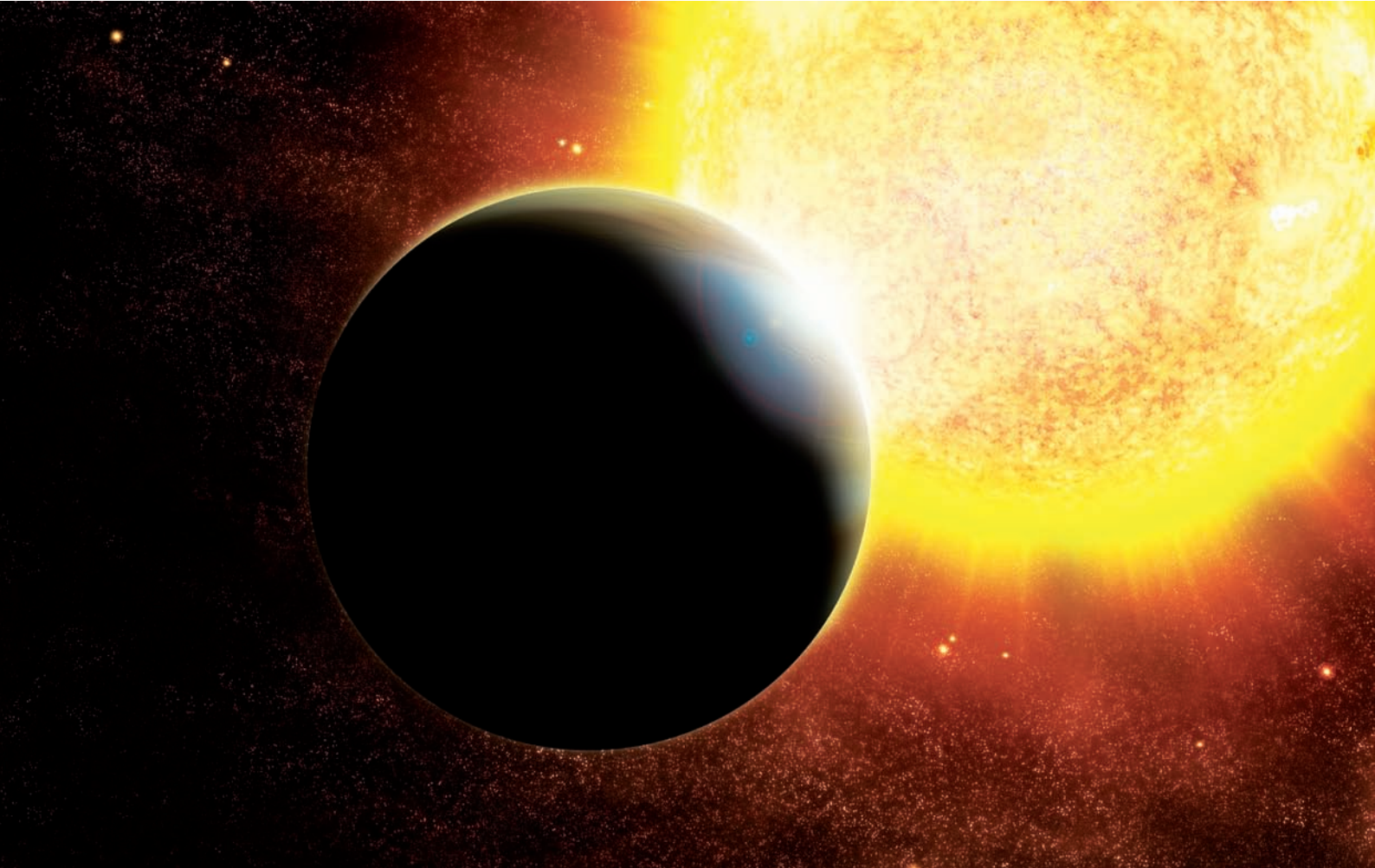


Amatör Gök bilimciler için Geze gen Avcılığı

Bundan birkaç yıl öncesine kadar Güneş Sistemi dışındaki bir gezegeni gözlemek amatör gökbilimciler için ancak bir hayaldi. Oysa şimdi birçok amatör gökbilimci çok da gelişmiş ve pahalı olmayan aygıtlar kullanarak ötegezegen keşiflerinde rol oynuyor. Hatta günümüzde profesyonel gökbilimciler bu alanda da amatörlerin yardımına gereksinim duyuyor ve onları bu alanda çalışmaya teşvik ediyor. Ötegezegen avcılığı için kullanılan yöntemlerin çoğu çok gelişmiş, hassas ve pahalı aygıtlar gerektirse de çok daha basit donanımla ötegezegenleri yıldızlarının önünden geçerken yakalamak mümkün.



Bir gezegenin yıldızının önünden geçebilmesi için yörünge düzleminin bize göre uygun bir doğrultuda olması gerekir. Yörünge düzlemine yandan bakıyorsa, gezegen yıldızın çevresindeki her dolanışında bir kez onun önünden geçer. Bu olayla Güneş Sistemimizde de karşılaşırız. Yörüngeleri Güneşe Dünya'nınkinden daha yakın olan Merkür ve Venüs, belli sıklıkta Güneş'in önünden geçerler. Merkür ve Venüs, öteki yıldız sistemlerine göre bize çok daha yakın oldukları için bu olayları küçük bir teleskop yardımıyla izleyebiliriz. Ancak çok uzakta bulunan ve neredeyse bir nokta ışık kaynağı olarak gördüğümüz yıldızların önünden geçen gezegenleri, dünyanın en büyük teleskopuyla bile doğrudan göremeyiz.

Gözlediğimiz yıldız bir nokta kadar görünür olsa bile, ondan gelen ışık bize onun yapısıyla ve çevresinde dolanmakta olan gezegenlerle ilgili ipuçları verebilir. Yıldızların parlaklıklarının, içlerinde meydana gelen bazı olaylar ya da dışarıdan kaynaklanan birtakım etkilerle değişebildiği biliniyor. Bu tür yıldızlara "değişen yıldız" deniyor. Gökyüzünde çok sayıda değişen yıldız var ve bunların parlaklıklarının zamana göre değişimleri, onların bu özellikleri hakkında önemli bilgiler sağlıyor.

Gökbilimciler, yıldızların parlaklıklarındaki değişimi daha iyi görebilmek ve anlatabilmek için elde ettikleri veriyi "ışık eğrisi" dedikleri grafiklere dönüştürürler. Yıldızların ışık eğrilerinin, parlaklığın değişme nedenine bağlı olarak birtakım tipik şekilleri vardır. Bir değişen yıldız, ışık eğrisinin şekline bakılarak sınıflandırılır. Elbette, kütle ve yüzey sıcaklığı gibi yıldızla ilgili başka önemli veriler de onun özelliklerini belirlemede önemli rol oynar.

Değişen yıldızlardan söz etmemizin nedeni, ötegezegen geçişlerinin de yıldızdan gelen ışıktaki küçük bir değişime yol açması ve bazı gezegen sistemlerinde bunun ölçülebilir olmasıdır. Bir ötegezegen, çevresinde dolandığı yıldızın önünden geçerken onun parlaklığında küçük bir düşüşe neden olur. Bir yıldızın ışık eğrisinin biçimi, bize önünden geçen bir gezegenin varlığını haber verebilir.

Ötegezegen geçişlerinin oluşturduğu ışık eğrileri çok tipiktir. Bir gezegen, yıldızının önüne geçmeye başladığında yıldızın parlaklığında düşüş başlar. Gezegenin tamamı yıldızın önüne geldikten sonra, gezegen yıldızın önünden çekilmeye başlayana kadar, yıldızın parlaklığında çok belirgin bir değişim olmaz; yalnız ışık eğrisi aşağı doğru hafif bir bombe yapar. Bunun nedeni, yıldızın yüzeyinin her bölümünün bize eşit parlaklıkta görünmemesidir. Yıl-

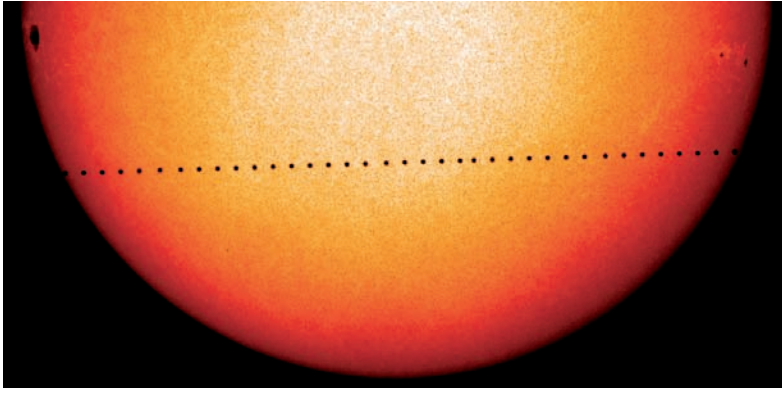


dız küre biçiminde olduğu için bize dönük yüzeyinin ortası görünen kenarlara göre daha parlaktır. Çünkü buradan çıkan ışınların çoğu bize doğru yönelir. Gezegen, yıldızın görünen yüzeyinin ortasına yaklaşırken giderek daha parlak görünen bir bölgesini örteceğinden yıldızın parlaklığında küçük bir düşüş gözlenir. Geçişin orta noktasından sonra parlaklık yeniden artmaya başlar. Bunun ardından, gezegen yıldızın önünden çekilirken yıldızın parlaklığı artar ve yeniden eski düzeyine kavuşur.



Üstte: Amatör ötegezegen avcılığında kullanılabilecek temel donanım 20-30 cm çaplı bir teleskop ve gökbilimsel gözlemler için üretilmiş bir CCD kameradan oluşur. Yanda: XO-1b adlı gezegeni yıldızının önünden geçerken gözlemleyen ve ışık eğrisini oluşturan amatör gökbilimci Bruce Gary, gözlemlerinde kullandığı 35 cm çaplı teleskopuyla birlikte.

Gezegen geçişleri sırasında yıldızların ışığında oluşan değişimler çok küçüktür. Bu değişimleri algılayabilmek için çok duyarlı algılayıcılar gerekir. Yıldız ne kadar küçük, gezegen ne kadar büyükse bu parlaklık değişimi de o kadar belirgin olur. Bu nedenle ilk keşfedilen gezegenler, görece küçük yıldızların çevresinde dolanan Jüpiter'den kat kat büyük kütleli, dev gezegenlerdir. Gelişen aygıtlar ve daha büyük teleskoplar sayesinde giderek daha küçük ötegezegenler keşfediliyor. Gezegen avcılarının en büyük hayali, Dünya benzeri gezegenler keşfetmek. Kuşkusuz bu da çok da uzak olmayan bir gelecekte gerçekleşecek.



Yörüngeleri Güneş'e Dünya'ninkinden daha yakın olan Merkür ve Venüs, belli sıklıkta Güneş'in önünden geçerler. Merkür ve Venüs, öteki yıldız sistemlerine göre bize çok daha yakın oldukları için bu olayları küçük bir teleskop yardımıyla izleyebiliriz. Soldaki fotoğrafta Merkür'ün, sağdakindeyse Venüs'ün Güneş'in önünden geçerken çekilmiş görüntüleri görülüyor.

Başka yöntemlerle keşfedilen ötegezegenlerin yıldızlarının önünden geçip geçmediklerinin belirlenmesi profesyonel gökbilimciler için önem taşır. Çünkü bu geçişler sırasında gelişmiş teleskoplarla elde edilen veriler, gezegenin büyüklük, sıcaklık ve atmosfer bileşimi gibi özelliklerinin hesaplanabilmesini sağlar.

Bir ötegezegenin yıldızının önünden geçip geçmediğini, geçiyorsa ne zaman ve hangi sıklıkta bu geçişi yaptığını belirleyebilmek için kesintisiz ve uzun dönemli gözlemler yapılması gerekebilir. Gözlenecek binlerce yıldız olduğundan, büyük gözlemlerinin bu amaçla kullanılması pek uygun olmaz. Ötegezegen araştırmalarıyla uğraşan profesyonel gökbilimciler dünyanın en gelişmiş gözlemlerini kullanırlar. Bu gözlemlerinde bulunan teleskoplar ve görüntüleme aygıtları, gözlem zamanları çok değerli olduğundan ve bu gözlemleri birçok araştırmada kullanıldıkları için ötegezegen avcılığında kullanılmazlar. Büyük gözlemleri genellikle geçiş zamanları daha küçük teleskoplarla belirlenmiş ötegezegenlerin ayrıntılı gözlemlerinin yapılması için kullanılır. İşte, bu nedenle profesyonel gökbilimciler amatörlere gereksinim duyar.

Peki, amatörlere hangi yıldız gözlemleyeceklerini nasıl biliyor? Bunun için profesyonellerle amatörlere arasında iletişim sağlayan birtakım kuruluşlar var. Bunlardan en iyi bilineni, AAVSO (Amerikan Değişen Yıldız Gözlemcileri Birliği). Neredeyse yüz yıl önce kurulan AAVSO, tüm dünyadaki amatör ve profesyonel gökbilimciler arasında bir köprü görevi üstlenen ve kâr amacı gütmeyen bir kuruluş. NASA ve Kaliforniya Üniversitesi'nden bilim insanlarıyla birlikte çalışan , yıldızının önünden geçiş yapması olası ötegezegenleri düzenli olarak gözlemcilere duyuruyor.

Profesyonellerin amatörlere beklediği, gözlemler için gerekli donanım, bilgiye ve deneyime sahip olmalarıdır. Bir keşif gerçekleştiğinde, amatör gökbilimci çalışmalarının karşılığını belki mad-



Alp Akoğlu

di olarak değil ama başka şekillerde alır. Her şeyin ötesinde, önemli bir bilimsel keşfe imza atmış olur ve tüm dünyada onurlandırılır. Bir amatör gökbilimci daha ne isteyebilir ki?

Bu tür çalışmalar, dünyanın her yanındaki gözlemcilere açıktır. Hatta geçişlerin belirlenmesinde gözlemlerin sürekliliği önem taşıdığından, gözlemciler ne kadar farklı yerlerde olurlarsa o kadar iyi olur. Örneğin gözlenen yıldız Çin'de batarken Türkiye'de daha yeni doğar. Türkiye'de batarken ABD'de doğar. Ayrıca hava koşulları her zaman gözlem için uygun olmaz. Kuzey yarıkürede hava kapalıyken güney yarıkürede aynı boylamda hava açık olabilir. Gözlemcilerin de sürekli veri alamadığı düşünülürse, gözlemci sayısının çokluğu ve Dünya üzerindeki dağılımı büyük önem taşır.

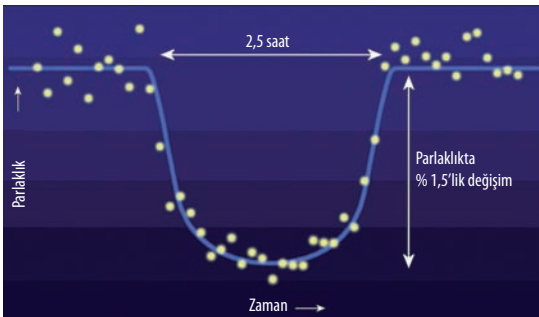
Ötegezegen Avcılığı için Gerekli Donanım

Amatör gökbilimcilik yalnızca çıplak gözle de yapılabileceği için tümüyle masrafsız olabileceği gibi, kullanılan donanıma bağlı olarak çok yüksek maliyet de getirebilecek bir uğraş. Bu tamamen kişinin ilgi alanına ve maddi durumuna bağlı. Örneğin bazı değişen yıldızların gözlemleri sadece çıplak gözle yapılabildiği gibi, başka değişen yıldızlar yalnızca büyük teleskoplar ve gelişmiş CCD algılayıcılarla gözlenebilir. Birçok ötegezegen geçişini gözlemek için çok karmaşık bir donanıma gerek duyulmaz. Bunun için temel gereçler bir teleskop, bir CCD kamera, bir bilgisayar ve gözlemlerde ve verileri indirgemede kullanılacak bir ya da birkaç yazılım.

Ötegezegen gözlemi yapabilmek için gözlem koşullarının kusursuz olması, dolayısıyla da bir dağın tepesine çıkmak gerekmez. Amatör gökbilimciler bu tür yerlere genellikle gökyüzü fotoğrafları çekmek için giderler. Çünkü ışık kirliliği, uzun poz süreli fotoğrafların fonlarının çok parlak çıkmasına neden olur. Karanlık gökyüzü altında daha iyi sonuçlar alınabilse de bir yıldızın ışığındaki değişimi ölçmek için gözlem koşullarının çok iyi olması bir zorunluluk değil.

Ötegezegen gözlemlerinde, kullanılacak teleskopun özellikleri önem taşır. Parlak yıldızların çevresindeki büyük ötegezegenlerin geçişlerini izlemek için 20 cm çaplı teleskoplar genellikle yeterli olur. Hatta, Kaliforniya Üniversitesi'nden astrofizikçi Greg Laughlin'in başında bulunduğu bir topluluğun kullandığı teleskopların çapı, 10 cm'den başlıyor. 10 cm ayna çaplı bir teleskopla bazı ötegezegen geçişleri gözlenebilse de bu boyutta bir teleskop çoğu ötegezegen geçişini gözlemek için yetersiz kalır. Bu nedenle, çoğu amatör gökbilimci bu gözlemler için 20-35 cm çaplı teleskoplar kullanır. Bu boyutlardaki teleskoplar amatör gökbilimcilerin satın alabileceği fiyatlara satılıyor. Ülkemizde birçok amatör gökbilimci ve amatör gökbilim topluluğu bu boyutta teleskopa zaten sahip. Daha büyük teleskoplara taşınabilir olmayacağı gibi, çoğu amatör gökbilimci için çok pahalıdır.

Teleskop kadar önemli bir gereç de bir CCD kamerasıdır. Günümüzde amatör gökbilimcilerin kullanımı için üretilen CCD algılayıcıların duyarlılığı iyice artmış durumda. Buna karşın fiyatları da birçok amatörün satın alabileceği düzeyde. CCD kameraların yaygın olarak kullanılmaya başlandığı son 20 yıl içinde satılan CCD kameraların sayısının on binlerce olduğu tahmin ediliyor. Bu kameraların çoğu da amatör gökbilimcilere satılmış. Bu CCD kameraların çoğu ötegezegen geçiş gözlemleri için gereken nitelikte. Böyle bir kameranın niteliği

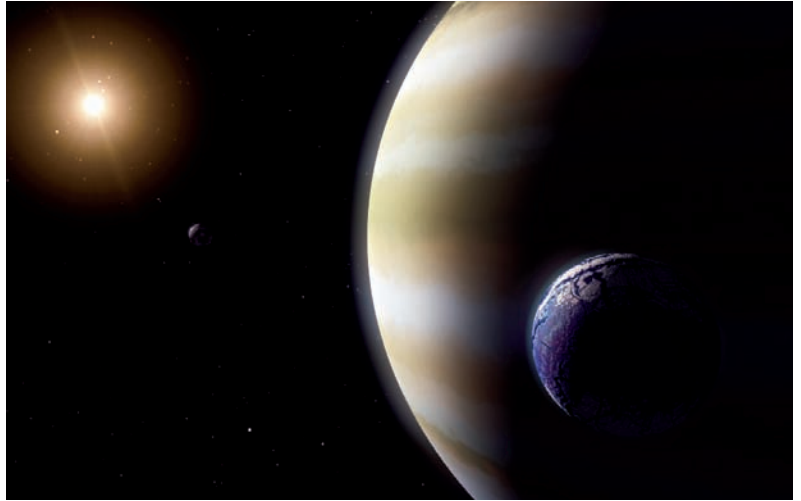


Önünden bir gezegen geçen yıldızın parlaklığının zamana göre değişimi (ışık eğrisi). Bu değişim çok küçük miktarda olduğundan ancak hassas aygıtlarla ölçülebilir.

gereksinime göre değişse de büyük bir bölümü ötegezegen geçiş gözlemleri için yeterli. Uzmanlar kameraları bu amaçla kullanacak gözlemcilere, renkli filtrelere sahip 16-bit tek renk olanları öneriyorlar.

Deneyim

Ötegezegen geçişlerini gözlemlemek isteyen amatörlerin gökyüzü gözlemciliğinde deneyimli olmaları ve kullandıkları donanımı iyi tanımaları gerekir. Birçok amatör gökbilimcinin bu iş için gereken deneyimi aslında zaten var. Çünkü ötegezegen geçiş gözlemleri, değişen yıldız gözlemlerine çok benzer. Değişen yıldız gözlemciliği, neredeyse yüz yıldır amatör gökbilimcilerin yaptığı çalışmalar arasında önemli bir yer tutuyor. Yine AAVSO başta olmak üzere, profesyoneller de çeşitli kuruluşlar aracılığıyla amatör gökbilimcilerin bu işgücü ve deneyiminden yararlanıyor.



Amatör gökbilimcilik tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla gelişiyor. Bireysel olarak kendi çalışmalarını yapanların yanı sıra, çok sayıda topluluk da kurulmuş durumda. Üniversite topluluklarıyla birlikte, artık birçok ortaöğretim hatta ilköğretim kurumunda bile gökbilim toplulukları var. Bu kurumların bazısının bu tür araştırmaları yapabilecek donanımı da bulunuyor. Gerek bireysel gözlemciler, gerekse topluluklar biraz bilgi birikimi ve deneyim elde ettikten sonra gökbilimin en ilgi çekici araştırma alanlarından biri olan ötegezegen avcılığına başlayabilirler.

Kaynaklar

Gary, B. L., *Exoplanet Observing For Amateurs*, Reductionists Publications, 2007.

<http://www.aavso.org>
<http://www.planetquest.jpl.nasa.gov>

Ötegezegen geçişlerini gözlemeye, öncelikle geçiş zamanları ve ışık eğrilerinin yapısı bilinen ötegezegenlerden başlanması öneriliyor. Bu, deneyim kazanmak ve aygıtların duyarlılığını ölçmek için önem taşıyor. Bunlarla ilgili bilgiler, AAVSO'nun İnternet sitesinde (<http://www.aavso.org>) yayımlanıyor.