıma, karşınötrininonun imzası kabul edilir.

Japonya'nın Kamioka kentindeki KamLAND detektörü, 2003 yılında enerji düzeyleri, gezegen içinde bir yerden salındıkları izlenimi veren 9 karşınötrino gözlediğini bildirdi. Ancak KamLAND bunların nereden geldiğini belirleyebilecek bir donanım-

da değil.

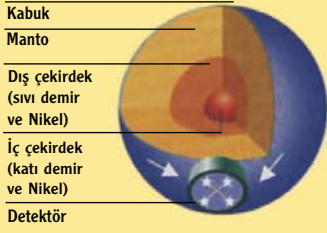
Sıvı içinde karşınötrininonun çarpması sonucu ortaya çıkan nötron, kısa bir süre için kendine çarpan karşınötrinoyla aynı doğrultuda yol alır. Dolayısıyla pozitron ve nötron flaşlarını belirleyip onları bir çizgi ile birleştirirseniz, çizginin uzantısı sizi karşınötrininonun kaynağına ulaştırır. Ne yazık ki, günümüz detektörlerinde bunu yapabilmek olanaksız. Çünkü nötronlar, başka bir atom tarafından soğurulmadan önce orijinal rotalarından sapıyorlar ve dolayısıyla flaşları birleştiren doğru, çoğu kez karşı nötrininonun geldiği doğrultuyla örtüşmüyor.

Bu soruna Illinois Üniversitesi'nden Brian Fields'in bulduğu ve Kanada'daki Sudbury Nötrino Gözlemi'nde denemek istediği çözüm, detektördeki suya gadolinyum triklorid eklemek. Gadolinyum, nötronları hızla soğuran bir element. Dolayısıyla gadolinyum atomunca soğurulmadan önce nötron, orijinal rotasından fazla uzaklaşma şansı bulamayacak ve böylece kaynağın yeri belirlenebilecek. Eğer Sudbury'deki deney olumlu sonuç verirse, daha büyük gadolinyum detektörleri kurularak Dünya'nın çekirdeğinin çok net olmasa da bir resmi çıkartılabilecek. Fields, özellikle uranyum ve potasyum-40 gibi izotoplardan gelecek karşınötrinoların varlığını ve sayılarını merak ediyor. Eğer, bu izotoplar çekirdek içinde yeterince varsa, o zaman manyetik alanımızı oluşturan dinamo için gereken ısı oluşturulabiliyor demektir. Ama gadolinyum detektörünün yalnızca bu iki izotoptan çıkan karşınötrinoları araması gerekmiyor. Fields, çekirdekten gelen farklı karşınötrinoların farklı enerji dağılımlarının incelenmesiyle de jeoreaktör iddiasının sınanabileceği görüşünde.

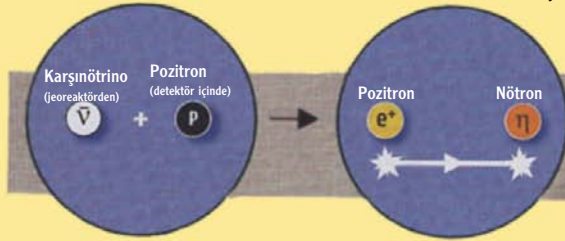
Hollanda'daki Groningen Üniversitesi'nden Rob de Meijer'in egzotik bir çözüm önerisiyse, çekirdek bölgesinin daha net bir resmini vaadediyor. Araştırmacı, yerkabuğunda 30 cm çapında ve 6 km uzunluğunda bir delik açılmasını, deliğin ucuna da tıpkı ters dönmüş bir şemsiyenin telleri gibi, farklı yönlerde, daha derine eğimli bir shaftlar dizgesi yerleştirilmesini öneriyor. Bu shaftlara yerleştirilecek ince-uzun, sıvı dolu detektörler, farklı yönlerden gelen karşı-

JEOREAKTÖR YOKSA

Detektör, manto ve kabukta doğal olarak bulunan elementlerin radyoaktif bozunmadan kaynaklanan karşınötrınoların oldukça eğik açılarla ve farklı yönlerden geldiklerini görecektir.



Detektörde her karşınötrino bir protonla etkileşerek, her biri bir ışık yayımlayan bir pozitron ve bir nötron çıkmasına yolaçar. İki parlamayı birleştiren bir hayali çizginin uzantısı karşınötrinonun geldiği yönü gösterir.



JEOREAKTÖR VARSA

Kabuk (bazalt ve granit)

Manto (radyoaktif elementler de içeren kayalar)

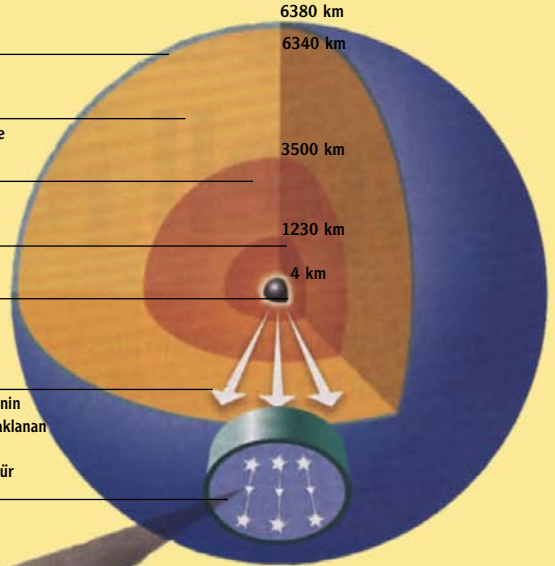
Dış çekirdek (sıvı demir ve Nikel)

İç çekirdek (katı demir ve Nikel)

Dev reaktör (uranyum, plütonyum ve radyoaktif atık ürünleri)

Detektör reaktörün atık ürünlerinin radyoaktif bozunmasından kaynaklanan çok sayıda karşınötrinonun bir noktadan yayılarak geldiğini görür

Gadolinium karıştırılmış suyla dolu tank



Yeni kuşak karşınötrino detektörleri gezegenimizin kalbinde dev bir nükleer reaktör bulunup bulunmadığını belirleyebilirler.

DÜNYA'NIN MERKEZİNDEKİ JEOREAKTÖR

nötrinoları belirleyerek daha yüksek çözünürlükte bir resim oluşturacaklar. De Meijer, "karşınötrino anteni"nin maliyetinin 50-60 milyon euroyu geçmeyeceği görüşünde. Kazı yerini belirlemiş bile: İnsan yapısı reaktörlerden görece uzakta bulunan ve kayalarındaki doğal radyasyon düzeyi düşük olan, Karayipler'deki Curacao adası. Jeoreaktörün varlığı ya da yokluğu konusundaki son karar için bu makinelerden birinin ya da ötekinin kurulması gerekiyor. Ancak, Herndon elinde iddiasını destekleyecek bir başka kanıtı sahip olduğunu söylüyor: Kayalardaki gaz derişimleri. Bu konudaki ilk işaret Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı'ndan Daniel Hollenbach'ın yaptığı bilgisayar simülasyonlarında ortaya çıktı. Hollenbach'ın iddiası, bir jeoreaktörün, tıpkı insan yapısı hızlı üretken reaktörler gibi kendi yakıtını üretebileceği. Bir hızlı üretken reaktörde plütonyum, uranyum-238 ve öteki uranyum izotopları karıştırılarak reaktöre konuyor ve tepkimeler sonucu başta bulunduğu daha fazla parçalanabilir plütonyum ortaya çıkıyor. Eğer jeoreaktör de gerçekten bir hızlı üretkense, bu durumda 3 terawatt (trilyon watt) güç çıkışıyla 5 milyar yıl süreyle tepkimelerini sürdürebilir. Bu da, kuşkucuların itirazlarının aksine Herndon'un jeoreaktörünün Dünya'nın ilk oluştuğu 4,6 milyar yıldan bu yana faaliyette olabileceğini gösteriyor. Hollenbach'ın simülasyonlarından jeoreaktör için ek bir destek de geliyor. Bu, helyumun kararlı izotoplarından

helyum-4 ile, görece daha ender olan helyum-3 arasındaki oran. Simülasyonlar, jeoreaktörün bu iki izotopu belli bir oran içinde ürettiğini gösteriyor. Yeryüzündeki taze volkanik kayalardaki oran da, simülasyon sonuçlarıyla örtüşme halinde. Ancak öteki yerbilimciler bu oranların dünyanın merkezinde dev bir reaktördeki bozunma ürünleri olduğu yolundaki yoruma katılmıyorlar. Klasik modelin savunucularına göre yüzeydeki kayalarda bulunan helyum 3, Dünya'nın oluşum zamanından kalma. Helyum 4 izotopuysa, manto içindeki uranyum ve toryumun radyoaktif bozunmasının ürünü. Herndon helyumun tanıklığından kolay vazgeçmeyeceği benzemiyor. Sıradışı jeofizikçi, Hawaii ve İzlanda'daki yeni volkanik kayalardaki helyum-3 oranının, eski kayadakilere göre daha yüksek olduğuna dikkat çekiyor. Simülasyon sonuçları da, jeoreaktörün yaşlandıkça daha çok helyum-3 ürettiğini gösteriyor. Herndon, Dünya'nın merkezindeki bir jeoreaktörün başka bazı soruları da yanıtladığını vurguluyor. Örneğin, kendisine göre jeoreaktörün ürettiği güç düzeyindeki oynamalar, neden Dünya'nın manyetik alanının her birkaç yüz bin yılda bir ortadan kalkıp kutuplarının tersinmesine yol açtığını da açıklıyor. Gezegenimizin geçmişindeki felaketli tektonik olayların sorumlusu da tabii ki jeoreaktör! Herndon işi Dünya'da da bitirmiyor. Ona göre merkezlerindeki reaktörler Jüpiter,

Satürn ve Neptün'ün de ısılarını üretiyor. Hatta Herndon yıldızlara da el atıyor. İddiası, yıldızların bebeklik zamanlarında merkezde oluşan bir jeoreaktör nükleer tepkimelerin başlamasında katalizör rol oynuyor olabileceği. Doğal olarak iddialar radikalleştikçe, eleştirilerin dozu da artıyor ve Herndon'un jeoreaktör tezi kredi yitiriyor. California Teknoloji Enstitüsü'nden gezegen yapıları uzmanı David Stevenson, sıradışı düşüncelere açık olduğunu söylüyor. Bu söylediğinde de inandırıcı. Çünkü kendisinin de aşağı kalır önerileri yok değil. Örneğin, erimiş demirden yararlanarak mantoyu delip Dünya'nın merkezine gidecek bir sonda düşüncesinin fikir babası kendisi. Stevenson, Jeoreaktör fikrine neden karşı olduğunu şöyle açıklıyor: "Eğer büyük bir bilmeceyle karşı karşıyaysanız, bilim adamları çılgınca çözümleri kabul etmeye daha yatkın olurlar". "Ama helyum-3 ya da manyetik alanla herhangi bir sorunumuz yok ki. Bunlar üzerinde yeniden düşünülecek bir şey yok, dolayısıyla sıradışı bir açıklamaya da gerek yok." Yine de kimse Herndon'un iddialı düşüncesinin tümüyle olanaksız olduğunu söyleyecek kadar ileri gidemiyor. Sonuçta fizikçiler önümüzdeki yıllarda Dünya'nın iç çekirdeğini ayrıntılarıyla görebilirler. Ve ola ki, bir de bakarlarsa orada Herndon'un jeoreaktörü, ikinci bir Güneş gibi parlıyor!...