

AYLIK POPÜLER BİLİM DERGİSİ

BİLİM ve TEKNİK



YENİ UFUKLAR

TAM GÜNEŞ TUTULMASI

MART 2006 SAYISININ ÜCRETSİZ EKİDİR

HAZIRLAYANLAR : Dr. Tuncay Özışık - Prof. Dr. Adnan Ökten - Arş. Gör. Hasan Ali Dal - Prof. Dr. E. Rennan Pekünlü
Doç. Dr. Atilla Özgüç - Doç. Dr. Mutlu Yıldız - Prof. Dr. Serdar Evren - Kubilay Akdemir - Prof. Dr. Zeynel Tunca - Prof. Dr. Zeki Aslan

29 MART 2006 TAM



İçinde yaşadığımız evren birbirinden ilginç cisimler ve gök olayları ile doludur. Ancak bunların çoğunu yalnızca teleskoplarla gözleyebilir, çok azına çıplak gözle tanık olabiliriz. Çıplak gözle izlenebilecek bu gök olaylarından biri de Güneş tutulmalarıdır. Ay Güneş'ten yaklaşık 400 kere daha küçük fakat bize Güneş'ten 400 kere daha yakın olduğu için gökyüzünde ikisi de yaklaşık aynı büyüklükte gözükürler. Bazı durumlarda her iki cismin Dünya'ya olan uzaklıklarının değişimi sonucu gökyüzündeki görünür çapları aynı olur ve Dünya ile Ay'ın yörünge hareketleri sonucu Güneş, Ay ve Dünya bir hizaya gelir. Bu durumda Ay Güneş'i tam olarak örter ve Tam Güneş Tutulması olarak adlandırılan muhteşem gök olayı oluşur. Ay'ın gölgesinin Dünya üzerine düştüğü yerlerde gün ortasında alacakaranlık yaşanır, yıldızlar görülmeye başlar. Örtülen Güneş diskinin etrafında, hayat kaynağı yıldızımızın en dış atmosfer tabakası olan Taç Tabaka (korona) görünür olur. Bilim adamları için Güneş çalışmaları bakımından önemli olan tam Güneş tutulması, yıldızımızla bilimsel bağlamda ilgilenmeyen insanlar için de tam bir görsel şöendir. Bu nedenle, gerek bu olaya tanık olmak isteyenler, gerek amatör astronomlar ve gerekse de profesyonel astronomlar böyle bir tutulmanın meydana geldiği zamanlarda olayın izlenebileceği yeryüzü bölgelerine giderler.

29 Mart 2006 Çarşamba günü öğle saatlerinde çoğu insanın belki hayatlarında yalnızca bir kez görebileceği bir Tam Güneş Tutulması meydana gelecektir. Ülkemizden de gözlenebilecek bu tutulmada Ay'ın gölgesi Dünya'nın neredeyse yarısını katedecektir. Güneş işe Yerküre arasına girecek olan Ay'ın yaklaşık 160 km çapındaki gölgesi Güneş doğduktan hemen sonra ilk kez Brezilya'nın güney sahillerinde kara ile buluşacak ve



Atlantik Okyanusu'nu geçtikten sonra Kuzey Afrika'da Gana, Nijerya, Nijer, Çad, Libya ve Mısır'ı geçerek Akdeniz'e ulaşacaktır. Gölge konisi Antalya körfezinden karaya çıkıp, sırasıyla Konya, Aksaray, Nevşehir, Kırşehir, Kayseri, Yozgat, Sivas, Tokat, Amasya'yı geçerek, Ordu ve Giresun kıyılarından Karadeniz'e çıkarak Türkiye'yi terk edecektir. Gürcistan ve Kazakistan'dan sonra da Güneş'in battığı Moğolistan'da tutulma sona erecektir. Ancak, parçalı tutulma çok büyük bir bölgeden görülebilecektir. Afrika, Avrupa ve Orta As-



ya'nın üçte ikisi bu parçalı tutulmaya şahit olacaktır. Dünya'da tam tutulma bölgelerine bakıldığında Türkiye gerek coğrafi konumu, gerekse de tarihi ve kültürel zenginliği ile tutulmanın en iyi izleneceği bölge olarak ilk sırada yer almaktadır.

Bu Tam Güneş tutulmasında Türkiye'de maksimum örtülme evresi 3 dakika 45 saniye ile Antalya'nın Side ve Manavgat ilçelerinde gerçekleşecektir. Oysa güvenli Güneş gözlemi gerektiren parçalı evrelerle birlikte tutulma olayının tamamı gerçekte 2.5 saat kadar sürecektir. Tutulmanın değişik evrelerinden haberdar olmak, gerek göz güvenli-

GÜNEŞ TUTULMASI

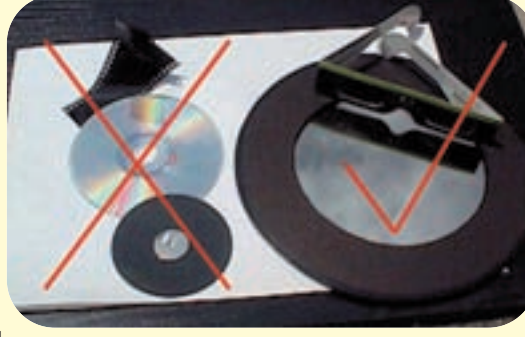
ği, gerekse olayı bilinçli bir şekilde takip edebilmek açısından önemlidir.

Tutulmanın ilk evrelerinde Güneş, Batı kenarından itibaren Ay tarafından örtülmeye başlayacaktır. Bu evrede Güneş çok parlak olduğundan, örtülme ancak özel filtreler ya da tutulma gözlükleri ile izlenmelidir.

Güneş tutulması, öğrencilere okullarda öğretilen temel bilimsel prensiplerin canlı olarak izlenebileceği doğal bir laboratuvar sunar. Bilim adamları tutulmanın sağlayacağı gözlemsel imkanlardan bilimsel olarak yararlanırlarken, öğretmenler, bu olayı öğrencilerine hareket kanunlarının nasıl işlediğini ve yörünge hareketleri matematiğinin tutulmaları nasıl öngörebileceğini doğal bir ortamda göstermek için kullanabilirler. Tutulmada, havanın kararması ve tekrar aydınlanması arasında geçen sürede bitki ve hayvan davranışlarının izlenmesi biyoloji derslerinde tartışılabilir, bu konuda öğrenci deneyleri yapılabilir. Astronomi, fizik ve matematik öğrencileri değişik yerlerde tam tutulmanın başlangıç ve bitiş zamanlarını tespit ederek, Ay ve Dünya'nın yörünge hareketleri hakkındaki bilgilerine katkıda bulunabilir, koronanın şeklini çizerek bu atmosfer tabakasının gökyüzünde nerelere kadar uzandığını görebilirler.

Göz Güvenliği

Dünya yüzeyine ulaşan Güneş ışını, morötesi ışımdan radyo dalgalarına kadar uzanan geniş bir elektromanyetik bölgeyi kapsar. Göz tabakaları, 3800-14000 Ångstrom dalgaboyu aralığındaki ışının önemli bir kısmını gözün arkasındaki ışığa duyarlı retina tabakasına geçirir. Retinaya ulaşan şiddetli görsel ışık, ışığa duyarlı hücrelerde karmaşık kimyasal reaksiyonlar yaratarak, bunların hasar görmesine ya da tamamen kullanılamaz hale gelmelerine, yani körlüğe yol açabilir. Eğer özel önlemler alınmaksızın Güneş'e tekrar tekrar ya da uzun süreli bakılırsa, bu fotokimyasal hasara bir de görsel ve kırmızı



ötesi ışınla ısınma sonucu göz tabakalarının adeta pişmesi eklenir. Retina acıyı hissetmediğinden herhangi bir fiziksel uyarı olmaksızın gözde ciddi hasar meydana gelecektir. Güneş'e, ışığı toplayan optik cihazlar olan mercekler, el dürbünleri, kameralar ya da teleskoplarla bakılırsa hasar çok daha büyük olacak ve saniye mertebesindeki sürelerde körlükle sonuçlanabilecek şekilde göz retinası yanacaktır.

Doğru bir korunma ile parçalı tutulma evreleri, yani tam örtülme evresinin öncesi ve sonrasındaki evreler, hatta hiç tutulmamış Güneş bile tam bir güvenlik altında izlenebilir. Tam örtülme gerçekleştiğindeyse herhangi bir korunmaya gereksinim yoktur. Tam örtülmüş Güneş, çıplak göz, dürbünler ya da bir teleskopla sorun olmaksızın gözlenebilir. Fakat, tam tutulmanın başladığından emin olunmalı, tam tutulmanın yalnızca birkaç dakika sürdüğü unutulmamalı, ve tam tutulma bitiminde tekrardan göz emniyeti sağlanmalıdır.

Bir tam Güneş tutulmasının parçalı tutulma evreleri için ya doğru bir kaliteli Güneş filtresi kullanılarak teleskop, dürbün, kamera gibi optik bir cihaz ile ya da Güneş görüntüsünün beyaz bir ekran üzerine izdüşümünü oluşturarak dolaylı yoldan gözlem yapabiliriz. Geleneksel olarak bir Güneş Tutulması'nı Tam Tutulma Evresi dışında en rahat izleme şekli bir "Tutulma Gözlüğü" kullanmaktır. Güneş ışığını göze zarar vermeyecek şekilde azaltan bu karton gözlüklerin ülkemizde bazı firmalar tarafından üretimi başlamıştır. Ayrıca TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisi tarafından

da Mart 2006 sayısı ile bir tutulma gözlüğü dağıtılması planlanmaktadır. Güvenilir bir Güneş filtresi, görsel ışının % 0.003'ten azını geçirmeli, yakın-kırmızı ötesi ışınımını % 0.5'ten fazlasını geçirmemelidir.

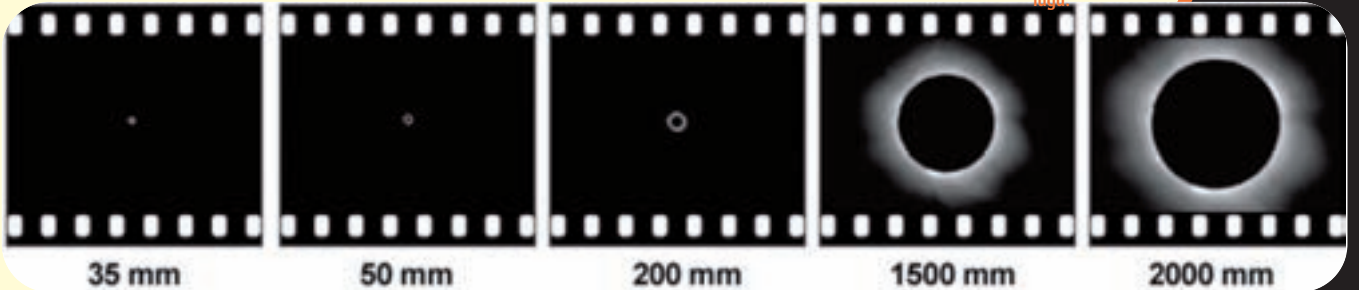
Güvenli Güneş Gözlemi için kullanılacak ve kullanılması tehlikeli malzemeler. En iyi seçim parçalı evreler için bir tutulma gözlüğü kullanmaktır. İslami cam, disket içi, CD, koyu gözlük, yanmış film gibi malzemelerin hiçbiri güvenli değildir. Bu tür malzemeler ile Güneş'e bakıldığında sönük gözükmesi gözünüzün güvende olduğu anlamına gelmez!

Tutulmayı Fotoğraflamak

Herhangi bir fotoğraf makinası ile tam Güneş tutulması olayını bir şekilde görüntülemek mümkün olsa da iyi bir sonuç almak için "SLR" türü tüm ayarları kullanıcı tarafından yapılabilen türden fotoğraf makinası, doğru bir film, sabitleyici üçayak ve deklanşör kablosu kullanmak gerekir. Otomatik flaşlı fotoğraf makinelerinin flaşları tutulma sırasında ortamın kararması dolayısıyla çalışacağı için iptal edilmelidir. Birçok fotoğraf meraklısında olan 50 mm odak uzaklıklı klasik SLR türü bir fotoğraf makinası ile film üzerinde ancak yarım milimetre çapında (0.5 mm) bir Güneş görüntüsü elde edilebilir. Daha büyük Güneş görüntüsü elde edebilmek için odak uzunluğunu artırmak gerekir. Bunu çeşitli tele-objektiflerle yapmak mümkündür.

Güneş Tutulması sırasında kullanılan filtrenin geçirgenliği

Çeşitli odak uzaklıklarına sahip objektifler için standart 35x24 mm film üzerinde Güneş diskinin ve çevresindeki taç tabakasının (korona) büyüklüğü.



ve film hızı (ASA/ISO) fotoğraf çekerken uygun poz süresinin belirlenmesinde önemli rol oynar. Güneş ışığının kuvvetli olmasından ve ASA yükseldikçe filmin taneciklenmesinin artmasından dolayı, düşük ya da orta hızda (50 ya da 100 ASA) filmler tavsiye edilir. Zira, filmin taneciklenmesi arttıkça görüntü kalitesi bozulmaya başlar. Kodak TMax 100/400 pro ve Kodak Technical Pan siyah-beyaz filmler, Kodak Ektachrome 100/200 Plus renkli slayt filmleri ve piyasada bulunabilen Kodak Gold 100 renkli filmler tavsiye edilir.

Tutulma sırasında kullanacağınız doğru poz süresini bulmak için havanın açık olduğu herhangi bir gün denemeler yapmak gerekir. Güneş'in fotoğraflarını öğle zamanı sabit bir diyafram açıklığında (örneğin f/5.6, f/11 vs), filtre kullanarak ve fotoğraf makinanızda mevcut her bir poz süresinde, örneğin 1/1000'den 1 saniyeye kadar değiştirerek çekim yapılır. Film banyosundan sonra Güneş diskini hatta varsa Güneş lekelerini en iyi gösteren kare ve o kareye ait poz süresi belirlenir. Güneş'in yüzey parlaklığı sabit olduğundan, Güneş tutulması sırasında tam tutulma öncesine kadar, yani çok ince hilal evresine kadar, herhangi bir poz süresi değişikliğine gidilmemelidir. Bundan sonra tam tutulmaya çok az bir zaman kalınca objektifin önünden filtre çıkartılır ve poz süresi 1-2 adım arttırılır. Koronanın parlaklığı gelen Güneş ışığından yaklaşık bir milyon kez daha sönüktür ve herhangi bir filtreye gerek duyulmadan rahatlıkla fotoğraflanabilir. Ay kenarından itibaren Güneş koronasının yoğunluğu azalmaya başlayacağından bir tek poz süresi ile tüm koronanın görüntüsünü elde etmek mümkün değildir. İç korona, yani görünürde Ay'a yakın olan bölgeler dış bölgelere göre daha parlaktır. Bunun için takip edilecek en iyi yol aynı diyafram açıklığında 1/1000



Yalnızca "tam tutulma evresini" çıplak gözle seyretmeyi unutmayın! Çünkü hiçbir kamera ya da fotoğraf karesi insan gözünün gördüğünü gösteremeyecektir.

sn'den başlamak üzere 1 ya da 2 sn'ye kadar bir dizi fotoğraf çekmektir. Böylece koronanın daha sönük olan dış kısımları da görüntülenebilir.

Tutulmanın en heyecan verici evresi şüphesiz Tam Tutulma evresidir. Birkaç dakikalık tam tutulma süresince Güneş'in beyaz ışık koronası, hemen disk kenarında kromosfer adı verilen ince, kırmızı atmosfer tabakası ve bu tabakadaki madde çıkışı olayları gözlenebilir.

Güneş tutulmasını video kamera ile kaydetmek de ilginç olabilir. Fotoğrafik çalışmalara benzer şekilde, böyle bir video kaydı için de kameranın uçayağa sabitlenmiş olması tavsiye edilir. Tam tutulma dışındaki evrelerin kaydedilmesi için, kamera objektifinin önüne mutlaka güvenilir bir Güneş filtresi yerleştirilmelidir. Sayısal olmayan kameralarda ışık ayarları, sayısal kameralardaysa poz süresi, otomatik netlik ayarı, resim efekti, gibi tüm ayarlar otomatikten çıkartılmalı, Dolunay kullanılarak görüntü testleri yapılmalıdır. Bu durumda kameranın ekranında en iyi görüntü elde edilene kadar, modele göre değişen ayarlar kullanıcı tarafından yapılmalıdır. Tam tutulma evresindeyse filtre çıkartılarak kayda devam edilir. Kameralardaki kasetlerin kayıt süreleri gözönüne alındığında, yaklaşık 2 saat 30 dakikaya yakın zaman alan tüm tutulma süreci tek kasete kaydedilemeyebilir. Olay aynı kasete kaydedilmek isteniyorsa, tam tutulma dışındaki safhalar belirli aralıklarla ve kısa süreli olarak kaydedilebilir. En önemli kısım olan tam tutulma evresiyse mutlaka başından sonuna kadar, filtre kullanılmaksızın, kaydedilmelidir. Kameranın yakınlaştırma (zo-

om) ayarı öyle yapılmalıdır ki, tam tutulma evresinde Güneş ile birlikte çevresindeki taç tabaka da görüntülenebilmelidir.

Günümüzde fotoğraf makinaları, filmler ve elektronik görüntüleme sistemleri çok gelişmiş olmasına karşın Tam Güneş Tutulması ya da Ay'lı bir gökyüzü gibi çok farklı parlaklık aralıklarına sahip kompozisyonlar, gözün gördüğü gibi kaydedilememektedir. Bu yüzden tutulmanın "Tam Tutulma Evresi" sırasında tutulma gözlüklerinin çıkartılıp o muhteşem gökyüzünün mutlaka çıplak gözle izlenmesi gerektiğini hatırlatırız.

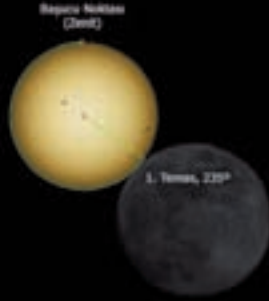
Ülkemiz coğrafyasının sahip olduğu tarihi ve kültürel zenginliklerle birlikte turizm potansiyeli de düşünüldüğünde bir "Güneş Tutulması Turizmi" için çok uygun şartlar oluşmaktadır. Özellikle Güneş tutulmasını gözlemek ve bu sırada tatillerini de ülkemizde geçirmek üzere yurdumuza çok sayıda yabancı gelecektir. Tam tutulma gözlenemeyecek bölgelerden tutulma hattındaki bölgelere gelecek yerli gözlemcilerle birlikte çok büyük insan aktivitesinin beklendiği bu tutulmada yerel yönetimler tarafından sağlık, güvenlik, ulaşım, konaklama ve haberleşme gibi konularda üst düzeyde önlemler alınmalıdır. Ülkemizin bir daha 2060 yılında yakalayabileceği bu fırsatı hem bilimsel hem de turizm açısından iyi değerlendirmeliyiz.

Ayrıntılı bilgi için:
<http://www.tug.tubitak.gov.tr/tutulma/> adresini ziyaret edebilirsiniz.

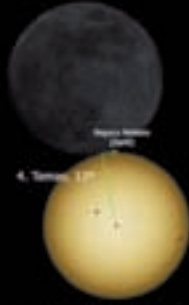
Dr. Tuncay Özışık
TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi
Prof. Dr. Adnan Ökten
İst. Üniv. Fen Fak. Astr. ve Uzay Bil. Böl.

29 MART
2006

Tam Güneş Tutulması

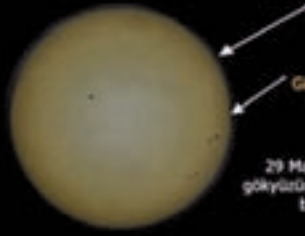


Güneş merkezinin ufuktan yüksekliği 57°



Güneş merkezinin ufuktan yüksekliği 46°

Temas zamanlarını test etmek isteyen gözlemciler için tutulmanın gökyüzündeki geometrisi, Antalya için hesaplanan giriş-çıkış açıları diğer tam tutulma izlenebilecek şehirler için de birkaç derecelik farkla kullanılabilir.



Ay'ın uzaklığı = 360,380 km
Ay'ın görünür çapı = 33' 09"

Güneş'in uzaklığı = 149,367,640 km
Güneş'in görünür çapı = 32' 02"

29 Mart 2006 Tam Güneş Tutulması'nda Ay'ın gökyüzündeki görünür büyüklüğü Güneş'in görünür büyüklüğünden biraz fazla olacaktır.

Şehir	Parçalı Tutulma Ortası	Maksimum Örtülme
ANKARA	14:02:19	%97.6
İSTANBUL	13:57:58	%86.7
İZMİR	13:52:37	%90.3
ADANA	14:02:55	%96.3

ŞEHİR	Tam Tutulma	
	Başlangıç	Bitiş
ANTALYA	13:54:31	13:57:56
KONYA	13:58:04	14:01:44
KARAMAN	13:59:15	14:00:53
AKSARAY	14:00:50	14:04:11
KIRŞEHİR	14:01:53	14:05:20
NEVŞEHİR	14:02:03	14:04:59
YOZGAT	14:03:41	14:07:17
KAYSERİ	14:04:16	14:05:07
TOKAT	14:06:07	14:09:41
AMASYA	14:06:25	14:08:25
SİVAS	14:06:57	14:08:41
ORDU	14:08:27	14:11:57
GİRESUN	14:09:10	14:12:16

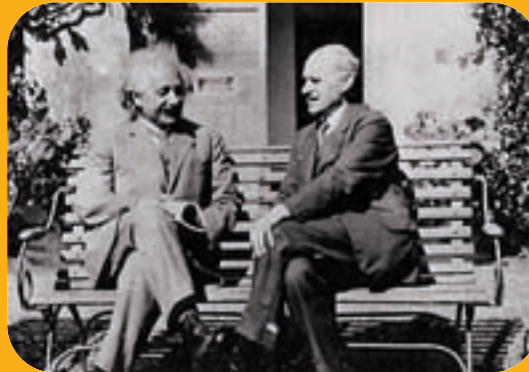
EINSTEIN İÇİN BİR GÜNEŞ TUTULMASININ ANLAMI !!

Tam Güneş tutulmaları oldukça güzel ve bir o kadar da dramatik olaylardır. Öyle ki, bazılarının gerçekleşmesi büyük bir istekle beklenmiştir. Bunlardan bir tanesi 29 Mayıs 1919 da Brezilya'da gözlenen Tam Güneş Tutulmasıdır

Albert Einstein'ın Genel Görelilik Kuramını savaş yıllarında geliştirmiş ve yine savaş yıllarında 1916 da yayınlamıştı. Daha sonra, savaştan çıkmış her alanda toparlanma dönemindeydi..

İngilizler, Albert Einstein'ın Genel Görelilik Kuramını ilk kez test ederek doğrulamak (ya da yanlışlamak) amacıyla 29 Mayıs 1919 tutulması için Brezilya'ya büyük bir araştırma gezisi düzenlemişlerdi..

Kuramdaki anahtar yaklaşım, bir ışık ışınının Güneş kenarından geçerken Güneşin çekim etkisiyle çok küçük miktarda ancak ölçülebilir düzeyde büküleceği şekliniydi. Ancak, artalandaki bir yıldızın tam güneş kenarından geçen ışığını gözle-



mek çok zordur. Bir tam tutulma bu olanağı verebilirdi. Ay, güneş ışığını kapatarak hemen arkadaki artalandaki yıldızların görülmelerini, çekilecek fotoğraflardan konumlarını ölçebilecekleri ve varsa bükülmeyi gözleyebilecekleri bir olanak sağlayacaktı..

1919 tutulması 1914-1918 dünya savaşını izleyen yıllarda yapılan büyük araştırma gezilerinin ilki idi. Havanın bululu olma olasılığına karşın ekip iki ayrı bölgeye gönderildi. Bu ekiplerden birisine ünlü İngiliz astrofizikçi Arthur Stanley Eddington başkanlık ediyordu.

Tutulma sırasında fotoğraflar çekildi, gözlemler yapıldı. Sıra değerlendirmeye geldi..

Tutulmadan sonra, astronomlar fotoğrafların ölçümünü yaptılar. Sonuç : yıldız ışığındaki sapma tam Einstein'ın öngördüğü şekilde çıkmıştı.

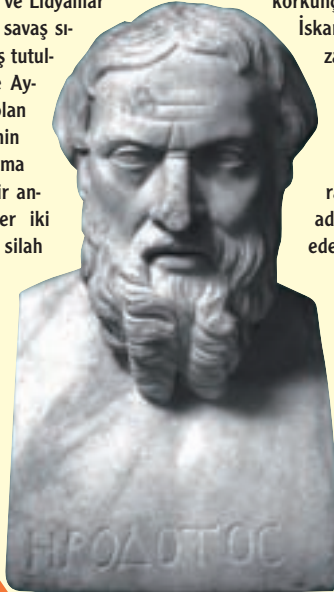
Bu tutulma, Bir alman fizikçi tarafından savaş yılları içinde geliştirilen bir kuramın, İngiliz astronomları tarafından test edilerek doğrulandığı tutulma olarak hatırlanacaktır..

Einstein, birden adını tüm gazetelerin baş sayfasını süslerken buldu. Tam anlamıyla bir gecede dünyanın en ünlü bilim insanı oluvermişti.

GÜNEŞ TUTULMALA

İnsanlık tarihi, inişlerin, çıkışların olduğu, korku ve cesaretin ama en çok da merakın etkin olduğu uzun bir süreçtir. Toplumsal akımlar ve toplumlar arasındaki savaşlar, tarihte derin izler bırakmış keskin dönemeçleri oluştururlar. Tarihin akışına yön verirler. Bu uzun süreçte insan ve oluşturduğu toplumların bakış açıları, duygu ve düşünce yapıları, belli belirsiz etkiler ortaya koyar. Oysa, daha geniş bir perspektiften bakıldığında bunların, keskin ve kısa süreli etkilerden çok daha önemli uzun soluklu net etkiler ortaya koydukları görülür. Örneğin, bir doğa olayından duyulan korku nedeniyle bunun üzerine gidilememesi toplumların geri kalmasında büyük role sahiptir. Buna en ilginç örneklerden biri, toplumsal bakış açısının ne kadar önemli olduğunu gösteren "Güneş Tutulmaları"dır. Güçlü ışığı ile tüm yeryüzünü aydınlatan, gökyüzünde ışıl ışıl parlayan Güneş, gün gelir gün ortasında tertemiz bir gökyüzünde, birden bire kararır. Durduk yerde Güneş'e ne olmuştur? Elbette, bu işin içinde kötü güçler olmalıdır! Bu düşüncenin ortaya koyduğu korku ve endişe, basit bir astronomik olayın binlerce yıl çözülmemesine ve toplumların geri kalmasına neden olmuştur. Bu korku, toplumların bilinçaltında öyle yer etmiştir ki günümüzün modern dünyasında dahi izlerine rastlamak mümkündür.

Kayıtlara geçen ilk Güneş tutulması günümüzden 2769 yıl önceye dayanır. Eski Asya Kronolojisi'nde önemli bir yere sahip olan ve kesin olarak milattan önce 15 Haziran 763 olarak tarihlenen bu olay, bir Assyrian yazıtında geçmektedir. Bu yazıt dışında, Babil ve Çin'de daha eski tarihlerde tutulmaların izlendiğine ilişkin tartışmalar olsa da bu tutulmaların gerçekliği ispatlanamamıştır. Sonraki tarihlerde yaşanan bazı tutulmaları Herodotus'un anlatımlarında öğreniyoruz. Herodotus, eski bir İran halkı olan Medler ve Lidyalılar arasında sürmekte olan bir savaş sırasında ortaya çıkan Güneş tutulmasının, Ege Bölgesi'nde Aydın civarında yaşamış olan Thales tarafından tahmin edildiğini yazar. Tutulma sırasında Güneş'in bir anda kararmasıyla her iki tarafın askerleri silah bırakırlar ve barış imzalarlar. Tanrılar sa-



Herodotus

vaşı istememiştir. Herodotus'un yazdıkları, geçmişten günümüze kadar çok kişi tarafından incelenip araştırılırsa da bir savaşı durduran bu tutulmanın hangi tutulma olduğu kesinlik kazanamamıştır. Ancak, en güçlü adaylardan biri, milattan önce 28 Mayıs 585'de gerçekleşen ve Anadolu'da Kızılırmak bölgesinde izlenen tutulmadır. Yine Herodotus'a göre, milattan önce 17 Şubat 468'de, Lidya Krallığı'nın başkenti olan Sardis'ten (günümüzde Manisa-Sard bölgesi) izlenen bir halkalı Güneş tutulması gerçekleşmiştir. Pers Kralı Xerxes, tutulmayı izlemek için ne yazık ki Yunanistan'a doğru gitmiştir. Herodotus'un kaydettiği bir başka tutulmaysa, bir yıl sonra milattan önce 477 yılının 1 Ağustos'unda gerçekleşmiş ve eski Yunan şehri olan Sparta'dan izlenmiştir. Bu kayıta göre, Kral Cleombrotus'un Sparta'ya dönüşünden, Pers ordu komutanı Mardonius'un MÖ 477 yılının ilk bahar başlangıcında eski Yunan şehri olan Thessaly'e doğru ilerlemesi ve başkent eski Atina üzerine ikinci saldırışı ve Thermopylae ile Salamis savaşlarından sonraki bir gün, gün ortasında gökyüzü ansızın kararır. Ancak, kayıtlarda geçen tarihlerle modern tarihlerin bir ya da iki yıl kadar farklı çıkması bu son iki tutulma tarihi konusunda soru işaretleri oluşmasına yol açmaktadır.

Güneş tutulmaları, şaşkınlık uyandırabilecek olaylardır. Bir tam tutulma sırasında, tam tutulmanın izlenebileceği bir bölgedeyseiz eğer, çevrenizde, yeryüzünde ve gökyüzünde bazı anlık değişimler ve hayvanların buna verdiği tepki dikkatinizi çekecektir. Güneş'in ansızın kararır kaybolmasıyla gece olduğunu sanan kuşların buldukları yerden havalanmaları, köpeklerin ulması ve belki de çok küçük bir sıcaklık düşüşü ile çok hafif bir esintinin ortaya çıkması buna verilebilecek örneklerdir. Tarih öncesi çağlarda, Güneş tutulmaları ve doğanın buna verdiği tepki, genellikle mistik hikaye ve mitlerle açıklanmaya çalışılıyordu.

Eski çağlarda tutulmalar, yeryüzündeki yaşam için korkutucu olaylardır. Bir çok mit, tutulmaları korkunç olaylar olarak açıklar. Örneğin bir İskandinav mitine göre, bir büyücü cezalandırılır ve zincire vurulur. Büyücü intikam için gökyüzünde kurtlar yaratır ve bunlardan biri Ay içindir. Ay'ı yemek ister ve zaman zaman da başarılı olur. Ay, niye kararır olmalı? Norveç mitolojisinde, adına Skoll denen ve Güneş'i takip eden bir başka kurt vardır. Zaman zaman Güneş'i yakalar ve yutar. Güneş ansızın yok olur. Çin'de gökyüzüyle ilişkili tanrısal bir köpek bu görevle uğraşırken, bir başka Asya kültüründe bu işi bir ejderha yapmaktadır. Adına sonradan "The Kingdom of Transylvania" denen Romanya'nın halkında da korkunç mitlere inanılmaktadır. Bölgedeki inanışa göre, insanların olumsuz davranışları Güneş'i etkilemektedir ve Güneş gökyüzünde kararır kaybolur. Güneş kaybolduğundaysa yeryü-

zünde kötü şeyler olacaktır. Örneğin, köpekler havlar, ulur, baykuşların çığlıkları duyulur ve orayı hayaletler ziyaret eder. En kötüsü de, Güneş kaybolduğunda zehirli bir sis çöker ve insanlara hastalık getirir. Bu zehirli sis; suları, meyveleri, sebzeleri ve hatta yeni yıkanmış olup kurumaya bırakılan çamaşırları kirletir ve zehirler. Vampir ve hayaletlere inanan Transilvanyalılar, tutulmalar sırasında temiz nefes alabilmek için ağız ve burnlarını bezlerle örterler.

İlk çağlarda toplumların bu korkutucu mitlere inanmasına karşın, dönemin cesur bilimcileri Güneş'i ve tutulmaları incelemeyi sürdürmüşlerdir. Büyük olasılıkla milattan önce 28 Mayıs 585 tarihinde gerçekleşen tutulmayı Thales'in önceden tahmin etmesi bunun en güzel örneklerinden biridir. Güneş üzerine dönemin bilimci ve filozofları, Güneş tutulmalarında Ay'ın rolünün olup olmadığını çözmeye çalışıyorlardı. Günümüzden 2000 yıldan daha uzun zaman önce gerçekleşen bir tutulma için, MÖ 130 yılında ünlü astronom Hipparchus, farklı iki bölgede gözlem düzenlemiştir. Amacı, tutulmalar sırasında ölçüm yaparak, Ay'ın Yer'den olan uzaklığını belirlemektir. Bundan 500 yıl sonra Theon adı verilen bir bilimci, tutulma başlangıcı, ortası ve sonun zamanını ölçmüştür. Bu ölçüm için, bir saatlik zaman dilimini 5 ya da 6 eş parçaya ayırabilen bir su saati kullanmıştır. Günümüzden 2000 ve 1500 yıl öncesinde bu gözlemler yapılırsa da aslında tutulma sırasında Güneş'in Ay tarafından örtüldüğü tam olarak belirlenememiştir. Bunun birkaç nedeni vardır ve en önemlisi, çıplak gözle doğrudan Güneş'e bakmaktaki zorluk ve tehlikeydir. Teleskop ve gerekli donanımın gelişmesine kadar süren süreçteki zorluğa toplumdaki korkular, inançlar ve bunlardan doğan zorlamalar da eklenince, tutulmalar üzerine yürütülen bilimsel çalışmalar oldukça yavaş ilerlemiştir. 1610 yılından sonraki yıllarda Güneş'i incelemek için teleskobun kullanılmasından sonra tutulmalara ilişkin çok daha fazla soru ortaya çıkmıştır. Sayısız bilimci bu sorulara yanıt bulmak ve bunun için de tutulmaları incelemek için tutulmanın izlenebileceği bölgelere uzun ve yorucu yolculuklar yapmışlardır. Tüm bu yolculuklarda temel amaç, Güneş ve yeryüzündeki yaşam hakkında biraz daha fazla bilgi sahibi olmaktır.

Francis Bailey, tutulmalardan korkmayan bir İngiliz maceracıdır. 1796'da el değmemiş bölgeleri keşfetmek için Amerika'ya gelmiştir. Bailey, New Orleans'a kadar kayıkla gitmiş sonrasında, New York'a kadar olan ve 2000 km'yi aşan yolu yaya olarak geçmiştir. Ardından Afrika'yı da keşfetmek isteyen Bailey, parasızlıktan bunu başaramamış ve önce para kazanmaya karar vermiştir. Yeteneği ve çalışkanlığı ile 51 yaşında emekli olur. Bu süreç zarfında kendini de geliştirerek ünlü bir astronom olmuştur. 1836 yılında, bir halkalı Güneş tutulmasını izlemeyi başarmıştır. Halkalı Güneş tutulması, tam Güneş tutulması durumunda Ay diskinin Güneş diskini tam olarak örtemediği durumda oluşur. Bunun nedeniyse Ay'ın Yer'e olması gerekenden uzak, Güneş'inse yakın olmasıdır. Bailey, bu tutulmayı semviş ve yaptığı betimlemelerle diğer insanların da buna merak salmasına yol açmıştır. Sonunda o güne değin gö-

ARININ İLGİNÇ TARİHİ

rülmedik bir eğilim başlatmıştır: “tutulma gözlemi modası”. Altı yıl sonra bir de tam tutulma gözlemi yapmıştır. Bu tutulmayı betimlerken, “çok güzel, görülmeye değer, şeref verici” gibi terimler kullanmıştır. Bailey’in bu popüler tanımlaması, yanlış düşüncelere sahip olmalarından dolayı yanlış yolda ilerleyen bir çok insanın fikrinin değişmesine ve doğru yolu bulmasını sağlamıştır. Tutulmalar, insanların bakış açısında korku ve dehşet verici bir olgudan, keyif verici görülmeye değer bir olguya dönüşmüştür. Tutulmalar sırasında saklanacak yer aramaktan, tutulmaların izlenebilmesi için gezi ve seyahat planları yapılmaya başlamıştır. Bir çok tam tutulmanın hemen öncesi ve sonrasında ortaya çıkan “elmas yüzük” görüntüsüne Francis Bailey’in adına “Bailey’s Beads” adı verilmiştir.

İlerleyen 50 yılda gözlem ve bu gözlemler için yapılan yolculuklarda amaç, tam tutulma sırasında ortaya çıkan ve gümüş bir taça benzeyen parlak korana hakkında daha fazla bilgi edinilmeye yöneliktir. 1860’da, Güneş tutulması gözleminde ilk kez kameralar kullanılmıştır. Elde edilen resimlerde, korona ve prominace gibi yapıların gerçekten de Güneş’e ait yapılar olduğu ortaya çıkmıştır. Sonraları ortaya çıkan soruların başındaysa bu yapıların tam olarak ne olduğudur. Sonraki yıllarda yapılan gözlemlerde kameraların yanısıra prizmalar da kullanılmıştır. Prizma kullanımındaki amaç, prizmadan geçen ışığın farklı renklerde çizgilerin oluşturduğu tayfa ayrışmasıdır. Farklı elementler, bu çizgilerin bazılarının parlamasına bazılarınınmsa kararmasına neden olur. Güneş’teki sıcak gazlar, bazı parlak ve kalın çizgilerin oluşmasını sağlar. Güneş’in bu gözlemlerinde bazı çizgiler hidrojenin, bazıları da helyumun varlığı nedeniyle oluşur. Yapılan bu ilk tayf gözlemlerinden yaklaşık yüz yıl sonra bir bilimci, bazı çizgilerin çok yüksek sıcaklığa sahip demir iyonları nedeniyle oluştuğu keşfetti. Bu çok yüksek sıcaklıktaki demir iyonlarının sıcaklığı neredeyse birkaç milyon C derecedir. Geçen yüzyılın başlarına geldiğindeyse daha çok merak edilen konuya Einstein’ın kuramlarının gerçekten doğru olup olmadığıdır. Tam tutulma sırasında, aslında Güneş’in arkasında kalan yıldızdan gelen fotonların Güneş’in kütle çekiminden etkilenip yollarını değiştirmesiyle bu yıldız görünür hale gelebilir miydi?



1858 yılındaki tam güneş tutulması sırasında çizilmiş resim.

Görüldüğü gibi tutulmalar, Güneşi merak eden bilimcilere yeni yollar ve fırsatlar sunmaktadır. Ancak incelemeler o kadar da kolay değildir. İlk çağlardan bu yana bir çok bilimcinin çalışmaları başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bir çok tutulmada karşılaşılan başlıca problem kötü hava koşullarıdır. Çoğu kez bilimciler, seyahatlarının sonucunda tutulmayı görememişlerdir. Ancak yapılamayan gözlemleri engelleyen tek neden bulutlar değildir. Bazı ilginç olaylarda yaşanmıştır

1780’de, tutulma gözlemi yapmak isteyen ilk Amerikan ekibi yola çıkmış ve tutulmanın izlenebileceğini düşündükleri Maine’ye gitmişlerdir ancak tam tutulma gerçekleşmemiştir. Nedenise, bir hata sonucu ekibin tam tutulmanın izlenebileceği bölgenin dışında kalmasıdır. 1851 yılında tam tutulma sırasında koronanın gözlemi için ilk kez kamera kullanılması kararlaştırılır ve seyahat planı yapılır. Tutulma sırasında tek kare fotoğraf çekilemez. Ekipte yalnızca bir fotoğrafçı vardır ve o da kamerayı hazırlamayı unuttur. 1887’deki tutulmada bir Rus astronom, bulutların gözlemi etkileyeceğinden korkarak bir balon ve baloncu kiralar. Kalkış sırasında baloncu yanlışlıkla balondan düşer. Astronom, yalnız yükselmek ve balonu kendisi kontrol etmek zorunda kalır. Astronom tutul-

manın eşsiz manzarasını görse de bilimsel hiçbir gözlem yapamaz çünkü, balonun kontrolü zordur ve o bununla uğraşmaktadır. Yıl, 1914. Bir Alman bilimci, tam tutulma sırasında Güneş’in ardında kalan bir yıldızın görünüp görünmeyeceğini inceleyip Einstein’ın kuramlarını test etmek ister. Ağustos ayında bir tam tutulma vardır ve Rusya’dan gözlenebilecektir. Yaz başlangıcında tüm ekipmanını toplar ve tutulmanın gözlenebileceği bölgeye gider. 1 Ağustos’a, Almanya Rusya’ya savaş ilan edinceye kadar herşey yolundadır. Alman bilimci o tarihte Rusya’dadır ve cephede Rus hattının içerisinde kalmaktadır. Tutuklanır ve ekipmanına el konur. Sonradan iki ülke esirlerini değişik tokuş ederken ülkesine dönüp serbest kalsa da tutulmayı kaçırmıştır. 1958 yılında tam tutulma vardır ve Büyük Okyanus’un ortasındaki küçük bir ada olan Puka Puka adasından gözlenebilecektir. Bilimciler tutulma sırasında Güneş koronasında bulunabilecek yeni elementlere ait tayf çizgilerini bulmak için adaya seyahat düzenlenir. Puka Puka’ya yolculuk başlayacağı gün geldiğinde gözlem araç gereçleri hazır değildir. Ekip gerekli tüm parça ve ekipmanı yanlarına alarak yola çıkar. Yolculuk sırasında canla başla çalışır ve adaya ulaşır tutulma anı geldiğinde tüm gözlem araç gereci hazırdir. Tutulmanın gerçekleşeceği sırada hava kapatır...

Tutulmalar sayesinde doğa hakkında çok şeyler öğrendik. Şimdi kesin olarak biliyoruz ki Güneş tutulmaları, Ay diskini Güneş diskini örtmesiyle ortaya çıkıyor. Bu ve benzeri olayları açıklamak için, mitlere, mistik hikayelere ve bunların ortaya çıkardığı korkulara ihtiyacımız yok. Görünen o ki, korkularımızdan da büyük ölçüde kurtulduk. Ancak, binlerce yıldır toplumların benliğinde yer etmiş korku ve endişelerin bazıilerini birçok toplumda görmek de mümkündür. Bunun en önemli kanıtı, günümüzde bir birinden bağımsız iki doğa olayını bir potada eritip yeni korku ve endişelerin türetilmesidir. 11 Ağustos 1999 tarihinde ülkemizden de izlenen bir tam Güneş tutulması gerçekleşmiştir. 17 Ağustos 1999 tarihinde de ülkemizde Marmara Bölgesi’nde bir deprem meydana gelmiştir. Bir birinden bağımsız bu iki doğa olayı çeşitli nedenlerle ilişkilendirilmiş ve toplumumuzda yersiz bir endişe ve korku yaratılmıştır. İlk çağlardaki bilimcilerin yaptığı gibi korkularımızı bir yana bırakıp öncelikle tutulmalar ve depremler hakkında bilgilenmeliyiz.

Araş. Gör.

Hasan Ali Dal

Ege Üniversitesi Fen F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Kaynaklar

<http://www.thursdaysclassroom.com/>
<http://www.exploratorium.edu/>
<http://www.hermit.org/eclipse/>
<http://earthquake.usgs.gov/>
<http://www.koeri.boun.edu.tr/>

2001 yılındaki bir tam tutulma sırasında alınmış ve elmas yüzük etkisini gösteren fotoğraf.



BABİL'DE "TUTU

Babilî din adamları gök cisimlerinin devinimlerini "okumada", kralların "yazgılarını" ve hava durumunu öngörmekte büyük beceri kazanmışlardı. Ay ve Güneş tutulmalarını, kuyruklu yıldızları, kurban edilen hayvanların iç organlarının koşulları gibisinden "işaretleri" yorumlayarak görevlerini yerine getiriyorlardı. Babilî din adamları geleceği öngörmekte iki yöntem kullanıyorlardı: 1) Haruspex - kurban edilen hayvanların karaciğerlerinin incelenip yorumlanması ve 2) Hemeroloji - gökyüzünün ve gökyüzünde süregelen olayların "okunması".

Erken dönem Babil'de gökyüzü olaylarını "okuma" ve yorumlama önemliydi. Özellikle tutulma ve kuyruklu yıldızlara büyük ilgi vardı. Haruspex ve Hemeroloji, yaşadıkları dünyevi olgularla dış dünya arasında ussal benzerlikler ve ilişkiler kurma demektir. Buna "denk gelme ilkesi" (principle of correspondence) ya da "benzerlikler yasası" (law of analogies) denir. Önemli olan şey, nesne ve nesnenin içinde bulunduğu koşullarla dış dünya arasında bir ilişki "görebilmektir"!

Örneğin tutulmalar Babilîler için felaket anlamına geliyordu. Çünkü birileri Babilîlerin tanrılarını onların gözleri önünde "yiyordu"! Eğer ay, ve daha önemlisi Güneş, gökyüzünden fiziksel olarak yok olacak olursa, bir felakete karşılaşılabileceklerini inanıyorlardı. İlkeldiler ancak felaket korkusuna kapılmada son derece haklıydılar. Çünkü tutulmaların bir gök cisminin gölgesinin yeryüzüne düşmüş olduğunun ayırıcılığı değildi. O nedenle onlar için tutulmalar, Güneş, ay ve onları simgeleyen tanrılar ve dolayısıyla tanrıların yönetimi altında bulunan insanlar için tehlike demektir.

Gökyüzü kültürü önem kazandıkça Babilîler, din adamları için zigguratlar yapmaya başladılar. Zigguratlar, geniş, düz piramitler biçimindeki gözlem tapınaklarıdır. Babil'in gökbilimci din adamları zigguratların tepesinden tertemiz çöl gökyüzünü incelemeye başladılar. Artık, tutulum çemberi üzerindeki yıldızların arasından geçen bibbuların yolu (Anu Yolu) haritalarına noktalayabileceklerdi. Babilîler zigguratların yapıyla birlikte ay takvimlerini değiştirip daha doğru olan ve bizim bugün kullandığımız ay - Güneş takvimine geçtiler. Son olarak sayısal çizelgeler geliştirdiler. Bu çizelgeler yardımıyla gök cisimlerinin çevrimsel devinimlerinin haritasını çıkardılar. Daha önemlisi, tutulum ve kavuşum gibi önemli gök olaylarını doğru olarak öngörebilme becerisini geliştirdiler.

Ünlü Astrologlar ve Öngörülleri

Astrologların öngörülleri geniş bir yelpazeye yayılmıştır! evrenin yokoluşu, borsa dalgalanmaları, deniz yolculuklarının en güvenli zamanı, sağlıklı ve zeki nesiller yetiştirme amacıyla en uygun çiftleşme zamanı, vb. Astrologların horoskop hari-



Colombus, yerliler ve Güneş Tutulması...

talarına giremeyecek denli küçük ya da büyük bir şey bulabilmek olası değil; bu haritalara her şey girer !

Astroloğun "sanatı" hem müşteri hem de astrolog açısından oldukça bencilidir. Bu bencilik her iki tarafa da büyük zararlar verebilir.

Bu tür astrolojik felaketlerden ilki eski Çin kayıtlarında görülmektedir. İmparator H'in, görevlerini yerine getirmedikleri gerekçesiyle iki astroloğunun kafasını uçurmuştur. Bir tutulmayı öngöremedikleri için mi yoksa Ay tanrısının "yenilmesini" engellemek için gerekli törenleri düzenlemedikleri için mi öldürüldükleri açık değil!

Milet'li Thales'in tutulma öngörüsü

Çin'li iki astrologun kelleleri, bir tutulmayı öngöremedikleri için mi kesildi tam olarak bilemiyoruz ama, tutulmaları çok önceden bilmenin, öngörmenin oldukça önemli işlevi olduğu yine mitolojiden bilinmekte. Bunlardan en önemlisi ya da en meşhuru Milet'li Thales'in (Doğum MÖ 600 den önce) öngörüsüdür. Thales, bu konudaki çalışmaları ile Jülien tarihi ile MÖ 585, 28 Mayıs günü gerçekleşen tam güneş tutulmasını çok önceden öngördü. Bu öngörü, filozof bir yaklaşımla kullanıldı, Tam Güneş Tutulması bir kehanet, tanrıların bir işareti olarak sunuldu ve Lidyalılar ile Medler arasında ki savaşı bitirdi, barış sağlandı.

Su, Kan ve İstatistikler

Gök cisimlerinin suyun tepkime oranı üzerine olan kuramsal etkisi tartışılmaz açıdan çok önemlidir. Su, yaşamın sıvı temelidir; bitki, hayvan ve insanların toplam ağırlığının % 50 denlisi sudur. Eğer, Güneş'ten gelen elektromanyetik ve kozmik ışınların, hücrelerimizdeki, kanımızdaki ve diğer vücut sıvılarımızdaki suyun fiziksel yapısını ve tepkime oranlarını etkilediğini gösterebilirsek, bu sonuç dibrimilim açısından çok önemli sonuçlara işaret edecektir.

Bu nedenle, kan özelliklerinin ve tepkime oranlarının Güneş ışınlarıyla ve özellikle Güneş lekeleleriyle ilişkilendirilme çalışmaları hiç de şaşırtıcı olmamalıdır ! Bu bağlamda Maki Takata'nın çalışma-

larına sıkça gönderi yapılmaktadır. Takata, "flocculation index" ölçümleri için bir kimyasal test geliştirdi. Ancak doktorlar, klinik kullanımlarda "flocculation index" in beklenenden daha çok değiştiğine dikkat ettiler. Bunun üzerine Takata değişikliğin nedenlerini araştırmaya başladı.

İlginçtir ki, Takata, "flocculation index" in Güneş leke etkinliğine bağlı olduğunu söyledi! Daha da şaşırtıcı olanı, Takata, test için gerekli olan reagent niceliğinin gün doğumundan hemen önce büyük bir artış gösterdiğini gördü. Takata doğal olarak, tepkimenin Güneş'ten gelen bir tür ışınlı etkilediği sonucunu çıkardı. Güneş çevrenin (ufkun) üzerine çıkarken hastalarının, onların kanlarının ve test tüplerinin Güneş kaynaklı ışınlı bombardımana tutulduğu ve bu ışınlı bombardımanın da "flocculation index"ini arttırdığını düşündü. Bu sonuç, "Güneş ışınları kanımızı ısıttığı için vücut ısımız sabahları artıyor" anlamına gelir !

Dr. Takata araştırmalarını 1930 lu ve 1940 lı yıllarda sürdürmüştü. O zamanlar dirimsel saatlere ilişkin çok şey bilinmiyordu. Ancak şimdi, iç saatlerin ve hormonların vücut kimyamızdaki günlük değişiklikleri açıklayabildiğini biliyoruz. Bunun için dış kuvvetlere ya da Güneş ışığı dışında başka bir etmene gereksinimimiz yok. Dr. Takata deneylerini yaparken ışık önleyiciler kullanmanın yanı sıra yüksekte uçan uçaklar ve Güneş tutulmalarını da kullanmıştır. Ancak yaptığı deneyler iyi denetlenmiş deneyler değildi. Ayrıca, bu deneyler çok az sayıda kişi üzerinde yapıldığından örnek sayısı da yeterli değildi; buna bağlı olarak sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz ve güvenilir olmayan sonuçlardı.

Christopher Columbus ve Ay Tutulması

Yeni Dünya'ya yaptığı uzun ve zorlu geçen dördüncü yolculuğunda Christopher Columbus gemilerinden ikisini terketmek ve son iki karavelini de Jamaica'nın kuzey sahillerinde karaya oturtmak zorunda kaldı.

1504 yılının Şubat ayına geldiğinde Columbus son altı ay içinde karaya kısıtlanmış atıl bir gemici durumundaydı. Besin stokları hızla tükeniyor-

TUTULMALAR”

du. Daha sonra gelişen olayları Ferdinand Columbus şöyle anlatıyor: “Amiral üç gün sonra gece başlayan Ay tutulması olacağını anımsadı. Jamaica’lı yerlilere, karşılığını değişik ürünlerle ödedikleri halde yiyecek maddesi getirmekte ne denli vurdum duymaz davrandıklarını Tanrı’nın gördüğünü söyledi. Tanrı’nın yerlilere çok kızdığını ve onları büyük bir açlık ve sefaletle cezalandırmakta kararlı olduğunu duyurdu.

“Bunun için Tanrı gökyüzünde sergileyeceği bir işaretle cezanın geleceğini belirtecekti. Bu nedenle o gece Ay’ın yükselişini çok dikkatli izlemelerini istedi. Ay, Tanrı’nın yerlilere göstereceği kötülüklerle işaret edersine gazabından kıpkırmızı kesilecekti*. Columbus ile yerliler arasındaki konuşma bittikten sonra yerliler ayrıldı; bazıları korkmuş görünürken bazıları da bunların boş tehdit olduğunu düşünüyordu.

“Ancak Ay’ın yükselmesiyle birlikte tutulma da başlamıştı; Ay yükseldikçe tutulma ilerliyordu. Bunu gözleyen yerliler şaşkınlık ve korku içinde ağlayarak ve ağıtlanarak gemiye her türlü yiyecek ve içecek akıtmaya başladılar. Amiral’den Tanrı’nın gazabını durdurmasını istiyor ve gelecekte her türlü gereksinimlerini karşılayacaklarına sözüveriyorlardı.

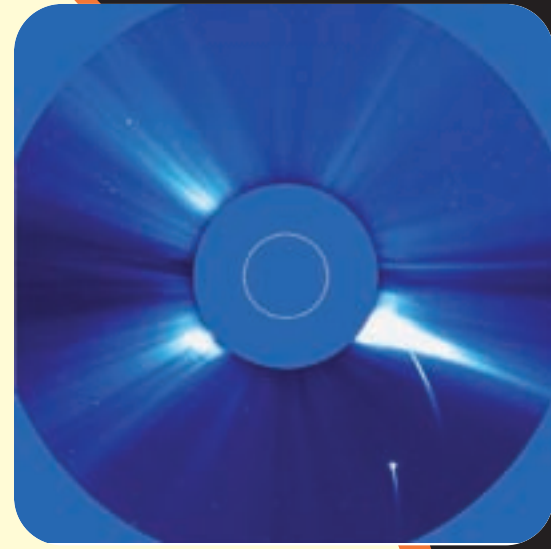
“Amiral bir süre Tanrı’yla konuşmak istediğini belirterek kaptan köşküne çekildi. Bu arada tutul-

ma ilerliyordu ve yerliler yardım etmesi için yalvıyorlardı. Amiral tam tutulmanın gerçekleştiğini ve birazdan geçmeye başlayacağını bildiğinden köşkünden çıktı, Tanrı’nın yerlileri affettiğini ve bunun bir işareti olarak Ay’ın kızılığının geçeceğini söyledi. Bu olaydan sonra yerliler bize karşı tutumlarında son derece dikkatli olmaya başladılar ki biz de bunu istiyorduk”.

20. yüzyıla dek Güneştacı (corona) gözleminin tek yolu, oturup(!) Güneş tutulmalarını beklemektir. Ancak, 1930 lu yıllarda Lyot, koronagrafi keşfetti (Cranmer, 2002). 1970 li yıllardaysa Kohl ve ark. (1978) ve Withbroe ve ark (1988) (Cranmer, 2002) moröte koronagraf spektrometresi geliştirdi. Bu iki gelişmeden sonra güneştacı plazma fiziklerinin sürekli ve ayrıntılı çalışmaları başladı.

1939 yılında Grotrian ve Edlen, daha önce kökeni anlaşılmamış olan salma çizgilerinin, sıcaklığı 10⁶ K düzeyinde olan plazmada üretilen yüksek derecede iyonlaşmış Fe (Demir), Ca (Kalsiyum) ve Ni (Nikel) O (oksijen) çizgileri olduğunu buldu.

Koronagraflar Güneş atmosferindeki büyük ölçekli manyetik alanların geometrisinin saptanmasına olanak tanır. 1957 yılında Waldmeier, bugün güneştacı deliği (coronal hole) olarak bilinen karanlık bölgelerin hızlı güneş rüzgarının üretildiği açık manyetik alan çizgilerinden oluşan bölgeler olduğunu duyurdu.



Haziran 1998 günü SOHO gözlem uydusundaki Koronagrafla görüntülenen manyetik alan geometri ve Güneş’e doğru yaklaşan iki kuyruklu yıldız. Bu kuyruklu yıldızlar diğer tarafta görülmediler, Güneş’e düşmüş olmalıdır.

Prof. Dr. E. Rennan Pekünlü

Ege Üniv. Fen Fakültesi

Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

* Tutulma sırasında Ay genellikle bakır rengi olur. Yer atmosferinden geçip Ay’a ulaşan Güneş ışığındaki mavi ve mor bileşenler saçılma ve kırılmaya uğrar. Kırmızı ışıkta Ay’a ulaşır, yansır Yer’e döner ve Ay’ın bakır rengi görünmesine neden olur.

Kaynaklar:

D.W.Olson, Sky&Telescope, Ekim 1992, s. 437.

S.R. Cranmer, Space Science Reviews 101: 229-294, 2002.

Lawrence E. Jerome, Astrology Disproved, Prometheus Books, Buffalo, N.Y. 14215, 1977

Kim Korkar Güneş Tutulmasından

M.Ö. 565 yılı 28 Mayıs’ında Medlerle Lidyalılar arasında beş yıldır bütün şiddetiyle süren meydan savaşı gün ortasında havanın birden kararıp güneşin siyaha dönmesi nedeniyle aniden durur. Yozgat’ın Çamlıbel mevkiine düşen Kerkeniz dağının yakınlarında savaşan bu insanlar bu olağanüstü durum karşısında tanrıların savaş istemediğini düşünürler ve savaşa son verirler.

Herodot tarihinden öğrendiğimiz bu savaşı durduran olağanüstü olay neydi? Romantik uydumuz Ay’ın dünyamızın etrafındaki olağan gezintisini yaparken Güneş ile aramıza girerek bir gölge konisi oluşturmasıdır. Bu gölge konisi yeryüzünde nerelere rastlarsa o şanslı bölgelerde güneş tutulması gerçekleşir. Güneşin büyüklüğü, Ayın büyüklüğünün 400 katı ve Güneşin Dünya’ya uzaklığı Ayın Dünyaya uzaklığının 400 katı kadardır. Bu oranlar sayesinde Dünyamız tam tutulma olayına tanık oluyor. Oranlar farklı olsaydı tutulma diye bir şeyi hiç göremeyecektik ya da

Mısır Güneş tanrısı “Ra”



yalnızca halkalı tutulmalar izleyebilecektik. Yani Ay Güneşin önünden küçük bir yuvarlak şekilde geçecekti; aynı Merkür ya da Venüs geçişinde olduğu gibi.

Yurdumuzdan son olarak 11 Ağustos 1999 tarihinde izlenen yüzyılın ve ikinci bin yılın son tam güneş tutulmasında da görüldüğü gibi gün ortasında etraf yavaş yavaş karanlığa başlar ve Güneşin yerinde simsiyah bir yuvarlak ve etrafında harikulade bir parlaklık, bir taç oluşur ve parlak yıldızlar ortaya çıkar. Ortamın böyle hızla değişmesi bütün canlılarda bir korku, bir gariplik ve ürperti yaratır. Bu anda doğadan yükselen tutulmanın sesi ya da sessizliğini dinlemek ve bu olağanüstü manzarayı izlemek insanlara çok büyük bir keyif verir ve adeta bir alışkanlık yaratır. Bu nedenle de bu olayı bir kez izleyenler bu muhteşem anı bir kez daha yaşayabilmek için “tutulma kovalayanlar” ordusuna katılarak her yıl dünyanın çeşitli yerlerine bu tam tutulma olayını izlemeye giderler. İzleyebildikleri tutulmaların çokluğu bu ordunun neferleri arasında bir özgünç kaynağıdır.

Güneş tutulmaları tarihin başlangıcından beri tüm medeniyetlerin kültürlerinde farklı biçimlerde yer almıştır. Eski Yunandan Mısır’a, Mezopotamya’dan Çin’e kadar insanlara korku vermiş, efsanelere kaynak olmuş ve mitolojik öğeler kullanılarak açıklanmaya çalışılmıştır. Aniden gelen bu karanlık, Çin’de ejderhanın Güneşi yemesi şeklinde algılanırdı. Bu yüzden de tutulma sırasında davullar çalılıp, gökyüzüne oklar atarak bu ejderhayı korkutmaya çalışılırdı. Atinalılar güneş tutulmasını kızgın tanrıların işi olduğunu dü-



İskandinav güneş tanrısı “Solvogn”. Bir at arabasının hergün güneş tanrısını getirip her akşam geri götürdüğüne inanılırdı.

şünerek kötü kehanetlerde bulunurlardı. Mısır’daysa kötü kalpli bir yılının Güneş tanrısı Ra ile yaptığı kavga olarak gösterildi. Vietnamlılara göre bir kurbağanın işi olmasına karşın Güney Amerika’da kara bir jaguarın, İskandinavya’daysa güneş tanrısı solvogn ile ay tanrısı mani’yi kovalayan iki kurdun marifeti olduğuna inanılırdı. Kızılderililerdeyse tutulmalar Ay ve Güneş arasındaki kavga olarak tanımlanırdı. Mezopotamyalılar meşaleler yakarak sönen yıldızlarını yeniden parlatmaya çalışılırdı. Yurdumuzdaysa halkımız tenekelerle ya da gürültülü sesler çıkaran aletler kullanarak ve silah atarak Ay’ı korkutup Güneşin kurtuluşuna çalışırlardı.

Aynı yerden ikinci bir kez daha gözlenebilmesi belli bir periyoda bağlı olmayan güneş tutulması 29 Mart 2006 tarihinden sonra ancak 2060’da yine yurdumuzun bir bölümünden tam güneş tutulması şeklinde gözlenebileceği sizlere verebileceğim en güzel müjde olacaktır.

Doç Dr. Atilla Özgüç
Boğaziçi Üniversitesi
Kandilli Rasathanesi

ASTEROSİSMOLOJİ : YILDIZLARDA SİSMİK DALGALAR

Astrofizik/Astronomi için 'uçların disiplini' dersek fazla abartılı sayılmamalıdır. Devasa büyüklüklerin yapı, evrim ve/veya dinamik davranışlarını açıklamak için elektronların, iyonların, kimi kez moleküllerin özelliklerine başvuruyoruz. Bu girişim, mikro dünyadan makro evrene müthiş bir seyahattir aslında. Amaç, evrenin ya da bileşenlerinin özelliklerini dünü, bugünü ve yarınıyla açıklamaktır. Kimi kez çok net bilgilere ulaşıyor, kimi kez de inatla kovalanıyor. Bu disiplinden olmayanlara bulguların netliği bazen çok şaşırtıcı geliyor: Bir ışıktan bu kadar şey nasıl söylenebilir? Bilmemiz gereken şey, her yıldızın kendine özgü ışınımı olduğu ve onun da düzenli ve düzensiz değişimler göstererek kaynağın fiziksel yapısı hakkında adeta bahırdığıdır. Bütün iş o sinyali alacak donanım ve işleyecek bilgi ve beceriye sahip olmaktır.

Evrenin yaşı, en çok merak edilen sorun ve en çok gereksinimi duyulan niceliklerden birisidir. Doğal olarak, yaşını en kolay belirleyebileceğimiz makroskopik cisimler yıldızlar olduğundan, yıldız astrofizikinin bulguları bu bakımdan da önemlidir. Yıldızların yaşam süreleri esas olarak kütleleri tarafından belirlenir: Kütleleri ne kadar büyükse yaşam süreleri o kadar kısadır. Bu demektir ki, örneğin, gökadamızdaki en yaşlı yıldızlar Güneş benzeri ve daha küçük kütleli yıldızlardır. Öte yandan, bu tür yıldızların evrimlerinin yavaşlığından dolayı gözlenen klasik özelliklerinden (ışınım gücü, yarıçapı ve sıcaklık), eğer yıldız bir küme üyesi değilse, yaşını bulmak pek mümkün değildir; bulsak da, hata payı oldukça yüksektir. Yıldızların sismik özelliklerini gözleyebildiğimiz durumda, klasik yöntemler çalışmadığı halde, onların yaşı üzerinde önemli saptamalar yapabiliyoruz. Bu bakımdan asterosismoloji vadedtikleri bakımından yıldız astrofizikinde ve genel olarak evrenbilimde çok önemli bir role sunmuş durumdadır. Bize en yakın yıldız sistemi olan α Centauri sistemindeki Güneş benzeri yıldızların her ikisinde de sistemin yaşına ilişkin bilgi verecek kadar salınım tespit edildiğinden asterosismolojinin öngörülleri de geçerlilik kazandı diyebiliriz.

Son çeyrek yüzyılda, kısaca yıldızların sismik incelemesi olarak nitelendirilebileceğimiz, asterosismoloji, çığır açıcı bulgularla astrofizikte bir disiplin olarak kendini kabul ettirdi. Başlangıçta, Güneş sismolojisi (helyosismoloji) vardı ve 5-dakikalık salınımlar olarak adlandırılan sismik dalgalar Güneş'in iç yapısına ilişkin çok yüksek duyarlılığa sahip sonuçlar (ses hızı, konvektif zarfın taban yarıçapı, yüzeydeki helyum bolluğu ve iç kat-

manların dönme özelliği) elde edildi. Bu sonuçların elde edilmesinde esas olarak kullanılan ölçüm salınımların frekanslarıdır.

Asterosismoloji, her türlü yıldızın sismik incelemesini içermekle beraber, biz yalnızca Güneş benzeri salınım yapan yıldızlar üzerinde duracağız. Güneş ve benzeri yıldızların sismik özelliklerini kısaca irdeleyelim. Güneş'i kocaman, küresel bir davula benzetebiliriz. Üstelik çok sayıda tokmağı var. On milyon farklı modda salınıma sahip olduğu düşünülmektedir. Tokmaklar da, Güneş'in dış kısımlarını kaplayan konvektif zarf kısmında enerji iletimini sağlayan konvektif hücreler.

Sismik dalgaları betimleyen n ve l sayıları vardır. n radyal doğrultuda çakılı duran fakat altı ve üstü zıt evrelerde hareket eden düğümlerin sayısını ifade ederken, l sayısı yüzeyde zıt evrelerde hareket eden kaç farklı bölgenin olduğuyla ilişkilidir. Eğer $l=0$ ise yüzey bir bütün olarak büyüyen küçülür; $l=1$ ise yarı kürelerden birisi büyürken diğeri küçülür ve yarım periyot sonra tam tersi olur. l ne kadar büyükse dalga o kadar yüzey bölgelerde tuzaklanmış demektir. l 'si sıfıra eşit olan dalgalar yıldızın merkezine kadar indiğinden yıldızların merkez bölgeleri hakkındaki en iyi bilgiyi düşük l 'li dalgalar verirler. Zaten bu tür yıldızların zamana bağlı olarak en hızlı değişen bölgeleri de merkez bölgeler olduğundan yıldızın evrimsel düzeyini de bu bölgeler temsil eder.

İki ucu sabit ipteki salınımlarda çakılı nokta sayısı arttıkça salınımın frekansı da artar. Benzer şekilde, yıldızlardaki n ve l arttıkça dalganın da frekansı artar. Güneş benzeri yıldızların sismik araştırılması açısından önemli olan nokta, frekanslar arasındaki küçük ayrılmalar düşük l ler için evrime çok duyarlıdır. Frekanslar arasındaki büyük ayrılmalara yıldızın ortalama yoğunluğunu verir ve evrimle görel olarak daha az değişir..

α Centauri sistemindeki çift yıldız bileşenlerinin her ikisi için de frekanslar arasındaki küçük ve büyük ayrılmalar yerden yapılan gözlemler sa-

yesinde saptanabilmiştir. α Centauri A için küçük ayrılmalar $5,6 \mu\text{Hz}$, büyük ayrılmalara $106 \mu\text{Hz}$ (Bouchy ve Carrier 2002); α Centauri B için küçük ayrılmalar $10,1 \mu\text{Hz}$, büyük ayrılmalara $161 \mu\text{Hz}$ (Kjeldsen ve ark. 2005). Bu sismik özellikleri yıldız iç yapı modellerinde koşul olarak kullanırsak sistemin yaşı için $6-6,5$ Milyar civarında bir değer buluyoruz (Eggenberger ve ark. 2004; Yıldız 2006). Yıldızların yalnızca ışınım gücü ve yarıçaplarını kullandığımızda yıldızların yaşı için çok daha geniş bir aralık buluyoruz.

Bize yakınlığından dolayı, α Centauri A ve B yıldızları, uzaydan yapılacak sismik amaçlı gözlem projelerinde de öncelikli hedef olarak seçilmiştir. Bu projelerden COROT'un, bu yıl Dünya yörüngesine oturtulması planlanmaktadır. Yakın yıldız olmalarının yanı sıra, bu yıldızların ağır element bolluğunun fazla olması ve yörünge özelliklerinden dolayı hem gezegen hem de yaşanabilir bölge keşfini amaçlayan bir çok projede de öncelikli hedef konumundadır.

Kütleleri Güneş kütlelerine çok yakın olan bu yıldızların yapıları, doğal olarak, Güneş'inkine çok yakındır. Bu yıldızlar üzerindeki ilginin bu kadar yoğun olmasının sonucunda elde edilecek veriler sayesinde, Güneş'te de çok iyi anlaşılmayan bazı temel problemlerin (örneğin, konveksiyon) çözümünü için önemli fırsatların yakalanacağını umabiliriz. Yeter ki, makro yapılarıdaki mikro dönüşümlerin ürettiği sinyalleri gürültüden arındırıp yıldız yapısına ilişkin iletimini kendi dilimize çevirebilelim.

Doç. Dr. Mutlu Yıldız
Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi,
Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

(Bu yazıyı okuyarak yaptığı öneriler için de Özgür Akarsu'ya teşekkürler..)

Kaynaklar

- Bouchy, F., Carrier, F., 2002, A&A 390, 205
Eggenberger, P., Charbonnel, C., Talon, S. ve ark., 2004, A&A, 417, 235
Kjeldsen, H., Bedding, T.R., Butler, R. P. ve ark., 2005, ApJ, 635, 1281
Yıldız, M. 2006, hazırlanıyor.

Bize en yakın yıldız sistemi olan α Centauri aslında üçlü bir sistem: Yakın α Centauri, Centauri A ve B. Yakın Centauri en sönük olanı ve bize en yakını, $4,26$ ışık yılı mesafesinde. İkili sistemin bize olan uzaklığıysa $4,36$ ışık yılı (fotoğraf www.astr.ua.edu'dan alınmıştır).

2006 GÖK OLAYLARI

Ocak

- 1 Venüs Ay'ın 7° kuzeyinde
- 4 Yer günberide (Güneş'e en yakın konumda ~143 milyon km)
- 6 İlkdördün
- 8 Mars ve Ay yakın görünümde
- 14 Dolunay, Venüs altkavuşumda (Yer-Venüs-Güneş dizilişi)
- 15 Satürn ve Ay yakın görünümde
- 21 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 22 Sondördün
- 23 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 25 Antares ve Ay çok yakın görünümde
- 26 Merkür üst kavuşumda (Yer-Güneş-Merkür dizilişi)
- 27 Satürn karşıkonumda (Satürn-Yer-Güneş dizilişi)
- 29 Yeniay

Şubat

- 5 İlkdördün, Mars Ay'ın 2° güneyinde (TBZ 24)
- 11 Satürn ve Ay yakın görünümde
- 13 Dolunay
- 17 Venüs en büyük aydınlık yüzey
- 18 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 20 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 21 Sondördün
- 24 Merkür en büyük doğu uzanımında (18°)
- 28 Yeniay

Mart

- 1 Uranüs kavuşumda (Yer-Güneş-Uranüs dizilişi), Merkür ve Ay yakın görünümde
- 5 Mars ve Ay yakın görünümde
- 6 İlkdördün
- 10 Satürn ve Ay yakın görünümde
- 11 Mars ve Aldebaran yakın görünümde
- 12 Merkür altkavuşumda (Yer-Merkür-Güneş dizilişi)
- 14 Dolunay (Yarıgölgede Ay tutulması 14/15 gecesi)
- 17 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 19 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 20 İlkbahar İlmı (Ekinoks-Gece Gündüz süreleri eşit)
- 21 Antares ve Ay çok yakın görünümde
- 22 Sondördün
- 25 Venüs en büyük batı uzanımında (47°) Venüs ve Ay yakın görünümde
- 27 Uranüs, Merkür ve Ay çok yakın görünümde
- 29 Yeniay (Tam Güneş Tutulması)

Nisan

- 3 Mars ve Ay yakın görünümde
- 5 İlkdördün
- 6 Satürn ve Ay yakın görünümde
- 8 Merkür en büyük Batı uzanımında (28°)
- 13 Dolunay, Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 15 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 17 Antares ve Ay çok yakın görünümde
- 21 Sondördün
- 24 Venüs ve Ay çok yakın görünümde
- 26 Merkür ve Ay yakın görünümde
- 27 Yeniay

Mayıs

- 2 Mars ve Ay yakın görünümde
- 4 Jüpiter karşıkonumda (Jüpiter-Yer-Güneş dizilişi)
- 5 İlkdördün
- 11 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 12 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 13 Dolunay
- 14 Antares ve Ay çok yakın görünümde
- 18 Merkür üstkavuşumda (Yer-Güneş-Merkür dizilişi)
- 20 Sondördün
- 24 Venüs ve Ay yakın görünümde
- 25 Mars ve Pollux yakın görünümde
- 27 Yeniay
- 31 Mars, Satürn ve Ay yakın görünümde

Haziran

- 3 İlkdördün
- 7 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 8 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 10 Antares ve Ay çok yakın görünümde
- 11 Dolunay
- 18 Sondördün, Merkür altkavuşumda (Yer-Merkür-Güneş dizilişi)
- 20 Merkür en büyük doğu uzanımında (25°)
- 21 Yaz Gündönümü (en uzun gündüz, en kısa gece)
- 22 Mars ve Regulus (Aslan) çok yakın görünümde
- 23 Venüs ve Ay yakın görünümde
- 25 Yeniay
- 27 Merkür ve Ay yakın görünümde
- 28 Satürn, Mars ve Ay yakın görünümde

Temmuz

- 2 Venüs Aldebaran'ın (Arabacı) 4° kuzeyinde
- 3 İlkdördün, Yer günötede (Güneş'e en uzak konumda ~152 milyon km)
- 4 Ay ve Spika çok yakın görünümde
- 5 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 8 Ay ve Antares (Akrep) çok yakın görünümde
- 11 Dolunay
- 14 Uranüs ve Ay çok yakın görünümde
- 17 Sondördün
- 18 Merkür altkavuşumda (Yer-Merkür-Güneş dizilişi)
- 22 Mars ve Regulus (Aslan) çok yakın görünümde
- 23 Venüs ve Ay yakın görünümde
- 25 Yeniay
- 27 Mars ve Ay çok yakın görünümde

Ağustos

- 1 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 2 İlkdördün, Jüpiter ve Ay yakın görünümde, Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 4 Ay ve Antares (Akrep) çok yakın görünümde
- 7 Merkür en büyük Batı uzanımında (19°) Satürn kavuşumda (Yer-Güneş-Satürn dizilişi)
- 8 Venüs ve Pollux yakın görünümde
- 9 Dolunay
- 11 Neptün karşıkonumda (Neptün-Yer-Güneş dizilişi) Uranüs ve Ay çok yakın görünümde
- 22 Venüs ve Ay yakın görünümde
- 23 Yeniay

- 25 Mars ve Ay çok yakın görünümde
- 26 Venüs ve Satürn çok yakın görünümde
- 28 Ay ve Spika çok yakın görünümde
- 30 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 31 İlkdördün

Eylül

- 1 Ay ve Antares çok yakın görünümde, Merkür üstkavuşumda (Yer-Güneş-Merkür dizilişi)
- 5 Uranüs karşıkonumda (Uranüs-Yer-Güneş dizilişi), Venüs ve Regulus çok yakın görünümde
- 7 Dolunay (parçalı Ay tutulması), Uranüs ve Ay çok yakın görünümde
- 14 Sondördün
- 19 Satürn ve Ay yakın görünümde
- 22 Yeniay (Halkalı Güneş Tutulması - ülkemizden gözlenemeyecek)
- 23 Sonbahar İlmı (Gece Gündüz süreleri eşit)
- 24 Merkür, Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 26 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 28 Ay ve Antares çok yakın görünümde
- 30 İlkdördün

Ekim

- 5 Uranüs ve Ay çok yakın görünümde
- 7 Dolunay
- 14 Sondördün
- 16 Satürn ve Ay yakın görünümde
- 17 Merkür en büyük doğu uzanımında (25°)
- 22 Yeniay
- 23 Mars kavuşum konumunda (Yer-Güneş-Mars dizilişi)
- 24 Jüpiter, Merkür ve Ay yakın görünümde
- 25 Ay ve Antares çok yakın görünümde
- 25 Merkür ve Jüpiter yakın görünümde
- 27 Venüs üstkavuşumda (Yer-Güneş-Venüs dizilişi)
- 29 İlkdördün

Kasım

- 1 Uranüs ve Ay çok yakın görünümde
- 5 Dolunay
- 8 Merkür altkavuşumda (Yer-Merkür-Güneş dizilişi) Merkür Geçişi (ülkemizden gözlenemeyecek)
- 12 Sondördün
- 13 Satürn ve Ay yakın görünümde
- 18 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 20 Yeniay
- 21 Jüpiter kavuşumda (Yer-Güneş-Jüpiter dizilişi)
- 25 Merkür en büyük Batı uzanımında (20°)
- 28 İlkdördün, Uranüs ve Ay çok yakın görünümde

Aralık

- 5 Dolunay
- 10 Satürn ve Ay çok yakın görünümde
- 10 Merkür, Mars ve Jüpiter yakın görünümde
- 12 Sondördün
- 15 Spika ve Ay çok yakın görünümde
- 18 Jüpiter ve Ay yakın görünümde
- 19 Mars, Ay ve Antares çok yakın görünümde
- 20 Yeniay
- 22 Kış Gündönümü (en kısa gündüz, en uzun gece)
- 25 Uranüs ve Ay çok yakın görünümde
- 27 İlkdördün

2006'DA GEZEGENLER

Merkür

Güneş'e en yakın gezegen olan Merkür, Güneş doğmadan önce sabaha karşı doğuda veya Güneş battıktan sonra batıda, tan olayı içerisinde ve çevrene (ufka) yakın bir konumda kısa süre gözlenebilir. Gözlenebilecek tarihler özetle şöyle:

Güneş doğmadan kısa süre önce, sabaha karşı doğuda: Ocak 1-Ocak 12, Mart 19-Mayıs 11, Temmuz 26-Ağustos 24, Kasım 15-Aralık 21. Bu dönemlerde, dönem sonlarında daha parlak durumda olacak. Güneş battıktan sonra kısa süre batıda: Şubat 8-Mart 6, Mayıs 26-Temmuz 11, Eylül 12-Kasım 3. Bu dönemlerde ise dönem başlarında daha parlak durumda olacak.

Venüs

Ocak ayının ilk yarısında, halk arasındaki adıyla "Akşam Yıldızı" olarak, akşam saatlerinde batı ufkunda, en parlak cisim olarak kısa süre görülecek. Güneş'e açısal olarak yaklaştığı hafta içinde gözlenemeyecek ve daha sonra Ocak sonlarına doğru, sabaha karşı "Sabah Yıldızı" olarak doğu ufkunda görülmeye başlayacak. Eylül ayı sonuna kadar, Güneş doğmadan bir süre önce doğacak ve sabah gökyüzünü süsleyecek.

Mars

Yılın ilk günlerinde Koç takımyıldızı sınırları içinde, meridyenin bir-iki saat doğusunda görülecek olan Kızıl gezegen her geçen gün Güneş battığında daha batı yönünde görülecek ve her geçen gün daha erken batacak. Ekim ayının ikinci yarısında Güneş'e açısal olarak yaklaşacak, Güneş ile birlikte batacak ve bir süre gözlenemeyecek. Kasım ayının ilk günlerinden sonra, doğu ufkunda ve her geçen gün Güneş'ten biraz daha erken doğacak, yılın son günlerinde Güneş doğuncaya kadar bir saatten biraz fazla gözlenebilecek.

Jüpiter

Dev-gaz gezegen, yılın ilk günlerinde gece yarısından hemen sonra olmak üzere, her geçen gün daha erken doğacak. Nisan sonu-Mayıs başında, Güneş battığında doğu ufkunda doğacak, bütün gece gökyüzünde görülecek ve Güneş doğarken batacak. Sonraki günler, Güneş battığında biraz daha yüksek konumda olacak ve her geçen gün daha erken batacak. Temmuz ayı ortasında ise akşam

saatlerinde meridyende (güney yönünde en yüksek konumda) olup, gece yarısı batacak. Kasım ayı başına kadar gece yarısından önce, batı yönünde ve her gün daha kısa süre gözlenecek ve daha erken batacak. Kasım ortasında, Güneş ile birlikte batacak ve sabah yine Güneş ile birlikte doğacak; sonraki günlerde, her sabah güneşten biraz daha erken doğarak, kısa süre görünecek.

Satürn

Satürn, yılın başında güneş battıktan bir süre sonra doğu ufkunda doğacak ve gece süresince gökyüzünde batıya doğru günlük hareketini yapacak, sabah Güneş doğarken batacaktır. Şubat ayından sonra, hava karardığında doğmuş olacak, her geçen gün biraz daha batıya doğru kayacak, Nisan ortasında, Güneş battığında meridyende görülecek ve gece yarısından sonra, sabah olmadan önce hergün biraz daha erken batacak. Haziran ayı içerisinde Mars ile yakın görünümde olacaklar, sonraki günlerde, Temmuz başına kadar akşam saatlerinde batı ufkunda akşamın ilk saatlerinde görülecek ve bir süre sonra batacak. Ağustos ilk haftasında Güneş ile kavuşum konumunda (Yer-Güneş-Satürn dizilişi) olacağı için bir süre gözlenemeyecek, daha sonra sabahları Güneş doğmadan önce doğarak sabah gökyüzünü süsleyecek. Her geçen gün daha erken doğacak ve Kasım 'ın ilk haftasında gece yarısı doğmuş olacak. Yılın son günlerinde ise, Güneş battıktan birkaç saat sonra doğacak ve Güneş doğmadan önce meridyeni geçmiş olacak.

Uranüs

Ocak ayı süresince akşam gökyüzünde Kova takımyıldızı sınırları içinde görülecek. Şubat ve

Mart ayı süresince Kavuşum (Yer-Güneş-Uranüs dizilişi) konumu nedeniyle gözlenemeyecek olan bu dev gezegen, daha sonra sabah gökyüzünde görülmeye başlayacaktır. Hergün Kova takımyıldızı ile birlikte doğacak ve Eylül ayında karşıkonusu (Satürn-Yer-Güneş dizilişi) geldiğinde Güneş battığında doğacak bütün gece gökyüzünde olacak. Yıl sonuna doğru, Kova takımyıldızı ile birlikte, akşamları batı yönünde görülecek ve her geçen gün daha erken batacak.

Neptün

Yıl boyunca Oğlak takımyıldızı sınırları içinde çok az yer değiştirecek olan dev gezegen, Ocak ortasına kadar akşam ufkunda kısa süre gözlenecek, daha sonra kavuşum (Yer-Güneş-Neptün dizilişi) konumu nedeniyle Şubat sonuna kadar Güneş'in arkasına saklanacak ve gözlenemeyecek. Daha sonra, sabah doğuda gözlenecek olan gezegen, 11 Ağustos günü karşıkonusu (Neptün-Yer-Güneş dizilişi) nedeniyle bütün gece gökyüzünde olacak. Bu tarihten sonra Oğlak takımyıldızıyla birlikte batı ufkunda görülecek ve her gün daha erken batmış olacak.

Plüto

Yıl boyunca, Yılan ve Yılanca takımyıldızları arasındaki sınırdaki konumda bulunacak. En uzak, en soğuk, en sönük ve en küçük kaya yapıdaki bu gezegen 14 kadir parlaklığı ile büyük bir teleskop olmadan gözlenemeyecek.

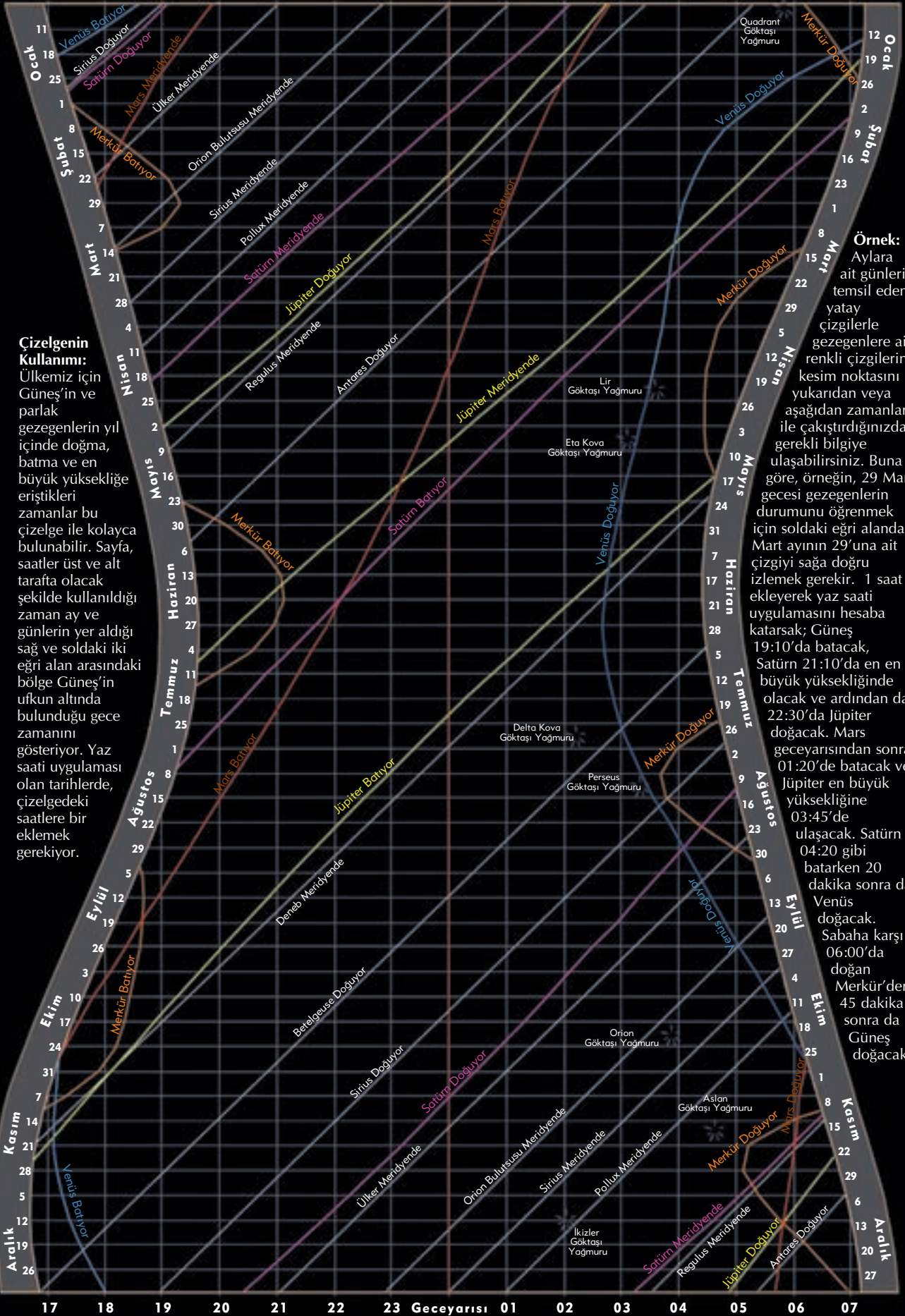
Gezegenlerin Yıl Boyunca Parlaklıkları ve Görünür Büyüklükleri

Gezegen	Parlaklık (kadir)		Görünür Açısal Çap	
	En parlak	En sönük	En küçük	(yay saniyesi) En büyük
Merkür	-2.1	0.9	4.9	11.7
Venüs	-4.6	-3.7	9.7	62.6
Mars	-0.7	1.8	3.6	12.6
Jüpiter	-2.5	-1.7	31	44.7
Satürn	-2.2	0.4	16.4	20.5
Uranüs	5.7	5.9	3.4	3.7
Neptün	7.8	7.9	2.2	2.4
Pluto	13.9	14	0.2	1.8

Göktaşı Yağmurları

Göktaşı yağmuru	Etkili olduğu zaman aralığı	En Etkin olduğu tarih	En yüksek sayı/saat
Quadrant	28 Aralık - 7 Ocak	3 Ocak	40
Lir	16 - 25 Nisan	22 Nisan	20
Eta Kova	20 Nisan - 17 Mayıs	5 - 6 Mayıs	40 - 85
Perse	23 Temmuz - 22 Ağustos	12 - 13 Ağustos	60
Orion	15 - 29 Ekim	21 Ekim	20
Aslan	13 - 20 Kasım	17 - 18 Kasım	40
İkizler	6 - 19 Aralık	14 Aralık	60

17 18 19 20 21 22 23 Geceyarısı 01 02 03 04 05 06 07



Çizelgenin Kullanımı:

Ülkemiz için Güneş'in ve parlak gezegenlerin yıl içinde doğma, batma ve en büyük yüksekliğe eriştikleri zamanlar bu çizelge ile kolayca bulunabilir. Sayfa, saatler üst ve alt tarafta olacak şekilde kullanıldığı zaman ay ve günlerin yer aldığı sağ ve soldaki iki eğri alan arasındaki bölge Güneş'in ufukun altında bulunduğu gece zamanını gösteriyor. Yaz saati uygulaması olan tarihlerde, çizelgedeki saatlere bir eklemek gerekiyor.

Örnek:
Aylara ait günleri temsil eden yatay çizgilerle gezegenlere ait renkli çizgilerin kesim noktasını yukarıdan veya aşağıdan zamanlar ile karşılaştırdığımızda gerekli bilgiye ulaşabilirsiniz. Buna göre, örneğin, 29 Mart gecesi gezegenlerin durumunu öğrenmek için soldaki eğri alanda Mart ayının 29'una ait çizgiyi sağa doğru izlemek gerekir. 1 saat ekleyerek yaz saati uygulamasını hesaba katarsak; Güneş 19:10'da batacak, Satürn 21:10'da en büyük yüksekliğinde olacak ve ardından da 22:30'da Jüpiter doğacak. Mars geceyarısından sonra 01:20'de batacak ve Jüpiter en büyük yüksekliğine 03:45'de ulaşacak. Satürn 04:20 gibi batarken 20 dakika sonra da Venüs doğacak. Sabaha karşı 06:00'da doğan Merkür'den 45 dakika sonra da Güneş doğacak.

Tutulmalar ve Merkür Geçişi

2006'da, iki Güneş tutulması, iki de Ay tutulması gerçekleşecek. Güneş tutulmalarının ilki, 29 Mart'ta meydana gelecek Tam Güneş Tutulması. Ülkemiz, bu tutulmanın en iyi izlenebileceği ülkeler arasında yer alıyor. 29 Mart'taki Tam Güneş Tutulmasıyla ilgili ayrıntılı bilgiyi, sonraki sayfalarda bulabilirsiniz. İkinci Güneş tutulması, 22 Eylül'de halkalı tutulma olarak gerçekleşecek. Bu tutulma, ülkemizden gözlenemeyecek. Tutulmanın gözleneceği yerler, bazı Güney Amerika ülkeleri ve Atlas Okyanusu.

Bu yılın Ay tutulmaları, 14/15 Mart gecesi ve 7 Eylül'de meydana gelecek. 14/15 Mart'taki tutulma, yarıgölge Ay tutulması olacak. Ay, bu sırada Yer'in yarıgölgesinden geçecek ve buna bağlı olarak parlaklığında küçük bir azalma gözlenecek. Tutulma, 23:22'de başlayacak ve 04:13'te sonlanacak. 7 Eylül'de gerçekleşecek parçalı Ay tutulması, 19:42'de başlayacak. Ay, 21:51'de en fazla gölgelenmiş olacak. Tutulma, 24:00'da sona erecek.

8 Kasım'da Merkür, Güneş'in önünden geçecek. Ancak, bu olay gerçekleşirken, ülkemiz Yer'in Güneş'i görmeyen, yani gece tarafında olacağından, geçiş ülkemizden gözlenemeyecek.

TUG'un Güneş Tutulması Etkinlikleri

• 26-29 Mart 2006 günlerinde, MEB desteği ile Fizik ve Fen Bilgisi öğretmenlerine yönelik "Astronominin Fen Bilimindeki Yeri ve 2006 Tam Güneş Tutulması ve Astronominin Fen Bilimleri Eğitimindeki Yeri" konulu sempozyum. (<http://www.tug.tubitak.gov.tr/ogrsem2006.html>)

• Ankara Ü., Çanakkale Onsekiz Mart Ü. ve TUG'un 26-29 Nisan 2006 günlerinde, ortaklaşa düzenlediği, "Solar and Stellar Physics Through Eclipses" konulu uluslararası bilimsel bir toplantı. (<http://eclipse2006-conf.ankara.edu.tr/>)

• Boğaziçi Ü. Kandilli Gözlemevi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ve TUG tarafından 30 Mart - 1 Nisan 2006 günlerinde gerçekleştirilecek olan "Annual Meeting of the Balkans, Black Sea and Caspian Sea Regional Network on Space Weather Studies" konulu uluslararası bilimsel toplantı. (<http://www.ihy2007.boun.edu.tr/>)

• 29 Mart 2006: SREAC (Sub-Regional European Astronomical Committee, Güney Doğu Avrupa Astronomi Komitesi) Komite toplantısı (<http://www.astro.bas.bg/SRE-AC/>)

• Hollanda Gröningen Ü. ile birlikte düzenlenen, Türk ve Hollandalı 16 yaş grubu öğ-

rencilerin katılacağı Tam Güneş Tutulması etkinlikleri projesi olan "Tutulma 2006 - Konuk Öğrenci Etkinliği". Bu projeye, Hollandalı 20 öğrenci bir hafta Türk öğrencilerin aileleri tarafından konuk edilecek, tutulma gözlemi yanısıra kültürel ve tarihi geziler yapılacak, gözlemlerin değerlendirilmesi ve karşı etkinlikler Hollanda da gerçekleştirilecek. (http://www.tug.tubitak.gov.tr/Hollanda_Basvuru.html)

• Uzay Bilim Gençlik Grubu tarafından projelendirilen "Total Solar Eclipse as a Tool of Youth Science Education" başlıklı Eylem3 projesine danışmanlık desteği.

• Tam Güneş Tutulması sırasında Gözlemevi ve Tutulma şeridi ortasında yer alan Ilıca'da yapılacak olan bilimsel gözlemler.

• Turizme yönelik bilgilendirme toplantıları ve danışmanlıklar.

• Tutulma sırasında yapılacak ulusal ve uluslararası gözlemsel ve diğer etkinlikler.

• 5. Antalya Astronomi Şenliği; Güneş tutulması öncesinde, seçilen 4-5 ilköğretim okulu öğrencilerine, bir program çerçevesinde astronomiyi tanıtmak, öğretmek amacıyla, TEGV Suna İnan Kıraç Antalya Eğitim Parkı ve Olimpos Rotary Kulübü ile ortaklaşa olarak her yıl düzenlenen etkinliklerin beşincisi.

Yıl Boyunca Gezegenlerin Parlaklıkları

	Merkür	Venüs	Mars	Jüpiter	Satürn	Uranüs		Merkür	Venüs	Mars	Jüpiter	Satürn	Uranüs
Oca 1	-0.6	-4.3	-0.6	-1.8	-0.1	5.9	Tem 9	-3.7	1.8	1.8	-2.2	0.4	5.8
Oca 8	-0.8	-3.9	-0.4	-1.9	-0.1	5.9	Tem 16	-3.7	1.8	1.8	-2.2	0.4	5.8
Oca 15	-0.9	-3.8	-0.3	-1.9	-0.1	5.9	Tem 23	-3.7	1.8	1.8	-2.1	0.4	5.8
Oca 22	-1.1	-4.2	-0.1	-2.0	-0.2	5.9	Tem 30	-3.7	1.8	1.8	-2.1	0.4	5.8
Oca 29	-1.4	-4.4	0.1	-2.0	-0.2	5.9	Ağu 6	0.2	-3.7	1.8	-2.0	0.3	5.7
sub 5	-1.4	-4.6	0.3	-2.0	-0.2	5.9	Ağu 13	-0.7	-3.7	1.8	-2.0	0.4	5.7
sub 12	-1.3	-4.6	0.4	-2.1	-0.2	5.9	Ağu 20	-1.4	-3.7	1.8	-2.0	0.4	5.7
sub 19	-1.0	-4.6	0.6	-2.1	-0.1	5.9	Ağu 27	-1.8	-3.7	1.8	-1.9	0.4	5.7
sub 26	-0.2	-4.6	0.7	-2.2	-0.1	5.9	Eyl 3	-1.7	-3.7	1.8	-1.9	0.5	5.7
Mar 5		-4.5	0.8	-2.2	-0.1	5.9	Eyl 10	-1.2	-3.8	1.8	-1.9	0.5	5.7
Mar 12		-4.5	1.0	-2.2	0.0	5.9	Eyl 17	-0.8	-3.8	1.7	-1.8	0.5	5.7
Mar 19		-4.4	1.0	-2.3	0.0	5.9	Eyl 24	-0.5	-3.8	1.7	-1.8	0.5	5.7
Mar 26	0.9	-4.3	1.1	-2.4	0.1	5.9	Eki 1	-0.3	-3.8	1.7	-1.8	0.5	5.7
Nis 2	0.5	-4.2	1.2	-2.4	0.1	5.9	Eki 8	-0.2	-3.8	1.7	-1.8	0.6	5.7
Nis 9	0.3	-4.1	1.3	-2.4	0.2	5.9	Eki 15	-0.1	-3.8	1.6	-1.7	0.6	5.8
Nis 16	0.1	-4.1	1.3	-2.5	0.2	5.9	Eki 22	0.0	-3.9	1.6	-1.7	0.6	5.8
Nis 23	-0.2	-4.0	1.4	-2.5	0.2	5.9	Eki 29	0.4	-3.9	1.6	-1.7	0.6	5.8
Nis 30	-0.6	-4.0	1.5	-2.5	0.3	5.9	Kas 5		-3.9	1.6	-1.7	0.5	5.8
May 7	-1.1	-3.9	1.5	-2.5	0.3	5.9	Kas 12		-3.8	1.6	-1.7	0.5	5.8
May 14	-1.8	-3.9	1.6	-2.5	0.3	5.9	Kas 19	0.0	-3.8	1.6	-1.7	0.5	5.8
May 21	-2.1	-3.9	1.6	-2.5	0.3	5.9	Kas 26	-0.5	-3.8	1.6	-1.7	0.5	5.8
May 28	-1.5	-3.8	1.7	-2.5	0.4	5.9	Ara 3	-0.7	-3.8	1.6	-1.7	0.4	5.8
Haz 4	-0.7	-3.8	1.7	-2.4	0.4	5.9	Ara 10	-0.8	-3.8	1.5	-1.7	0.4	5.9
Haz 11	-0.3	-3.8	1.7	-2.4	0.4	5.9	Ara 17	-0.8	-3.8	1.5	-1.7	0.4	5.9
Haz 18	0.3	-3.8	1.8	-2.3	0.4	5.9	Ara 24	-0.9	-3.7	1.5	-1.8	0.3	5.9
Haz 25		-3.7	1.8	-2.3	0.4	5.9	Ara 31	-1.1	-3.7	1.5	-1.8	0.3	5.9
Tem 2		-3.7	1.8	-2.2	0.4	5.9							



Ay ve Gezegenlerin Konumlarıyla İlgili Terimler

Karşıkonom: Gezegen - Yer - Güneş dizilişi.

Altkavuşum: Yer - Gezegen - Güneş dizilişi.

Üstkavuşum: Yer - Güneş - İç Gezegen dizilişi.

Kavuşum: Yer - Güneş - Dış Gezegen dizilişi.

En büyük Uzanım: İç gezegenin Güneş'le en büyük görünür uzaklığı.

Enberi: Ay'ın Yer'e en yakın olduğu konum.

Enöte: Ay'ın Yer'e en uzak olduğu konum.

Günberi: Yer ve diğer gezegenlerin Güneş'e en yakın oldukları konum.

Günöte: Yer ve diğer gezegenlerin Güneş'e en uzak oldukları konum.

Ay, Yer'e en yakın konumda iken, gökyüzünde en büyük açısal çapa sahip olur, yani enbüyük görünür. enötede iken açısal çapı en küçük olur, yani enküçük görünür. Bu durum, Ay'ın Yer etrafındaki dolanma dönemi olan her 27.5 günde tekrarlanır, ancak, Yer'e uzaklık değerleri az da olsa değişir. 2006 yılı süresince Yer - Ay uzaklığı 56 Yer yarıçapı (yaklaşık 357160 km) ile 63.75 Yer yarıçapı (yaklaşık 406590 km) arasında değişecektir. Ortalama Ay-Yer uzaklığı yaklaşık 384000 km olarak kullanılır.

Güneş'in Değişkenliği Yer'in İklimini Etkileyebilir mi?



Güneş-Yer etkileşimi.

Bilimciler güneşin değişkenliğiyle iklim arasındaki ilişkiyi uzun zamandır araştırıyor. Meteoroloji uzmanlarına göre; Yerküre uzayda dış ortamdaki tamamen izole bir gök cismi olamaz. Hem uzun süreli iklim değişimi hem de günlük hava değişimleri güneş etkinliği (aktivitesi) ile ilişkili olmalıdır. Bundan dolayı, bu etkileşimin doğası üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır. Avrupa Uzay Ajansı (ESA)'nın uzay araçları SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), Cluster ve Ulysses'den alınan verilerle güneş aktivitesinin Yer üzerindeki iklimi nasıl etkilediğini çözmeye yarayacak bilgiye sahibiz. Bu çalışma "Uzayın Hava Durumu" gibi yeni bir hava durumu türünün ortaya çıkmasına ilk adım olmuştur.

Güneş'in iklimi etkileyebilmesi için önce ken-

disinde bazı değişimler olması gerekir. Görünür dalgaboylarındaki ışıkta bakıldığında genelde sabit bir ışık gözlenirken, bu dar dalgaboyu aralığı dışından alınan uydu verileri dramatik değişimler gösterir. Örneğin, Güneş yüklü parçacıklarla dolu bir rüzgar salar. "Güneş rüzgarı" olarak adlandırığımız bu rüzgar, değişkendir. Güneş'ten çıkan moröte ışınım da değişir. Yer'in uzaydaki yakın komşuluğuyla Güneş'in değişkenliği arasındaki etkileşimi araştıran çalışmalar "Uzayın Hava Durumu" olarak bilinen bir bilim dalıdır.

Güneş'in bu değişkenliği, Güneş'in manyetik davranışının değişiminden etkilenir. Güneş'in manyetik davranışı 11 yıllık bir çevrim içinde bir minimum bir de maksimumdan geçer. Çevrimin maksimum olduğu durumlarda güneş rüzgarı, fırtına halini alır. Çünkü, yüklü parçacıklar güneş yüzeyindeki patlamalar sırasında artan bir yeğlilikle dışa doğru hızla fırlatılır. Bu gibi patlamalar sırasında serbest kalan enerji bir milyar megatona ulaşabilir (Hiroşima'ya atılan atom bombasından yayılan enerjinin 66 milyar katı). Böylesi olaylar değişen moröte salmanın da kaynağıdır.

ESA'nın güneşe ait uzay donanması değişik noktalardan bu olayları çok dikkatli gözleyiyor. ESA/NASA'nın ortak aracı olan SOHO, Güneş'i sürekli olarak gözleyerek güneş aktivitesine ilişkin verileri kaydeder. Hızla yaklaşan güneş rüzgarı Yer'in manyetik alanıyla karşılaştığında, uzayın değişik yerlerinden gözlem yapan uydular güneş rüzgarının bütün görüntüsünü ortaya çıkarır. Meteorolojik verilerle ilişkilendirilen bu veriler Güneş'in Yer üzerindeki etkisini çalışmaya yararlı çok kıymetli bilgi kaynağıdır.

Bilimciler bugünlerde Güneş-Yer etkileşimini açıklayabilen üç ana mekanizmayı araştırıyor. Birincisi, Güneş'in değişen moröte sal-

maları Yer atmosferindeki ozon üretimini, ozon katmanının değişimini ve büyük ölçekli hava akımını etkiler. İkincisi, fırtına şekli alan güneş rüzgarı, Yer'in üst ve zaman zaman alt atmosferinin elektriksel özelliklerini etkiler. Üçüncüsü, güneş aktivitesinin minimum olduğu yıllarda (içinde bulunduğumuz yıl gibi) güneş rüzgarı daha zayıftır, dolayısıyla gökada içi kozmik ışınlar yer atmosferine daha kolay girebilir. Bu ışınlar uzayda çok daha uzaklardan ivmelenerek gelen ve güneş rüzgarı tarafından taşınan parçacıklardan daha ağır ve daha fazla enerjilidir. Bilimciler göre, güneş rüzgarı tarafından etkilenmiş kozmik ışınların hareketi, yeryüzüne yakın alçak bulutların oluşumunu kuvvetlendiren koşulları üretir. Bu mekanizmaların herbirinin anlamı ve birbirleriyle ilişkileri tam olarak bilinmiyor ve araştırılmaya açık olarak duruyorlar.

Prof. Dr. Serdar Evren

Ege Üniversitesi Fen F.

Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü



Güneş rüzgarı ve Yer'in manyetik alanı.

Yakın Gelecekteki Güneş Tutulmaları

Tarihi	Türü	Maksimum süre	Nerelerden Gözlenebilecek
2006 Mart 29	Tam	04dk07s	Afrika, Avrupa, Asya (Tam Tutulma hattı Türkiye'den geçecek)
2006 Eylül 22	Halkalı	07dk09s	Güney Amerika, Batı Afrika, Antarktika
2007 Mart 19	Parçalı	-	Asya, Alaska
2007 Eylül 11	Parçalı	-	Güney Amerika, Antarktika
2008 Şubat 07	Halkalı	02dk12s	Antarktika, Doğu Avustralya, Yeni Zelanda
2008 Ağustos 01	Tam	02dk27s	Kuzey Amerika, Avrupa, Asya
2009 Ocak 26	Halkalı	07dk54s	Güney Afrika, Antarktika, Güneydoğu Asya, Avustralya
2009 Temmuz 22	Tam	06dk39s	Doğu Asya, Pasifik Okyanusu, Hawaii
2010 Ocak 15	Halkalı	11dk08s	Afrika, Asya
2010 Haziran 11	Tam	05dk20s	Güney Amerika'nın güneyi
2060 Nisan 30	Tam	05dk15s	Afrika, Asya (Tam Tutulma hattı Türkiye'den geçecek)

Afrika, Asya, Avrupa da gözlenebilecek birçok Güneş Tutulması ülkemizden de Parçalı tutulma olarak gözlenebilecektir.





EVET, YALNIZCA BİR DAKİ

11 Ağustos 1999 yılında gerçekleşen Tam Güneş Tutulmasını Ege Üniversitesi Astronomi Bölümü ile Elazığ Harput'ta görüntülemiştik. Bu benim ilk Tam Güneş Tutulması deneyimim olmuştu. Güneş Tutulması sırasında bu mucizevi olay karşısında çok etkilenmişim ve o an karar verdim. Tam Güneş Tutulması nerede olursa gidip bu büyüü bir daha yaşamalıyım.

4 Aralık 2002 tarihindeki Tam Güneş Tutulmasını Atlas Dergisi için görüntülemek üzere Güney Afrika'ya gitmişim. Bir ay kadar öncesinden bölgeye giderek Afrika'da tutulma hattındaki insanların yaşantılarını ve etkinliklerini fotoğraflıyacaktım.

Tutulmadan 5 gün önce Messina kentine gelmişim. Nadir görülen bu gök olayı 4 Aralık 2002'de güney yarıkürede gerçekleşecek, Angola, Bostvana, Zimbabve, Güney Afrika, Mozambik ve Avustralya'dan gözlenecekti. Olaya tanık olabilmem için verileri iyi değerlendirmem gerekmişti. Avustralya tutulma hattının sonunda yer alıyordu. Tam tutulma süresi 30 saniyeydi. Bu nedenle Avustralya yerine Afrika'da karar kılmışım. Tutulmanın ilk görüleceği yer Angola'ydı ve burada tam tutulma süresi 49 saniyeydi. Tutulmanın son görüleceği yere Mozambik'ti, süre 1.32 saniye. Fakat Mozambik'te okyanusa yakınlığından dolayı nem oranı yüksekti. Bu durum tutulma anındaki ani ısı düşüşüyle puslanma ve bulutlanmaya yol açabilirdi. Güney Afrika bu koşullarda en ideal yer olarak görünüyordu. Hem süre uzun hemde iklim görece daha uygundu. Çözümlemem gereken bir sorun daha vardı; Güney Afrika'nın neresi? Kruger National Park iklim bakımından iyi görünüyordu, fakat vahşi yaşam yüzünden kamp kurmaya pek uygun değildi. Daha batısı da yağmur ormanlarının etkisiyle yılın büyük bölümünü bulutlu geçiriyordu. Sonunda en uygun yerin Kalahari Çölü'nün sıcak ve kuru iklimin-

den etkilenen Messina kenti ve çevresi olduğu yargısına vardım.

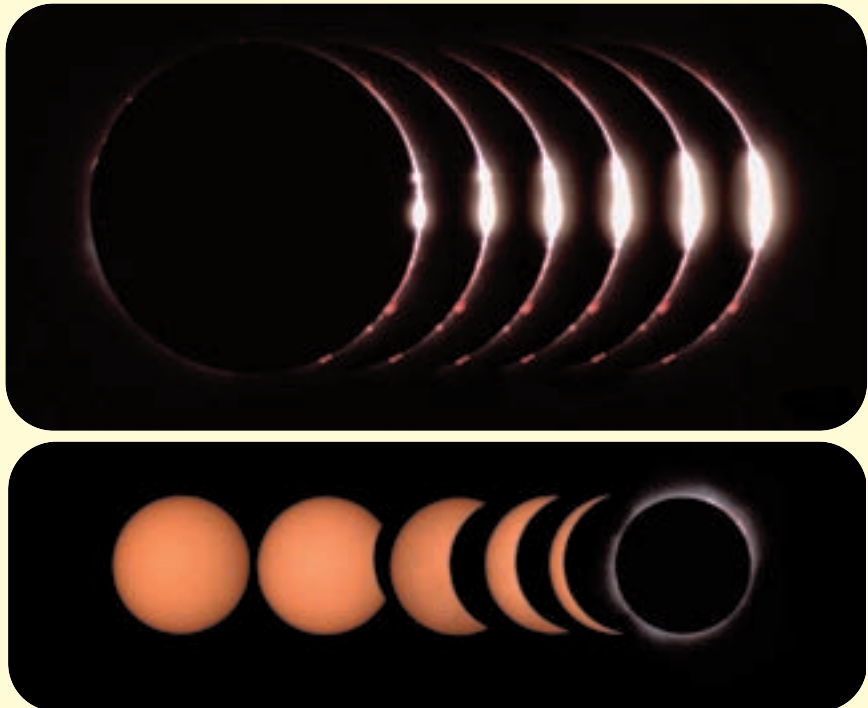
Limpopo eyaletinin düzenlediği tutulma festivali de kente vardığım bu gün başlamıştı. Güney Afrika'nın birçok yerinden gelen kabile dansçıları gruplar halinde gösteri yapıyorlardı. Bu gruplardan biri de Zululardı. Yüzü aşkın erkek dansçı ağızlarında üflemlerle çalgılarla güneşi sembolize eden daireler çizerek dans ediyorlardı. Çok etkilenmişim. Bu kadar çok ve çeşitli üflemlerle çalgıdan çıkan ses havada büyüü titreşimler yaratıyordu. Oysa yalnızca aynı ezgi tekrar ediyordu. Dikkatimi dahada verdiğimde fark ettim ki her çalgıdan yalnızca bir nota çıkıyordu. Bu tek tek notalar sırasıyla bu büyüü ezgiyi oluşturuyordu. Bir kadın grubuysa Venda Dil'inde şarkı söyleyip davul çalıyor ve dans ediyordu. Yarıdan fazlasının sırtında beş altı aylık bebekler vardı ve bebekler bu durumdan memnun görünüyorlardı.

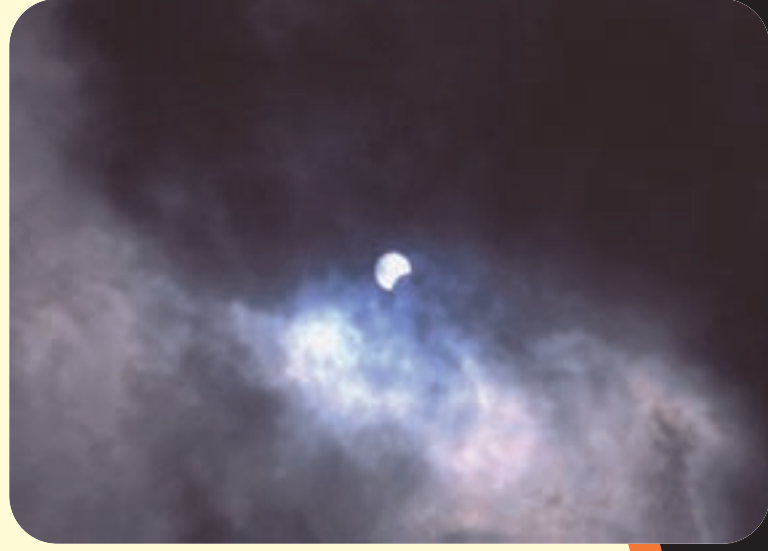
Tutulma günü yaklaştıkça izlemek için binler-

ce insan bölgeye akın etmeye başlamıştı. Kamp-larda ya da pansiyonlarda yer bulmak imkansızdı. Hatta Yol üzerindeki ağaçlardan birinin altı bile boş değildi. Gece 30 C gündüz 55 C dereceyi bulan çöl sıcaklığında bu hiç te çekilir gibi değildi. Issız olan her yer bugün insanların akınına uğramıştı. İnsanlar festivalleri izlerken bir yandanda ufukta akbabalar gibi gezinen bulutlara bakarak yorum yapıyorlardı. Tutulmaya iki gün kalana kadar hava raporlarına ulaşabiliyordum. Son iki gün böyle şansının olmayışından dolayı işim sürprizlere kalmıştı. Tutulmadan önceki gün tek bir bulutun kalmayıp harkesin yüzünü güldürmüştü.

Son gün uzun uğraşların ardından keşfettiğim Zimbabve sınırındaki Limpopo Nehri kıyısına ulaştım. Kurumuş nehir yatağının Zimbabve sınırını oluşturan bölümünü metrelerce eninde tel örgü ve uyarı levhaları kapatıyordu. Messina'nın 60 kilometre uzağında olduğumdan pek insan yoktu.

Nihayet hava karardı.Gece boyunca ayarlama-





İKA İÇİN.... (BİR TAM TUTULMA ÖYKÜSÜ)*

İlk tam tutulma gözlemimden bir hafta önce, bir arkadaşımın tavsiyesi üzerine bir teleskop aldım. İlk önce teleskopu kurduktan sonra binlerce yıldızın altında beklemeye başladım. Ancak benim için sıradışı bir durum söz konusuydu. Türkiye'nin ya da Kuzey yarıkürenin herhangi bir yerinde teleskopa, çekim ya da gözlem yapılacak yerin enlemine göre eğim verir ve gece Kutup Yıldızı'na yönlendirirdim. Böylece kuzey güney yönlerini neredeyse kusursuz bulurdum. Sonraki aşamada da Dünya'nın dönüş yönünün tersine hareket ettiren takip motorunu çalıştırır ve gök cisimlerini teleskopun görüş alanına sabitledim. Ancak güney yarıkürede Kutup Yıldızı görülemezdi. Dahası Kutup Yıldızı gibi yön bulmada referans alınabilecek bir yıldız da bulunmuyordu. Bu nedenle gece pusulalarla yaklaşık olarak kuzey güney yönlerini buldum. Gece karanlığında ayarlama yapmak epey zordur. Ama el fenerini açmak da başlı başına bir sorun oldu. Işığı gören böcekler teleskopun

başına hücum ediyorlardı. Ufacık böcekten ne olur denilecek cinsten böcekler değildi bunlar. Hayatımda gördüğüm en büyük sivrisineklerle bu ayarlamalar sırasında tanıştım. Uzun süren ayarlamalardan sonra herşey mükemmel gidiyordu. Ne bir bulut, ne bir aksaklık, yalnızca biraz böcek o kadar.

Birkaç saatlik uykudan sonra gözler gökyüzüne çevrildi. Olamaz! Gökyüzü bulutlanmaya başlamıştı. Hemen havanın açık gibi görüldüğü Zimbabve'ye geçme şansını düşündüm. Sınır kapısı 80 kilometre uzaktaydı ve tutulmaya bir saat vardı. Anında vazgeçtim. Ardından rahatlatan bir haber geldi. Mozambik'in büyük kısmı ve Güney Afrika'nın Messina dışındaki her yeri yağmur altındaydı; bizimki kötünün iyisi olmuştu.

İlk temas 07.12 de başlamasıyla bulutsuz yer kalmamış sayılırdı. Moraller alt üst olmuştu. Bu

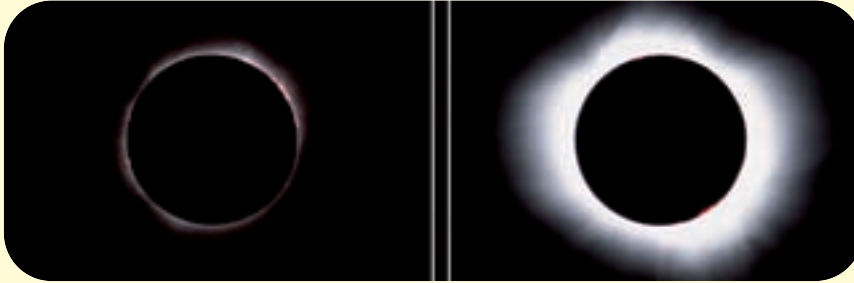
lutların arasından Ay'ın Güneş'i yavaş yavaş örtmeye başladığı görülebiliyordu. Her gördüğümde bir yada iki fotoğraf ancak çekebiliyordum. Tam tutulmaya 4 dakika kalmıştı ki simsiyah bir bulut güneşin önüne geldi ve durdu. Umutsuzca son filmlerimi değiştirirken çok güçlü bir rüzgar esmeye başladı. Çöl kumlarını gözlerimin, saçlarımla ve ekipmanlarımla her yerine doldurdu. Moralim dahada bozulmuştu. Ama morali tek bozulmuş ben değildim. Rüzgar o simsiyah bulutunda moralini bozmuştu. Bulut yön değiştirmişti. Güneşin önüne açılmasından bir iki saniye sonra tam tutulma başladı. İnanılır gibi değildi. Bütün gökyüzü kapalı yalnızca bizim bulunduğumuz alan açıktı ve tutulmada o anda gerçekleşiyordu. İşte herşey ordaydı. Sırasıyla Bailly boncukları, elmas yüzük ve taç katmanı (korona)...

Teleskopumu toplayıp Messina'ya doğru yola çıktım. Toprak yolda ilerlerken bir baobab ağacının altında anneleriyle oturan iki çocuk gördüm ve durdum. Vendalı ailenin fotoğraflarını çekerken tutulmayı izleyip izlemediklerini sordum. Çocuklar gülümserken anneleri araya girdi "Evet gördük. Çok güzeldi. Burada bir sonraki tutulma ne zaman olacak?" Yanıt için bir an duraksadım."2030" dedim Çocuklarına anlamadığım bir birşeyler söyledi ve bana "daha çok varmış" dedi. "Siz hangi ülkeden geldiniz?" Türkiye'den geldiğimi ve Güneş Tutulması için burada olduğumu öğrenince şaşırıldı. "Yalnızca bir dakika için mi o kadar uzaktan geldiniz?" Gülerken yanıt verdim : "Evet, yalnızca bir dakika için.."

Kubilay Akdemir
Atlas Dergisi Fotoğrafçısı
Tutulma Avcıları Projesi
Belgesel Sorumlusu

* (Atlas Dergisi, Mart 2003 sayısı "Afrika'da Bir Dakika" başlıklı yazıdan kısaltılarak derlenmiştir.)

Fotoğraflar :
Kubilay Akdemir / Atlas
(Yer: Messina -
Güney Afrika)



GÜNEŞ'İN YAPISI, EVRİMİ

Çevremizde gerçekleşen doğa olaylarının çok büyük bir kısmı, doğrudan ya da dolaylı olarak, Güneş'in merkez bölgelerinde gerçekleşen nükleer tepkimelerin sonucunda salınan enerjiye bağlıdır. Bu salınan enerjinin miktarındaki değişim elbette ki yeryüzündeki bütün bir hayatı etkileyecek sonuçlara yol açabilir. Bu bakımdan, Güneş'in merkezi, yalnızca Dünya için değil, bütün Güneş sistemi için hayati bir öneme sahiptir. Gün gelecek, merkezdeki bu hidrojen yakıt bitecek ve merkez bölgeler çökerken dış kısımlar Dünya'yı içine alacak kadar genişleyecektir. Başka yıldızların atıklarıyla buluşma süreci başlamış olacak. Ancak, aceleye gerek yok, o güne daha çok zaman var (4-5 milyar yıl); şimdiye kadar yakıtın yalnızca yarısı kullanılmış durumda.

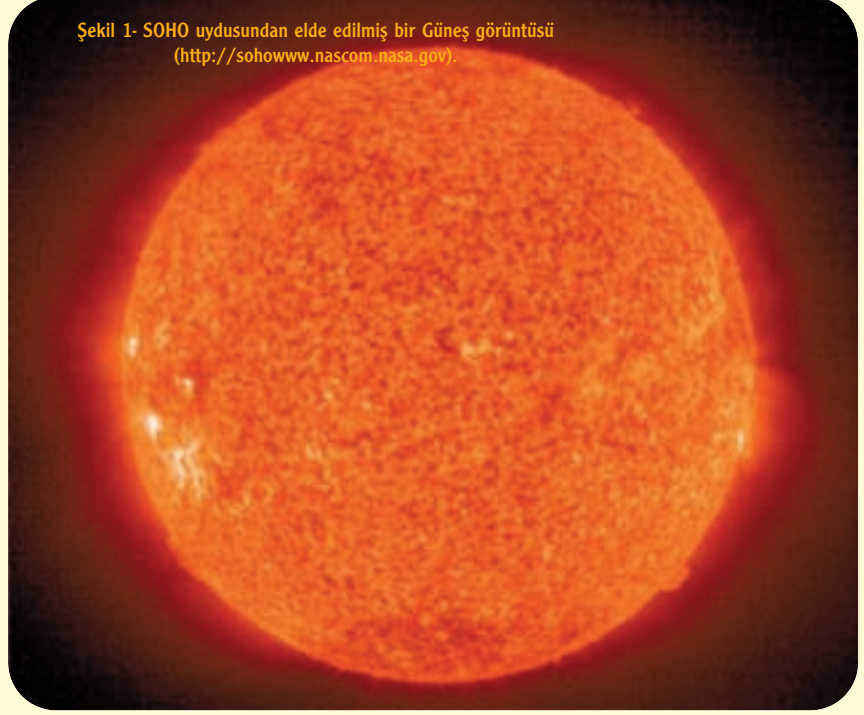
Çok karmaşık görünse de, dev bir nükleer fırın olan Güneş'in iç yapısının ve evriminin bazı temel özelliklerini, bildiğimiz fiziksel yasalarla önemli oranda açıklayabiliyoruz. Bu yazı da bu açıklama çabasının bir ürünü olarak görülmelidir. Güneş'e ilişkin, doğal olarak, günümüzde de araştırılmaya değer, henüz yeterince açık olmayan bir çok sorun vardır. Bu bakımdan, diğer yıldızlara göre çok daha ayrıntılı olarak bildiğimiz Güneş'in yıldız astrofizikinde her zaman çok özel bir konumu olmuştur.

Bize yakın olmasının sayesinde yüzey sıcaklığı, yarıçapı, ışınım gücü ve kütlesi çok iyi bir şekilde saptanmaktadır. Yüzey sıcaklığı 5780 K, yarıçapı (R_0) ise yaklaşık yediyüzbin km. Işınım gücü ve kütle ise ancak günlük yaşamda kullanılan rakamlarla ifade edilebilir: Birincisi yaklaşık olarak 4 milyar çarpy trilyon trilyon erg/s, ikincisiyse 2 milyar çarpy trilyon çarpy trilyon gram. Bu büyük sayıları bilimsel gösterimle kısaca, $L_0=3,846 \times 10^{33}$ erg/s ve $M_0=1,989 \times 10^{33}$ gram şeklinde yazabiliriz.

Sismik özelliklerinin incelenmesi bakımından da Güneş'in çok özel bir önemi vardır. Yer konuslu 7 özdeş gözlemeviden oluşan GONG ağından ve Güneş'le Dünya arasındaki lagranj noktasında bulunan SOHO uydusundan yüksek duyarlılıkları elde edilmektedir (Şekil 1'de bu uydudan çekilmiş bir Güneş fotoğrafı verilmiştir). Başka deneysel yollardan elde edilemeyen bu bilgiler Güneş'in yapısına ve evrimine ışık tutmaktadır. p (basınç)- m (modundaki çok sayıda titreşimin gözlenen frekansları kullanılarak, Güneş'in merkezinden yüzeyine kadar ses hızı çok yüksek bir duyarlılıkla saptanmıştır (Basu & Antia 1996).

Bu saptamayı olanaklı kılan, her bir titreşimin Güneş içerisinde farklı derinliklere inebilme yeteneğidir. Yine bu sismik dalgaların gözlenen frekanslarını kullanarak, Güneş'in kon-

Şekil 1- SOHO uydusundan elde edilmiş bir Güneş görüntüsü (<http://sohowww.nascom.nasa.gov>).



vektif zarfının tabanıyla merkezi arasındaki mesafe 0,713 R_0 (Basu ve Antia, 1997) ve yüzeyindeki helyum bolluğu 0,246 (bir gramdaki pay) olarak bulunmuştur (Basu ve Antia, 1995).

Güneş'in İç Yapısı

Yıldızların yapısını ve bu yapının zamanla değişimini betimleyebilmek için onların denge özelliklerini hatırlamak gerekir. Yıldızlar hidrostatik dengededirler. Öyle ki, yıldızın her katmanını merkeze doğru (kütle-çekim kuvvetinin etkisiyle) düşmesini sağlayan, o katmanın hemen alt tarafından yukarıya doğru uygulanan basınç kuvvetidir. Bir başka deyişle, normal bir yıldızın herhangi bir iç katmanının üzerindeki kuvvetler toplamı sıfırdır. Daha doğrusu, zıt yöndeki kuvvetlerin değerleri birbirine çok yakındır. Bu durumda, yıldızın bir katmanında basınç herhangi bir nedenle artarsa ilgili katman civarında genişleme, azalırsa büzülme olur. Güneş'in ya da yıldızların evrimini kontrol eden süreç tam da böyle işlemektedir. Basıncın azaldığı yerlerde büzülme (nükleer tepkimelerin gerçekleştiği merkez bölgeler), arttığı yerlerde (gittikçe daha çok ısıtılan dış katmanlar) ise genişleme olur. Zıt yöndeki kuvvetlerin değeri birbirine ne kadar yakınsa bu değişimler de o kadar yavaş olur. Özellikle, Güneş ve daha küçük kütleli yıldızlardaki değişimlerin gözlenebilmesi için milyonlarca hatta milyarlarca yılın geçmesi gerekiyor.

Benzer şekilde yıldızın yüzeyinden dış uzaya yaydığı enerjiyle merkez bölgelerde üretilen enerjinin dengeli olması gerekir. Buna ek olarak, enerjinin üretildiği yerden yüzeye kadar dengeli bir şekilde aktarılması gerekir. Bu denge koşullarının her birini matematiksel olarak ifade edebilir ve elde ettiğimiz iç yapı denklemlerini verilen bir yıldız kütlesi ve kimyasal kompozisyon için eş za-

manlı olarak çözebiliriz. Böylece, yıldızların iç yapısını modellemiş oluruz.

Güneş de dahil bütün yıldızların, duyarlılığını düşük bir şekilde belirleyebildiğimiz özellikleri arasında, ne yazık ki yapı üzerinde çok etkili olmasına karşın, kimyasal kompozisyon da yer almaktadır. Bir yıldızın başlangıç kimyasal içeriğine en yakın içerik yüzeyindeki şimdiki bolluk olduğundan aksi belirtilmedikçe yıldızın kimyasal bolluğundan kasıt bu bölgenin bolluğudur. Tayfdaki çizgilerden belirlenen bolluğun gerçek bolluğa çok yakın olmasında hem gözlemsel hem de kuantal açıdan bazı zorluklar vardır.

Genel olarak, ağır elementlerin toplam payı %2 olarak kabul ediliyordu, ancak son yirmi yıldaki ölçümlerle bu oran %1,3'e kadar düşmüştür (Asplund ve ark. 2004). Bu değerler birbirine çok yakın gibi gelebilir, ancak, yıldızlarda maddenin ışınımına karşı direncini (yıldızların boyutundan bizzat bu direnç sorumludur) çok büyük oranda bu elementler sağladığından, her biri farklı iç yapı modelleri verir.

Sıcaklığı 15 milyon K, yoğunluğuyusa 150 gram/cm³ gibi çok yüksek değerleri aşan merkez ve onu çevreleyen özekteki protonlar Coulomb duvarını alt ederek birleşebiliyor ve böylece yeni helyum çekirdekler oluşabiliyor. Her bir saniyede dört ton maddenin ($E=mc^2$ denklemine göre) fotona dönüştüğü nükleer özekten yola çıkan fotonlar ortamdaki iyonlar ve elektronlarla çarpışa çarpışa yüzeye doğru ilerlemektedir. Eğer fotonlar maddeyle etkileşmeseydi, iki saniyede yüzeye oradan da yaklaşık sekiz dakikada bize ulaşırdı. Ancak, etkileşim o kadar sık gerçekleşir ki, ortalama bir foton bir santimetre bile yol alamadan soğurur. Her ne kadar fotonu soğuran iyon yeniden foton salsa da, hem soğurulan ve salınan fotonların yönlerinin birbirinden farklı olmasının hem de soğurma-salma arasında çok küçük de olsa (yaklaşık

İMİ VE EVRENSELLİĞİMİZ

bir saniyenin yüz milyonda biri kadar) bir zaman geçmesinin yıldız yapısı üzerinde çok önemli sonuçları vardır. Sonuçta, soğrulup-salma işlemi o kadar sık tekrarlanır ki, merkezden bırakılan bir foton (daha doğrusu onun dönüşmüş hali) ancak 10 milyonlarca yıl sonra yüzeye ulaşır. .

Bir bütün olarak Güneş'in iç katmanlarını ele aldığımızda, merkezden ışınküreye (yüzeye) doğru gidildikçe basınç, sıcaklık, yoğunluk, kimyasal elementlerin iyonlaşma düzeyi azalır. Sıcaklığın 7 milyondan daha az olduğu noktadan (0.28 R_o) itibaren nükleer tepkimeler önemini kaybeder. Nükleer özekte ve onu çevreleyen dış katmanlarda sıcaklık çok yüksek olduğu için hidrojen ve helyum tamamen, daha ağır elementlere çok büyük oranda iyonlaştığından maddenin ışınımına (fotona) karşı direnci düşüktür ve bu nedenle enerji iletim mekanizması radyatiftir; yani enerji iletimi fotonlarla sağlanır. Bu durum, sıcaklığın 2 milyon civarına düştüğü katmana kadar devam eder. Sıcaklığın görece düşüklüğü sayesinde bu katmandaki iyonlar elektron yakalayabilme (ya da onu daha uzun süre tutabilme) yeteneğine kavuşurlar. Böylece, iyonların/atomların kesit alanları büyür ve ışınımına karşı daha büyük bir direnç ortaya çıkar. Böylece, iç kısımlardan gelen muazzam enerjinin iletimi için konveksiyon devreye girer. Bu konvektif hareketlerin etkilerini Güneş'in yüzeyinde de görebilmekteyiz.

Elbette ki, yıldızların ve Güneş'in de çok dinamik özellikleri de vardır, ancak bunların etkilerinin ya çok yerel (örneğin lekeler ve sismik salınımlar) ya da iç yapıyı doğrudan etkilemeyecek şekilde atmosferle sınırlı kaldığı düşünülmektedir.

Güneş'in Evrimi

4.6 Milyar yaşındaki Güneş'imiz doğumundan 30 Milyon yıl sonra nükleer yakıtını (yani hidroje-

nini) dengeli bir şekilde yakma sürecine ulaşarak, yaşamının ana-kol olarak adlandırılan en uzun evresine başlamıştır. Bu esnadaki yarıçapı şimdiki yarıçapının % 87'si, ışınımcüyüye şimdikininki % 70'i kadardır. Geçen zaman içerisinde, nükleer özeğindeki hidrojenin helyuma dönüştürülmesi sonucunda evrimleşerek bugünkü parlaklığına ve yarıçapına ulaşmıştır.

Yıldızlar hep aynı mı kalır? Zamanla yapısı, parlaklığı, büyüklüğü değişir mi?

Yıldız evriminin başat mekanizması aslında oldukça yalındır. Bize hareket noktası olacak, gözünde tutmamız gereken olay, hidrojenin helyuma dönüşümüdür. Bu süreçte nükleer tepkime dizilerinin net etkisi, ortamdaki parçacık sayısının azalmasıdır: Tepkimeden önce dört proton ve dört elektron olmak üzere toplam sekiz parçacık varken, tepkimeden sonra artık bir He çekirdek iki de serbest elektron vardır. Demek oluyor ki, bu tür nükleer tepkimelerin gerçekleştiği yıldız bölgelerinde parçacık sayısı azalır. Parçacık sayısının azalması basıncın da azalması demektir. Bu durumda, yukarıda da belirtildiği gibi, kütle-çekim kuvveti basınç kuvvetinden fazla olacağından dönüşümün gerçekleştiği bölgelerdeki madde merkeze doğru yaklaşır. Bu büzülme sayesinde hidrostatik denge yeniden kurulur, çünkü merkeze yaklaşan maddenin potansiyel enerjisinin bir kısmı ortamı ısıtmak için kullanılır, dolayısıyla da gaz basıncı artar. Sıcaklığın artmasıyla, parçacıkların hızlarında da artış olduğundan nükleer tepkimeler de giderek şiddetlenir. Böylece yıldızın parlaklığı da artar. Bir balonun içindeki havayı ısıttığımızda balon nasıl büyüyorsa, nükleer tepkimelerin şiddetindeki artış yıldızın (nükleer tepkimelerin olmadığı) dış katmanlarının ısıtılarak ge-

nişlemesine de neden olur. Dış katmanların bu genişlemesi iç kısmın büzülmesinden çok daha baskın olduğundan, yıldız da zamanla şişer.

Bu süreç merkezde hidrojen yakıtı bittiğinde başka bir boyut kazanır. Artık, yıldızın ışınımcüyünü besleyen kaynak, helyum özeği çevreleyen, hidrojen yakan kabuktur. Bu evrede, yıldız görece hızlı bir şekilde şişerek kırmızı bir dev olur. Hidrojen kabuk yakma süreci geliştiğinde helyum özeğinin kütlesi artar, özeğinin kütlesi belirli bir değere ulaştıkça da çökme gerçekleşir ve çökmeyle artan sıcaklık sonucu merkezde helyum yakma süreci başlar. Merkezde helyumun bitmesinden sonra, çift kabuk yakma süreci başlar. Yıldız artık asimtotik bir devdir. Helyum yakan kabuk kararlı olmasından dolayı yıldızın iç kısımlarında, gökadanın kimyasal evrimi açısından önemli sonuçları olan, bir dizi tırmıklama (dredge up) işlemi gerçekleşir. Güneş ve benzeri yıldızların sonu, Kangal Bulutsusu (Şekil 2) gibi, karbon ve oksijen zengin dış katmanlarını uzaya fırlatarak bir beyaz cüce olmaktadır.

Son Söz

Yıldızlar Güneş sistemimize çok uzaktır. En yakınımızdaki Centauri sisteminden şimdi yola çıkan ışık bile bize ancak 4,2 yıl sonra ulaşacaktır. Güzel bir gecede yıldızları seyre daldığımızda, aradaki mesafelerin çok uzun oluşu, kimi zaman insana ebedi bir yalıtılmışlık hissi verir. Oysa, bu yalıtılmışlık geçici bir durumdur. Bize çok uzak görünen yıldızların en azından bir kısmının maddeyle, bizzat bizi oluşturan madde çok büyük olasılıkla aynı kaynağa sahiptir. Yıldızlar da doğar, yaşar ve ölürlür. Tıpkı canlılarda olduğu gibi, her ölüm aslında yeni hayatların müjdecisi gibidir. Yıldızın ölmeden önce çevresine fırlattığı madde başka yıldızlarınkıyla birleşince yeni yıldızların tohumları serpilmiş olur. Bu bakımdan, yıldızların analarından/atalarından bahsetsek çok da yanlış olmaz. Çok büyük ihtimalle, çok uzun zaman sonra, bizim bedenimizden arta kalanların da yeni doğacak yıldızların doğumuna katılması söz konusudur. Gün gelecek, biz de yıldız olacağız.

Doç.Dr.Mutlu Yıldız

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi,

Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

(Bu yazıyı okuyarak yaptığı öneriler için de Özgür Akarsu'ya teşekkürler...)

Kaynaklar

Asplund, M., Grevesse, N., Sauval, A.J., Allende Prieto, C., Kiselman, D., 2004, A&A, 417, 751
Basu, S., Antia, H.M., 1995, MNRAS 276,1402
Basu, S., Antia, H.M., 1997, MNRAS, 287,189
Basu, S., Chaplin, W.J., Christensen-Dalsgaard, J., ve ark., 1997, MNRAS, 292, 243
Yıldız, M., 2001, Helio- and Asteroseismology at the Dawn of the Millennium, Ed. A. Wilson, Publ. Of the SOHO 10/GONG 2000 Conference (ESA SP-464), Noordwijk, s.571



Şekil 2 Kangal (Helix) bulutsusu. Belki Güneş'te bir gün böyle görünecek. (www.nasa.gov)

GÜNEŞ TUTULMASI



Bir tarafta olağanüstü bir gök olayı Güneş Tutulmaları, diğer tarafta yıkıcı bir doğa olayı depremler.

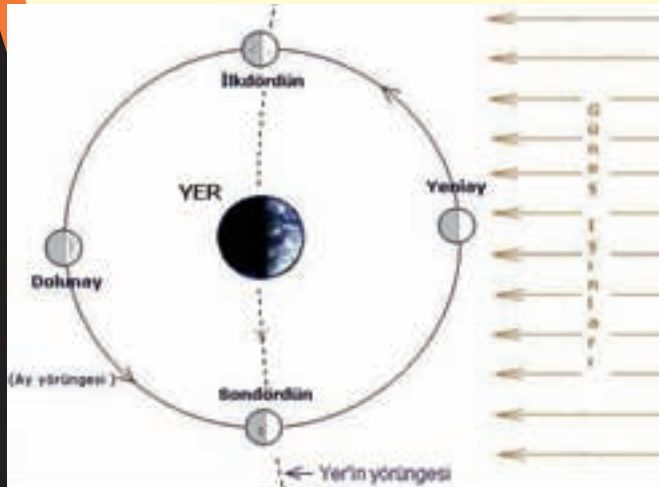
Her deprem olduğunda yer bilimlileri hakkındaki bilgilerimizin ne denli yetersiz ve bazen yanlış olduğunu anlarız. Yazılanlar, tartışılanlar yabancı gelir. Bilimsel ortamda tartışanlar bile anlaşamazlar çoğu kez. Yeryüzünün bilmem kaç km altındaki kaya yapıdaki olayları, hareketleri gör-

meden, bilmeden, yalnızca ölçülebilir nicelikleri değerlendirerek bazı sonuçlara varılıyor, değerlendirmeler yapılıyor, öngörülerde bulunuluyor. En gelişmiş teknolojiye sahip ülke bilim insanları bile depremlerin ne zaman ve hangi büyüklükte olacağı konusunda tahminde bulunamıyorlar henüz. Gözlemler ve ölçümlerin değerlendirme ve yorumlarıyla uyarılarda bulunuyorlar..."Deprem nedir bilelim, depremlerle yaşamayı öğrenelim.."

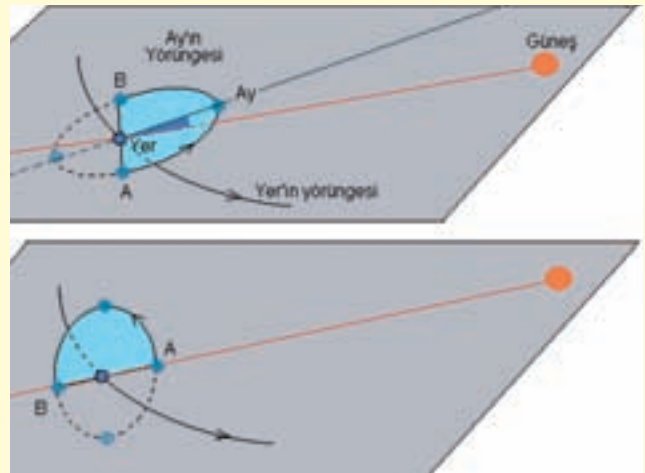
Öte yanda bir gök olayı.. Ne olduğu, nasıl ol-

duğu, geometrisi çok iyi bilinen, saniyelerden duyarlı zamanlamalarıyla Güneş Tutulmaları. Yerkürenin neresinde, kaç saniye gözlenecek, yüz yıl sonra ne zaman olacak biliyoruz..Gözlem olanaklarının gelişmesi ve yeni gözlemlerle yeni bilgiler edinmeye çalışıyoruz Güneş'imiz hakkında. Gün ortasında alacakaranlığı yaşıyoruz, parlak yıldızları ve gezegenleri görebiliyoruz .

11 Ağustos 1999 Tam Güneş tutulmasını izledikten bir hafta sonra yaşadığımız depremin yara-



Şekil 1. Ay'ın Yerküre etrafındaki yörüngesi ve Ay evrelerinin oluşumu.



Şekil 2 Ay'ın Yer etrafındaki yörüngesi ve Yer'in Güneş etrafındaki yörünge düzlemlerinin değişik konumları..

TUMLALARI VE DEPREMLER

ların hala saramadığımız ortada. Astronomi bilgilerimizdeki eksiklikler nedeniyle deprem sırasında gözlenenleri yanlış yorumladık "Deprem sırasında gökyüzünde yıldızlar birden parladı!" Oysa yanlış aydınlatmalar sonucu yıldızları görmemizi engelleyen ışık kirliliği, deprem sırasında elektriklerin kesilmesiyle ortadan kalkmıştı yalnızca. Ama en acımasız olanı, Güneş Tutulmasının neden olduğu şekilde yazılanlar. "Güneş tutulması sırasında Ay ve Güneş aynı çizgi üzerinde oldukları için çekim etkisi artmış ve yer kabuğunu yerinden oynatmıştı sözde..." Bu açıklama halk arasında büyük etki yaratmıştı. Jeofizikçiler, Gökbilimcilerin bu konudaki açıklamalarından çok bu tür senaryolar yer almıştı basında.

29 Mart 2006 tarihinde yine bir Tam Güneş tutulması izleyeceğiz. Hem de dünya üzerinde en iyi gözlenebilecek yerlerin başında ülkemiz geliyor. Bu konuda tüm uyarılara karşın tanıtım konusunda çok yetersiz kaldık. Tanıtım bir yana, kuş gribi görüntüleri, geçen ay içindeki karikatür krizi, bir papazın öldürülmesi ve benzeri olaylarla biz bu olumsuzlukları körükliyoruz. (Yine de bilinçli olanlar ülkemize gelecektir...). Bütün bunlar yetmedi, "Yine Güneş Tutulması....Yine deprem mi olacak ? " gibi başlıklarla felaket tellallığı yapan haberler gazete ve televizyonlarda yer almaya başladı. Bir de, Jeofizikçi ya da Gökbilimci olmayan bir üniversite öğretim üyesi çıkıp bir zaman aralığı vererek Güneş Tutulması sonrasında deprem olacağını resmi makamlara ilettiler. Bilimsel ortamda görüş ve kanıtlarını ortaya koyması, önerilerini tartışması gerekirken, bilimsel etik açıdan tutarsız biçimde bir yol izledi. Yöre halkının Güneş tutulması öncesinde panik havasına girmelerine neden oldu.

Kısacası, " Bilgi sahibi olmadan fikir sahibi olunamayacağı.." görüşünden yola çıkalım ve biraz bilgilenelim. Gündeme getirilen şey, Güneş tutulması olduktan sonra deprem olacağı şeklinde.. Bakın işin aslı ne :

Yerküre Güneş etrafında bir yılda (365.24 günde) dolanır. Yer Güneş etrafında dolanırken, Ay da, Yerküre etrafındaki yörüngesinde dolan-

2000 - 2006 Arası Dünyada Olan Depremler

(US Geological Survey National Earthquake Information Center)

Büyüklik	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
8.0 to 9.9	1	1	0	1	2	1	0
7.0 to 7.9	14	15	13	14	14	10	3
6.0 to 6.9	158	126	130	140	141	146	12
5.0 to 5.9	1345	1243	1218	1203	1515	1707	111
4.0 to 4.9	8045	8084	8584	8462	10888	13662	621
3.0 to 3.9	4784	6151	7005	7624	7932	8911	313
2.0 to 2.9	3758	4162	6419	7727	6316	4523	142
1.0 to 1.9	1026	944	1137	2506	1344	25	2
0.1 to 0.9	5	1	10	134	103	0	0
belirlenemeyen	3120	2938	2937	3608	2939	859	55
Toplam	22256	23534	27454	31419	31194	29844	1259

maktadır. Ay yörüngesini yaklaşık 27.5 günde tamamlar.

Bu yörünge hareketi sırasında Ay'ın Güneş tarafından aydınlatılan yüzünü farklı açılardan görürüz. Bu farklı görünümlere Ay'ın Evreleri diyoruz. Ay, yeniay evresindeyken Güneş'le aynı taraftadır ve aydınlanan kısmını göremeyiz. Dolunay evresindeyse aydınlanan yüzünün tamamını görürüz ve Ay bir tarafta, Güneş diğer tarafta yer alır. Bu evreler her 29.5 günde bir tekrarlanır. Yani her 29.5 günde bir Yeniay evresi oluşur. (Hicri takvim bu 29.5 gün yani ayın evreleri esas alınarak geliştirilmiştir.) Bunun sonucunda Ay ve Güneş her 29.5 günde bir hemen hemen aynı çizgiye yakın olurlar.

Ay'ın dolandığı yörünge düzlemiyle Yer'in Güneş etrafındaki yörünge düzlemleri arasında yaklaşık 5 derecelik bir açı vardır. Bu yörüngelerin konumları birbirlerine göre zamanla değişir. (Şekil 2) Ay, yörüngesi üzerinde hareket ederken Yer yörünge düzlemini ilkinde A noktasından geçerek üste çıkar, diğerinde B noktasından geçerek alta iner. A ve B noktalarına Düşüm Noktaları, Yerküreden geçen AB doğrultusuna da Düşümler Çizgisi denir. Yer, Ay ve Güneş'in bir çizgi üzerinde olması için düşümler çizgisinin Güneş'ten geçmesi gerekir. Ay A ya da B düşüm noktasına geldiğin-

de, düşümler çizgisi Güneş'ten geçiyorsa, Yer-Ay-Güneş dizilişinde Güneş Tutulması, Ay-Yer-Güneş dizilişinde Ay Tutulması olayı gerçekleşir. Düşümler çizgisinin Güneş'ten geçmediği Yeniay evrelerinde tutulma olmaz ama birbirlerine açılacak olarak çok yakın olurlar. (Bu açıklık 1-5 derece arasında değişir.)

Buradan varacağımız sonuç : Ay ve Güneş her 29.5 günde bir hemen hemen aynı çizgiye yakın durumda olurlar. Benzer durum Dolunay evresi için de geçerlidir. İki yeniay evresinin ortasında dolunay evresi oluşur. Dolunay evreleri de 29.5 günde bir tekrarlanır. Bir başka deyişle, her 14.75 günde bir sırasıyla Yer-Ay-Güneş ve Ay-Yer-Güneş dizilişi olur. Bu dizilişler tam bir çizgi üzerinde olursa Güneş Tutulması ve Ay tutulması oluşur. Tüm bu evrelerde Ay ve Güneş'in dünyamız üzerindeki çekim etkileri toplamı aynı olur. Bu toplamın yaklaşık %65 i Ay, %35 iyse Güneş'ten kaynaklanır. Çünkü kütleçekimsel kuvvet cisimlerin kütleleriyle doğru orantılı olarak artarken, uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır. Ay, Yer'e Güneş'ten 400 kez daha yakın olması nedeniyle katkısı daha fazladır.

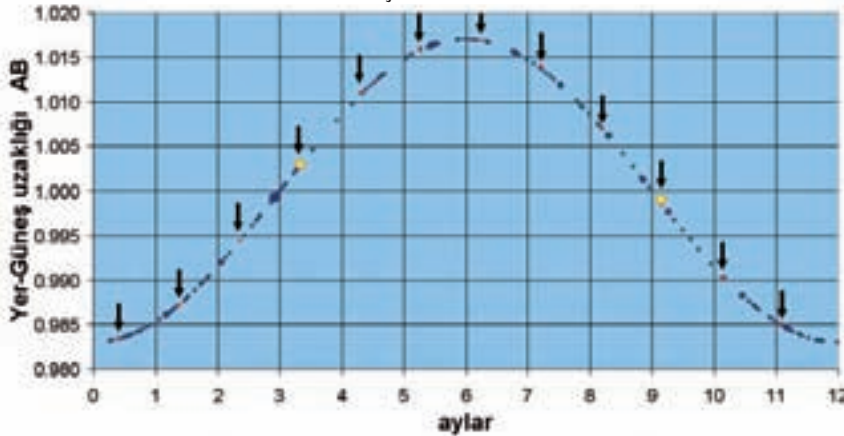
Güneş Tutulmaları

Depremleri Tetikliyor mu?

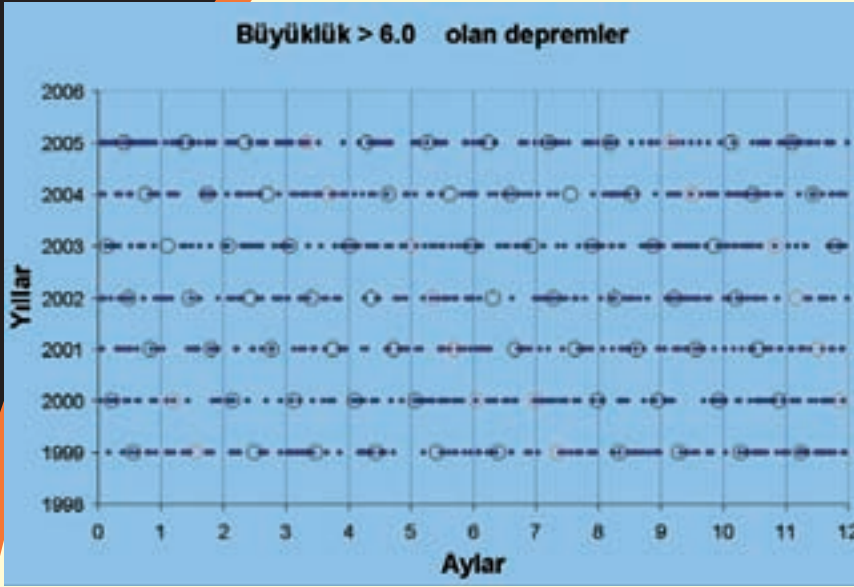
Yaşamımızdaki bu iki önemli gök cisminin etkileri nedeniyle kütleçekimsel olarak etkileri söz konusudur. Bunu sonucu gel-git (med-cezir) olayları oluşur. Bu iki cismin kütleçekim etkileri yeniay ve dolunay evrelerinde birbirine eklenir. Ay ve Güneş'in kütleçekim toplamaları Yeniay evresinden bir hafta önce ve sonrasında (ilk-dördün ve sondördün evrelerinde) en az olur.

Eğer Güneş Tutulmaları depremlerin oluşunu tetikliyorsa, bu tetikleme Ay ve Güneş'in kütleçekim kuvvetleriyle olmalıdır. Bu etkinin en fazla olduğu zamanlar yeniay ve dolunay evreleridir. Yani her 14-15 günde bir bu etki maksimum olur. Güneş Tutulması olsa da olmasada bu kütleçekimi kuvvetleri her zaman vardır. Bu kütleçekim kuvveti depremleri tetikleyecek dü-

Depremler (B>6.0) - Yeniay Zamanları
Güneş Tutulmaları 2005



Şekil 3 : Depremlerin Yer-Güneş uzaklığına göre yıl içindeki dağılımı (Mavi noktalar 6-9.9 büyüklükteki depremleri.. Oklar yeniay evrelerini, sarı noktalar Güneş Tutulması olan yeniay evrelerini gösteriyor.)



Şekil 4 : Koyu mavi noktalar büyüklüğü 6 ve yukarı olan depremleri, Siyahı çemberler Yeniay evrelerini (çember çapı 7 günlük aralığı gösterir), Kırmızı çemberler Güneş Tutulmaları göstermektedir.

zeydeyse, yaklaşık her 15 günde bir büyük depremler olmalıdır. Bu çekim kuvvetlerinin ne düzeyde olduğu hesaplarla kolayca bulunur. Bunların yer kabuğu hareketlerine nasıl etki edeceği jeofizikçilerin alanına girer. Ama, şurası bir gerçektir. Süper(!) ülkelerin yaptıkları nükleer yeraltı denemeleri sırasında ortaya çıkan kuvvetler, Ay ve Güneş'in kütleçekimsel kuvvetlerinden kat kat fazladır. Bu denemelerin yer kabuğu üzerindeki etkileri ne düzeydedir, hangi depremleri tetiklemiştir hiç bilmiyoruz..

Bir başka konuya, Güneş Tutulmasından bir hafta sonra deprem olması kurguları. Ay ve Güneş'in kütleçekimsel kuvvetlerinin en az olduğu bu günlerde deprem beklentisi ilginçtir.

Depremin tetiklenmesini tutulma geometrisiyle oluşan manyetik alan dalgalanmalarının Yer kabuğu ve yer manyetik alanıyla etkileşmesine bağlayan görüşler de vardır.. Güneş'teki patlamaların doğurduğu manyetik dalgalanmalar, Güneş Tutulması sırasında yalnızca geometri nedeniyle oluşacak manyetik dalgalanmadan (Ay'ın evrelerinden bağımsız olarak) çok daha fazladır. Bunlar çok daha etkindir, yalnızca, iletişim üzerindeki etkileri, kutup ışıklarının görülmesi gibi sonuçlar doğurur.

Depremlerin, Yer kabuğunda biriken gerilimin boşalması olduğunu, bu gerilim birikmesinin de tutulmalarla ilgili olmadığını da söyleyebiliriz.

Bu bilgilerden sonra, Güneş Tutulmalarının yer kabuğundaki depremleri tek başına tetikleyen bir mekanizma olduğundan söz etmek yanlış olacaktır..

Peki bugüne kadar olan depremler ve Güneş Tutulmaları ne diyor. Yani istatistik olarak sayılar bize ne gösteriyor?

Bu soruya yanıt aramak için USGS((United States Geological Survey) tara-

findan yayınlanan deprem verilerini kullandık. (http://www.neic.cr.usgs.gov/neis/epic/epic_global.html) 1.1.1973 ile 31.01.2006 arasındaki tüm dünyada olmuş depremlerin kayıtları incelendi. Kayıtlarda, depremin büyüklüğü, merkezi, derinliği, günü, saati herşey var. Yıkıcı olarak kabul edilebilecek 6 ve üzeri büyüklükteki depremlerin sayısı 4415.

Büyük- lük	Deprem Sayısı	Yılda ortalama
5 - 5.9	43527	1319
6 - 6.9	3916	119
7 - 7.9	468	14
8 - 9.9	31	1

Çizelgeden görüldüğü gibi yılda bir kez büyüklüğü 8 den fazla olan deprem oluyor. 7 - 8 arası yılda 14 deprem demek bu büyüklükteki yıkıcı depremlerden her iki ayda üç tane , 6-7 arası büyüklükte 3 günde bir, 5-6 arasındaysa günde 3-4 deprem olmuş demektir.

Yani Dünyamız Hergün Sallanıyor !!

1900 den bu yana kayıtlar incelendiğinde 6 ve yukarı büyüklükteki depremlerin neredeyse kararlı bir sayı izlediği görülmektedir. Yeryüzünde çok sayıda deprem kaydedici ağıt kuruludur. Bu sayede depremlerin yerleri de çok duyarlı sapta-nabilmektedir.

Son 6 yılda olmuş çeşitli büyüklükteki depremlerin sayısında çizelgede görülmüyor..

Bu kadar çok sayıda depremin olduğu bu 33 yıl içerisinde gerçekleşen Güneş Tutulması sayısı yalnızca 72. Yılda 2 ile 5 arasında Güneş tutulması olur. Yılda 2 Güneş Tutulması olurken, Güneş Tutulması'yla aynı dizilişte 12 Yeniay evresi ve yıkıcı değerinde 135 deprem olmaktadır. Bu depremlerin yıl içindeki dağılımları incelendiğinde bir seçim etkisinin de olmadığı görülmektedir.

Örnek olarak 2005 yılı içinde 6 dan büyük değerli depremleri günlere ve Güneş'in yere uzaklığına göre noktalandığımızda(Şekil 3) dağılımın rasgele olduğu görülmektedir. Depremlerin yeniay evrelerinin etrafındaki dağılımların da rasgele olduğu gözle çarpılmaktadır. Güneş tutulmasıyla diğer yeniay evreleri etrafındaki deprem dağılımları arasında da bir fark görülmemektedir. Güneş Tu-

tulmalarının 6 gün öncesi ve 6 gün sonrasını incelemenin bir anlamı yoktur. İncelendiğinde, diğer yeniay evrelerinden farklı değildir. Günde ortalama 3-4 deprem oluyorsa Güneş Tutulması öncesi ve sonrasında deprem olması doğal bir dağılım sonucudur. Doğa, Güneş Tutulmalarına ayrıcalık yapmamaktadır.

Şekil 3 te 2005 yılı için görülen depremin yıl içindeki günlere göre dağılımını 1999-2005 arası yıllar için noktalandığımızda (Şekil 4) benzer durum görülmektedir. Güneş Tutulması ya da Yeniay evrelerinde deprem yığılmaları sözkonusu değildir. Bunu tüm deprem verileri için yaptığımızda da sonuç değişmemektedir.

Depremler ve güneş tutulmaları arasındaki ilişki olup olmadığını ülkemizdeki diğer gökbilimciler de farklı açılardan araştırmışlardır. Kandilli Gözlemevi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden Dr.Tamer Ataç'ın ve İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'nden Dr. Tansel Ak'ın çalışmalarına aşağıdaki internet adreslerinden ulaşabilirsiniz.

<http://www.eclipse2006.boun.edu.tr/sss/encoksor2006.html>
<http://www.tug.tubitak.gov.tr/tutulma/turkish/anasayfa.html>

Sonuç

Güneş Tutulmasıyla diğer Yeniay evreleri arasında kütleçekimsel kuvvet olarak fark yoktur.

Güneş tutulması 7 gün öncesi ve sonrasında bu etki en az olur. Güneş Tutulmalarının depremleri tetiklediğinden sözedilmez,

Güneş Tutulmalarıyla deprem oluş tarihleri arasında istatistik açıdan bir ilişki bulunamamıştır. Güneş Tutulmalarının hemen öncesi ve sonrasında olan depremlerin sayısı tüm depremlerin yüzdebiri oranında.

Günde en az 5-6 büyüklüğünde 3-4 deprem olmaktadır. Bir yılda 2-5 arası gerçekleşen Güneş Tutulması ve diğer yeniay evrelerinde de depremler zaten olmaktadır.

Depremlerin ne zaman olacağı önceden tahmin bile edilemediği halde Güneş Tutulmalarının meydana geliş zamanları büyük hassasiyetle önceden hesaplanabilmektedir.

Liselerden jeoloji dersleri kaldırıldı, deprem nedir bilmiyoruz, depremler nasıl yaşanır bilmiyoruz, korkuyoruz. Astronomi dersleri kaldırıldı, gökyüzünü tanıyamıyoruz, gök cisimlerini bilmiyoruz, evrendeki varlığımızı irdeleyemiyoruz, meydana astrologlar dolduruyor. En kötüsü de, "Yakında Güneş tutulması olacak, ardından yine deprem olacak mı ?" diye bu bilgi çağında bile soruyoruz.

Güneş Tutulmasından korkmaya gerek yok.. Yerküremizde o kadar çok deprem oluyor ki, bu depremler Güneş Tutulması'ndan başka birçok olaya da rastlayabiliyor. Ama Güneş Tutulması olağanüstü bir gök olayı olduğu için anılardan silinmiyor ve yakın günlerde olan bir depremin sorumlusu olarak bilgisiz insanlar tarafından suçlanıyor.

Ülkemizde gözlenebilecek bir sonraki tam tutulma 54 yıl sonra, daha çok var.. Siz, bu yılki olağanüstü gök olayını, göz güvenliğinizi dikkate alarak keyifle izlemeyi unutmayın.

29 Mart'ta gökyüzünüzü açık olsun...

Prof.Dr. Zeynel Tunca
 TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi
 Ege Üniversitesi Fen F. Astronomi ve
 Uzay Bilimleri Bölümü

GÜNEŞ BENZERİ YILDIZLAR

Güneş bize en yakın yıldızdır ve Dünyadaki varlığımızın temelidir, fakat sayısız yıldızlardan biri olduğunu, hatta bir yıldız olduğunu pek düşünmeyiz! Yer-Güneş ilişkisini iyi anlamak için bugünkü Güneşin nasıl işlediğini öğrenmenin, Güneş'in geleceğini öğrenmek için de diğer güneş benzeri yıldızları çalışmanın çok önemli olduğunu söylemekle yetineceğiz. Güneşi çalışarak yıldızları, yıldızları çalışarak Güneşi öğreniyoruz.

Yıldızlar kendi kütle çekimi altında dengede olan gaz küreleridirler. Yüzeiden saldıkları enerjinin kaynağı nükleer enerjidir. Ömürlerinin ezici çoğunluğunu özelelerinde hidrojen yakarak geçirirler. Özelelerinde hidrojen yakan yıldızlara gökbilimciler "anakol yıldızları" der. Anakol yıldızlarının yüzey sıcaklıkları yaklaşık 2000 Kelvin(K) dereceyle 40 000 K derece arasındadır. Güneş de bir anakol yıldızdır ve yüzey sıcaklığı yaklaşık 5800 K derecedir. Yüzey sıcaklığı güneşin yüzey sıcaklığı komşuluğunda olan, daha kesin dersek, sıcaklığı 6500 ile 5500 K derece arasında olan anakol yıldızlarına " güneş benzeri yıldız" denir. Güneş, güneş benzeri yıldızları incelemede ve anlamada temeldir. Çünkü, yakınlığı nedeniyle disk şeklinde (büyük açı altında) görülen tek yıldızdır. Bu nedenle yüzey katmanlarının özellikleri ve bu katmanlardaki olaylar kolayca gözlenebilmektedir.

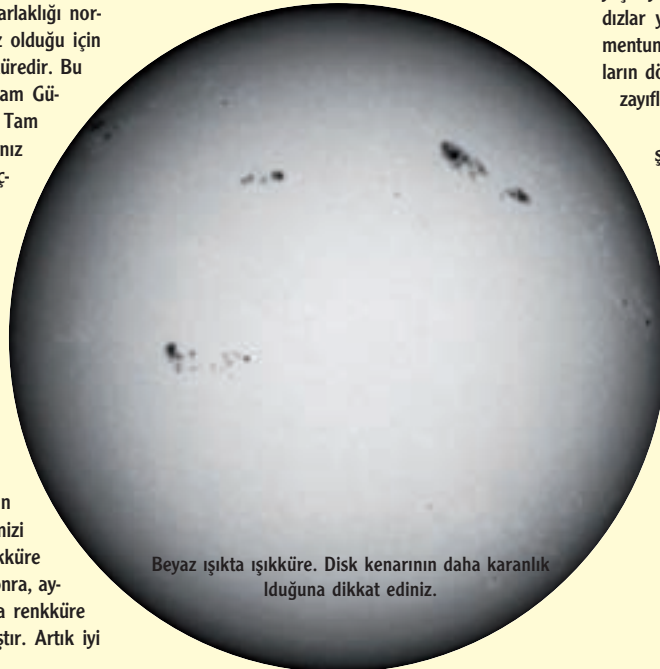
Güneş atmosferi üç katmandan oluşur: Doğrudan görebildiğimiz katman ışık küre (fotosfer), bunun hemen dışında çok ince renkküre (kromosfer) ve en dışta, milyonlarca km uzaklığa ulaşan taçküre (korona). Işıkküre bize ulaşan Güneş ışığının esas çıkış bölgesidir, güneş lekeleri burada oluşur. Renkküre, "flare" denen güneş parlamalarının, prominans denen gaz (plazma) fıçırmalarının tabanıdır. Taçküre, manyetik alan kaynaklı olayların, radyo ışınımı salmasının ve radyo patlamalarının, Yer'e kadar ulaşan güneş rüzgarının kaynağıdır. Taçkürerde (kinetik) sıcaklık birkaç milyon dereceye ulaşır. Renkküre ve taçküre çok seyrek (yoğunluğu çok çok düşük) ve parlaklığı normal ışık küre parlaklığına göre çok az olduğu için Güneş diskinin sınırını belirleyen ışık küredir. Bu nedenle renkküre ve taçküre yalnız tam Güneş tutulması sırasında gözlenebilir. Tam tutulma başlayınca çok kısa süre yalnız renkküre, sonra bütün görkemiyle taçküre görülür. Özellikle taçküre değişik dinamik bir yapıya sahiptir. Bir güneş tutulmasında görülen taçküre başka bir tutulmadakine benzemektedir. Bu nedenle Tam Güneş Tutulması, hem profesyonel hem amatör gökbilimciler tarafından izlenen bir olaydır.

Yıldızlarda Güneş tutulmasına benzer bir olay söz konusu değildir.

Güneşte tam tutulma sırasında yapılan gözlemler renkküre ve taç kürenin tayfsal (ışınım) özelliklerini öğrenmemizi sağlamaktadır. Güneş tayfındaki renkküre ve taçküre belirteçleri öğrenildikten sonra, aynı belirteçleri sergileyen yıldızlarda da renkküre ve taç katmanlarının varlığı anlaşılmuştur. Artık iyi



Tam tutulma başlarken görülen renkküre



Beyaz ışıkta ışık küre. Disk kenarının daha karanlık olduğuna dikkat ediniz.

zeri yıldızlar güneştekine benzer yüksek enerji olayları sergilemektedirler: taçküre ışınları, manyetik alan kaynaklı mikrodalga ve X ışını ışınmaları, parlamalar vb.

Yukarıda güneş benzeri yıldızların yüzey sıcaklıklarını verdik, merkez (özele) sıcaklıklarından söz etmedik. Bir yıldız özelede daha mı soğuk, daha mı sıcak? Yoksa her yerinde sıcaklık aynı mı? Yüzeiden ışınım yayıldığına göre termodinamik yasaları diyor ki sıcaklık her yerde aynı olmaz ve özele daha sıcak olmalıdır. Güneş, bu çıkarsamanın doğruluğunu gözlemlerle sınamak için bir olanak sağlar: kenar kararması. Beyaz ışıkta çekilen güneş fotoğrafında disk kenarı disk merkezinden daha karanlık gözükmektedir.

Kenar doğrultusunda bakıldığında bakış doğrultusu hep kenarda kalmaktayken merkez doğrultusunda bakıldığında bakış doğrultusu giderek daha derini "görmektedir". Derin katmanlar daha sıcak dolayısıyla daha parlak olduğu için kenar merkeze göre daha karanlık gözükmektedir. Bu kenar kararmasının etkisi, örten çift yıldızlarda bir yıldız ötekini örttüğünde gözlenen parlaklık değişimlerinde görülmektedir.

Anakol yaşamına yeni başlamış, kütlesi, yarıçapı ve sıcaklığı Güneş'inkilerle aynı olan bir yıldız Güneş'in "gençliğini", yani özelede H-yanması başladıktan kısa zaman sonraki durumunu temsil etmektedir. Anakol ömrünün sonuna yaklaşan, kütlesi ve sıcaklığı Güneş'inkilerle aynı olan bir yıldızda Güneş'in geleceğini temsil eder. Böyle yıldızlar üzerine yapılan çalışmalar, yukarıda sözünü ettiğimiz renkküre ve taçküre (manyetik alan kaynaklı) etkinliklerinin yaşla yavaşladığını göstermiştir. Güneş benzeri yıldızlar yaşlandıkça kütle kaybı yoluyla açılma momentum kaybederler. Böylece güneş benzeri yıldızların dönme hızları ve dolayısıyla taçküre etkinliği zayıflar.

Taçküre sıcaklığı da azalır. Buna ters düşen örnekler de var. Anakoldan ayrılmakta olan, yani artık ömrünün son aşamalarına yaklaşan 3 yıldızda artan etkinlik gözlenmiştir. Bu durum, konveksiyon yapısında beklenmedik değişikliklerle açıklanmaya çalışılmaktadır. Kimbilir Güneş'in etkinliği de böyle bir yol izleyebilir!

Prof. Dr.

Zeki Aslan

TÜBİTAK Ulusal

Gözlemevi

Akdeniz Ü.

Fen Ed.F. Fizik

Bölümü

Türkiye'nin Bilim Çeşmesi:

www.biltek.tubitak.gov.tr

Yenilendi!

The screenshot shows the updated website interface for Bilim ve Teknik. At the top, there is a navigation bar with the logo "BİLİM ve TEKNİK" and the Tubitak logo. To the right, there are logos for "Formula Güneş Arabaları Yarışı" and "BİYOZİNCİ ARAMIZDA". Below the navigation bar, there is a sidebar on the left with search filters for "Bilim ve Teknoloji", "Felsefe", "Eğitim", "Felsefe ve Tarih", "Edebiyat", "Tarih", and "Bilim ve Sağlık". The main content area features a "Periyodik Tablo" section with a "OKURLARIMIZA HEDİYE" offer for the January 2006 issue, "Sinemada Psikoloji" article, and "Kilo Vermede Yeni Yaklaşımlar" article. There is also a "Kullanıcı Adı" and "Şifre" login form. At the bottom, there are navigation links for "YURTİÇİ", "Bilim ve Sağlık", "Popüler Bilim", "Ziyaretçi", "Editör ARKIVU", and "Site Haritası".

