

Çok az insana nasip olan Güneş tutulmasına tanık olanlar, tutulmanın hissettirdiklerinin kelimelere dökülemez olduğunu telaffuz ediyorlar. İlkel insanlarda farklı hisler uyaandıran Güneş tutulması, şu an bulunduğumuz çağın başında, ünlü dahi fizikçi Einstein için bir nevi ilham kaynağı oldu. Kabaca üç farklı kütleli ve birbirine farklı uzaklıklarda bulunan cisimlerin aynı düzleme gelmesi ile gerçekleşen bu doğal mucize Genel Görelilik Teorisi'nin doğmasının temelini oluşturdu.

Yerküre'nin Karanlıkla Kısa Randevusu

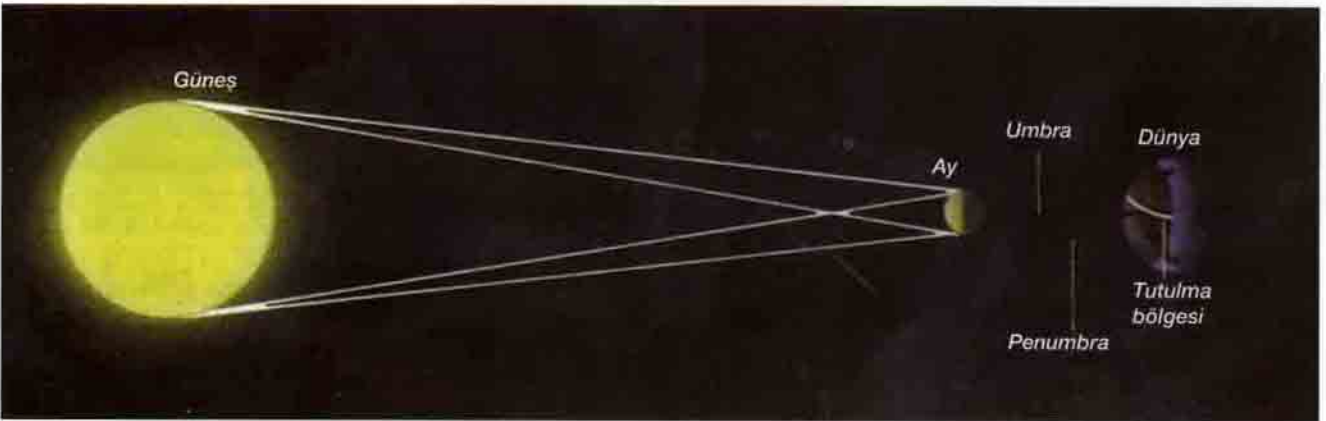
Güneş Tutulması

Yaşamda kesin olan şeyler ölüm ve vergiler olduğundan, doğumdan ölüm kadar olan zaman aralığını "yapılacaklar listesi" ile doldurmak kalıyor insana. Bu liste genellikle birkaç ortak öge içeriyor: Hayat boyu eşlik edebileceğin bir eş bul, iyi bir kariyer yap, vergini öde. Ortak olmayan şeyler de kişiye göre değişebilir ki; bunlardan biri bir Güneş tutulmasına tanıklık etmek olabilir. Bunu yapılacaklar listesine yerleştirmeyi düşünenler 26 Şubat 1998'de Karayipler üzerinde gerçekleşecek bu tutulmayı izleyebilecekler.

Einstein'ın görelilik teorisini doğrulamaya yardımcı olmuş olsa bile artık bilim adamları tutulmalara eskisi kadar ilgi göstermiyorlar. Artık Güneş ya da Güneş Sistemi hakkında herhangi bir bilgiyi uydular yardımı ile elde edebiliyoruz. Tutulmalara hâlâ ilgi göstermelerinin ise tek nedeni var; merak ve bu müthiş doğa mucizesine tanıklık etmek.

Bu deneyimi yaşamak için, 1 300 amatör ve profesyonel araştırmacı ve astronom 8 Temmuz 1991'de, Los Angeles'tan, bir yıla yakın bir hazırlık evresinden sonra, Viking Serenade yol-

cu gemisine bindi. Astronomlar, Güneş tutulmasının en iyi izlenebildiği Baja Yarımadası'na doğru, üç gün sürecektir olan yolculuklarına başladılar. Özellikle böyle bir yolculuğa çıkmış olan astronomlar, birçok kişinin de yapmış olduğu gibi, evde rahat koltuklarına oturup Güneş tutulmasını televizyondan seyretmek istemiyorlardı ve tutulmayı kendi gözleriyle görmeyi tercih ettiler. Los Angeles Griffith Gözlemevi'nin yöneticisi E.C. Krupp Serenade'de bulunanlara, "Çoğu ilkel insan tutulma ile beraber alarmı geçiyordu. Tutulmanın ne anlama gelebi-



Güneş, Ay ve Dünya tek bir çizgi üzerinde sıra oluşturdıklarında, Güneş tutulması gerçekleşiyor. Tek koşul düzgün sıralama değil, aynı zamanda bu birbirinden farklı üç kütleli birbirine olan uzaklıklarının önemi de çok büyük. Yukarıdaki resimde de görüldüğü gibi Ay'ın gölgesi Dünya'nın üzerine iki farklı şekilde düşüyor. Umbrâ; karanlık, penumbra ise yarı karanlık anlamına gelir. Ay'dan çıkıp Dünya'ya doğru daralan gölgenin içinde kalan bölgede bulunuyorsanız tam tutulma denen tutulmayı gözlersiniz.



leceğini merak ediyorlardı." diyordu. Tutulma (eclipse) Yunanca bir kelimedir ve kelimenin kökü 'terk edilmiş' ya da 'unutulmuş' anlamına gelir. Muhtemelen insanlar eskiden tutulmalar gerçekleştiğinde kendilerinin Tanrı'ları tarafından terk edildiklerini düşünüyorlardı. Bu konuyu Antik Gökyüzünün Yankıları adlı kitabı için araştıran Krupp, Meksika'dan gözlenen bir tutulmaya -16 yy'da Aztekler'in kaydettiği- karşı gösterilen tepkileri anlatıyor. "Her yerde bir karmaşa ve gürültü vardı, kimse susmuyordu. Herkes korkuyordu ve herkesin sinirleri boşalmıştı. Tüm halk bir ağızdan çığlık atarak büyük bir gürültü çıkarıyordu. Bir yandan da tapınaklardan etrafa dinsel bir ezgi yayılıyordu. Bunlara ek olarak bazı insanlar öldürülmüştü. Tüm insanlar kan sunmak istiyorlardı." Bu insanların inançlarına göre, eğer Güneş tutulması tamamlanırsa, sonrası sonsuz karanlık olacak ve karanlığın şeytanları yeryüzüne inerek insanları yiyecekti.

Gözlemi yapanlar, tutulma sırasında atalarından kalma bir dürtüyle korkuya kapıldıklarını söylüyorlar. "Beyin bilimsel olarak donanmış olsa da, tehlikeli ve olağandışı bir şeylerin olması bekliyor." diyor.

Serenade'nin güvertesinde bulunan insanlara bakacak olursak ilginç görüntülerle karşılaşabiliyor. Yolculardan biri üzerine tutulmayla ilgili resimler olan bir T-shirt giymiş. Bir diğeri de Addams Ailesi filminin ünlü ka-

rakterlerinden Gomez Addams'ı canlandıran aktör ve amatör astronom John Asten'in bizzat kendisi. Aktörün bu yolculukta bulunması, oynadığı role bakarsak bir ironi oluşturuyor, ama yine de bir toplu katliam söz konusu değil!

Tarihteki çoğu bilimsel sefer birçok zorluğu içermişken, Serenade gemisinin yolcuları bu sefer için kendi yaşam biçimlerinden ödün vermiyorlardı. Ayrıca, yolculuğu düzenleyenler yolculuk sırasında gerçekleştirilecek çok sayıda bilimsel seminer de düzenlemişlerdi. Bu seminerler, salonların ismi 'Merhaba Dolly' olsa bile, 'Güneş Tutulması ve X-Işını Astronomisi' gibi konulardan oluşuyordu. Bilimsel konuşmalarda basit tutulma fiziğini anlatmak için fazla zaman harcanmıyordu. Kabaca üç kütlenin olağan hare-

ketleri sonucunda bir çizgi üzerinde buluşmalarını içeren bu konuyu herkes biliyordu.

Fakat, kütleler arasındaki bazı önemli ilişkiler, hem akılda hem de gözde tutulmalara yol açıyordu. Eğer cisimlerin göreceli büyüklük ve uzaklıkları düşünülürse tutulmanın anlamı anlaşılıyor. Mesela, Dünya 5 cm genişliğinde olsaydı Ay, 1,5 cm genişliğinde ve 150 cm boyunda bir gölge yaratırdı. Aynı zamanda Güneş de 540 cm çapında ve 3 km uzaklıkta olacaktı. Hem Güneş hem Ay gökyüzünün 1,5 derecelik bir kısmını kaplayacak; Ay Dünya'ya Güneş'ten 400 kat yakın, ancak Güneş Ay'ın 400 katı çapa sahip olacaktı. Bu durum tutulmayı izleyenler için kozmik önemi olan bir rastlantıdır.

Tabii gerçekleşen olay sadece bunlardan kaynaklanmıyor. Dünya, Güneş etrafında eliptik bir yörünge çizerken, Ay da Dünya etrafında eliptik bir yörünge çiziyor. Bu yüzden kütleler her zaman bize aynı uzaklıkta bulunmuyor, uzaklaşan bir cismin küçüldüğünü zannettiğimiz gibi, Güneş ve Ay bulundukları ya da bulunduğumuz konuma göre bize büyük ya da küçük görünüyorlar. Başka bir deyişle Ay bize en uzak noktasındaysa ve Güneş de bize en yakın noktasındaysa, göreceli olarak Ay Güneş tutulmasını gerçekleştiremeyecek kadar küçük demek oluyor.

Ne şans ki, Ay, Dünya ve Güneş'in konumları yukarıda anlatılanın tam tersi bir durumda. Yani Ay tutulmadan biraz önce ve tam o sırada Dünya'yla en yakın konumdayken bize büyük görünüyor. Güneş de olabilecek en uzak noktada, bize küçük görünüyor. Sonuç olarak, göreceli büyüklükteki Ay,



Güneş ve Ay tutulmalarının konumları: Güneş tutulması sadece Ay yeniay bölgesine geldiğinde gerçekleşir. Ay tutulması içinse Ay dolunay bölgesindeyse olur.



İlk resimde Elmas Halka etkisi görünüyor (30 Haziran 1992). Burada Ay'ın karanlık yüzü Dünya'ya yakın olan taraftır, uzak olan değil. İkinci resimde, tam tutulma boyunca, Ay Güneş'in tamamını kapattığı görülüyor.. Fakat Güneş'in halesi ve gerçekleşen patlamalar, ışık şiddetinin fazla olması nedeni ile görülebilirler.

görelî küçüklükteki Güneş'i yaklaşık 4 dakikalığına perdeliyor. 13 Haziran 2132'ye kadar da daha uzun bir tam tutulmanın gerçekleşmeyeceği düşünülüyor.

Tutulma gününe yaklaştıkça, astronomlar hazırlıklarına hız veriyorlardı. Ama bir maratoncunun yarıştan önce bileğini burkması kadar kötü bir olay başlarına geldi: Bulutlar. Hava bulutlarla kaplıyken tutulmayı izlemek, Yıl-

dız Savaşları'nı perdesi olmayan bir sinemada izlemekle aynı şey olsa gerek. Umutsuzluğa kapılan astronomlar, yüksek sesle konuşmak sanki bir uğursuzluk daha getirecekmiş gibi seslerini alçaltarak konuşuyorlardı. Bulutlar tatsızlık yaratsa da, bir tekne de olmanın avantajlarını kullanacaklardı. Çünkü Hawaii'de yani karada gözlem yapacak olanların havanın iyileşmesini beklemekten başka çareleri yoktu.

Meteorolojiden gelen uydu görüntülerine bakarak bulutların yerini saptamak olasıydı. Sonuçta, Chicago Adler Planatoryumu yöneticisi Joseph Chamberlain'in verdiği doğru kararla Serenade kuzeybatıya yöneldi. Tüm bu manevralar sonucunda bulutlar geride bırakıldı. Herkes rahat bir nefes aldı.

Griffith Gözlemevi'nden Krupp yapılacak gözlem için, "Tam bir Güneş tutulması doğanın sunduğu mucizelerden biridir. Bu yüzden onu izlememiş birisine böylesi bir gösteriyi anlatmazsınız." diyordu.

Gündüz 11:30'u 33 saniye geçe Ay Güneş'e doğru yaklaşıp dirseğini değiştirdi. Daha sonra Güneş'in üstünden yavaşça kayacaktı. Bir saat 24 dakika boyunca Ay'ın karanlık dairesi aydınlığı yavaşça örtecekti. Bu sırada astronomlar fotoğraf makineleri ve dürbünleri ile olayı izleyeceklerdi.

Tutulma tamamlanmadan önce Güneş hâlâ yeryüzünü yeterince aydınlatılabiliyordu. Olaydan haberi olmayan biri tutulmanın başladığını fark edemezdi. Dünya, Ay ve Güneş aynı ekseninde sıralandıklarında Ay'ın etrafında Güneş'ten kaynaklanan bir hareden başka bir ışık gökyüzünde bulunmuyordu. Yolcular tamamen karanlıktaydı. Gündüz ortındaki bu kıyamet gösterisini fark etmeyecek kimse kalmış olamazdı. Hava aniden soğumuş ve bir rüzgar çıkmıştı. Güvertinin üs-

Tutulmalar ve Einstein

Bilim adamları Einstein'ın görellik kuramını tutulmaların sağladığı verilere dayanarak ispatlamaya ya da çürütmeye çalıştılar. Teori, bize maddeye koşut olan ışık enerjisinin kütle tarafından çekildiğini söyler. Böylece, Güneş'in geçen ışığı çektiğini söyleyebiliriz. Einstein 1911'de, Güneş gibi kütleli bir nesnenin geçen ışığı saptırdığını varsayarak Güneş tutulmasını yıldız ışıklarının sapmasını ölçmek ve test etmek kullanmayı düşündü.

Bu düşünce tutulma sırasındaki gökyüzüyle normal gece zamanındaki gökyüzünü karşılaştırmaktan ibaretti. Gece, uzak yıldızlardan gelen ışık Dünya'ya doğrudan ulaşıyor. Tutulma sırasında Güneş, yıldızlar ve Dünya arasına giriyor. Einstein'ın hipotezine göre, tutulan Güneş'in yanındaki yıldızların fotoğrafında gece çekilen fotoğraflarındaki konumları ile karşılaştırıldığında ışıkları Güneş'e doğru Güneş tarafından çekiliyormuş gibi bir görüntü elde edilecekti. Astronomlar ve fizikçiler kameralarını bu hipotez için kullandılar.

Kötü hava koşulları ve I. Dünya Savaşı ilk gözlemin yapılmasını engelledi. Daha sonra iki İngiliz bilim adamı 29 Mayıs 1919'da gerçekleşen tutulmaları Güney Afrika ve Brezilya'dan izleyerek fo-

toğraflarını çektiler. Sonuçlar tam Genel Görellik Teorisini kanıtlayacakken, iki ayrı yerden alınan verilerin birbiri ile ters düştüğü hesaplandı.

Bu gizi ortaya çıkarmak için 1922'de Lick gözlemevi'nin yöneticisi William W. Campbell bir sonraki tutulmayı izlemek için Avustralya'ya gitti. Tutulma yaklaşık beş dakika izlenebildiği için "Naif yıldızlarda kaydedilebilecek; böylece Güneş'e yakın gözlenebilir yıldızların sayısı artacaktır." diye açıklama yapıyor Osterbrook ve gözlem yapanlar 'etkiyi ölçmek için daha iyi bir şans' elde edecekler diyor. 12 Nisan 1923'te, Campbell, yıldızların görüntülerinin yerleşimleri iki durum için, yani tutulma ve gerçek gece durumundaki yıldızların farklılık gösterdiğini keşfetti. Einstein'ın tahminleriyle karşılaştırıldığında, Güneş'in kenarındaki yıldız ışıkları 1,75 yay saniyelik bir açıyla saptınıyor olması, verilerin görellik teorisine yaklaşılabildiğinin bir kanıtıdır," diyordu.

Garip ama, Campbell kendisini görelî bir evrende yaşıyor olarak bulmak istemiyordu. "Tanrım umarım doğru değildir." diyordu. Einstein, tabii ki, görelliği evrenin normu olarak görüyordu. Doğru teorinin doğruluğu ispatlandığında "Ama ben zaten teorinin doğru olduğunu biliyordum," diyordu öğrencisi Schneider'a. Schneider, Einstein'a eğer tutulmalar teoriyi doğrulamasaydı ne olurdu diye sorduğunda Einstein, "O zaman Tanrı'dan özür dileyerek, teori doğru derdim" diyordu.



Güneş tutulmasını izlemek üzere Serenade'de bulunan amatör astronomlar, sağ taraftaki gibi bir patlama görüntüsünün yanında, dürbünü ters kullanarak bir arkadaşlarının T-shirt'üne, tutulmanın başlangıcını düşürüyorlar. Tamamen tutulmamış olan Güneş'in üzerinden yavaşça kayan Ay'ın gölgesi, dürbünü bu iş için kullanan yolcunun gölgesi gibi belirmeye başlamış.



tünde, saatte 1 500 km hızdaki Ay'ın gölgesinin altında astronomlar, tutulma izliyorlardı. Sonunda 12:54:12'de Güneş tamamen gömülmeye başladı ve daha önce belirtilen ilkel korku ve endişe ortaya çıktı.

Üzerinde artık ışık parlamayan Ay'ın bize bakan yüzü tamamen kaybolmuştu. Onun yerine gökyüzünde siyah bir disk asılı kalmıştı. Güneş tamamen örtüldüğünde tam tutulma gözlemlenebiliyordu. Siyah disk Güneş'in halesi sarıyordu. Çıplak gözle görülebiliyordu, çünkü Güneş'in aydınlatma şiddeti yüksekti. Halen fotoğrafı çekiliyordu, ama gerçek duyguyu ve görüntünün görkemini yansıtamıyordu. Astronomların gördüğü hale gri ve beyazın çeşitli tonlarından oluşmuştu ve ışınlar Güneş'in üç katı bir çapta yayılıyordu. Ayrıca siyah diskin altından ve üzerinden kırmızı ışıltılar görülebiliyordu.

Şimdiye kadar kütle hareketini anlatan tek uygun fizik dalı, Newton mekaniği olmuştu. Şimdi Maxwell'in elektromanyetiği, Güneş'e ait manyetik alan şekillerini açıklayabiliyor. Eugene Parker (Chicago Üniversitesi'nde fizik, astronomi ve astrofizik profesörü), Güneş üzerindeki kırmızı patlamaların soğuk hidrojen bulutları olduğunu (8 000 °C ile 10 000 °C) ve ısımanın düşük enerji seviyesine inen elektronlardan geldiğini açıklıyor. "Güneş üzerindeki bu kırmızı patlamalar 55 000 km yüksekliğinde ve birkaç yüz bin km genişliğinde olmalı." diyor.

Güneş tutulması sırasında gerçekleşen güzel olaylardan biri de gezegenlerin görünebilmesi. Merkür, Jüpiter, Mars ve Venüs kusursuz bir sıra oluşturuyorlardı. 7 dakikalık patlama gösterisi sırasında bir an için zamanın

durmasını diliyordu astronomlar. Daha sonra 13:01:11'de Güneş Ay'ın kenarından görünmeye başladı. Ayın etrafını çevreleyen bu ışığa "Elmas Halka" deniyor. Daha sonra ufuğun rengi kırmızıya döndü ve Ayın etrafındaki hale yok oldu.

Saatler sonra, yolculuk sırasında sık sık Serenade'ye eşlik eden yunuslar, tutulmadan sonra ilk defa ortaya çıkmışlardı. Yaptıkları hareketlerden heyecanlandıkları açıktı, sanki tutulmayı yolcularla beraber kutluyorlardı.

Astronomların bulundukları yerden tam tutulma 32 saniye sürmüştü. Bu süre az gibi görünüyordu. Einstein'ın temel ikilemi nasıl tanımladığını göz önünde bulundurmak gerekiyor. "Bir kızla beraber bir saat geçiriyorsanız, bu süre size bir saniye kadar gelebilir." diyor ve "Kırmızı ve sıcak bir levhanın üzerinde bir saniye kalmak

bir saat kadar sürebilir. İşte bu göreliliktir." diye ekliyordu Einstein.

Sonraki birkaç gün için, tutulma kelimesi insanların dudaklarından düşmedi. Gözlem yapanların birçoğu kendilerinin derinden etkilendiğini düşünüyorlardı. Bazılarında "Hey, bu herhangi bir şey değil miydi?" diye saatler sonra konuşabiliyordu.

Sonuçta böyle bir olayı kelimelere dökmek ne kadar zor olduğunu düşünenler çoğunlukta idi. Apollo 17'nin yolcularından ve en son Ay'a ayak basanlardan biri olan Harrison Schnitt iki olayı karşılaştırıyordu. "Duygusal tepki inanılmaz. Anamlı bir deneyimin gerekli elemanı orada Ay'daydı, ama tutulmayı gözlemeyi yine de dünyalara değişmem." diyordu Harrison.

Minsky, S.,
"When the Sun Disappears and Dolphins Do Back Flips",
MIT's Technology Review, Nisan 1997.
Çeviri: Oğuz Ergin

