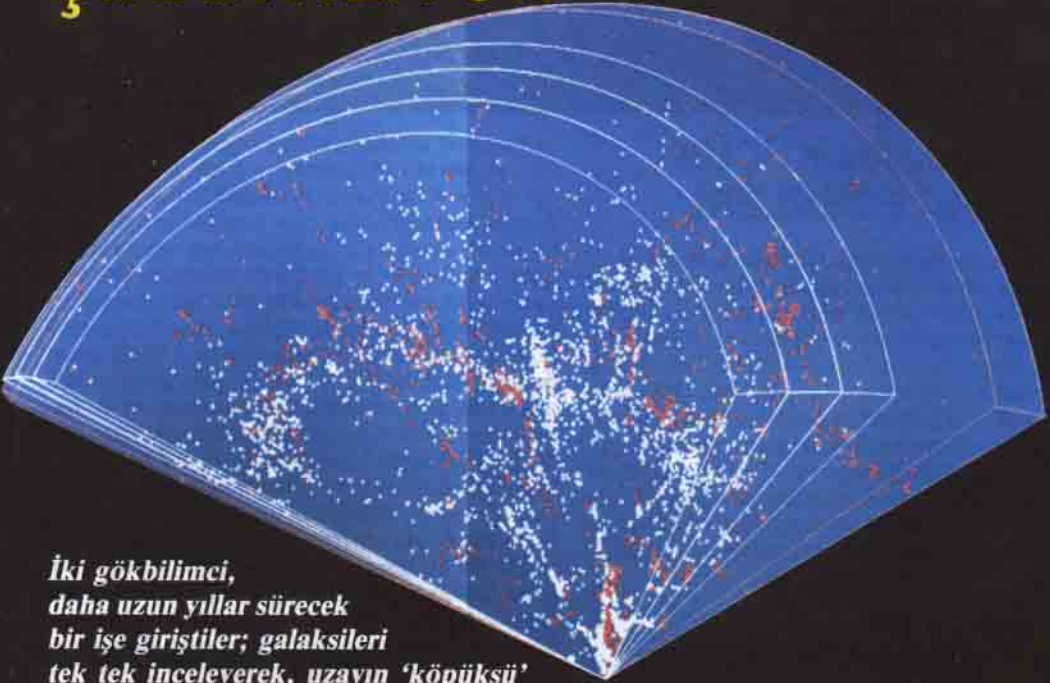


# EVRENİN HARİTASI ÇIKARTILIYOR



***İki gökbilimci,  
daha uzun yıllar sürecektir  
bir işe giriştiler; galaksileri  
tek tek inceleyerek, uzayın 'köpüksü'  
mimarisinin haritasını çıkarmaya çalışıyorlar.***

**Marcia BARTUSIAK**

**H**er ay iki hafta boyunca, ay hilâl biçimindeyken ve geceleyin gökyüzünün en karanlık olduğu zamanlarda, Harvard Smithsonian Astrofizik Merkezi'nden gökbilimciler, güney Arizona'da Hopkins dağına yamacında ufak bir gözlem evine gidiyorlar. Orada 60 inçlik yansıtıcı bir teleskobu uzaktaki galaksilere doğru yönlendiriyorlar. Aslında, gerçekten galaksilere bakmıyorlar; artık bunu yapan çok az gökbilimci kaldı. Ama bu araştırmacılar, çoğu meslektaşlarının aksine, güzel resimler yakalamak için duraksamıyorlar bile. Onların başlıca ilgisini çeken konu, her bir galaksinin ne kadar uzakta olduğu türünden istatistikler. Hopkins dağında bulutsuz geçen her gece gökbilimciler 20 kadar galaksinin uzaklığını ölçüyorlar. Şimdiye kadar 11000 galaksinin uzaklığını ölçtüler; böylece geriye sadece 100 milyar tane kaldı.

Dünyayı araştırmak, onun sağını solunu öğrenmek ve neresinde ne olduğunu saptamak isteği - kısacası, harita çıkarma isteği- insan tabiatının hiç değişmeyen yönlerindendir. Tarih öncesi insanlar, su kaynaklarına ve av hayvanlarına giden yolları herhalde ağaç kabuklarına kazıyorlardı; ama bizim elimize gelen en eski dünya haritası, MÖ. 1000 yılı do-

Harvard-Smithsonian gökbilimcileri tarafından çizilen bu evren dilimi haritasındaki her nokta, Samanyolu ile kıyaslanabilecek bir galaksidir. Samanyolu ise, dilimin tepesinde bulunmaktadır. Dilimin uzak tarafındaki ucu, 650 milyon ışık yılı mesafesindedir. Bu harita evrende muazzam galaksi takımlarının ve aynı ölçüde muazzam boşlukların varlığını ortaya çıkarmıştır.

laylarında adı bilinmeyen bir Babilî tarafından kilden bir levhaya kazınmıştır. Bu haritada Dünya, merkezinde Babil'in bulunduğu bir daire olarak gösterilir. İskenderiyeli matematikçi ve gökbilimci Batlamyus'un katkılarıyla, haritacılık sanatı doruğuna ulaştı. Onun kabaca çizdiği kıta ve okyanus şekilleri, 13 yy'dan sonra Kolomb'un elindeki en iyi rehberdi. Bu gün, dünya haritalarında bilinmeyen toprakların son kısımları da ortadan kaldırılmışken ve uzay sondaları Güneş sisteminin neredeyse her tarafına gitmişken, Astrofizik Merkezi'nden John Huchra ve Margaret Geller, haritaların en büyüğü üzerinde çalışmaya başladılar. Bu sefer evrenin haritası çıkarılıyor.

Bu çalışma henüz başlarda sayılır. 5 yıllık ölçüm çalışmalarının sonucunda çıkardıkları üç boyutlu ha-

rita, görebildiğimiz evrenin hacminin 0.00001'ini kapsamış durumda. Bu da Rhode adasının dünya üzerinde kapladığı yerle kıyaslanabilir. Buna rağmen harita daha şimdiden heyecana neden oldu. Gökbilimciler şimdiye kadar galaksilerin uzayda tekdüze bir bulut şeklinde dağıldığını düşünürlerdi. Bu yüzden de evrenin haritasının, bir özelliği olmayan sıkıcı bir şey olacağı sanılırdı. Fakat, Huchra ve Geller kocaman kabarcıklar şeklinde toplanmış galaksiler ve içlerinde hiç galaksi bulunmayan geniş boşluklar keşfettiler. Geçtiğimiz yıl ise, 'Büyük Duvar' adı konulan ve bir ucundan diğer ucuna yarım milyar ışık yılı uzunluğunda olan, galaksilerden oluşan ince bir tabakanın varlığını saptadılar. Harita büyüdükçe, gözler önüne serdiği özellikler de büyüyor. Ortaya çıkan bu yapıların devasa büyüklüğü gökbilimcileri çok şaşırttı; öyle ki, Batlamyus'un rehberliğinde Hindistan'a gitmek için yola çıkan ve Amerika'ya rastlayan Kolomb bile bundan şaşkın olamazdı.

Çağdaş kozmik kartografinin (uzay haritacılığının) temelleri atılabildi 60 yılı geçiyor. O zamanlarda Edwin Hubble başka galaksilerin varlığına işaret edip, gece gökyüzünde görülen sarmalların Samanyolu'nun bir parçası olmayıp, ona benzeyen başka galaksiler olduğunu ve evren genişledikçe bu galaksilerin bizim galaksimizden uzaklaştığını göstermişti. Uzaklaşan galaksilerden gelen ışık ışınları 'gerildiği' için tayfın kırmızı ucuna doğru kayarlar; uzaklaşma hızı ne kadar fazla olursa, kırmızıya kayma da o kadar çok olur. Hubble'ın büyük keşfi ise, en hızlı galaksilerin aynı zamanda bize en uzakta olanlar olduğunu bulmak oldu. Uzaklık ise, ışıklarının zayıflığı ile doğru orantılıydı. Böylece çok ötedeki bir galaksinin bize olan uzaklığı, kırmızıya kayma derecesinden hesaplanabilirdi. Artık galaksilerin sadece gökyüzündeki konumları ile yetinmeyip, onların üç boyutlu dağılım haritasını çıkartmak teorik olarak mümkündü.

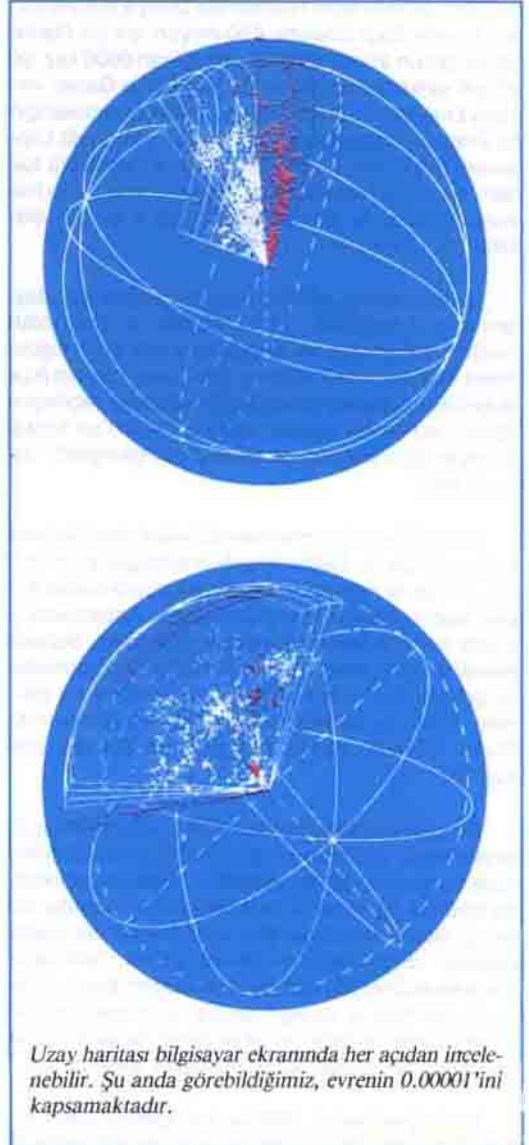
Ama ne Hubble ne de başka biri, böyle sistematik bir çalışmaya girdi. Bunun bir nedeni ön yargıydı. Gözlemciler bazı galaksilerin biraraya toplanmış olduğunu kaydetmişlerdi. Buna rağmen herkes, çok yukarıdan denize bakıldığında dalgaların etkisi nasıl görülmezse, daha büyük mesafeler söz konusu olduğunda bu olayların ortadan kalkacağını düşünüyordu. Ve tabii, evren düzgün ve şekilsiz olduğuna göre, haritasını çıkarmanın da bir anlamı yoktu.

Buna ek olarak, teknik bir engel de vardı. Eski den kırmızıya kaymaların derecesini saptamak zordu. Hubble'ın meslektaşı ve çağının usta gözlemcisi olan Milton Humason, tek bir galaksinin kırmızıya kayma derecesini saptamakta gerekli ışık tayfını kaydedebilmek için, saatlerce teleskobun başında oturmak zorundaydı. Bu yüzden gökbilimciler fazla uğraşmıyorlar, bir galaksinin uzay enlem ve boylamını kaydetmeyi yeterli görüyorlardı. 20 yıl önce sadece birkaç yüz galaksinin kırmızıya kayma derecesi biliyordu.

Ancak 70'li yıllarda, gözlem evlerinde kullanılan fazla ışık sarfeden fotoğrafik tabakaların yerini daha etkin elektronik dedektörler aldıkça, bir kırmızı-

ya kayma derecesini saptamak için gerekli süre, bütün bir geceden yarım saate indi ve artık bu iş için Kaliforniya'nın Palomar dağındaki 200 inç'lik teleskop yerine daha ufakları da kullanılabiliyordu. Bu yeni cihazla donanmış gökbilimciler, çok sayıda galaksinin biraraya toplanmış olduğu büyük kümeler ve neredeyse hiç galaksi bulunmayan geniş boşluklar farketmeye başladılar. Bu boşlukların en etkileyici olanı 1981 yılında Boötes takım yıldızı yönünde gözlemlendi ve genişliği 300 milyon ışık yılı olarak ölçüldü. Ama birçok gökbilimci, bu yapıların yaygın olarak var olduğuna ikna olmamışlardı henüz.

Huchra da, bu varsayıma kuşkuyla yaklaşanlardandı. Boötes boşluğunun keşfinden bir kaç yıl önce, Huchra ve üç meslektaşı, ilk kırmızıya kayma öl-



Uzay haritası bilgisayar ekranında her açıdan incelenebilir. Şu anda görebildiğimiz, evrenin 0.00001'ini kapsamaktadır.



çümlerine başlamış ve gökyüzünün üçte birini kapsayan bir alanda, 250 milyon ışık yılı uzaklığına kadar 2.400 dolayında galaksinin haritasını çıkarmışlardı. Süngersi bir uzay mimarisinin varlığına işaret eden ipuçlarına rastlamışlardı; ama, bir sonuca varmak için elde yeterli veri yoktu.

Aslında veriler o kadar yetersizdi ki, Huchra ve Geller 1985 yılında sistematik olarak, daha büyük çaplı bir kırmızıya kayma ölçümlerine giriştiklerinde, galaksi dağılımının haritasını çıkarmaya özel bir önem vermiyorlardı; hâlâ dağılımın düzgün olmasını bekliyorlardı. Onların esas amacı, gökbilimin eski ve temel bir sorusuna yanıt bulmaktır (uzayın belirli bir hacminde ne kadar galaksi bulunduğu sorusuna). Bu defa, gökyüzünden temsili, ince bir dilim seçtiler. Dilimin tepe noktasında Dünya bulunuyordu. Dilimin öbür ucunda, 650 milyon ışık yılı ötede, çıplak gözün ancak görebileceği ışıktan 6000 kez zayıf ışık salan galaksiler vardı. Huchra ve Geller, kırmızıya kayma ölçümlerinden bir harita çıkarması için bir Fransız lisansüstü öğrencisi olan Valerie de Lapparent'in yardımını istediler. Huchra hatırladığı kadarıyla konuyu şu cümle ile veriyor: "Sonuçları haritaya dökmeyi en sona bıraktık; çünkü düzgün olacaklarını biliyorduk."

De Lapparent, sonuçları o yaz çalışma arkadaşlarına gösterdiğinde, gözlemlerden sorumlu olan Huchra, çok şaşırdı ve neredede hata yaptığını düşünmeye başladı. Ama Huchra gibi, evrende oldukça muazzam yapıların olduğuna inanmayan teorisyen Geller'i bu veriler hemen ikna etti. "John'un hatası olmayacağını biliyordum, yapılar çok belirgindi" diyor Geller.

De Lapparent'in haritasında galaksiler rastgele dağılmamışlardı. Geller'in sabun köpüğüne benzettiği, yan yana kümelenmiş, devasa büyüklükteki kabarcıkların yüzeyinde toplanmışlardı. Kabarcıkların içinde de bir o kadar geniş boşluklar vardı. Burada dikkati en çok çeken, haritanın merkezinde bulunan bir şekildi. Başlarda birçok kişi, bunu bir şaka zannetti. Şekil, bir değneği andırıyordu ve gövdesi de Coma Kümesi adında bir grup galaksiden oluşuyordu.

Bu şaşırtıcı sonuçlardan sonra, uzay haritacılığına yönelik canlanmış ilgileriyle Huchra ve Geller, adlarına yeni bir ünvan eklediler; "Eskiden uçaklarda insanlar bana ne iş yaptığımı sorduklarında, bir fizikçi olduğumu söyledim, tabii sohbet de orada kesilirdi" diyor Geller ve devam ediyor: "Bir keresinde de kozmolojist olduğumu söyledim; bunun üzerine bana makyaj ile ilgili sorular sormaya başladılar. Astronom olduğumu söyleyince de astrolog ile karıştırıyorlar. Şimdi harita çizdiğimi söylüyorum."

Huchra ve Geller, 1985'ten beri birinci dilimin yanına (körük misâli açarak) sekiz dilim daha ekledi-

ler. Harvard'daki astrofizik merkezinde, bir üçüncü kat odasında, içeriklerinin uzak konumlarına göre raf-lara dizilmiş 20 kadar karton kutu toplanmış durumda. İçlerinde galaksilere ait yüzlerce polaroid fotoğraf ve her birinin üzerinde istatistikleri bulunuyor.

Huchra ve Geller seçtikleri hedeflerin fotoğraflarını Arizona'ya yolluyorlar, orada Harvard-Smithsonian gözlemcileri Edward Horine ve James Peters, Huchra ve arada bir yardım eden lisansüstü öğrencileri ile birlikte, galaksilerin kırmızıya kaymalarını hesaplıyorlar. Bir prizmanın güneş ışığından gökkuşağı yaratması gibi, her galaksinin ışığı bir spektograf aracılığıyla dalga boyu bileşenlerine ayrıştırılıyor. Galaksilerin hareketi sonucu oluşan kırmızıya kayma, kalsiyumun ve oksijenin ışığı soğurup, saldırdığı dalga boyları gibi iyi bilinen tayf çizgilerindeki kayma derecesinden hesaplanıyor.

Tayf verileri bilgisayar teybine yüklenip, çözümlenmeleri ve haritaya işlenmeleri için Massachusetts'e geri yollanır. Binlerce noktanın her biri bir galaksiyi temsil etmektedir. Geller, bir bilgisayar grafik ekranında bu haritayı inceleyip, sekiz ayar düğmesiyle oynayarak evrenin köpüksü yapısını her açıdan gözlemleyebiliyor. Ekran üzerinde, ışıktan hızlı bir uzay gemisi gibi galaksileri hızla geçip, dilimin içine doğru ilerleyerek, ekranın bir ucundan diğer ucuna uzanan bir şerit biçimindeki "Büyük Duvar" a "yakından bakmak mümkün. Bir zamanlar tasarım alanında kariyer yapmayı düşünmüş olan Geller, "Bu yapıyı sınıfsal olarak hoş buluyorum" diyor. Meslektaşı Ron Eastman ise, duygularını daha değişik ifade ediyor: "Bu odanın yanından her geçtiğimde, tekrar durup, hayranlıkla bakıyorum" diyor.

Harvard-Smithsonian takımı, bir yandan ölçüm çalışmalarının çapını genişletirken, diğer yandan da uzayın ufak bir bölgesinde daha ileriye doğru ölçüm yapıyorlar. Bu yöntemle daha önce de İngiltere ve Amerika'dan bir araştırmacı takımı başvurmuş ve her biri 5 milyar yıl uzunluğunda olan zıt yönlerde doğru uzanan iki ince çubuk üzerinden evreni sondalamışlardı. Buldukları veriler, bir dizi büyük duvarın varlığına işaret eder nitelikteydi. Bu duvarların, belki de bir tür petek yapısı biçiminde dizildikleri düşünülmüştü. Johns Hopkins'den takım üyesi Alex Szalay, "Sanki evreni oldukça ince bir iğneyle deldik ve karşımıza birbiri ardına duvarlar çıktı" diyor. Bu duvarların arasında ise, 400 milyon ışık yılı genişliğinde boşluklar bulunuyor.

Huchra ve Geller, ölçümlerini uzayın derinliklerine, daha ileriye doğru -dolayısıyla daha önceki zamanlara- götürerek böylesi büyük yapıların nasıl oluşmuş olabileceğine dair ipuçları bulmayı ümit ediyorlar. Genel kabul gören görüşe göre, galaksi duvarlarını çekim kuvveti biraraya getirdi; özellikle evrenin ve galaksilerin kütlelerinin % 90'ını oluşturdu-



## ARALIK AYININ İLGİNÇ GÖK OLAYLARI

### ASART

Astronomi Araştırma Topluluğu

Aralık ayındaki Ay'ın konumları ve gezegenlerin Yer'e göre bulundukları durumları inceleyelim; Ayrıca Aralık ayındaki ilginç gök olaylarına göz gezdirelim.

2 Aralık saat 10.00'da Ay dolunay evresinde olup, aynı gün saat 13.00'te Yer'e en yakın konumuna gelmektedir. Bu konumda Yer'e olan uzaklığı 356000 km olacaktır. 9 Aralık saat 04.00'te sondördün evresinde gözlenecektir. Bu tarihten bir hafta sonra saat 06.00'da Yer'e en uzak konumda olup, bu uzaklık 408000 km olacaktır. 17 Aralık saat 06.00'da Ay yenilay evresindedir. Bu tarihten 8 gün sonra saat 05.00'te Ay ilkdördün evresinde bulunacaktır. 31 Aralık saat 21.00'de dolunay evresine gelir. Bu tarihte saat 02.00'de Yer'e en yakın konumda bulunur.

6 Aralık saat 13.00'te Merkür gezegeni 21°1' ile en büyük doğu uzanımında bulunacaktır (Uzanım: Gezegeni Güneş'e birleştiren doğrunun, Güneş'i Yer'e birleştiren doğru ile yaptığı açıdır). 21 Aralık'ta tam gece yarısı Merkür gezegeni Yer'e en yakın konuma gelir. Bu tarihten tam olarak 3 gün sonra saat 10.00'da Merkür gezegeni alt ka-

vuşum durumuna gelir (Kavuşum: Gezegen-Güneş-Yer üçlüsünün aynı doğrultuda olma durumu). Merkür gezegeni aynı tarihte saat 19.00'da Yer'e en yakın konuma gelir.

31 Aralık'ta Uranüs gezegeni de kavuşum durumunda olacaktır. Gezegenlerin gözlem durumuna gelince, Merkür gezegeni ayın ilk yarısında akşam Güneş battıktan sonra kısa bir süre batı yönünde gözlenebilecektir. Gözlenmesi zor olan Merkür gezegeninin en iyi gözlem konumu 6 Aralık akşamı gerçekleşecektir. Çünkü o akşam Merkür en büyük doğu uzanımındadır. Bu ay Venüs gezegeni gözlenemeyecektir. Ancak ay sonuna doğru konumu iyi bilinirse, Güneş battıktan sonra kısa bir süre batı yönünde görülebilir. Birbirine yakın durumda bulunan Satürn, Uranüs ve Neptün gezegenleri, Güneş battıktan sonra batı ufkunda kısa bir süre gözlenebilmektedir. Ay sonuna doğru bu gezegenler hiç gözlenemez duruma gelecektir. Gittikçe daha erken saatlerde doğan Mars gezegeni, Orion takım yıldızına yakın konumda gece boyunca gözlenebilmektedir. Daha geç saatlerde doğan Jüpiter gezegeni de ay boyunca sabaha kadar gözlenebilecektir.

13-14 Aralık tarihleri arasında Gemini takım yıldızı doğrultusunda meteor yağmurları gözlenecektir.

Bu ayın en önemli olaylarından biri de 22 Aralık gününün gün dönümü olmasıdır. Bu tarihte gece en uzun olurken, gündüz en kısa olacaktır.

ğü düşünülen ve maddenin görülemeyen bir türü olan "soğuk kara kütle"nin çekim etkisinin olduğu sanılıyor. Ve gerçekten de soğuk kara kütle modelinin en son bilgisayar simülasyonları, uzay haritasında görülen duvarları ve boşlukları kabaca yaratabildi.

Ama Geller, işin içinde başka etkenlerin de olduğunu, bunların belki de ancak gelecekteki haritalardan anlaşılabilirliğini düşünüyor. "Bu yapıyı anlamaya çalışırken, temel bir elemanı gözden kaçırdığımızı düşünüyorum" dedikten sonra şunu ekliyor: "Dünya'nın iyi bir haritası çizilmeden kimse kıta hareketlerini hayâl edemiyordu ve DNA'nın kesin rolünün anlaşılması için bilim adamlarının atomların dizilişini hassas olarak haritaya dökmesi gerekti. Bilimin çoğu aslında haritalar çıkarmakla eşdeğer. Anlamak için önce iyi bir harita çıkarmak lazım."

Geller ve Huchra, 15000 tane kırmızıya kaymayı ölçme ve haritaya işleme olan ara hedeflerine giden yolun dörtte üçünü katettiler; evrende milyarlarca galaksi olduğu düşünülecekse, bu da kumsalda bir kum tanesi gibi. Malî desteklerinin de pek sağlam olmaması yüzünden 15000 sınırına vardıklarında, uzay haritaları çıkarmadaki öncüllükleri başka

araştırmacılara geçebilir. Örneğin İngiltere'de araştırmacılar, her bir fiberin bir kümeye ait galaksiden gelen ışığı toplayacağı bir fiber optik dizisi üzerinde çalışıyorlar. Bu cihaz yardımıyla, bir defasında onlarca ve tek bir gecede yüzlerce kırmızıya kaymayı ölçmek mümkün olacak. "Teknolojinin ilerlemeye devam ettiğini düşünürsek, 25 yıl içinde gökbilimcilerin elinde birkaç milyon kırmızıya kayma verisi birikecektir. Bu yine de evrenin hacminin binde birine eşittir; ama, Dünya'nın haritasını da çıkarmak yüzlerce yıl sürdü," diyor, Geller.

Huchra'nın da belirttiği gibi, uzay haritacılarının şu an bulundukları aşama, Amerika'nın keşfinden önce coğrafyacıların bulunduğu duruma benzetilebilir. Huchra diyor ki, "O zamanlar, Dünya'nın nasıl olduğu ile ilgili, çoğu yanlış olan birçok teorik bilgi vardı. Bazıları Dünya'nın düz olduğunu ve kenarlarından aşağı düşülebileceğine inanırlardı; fakat araştırmacılar oralara gidip, gerçekte neler olduğunu keşfettiler. Uzay haritacılığı da buna çok benziyor. Düğün bir evrenin varlığına ilişkin önyargılarımız tamamen yıkıldı (tabii bizim kenardan aşağıya düşmek gibi bir korkumuz hiç olmadı)."

DISCOVER'den çev.: Balaban CERİT