

BİLİMİN (ŞİMDİLİK) BİLEMEDİKLERİ

İnsanlık milyonlarca yıllık bir süreç içinde uçsuz bucaksız bir bilgi havuzu oluşturdu. Bilim, özellikle geçtiğimiz yüzyıl içinde büyük sıçramalar göstererek bugünkü görkemli uygarlığımızın temelini oluşturdu. Ama yine de bilim, içimizi kemiren bazı önemli sorulara henüz yanıt verebilmiş değil. Ünlü *Science* dergisi tarafından bu sorularla ilgili olarak hazırlanan geniş bir paketi, okurlarımız için çevirdik.

EVREN NEDEN YAPILI?

Kozmologlar ikide bir, itile kakıla, bağırtıla çağırtila hiç beklemedikleri kadar şaşırı bir evrene sürüklenirler. 1500'ler ve 1600'lerde Kopernik, Kepler ve Newton, Dünya'nın pek çok yıldızın çevresinde dolanan pek çok gezegenden yalnızca biri olduğunu göstererek Ortaçağ'ın o rahatlatıcı "kapalı ve küçük bir kozmos" doğmasını yerle bir ettiler. 1920'lerde Edwin Hubble, evrenimizin sürekli olarak genişlediğini ve değiştiğini gösterdi. Bu önemli bulgu da, giderek evrenin değişmediği ve sonsuza dek varolacağı yolundaki düşüncenin yıkılmasına yol açtı. Ve son 20-30 yıl içinde de kozmologlar, yıldızları, gökadalaları ve insanları meydana getiren sıradan maddenin, evrenin tüm içeriğinin ancak %5'i olduğunu belirlediler. Bu yeni kozmos anlayışını sindirmeye çalışan kozmologlar, en temel soruya yanıt bulmak zorundalar: Evren neden yapılı?

Bu soru, yıllar geçtikçe daha garip bulgular ortaya koyan gözlemlerden kaynaklanıyor. 1960'larda gökbilimciler, şunu fark ettiler. Gökadalar öylesine hızlı dönüyorlardı ki, içlerindeki yıldızların toplam kütleçekiminin bunların dağılıp uzaya saçılmasını engellemede yetersiz kalmaları gerekiyordu. O halde yıldızların mer-

kezden kaçıp uzaklaşmalarını önleyen bir şey olmalıydı: Ek bir kütleçekimi yaratan, ama görünemeyen madde. Yani "karanlık madde".

Bilimciler, uzaydaki bu karanlık maddenin bir kısmını evrende buldular. X-ışını teleskoplarıyla, ortalıkta hayalet gibi dolaşan gaz bulutları belirlediler, önlere görünmez cisimler geçtikçe ışıklarının şiddeti değişen uzak yıldızları gözlemlediler ve gökadalardaki görünmez kütlelin uzay-zamanda yol açtığı çarpılmayı ölçtüler. Ve Büyük Patlama'dan



sonra oluşmuş ilk dev gaz bulutlarındaki elementlerin miktarlarının gözlenmesi sayesinde de sıradan maddenin yalnızca %10'unun teleskoplarca görülebildiği sonucuna vardılar.

Ancak, görülebilen sıradan maddenin tümünü 10'la çarpsak bile bu evrenin yapılış biçimini açıklamaya yetmez. Gökbilimciler güçlü teleskoplarla gökleri incelediklerinde topaklı bir kozmos görürler. Gökadalar evrene düzgün biçimde dağılmış değil. Muazzam boşlukları çerçeveleyen ince iplik ve lifler halinde toplanmışlar. Tıpkı gökadalaların olması gereken hızda dönmesine yetecek görünür madde olmaması gibi, tüm sıradan madde de bu topaklı yapıyı açıklamaya yetecek miktarda olmaktan uzak. Kozmologların vardığı sonuç, bu dev kozmik yapıları henüz keşfedilmemiş bir tür parçacıktan oluşan değişik bir tür karanlık maddenin inşa ettiği. Araştırmacılar bu egzotik karanlık maddenin, evrenin tüm içeriğinin %25'ini oluşturduğunu hesaplıyorlar. Yani, sıradan maddenin beş katı!.

Ama bu gizemli varlık da daha da gizemli bir başka şeyin yanında önemsiz kalıyor: Karanlık enerji. 1990'lı yılların sonlarında uzaklardaki süpernovaları inceleyen bilimciler ev-

Daha Bilinecek Öyle Şey Var ki...

Kozmosun özelliklerinden toplumların özelliklerine kadar uzanan şu 100 soru, hemen hemen bilimin tüm alanlarını kapsıyor.

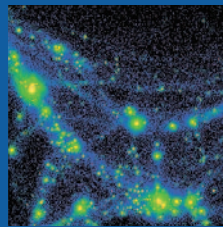
Bazıları, yukarıda incelenen soruların parçaları.

Bazılarıysa kendi başlarına önemli sorular.

Bu sorulardan bazıları önümüzdeki yüz yıl süreyle bilimsel araştırmaların hedefi olmaya devam edecek.

Başkalarının yanıtıysa kısa sürede gelebilir.

Birçoğunun yanıtı da yeni sorular ortaya çıkaracak.



Tek evren bizimki mi?

Bir grup kuantum kuramcısı ve evrenbilimci (kozmozolog), evrenimizin aslında daha büyük bir evrenler köpüğünün bir parçası olup olmadığını anlamaya çalışıyor. Başkalarıysa bu sınımanması güç sorunun felsefecilerin alanına girdiği düşüncesindedir.

Kozmik şişmenin motoru ne?

Büyük Patlama'yı izleyen ilk anlarda evren inanılmaz bir hızla genişledi. Ama bu genişlemeyi yaptıran ne? Kozmik mikrodalga fon ışınımının duyarlı ölçümleri ve öteki astrofizik gözlemler, olasılıkların sınırını daraltıyor.

renin, fizik yasalarının gerektirdiği gibi yavaşlamak yerine gitgide artan bir hızla genişlediğini keşfettiler. Yoksa evreni bir balon gibi şişiren bir tür "ters kütleçekim" kuvveti mi var?

Tüm işaretler, yanıtın "evet" olması gerektiğini gösteriyor. Kozmik fon ışınımı, element miktarları, gökada kümelenmeleri, kütleçekimsel mercekleme, gaz bulutlarının özellikleri gibi çok değişik olgular üzerinde yapılan bağımsız ölçümlerin hepsi, tutarlı ama garip bir kozmos resmi üzerinde birleşiyor. Sıradan maddeyle, bilinmeyen egzotik parçacıklar evrenin içeriğinin yalnızca %30'unu oluşturuyor. Geri kalansa, karanlık enerji diye adlandırılan bu gizemli ters kütleçekim kuvveti.

Tüm bunların anlamı, evrenin neden yapıldığını anlamak için giderek zorlaşan üç soru setinin cevaplarını vermek zorunda olmamız: Sıradan madde neden yapıldır ve nerede bulunur? Uzayda ışığın büyük kütleli cisimlerle bükülmesini ölçen astrofizik gözlemler bunun yanıtını vermeye başladı bile. Peki, bu egzotik karanlık madde denen şey ne? Bilimcilerin bu konuda bazı düşünceleri var ve şans da yardım ederse yerin derinlerine gömülü bir karanlık madde kapını ya da yüksek güçlü bir atom çarpıştırıcı (parçacık hızlandırıcısı) önümüzdeki 10 yıl içinde yeni bir tür parçacığı bulmuş olacak. Ve nihayet, karanlık enerji nedir? Daha on yıl öncesine kadar akıllara bile

gelmemiş olan bu sorunun yanıtı, gözlenebilen tüm öteki olguların da ötesinde bildiğimiz fiziğin erimini aşır. Süpernovalarla kozmik fon ışınımının giderek daha duyarlı ölçümleriyle, kütleçekimsel merceklemenin ölçümü için planlanan deneyler, karanlık enerjinin "durum denklemi", yani kabaca "kıvamı" konusunda bilgi sağlayacak. Şimdilik karanlık enerjinin niteliği, herhalde fizikteki en karanlık konusu. Ama yanıtlandığında en çok aydınlatılanı olacak.

Charles Seife, "What Is the Universe Made Of?", Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Raşit Gürdilek

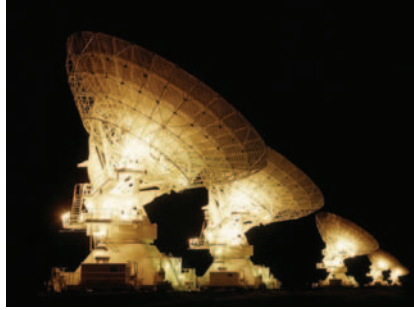
EVRENDE YALNIZ MIYIZ?

Tüm bu uzayda yalnız olmak mı? Pek olası değil. Şu sayılara bakın: Gökadamızda yüz milyar yıldız, görünen evrende yüz milyarlarca gökada ve Güneş Sistemi'nin yakınlarında halihazırda 150 gezegen keşfedilmiş durumda. Bu, bizim gibi bir teknolojiye sahip, milyarlarca yıllık evrim sürecinden geçmiş bir yaşamın oluşabileceği çok sayıda ılık, kirli ve küçük havuzun varlığı anlamına geliyor. Aslında en önemli soru, bizim bir gün bu yaşam biçimlerine ulaşip onlara "dokunabileceğimiz" teknolojiye sahip olup olamayacağımız. Şansımız yaver giderse bu, gelecek 25 yıl içinde gerçekleşebilir.

Dünya-dışı Zeki Yaşam Araştırmaları (SETI) çalışanları, uzaklardaki benzer mantıklı çalışan meslektaşlarını bulabilmek için yaptıkları 'modern avın' ilk 45 yılında, şanstın daha fazlasına gerek duymuş olmalıdır. Radyogökbilimci Frank Drake'nin Ozma Projesi, bu arayıştan yılmış olanlar için büyük bir umut oldu. 1960 yılında Drake, West Virginia'da Green Bank'taki 26 metre çaplı radyo teleskopunu her birine birkaç günlüğüne olmak üzere, iki yıldızla çevirdi. O zamanın vakum tüpü teknolojisiyle, mikrodalga tayfın 0,4 megahertz'lik bölümünü tek kanalda bir kerede tarayabiliyordu.

Yaklaşık 45 yıl sonra, California'daki Mountaint View'de bulunan SETI Enstitüsü'nde, 10 yıllık Phoenix Projesi tamamlandı. Phoenix araştırmacıları bu proje sırasında, Puerto Rico'daki 350 metre çaplı teleskopu kullanarak 1800 megahertz güçte, aynı anda 28 milyon kanalda 710 yıldız sistemini aradılar. Yakındaki Dünya-dışı Gelişmiş Zeki Toplumlardan Kaynaklanan Rad-

yo Yayımları Arama (SERENDIP) projesi kapsamındaysa, gözleme yönelik çalışan öteki gökbilimcilerin, Arecibo da dahil olmak üzere kullandıkları antenlerin alıcılarından da yararlanarak Samanyolu'ndaki milyarlarca radyo kaynağı tarandı. Başka gruplarsa, uzaylıların göndermiş olabileceği nanosaniye süreli parlamaları aramak için daha küçük optik teleskoplarını gökyüzüne çeviriyorlar.



Henüz herhangi bir şey duyulmadı. Ancak şimdilik, örneğin Phoenix, yaklaşık 100 milyar yıldız arasında, yakında yer alan bir ya da iki Güneş benzeri yıldız tarayabildi. Böylesine seyrek bir örneklemenin işe yaraması için, yayın yapan uygarlıkların çok sayıda olması ya da araştırmacıların çok şanslı olması gerekir.

Gökada büyüklüğündeki bir samanlıktaki bir iğne bulmak için, SETI araştırmacıları, durmadan artan bilgi işleme gücüne dayanıyorlar. Kuzey California'daki SETI Enstitüsü, 6 metrelik antenlerden oluşan bir dizi yapımına henüz baş-

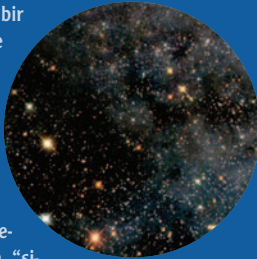
ladı. Giderek ucuzlayan bilgisayar gücü, sonunda bu tür 350 teleskopu sanal teleskoplara çevirecek ve biliminsanlarına aynı anda çok sayıda hedefi arama olanağı verecek. Eğer bilgi işleme gücünün 18 ayda bir ikiye katlandığını öne süren Moore Yasası gelecek 15 yıl için de geçerliliğini sürdürürse, SETI çalışanları bu anten dizisini aynı anda birkaç bin değil, milyonlarca, hatta belki on milyonlarca yıldızda yabancı sinyalleri aramak için kullanmayı planlıyorlar. Eğer gökadamızda 10.000 gelişmiş uygarlık varsa, bu süre içinde mutlaka birine rastlanacak.

Gelecek on yıllarda, teknolojinin sağlayacakları daha fazla olacak. Ne var ki, SETI bunun yanında paraya da gereksinim duyacak. Bu, başarılı olamama olasılığı yüksek görülen böyle bir proje için kolay bir şey değil. Ülkenin parasını "küçük yeşil adamları" aramak için harcamaya düşüncesi, Amerikan Kongresinde dile getirildikten sonra kongre, 1993 yılında NASA'dan SETI çalışmalarına verdiği desteği kesmesini istedi. Evrim ağacının bir başka bibransını aramak, NASA'nın vizyonunun dışında kalıyor. On yılı aşkın bir süredir, SETI yalnız özel sermayeye yürüdü. Ancak, SETI Enstitüsü'nün planladığı 35 milyon dolarlık dizisi, on milyonlarca yıldız SETI çalışanlarına ulaştıracak Kilometre Kare Dizisi'nin yalnızca bir prototipi. Bu nedenle, önde gelen radyo gökbilimcilerin işbaşında olması gerekiyor. Yoksa, uzun süre daha evrende kendimizi yalnız hissedeceğiz.

Kerr, R. A. "Are We Alone In the Universe?" Science, 1 Temmuz 2005
Çeviri: Alp Akoğlu

İlk yıldız ve gökadalar ne zaman ve nasıl oluştu?

Bu konuda genel bir tabloya sahipsek de ince ayrıntıları göremiyoruz. Uydu ve yer teleskoplarından alacağımız veriler, başka ayrıntıların yanında, ilk yıldız neslinin evreni kaplayan hidrojen "sisi"ni ne zaman yaktığını, yanısıra bilmediğimiz başka ayrıntıları aydınlatabilir.



Ultra yüksek enerjili kozmik ışınlar nereden geliyor?

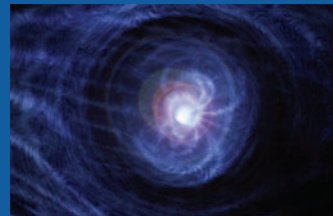
Kozmik ışınlar, belirli bir enerji düzeyinin üzerinde olduklarında fazla uzağa gidemeden yok oluyorlar. Öyleyse nasıl oluyor da kozmik ışın avcıları, kaynağı belli olmayan bu tür ışınları gökadamızda saptayabiliyorlar?

Kuasarlara güç veren şey ne?

Evrendeki en güçlü enerji fışkıyeleri, güçlerini olasılıkla dev kütleli karadeliklerin içine dalan maddeden alıyorlar. Ancak bu fışkıyelerin sürekliliğini sağlayan şeyin ne olduğu konusunda, biliminsanlarıyla sokaktaki adam arasında pek fark yok!

Karadeliklerin Doğası Ne?

Belki de relativistik bir kütle, kendini kuantum-boyutlu bir cismin içine tıkmaya kalktı. İşte size bir felaket tarifi. Ama biliminsanları, hâlâ tarifin 'kullanılacak malzemeler' içeriğini bulmaya çalışıyorlar.



NEDEN İNSANLARIN GENLERİ BU KADAR AZ?

Önde gelen biyologlar, 1990'ların sonlarında insan genomunun dizilimini ortaya çıkarmak için harekete geçtiklerinde, DNA'mızı oluşturan 3 milyon baz çiftinin içerdiği gen sayısını üzerinde bahse tutuştular. Çok azı gerçek sayıyı kestirebildi. On yıl öncesine kadar, geleneksel görüş, vücudumuzdaki işlevleri yerine getiren çok sayıda hücrel işlemin gerçekleşmesi için yaklaşık 100.000 gene gereksinimi olduğunu yönündeydi. Ancak projenin sonunda, genlerimizin sayısının yalnızca 25.000 civarında, yani çok küçük bir çiçekli bitki olan suteresinin (*Arabidopsis*) gen sayısı ile aynı, bir solucanınkindense (*Caenorhabditis elegans*) biraz daha fazla olduğu ortaya çıktı.

Bu büyük sürpriz, genetikçiler arasında yaygınlaşmakta olan bir gerçeği güçlendirdi: Bizim genomumuz ve diğer memelilerin genomları, sanıldığından daha esnek ve karmaşıktı. Böylece, eski "bir gen / bir protein" tezi çürütülmüş oldu. Artık birçok genin birden fazla proteini yapabildiği biliniyor. Düzenleyici proteinler, RNA, DNA'nın şifre içermeyen parçaları, hatta genomun kendisindeki kimyasal ve yapısal değişimler bile genin nasıl, nerede ve ne zaman 'ifade' edileceğini belirleyebiliyorlar. Bütün bu öğelerin, genin ifade edilmesinde nasıl bir arada uyumlu çalıştıklarını ortaya çıkarmak, biyologların önünde aşılması gereken engellerden biri.

Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, insan genomunun bu kadar az genle bu kadar karmaşık bir yapı oluşturabilmesinin ardında yatan nedenlerden birinin, mRNA üretimi sırasında kullanılan seçenekli kesme (alternative splicing), adlı bir mekanizma olduğu anlaşıldı. İnsan genleri hem protein yapımı için gerekli şifreleri taşıyan DNA (ekson) parçaları, hem de hiçbir şifre içermeyen DNA (intron) parçaları içeriyor. Ki-

mi genlerde eksonların farklı bileşimleri, farklı zamanlarda etkin oluyor ve her bileşim farklı bir proteinin üretimiyle sonuçlanıyor.

Uzun bir süre boyunca, seçenekli kesme sürecinin, DNA yazılımı (transkripsiyon) sırasında ender oluşan küçük bir atlamadan kaynaklandığı düşünülüyordu. Ancak araştırmacılar, bu durumun genlerimizin yarısında –kimilerine göre neredeyse tamamında– görülebildiğini ortaya çıkardılar. Bu bulgu, bu kadar az genle yüzbinlerce farklı proteinin üretiminin nasıl mümkün olduğunu açıklamaya yönünde atılmış önemli bir adım oldu. Ancak, DNA yazılım sisteminin, belirli bir zamanda, genin hangi parçasını okuyacağına nasıl karar verdiği, hâlâ gizemini koruyan bir soru.

Aynı şey, belirli zamanlarda ve yerlerde, hangi genlerin ya da gen takımlarının etkin hale geleceğini ya da etkinliğini durduracağını belirleyen mekanizmalar için de geçerli. Son araştırmalar, her genin, işlevini gerçekleştirebilmek için yüzlerce destek birime gereksinimi olduğunu gösteriyor. Bunlardan bazıları, kimyasal süreçlerle (örneğin DNA'ya asetil ya da metil grupları ekleyerek) geni etkin hale getiren ya da genin etkinliğini durduran proteinler. "Transkripsiyon faktörleri" adlı proteinlerse, genlerle daha doğrudan etkileşimde bulunuyorlar ve denetimleri altındaki gene yakın yerde bulunan bağlanma bölgelerini tutunuyorlar. Seçenekli kesmede olduğu gibi, bağlanma bölgelerinin farklı kombinasyonlarının etkin hale getirilmesi de, genin ifade edilme sürecini en iyi biçimde kontrol altında tutmayı sağlıyor; ancak araştırmacılar tüm bu düzenleyici öğelerin gerçekte nasıl işlediğini ve seçenekli kesmeyle nasıl bir arada yer alabildiklerini henüz tam olarak anlayabilmiş değiller.

Son on yıl içinde, gen ifadesinin düzenlenmesinde kromatin proteinlerinin ve RNA'nın ne kadar önemli roller oynadıklarını da anlaşıldı. Kromatin proteinleri, temelde kromozomları düzgün sarmallar halinde tutarak DNA'yı bir anlamda paketlemiş oluyorlar. Kromatin, hafifçe biçim değiştirerek, farklı genleri DNA yazılımı sistemine sokabiliyor.

Genlerde RNA'nın yönlendiriciliği de önemli. Şu anda, geni kontrol eden diğer öğelerle birlikte, çoğu 30'dan az baz çifti içeren küçük RNA molekülleri de büyüteç altında. Daha önceleri ilgilerini mRNA ve diğer büyük RNA molekülleri üzerinde yoğunlaştıran birçok araştırmacı, geçtiğimiz beş yıl içinde, bunların "mikroRNA" ve "küçük çekirdek RNA'sı" gibi daha küçük akrabalarına yönelmiş bulunuyor. Ortaya çıkan oldukça ilginç sonuçlara göreyse, karışımıza çeşitli biçimlerde çıkan bu RNA molekülleri, 'kapanma' özelliğine sahip; açıldıklarındaysa gen ifadesini etkileyebiliyorlar. Bunlar, aynı zamanda, organizmaların gelişimindeki hücre farklılaşmasında da önemli bir rol oynuyorlar; ancak işleme biçimleri tam olarak anlaşılmış değil.

Araştırmacılar, genlere ilişkin çeşitli mekanizmaları tam olarak belirleyip tanımlama yolunda büyük adımlar attılar. Genetikçiler, evrim ağacının farklı dallarında yer alan organizmaların gen haritalarını çıkararak düzenleyici bölgelerin yerini belirliyor ve seçenekli kesme gibi mekanizmaların nasıl evrildiğini kavramaya çalışıyorlar. Bu araştırmaların, söz konusu bölgelerin nasıl çalıştığını aydınlatacağı umuluyor. Fareler üzerinde yapılan –düzenleyici bölgelerin çıkarılması ya da eklenmesi, RNA üzerinde oynanmalar yapılması gibi– deneyler ve bilgisayar modelleri de bu çalışmalar için yararlı olacak. Ancak tüm bu gelişmelere karşın, temel soru uzun süre çözülmeden kalacak gibi görünüyor: Tüm bu parçalar nasıl bir araya geliyor da bizi bütün bir organizma haline getiriyor?

Pennisi E. "Why Do Humans Have So Few Genes" Science, Temmuz 2005
Çeviri: Tuğba Can

Madde, neden karışımaddeden daha fazla?

Parçacık fizikçilerine göre, madde ve karşımadde neredeyse aynı şeyler. (Karşımadde, maddenin, onunla aynı kütleyi ve aynı özellikleri, ama ters elektrik yükü taşıyan karşılığına verilen isim.) Maddenin çok yaygın, karşımaddenin de ender oluşunu açıklamaya, olasılıkla ince ayrıntılarda yatıyor.



Proton bozunur mu?

Her şeyin Kuramı'na göre kuarklar (ki protonları oluştururlar) bir şekilde leptonlara (örneğin elektronlara) dönüşebilirler; bu nedenle bozunma halindeki bir protonu yakalamak, parçacık fiziğinde yeni yasalar ortaya koyabilir.

Kütleçekiminin doğası nedir?

Kütleçekimi, kuantum kuramıyla uyumuyor; "standart model"e oturmuyor. Kütleçekimini mümkün kılan par-



çacık şu ana kadar bulunabilmiş değil. Newton'un elması, karmaşık bir sorunun kaynağı olarak yerini koruyor.

Neden zaman diğer boyutlardan farklı?

Zamanın, öteki üç uzamsal boyut gibi bir boyut olduğu ve zamanla uzay arasında oldukça sıkı bir ilişki bulunduğunu anlamak, biliminsanlarının bin yıllarını aldı. Görelilik kuramıyla ilgili denklemler anlamlı olsa da, neden "şimdi"ye ilişkin bir algımız olduğu ya da neden zamanın bu şekilde akıp gittiği sorularını açıklamada yetersiz kalıyorlar.