

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNEŞ ÖTESİ GEZEĞEN SİSTEMLERİ:

DURUM ÖZETİ

Arif SOLMAZ

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 06/10/2010

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ARİF SOLMAZ tarafından PROF. DR. MEHMET EMİN ÖZEL yönetiminde hazırlanan “GÜNEŞ ÖTESİ GEZEĞEN SİSTEMLERİ: DURUM ÖZETİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş ve bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mehmet E. ÖZEL

Danışman



Prof. Dr. Osman DEMİRCAN

Jüri Üyesi




Yrd. Doç. Dr. Hicran BAKIŞ

Jüri Üyesi

Sıra No: 560.....

Tez Savunma Tarihi: 06/10/2010



Prof. Dr. İsmail TARKAN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Arif SOLMAZ

TEŞEKKÜR

Hazırlanan yüksek lisans tezinin gelişme aşamalarındaki tüm yardımları için danışmanım Prof. Dr. Mehmet E. ÖZEL'e ve teze katkı sağlayan önerileri için Prof. Dr. Osman DEMİRCAN ve Yrd. Doç. Dr. Hicran BAKIŞ'a teşekkür ederim.

Arif SOLMAZ

ÖZET

GÜNEŞ ÖTESİ GEZEĞEN SİSTEMLERİ: DURUM ÖZETİ

Arif SOLMAZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

06/10/2010, 50

Ötegezegen (extrasolar planets) çalışmaları gökbilim ve gezegen bilimlerinde geçtiğimiz on yılın tartışmasız en heyecanlı ve gelişime açık alanlarından biridir. Tüm gökbilimi etkilemesinin yanı sıra her ülkede en parlak gençleri de kendine çekmektedir. Doppler yöntemiyle 1995’lerde keşfedilen ilk dev ötegezegenlerden bugüne, 500’e yakın ötegezegen (extrasolar planet) bulundu. Bunlar arasında ilk kez yer kütleli büyüklüğünde gezegenler de keşfedildi. Artık, ötegezegenleri kütleleri, yarıçapları ve ortalama yoğunlukları cinsinden ayırt edebiliyor ve böylece içyapı modelleri için ilk ham verileri elde etmeye başlamış bulunuyoruz. Bunlar arasında kısa dönemli bir kaç dev gezegenin aklık (albedo) derecesini, etkin yüzey sıcaklığını ve kimi atmosferik özelliklerini ölçebildik (Seager, 2008). Bu alanda çalışanlar, 20 yıl öncesine kadar, bu tür keşifleri hayal bile edemiyorlardı. Kayda değer önemli gelişmeler olduysa da, gezegen oluşum süreçlerini anlayabilmek ve kendi güneş sistemimizin nasıl oluştuğunu ve bu sistemin gezegenlerinden biri üzerinde yaşamın başlangıç koşullarının nasıl ortaya çıktığını öğrenebilmek için daha çok yol alınması gerekmektedir.

Ötegezegen keşifleri, teknoloji ve yöntemlerin uç limitlere kadar zorlandığı farklı türlerde astronomik ölçümler gerektiren bir alandır. Örneğin: dikine hız duyarlılıkları 0,1 – 1 m/s, birkaç mikro açı saniyesi mertebesinde astrometrik ölçümler, birkaç mili-açı saniyesi mertebesinde açısal çözünürlükler ve yaklaşık 10^{-10} mertebesinde parlaklık oranları söz konusudur. Ötegezegenler çalışma alanı yeni teknolojilerin geliştirilmesinde ve çoğunlukla pahalı uzay görevlerini gerektiren "aşırı" hassas ölçümlerin gerçekleştirilmesinde, yeni ve önemli bir etmen olarak yer almaktadır.

Gezegen keşiflerinde kullanılan en temel yöntemlerden biri, uygun koşullara sahip gezegenlerin neden olacağı tutulmalar (yıldızın önünden geçişler) sırasında yıldızın ışığında gerçekleşen düzenli azalmanın büyük duyarlılıkla takibi ve bu yolla gezegenin yıldız çevresindeki dönemi, kütlesi, büyüklüğü, yoğunluğu ve hatta atmosferinin yapısı gibi parametrelerinin belirlenmesidir. Çalışmamızda gezegen keşiflerinin kısa tarihçesi ve kullanılan yöntemlerin açıklanması yanında, özellikleri belirlenebilen gezegenlere dayanarak yapılabilen sınıflandırmalar ve Güneş sistemimizle karşılaştırma olanakları özetlenmektedir. Ayrıca tutulma gösteren bazı gezegenlerin dönemlerine bağlı olarak farklı ülkelerden gözlemleri arasında işbirliği yoluyla koordineli gözlemler ele alınmakta ve bu şekilde gerçekleştirme çabasına katıldığımız bir olayın detayları verilmektedir. HD 80606b gezegeninin İspanya'dan (Kanarya Adaları), Türkiye'ye uzanan ülkeler arasında, birbirini takip edecek gözlemlerin planlanması ve elde edilen verilerin ortak değerlendirilmesi projesi, bu tür çalışmaların içerdiği sorun ve evreleri ele almak açısından yararlı olmuştur. Bu proje ile ilgili bizim de katıldığımız çalışmalar ve projenin şimdiki durumu da özetlenmektedir.

Anahtar sözcükler: Ötegezegenler, yeni gezegen keşifleri, Kepler Görevi, evrende yaşam, yaşanabilir kuşak, ötegezegen tespit yöntemleri.

ABSTRACT

EXTRA SOLAR PLANETS: STATUS REPORT

Arif SOLMAZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Graduate School of Science and Engineering

Chair of Space Sciences and Technologies Thesis of Master of Science

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

06/10/2010, 50

The study of exoplanets is definitely one of the most exciting and newly developing fields in astronomy and planetary science in the last two decades. The new field attracts some many bright young scientist. The findings are enchanting the public as well. The recent progress in the field has been phenomenal. Only about 20 years have passed since the first discoveries of giant exoplanets with the Doppler method. Today we have discovered more than 500 planets in orbit around mostly nearby stars. The first terrestrial mass objects are also discovered in this interval. We characterize exoplanets in terms of their mass, radius, and mean density and thus have been able to construct the first crude models of their internal structure. We have also measured the albedo, effective temperature, and some atmospheric features of several short period giant planets (Seager, 2008). In the middle of 1990's these discoveries could not have even been imagined by researchers working in this, then unnoticed field. Although significant progress has been made, astronomers has to travel a long way before they can truly start comparative planetology, and fully understand the process of planet formation, and also know, ultimately, how our own solar system formed and how life originated on one of its terrestrial planets.

The detection of exoplanets is a new field that require a diverse range of astronomical measurements at their extreme limits: radial velocity precisions are of 0.1 – 1 m/s, astrometric measurements, of a few micro-arcseconds, angular resolutions, of a few milli-arcseconds, and the measurement of contrast ratios of $\sim 10^{-10}$. The needs of the exoplanet search community are also the drivers of new technologies. Most of these “extreme” measurements often require expensive space missions.

Another, frequently used method is the planetary transits (or eclipses). This is an old technique much used in binary stars observations, in determining the eclipse duration and system periods to its limits. The eclipsing body is now a planet (much smaller than any stars) and has no light of its own. Such observations also require the coordination of international campaigns to determine longer period ($\sim 1/2$ day) systems.

One such campaign (transit event of HD80606b) in which COMU group and author of present thesis participated included several countries from US to Turkey. Although, the coordination efforts and campaign are still not completed, a short account of the international cooperation and its early results are summarised.

Keywords: Exoplanets, discovery of new planets, Kepler Mission, life, universe, habitable zone, exoplanet detection methods

İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ.....	1
1.1. Tarihi Süreç.....	1
1.2. Keşif Yöntemleri.....	2
1.3. Adlandırma.....	4
1.4. Ölçülen Özellikler.....	5
BÖLÜM 2 - ÖTEGEZEĞEN UZAY GÖZLEMLERİ: KEPLER GÖREVİ.....	6
2.1. Giriş.....	6
2.2. Kepler Görevi.....	6
2.3. Kepler'in Amaçları ve Kullandığı Teknikler.....	8
2.4. Kepler'in Görev Detayları.....	9
2.5. Kepler'in Keşfettiği Gezegenler.....	10
BÖLÜM 3 – TÜRKİYE'DE ÖTEGEZEĞEN ÇALIŞMALARI	12
3.1. Türkiye'deki Çalışmalara Genel Bakış.....	12
3.2. ÇOMÜ'de Ötegezegen Gözlemleri ve HD80606b Gözlem Projesi..	12
3.2.1. HD 80606b için Uluslar arası Gözlem Kampanyası	14
3.2.2. HD80606 Gözlem Programı.....	16
3.2.3. Gözlem Sonuçları.....	17
BÖLÜM 4 - GEZEĞEN KEŞİFLERİNİN DÜNÜ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ..	18
4.1. Keşif Yöntemleri.....	18
4.1.1. Dikine Hız Yöntemi.....	19

4.1.2. Geçiş Tespitleri.....	21
4.1.3. Astrometrik Ölçümlerle Yapılan Keşifler	22
4.1.4. Görüntüleme Yöntemi.....	23
4.1.5. Mikromerceklenme Yöntemi.....	25
4.1.6 Zamanlama Yöntemi İle Tespitler.....	26
4.2. Keşfedilen Gezegenlerin Sınıflandırılması.....	27
4.2.1. Temel Gezegensel Parametreler.....	27
4.2.2. Atmosferik Sınıflandırma.....	29
4.3. Güneş Sistemi ve Çevresi: Kendi Örneğimizi Anlamak.....	31
4.4. Modern Teknolojideki Gelişmelerin Ötegezegen Çalışmalarındaki Rolü.....	33
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR.....	38
Ekler.....	I
Çizelgeler.....	XXX
Şekiller.....	XXXI
Özgeçmiş.....	XXXII

BÖLÜM 1**GİRİŞ****1. Tarihi Süreç**

Ötegezegen çalışmaları astrofizikte geçtiğimiz on yılın tartışmasız en heyecanlı alanlarından biri olmuştur. Bu alandaki gelişmeler tüm hızıyla sürmektedir. Yıldızın gezegen çevresindeki dolanım hızını veren doppler yöntemiyle 20 yıl gibi kısa bir süre içerisinde keşfedilen ilk dev ötegezegenlerden sonra, diğer yıldızların etrafında şu anda aralarında ilk yer kütlesi büyüklüğünde gezegenlerin de bulunduğu yaklaşık 500 ötegezegen keşfedildi (Ekim 2010 tarihine kadar keşfedilen tüm gezegenlerin listesi tezin sonunda Ek-1'de verilmektedir). Ötegezegenler, kütleleri, yarıçapları ve ortalama yoğunlukları cinsinden ayırt edilebilmekte ve iç yapı modelleri için ilk ham veriler elde edilmiş olmaktadır. Bunlar arasında kısa dönemli bazı dev gezegenlerin aklık derecesi (albedo) ölçümü, etkin sıcaklığı ve atmosferik özellikleri de ölçülmüştür. 20 yıl öncesine kadar bu tür keşifler hayal bile edilemiyordu. Kayda değer gelişmeler olduysa da, gezegenbilimle ciddi bir karşılaştırma yapabilmek, gezegen oluşum süreçlerini tamamen anlayabilmek, ve kendi güneş sistemimizin nasıl oluştuğunu ve onun sahip olduğu karasal gezegenlerden birinin nasıl yaşam için uygun koşulları yakaladığını öğrenebilmek için daha çok yol alınması gerekmektedir.

Ötegezegen keşifleri uç limitlere kadar zorlanan farklı türlerde astronomik ölçümler gerektiren bir alandır: 0,1 - 1 m/s dikine hız hassasiyetleri, birkaç mikro açısı saniyesi mertebesinde astrometrik ölçümler, birkaç mili-açısı saniyesi mertebesinde açısal çözünürlükler ve yaklaşık 10^{-10} mertebesinde parlaklık oranları söz konusudur. Ötegezegenler, yeni teknolojilerin geliştirilmesinde ve çoğunlukla pahalı uzay görevlerini gerektiren "aşırı" hassas ölçümlerin gerçekleştirilmesinde yer almaktadır.

Son yıllarda gözlem tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde, Güneş Sistemi dışı gezegen araştırmaları gözlemsel astrofiziğin konuları arasına girmiş bulunuyor. Bazı çok büyük veyıldızına uzak gezegenler büyük teleskoplarla doğrudan seçilebiliyor olsalar da (Kasper, 2008) özellikle bizim sistemimizdekilere benzer gezegenlerin en gelişmiş teleskoplarla bile doğrudan gözlenmesi pek olası değildir. Gökbilimciler, bu gezegenleri bulabilmek için çeşitli yöntemlerden yararlanıyorlar.

Ötegezegen, Güneş Sistemi'nin dışında ve başka bir yıldızın yörüngesinde bulunan gezegendir. Ekim 2010 itibarı ile yaklaşık 500 güneş ötesi gezegen algılanmış ve doğrulanmıştır.(Schneider, 2010) Bu gezegenlerin büyük bir çoğunluğu (doğrudan)

görüntülemekten ziyade dolaylı yöntemlerle saptandı. Bunların çoğu Jüpiter'i andıran şekilde büyük kütleli dev gezegenlerdir, bununla birlikte muhtemelen bu algılama teknolojisinin sınırlı olmasından kaynaklanmaktadır. Henüz doğrulanmamış yeni saptamalar daha küçük dünyaların çok daha yaygın olduğu fikrini de öne sürmektedir.

Güneş dışı gezegenler 19. yüzyılın ortasında bilimsel araştırma konusu haline geldi. Astronomlar genellikle bu gezegenlerin var olduklarını farz ediyorlardı ancak ne kadar yaygın olduklarını ya da Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerle ne derecede benzerlik gösterdiklerini bilmiyorlardı. Doğrulanmış ilk keşif 1990'larda yapıldı ve 2000'den beri her yıl 15'ten fazla yeni keşif yapıldı. Keşif sıklığı 2007'de keşfedilen 67 gezegenle artış gösterdi. Tahminlere göre güneş benzeri yıldızların en az %10'u gezegenlere sahip ve gerçek oran çok daha yüksek olabilir. (Marcy ve ark., 2005)

Güneş dışı gezegenlerin keşfi dünya dışı yaşamla ilgili soruları şiddetlendirdi. Şu an için kırmızı cüce Gliese 581'in üçüncü gezegeni ve yörüngesi çevrelediği yıldızın yaşanabilir bir bölgesine yakın bulunan Gliese 581 d (Dünya'dan yaklaşık olarak 20 ışık yılı uzaklıkta) henüz keşfedilen muhtemel yer benzeri gezegenlerin en iyi örneği olarak görünüyor. Eğer katı koşullardan gidilirse gezegenin konumu yaşanabilir bölgenin dışında görünüyor, ancak sera etkisi gezegenin yüzey sıcaklığını yükselterek suyun varlığını destekleyebilir.

1.1. Keşif Yöntemleri

Gezegenler yörüngesinde dolandıkları yıldızlara oranla oldukça zayıf ışık kaynaklarıdır. Görünür dalga boylarında gezegenler yıldızların parlaklığının milyonda birinden daha az parlaklığa sahiptir. Bu derece zayıf bir ışık kaynağını tespit etmenin esas zorluğuna ek olarak yıldız, gezegenin ışığını tespit etmemizi engelleyen ek bir parlaklığa sebep olur.

Bu sebeplerden dolayı şimdiki teleskoplar sadece istisnai durumlarda doğrudan görüntüleme yapabilirler. Özellikle gezegen büyükse (Jüpiter'den epeyce büyükse), yörüngesinde bulunan yıldız oldukça mesafeliyse ve kızılötesi ışın yayınlayabilecek kadar sıcaksa mümkün olabilir.

Bilinen güneş sistemi dışındaki gezegenlerin çok büyük bir kısmı dolaylı yöntemler yoluyla keşfedildi:

- Gökölçüm (Astrometri): Gökölçüm gökyüzündeki yıldızların konumlarının kesin bir şekilde ölçülmesi ve yıldızın zaman içinde değişen konumlarıyla oluşan yolların gözlemlenmesini kapsar. Eğer yıldızın yörüngesinde bir gezegen varsa,

gezegenin kütle çekimsel etkisi yıldızın kendi kütle merkezi etrafında küçük dairesel veya eliptik bir yörüngede hareket etmesine sebep olacaktır (Quirrenbach et al. 2004).

- Radyal hız ve Doppler yöntemi: Yıldızın Dünya'ya yaklaşırken veya uzaklaşırken sahip olduğu radyal hızdaki (yıldızın Dünya'ya göre olan radyal hızı) değişkenlikler yıldızın Doppler etkisi sebebiyle meydana gelen spektral çizgilerindeki yer değişiminden çıkarılabilir. Bu açık ara kullanılan en verimli yöntemdir (Coulter, 2005).

- Transit (geçiş) yöntemi: Eğer bir gezegen yörüngesinde bulunan yıldızın tekerinin önünden geçerse yıldızın gözlenen parlaklığında küçük bir miktar düşüş olur. Bu miktar gezegenin ve yıldızın boyutlarına bağlıdır.

- Kütleçekimsel mikromerçkleme: Mikromerçkleme yıldızın gravitasyonel alanının arkadaki yıldızın ışığını bükerek (mercek gibi) odaklamasıyla meydana gelir. Öndeki yıldızın yörüngesinde bulunan muhtemel bir gezegen merçkleme olayındaki ışık eğrisinde algılanabilecek anormalliklere sebep olabilir.

- Örten ikili: Bir örten çift yıldız sisteminde gezegen ileri geri giderken minimumlardaki değişikliklerin bulunmasıyla algılanabilir. Çift yıldız sistemlerindeki gezegenlerin bulunmasında en güvenilir yöntem budur.

- Yörünge evresi: Ay ve Venüs gibi, güneş dışı gezegenlerin de evreleri vardır. Yörünge evreleri yörünge eğim açısına bağlıdır. Yörünge evreleri üzerinde çalışılmasıyla bilim insanları gezegenlerin atmosferlerindeki parçacık boyutlarını hesaplayabilirler.

- Polarimetri: Yıldız ışığı atmosferik moleküllerle etkileştiğinde polarize olurlar. Bu durum polarimetre ile bulunabilir. Şimdiye kadar bir gezegen üzerinde bu yöntem ile çalışma yapıldı.

Birkaç istisnai durum sayılmazsa, bilinen bütün güneş dışı gezegen adayları yer konuşlu teleskopların kullanılmasıyla bulundu. Bununla birlikte yöntemlerin çoğu, teleskopların hareketli atmosferin yukarısına yerleştirilmesiyle daha iyi sonuç verebilirler. CoRoT (2006'da fırlatıldı) ve Kepler Görevi (2009'da fırlatıldı) güneş dışı gezegen araştırmasına tahsis edilen aktif uzay projeleri arasındadır. Hubble Uzay Teleskobu da birkaç gezegen buldu veya doğruladı. Bunun dışında New Worlds Mission, Darwin, Space Interferometry Mission, Terrestrial Planet Finder gibi birçok planlanan ve önerilen uzay projeleri de mevcuttur.

1.2. Adlandırma

Güneş dışı gezegenleri adlandırmanın en yaygın yolu, küçük farklar dışında çift yıldızları ile benzerdir (yıldızlar için bir büyük harf kullanılırken gezegenler için küçük harf kullanılır). Yıldızın isminin sonuna sistemde bulunan birinci gezegen için "b" harfi kullanılır (51 Pegasi b). Sistemde bulunan bir sonraki gezegen alfabenin bir sonraki harfi ile işaretlenir. Örneğin 51 Pegasi çevresinde bulunan diğer gezegen "51 Pegasi c" sonraki de "51 Pegasi d" adlarıyla listelenebilir. Eğer iki gezegen aynı zaman zarfında keşfedilmişse yıldızın en yakın olanı sıradaki harfi alır. Örneğin Gliese 876 sisteminde en son keşfedilen gezegen yıldızın Gliese 876 b ve Gliese 876 c'den daha yakın olmasına rağmen Gliese 876 d adıyla anılır. 55 Cancri f gezegeni şu anda adında "f" bulunan ilk ve tek gezegendir (55 Cancri sisteminde bulunan beşinci gezegen). Şimdilik "f"nin ötesinde kullanılan başka bir harf yoktur.

Sadece iki gezegen sisteminde "olağan dışı" bir şekilde isimlendirilmiş gezegenler bulunur. 1995'te 51 Pegasi b'nin keşfinden önce iki atarca gezegen (PSR B1257+12 B ve PSR B1257+12 C) ölü yıldızlarının pulsar zamanlamasıyla bulundular. O zamanlarda gezegen isimlendirmenin resmi bir yolu olmadığından gezegenler (günümüzdekine benzer bir şekilde) B ve C olarak anıldılar. Ancak adlandırmada, muhtemelen çift yıldızlar için uygulanan yolla, büyük harfler kullanılmıştı. Üçüncü bir gezegen keşfedildiğinde PSR B1257+12 A olarak isimlendirildi (kullanılan mantık basitçe bu gezegenin diğer ikisine oranla yıldızın daha yakın olmasından kaynaklıdır). Bazı adlandırmalarda (genellikle bilim kurguda) gezegenin yıldızın göre konumları göz önüne alınarak Roma rakamları kullanılır, ancak yukarıdaki sebepten bu pratik bir yöntem değildir.

Eğer bir gezegen çift yıldız olmayan bir sistemin etrafında dönüyorsa yıldızın harfi gezegenin adına eklenir. Eğer gezegen sistemdeki ilk yıldızın yörüngesinde dönüyorsa ve ikincil yıldızlar gezegenden sonra keşfedilmiş veya birincil yıldızın ve gezegene göre olarak uzaksa isim genellikle ihmal edilir. Örneğin Tau Boötis b bir çift yıldız sisteminin yörüngesindedir, ancak ikincil yıldız hem daha sonra keşfedildiği için hem de gezegene ve birincil yıldızın uzak olduğu için "Tau Boötis Ab" terimi neredeyse hiç kullanılmaz. Ancak (16 Cygni Bb ve 83 Leonis Bb gibi durumlarda) eğer gezegen sistemdeki ikincil yıldızın yörüngesindeyse yıldızın adı her zaman kullanılır. Bazı gezegenler Güneş Sistemi'ndeki gezegenlere benzer ancak resmi olmayan adlar almışlardır. Bu gezegenlerin en meşhurlarından bazıları; Osiris (HD 209458 b), Bellerophon (51 Pegasi b) ve Methuselah (PSR B1620-26 b) şeklinde isimlendirilmiştir.

1.3. Ölçülen Özellikler

Bilinen güneş dışı gezegen adaylarının çoğu doğrudan olmayan yöntemlerle keşfedildi, dolayısı ile onlara ait sadece belli başlı fiziksel ve yörüngesel parametreler belirlenebildi. Radyal hız metodu ile yörünge eğikliği dışında, yörünge süresi, yarı büyük eksen, dışmerkezlik, açısal uzaklık, peri apsis boylamı, enberi zamanı da dâhil bütün yörünge elemanları bulundu. Bilinmeyen yörünge eğikliğinin sebebi kütlelerin bilinmemesi ile ilgilidir, bu yüzden genellikle sadece minimum kütle değeri verilir.

BÖLÜM 2

ÖTEGEZEĞEN UZAY GÖZLEMLERİ:

KEPLER GÖREVİ

2.1. Giriş

Uzay görevleri pahalı girişimlerdir. Bunun için $10^7 - 10^8$ avro arasında değişen bütçeler ve 5 - 10 yıl süren hazırlık ve planlama denemeleri gerekmektedir. Diğer taraftan ötegezegen araştırmaları için farklı türlerde uzay görevlerine gerek vardır: astrometri, doğrudan görüntüleme, sınıflandırma, vb. Araştırmacılar uzay görevlerinin seçimi ve sayısı hakkında, bu alanda önemli gelişmeler sağlayacak olanlar için çok dikkatli kararlar almak zorundadırlar. James Web Uzay Teleskopu türünden bir kaç milyar avro bütçeli büyük görevler, önümüzdeki 10 - 15 yıl içinde mümkün görünmemektedir. Önceki dönemlerde orta sınıf (~400 M Avro) görevleri desteklemek oldukça kolaydır. Günümüzün kısıtlı bütçe ikliminde, daha küçüklerinin (~200 M Avro) desteklenmesi tercih edilmektedir. Ötegezegen araştırmacıları hırslarına ölçekli bir şekilde gem vurmakta ve küçük görevlerle ne tür bilimsel çalışmaların yapılabileceği üzerinde ciddi olarak düşünmektedirler. Bu tür bir görevin orta sınıf (400 – 600 M Avro) bir görev kadar iddialı bilimsel hedefleri olmamakla birlikte ötegezegen yol haritasında önemli köşetaşları oluşturmak bu görevlere düşmektedir.

Kepler Görevi bundan sonraki evrede karşılaşacağımız türde görevlere örnek olmalıdır. Kepler, NASA tarafından gökadamızdaki diğer yıldızların etrafında dolanan Dünya benzeri karasal gezegenleri bir ışıkölçer yardımı ile araştırma ve algılama amaçlı olarak tasarlanmış bir uzay teleskobudur. 3,5 yıl boyunca 100.000'in üzerindeki yıldızın parlaklıklarını gözlemleyecek ve olası gezegen geçiş hareketlerini saptamaya çalışacaktır. Görevin ismi ise Alman gökbilimci Johannes Kepler anısına adanmıştır.

2.2. Kepler Görevi

Kepler görevi NASA'nın Keşif Programı çerçevesinde düşük bütçeli ama belirli bir programa odaklanmış bilimsel bir programdır. Sistem tasarımı, görev etkinliği ve bilimsel veri çözümlenmeleri NASA'nın Ames Araştırma Merkezi ev sahipliğinde, görev aşaması NASA Jet İtme Laboratuvarı (Jet Propulsion Laboratory – JPL, Pasadena, California, USA), uçuş sistemi ise Bell Uzay ve Teknolojileri Şirketi (Bell Aerospace & Technologies Corp.) denetiminde hazırlanmıştır.

Kepler Uzay aracı ile 7 Mart 2010 tarihinde Florida'daki Cape Canaveral Uzay Üssü'nden yörüngeye gönderilmiştir.



Genel Bilgiler

Kurum	NASA
Üreticiler	Bell Aerospace & Technologies Corp.
Fırlatılış Tarihi	7 Mart 2009 03:49:57 UTC
Fırlatılış Yeri	Cape Canaveral Uzay Üssü, Florida
Fırlatma Aracı	Delta II
Görev Süresi	3,5 yıl
Kütle	1039 kg
Yörünge Tipi	Dünya takibinde Günmerkezli (bkz. Şekil – 8)
Yörünge Yüksekliği	1 Astronomik birim
Dolanım Süresi	372,5 gün
Dalgaboyu	400–865 nm
Açıklık	0,95 m
Ayna Çapı	1,4 m
Toplama Alanı	0.708 m ²
Websitesi	http://kepler.nasa.gov

Şekil-1: Kepler Uzay Teleskopu. (kepler.nasa.gov)

2.3. Kepler'in Amaçları ve Kullandığı Teknikler

Keplerin ana bilimsel amacı, güneş sistemi ötesindeki gezegen sistemlerinin yapısı ve çeşitliliklerini incelemek olacaktır. Bu, birçok yıldızın aşağıdaki teknikler kullanılarak aynı anda gözlenmesiyle olacak:

- Güneşe benzerliği belirlenmiş yıldız tiplerinin etrafındaki yaşanabilir bölgelerdeki karasal ve daha büyük gezegenleri saptamak.
- Bu gezegenlerin büyüklüğünü, şekillerini ve yörünge değerlerini belirlemek.
- Çoklu yıldız sistemlerinde bulunabilecek gezegen sistemlerini araştırmak.
- Yıldızlar etrafında kısa dolanımlı yörüngelere sahip dev gezegenlerin dolanım süresi, parlaklık, büyüklük, kütle ve yoğunluklarını saptamak.
- Değişik tekniklerle, gezegen sistemlerinin etrafındaki Kuiper kuşağı, Oort Bulutu benzeri olası ek üyeleri tanımlamak.
- Gezegenlere ev sahipliği yapan yıldızların özelliklerini belirlemek.

Şimdiye kadar Güneş sistemi dışında keşfedilen birçok gezegenin, Jüpiter ve ondan daha büyük kütlelerde olduğu ortaya çıkmaktadır. Kepler bunlardan 30 - 600 kat arası daha az kütleyle (kütlesi Dünya kütesine yakın) sahip gezegenleri saptayabilme amaçlı tasarlanmıştır. Kullanılan teknik ise gökbilim dilinde 'gezegen geçiş tekniği'dir. Bu teknikte bir gezegen yıldız ile gözlemcinin arasından geçerken Dünya benzeri bir gezegen ise algılanan ışıktaki 1/1000 (%0.01) mertebesinde ışık azalmasına neden olacaktır. Ulaşan ışık değerindeki bu sistematik azalma ölçülerek gezegenin kütlesi, geçişler-arası süreler hesaplanacak ve gezegenin yörüngesi ve sıcaklığına ulaşılabilecektir.

Bir gezegenin yörünge düzleminin gözlemci ile yıldız arasında olabilme olasılığı, yıldızın çapının, gezegenin yörünge dairesinin dolanım merkezine olan uzaklığına bölünerek hesaplanır. Örnek olarak Dünya benzeri bir gezegen, Güneş benzeri bir yıldızdan 1 Astronomik birim uzaklıkta olsun. Bu oranı hesapladığımızda oran 215'te 1 (%0.465) çıkar. 0.72 Astronomik birim uzaklığında (Venüs'e ait yörünge uzaklığı) bu oran daha da artacaktır (%0.65). Ayrıca gezegenlerin bir yıldız etrafında birbirine çok yakın derece paralel yörünge düzlemlerde dolaştığını düşünürsek, keşfedilen bir gezegenin yanında aynı sistemde başka bir gezegenin keşfedilme olasılığı %12 olarak hesaplanabilir.

Kepler Uzay Teleskopunun Dünya benzeri bir gezegeni bulunma şansı Hubble Uzay Teleskobu'na oranla çok daha fazladır. Çünkü, Kepler daha küçük ayna çapıyla çok daha geniş bir görüş alanına sahiptir ve gezegen geçişlerinin saptanması amaçlı tasarlanmıştır.

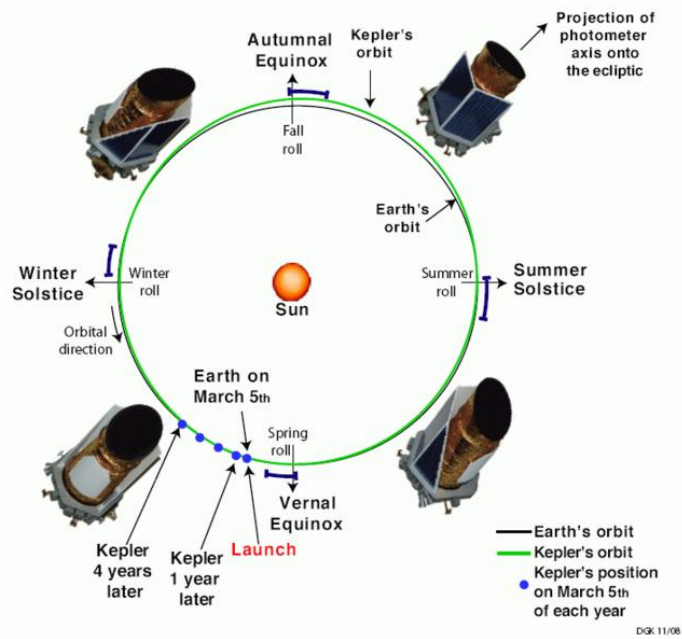
Hubble Uzay Teleskopu ise daha farklı, sadece belirli çok dar yıldız bölgelerine uzun süre odaklanabilen bir gözlem aracıdır. Kepler aynı anda 100,000'in üzerindeki yıldızı, her 30 dakikadaki ışık değişimlerinin verilerini kaydedebilme gücünde bir donanıma sahiptir. Bu bizlere bir gezegen geçişi yakalamamız için daha büyük bir şans sağlamaktadır. 215'te 1 olasılık şu anlama gelir; izlenen bütün yıldızlar (~100,000) Güneş benzeri ve etrafında Dünya benzeri bir gezegen olsun, böylece Kepler'in bunların arasından 465 (~100,000/215) tanesini bulma şansı olacaktır. Bu yüzden bu görev ayrıca diğer yıldızların etrafındaki Dünya benzeri gezegen bulunmasının ortalama sıklığını da bize verecektir.

Emin olmamız için, Kepler'in en az üç gezegen geçiş süreci ve yıldızdaki ışık azalmalarını yakalaması istenmektedir. Ancak büyük gezegenler daha büyük orantıda sinyaller yollayacağından, ilk keşfedilebilecek gezegenlerin Jüpiter benzeri olması beklenmektedir. Daha küçük gezegenlerin keşfi daha uzun sürelerde, Dünya benzeri olanların ise 3 yıl belki de daha uzun süre içinde bulunabileceği hesaplanıyor. Bu görevde elde edilecek veriler ayrıca değişken yıldızların, astrosismoloji araştırmalarında ve Güneş benzeri salınımları araştırmalarında kullanabilecektir.

2.4. Kepler'in Görev Detayları

Kepler Dünya yörüngesinde değil, Dünya-takipli günmerkezli bir yörüngeye sahip olacaktır. Böylece Dünya, Kepler'in görüş alanını hiçbir zaman engellemeyecek ve atmosferden yansıyan ışığıyla aracın ışık ölçümü üzerinde bir etkide bulunmayacaktır. Ayrıca bu yörünge, Dünya yörüngesi tarafından oluşabilecek tedirginlik hareketlerine karşı etkisiz kalınmasını sağlayacak ve görüş alanına daha sabit bir bakış sağlanacaktır. Gözlem için Kuğu ve Çalgı takımyıldızlarının olduğu bölgenin seçilme nedeni ise ışıkölçerin yörüngesinde dolanırken Güneş'in ışığının fazlaca gelebileceği tutulum dairesinden uzak olması ve Kuğu takımyıldızı bölgesi teleskopun bakış açısında Kuiper kuşağı nesnelileri de engellenmeyecek bir bölgede bulunmasıdır.

Seçimin diğer bir artı yanı ise Kepler'in, Güneş sistemimiz, Samanyolu merkezi (SM) etrafında dolanırken, SY merkezine neredeyse aynı uzaklıkta bir bölgeye bakacak olmasıdır. Böylece gözlenen yıldızların uzaklıkları zamanla fazla yer değiştirmeyecek şekilde gözlemler yapılacaktır.



Şekil -2: Kepler'in yörüngesi - Güneş panellerinin yörünge boyunca Güneş'e doğru ayarlanması gereklidir. Yeşil Kepler'in, Mavi ise yerin güneş çevresindeki yörüngesidir. Kepler'in ilk 4 yıl boyunca 5 Mart'ta bulunacağı noktalar ayrıca gösterilmiştir.

Uzay aracının teknik özellikleri Şekil-7'de verilmiştir. Bunlar arasında kütesinin 1039 kg ve açıklığının 0.95 m. Ve ayna çapının 1,4 m. oluşu ve 105 derece karelik (12 derece çaplı) bir görüş alanı (Field of View - FOV) sahibi oluşu da vardır.

Kepler'deki ışıkölçer, keskin görüntüler elde etmek yerine daha iyi ışık ölçümleri elde etmek için esnek bir odaklanmaya sahiptir. Odak düzleminde 42 adet 1024×2200 piksel çözünürlüğe sahip CCD bulunmaktadır. Günümüz kameralarıyla karşılaştıracak olursak Kepler'in 96 milyon piksel çözünürlüğünde, şu ana kadar uzaya gönderilmiş en güçlü CCD'ye sahip araç olduğunu söyleyebiliriz. Bu güçlü alıcının soğutulması ise dışarıdan bir radyatöre bağlı soğutma borularıyla yapılacaktır. Gözlemler sonucu CCD'ye kaydedilen belirli verilerden sadece uygun olanlar Dünya'daki denetim merkezine iletilecektir. Görevin 3,5 yıllık maliyeti 600 milyon ABD Doları olarak hesaplanmıştır.

2.5. Kepler'in Keşfettiği Gezegenler

Kepler'in göreve başladığı Mart 2009'dan sonraki yaklaşık 1 yıllık dönemde keşfettiği 10 gezegen sistemine ait bilgiler Çizelge-1'de özetlenmektedir. Gezegenlerin kütleleri $0,07 - 2.1 M_j$ aralığındadır. En düşük kütleli gezegen $8 M_{yer}$ civarındadır. Uzaklıkları ise 70 ile 4500 ıy arasında değişmektedir.

Çizelge – 1: Kepler Görevi ile keşfedilen gezegenlere ait veriler. (2010)

Yıldız	Katalog	Takım yıldız	Sağ Açıklık	Dik Açıklık	Görünür Parlaklık	Uzaklık (ıy)	Tayf Türü	Gezegen	Kütle (M _J)	Yarıçap (R _J)	Yörünge Dönemi (gün)	Yarıbüyük Eksen	Dışmerkezlik	Eğim	Keşif Yılı	Yöntem
GSC 0354 9-02811	KIC 11446 443	Draco	19 ^h 07 ^m 14 ^s	+49° 18' 59"	11.41	750	G0V	TrES-2b (Kepler-1b)	1.199	1.272	1.49	0.03556	0	83.62	2006	Geçiş
GSC 0354 7-01402	KIC 10666 592	Cygnus	19 ^h 28 ^m 59 ^s	+47° 58' 10"	10.46	1044	F8	HAT-P-7b (Kepler-2b)	1.776	1.363	2.2047299	0.0377	0	85.7	2008	Geçiş
16 Cygni B	KIC 12069 449	Cygnus	19 ^h 41 ^m 51.97 20 ^s	+50° 31' 03.0 83"	5.96	70.5	G2.5V b	16 Cygni Bb	1.68	?	798.5	1.681	0.681	85.9	1996	Dikine Hız
GSC 0356 1-02092	KIC 10748 390	Cygnus	19 ^h 50 ^m 50.24 69 ^s	+48° 04' 51.0 85"	9.59	123	K4	HAT-P-11b (Kepler-3b)	0.081	0.422	4.8878045	0.053	0.198	88.5	2009	Geçiş
Kepler-4	KIC 11853 905	Draco	19 ^h 2 ^m 27.7 ^s	+50° 8' 8.7"	12.6	1794		Kepler-4b	0.077	0.357	3.2135	0.04558	0	89.76	2010	Geçiş
Kepler-5	KIC 81916 72	Cygnus	19 ^h 57 ^m 37.7 ^s	+44° 2' 6.2"	13.9			Kepler-5b	2.114	1.431	3.5485	0.05064	0	86.3	2010	Geçiş
Kepler-6	KIC 10874 614	Cygnus	19 ^h 47 ^m 20.9 ^s	+48° 14' 23.8 "	13.8			Kepler-6b	0.669	1.323	3.2347	0.04567	0	86.8	2010	Geçiş
Kepler-7	KIC 57808 85	Lyra	19 ^h 14 ^m 19.6 ^s	+41° 5' 23.3"	13.3			Kepler-7b	0.433	1.478	4.8855	0.06224	0	86.5	2010	Geçiş
Kepler-8	KIC 69222 44	Lyra	18 ^h 45 ^m 9.1 ^s	+42° 27' 3.8"	13.9	4338		Kepler-8b	0.603	1.419	3.5225	0.0483	0	84.07	2010	Geçiş
Kepler-9	KIC 33238 87	Lyra	19 ^h 2 ^m 17.76 ^s	+38° 24' 3.2"	13.9 ^[57]	2300		Kepler-9b	0.252	0.842	19.24	0.14	0		2010	Geçiş
								Kepler-9c	0.171	0.823	38.91	0.225	0		2010	

BÖLÜM 3**TÜRKİYE’DE ÖTEGEZEĞEN ÇALIŞMALARI****3.1. Türkiye’deki Çalışmalara Genel Bakış**

Ülkemizde henüz yeni sayılabilecek bir araştırma alanı olan ötegezegenler konusunda gözlemsel çalışmalar başlatılmıştır. Bu konuda Ankara Üniversitesi ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nde ötegezegen gözlemleri yapılmaktadır. Ankara Üniversitesi'nin Antalya'daki TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) yürüttüğü gözlem projesine Rusya ve Japonya'dan bilim insanları da katılmıştır. Proje kapsamında araştırma ekibi TUG RTT150 teleskopuna bağlı Coude Echelle Tayfçekeri (CET) ile alınacak verilerle I₂-hücresiyle "hassas dikine hız ölçüm" tekniğini kullanmayı amaçlamıştır. Gerekli I₂ hücresi, yapılan işbirliği kapsamında Japonya'daki Okayama Astrofizik Gözlemevi'nin optik laboratuvarında üretilmiştir. Üretilen bu malzeme TUG'a bağışlanmış, proje ekibi ve TUG tarafından TUG'un CET'ine (R ~40 000 kamera ile) entegre edilmiştir. İlgili teçhizat gözlem projesi ile test edilmiş ve beklenen hassasiyete ulaşılmıştır.

Proje kapsamında test gözlemlerine ve gezegen bulundurma olasılığı yüksek olan bölgelerin gözlenmesine devam edilmektedir. Test sonuçlarına göre RTT150 teleskopu ve CET+I₂ hücresi kombinasyonu ile V=3 kadir yıldızlar için ~15 dk. poz süresinde S/N=200 gürültü oranı ve yaklaşık 10-15 m/s dikine hız hassasiyetine erişilebilmiştir. TUG RTT150 teleskopuna birkaç m/s mertebesinde hassas radyal hız ölçümü olanağı sağlayacak olan bir odak düzlemi aleti, bu bilimsel işbirliği kanalıyla TUG'a kazandırılmıştır. Araştırma grubunun sürdürmekte olduğu test gözlemlerinin sonuçlandırılması ve I₂-hücresiyle RTT150 CET'in teknik performansının tam olarak ortaya konmasından sonra bu cihaz TUG'un odak düzlemi aletlerinin bir parçası olacaktır. I₂-hücresi teknikleri yalnızca ötegezegen araştırmalarında değil, astrosismoloji alanında yıldız salınımlarının takibi ve yıldız atmosferlerindeki burkaç hareketlerinin izlenmesi gibi düşük genlikli hız alanlarının gözlemsel olarak algılanmasında da kullanılmaktadır.

3.2. ÇOMÜ’de Ötegezegen Gözlemleri ve HD80606b Gözlem Projesi

HD 80606b yeryüzüne 190 ışık yılı uzaklığında, Büyük Ayı Takımyıldızı'nda yer alan Jüpiter benzeri dev bir gaz gezegendir. Gezegen Nisan 2001'de Michel Mayor ve Didier Queloz başkanlığındaki bir ekip tarafından HD 80606 yıldızı etrafında keşfedilmiştir (Mayor ve ark., 2001). Jüpiter'in 4 katı olan kütlesine bakarak onun bir gaz devi olduğu söylenebilir (Fossey ve ark., 2009). Gezegen yıldızının önünden geçtiği için yarıçapı

belirlenebilmiştir ve Jüpiter'den daha az olduğu tespit edilmiştir. Yoğunluğu ise Dünya'dan biraz daha azdır.

Çizelge 2: HD 80606b Gözlem projesi ortakları

Gözlemevi	Zaman Dilimi	Koordinatlar	Sorumlu	İletişim
Byurakan Gözlemevi, Ermenistan	UT + 4	40°20'0"N 44°16'0"E 1500 m	Elena Nikogossian	elena@bao.sci.am
Terskol Gözlemevi, Rusya	UT + 2	43° 16' 30" N 42° 29' 57" E 3100 m	Alexandra Zubareva	zubareva.alex@gmail.com
Canakkale Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi, Türkiye	UT + 2	40° 9' N 26° 25' E	Arif Solmaz	arif.solmaz@gmail.com
Michael Adrian Gözlemevi, Trebur, Almanya	UT + 1	49.9254 N 8.4114 E 103 m	Johannes Ohlert	jomo@monet.fh-friedberg.de
Argelander Astronomi Enstitüsü, Hoher List Gözlemevi, Almanya	UT + 1	50.16137 N 6.84924 E (WGS84) 523 m a.s.l.	Alfons Gabel, IOTA/ES Friedhelm Huebner	alfons.gabel@t-online.de
Max-Planck Astronomi Enstitüsü, Calar Alto	UT + 1	37° 13' 25" N 2° 32' 46" W 2168 m	Cristina Afonso	afonso@mpia.de
Liverpool Teleskopu, La Palma	UT +/- 0	28° 45' 35" N 17° 53' 24" W 2400 m	Don Pollaco	d.pollaco@qub.ac.uk
Lowell Gözlemevi, Flagstaff, Arizona	UT - 7	35° 12' N 111° 40' W 2100 m	Ted Dunham	dunham@lowell.edu
SOFIA (USRA, Lick Gözlemevi, DSI), San Jose, California	UT - 8	37° 20' 34" N 121° 38' 13" W 1300 m	Eric Becklin, Elionore Gates, Daniel Angerhausen, Martin Burgdorf, Enrico Pfueller, Manuel Wiedemann, Juergen Wolf	daniel.angerhausen@ googlemail.com jwolf@sofia.usra.edu
Cologne Üniversitesi, Cologne, Almanya	UT +/- 0		Christof Iserlohe	ciserlohe@ph1.uni-koeln.de

HD 80606b bilinen ötegezegenler içinde dışmerkezliği en yüksek olan yörüngeye sahiptir. Halley kuyruklu yıldızı ile karşılaştırılabilecek olan dışmerkezlik değeri 0.9336'dır.

Bu büyük dışmerkezlik Kozai Mekanizması'nın bir sonucu olabilir (Moutou ve ark., 2009). Gezegenin yörüngesi çift yıldızlara göre önemli ölçüde eğimli ise bu etki görülmektedir. Bu açıklama gezegenin yörüngesi yıldızın dönme eksenine önemli ölçüde büyük bir açı gösterdiğinde gerçekleşen Rossiter-McLaughlin etkisi ölçümleri ile de desteklenmektedir, bu etki yörüngeden Kozai mekanizmasının sorumlu olduğu durumlarda geçerlidir.

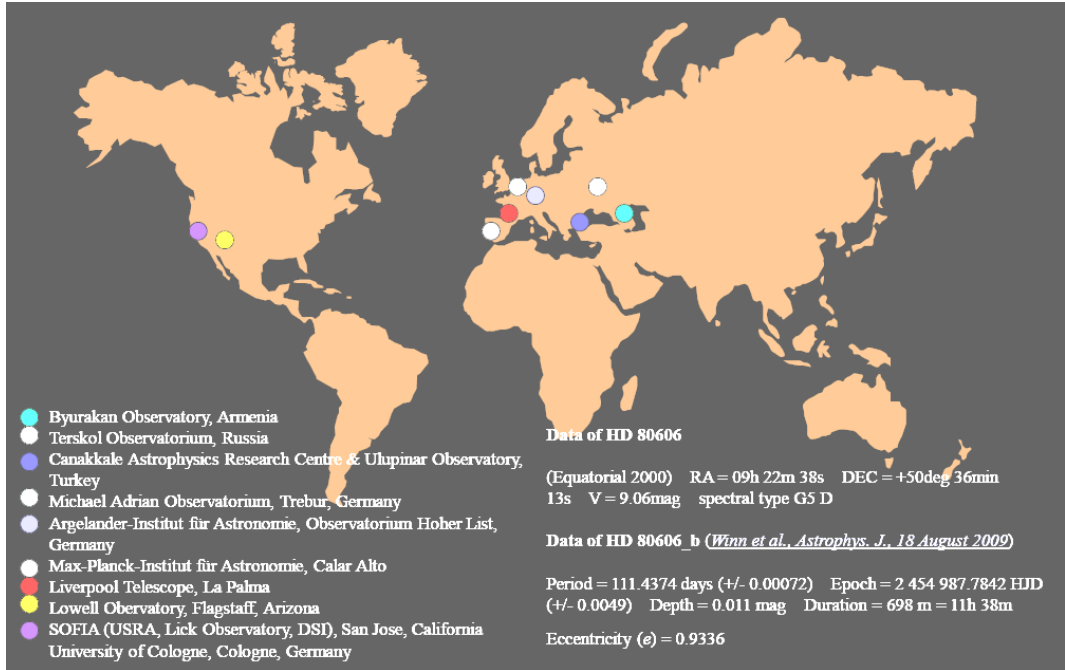
Yüksek dışmerkezliğin bir sonucu olarak gezegenin yıldızına olan uzaklığı 0.03 ila 0.88 AB arasında değişim göstermektedir. Gezegen enöte konumundayken yeryüzünde eşit değerlerde güneş ışığına maruz kalmaktayken, enberi konumuna geldiğinde bu etki 800 kata kadar çıkmaktadır, bu değer Güneş Sistemi gezegenlerinden Merkür'ün maruz kaldığı güneş miktarından çok daha fazladır.

3.2.1. HD 80606b için Uluslar arası Gözlem Kampanyası

2009 yılında yıldızının önünden geçişi gözlenen gezegenin, enberi konumuna geldiğinde sıcaklık ölçümleri de gerçekleştirilebilmiştir. Ölçümler sıcaklığın çok kısa bir sürede (sadece 6 saatte) 800 K'den 1500 K'e çıktığını göstermektedir. HD 80606b gezegeninde bulunan bir gözlemci yıldızına baktığında Güneş'in gökyüzündeki görünür çapının 30 katı büyüklüğünde bir bölgeyi kapladığını görecektir. 2010 yılı itibariyle 80606b bilinen en uzun yörünge dönemine sahip geçiş yapan gezegendir. Bu nedenle yeryüzünden gerçekleştirilecek tam bir geçiş gözlemi için gece-gündüz farklarından kaynaklanan gözlem kayıplarının önüne uluslararası işbirlikleri geçebilmektedir. Çanakkale Ulupınar Gözlemevi'nde de bu tür bir gözlem projesi 2009 yılının sonlarında programlanmıştır. 13 Ocak 2010 tarihindeki geçiş gözlemi için ABD'den Ermenistan'a kadar farklı boylamlarda 10 kadar gözlemevi, bu geçiş olayını gözleme projesine dâhil olmuştur. Şekil-3'de kampanyaya katılan gözlemevlerinin konumları bir harita üzerinde verilmiştir. Proje koordinatörlüğünü Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA'nın Ames Araştırma Merkezi'nden SOFIA Gözlemevi birimi ve Stuttgart Üniversitesi'nden Daniel Angerhausen tarafından yürütülen bir gözlem kampanyasına ÇOMÜ Ulupınar Gözlemevi'de davet edilmiş ve gözlem için gerekli hazırlıklar yapılmıştır.

Geçiş (transit) ışık eğrileri şu parametrelerin birleştirilmesiyle tanımlanmaktadır: yıldız ve gezegenin yarıçap oranı R_p/R_s , yıldızın yarıçapı cinsinden yarıbüyük eksen uzunluğu a/R_s , yörünge eğimi i , kenar kararması parametreleri, geçiş ortası zamanı T_c , geçiş giriş ve çıkış zamanı q , ve geçiş süresi t . Gözlem projemizin hedefi, ilk kez tam bir fotometrik geçiş -ışık- eğrisi elde ederek gezegene ait yukarıda sayılan değişkenleri

belirlemektir. Bu çerçevede ÇOMÜ gözlemine düşen zaman aralığında, ışık eğrisi gözlemleri planlanmıştır. Bu veriler gezegenden elde edilen uygun dikine hız gözlem verileriyle birleştirilerek gezegenin gerçek kütesi Mp ve yoğunluğu belirlenebilmektedir. Buna ilave olarak kütle-yarıçap dağılımı sayesinde gezegenlerin atmosfer modelleri oluşturularak onların içyapılarına dair tahminler de yapılabilmektedir. Ayrıca Geçiş Zamanı Değişimi (Transit Timing Variation – TTV) ve Geçiş Süresi Değişimleri (Transit Duration Variations – TDV) gözleme şansı da olursa, sistemdeki üçüncü bir cisme dair bilinmeyen parametreler de belirlenebilmektedir. Yıldız lekeleri veya parlamaları da gözlenebilecek yıldızsal olaylardır.



Şekil –3: HD 80606b geçiş gözlemi projesine katılan gözlemcilerinin konumları

Geçiş gözleminin tayfsal gözlemi (yüksek çözünürlüklü dikine hız gözlemi) Rossitter – McLaughlin etkisini de ortaya çıkarmaktadır. Bu etki, dönen yıldız yüzeyinin parçalı olarak örtülmesi sayesinde gezegen yıldızın önünden geçiş yaparken dikine hız anomalisi olarak görülmektedir. Dikine hızdaki anomaliler gezegenin yıldızın önünden geçerkenki yörüngesine bağlı olduğu için, bu değişim bir geçiş boyunca gözlenerek, yıldızın dönme eksenini ile gezegenin yörünge eksenini arasındaki açı belirlenebilir ve HD80606 sistemlerindeki gibi gezegenlerin göç mekanizmaları açıklanabilir. Bu tür eş zamanlı dikine hız gözlemleri projenin Liverpool ortakları tarafından teklif edilmiştir.

HD80606b'nin tüm değişkenlerini belirlemek için tam bir fotometrik ve dikine hız tayfsal analizi Winn tarafından gerçekleştirilmiştir. (Winn ve ark., 2009)

3.2.2. HD80606 Gözlem Programı

Bu bölümde gözlemi yapılacak sisteme ilişkin ayrıntılı bilgiler ve gözlem stratejileri ele alınacaktır.

Yıldız:

Sağ açıklık: 09s 22d 38s

Dik açıklık: 50d 36d 13s

V=9.06 kadir

Tayf türü: G5D

HD80606b'nin Gözlem Parametreleri:

Başlangıç [UT]	Geçiş ortası [UT]	Bitiş [UT]
13.Ocak.2010 21:53:09	14.Ocak.2010 03:42:09	14.Ocak.2010 09:31:09

Filtreler ve referans yıldızlar: Liverpool gözlem grubu birleştirilmiş VR filtresi kullanacaktır. Lowell Gözlemevi’de aynı stratejiyi izleme fikrindedir. Verilen birbirine uygun olması açısından, bu tür bir filtre setine sahip olmayan diğer gözlemevlerinde R filtresinin kullanılması önerilmektedir. Gözlemlerde kalibrasyon yıldızları seçilmiştir ve özelliklerine aşağıda değinilecektir. Zorunlu referans yıldızı olarak HD 90893 yıldızı mutlaka gözlenmelidir. HD 233626 ve HD 233628 yıldızlarının da gözlenmesi önerilmektedir. Bu yıldızların geçiş gözlemine ara verilmeden, önce veya geçiş işleminden sonra gözlenmesi gerekmektedir.

HD 80983 (Zorunlu Referans Yıldızı)

RA = 09h 24m 46.4s DEC = +50deg 16min 42s V = 7.04mag Tayf türü G5 D

HD 233626 (Seçmeli Referans Yıldızı)

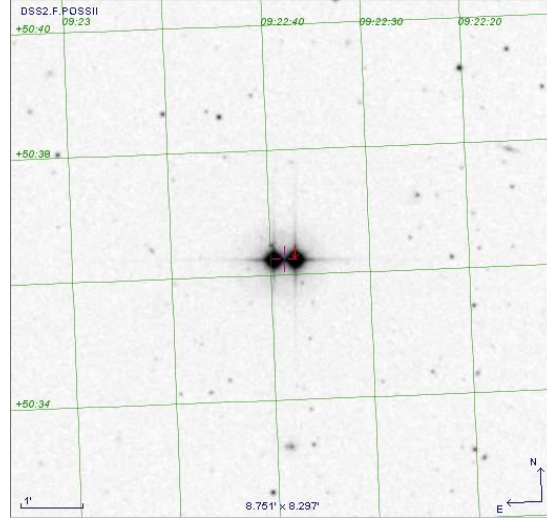
RA = 09h 23m 42.7s DEC = +51deg 18min 50s V = 10.22mag Tayf türü G5 D

HD 233628 (Seçmeli Referans Yıldızı)

RA = 09h 24m 47.3s DEC = +50deg 10min 22s V = 9.02mag Tayf türü G5 D

Gözlem Stratejisi:

Hava koşulları müsait olduğu ölçüde, küçük veri boşlukları olsa da, proje ortaklığı dünya üzerinde farklı boylamlara dağılım gösterdiği için tam bir geçiş olayını gözleyebileceğiz. Olasılık dâhilinde fazladan gözlemevlerini de Ocak ayının mevsimsel dezavantajını göz önünde bulundurarak projeye dâhil etmeye çalışacağız. Gözlem için her gözlemevi kendi gözlem plan ve stratejisini hazırlayacaktır. Bu tür bir gözlemi ilk kez yapacak olan amatör astronomlar için SOFIA grubunun planı örnek olarak verilecektir.



Şekil - 4: HD 80606 sistemi ve çevresi.

HD 80606, sadece 20 yaysaniyesi uzaklıkta, $V=9.17$ kadirlik ve aynı tayf türünden G5HD 80607 adlı bir yoldaş yıldızla sahiptir. Bu sebeple küçük görüş alanına sahip teleskop/kamera düzeneği ile fark fotometresi için ideal bir referanstır. Yukarıdaki yıldız çizelgesi (TheSky6 yazılımı ile oluşturulmuştur) merkezinde HD 80606'nın bulunduğu 15x15 yaydakikalık bir alanı göstermektedir. Resmin merkezinde 2,75 x 2,75 yaydakikalık bir görüş alanı olan SOFIA Hızlı Tanısal Kamerası'nın görüntüleyeceği bölgedir. Otomatik gözlem sabitleyicisi ile (autoguiding) ile bu alanı oldukça merkezde tutarak veri almaya çalışılacaktır. Gözlem öncesi yapılan testlerde HD 80606'nın parlaklığının +/- % 0,2 duyarlılığında, R filtresinde 5 saniye poz süresi vererek ölçülmesi gerektiği hesaplanmıştır.

3.2.3. Gözlem Sonuçları

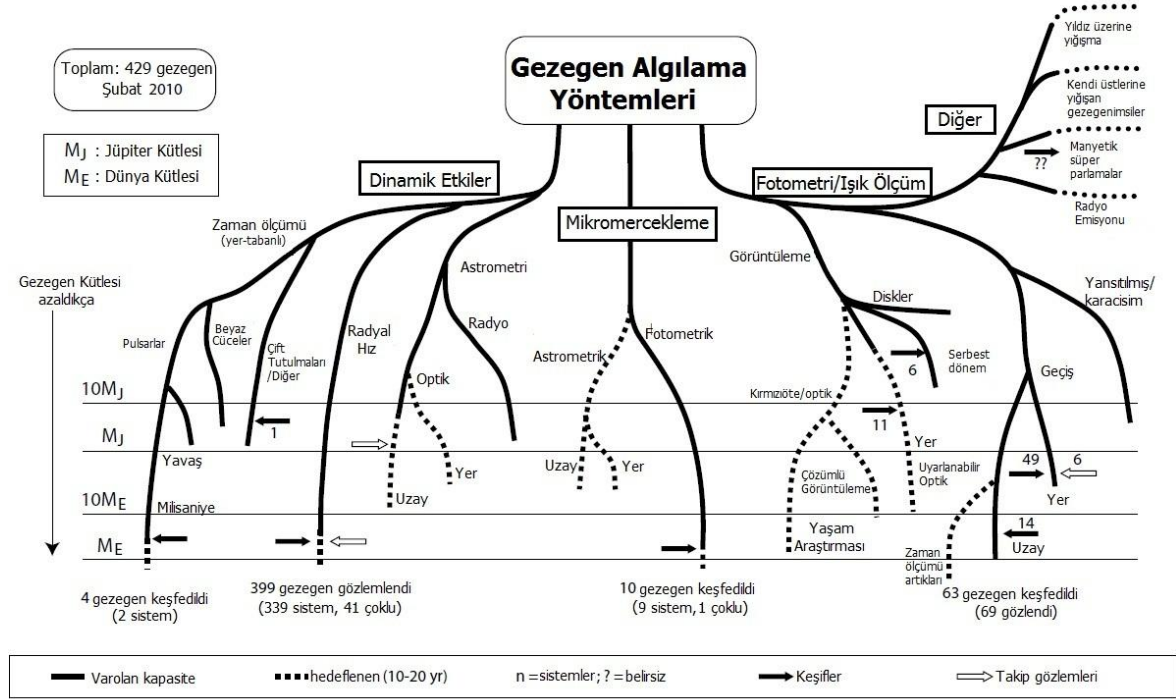
Gözlem günü ÇOMÜ'deki gökyüzü tüm gözlem süresince kapalı olduğundan herhangi bir gözlem yapılamamıştır. Kampanyaya katılan gözlemcilerinden gözlem yapabilenler şunlar olmuştur: List Gözlemevi (Almanya), Lick Gözlemevi (ABD), Liverpool Gözlemevi (La Palma, İspanya).

Kampanyanın ileriki bir tarihte tekrarlanması planlanmaktadır. Bu gerçekleşirse ÇOMÜ Ulupınar Gözlemevi olarak kampanyada görev almayı sürdüreceğiz.

BÖLÜM 4 GEZEĞEN KEŞİFLERİNİN DÜNÜ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

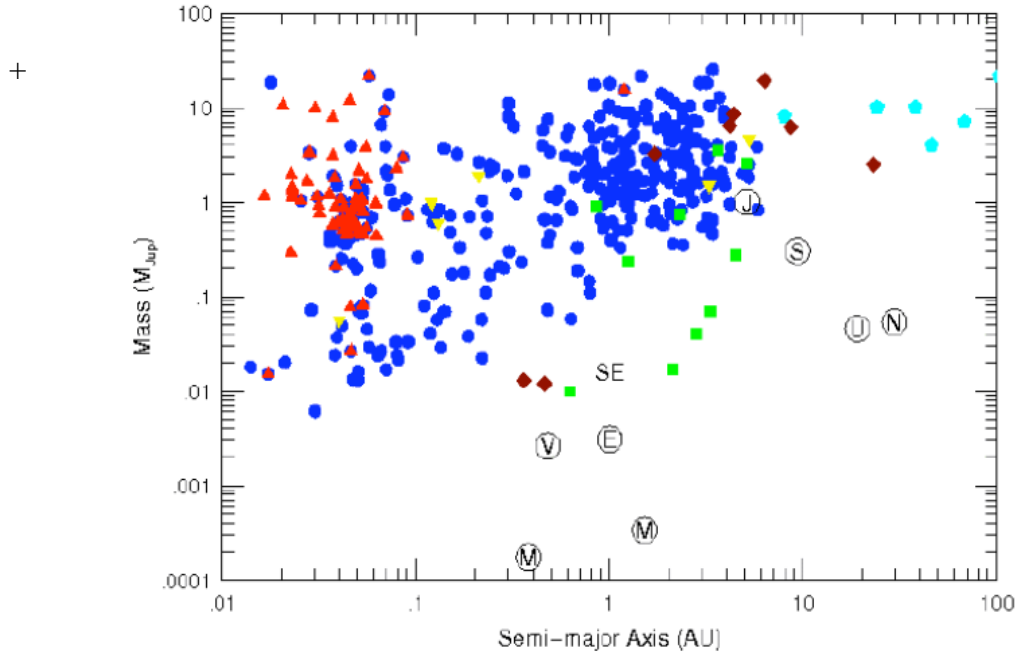
4.1. Keşif Yöntemleri

Ötegezegen keşifleri/tespitlerinde kullanılan yöntemlerin dağılımı Şekil-5'te özetlenmektedir.



Şekil-5: Gezeğen tespit yöntemleri (Perryman, 2010).

Şimdiye kadar keşfedilen çoğu ötegezegenin, görece güneş sistemimizdeki dev gezegenlere çok benzer olduğu, çok azının da kayasal gezegenlere benzediği belirlendi. Tespitlerin bir hedefi de Şekil-6'da gösterilen sağ alt bölgedeki kütle-uzaklık değişkenine ait boş bölgeyi doldurmaktır. Tersisi durum güneş sistemi özelliklerinin ne kadar benzersiz olduğunu gösterecektir.



Şekil-6: Kütlesi - Yarı büyük eksen düzleminde çeşitli araştırma metodlarıyla yapılan ötegezegen keşifleri. Mavi noktalar, 'dikine hız yöntemi' tespitlerini; kırmızı üçgenler, 'geçiş' yöntemi tespitlerini, sarı üçgenler, 'astrometrik' tespitleri, yeşil kareler: 'mikromerceklenme' tespitlerini, mavi beşgenler: 'görüntüleme' tespitlerini, kırmızı dörtgenler 'zamanlama değişimi' keşiflerini göstermektedir. Harfler güneş sistemimizdeki gezegenlerin konumlarına işaret etmektedir. SE sembolü, büyük kütleli bir süperdünyayı temsil etmektedir. (Schneider, 2010)

4.1.1. Dikine Hız Yöntemi

Şimdiye dek 500'ün üzerinde gezegen keşfedildi. Bunlar arasında (2010 Ekim ayı itibarıyla) 43 yıldızın da 1'den fazla gezegene sahip olduğu anlaşıldı. Gezegenlerin büyük çoğunluğu 'yarıçapsal hız' veya 'dikine hız' (Radial Velocity - RV) tekniği ile (Bkz. Şekil-6) keşfedilmiştir. Ötegezegenleri tespit etmede RV yöntemi sadece en başarılı tek teknik değil, 'geçiş' yöntemiyle bulunan gezegen adaylarının onaylanmasında da karar verici bir rol oynamaktadır. Fotometrik ölçümlerle elde edilen gezegen yarıçapı bilgileriyle birlikte dikine hız ölçümleriyle sağlanan gezegen kütle bilgisi, ötegezegenlerin ilk kez sınıflandırılabilmesini sağlamıştır. Önümüzdeki yıllarda da RV yönteminin ötegezegen çalışmalarındaki önemli rolünü sürdüreceğine inanılmaktadır. RV araştırmalarının istatistiksel çalışmalar için gerekli önemli ölçüde ötegezegenin keşfedilmesine olan desteği yanında, yer-tabanlı taramalarla ve ötegezegen amaçlı uydu deneyleri olan CoRoT, Kepler ve PLATO gözlemleri ile saptanan geçiş gezegen adaylarının onaylanmasına,

ötegezegenlerin iç yapılarının anlaşılmasına ve en önemlisi de gelecekteki sınıflandırma çalışmaları için hedeflerin belirlenmesine olan katkılarına da devam edeceğe benzemektedir. Bir yıldızın yoldaş gezegenine doğru olan RV yansıma hareketi $m_p P^{-1/3}$ ile orantılıdır (burada m_p gezegenin kütlesi ve P de, yörünge dönemidir). Bu nedenle, bu yöntemi yıldızına görece kısa yörünge uzaklıklarındaki (yarı büyük eksen uzunluğu < 5 AB) gezegenler için en duyarlıdır (Mayor ve ark., 2009) Örneğin doppler yöntemiyle $M = 1.94 M_{yer}$ kütlesi kadar hafif (GL5812 e adında) bir gezegen keşfedildi, fakat bu gezegen 0.02 AB uzaklığı gibi bir yörüngede dolanmaktadır. Şimdiye kadar RV yöntemiyle 1 AB uzaklığında G-türü bir yıldızın (Bu uzaklık G-türü bir yıldız için sembolik yaşanabilir bölgeye karşılık gelecektir) etrafında keşfedilen en hafif ötegezegen, $0.39 M_{jüp}$ kütlesinde (HD 74156 d) veya dünyanın kütlesinin yüz katı mertebesindedir. Yüksek hassasiyetli RV ölçümleri şu anda gaz soğurma hücrelerinin (ağırlıklı olarak I_2 , moleküler iyodin) eş zamanlı Th-Ar kalibrasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde karşılaştırılabilir hassasiyetler üretmektedir. İyodin soğurma hücresi 1-2 m/s'lik bir RV hassasiyeti göstermektedir ve HARPS tayfölçerinin aldığı örneklerde 1 m/s den daha iyi hassasiyet elde edilmektedir. Herhangi bir ötegezegen araştırmasında ana hedef G-türü bir yıldızın yaşanabilir bölgesinde Yer-kütleli bir gezegenin keşfedilmesidir. Bu hedef açıkça güneş sistemindeki yaşam olayınca yönlendirilmektedir. Yaşanabilir gezegenler için olası değişkenler uzayı araştırıldığında, bu bölge araştırmak için iyi tanımlı bir yerdir. RV yöntemi için, bu yaklaşık 10 cm/s hassasiyetle, bir kaç yıllık bir gözlem süresinden fazlasını gerektirmektedir. Şekil-1'de "E" 1 AB uzaklığındaki yer-kütleli nesnenin yerine işaret etmektedir, "SE" ise 1 AB uzaklıkta bulunan $5 M_{yer}$ kütleli bir "Süperdünya" gezegenine işaret etmektedir.

Bu yöntemle bu tür gezegenleri bulmayı engelleyen üç tane faktör vardır: 1) En azından 10 cm/s mertebesinde RV ölçümünün üstesinden gelebilmek için ihtiyaç duyulan geliştirilmiş dalgaboyu kalibrasyonu, 2) Gelişmiş aletsel kararlılık, ve 3) yıldızın gösterebileceği gerçek değişiminin üstesinden gelmek. Bu sonuncuya yıldızsal gürültü adı verilir. Şu an yürütülen gözlemler bu sınırlandırıcı etkenlerin üstesinden gelebilme amacındadır. Mükemmel dalgaboyu kalibrasyonu olarak lazer frekans taramaları bir kaç on cm/s lik RV hassasiyetini elde edebilmek de umut vaat etmektedir. Uzun zaman aralıklarını kapsayan tekrarlı yıldız ölçümü gözlemleri ile iç yıldızsal gürültünün azaltılması sağlanabilir (Triaud ve ark., 2010).

4.1.2. Geçiş Tespitleri

Gözlemcinin görüş doğrultusunda yıldızının önünden geçen gezegen bu sırada yıldız ışığında bir miktar azalmaya sebep olur. Bu ölçümler için, gezegenin yıldız çevresindeki geçiş düzleminin görüş doğrultusuna paralel olması (veya düzlemin normalinin görüş doğrultusuna hemen hemen dik $- i \sim 90 -$ olması gerekir. Fotometrik geçiş yöntemiyle yıldızın ışığında gezegenin neden olacağı azalma yeterince duyarlı şekilde ölçülerek, ‘geçiş’ yapan gezegen saptanabilmektedir. Geçiş sinyalindeki azalma ΔF yıldız diskinin gezegen tarafından örtülen alanıyla orantılıdır, bu nedenle de gezegenin (R_p) ve yıldızın çapına (R_s) bağlıdır ($\Delta F \propto R_p^2/R_s^2$). Geçişler ötegezegenlerin boyut ölçülerini doğrudan ölçmemizi sağlayan tek gözlemlerdir. Geçiş geometrisi ayrıca gezegenin yörünge düzleminin eğimini de belirlemeye imkan sağlamaktadır. Dikine hız yöntemiyle elde edilen verilerle birleştirildiğinde gezegenin kütlesini ve ortalama yoğunluğunu da belirleyebiliyoruz. Buna ilaveten geçiş yapan gezegenler birinci ve ikinci tutulmalar civarındaki tayfsal gözlemlerle atmosferlerini detaylı olarak sınıflandırabileceğimiz hedefleri de sağlamaktadırlar.

Bugüne kadar 70'ten fazla geçiş yapan gezegenin varlığı belirlenmiştir. Bunlardan 7 tanesi ilk önce ‘dikine hız’ ölçümleriyle tespit edilmiştir. Şimdiye kadar geçiş yapan gezegenlerin büyük çoğunluğu yer konumlu (Super-WASP, HATNet, MEarth, STARE, OGLE) ve uzay konumlu (CoRoT-CNES, Kepler-NASA) geniş alan geçiş tarama çalışmaları ile tespit edilmiştir. Fotometrik sinyal küçük olduğundan (Güneş etrafındaki Jüpiter için $\sim \%1$, Yer-boyutundaki bir gezegen için $\sim \% 0.01$) başarılı geçiş araştırmaları için yüksek fotometrik duyarlılık kilit rol oynamaktadır. Geçiş geometrisi, transit görüş geometrisinin düşük geometrik olasılığı, çok sayıda hedef yıldızın taranması ve kısa süreli geçiş olaylarının kaçırılmaması için, uzun dönemli, sürekli gözlemlerin gerçekleştirilmesi gibi ilave kısıtlamalar içermektedir. Bununla birlikte çoğu yer-temelli geçiş taramaları, gece/gündüz döngüsü nedeniyle meydana gelen veri boşluklarının üstesinden gelebilmek ve geniş görüş açısıyla çok sayıda yıldız gözlemini aynı anda yapabilmek için, dünya genelindeki ağırları ve ‘geniş-alan çoklu-teleskop’ tesislerini kullanmaktadır. Son zamanlarda gündemde olan bir M_{yer} büyüklüğündeki gezegenleri bulma projesi başka bir arama stratejisi seçmektedir. Söz konusu proje M türü cüce yıldızların etrafındaki gezegenleri bulmayı hedeflemektedir. M cüceleri gökyüzünde oldukça seyrek olarak dağıldığından, bir geniş alan taraması çok verimsiz olacaktır. Bunun yerine M-türü hedef yıldızlar teker teker taranmaktadır.

Dünya'nın atmosferinden dolayı yer-temelli gözlemlerin fotometrik limitlerinin üstesinden gelebilmek için, uzaya geniş açılı fotometrik teleskoplar gönderilmektedir. Geçiş yöntemiyle gezegen araştırmaları için ilk uzay görevi, Aralık 2006 yılında fırlatılan CNES yapımı 'CoRoT' oldu. Onu Mart 2009'da yörüngeye gönderilen NASA'nın 'Kepler Görevi' takip etti. Uzay teleskoplarının yüksek fotometrik hassasiyeti geçiş yapan küçük, yersel gezegenlerin de tespit edilebilmesini sağlamaktadır. Örneğin CoRoT-7b gezegeni şimdiye kadar temel parametreleriyle keşfedilen ve geçiş yapan bilinen en küçük kütleli ve yersel ötegezegendir. Kepler de sıcak bir Neptün örneği de içeren ilk 5 gezegen keşfini henüz duyurdu. Her iki görev de halen çalışmakta ve yakında bunlardan yeni gezegen tespitleri beklenmektedir.

Düşük geometrik geçiş olasılığı geçiş yöntemiyle tespit eğilimini, kısa yörünge uzaklıklarına doğru götürmektedir. 95 günlük dönemiyle CoRoT-9b geçişle tespit edilen en uzak gezegendir ve CoRoT ile bulunmuştur. Uzay görevleri, gece-gündüz aralığı içermeyen, sürekli gözlemleri sayesinde, gezegen yörünge uzaklığı, kütle parametre uzayının geniş bir bölgesini kapsamaya olanak vermektedirler. Güneş benzeri G-türü yıldızların yaşanabilir bölgesinde bulunan ve geçiş yapan, yıldızından daha uzak konumlu gezegenlerin ise Kepler tarafından keşfedilmesi beklenmektedir.

ESA'da halen görev tanımlama aşamasında olan PLATO görevi parlak yıldızları hedefleyerek, araştırma alanını daha da genişletmeyi planlamaktadır (Refregier, 2009). Ana hedefi gezegenleri iyi sınıflandırılmış bir içerikte toplamak için, merkezi yıldızlarının iyi sınıflandırılmasıyla, küçük, yersel gezegenlerin istatistiğini arttırmaktır. Geçiş gezegen adaylarının yıldızlarının ışık eğrileri, periyodik yıldızsal sönümlenme üreten örten çift yıldızlar veya yıldız lekeleri gibi diğer olaylar nedeniyle, kapsamlı takip programları gerektirirler. Gezegenin kütlelerini elde etmek için gözlemler, orta ve yüksek tayfsal dikine hız gözlemleri kadar, orta ve büyük boyutlu teleskoplarla yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve fotometrik gözlemleri de içermektedir. Potansiyel gezegenin boyutuna ve yıldızının parlaklığına bağlı olan bu tür takip gözlemleri uygun teleskoplarda önemli ölçüde zaman gerektirebilir.

4.1.3. Astrometrik Ölçümlerle Yapılan Keşifler

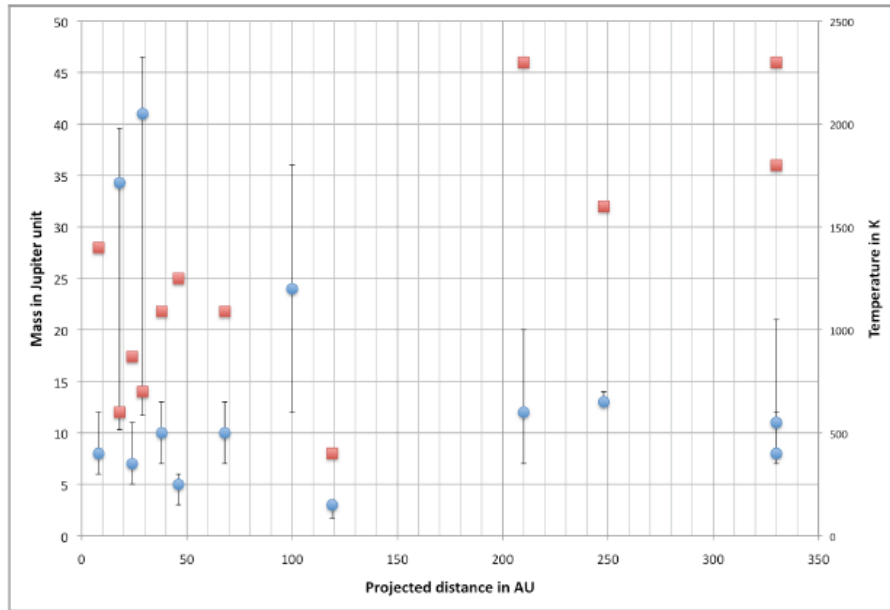
Bu yöntemle yapılan ölçümler radyal hız ölçümlerine benzemektedir. Yöntemde yıldızın bilinmeyen bir yoldaşı nedeniyle konumunda gözlenen küçük sapmalar incelenerek gezegen keşfi gerçekleştirilebilir. Yıldız, gezegenin kütlelerine bağlı olarak

küçük bir yarıçapa sahip bir yörüngede dairesel hareket yapar. Bu yöntemle şimdiye kadar yalnızca 1 gezegen keşfi yapılmıştır (Pravdo ve ark., 2009)

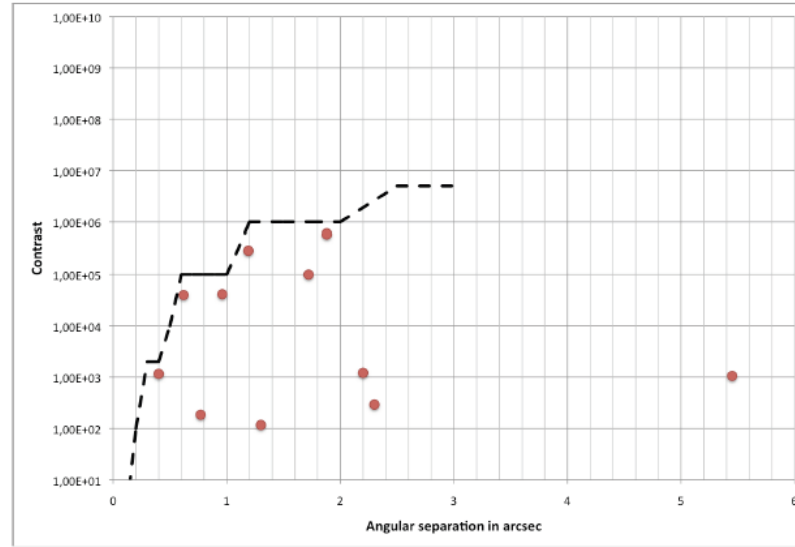
4.1.4 Görüntüleme Yöntemi

Ötegezegenlerin varlığının 1995 yılında kanıtlanmasıyla onların doğrudan görüntülenmesi girişimi de başlamıştır. Büyük parlaklık farkları ve çok küçük açısal ayrıklıkların söz konusu olması varolan aygıtlar için yeni teknolojilerin geliştirilmesi fikrini zorlamaktadır. Yıldız gezegen arasındaki açısal ayrıklık güneş komşuluğundaki yıldızlar için 1" (bir açı saniyesi) mertebesinde olurken Güneş Sistemi'ndeki bir gezegenin yansıttığı ışık güneşten 10^9 ila 10^{10} kez daha sönük olacaktır. Bununla birlikte evrimsel modellerin teorik çalışmaları genç sistemlerdeki gezegenlerin kendileri de ışımaya yaptığından, görüntülenmelerinin daha kolay olduğunu göstermektedir (Anonim, 2005). Böylece kendi ışıkları uzaklıktan bağımsız olduğu için yıldızlardan daha uzaktaki gezegenler de araştırılabilir. Bir ötegezegenin başarılı ilk doğrudan gözlemi 2005 yılında VLT'de elde edilmiştir (Anonim, 2006). Bu özel sistemdeki yıldız çok genç (yaşı ~ 12 milyon yıl) ve çok düşük kütlelidir ($8M_{\text{güneş}}$). Bu örnek sonrasında bir dizi genç sistemlerdeki (yaşları ~ 1-700 milyon yıl) düşük kütleli nesnelere 8-10 metre sınıftaki teleskoplarla ve Hubble Uzay Teleskopu (HUT) ile gerçekleştirilmiştir (Song ve ark. 2005). Bu yolla keşfedilen çoğu nesne bazıları henüz onaylanmamış 5 ila 10 Jüpiter kütlesi gezegenler olabilir. Bu tür keşfedilen gezegenlerin kütlelerine karşılık yıldızlarına uzaklıkları Şekil 3'te verilmektedir. Bu şekilde gösterildiği gibi sistemlerin yaşlarındaki belirsizliklerden dolayı kütleyle ilişkin hata çubukları oldukça büyük olabilir. Kütle değeri düşük kütlelerdeki ve genç yaşlardaki kalibre edilmemiş evrimsel modellerden elde edilmektedir. Tek bir görüntü ile belirleme, sadece tahmini ayrıklığı ölçmeyi sağlamaktadır. Yörünge parametrelerinin tam belirlenmesi ilave ölçümler gerektirir. Tespit yönteminden (bkz. Şek. 7) dolayı, aynı zamanda genç olan bu sistemlerde, (β Pic gibi bir kaç durum hariç) şimdiye kadar araştırılabilen yörünge uzaklıkları (onlarca AB) oldukça büyüktür. Tayfsal sınıflandırma için bu sınıftan gezegenlerden bazıları, tayfsal sınıflandırma amaçlı olarak, renklerinin ölçülmesi ve etkin sıcaklıklarının belirlenmesi için, çeşitli geniş bant filtrelerle (çoğunlukla yakın kızılötesinde) gözlenmiştir. Bunlardan en parlak ve yıldızlarından en uzak olanlar (2M1207 b, AB Pic b, RSX 1609 b) için H ve/veya K bandı tayflarında çoğunlukla su molekülü (H_2O) soğurması göstermekte ve L ve T türü yıldızlarla benzer özellikleri paylaşmaktadırlar (Chauvin, 2004). Başka bir ilginç nokta da, akma (accretion) diski ile birlikte büyük kütleli A türü yıldızların etrafında en

son gerçekleştirilen gezegen tespitleri (HR 8799 b,c,d, Fomalhaut b, β Pic b) beklenildiği gibi, daha büyük kütleli yıldızların daha büyük gezegenler oluşturma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu sonuç orta kütleli evrimleşmiş yıldızların RV taramalarıyla da tutarlılık içerisinde. Doğrudan görüntülemenin bir önemi de oldukça büyük fiziksel ayrıklık oranını hassas bir şekilde araştırmak ve böylece merkezi yığılma veya kütleçekimsel disk kararsızlıkları dışında daha farklı yollarla oluşan gezegenleri belirlemeye katkıda bulunmaktadır. Örneğin, Şekil 7 & 8'deki çoğu gezegen, muhtemelen yıldızlar gibi ve onlarla birlikte oluşmuştur. β Pic b, merkezi yığılma modeliyle uyumlu bir uzaklıkta bulunduğundan, gezegenler gibi oluşan ilk tespit edilmiş nesne olabilir.



Şekil 7: Doğrudan görüntülemeyle bulunan genç yıldız sistemlerindeki gezegen adaylarının hesaplanan kütle (mavi noktalar ve soldaki ölçek) ve sıcaklıklarına (kırmızı kareler ve sağdaki ölçek) karşılık ayrıklık diyagramı. Şekle, gezegenlerden önemli ölçüde daha büyük kütleli nesnelere (kahverengi cüce vb) de katılmıştır. Bunun nedeni yaş gibi serbest parametrelerin onları halen gezegen sisteminde tutmasıdır. Tahmini kütleler için hata çubukları gösterilmektedir. (Chauvin ve ark., 2006)



Şekil 8: Doğrudan görüntülemeyle bulunan genç yıldız - gezegen adaylarının ölçülen parlaklık oranları açisal açıklığa karşı veriliyor. Noktalı çizgi şu anki aletlerle gezegen tespit edilme limitini göstermektedir. (Chauvin ve ark., 2006)

4.1.5. Mikromerçeklenme Yöntemi

Kütleçekimsel mikromerçeklenme öndeki bir yıldız ("mercek") daha uzaktaki bir yıldızla (kaynak) aynı hizaya geldiğinde, kütleçekiminin kaynak ışığını bükerek iki görüntü oluşturması olgusuna dayanan tespitlerdir. Sonuçtaki büyütme kaynak ve merceklerin arasındaki düzlemsel ayrıklık değiştikçe zamanla değişmektedir. Mikromerçeklenme olayları aylar süren zaman ölçeğinde gerçekleşmektedir. Eğer kaynak görüntüsü mercek yıldızın yoldaş gezegenine yaklaşırsa büyütmede daha fazla tedirginlik meydana gelmektedir. Bu gezegen olayları için zaman ölçekleri Jüpiterler için ~1 gün, dünya benzeri gezegenler için ~1,5 saattir. Bu nedenle, gezegen yoldaşlardan dolayı, mikromerçeklenme olaylarını tespit edebilmek için mikromerçeklenme tespitleri 24 saatlik fotometrik görüntüleme gerektirmektedir.

Mikromerçeklenme diğer tekniklere göre şu gibi avantajlara sahiptir:

- Daha düşük kütleli ve hatta yer-kütleli gezegenleri tespit etmeye daha duyarlıdır.
- Görüntülerin olduğu yer olan halkasının yaklaşık 1,6 katı içindeki gezegenler için çok duyarlı yöntemdir. Gökadamızdaki tipik merceklenme olayları için, hesaplanan uzaklıklar belirli yıldızların yaşanabilir bölgesini de içerecek ~ 2 AB'e karşılık gelmektedir.
- Bir gezegenin mikromerçeklenme olayı gezegen bir yıldızın etrafında dolansın veya dolanmasın serbest gezegenler yine de gerçekleşmektedir. (serbest gezen gezegenlerin

varlığı, görüntüleme çalışmaları bağlamında ileri sürülmüştür; böyle durumlarda gezegenin kütlesi doğrudan belirlenemez.

d. Mikromerçeklenme taramaları yıldız yoğunluğunun en yüksek olduğu gökada merkezine veya küresel kümelere doğru gerçekleştirildiği için, gezegenleri yıldızlarından daha büyük uzaklıklarda ve diğer arama teknikleriyle karşılaştırıldığında gökadamızın farklı bölgelerinde bulmaktadırlar.

e. Gezegenel mikromerçeklenme olayları, ev sahibi yıldızın türünden bağımsız olaylardır. Böylece, sadece genç yıldızlara duyarlı olan Doppler yönteminin yapabildiğinin ötesinde, mikromerçeklenme ile anakoldaki tüm yıldızların etrafındaki gezegenler tespit edilebilir.

f. Mikromerçeklenme aramaları tek bir olayda çoklu gezegenleri tespit edebilir. Diğer yöntemlerde çoklu gezegene sahip sistemler için tekrarlı ölçümler gerekmektedir.

g. Mikromerçeklenme programları çok sayıda yıldızı tarayarak yeryüzü kütlesine kadar olan gezegenlerin sıklığına dair istatistikleri hızlıca sağlama potansiyeline de sahiptir. (Bennett ve ark., 2007)

Bununla birlikte mikromerçeklenme yönteminin dezavantajları da vardır:

- 1) Bunlar sadece bir kez gerçekleşen olaylardır, bu nedenle takip ve denetleme gözlemleri mümkün değildir.
- 2) Merceklenen yıldız sönük ve hatta tespit edilmediğinden, mercekleyen yıldızın takip gözlemleri mümkün değildir.
- 3) Gezegen(ler)in doğru yörünge parametreleri (dönem, dış merkezlik vb.) iyi elde edilemezler ve
- 4) Merceklenen yıldızlar uzaktır ve bu nedenle gezegen sınıflandırmaları için uzay görevleri uygun değildir. Bugüne kadar 10 kadar gezegen adayı mikromerçeklenme yöntemiyle bulunmuştur, çoğu OGLE ve MOA programlarıyla elde edilmişlerdir. Bu gezegenlerin kütle aralıkları $0.02 - 3.5 M_{\text{jüp}}$ civarındadır. (Gaudi, 2010)

4.1.6. Zamanlama Yöntemi İle Tespitler

Kararlı 'saatler' gibi davranan yıldızlarla ilişkili periyodik olguların zamanla değişiminin araştırılmasıyla da yıldızların yoldaş gezegenlerini tespit etmek mümkündür. Eğer bir yıldız diğer bir yıldıza yoldaşlık yapıyorsa, yıldız, diğerinin yıldız-gezegen sistemi kütle merkezi etrafında dolandıkça ışığın aldığı yolun uzunluğundaki değişimler periyodik olayın gözlenen maksimumunda küçük değişimlere neden olacaktır. Aslında, bir nötron yıldızının etrafında keşfedilen ilk ötegezegenler, mili-saniye dönemli atarcalar tarafından belirlenen zaman değişimleri kullanılarak saptanmışlardır (Wolszczan & Frail, 1999).

Yıldızsal salınımların zamanlama değişimleri yoldaş gezegenlerin varlığını tespit etmek için kullanılabilir. Silvotti ve arkadaşları (2007) aşırı yatay kol yıldızı V391 Per'in atmalarındaki zaman değişimlerini, yıldızdan 1,7 AB uzaklıkta 3,2 Mjüp. kütledeki bir gezegenin varlığını tespit etmek için kullandılar. Sistemin yıldızı V391 Per yatay kolda olması nedeniyle, gezegen, yıldızın genişleme döneminde sağ kalmak zorundadır. Mullaly ve arkadaşları (2008) salınım yapan bir beyaz cücenin zamanlama değişimlerini yoldaş bir gezegen bulmak için kullanmışlar, fakat onaylanan bir gezegen tespit edememişlerdir. Zamanlama değişimi aramalarında, çift yıldız sistemleri de kullanılmaktadır. Yoldaş yıldızın veya çift sistemin etrafındaki gezegenler tutulmalarda değişimlere sebep olmaktadır. Örten çift yıldızlarda zamanlama değişimiyle bulunan yoldaş gezegenlerin varlığı, QS Vir (Qian ve ark., 2010a), HW Vir (Lee ve ark., 2008), ve DP Leo (Qian ve ark., 2010) yıldızları için ileri sürülmektedir. Sistemdeki ilave cisimler nedeniyle geçiş yapan gezegenlerin ışık eğrileri de zamanlama değişimi için araştırılabilir. Bu geçiş yapan bazı CoRoT gezegenleri için yapılmış fakat olumlu sonuç alınmamıştır (Bean 2009, Szilard ve ark., 2009). Geçişlerin zamanlama değişimi, bilinen geçiş gezegenlerine uygulanarak ilave gezegenlerin araştırılması için de kullanılabilir.

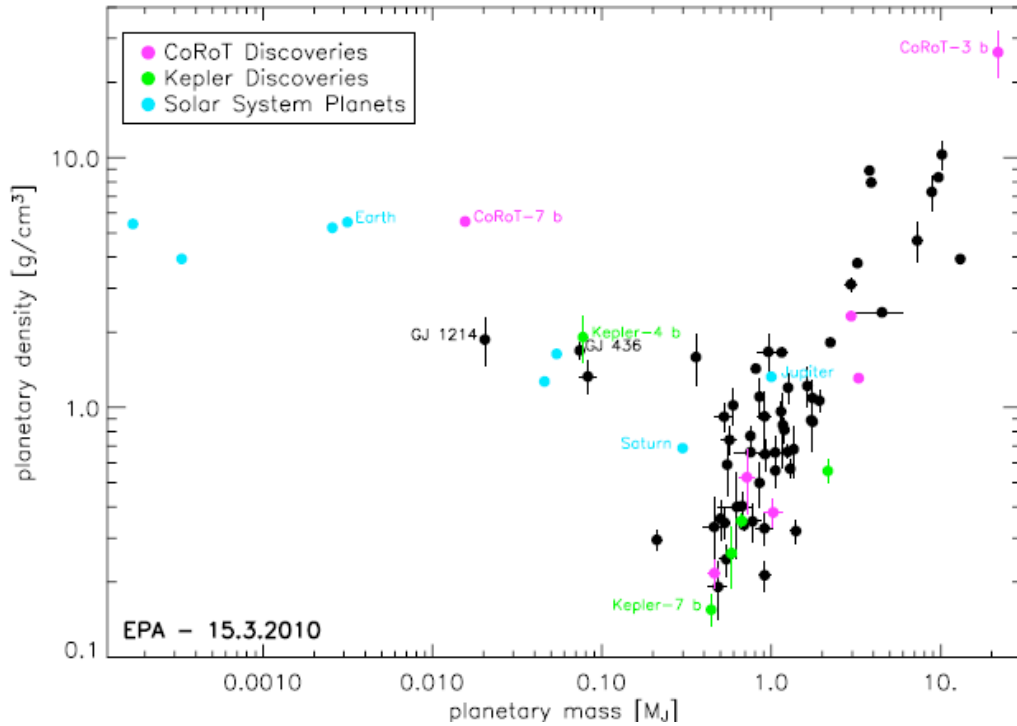
4.2. Keşfedilen Gezegenlerin Sınıflandırılması

4.2.1. Temel Gezegenel Parametreler (M, R, yoğunluk, iç yapı, yörünge parametreleri)

Güneş sistemi dışındaki gezegenleri temel olarak sınıflandırabilmek için gerekli temel parametrelerinin elde edilmesi gerekmektedir. Bunlar, yarıçap, kütle, yoğunluk ve yörünge çapıdır. Yarıçap, kütle ve yoğunluk bir gezegenin genel olarak doğasını (yani gaz devi, Neptün-benzeri, karasal gezegen vb.) belirlemekte ve iç yapısına ilişkin ilk izlenimleri vermektedir. Gezegenin yörüngesi onun dinamik evrimini ve yıldızından aldığı enerjiyi belirlemektedir. Gezegenlerin doğasını anlamak için genişlemiş atmosferleriyle sıcak gaz devlerinin bazı özellikleri ve kayasal dünya veya süper-Dünya gezegenlerinin ortalama yoğunlukları ve iç yapıları gibi temel gezegen parametrelerine dair bazı örneklere halihazırda sahibiz. Özellikle dünyasal gezegenlerin iç yapılarına ilişkin çalışmalar birçok bakımdan zorlayıcıdır. Maddenin fiziksel özelliklerine ait laboratuvar verileri kullanılarak gerçekleştirilen gezegen içyapılarına ait sayısal modeller, onların kökenlerini, evrimlerini ve şu anki hallerini anlamayı ve bunu geliştirmeyi hedeflemektedir. Güneş sistemimizdeki gezegenler ve onların uyduları göz önüne alındığında, yoğunluk ve ilişkili madde özelliklerine dayanarak elde edilen çapsal kesit modellerinin sonuçları ve gezegenlerarası

uzay sondalarının ölçümleriyle elde edilen çekirdek, manto ve kabuk tabakasının olası kozmo-kimyasal bileşiminin kanıtları jeofiziksel gözlemlerle uyumlu olmalıdır. Kayalık ötegezegenler için sayısal modeller, gözlenen gezegen kütleleri ve ölçülen yarıçap değerleriyle tutarlı olmak zorundadır. Modeller, bu gezegenlerin muhtemel kabuk bileşimleri ve iç yapısı için farklı çeşitliliklerdeki mineral bileşimlerini göz önüne alınarak, kütle-yarıçap ilişkisini elde etmek için kullanılabilir. Ayrıca, anahtar fiziksel ve kimyasal özelliklerin elde edilmesi, gezegensel cismin genel evrimini kontrol eden küresel süreçlerin ve yaşamı destekleyecek astrobiyolojik potansiyelinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Yarıçap, kütle ve yoğunluk gibi temel parametreler, kütleli belirleme (dikine hız yöntemi, bu açıdan en başarılı yöntemdir) belirleme yöntemi ve boyutları belirleyen ‘geçiş’ yöntemi birleştirilerek elde edilebilir. Bununla birlikte, fazla sayıda geçiş yapan gezegenin tespit edilmesi, karşılaştırmalı gezegen bilim için yeni adımlar atmaya vesile olmaktadır. Karşılaştırmalı gezegen bilimi gelecekte, ilk defa, sadece Güneş Sistemi’imizdeki gezegenleri değil, farklı yıldızlararası ortamlardaki ve evrim süreçlerindeki gezegenlerle bizim sistemimizi karşılaştırma imkanı verecektir. Şu anda bu araştırma alanının henüz başındayız. Bununla birlikte yakın geleceğe ilişkin önemli bir hedef, şu anki teknolojik ve finansal kısıtlamalarla gezegenlerin çeşitliliğini küçük boyutlu gezegenlere doğru mümkün olduğunca genişletmektir. Büyük ölçekte karşılaştırmalı gezegenbilim ve istatistik çalışmalarından önce temel gezegen parametreleri yeterli hassasiyette bilinmelidir. Bununla birlikte, kütleli belirleyen tespit yöntemlerine ilave olarak, gelecekte küçük, kayalık gezegenler için gezegenin yarıçapını belirlememizi sağlayacak fotometrik olanakları geliştirmek önemlidir. Bu hedef, parlak yıldızların yüksek tespit istatistiği sağlayan ‘geniş-alan geçiş-tespit’ taramaları yeterli gözlem zamanına sahip fotometrik olanaklar gerektirmektedir. Gezegen parametrelerinin belirsizliği ev sahibi yıldızla ait bilgimizce de kısıtlandığı için, yıldızsal parametrelerin hassas olarak belirlenmesi, gezegenin parametrelerinin belirlenmesi için bir temel oluşturmaktadır.

Şekil-9’da bilinen geçiş yapan gezegenlere ait yoğunluk-kütle grafiği verilmektedir. Görüleceği gibi parametre uzayının $M < 4M_J$ bölümünde önemli eksiklikler vardır ve düşük kütleli gezegenlerin saptanmaları, gezegen oluşumu mekanizmalarının anlaşılmasına önemli katkılarda bulunacağı gibi, yaşamın ortaya çıkışına uygun ortamların yaygınlığı konusuna da açıklık getirecektir.



Şekil 9: Bilinen geçiş yapan gezegenler için yoğunluk-kütle grafiği. Siyah noktalar, bilinen, geçiş yapan gezegenleri temsil etmektedir. (Knutson, 2010)

4.2.2. Atmosferik Sınıflandırma (kompozisyon, albedo, termal yapı, biyo işaretçiler) Çalışmaları

Güneş sistemi dışındaki gezegenlerin atmosferlerinin tayfsal ölçümleri gezegen bileşimi, oluşumu ve evrimini anlamak için önemli bir araçtır. Aynı ölçümler kimyasal biyo-ışaretçilerin tanımlanmasına da yaşamsal yol göstericiler olacaktır. Yıldızlarına çok yakın yörüngelerde dolanan, artan sayıda dev/Neptün-boyutlu gezegenlerin ana atmosferik bileşenleri geçiş yöntemi kullanılarak saptanmış durumdadır. Bu yöntemde gezegenin birinci geçişi sırasında, gezegen yıldızın önünden geçerken, gezegenin optikçe yoğun diskini çevreleyen ince atmosferik halkayı, dolaylı olarak gözlemleyebiliyoruz. Geçiş yapan sıcak ötegezegenlerin dış tabakalarının, görsel tayf aralığında, uzaydan (HST ile) ve yerden (Charbonneau ve ark., 2002; Redfield ve ark., 2007, Snellen ve ark., 2008) gözlenmesi geçirim (transmission) tayf ölçümleri ile başlamıştı. Yakın ve orta kızılötesi tayf penceresinden, yeni ve ilginç sonuçlar üreten çok yeni teknikler de yakın zamanda kullanıldı ve önemli sonuçlar elde edildi. (Tinetti ve ark., 2007, 2010; Swain ve ark., 2008).

Geçirim tayfi atomik ve moleküler bolluklara karşı duyarlı iken sıcaklık değişimine daha az bağlıdır. Geçirim tayfi sıcaklık, atmosferik moleküllerin soğurma katsayısı ve

geçirim yapılan atmosfer miktarının kütesine bağlıdır (Brown, 2001). Gezegenin yapacağı ikinci geçiş noktası verilerinde, ilk önce yıldız ve gezegenin birleştirilmiş tayfını gözlemleriz. Daha sonra, gezegen yıldızın arkasına geçtiğinde, yıldızın tek başına ikinci bir ölçümünü alırız; bu iki ölçüm arasındaki fark gezegenin tayfa katkısını verecektir. Bu tekniğe, 2005 yılında Spitzer Uzay Teleskopunu (Deming ve ark., 2005; Charbonneau ve ark., 2005) kullanan iki farklı takım öncülük etmiştir. Aynı teknik, daha sonra, yerden ve uzaydan başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Grillmail ve ark., 2008, Swain ve ark., 2009a). Kızılötesi tayf aralığında, bu teknikle sadece farkedilebilir dönme/titreşim özellikleri gösteren molekül türlerini tespit etmiyoruz, ayrıca gezegenin merkez sıcaklığını ve ısıl değişimi de kısıtlayabiliyoruz (Knutson ve ark., 2007, 2008; Burrows ve ark., 2007; Swain ve ark., 2009b).

Geçirim tayfölçümü ile karşılaştırıldığında, salma (ışınım veya emission) tayfölçümü, molekül işaretler ve bulut/sis dağılımları için atmosferin farklı bölgelerini tarayabilmektedir. Aynı faktörler gezegenin sıcaklığı ve ısıl yapısı hakkında hiçbir bilgi taşımayan, fakat, gezegenin aklı (albedosu) (Rowe ve ark., 2006) ve elektronik geçişlere sahip olduğu atomik/iyonik/moleküler türlerin varlığı hakkında bilgiler taşıyan (gezegen tarafından yansıtılan fotonlar dışında) kızılötesi-görünür bölge tayf aralığı için geçerlidir. Gezegen ve yıldızın birleştirilmiş tayfının ışık eğrisinin görüntülenmesi geçiş yapan (Knutson ve ark., 2007, Snellen ve ark., 2009; Borucki ve ark., 2009) ve yapmayan gezegenler (Harrington ve ark., 2006) için kullanışlı bir yaklaşımdır. İkinci durumda, gezegenin yarıçapı ölçülemez, fakat sıcaklık veya albedonun zamanla değişimi gözlemlerin görünür veya kızılötesi bölgesinde yapılmasına bağlı olarak ölçülebilir.

Yer konumlu teleskoplarla çözmeye çalıştığımız problemler arasında şunlar sayılabilir:

- Geçiş yapan sıcak gezegenlerin atmosferlerindeki ana molekül türlerinin (su buharı, metan, CO₂, CO, amonyak vb.) belirlenmesi
- Sıcak ötegezegen atmosferlerindeki yatay ve dikey ısıl eğim kısıtlamasının belirlenmesi
- Atmosferdeki bulut veya sislerin varlığı.

Bu hedefleri sağlamak için iki yaklaşım kullanılmaktadır:

(a) Bir uzay gözlemevi ile geniş bant veya düşük çözünürlüklü tayfölçümü. Bu SPITZER, HST, Yıldızların Mikrodeğişkenlik ve Zonklamaları (MOST), CoRoT ve Kepler görevleri tarafından gerçekleştirilebilir.

(b) Yer temelli bir gözlemevi ile optik ve 5 mikron'a kadar yakın kızılöte bölgesinde yüksek çözünürlüklü tayfölçümü gerçekleştirmek.

Bu dolaylı tekniklere ilave olarak gelecekte şu yeni adımlar düşünülmektedir:

- İkincil atmosferik atom ve moleküllerin tespiti ve bolluklarının belirlenmesi
- Atmosferdeki ısısal ve kimyasal eğilimi görüntülemek için daha duyarlı tayfların elde edilmesi
- Bulut mikrofiziği: Bulut/sis parçacıklarının bileşimi, konumu ve optik parametrelerinin anlaşılması
- Daha soğuk ve küçük gezegenlerin saptanması.

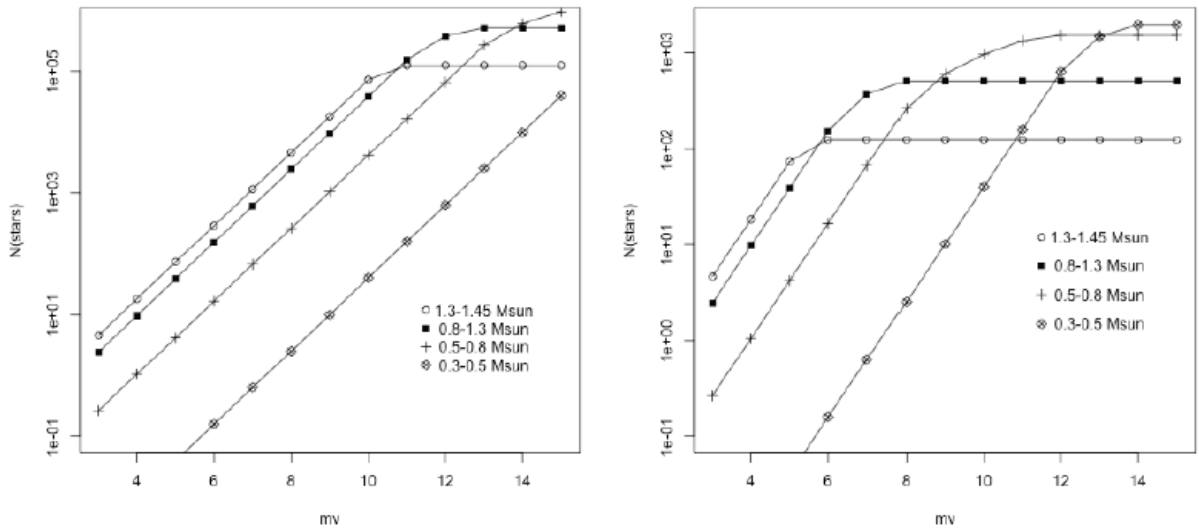
Şu andaki teleskoplarla parlak, erken tür yıldızların etrafındaki Gliese 1412b gibi 'geçiş' gösteren sıcak Süper Dünyalar belirlenebilmektedir (Charbonneau ve ark., 2009). Geçiş yöntemiyle gözlenmeleri mümkün olmayan, yıldızlarından uzakta dolanan veya geçiş yapmayan gezegenler de göz önüne alındığında bilinenlerden çok daha fazla ötegezegenin varlığı şüphesizdir. Örneğin son dönemde, yaklaşık ayrıklığı 38 AB olan sıcak dev bir gezegenin ilk tayfölçümü, yerden Çok Büyük Teleskop'a (VLT) takılan Nasmit Uyarlamalı Optik Sistemi ve Coude Yakın Kızılötesi Kamerası (NACO) (Janson ve ark., 2010) ile gözlenmiştir.

4.3. Güneş Sistemi ve Çevresi: Kendi Örneğimizi Anlamak

Yer benzeri gezegenleri de içeren ötegezegenlerin sınıflandırılması, şimdilik yakın yıldızlarla sınırlıdır. Bu nedenle, güneş komşuluğundaki yıldızların ne gösterdiğini bilmek önemlidir. Gözlenecek yıldız örneklerinin seçimi, ele alınacak bazı özel sorulara bağlıdır. Örneğin, genel örnekleri gerektiren istatistiksel çalışmalar, rasgele seçilmiş, parlaklık veya uzaklıklarına bakılmadan çok sayıda yıldızla dayanmaktadır. Tersine, gezegen yapısını belirlemeyi hedefleyen bir program, dikine hız yöntemiyle kütlelerin ölçülebileceği ve yıldız parametrelerinin iyi belirlenebileceği parlak yıldızları hedefleyecektir. Gezegen sisteminin doğrudan görüntülenmesini mümkün kılacak yakın sistemler için, yörünge parametrelerini belirlemek olasıdır. Sonuç olarak gezegensel atmosferik ölçümler, gezegenden gelen sinyali ve sinyal bölü gürültü oranını (S/N) aynı zamanda maksimuma çıkarabilmek için, civardaki yakın, parlak nesnelere odaklanacaktır. Bunun komşu yıldızların popülasyonlarının güvenilir bilgisine sahip olmayı gerektirdiği açıktır.

Verilen bir örnek popülasyonun yıldızsal bileşimi, yıldızsal ışımaya fonksiyonuna, kütle-ışımaya ilişkisine ve özgün taramayı sınırlayan faktörlere bağlıdır. Hacmin sınırlandırıldığı bir taramada, M türü cüce yıldızların sayısı, daha büyük kütleli yıldızların

sayısından daha fazla olacaktır. Bununla birlikte M-türü cüce yıldızlar, esasında, gözlenmelerini zorlaştıracak kadar sönüktürler. Tersine, parlaklığın sınırlandırıldığı bir taramada, özünde parlak yıldızların hakim olduğu daha uzaktaki bu tür örnekleri tespit edilebilir kılan, parlak yıldızlar için erişilebilen hacimler daha büyük olacaktır. Güneş komşuluğu (300 pc yarıçapındaki bir hacim olarak tanımlandığında) genellikle anakol yıldızlarından oluşur. Bu nedenle sadece cüce yıldızları göz önüne alacağız. Hipparcos görevi (Kroupa 2001) ile elde edilen güneş komşuluğundaki ana kol yıldızlarının toplam ısıtma fonksiyonunu kullanarak, Şekil-10'da gösterilen 300 pc içindeki farklı kütlelere sahip cücelerin mutlak parlaklık dağılımını elde edebiliriz. 30 pc çaplı hacimden 300 pc çaplı hacme geçtiğimizde sönük yıldızların sayısı 1,5 kat artarken, parlak yıldızların dağılımı düzlenmektedir çünkü, en fazla 300 pc uzaklık ile sınırlı kalmaktayız. Benzer şekilde, sağdaki çizim karşılaştırma için 30 pc içindeki yıldızların mutlak parlaklık dağılımları sınıflandırma çalışmalarında erişilebilecek yıldız sayılarını göstermektedir. En küçük uzaklık verilerek mutlak parlaklığın en üst olduğu seviyede sabitlenen dağılımlar kullanılmıştır. Yukarıda elde edilen parlaklık dağılımları güneş komşuluğundaki yıldızların ortalama ışınma fonksiyonuna dayanmaktadır. Bu özellikle 300 pc hacim örneğinde geçerlidir. Örneğin bu hacim içindeki yıldız oluşum bölgeleri (Gould Kuşağı popülasyonu) ve genç yıldız sayıları verilmektedir. Bu genç ve yakın yıldızlar gezegen sistemlerinin oluşum mekanizmalarının araştırılması için oldukça ölçüde önemlidirler.



Şekil 10: 300 pc (solda) ve 30 pc (sağda) çapındaki bir hacimde bulunan kütle olarak dört kategoride sınıflandırılmış güneş komşuluğundaki güneş benzeri-yıldızların mutlak parlaklığın bir fonksiyonu olarak beklenen sayıları. (Kroupa, 2001)

4.4. Modern Teknolojideki Gelişmelerin Ötegezegen Çalışmalarındaki Rolü

Güneş sistemi dışındaki dev gezegenlerin kütleçekimsel kararsızlık veya merkezi yığılma ile mi oluştuğuna dair uzun süredir devam eden bilimsel tartışmalar (Crida ve ark., 2009; Veras ve ark., 2009) şimdilerde sonuç vermektedir. Kütleçekimsel kararsızlığın yıldızdan sadece 50-100 AB ötede, diskin hızlıca soğuduğu, uzak bölgelerde etkili olduğu görülmektedir (Boley, 2009). Kütleçekimsel kararsızlık sonucunda ortaya çıkan son ürünün dev bir gezegen mi, yoksa, kahverengi cüce kütlelerinde bir nesne mi olması gerektiği konusu halen açık değildir (Stamatellos ve Whitworth, 2008). Yıldızlarından uzakta bulunan gezegenlerin kütleçekimsel kararsızlık sonucu olması gerekmemektedir (HR 8799 - Marois ve ark., 2009; Fomalhaut - Kalas ve ark., 2009). Örneğin merkez yığılması yoluyla yıldızlarına yakın yerlerde oluşan fakat sonradan gezegen-gezegen saçılması (Veras ve ark., 2009) veya dış göç (Crida ve ark., 2009) yoluyla büyük yörünge uzaklıklarına taşınan dev gezegenler olabilir.

Merkez yığılması modeli kendi çözülmemiş problemlerine sahiptir. Buna göre dev gezegenlerin, merkezlerinin kontrolden çıkmış/oligarşik büyümesiyle oluştuğu tahmin edilmektedir. Fakat Levison ve ark. (2010) bunun zayıf bir olasılık olduğunu göstermiştir: Çekirdekler ~1 Dünya kütlelerine ulaştığında, gezegenimsi, dağılımdan ayrılmaya başlar ve büyüme ciddi anlamda yavaşlar. Gezegenimsi diske göre öncül-merkezlerin göçü, çoğu durumda yardımcı olmamaktadır, çünkü gezegenimsiler yığılmalarını önleyen merkezle rezonansa girerek tuzaklanmakta ve büyüme engellenmektedir. Bu nedenle, dev gezegenlerin oluşumlarının standart modelinde önerilen ~10 Yer kütlelerindeki merkezlerin hızlı oluşumu, oldukça önemlidir ve çoğu simülasyonda kolayca açıklanamayan süreçleri gerektirmektedir (Masset, 2008).

Lyra (Lyra ve ark., 2008, 2009) tarafından uzun ömürlü girdapların içerisinde çok büyük yoğunluklardaki kümelerde toplanan, metre boyutundaki iri kaya parçalarının kütleçekimsel kararsızlığıyla dev gezegen çekirdeklerini oluşabileceğine dair ilginç bir fikir öne sürülmüştür. Diğer yönden, çekirdek-yığılması modelinin ana probleminin şimdilerde bastırıldığı görülmektedir. Aslında merkezlerin yıldız olmasını önleyen (tür-I) çöküşlerin bir çok mekanizması bulunmuştur (Merkezden uzaklaşan göçlere tür-I, merkeze doğru olan göçlere tür-II denmektedir). Türbülansın (Nelson, 2005) rolü ve gezegen tuzaklarından sonra, en son önerilen ve belki de en anlamlı olan mekanizma yetersiz soğumayla birlikte diskin iç kısımlarının tersine göçüdür (Paardekooper ve Mallema, 2006; Paardekooper ve Papaloizou, 2008; Baruteau ve Masset, 2008; Kley ve Crida, 2008). Bu mekanizma bir kaç dev gezegen çekirdeğinin oluşmasını ve karşılıklı yığılmayı

desteklemekte gezegenimsi tohumların diskin merkez kısmında toplanması gibi bir avantaj sağlamaktadır. Gaz disklerindeki dev gezegenlerin evrimi hakkında da bazı ilerlemeler sağlanmıştır, ancak bazı önemli problemler halen çözülmemiş durumdadır (Morbidelli, 2007). Diskin gaz dağılımında boşluklar açabilecek kadar yeterli kütleyle sahip dev gezegenleri (tür-II göçü olarak tabir edilen) merkezi yıldızla doğru taşımaktadırlar.

Bu süreç sıcak Jüpiterlerin varlığını doğal yoldan açıklamaktadır. Ancak neden bizim güneş sistemimizdeki veya çoğu güneş-dışı sistemlerdeki dev gezegenlerin merkezi yıldızdan sadece bir kaç AB uzakta olduğu problemini doğurmaktadır. Şimdiye kadar, tür-II sınıfı göçü önlediği bulunan tek mekanizma, özel kütle sıradüzeninde rezonans halindeki iki dev gezegenin etkileşimi olmuştur: Mekanizmanın işlemesi için dıştaki gezegenin kütesinin, içtekinin % 25'i ile % 50'si kadar olmalıdır (Masset ve Snellgrove, 2001; Morbidelli ve Crida, 2007). Diğer tüm durumlarda, dev gezegenlerin yıldızlarından birkaç AB uzaklıkta yer almaları, öncül gezegenimsi diskin zamanında yol olmasıyla açıklanmaktadır. Ayrıca diskin yok olması güneş-dışı gezegenlerin geniş kütle dağılımını da açıklamaktadır, çünkü, teorik olarak, boşlukların oluşmasıyla yığılma sürecinin kendini sınırlaması sadece 5-10 Jüpiter kütlesi civarında meydana gelmelidir. Merkeze doğru olan tür II göçü ve büyük kütleli atmosferlerin kontrolden çıkmış yığılması çok hızlı ilerleyen süreçlerdir. Geniş bir aralıktaki yörünge yarıçapları ve gözlenen kütleleri açıklamak için diskin sürpriz bir şekilde tam zamanında yok olduğu görülmektedir.

Bununla birlikte, gezegen göçü, gezegen büyümesi ve disk evrimi/buharlaşması arasındaki çekişmeyi temsil eden “gezegen popülasyonu sentez modeli” (Ida ve Lin, 2005, 2008; Mordasini ve ark., 2009) kütle ve yarıçapı bakımından gözlenen güneş-dışı gezegenleri oldukça iyi açıklamaktadır. Bu sonucun gezegen büyümesi, göçü, disk evrimi vb. kısımlarda yapay ayarlamalar elde edilmesine rağmen, gerçeklikle ne kadar uyumlu oldukları açık değildir. Örneğin, gezegen popülasyon sentezi modellerinde uygulanan gezegen merkezlerinin büyüme süreci Levison (Levison ve ark., 2010) tarafından N-cisim simülasyonlarıyla yürütülmüştür. Diskin tam zamanında yok olması gereksinimi temel süreçlere ait bilgi eksikliğini gizleyerek eldeki gözlemleri açıklamak için yeterli olabilir. Uzun yıllardır, rezonans etkisindeki gezegen çifti göçünün nedeninin, iç gezegenin sonunda yörünge kararsızlığına yol açan dış merkezliğinin sürekli olarak büyümesi olduğuna inanılmıştır. Bundan dolayı, mesela GJ 876 sistemindeki gibi, ölçekli dış merkezliğe sahip yörüngedeki rezonans halindeki kararlı gezegen çiftlerinin varlığı, “diskin, iki gezegenin karşılıklı rezonansa yakalanmasından hemen sonra yok olması” şeklinde açıklanmıştır (Kley ve ark., 2005).

Bununla birlikte, Crida ve ark. (2008) daha sonra, nümerik kısıtlamalar nedeniyle daha önceki simülasyonlarda yapay olarak kaldırılan diskin iç kısmının, iç gezegenin dış merkezliği üzerinde güçlü miktarda sönümlendirme etkisine sahip olduğunu göstermiştir. Eğer bu etki göz önünde bulundurulursa, GJ 876 sisteminin gözlemleriyle tutarlı, kararlı dış merkezlik elde edilebilir.

Güneş-dışı gezegenlerin büyük dışmerkezliklerinin gezegen-disk etkileşimi ile değil, gezegen-gezegen saçılmasıyla gerçekleştiği üzerinde büyük bir fikir birliği vardır. Diğer, büyük kütleli gezegenlerin (3-5 Jüpiter kütesinden daha büyük) dışmerkezliklerini uyarabilir, fakat bu sonuca, gözlenen bazı değerleri açıklamamaktadır (D'Angelo ve ark., 2006; Kley ve Dirksen, 2006). Diğer taraftan, gezegen-gezegen saçılmasının, gözlenen güneş-dışı gezegenlerin dışmerkezlik dağılımlarını üretebileceği görülmektedir. Saçılmanın tek başına yarı-büyük eksen uzunluğu dağılımını açıklayamadığı bellidir (Dirksen, 2006). Geçiş yöntemiyle keşfedilen 70'ten fazla gezegen, dev gezegenlerin fiziksel yapısı ve evrimi, elde edilen kompozisyonlar üzerinde kısıtlamalara ve ~0 ve 100 Dünya küttesi arasında değişen ve kendi yıldızının metalliği ile doğru orantılı ağır elementlerin kütlelerine işaret etmektedir. Bununla birlikte, bu gezegenlerin, yakın gezegenlerin çoğunun anormal şişmesinden sorumlu ve henüz ortaya çıkarılamayan (kayıp) fiziksel mekanizmayla birlikte, ısıl evrimleri de halen tam anlayamamıştır. Şu anda en anormal gezegenler olarak CoRoT-2b, WASP-12b, TrES-4b ortaya çıkmaktadır. Uranüs-benzeri gezegenlerin (GJ 436b, Kepler-4b, HAT-P-11b) ve süper-Dünyaların (CoRoT-7b, GJ 1214b) keşfi, çalışma alanını hidrojen ve helyumun hakim olmadığı (metalik) gezegenlere taşımıştır.

Bu nedenlerle, yörünge dağılımını hem yarı büyük eksen hem de dışmerkezlikte açıklamak için göç ve saçılmanın birleştirilmesi gereklidir (Moorhead ve Adams, 2005). Gezegenlerin büyük dışmerkezliğe sahip olduktan sonra mı göç ettikleri, ya da tersinin mi gerçekleştiği halen bilinmemektedir.

Bu gezegenlerin bileşim ve yapılarıyla ilgili sorunları, devler için daha karmaşık bir hale gelmektedir (hidrojen ve helyum, uçucular, kayalar, demir) (Miller-Ricci ve ark., 2009). Başlangıçta birçok çalışma gezegen sistemlerinin yapılarıyla ilgili yığılma süreçlerine odaklanmıştır. Dev gezegenler uzak, dairesel yörüngelerde ise, daha iç bölgelerde güneş sistemimizdeki gibi, orta kütleli birçok gezegenden oluşan bir sistem ortaya çıkar. Dev gezegenin dış merkezliği büyükse, genellikle, yine dış merkezliği büyük bir karasal gezegen oluşmaktadır (Levison ve Agnor, 2003; Raymond, 2006; Raymond ve ark., 2006). Dev bir gezegenin merkezi yıldıza doğru tür-II olarak göç etmesi, kendi iç

rezonansıya, bir "sıcak" kayalık gezegenin oluşmasına yol açabilmektedir. Ayrıca, devin göç etmesinin ardından, diskin ılık bir bölgesinde bir veya daha fazla kayalık gezegen oluşabilmektedir (Fogg ve Nelson, 2005, 2007; Raymond ve ark., 2006b). "Süper-dünyaların" dev gezegen çekirdekleri gibi çok hızlı oluşup oluşmadıkları ve Tür-II göçüyle yıldızla daha yakın bir yere taşınıp, veya 10-100 milyon-yıl (My) zaman ölçeğinde gezegenimsi öncüllerin çarpışmasıyla karasal gezegenlerin oluştuğu yerde oluşup oluşmadıkları halen açık değildir. Örneğin N-cisim benzetimlerinde yığılma ve göç süreçlerini birleştirerek 8 Dünya kütesinden daha büyük bir süper-dünya oluşturma girişimleri söz konusu belirsizlikler nedeniyle başarısızlığa uğramıştır (McNeil ve Nelson, 2010).

Hangi gözlemler gezegen oluşumu ve evrimi hakkındaki teorik anlayışımızı geliştirmede en çok etkiyi gösterecektir? Şimdiye kadar, merkez yıldızlarından bir kaç AB uzaklıkta bulunan güneş-dışı gezegenler hakkında iyi bir bilgiye sahibiz. Daha büyük uzaklıklarda da gezegenler tespit edilmiştir. Fakat 5-50 AB uzaklık aralığındaki nesnelere frekans bilgisi hakkında yeterli bilgi düzeyine ulaşamamıştır. Bu bölgelerde gezegenleri bulmak ve kütlelerini ve yörüngesel özelliklerini ölçmek, gezegen oluşum/evrim sürecinin muhtemel sonuçları hakkındaki bütüncül fikir birliğinin olmazsa olmazlarıdır. Bu bölgelerdeki yörüngelerde bulunan gezegenlerin yörüngelerinin düzenli olarak ılık/sıcak gezegenlerden daha mı dairesel olup olmadığı bilinmemektedir. Yörüngesel uyarmanın göçün kanıtlarıyla ilişkili olduğu sonucunu çıkarabilir miyiz?

Geniş ölçekte gezegen sistemlerinin güneş sistemi benzeri sıklığı nedir? Tek gezegenlerden ziyade, çoklu gezegen sistemlerinin sınıflandırılması, gezegen oluşumu ve yörünge evrimi modellerini kısıtlamak için önemli olacaktır. Tüm teknikler kullanılarak, hem kütle hem de uzaklık bakımından gezegen saptama limitlerinin daha da öteye götürülmesi için, gözlemciler, en azından çevresinde bir gezegen olduğu bilinen yıldızların etrafındaki araştırmalara yönelmektedirler.

Bununla birlikte, sadece anakol yıldızları etrafında gezegenler buldukça, gezegen oluşum süreçleri hakkındaki kısıtlamalar dolaylı olacaktır. Gerçek bir gözlemsel bir atılım için gezegenlerin onların doğdukları yerde, disklerinde tespit edilmeleri gerekmektedir. Yıldız evriminin T-Tauri evresinin hangi aşamasında hangi yörüngesel yarıçapta, dev gezegenler görünür olmaktadır? Diskin içine gömülü olduklarında da dairesel yörüngede midirler? Süper-dünyalar dev gezegen çekirdekleri gibi erken mi, güneş sisteminin karasal gezegenleri gibi geç mi oluşmaktadırlar? Gezegen oluşumunu hareketli ve oluşum halinde gözleyebilme beklentisi en heyecanlı gözlemleri besleyecektir.

BÖLÜM 5**SONUÇ VE ÖNERİLER**

Ötegezegen sistemlerine ait yeni keşifler, güneş sistemimizdeki gezegenlere ve gezegenlerin oluşum teorilerine olan bakış açımızı baştan sona yenilemektedir. Bulunan yeni sistemlerin güneş sisteminden farklılık göstermesi bu konudaki eksik bilgilerimizi tamamlamakta ve gezegen oluşum teorilerini daha doğru bir yere oturtmak için daha fazla gözlem verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan, uzay ajanslarının yer yörüngesine gönderdiği ve sadece gezegen tespiti çalışmalarına adanmış yeni teknoloji ürünü uzay teleskoplarının elde ettiği daha kesin ve güvenilir veriler sayesinde, gelecekte geliştirilecek yer temelli sistemler ve uzay görevleri için de gerekli planların yapılmasına kaynak teşkil edilmektedir.

Henüz yeni diyebileceğimiz bir alan olan ötegezegen araştırma alanında söylenilecek en doğru şey, şimdiye dek bildiğimiz katı kuralların birer birer yıkıldığı ve gezegen sistemlerine ait bilgilerimizin baştan aşağıya yenilendiğidir.

Sonuç olarak ise şu maddeler önerilebilir:

- ✓ Bu en yeni ve heyecanlı yarışta yer almak gerekmektedir. ÇOMÜ yanında Ankara Üniversitesi ve diğer gözlemevleri de ötegezegen programları üzerinde çalışmaktadır.
- ✓ Koordine edilmiş uluslararası gözlem kampanyalarının takip edilerek katılma fırsatları yaratılmalıdır.
- ✓ Diğer ülkelerdeki doktora ve doktora sonrası programları da ötegezegenlere yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmalara katılma olanaklarını zorlamalıyız.
- ✓ Gözlemevi teleskop ve diğer donanımların teknolojik düzeylerinin yükseltilmesi ve bu programlarda etkin bir yer almak şarttır.
- ✓ Teorik çalışmalar da bu konuya bu konuya yönelmesi daha verimli çalışmalara olanak verecektir.

KAYNAKLAR

Adams F. C. ve Benz W., 1992 Gravitational instabilities in circumstellar disks and the formation of binary companions *Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research (ASP Conf. Ser. 32)* ed H A McAlister ve W I Hartkopf (San Francisco: ASP) pp 185–94

Adams F. C. ve Fatuzzo M., 1996 A theory of the initial mass function for star formation in molecular clouds *Astrophys. J.* 464 256–71

Afonso ve ark., 1998 EROS2 intensive observation of the caustic crossing of microlensing event MACHO SMC-98-1 *Astron. Astrophys.* 337 L17–20-2000 Combined analysis of the binary lens caustic-crossing event MACHO SMC-98-1 *Astrophys. J.* 532 340–52

Alard C., 1996 First results of the DUO programme *Astrophysical Applications of Gravitational Lensing (IAU Symp. 173)* ed C S Kochanek and J N Hewitt (Dordrecht: Kluwer) pp 215–20

Albrow M.D., An J., Beaulieu J. P. ve ark., 2000a PLANET observations of microlensing event OGLE 1999-BUL-23: limb darkening measurement of the source star *Astrophys. J.* at press

Albrow M. D., Beaulieu J. P., Birch P. ve ark., 1998 The 1995 pilot campaign of PLANET: searching for microlensing anomalies through precise, rapid, round-the-clock monitoring *Astrophys. J.* 509 687–702

Albrow M. D., Beaulieu J. P., Caldwell J. A. R. ve ark., 1999a Limb darkening of a K giant in the galactic bulge: PLANET photometry of MACHO 97-BLG-28 *Astrophys. J.* 522 1011–21 1999b The relative lens-source proper motion in MACHO 98-SMC-1 *Astrophys. J.* 512 672–7 - 2000b Detection of rotation in a binary microlens: PLANET photometry of MACHO 97-BLG-41 *Astrophys. J.* 534 894–906 - 2000c Limits on stellar and planetary companions in microlensing event OGLE-1998-BUL-14 *Astrophys. J.* 535 176–89

Albrow M. D., Birch P., Caldwell J. ve ark., 1996 The PLANET collaboration *Astrophysical Applications of Gravitational Lensing (IAU Symp. 173)* ed Kochanek C. S. ve Hewitt J. N., (Dordrecht: Kluwer) pp 227–8

Alcock C., Akerlof C.W., Allsman R. A. ve ark., 1993 Possible gravitational microlensing of a star in the Large Magellanic Cloud *Nature* 365 621–3

- Alcock C., Allen W. H., Allsman R. A. ve ark., 1997a MACHO Alert 95-30: first real-time observations of extended source effects in gravitational microlensing *Astrophys. J.* 491 436–50
- Banit M., Ruderman M. A., Shaham J. ve Applegate J. H. 1993 Formation of planets around pulsars *Astrophys. J.* 415 779–96
- Basri G., 2000 The discovery of brown dwarfs *Sci. Am.* April 57–63 Beckwith S. V. W., 1999 Circumstellar disks *The Origin of Stars and Planetary Systems* ed C J Lada and N D Kylafis (Dordrecht: Kluwer) pp 579–612
- Beckwith S. V. W. ve Sargent A. I., 1996 Circumstellar discs and the search for neighbouring planetary systems *Nature* 383 139–44
- Beichman C. A., 1996 A road map for the exploration of neighbouring planetary systems (ExNPS) *Technical Report* 96-22 JPL —1998 Terrestrial planet finder: the search for life-bearing planets around other stars *Proc. SPIE* 3350 719
- Béjar V. J. S., Zapatero Osorio M. R. ve Rebolo R., 1999 A search for very low mass stars and brown dwarfs in the young σ Orionis cluster *Astrophys. J.* 521 671–81
- Bender P. L. ve Stebbins R. T., 1996 Multiresolution-element imaging of extrasolar Earth-like planets *J. Geophys. Res.* 101 9309–12
- Benest D., 1998 Stable planetary orbits in double star systems *Brown Dwarfs and Extrasolar Planets (ASP Conf. Ser. 134)* ed Rebolo R., Martín E. L. ve Zapatero Osorio M. R. (San Francisco: ASP) pp 277–9
- Bennett D. P., Alcock C., Allsman R. A. ve ark., 1997 Planetary microlensing from the MACHO project *Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space Missions (ASP Conf. Ser. 119)* ed D R Soderblom (San Francisco: ASP) pp 95–9
- Bennett D. P., ve Rhie S. H., 1996 Detecting Earth-mass planets with gravitational microlensing *Astrophys. J.* 472 660–64—2000 A proposed space-based microlensing survey for terrestrial extra-solar planets *Disks, Planetesimals and Planets (ASP Conf. Series)* ed F Garzón, C Eiroa, D de Winter and T J Mahoney (San Francisco, CA: ASP)
- Campbell B., Walker G. A. H., ve Yang S., 1988 A search for substellar companions to solar-type stars *Astrophys. J.* 331 902–21
- Canup R. M., Levison H. F. ve Stewart G. R., 1999 Evolution of a terrestrial multiple-Moon system *Astron. J.* 117 603–20
- Castellano T., Jenkins J., Trilling D. E., Doyle L. ve Koch D., 2000 Detection of planetary transits of the star HD 209458 in the Hipparcos Data Set *Astrophys. J.* 532 L51

- Chambers J. E. ve Wetherill G. W., 1998 Making the terrestrial planets: N-body integrations of planetary embryos in three dimensions *Icarus* 136 304–27
- Chambers J. E., Wetherill G. W. ve Boss A., P 1996 The stability of multi-planet systems *Icarus* 119 261–8
- Charbonneau D., Brown T. M., Latham D. W. ve Mayor M., 2000 Detection of planetary transits across a Sun-like star *Astrophys. J.* 529 L45–8
- Charbonneau D., Jha S. ve Noyes R. W., 1998 Spectral line distortions in the presence of a close-in planet *Astrophys. J.* 507 L153–6
- Charbonneau D., Noyes R. W., Korzennik S. G., Nisenson P., Jha S., Vogt S. S. ve Kibrick R. I., 1999 An upper limit on the reflected light from the planet orbiting the star τ Bootis *Astrophys. J.* 522 L145–8
- Chyba C. F., 1997 Catastrophic impacts and the Drake equation *Astronomical and Biochemical Origins and the Search for Life in the Universe (IAU Coll. 161)* ed C B
- Cosmovici, Bowyer S., ve Werthimer D., (Capri: Editrice Compositori) pp 157–64
- Delfosse X, Forveille T, Mayor M, Perrier G, Naef D and Queloz D 1998 The closest extrasolar planet. A giant planet around the M4 dwarf Gl 876 *Astron. Astrophys.* 338 L67
- Demiański M. ve Prószyński M., 1979 Does PSR0329+54 have companions? *Nature* 282 383–5
- Desch S. J. ve Cuzzi J. N., 2000 The generation of lightning in the solar nebula *Icarus* 143 87–105
- Des Marais D., 1997 *Spectroscopic Search for Life on Extrasolar Planets: The Blue Dot Workshop* (NASA Ames Research Center) CP 10154
- Des Marais D., 1998 Earth's early biosphere and its environment *Origins (ASP Conf. Ser. 148)* ed C E Woodward, J M Shull and H A Thronson (San Francisco: ASP) pp 415
- Dick S. J., 1996 *The Biological Universe* (Cambridge: Cambridge University Press)
- Di Stefano R. ve Scalzo R. A., 1999 A new channel for the detection of planetary systems through microlensing II. Repeating events *Astrophys. J.* 512 579–600
- Dominik C., Laureijs R. J., de Muizon M. J. ve Habing H. J., 1998 A Vega-like disk associated with the planetary system of ρ 1 Cnc *Astron. Astrophys.* 329 L53–6
- Dominik M. ve Sahu K. C., 2000 Astrometric microlensing of stars *Astrophys. J.* 534 213–26
- Doyle L., Rottler L., Blue J. E., Deeg H. J. ve Navaarate M., 1999 Extrasolar planets around eclipsing binaries I. A photometric search of Baade's third window in the galactic plane *Bioastronomy 99: A New Era in Bioastronomy 6th Bioastronomy Meeting* vol 73

- Elliott J. L., 1978 Direct imaging of extra-solar planets with stationary occultations viewed by a space telescope *Icarus* 35 156–64
- Elmegreen B. G., 1999 The stellar initial mass function from random sampling in hierarchical clouds II. Statistical fluctuations and a mass dependence for starbirth positions and times *Astrophys. J.* 515 323–36
- ESA 1997 *The Hipparcos and Tycho Catalogues (ESA SP-1200)* (Noordwijk: ESA)
- Farrell W. M., Desch M. D. ve Zarka P., 1999 On the possibility of coherent cyclotron emission from extrasolar planets *J. Geophys. Res.* 104 14 025–32
- Fischer D. A., Marcy G. W., Butler R. P., Vogt S. S. ve Apps K., 1999 Planetary companions around two solar-type stars: HD 195019 and HD 217107 *Publ. Astron. Soc. Pac.* 111 50–56
- Ford E. B., Joshi K. J., Rasio F. A. ve Zbarsky B., 2000 Theoretical implications of the PSR B1620 – 26 triple system and its planet *Astrophys. J.* 528 336–50
- Ford E. B., Rasio F. A. ve Sills A., 1999 Structure and evolution of nearby stars with planets I. Short-period systems *Astrophys. J.* 514 411–29
- Fridlund C.V.M., 2000 Darwin: the infrared space interferometer *Darwin and Astronomy (ESA SP-451)* edBSchürmann (Noordwijk: ESA) pp 11–18
- Fuhrmann K., Pfeiffer M. ve Bernkopf J., 1997 Solar-type stars with planetary companions: 51 Pegasi and 47 Ursae Majoris *Astron. Astrophys.* 326 1081–9 - 1998 F- and G-type stars with planetary companions: ν Andromedae, ρ 1 Cancri, τ Bootis, 16 Cygni and ρ Coronae Borealis *Astron. Astrophys.* 336 942–52
- Gatewood G. D., 1987 The multichannel astrometric photometer and atmospheric limitations in the measurement of relative positions *Astron. J.* 94 213–14—1996 Lalande 21185 *Bull. Am. Astron. Soc.* 188 40.11
- Gaudi B. S., 1998 Distinguishing between binary-source and planetary microlensing perturbations *Astrophys. J.* 506 533–9
- Gaudi B. S., Albrow M. D., An J H *et al* 2000 Microlensing constraints on the frequency of Jupiter mass planets *Microlensing 2000: A New Era of Microlensing Surveys (ASP Conf. Ser.)* edJWMenzies and P D Sackett (San Francisco: ASP)
- Gaudi B. S. ve Gould A., 1997 Planet parameters in microlensing events *Astrophys. J.* 486 85–99
- Gaudi B. S., Naber R. ve Sackett P. D. 1998 Microlensing by multiple planets in high-magnification events *Astrophys. J.* 502 L33–7

- Gaudi B. S. ve Sackett P. D., 2000 Detection efficiencies of microlensing datasets to stellar and planetary companions *Astrophys. J.* 528 56–73
- Germain M., Urban S., Murison M., ve ark., 1997 Fizeau astrometric mapping explorer *Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space Missions (ASP Conf. Ser. 119)* ed D R Soderblom (San Francisco: ASP) pp 273–6
- Han C. ve Chang K., 1999 The applicability of the astrometric method in determining the physical parameters of gravitational microlenses *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 304 845–50
- Harrington R. S., 1977 Planetary orbits in binary stars *Astron. J.* 82 753–6
- Hart M. H., 1979 Habitable zones about main sequence stars *Icarus* 37 351–7
- Hatzes A. P., ve Cochran W. D., 1998 Searching for extrasolar planets from McDonald Observatory *Brown Dwarfs and Extrasolar Planets (ASP Conf. Ser. 134)* ed R Rebolo, E L Martín and M R Zapatero Osorio (San Francisco: ASP) pp 169–77
- Hatzes A. P., Cochran W. D. ve Bakker E. J., 1998a Further evidence for the planet around 51 Pegasi *Nature* 391 154–5—1998b The lack of spectral line variability in 51 Pegasi: confirmation of the planet hypothesis *Astrophys. J.* 508 380–86
- Hatzes A. P., Cochran W. D. ve Johns-Krull C. M., 1997 Testing the planet hypothesis: a search for variability in the spectral-line shapes of 51 Pegasi *Astrophys. J.* 478 374–80
- Hatzes A. P., Kurster M., Cochran W. D., Dennerl K. ve Döbereiner S., 1996 The European Southern Observatory planetary search programme: preliminary results *J. Geophys. Res.* 101 9285–90
- Hauser H. M. ve Marcy G. W., 1999 The orbit of 16 Cygni AB *Publ. Astron. Soc. Pac.* 111 321–34
- Joshi M. M. ve Haberle R.M., 1997 On the ability of synchronously rotating planets to support atmospheres *Astronomical and Biochemical Origins and the Search for Life in the Universe (IAU Coll. 161)* ed C B Cosmovici, S Bowyer and D Werthimer (Capri: Editrice Compositori) pp 351–7
- Kalas P., 1998 Links between dust discs and exoplanets *Earth, Moon and Planets* 81 27–34
- Kalas P., Larwood J., Smith B. A. ve Schultz A., 2000 Rings in the planetesimal disc of β Pic *Astrophys. J.* 530 L133–7
- Kasting J. F., 1996 Planetary atmospheres evolution *Astrophys. Space Sci.* 241 3–24

- Kasting J. F., Whitmire D. P. ve Reynolds R. T. 1993 Habitable zones around main sequence stars *Icarus* 101 108–28
- Ken Knight C. E., 1977 Methods of detecting extrasolar planets I. Imaging *Icarus* 30 422–33
- Kepler S. O., Winget D. E., Nather R. E. ve ark., 1991 A detection of the evolutionary timescale of the DA white dwarf G117–B15A with the whole Earth telescope *Astrophys. J.* 378 L45–8
- Kleinman S. J., Nather R. E., Winget D. E. ve ark., 1994 Observational limits on companions to G29–38 *Astrophys. J.* 436 875–84
- Kobuko E. ve Ida S., 1996 On runaway growth of planetesimals *Icarus* 123 180–91
 ———2000 Formation of protoplanets from planetesimals in the solar nebula *Icarus* 143 15
- Koch D., Borucki W., Cullers K., Dunham E. ve Webster L., 1996 System design of a mission to detect Earth-sized planets in the inner orbits of solar-like stars *J. Geophys. Res.* 101 9297–302
- Koerner D.W., Ressler M.E., Werner M.W. ve Backman D.E., 1998 Mid-infrared imaging of a circumstellar disc around HR 4796: mapping the debris of planetary formation *Astrophys. J.* 503 L83–7
- Konacki M., Lewandowski W., Wolszczan A., Doroshenko O. ve Kramer M., 1999a Are there planets around the pulsar PSR B0329+54? *Astrophys. J.* 519 L81–4
- Konacki M., Maciejewski A. J. ve Wolszczan A., 1999b Resonance in PSR B1257+12 planetary system *Astrophys. J.* 513 471–6
- Korechoff R. P., Diner D. J., Tubbs E. F. ve Gaiser S. L., 1994 Extrasolar planet detection *Astrophys. Space Sci.* 212 369–83
- Latham D. L., Stefanik R. P., Mazeh T., Torres G. ve Carney B. W., 1998 Low-mass companions found in a large radial-velocity survey *Brown Dwarfs and Extrasolar Planets* ed R Rebolo, E L Martín and MR Zapatero Osorio (Spain: Tenerife) pp 178–87
- Latham D. W., 1997 Radial-velocity searches for low-mass companions orbiting solar-type stars *Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space Missions (ASP Conf. Ser. 119)* ed D R Soderblom (San Francisco: ASP) pp 19–27
- Latham D. W., Mazeh T., Stefanik R. P., Mayor M. ve Burki G., 1989 The unseen companion of HD114762: a probable brown dwarf *Nature* 339 38–40
- Lattanzi M. G., Spagna A., Sozzetti A. ve Casertano S., 2000 Space-borne global astrometric surveys: the hunt for extra-solar planets *Mon. Not. R. Astron. Soc.* at press

- Laughlin G. ve Adams F. C., 1997 Possible stellar metallicity enhancements from the accretion of planets *Astrophys. J.* 491 L51–4 —1998 The modification of planetary orbits in dense open clusters *Astrophys. J.* 508 L171–4
- Laughlin G. ve Adams F. G., 1999 Stability and chaos in the ν Andromedae planetary system *Astrophys. J.* 526 881–9
- Lean J. ve Rind D. 1998 Climate forcing by changing solar radiation *J. Climate.* 11 3069–94
- Lecavelier des Etangs A., Scholl H., Roques F., Sicardy B. ve Vidal-Madjar A., 1996 Perturbations of a planet on the β Pic circumstellar disc *Icarus* 123 168–79
- Lecavelier des Etangs A., Vidal-Madjar A., Burki G., Lamers H., Ferlet R., Nitschelm C. ve S`evre F., 1997 β Pic light variations I. The planetary hypothesis *Astron. Astrophys.* 328 311–20
- Lecavelier des Etangs A., Vidal-Madjar A. ve Ferlet R., 1999 Photometric stellar variation due to extra-solar comets *Astron. Astrophys.* 343 916–22
- L`eger A., 1998 Strategies for remote detection of life *Planets Outside the Solar System: Theory and Observations (NATO-ASI)* ed J. M. Mariotti ve D. Alloin (Dordrecht: Kluwer) pp 397–412
- L`eger A., Mariotti J. M., Mennesson B., Ollivier M., Puget J. L., Rouan D. ve Schneider J. 1996 The Darwin project *Astrophys. Space Sci.* 241 135–46
- Marcy G., Butler P. ve Vogt S., 2000a Sub-Saturn planet candidates to HD 16141 and HD 46375 *Astrophys. J.* 536 L43–6
- Marcy G., ve ark., 2000b web page <http://exoplanets.org>
- Marcy G. ve Benitz K., J 1989 A search for substellar companions to low-mass stars *Astrophys. J.* 344 441–53
- Marcy G. ve Butler R., P 1992 Precision radial velocities with an iodine absorption cell *Publ. Astron. Soc. Pac.* 104 270–77
- 1996 A planetary companion to 70 Virginis *Astrophys. J.* 464 L147–51
- 1998a Detection of extrasolar giant planets *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 36 57–97
- 1998b Doppler detection of extra-solar planets *Cool Stars, Stellar Systems and the Sun: Proc. 10th Cambridge Workshop (ASP Conf. Ser. 154)* ed R A Donahue and J A Bookbinder (San Francisco: ASP) pp 9–24
- 2000 Planets orbiting other Suns *Publ. Astron. Soc. Pac.* 112 137–40
- Marcy G. W., Butler R. P., Vogt S. S., Fischer D. ve Lissauer J. J., 1998 A planetary companion to a nearby M4 dwarf, Gliese 876 *Astrophys. J.* 505 L147–9

- Marcy G. W., Butler R. P., Vogt S. S., Fischer D. A., ve Liu M. C., 1999 Two new candidate planets in eccentric orbits *Astrophys. J.* 520 239–47
- Marcy G.W., Butler R. P., Williams E., Bildsten L., Graham J. R., Ghez A. ve Jernigan G., 1997 The planet around 51 Pegasi *Astrophys. J.* 481 926–35
- Marcy G.W., Cochran W. D., ve Mayor M., 2000c Extrasolar planets around main sequence stars *Protostars and Planets* vol 4, ed V Mannings, A P Boss and S S Russell (Tucson, AZ: University of Arizona Press)
- Marcy G. W., ve Moore D., 1989 The extremely low mass companion to Gliese 623 *Astrophys. J.* 341 961–7
- Mariotti J. M., Denise C., Derie F. ve ark., 1998 VLTI program: a status report *Proc. SPIE* 3350 800
- Mariotti J. M., L'eger A., Mennesson B. ve Ollivier M., 1997 Detection and characterization of Earth-like planets *Astronomical and Biochemical Origins and the Search for Life in the Universe (IAUColl. 161)* edCBCosmovici, S Bowyer and D Werthimer (Capri: Editrice Compositori) pp 299–311
- Naef D., Mayor M., Pepe F., Queloz D., Udry S. ve Burnet., 2000 A planetary companion around the young G6 dwarf GJ 3021 *Disks, Planetesimals and Planets* (Spain: Tenerife)
- Nelson A. F. ve Angel J. R. P., 1998 The range of masses and periods explored by radial velocity searches for planetary companions *Astrophys. J.* 500 940–57
- Nieto M. M., 1972 *The Titius–Bode Law of Planetary Distances: History and Theory* (Oxford: Pergamon)
- Noll K. S., Roush T. L., Cruikshank D. P., Johnson R. E. ve Pendleton Y. J., 1997 Detection of ozone on Saturn's satellites Rhea and Dione *Nature* 388 45–7
- Noyes R.W., Jha S., Korzennik S., Krockenberger M., Nisenson P., Brown T., Kennelly E. ve Horner S., 1997a The AFOE program of extra-solar planets *Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space Missions (ASP Conf. Ser. 119)* ed D R Soderblom (San Francisco: ASP) pp 119–22
- Noyes R. W., Jha S., Korzennik S. G., Krockenberger M., Nisenson P., Brown T. M., Kennelly E. J. ve Horner S. D., 1997b A planet orbiting the star ρ Coronae Borealis *Astrophys. J.* 483 L111–14
- Paczynski B., 1986a Gravitational microlensing at large optical depths *Astrophys. J.* 301 503–16
- 1986b Gravitational microlensing by the galactic halo *Astrophys. J.* 304 1–5

—1996 Gravitational microlensing in the local group *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 34 419–59

Pan X., Kulkarni S., Colavita M. M. ve Shao M., 1998 Recent measurements of stars with planets using the Palomar Testbed Interferometer *Brown Dwarfs and Extrasolar Planets* ed R Rebolo, E L Martín and MR Zapatero Osorio (Spain: Tenerife) pp 271–2

Parriott J. ve Alcock C., 1998 On the number of comets around white dwarf stars: orbit survival during the late stages of stellar evolution *Astrophys. J.* 501 357–66

Peale S. J., 1994 On the detection of mutual perturbations as proof of planets around PSR 1257+12 *Astrophys. Space Sci.* 212 77–89—1997 Expectations from a microlensing search for planets *Icarus* 127 269–89

Perryman M.A.C., Lindegren L., Arenou F. ve ark., 1996 Hipparcos distances and mass limits for the planetary candidates 47 UMa, 70 Vir and 51 Peg *Astron. Astrophys.* 310 L21–4

Perryman M.A.C., Lindegren L., Arenou F. ve ark., 1997 The Hipparcos catalogue *Astron. Astrophys.* 323 L49–52

Petrou M., 1981 Dynamical models of spheroidal systems *PhD Thesis* University of Cambridge

Phillips J. A. ve Thorsett S. E., 1994 Planets around pulsars: a review *Astrophys. Space Sci.* 212 91–106

Phinney E. S. ve Hansen B. M. S., 1993 The pulsar planet production process *Planets around Pulsars (ASP Conf. Ser. 36)* ed J A Phillips, S E Thorsett and S R Kulkarni (San Francisco: ASP) pp 371–90

Podsiadlowski P., 1993 Planet formation scenarios *Planets around Pulsars (ASP Conf. Ser. 36)* ed J. A. Phillips, S. E. Thorsett ve S. R. Kulkarni (San Francisco: ASP) pp 149–65

Pollack J. B., 1984 Origin and history of the outer planets: theoretical models and observational constraints *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 22 389–424

Rasio F. A. ve Ford E. B., 1996 Dynamical instabilities and the formation of extrasolar planetary systems *Science* 274 954–6

Rasio F. A., Nicholson P. D., Shapiro S. L. ve Teukolsky S. A., 1992 An observational test for the existence of a planetary system orbiting PSR 1257+12 *Nature* 355 325–6

Rasio F. A., Tout C. A., Lubow S. H. ve Livio M., 1996 Tidal decay of close planetary orbits *Astrophys. J.* 470 1187–91

- Refsdal S., 1964 The gravitational lens effect *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 128 295–306
- Refsdal S. ve Surdej J., 1994 Gravitational lenses *Rep. Prog. Phys.* 56 117–85
- Rhie S. H., Becker A. C., Bennett D. P. ve ark., 1999 Observations of the binary microlens event MACHO 98-SMC-1 by the microlensing planet search collaboration *Astrophys. J.* 522 1037–45
- Rhie S. H., Bennett D. P., Becker A. C. ve ark., 2000 On planetary companions to the MACHO 98-BLG-35 microlens star *Astrophys. J.* 533 378–91
- Rivera E. ve Lissauer J. J., 2000 Stability analysis of the planetary system orbiting υ Andromedae *Astrophys. J.* 530 454–63
- Robichon N. ve Arenou F., 2000 HD 209458 Planetary transits from Hipparcos photometry *Astron. Astrophys.* 355 295–8
- Safizadeh N., Dalal N. ve Griest K., 1999 Astrometric microlensing as a method of discovering and characterizing extra-solar planets *Astrophys. J.* 522 512–17
- Safronov V. S., 1969 *Evolution of the Protoplanetary Cloud and Formation of the Earth and Planets* (Moscow: Nauka) (Engl. Transl. 1972 NASA-677)
- Sagan C., 1997 How definitive would detection of H₂O, CO₂, O₂/O₃ and CH₄/O₂ be for the identification of life on planets on other stars? *The Blue Dot Workshop: Spectroscopic Search for Life on Extrasolar Planets (NASA Ames Research Center CP 10154)* ed D Des Marais p 34
- Sahu K. C., 1997 Detecting planets through microlensing *Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space Missions (ASP Conf. Ser. 119)* ed D R Soderblom (San Francisco: ASP) pp 73–86
- Sandquist E., Taam R. E., Lin D. N. C. ve Burkert A., 1998 Planet consumption and stellar metallicity enhancements *Astrophys. J.* 506 L65–8
- Santos N., Mayor M., Naef D., Pepe F., Queloz D., Udry S., Burnet M. ve Revaz Y., 2000 The CORALIE survey for southern extra-solar planets III. A giant planet in orbit around HD 192263 *Astron. Astrophys.* 356 599–602
- Sartoretti P. ve Schneider J., 1999 On the detection of satellites of extrasolar planets with the method of transits *Astron. Astrophys.* (Suppl.) 134 553–60
- Saumon D., Hubbard W.B., Burrows A., Guillot T., Lunine J. I. ve Chabrier G., 1996 A theory of extrasolar giant planets *Astrophys. J.* 460 993–1018
- Schaefer B. E., King J. R. ve Deliyannis C. P., 2000 Superflares on normal solar type stars *Astrophys. J.* 529 1026–30

Scherer K., Fichtner H., Anderson J. D. ve Lau E. L., 1997 A pulsar, the heliosphere, and Pioneer 10: probable mimicking of a planet of PSR B1257+12 by solar radiation *Science* 278 1919

Schneider G., Smith B. A. ve Becklin E. E., 1999 NICMOS imaging of the HR 4796A circumstellar disc *Astrophys. J.* 513 L127–30

Schneider J., 1994 On the search for O₂ in extrasolar planets *Astrophys. Space Sci.* 212 321–5

—1996 Photometric search for extrasolar planets *Astrophys. Space Sci.* 241 35–42

—1999 The study of extrasolar planets: methods of detection, first discoveries and future perspectives *C. R. Acad. Sci., Paris Ser. II* 327 621–34

—2000a Extrasolar planets transits: detection and follow-up *VLT Opening Ceremony Symposium* ed F Paresce (Berlin: Springer)

—2000b The Wobble method of extrasolar planets detection revisited *Astron. Astrophys.* at press
Schneider J, Auvergne M, Baglin A *et al* 1998 The COROT mission: from structure of stars to origin of planetary systems *Origins (ASP Conf. Ser. 148)* ed C E Woodward, J M Shull and H A Thronson (San Francisco: ASP) pp 298–303

Schneider J. ve Chevreton M., 1990 The photometric search for Earth-sized extrasolar planets by occultation in binary systems *Astron. Astrophys.* 232 251–7

Schroeder D., and Golimowski D., 1996 Searching for faint companions to nearby stars with the Hubble Space Telescope *Publ. Astron. Soc. Pac.* 108 510–19

Seager S. ve Sasselov D. D., 1998 Extrasolar giant planets under strong stellar irradiation *Astrophys. J.* 502 L157–61

Seager S., Whitney B. A. ve Sasselov D. D., 2000 Photometric light curves and polarization of close-in extrasolar giant planets *Astrophys. J.* at pres

Tartar J., 1986 Brown dwarfs *Astrophysics of Brown Dwarfs* ed MCKafatos, RS Harrington and SPMaran (Cambridge: Cambridge University Press) pp 21–138

Terquem C., Papaloizou J. C. B. ve Nelson R. P., 2000 Disks, extrasolar planets and migration *From Dust to Terrestrial Planets (ISSI Space Science Ser. 9)* ed W Benz, R Kallenbach, G Lugmair and F Podosek

Terquem C., Papaloizou J. C. B., Nelson R. P. ve Lin D. N. C., 1998 On the tidal interaction of a solar-type star with an orbiting companion: excitation of g-mode oscillation and orbital evolution *Astrophys. J.* 502 788–801

Terrile R. J. ve Ftaclas C., 1997 Direct detection of extra-solar planetary systems from balloon borne telescopes *Astronomical and Biochemical Origins and the Search for*

Life in the Universe (IAUColl. 161) edCBCosmovici, S Bowyer and D Werthimer (Capri: Editrice Compositori) pp 359–66

Thorsett S. E., Arzoumanian Z., Camilo F. ve Lyne A. G., 1999 The triple pulsar system PSR B1620–26 inM4*Astrophys. J.* 523 763–70

Thronson H. A., 1997 Our cosmic origins: NASA's origins theme and the search for Earth-like planets *Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space Missions (ASP Conf. Ser. 119)* ed D R Soderblom (San Francisco: ASP) pp 3–7

Tinney C. G., 1999 Brown dwarfs: the stars that failed *Nature* 397 37–40

Tokovinin A. A., 1992 The frequency of low-mass companions to K and M stars in the solar neighbourhood *Astron. Astrophys.* 256 121–32

Torres G., 1999 Substellar companion masses from minimal radial velocity or astrometric information: a Monte Carlo approach *Publ. Astron. Soc. Pac.* 111 169–76

Townes C. H., 1997 Optical and infrared SETI *Astronomical and Biochemical Origins and the Search for Life in the Universe (IAU Coll. 161)* ed C B Cosmovici, S Bowyer and D Werthimer (Capri: Editrice Compositori) pp 585–94

Udry S., Mayor M., Naef D., Pepe F., Queloz D., Santos N., Burnet M., Confino B. ve Melo C., 2000 The CORALIE survey for southern extra-solar planets II. The short-period planetary companions to HD 75289 and HD 130322 *Astron. Astrophys.* 356 590–98
van de Kamp P 1982 The planetary system of Barnard's star *Vistas in Astron.* 26 141–57

Vogt S. S., Marcy G.W., Butler R. P., ve Apps K., 2000 Six new planets from the Keck precision velocity survey *Astrophys. J.* at press

Walker G. A. H., Walker A. R., Irwin A.W., Larson A.M., Yang S. L. S. Ve Richardson D. C., 1995 A search for Jupiter-mass companions to nearby stars *Icarus* 116 359–75

Walsh D., Carswell R. F. ve Weymann R. J., 1979 0957+561A, B: twin quasistellar objects or gravitational lens? *Nature* 279 381–4

Wambsganss J., 1997 Discovering galactic planets by gravitational microlensing: magnification patterns and light curves *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 284 172–88

Ward W. R., 1974 Climatic variations on mars I. Astronomical theory of insolation *J. Geophys. Res.* 79 3375–86

—1981 Solar nebula dispersal and the stability of the planetary system I. Scanning secular resonance theory *Icarus* 47 234–64

—1997a Protoplanet migration by nebula tides *Icarus* 126 261–81

—1997b Survival of planetary systems *Astrophys. J.* 482 L211–14

- 1998 On planet formation and migration *Origins (ASP Conf. Ser. 148)* ed C E
Woodward, J. M., Shull, ve Thronson H. A., (San Francisco: ASP) pp 338–46
- Wolszczan A. ve Frail D. A., 1992 A planetary system around millisecond pulsar
PSR 1257+12 *Nature* 355 145–7
- Woodward C. E., Shull J. M. ve Thronson H. A., 1998 *Origins* (San Francisco: ASP)
- Wolf N. J. ve Angel J. R. P., 1997 Planet finder options I. New linear nulling array
configurations *Planets Beyond the Solar System and the Next Generation of Space
Missions (ASP Conf. Ser. 119)* ed D R Soderblom (San Francisco: ASP) pp 285–93
- 1998 Astronomical searches for Earth-like planets and signs of life *Ann. Rev. Astron.
Astrophys.* 36 507–37

EKLER LİSTESİ

Sayfa No

Ek – 1: Ötegezen veri tabloları..... II

EK – 1: Ötegezegen veri tabloları

Çizelge – 3: Çoklu gezegen sistemleri sarı renkle, birden fazla yıldız etrafında dolanan gezegenler yeşil renkle, alt cüce B yıldızları etrafındakiler pembe renkle ve kahverengi cüce etrafındaki gezegenler kahverengi renk ile gösterilmiştir. Ekim (2010) ayı itibari ile 503 adet gezegen keşfedilmiştir.

Yıldız	Gezegen	Kütle (M _J)	Kütle hata payı	Yarıçap (R _J)	Yörünge Dönemi (gün)	Yarı büyük Eksen (AB)	Yörünge Eğimi	Eğim	Keşif Yılı
WASP-26	b	1.02	±0.03	1.32	2.7566	0.040	0	82.5	2010
WASP-1	b	0.89	±0.2	1.358	2.51997	0.0382	0	83.9	2006
HAT-P-16	b	4.193	±0.094	1.289	2.77596	0.0413	0.036	86.6	2010
Upsilon Andromedae	b	0.69	±0.03	-	4.617136	0.059	0.013	≥30	1996
Upsilon Andromedae	c	11.59	-	-	237.7	0.822	0.224	9.3	1999
Upsilon Andromedae	d	10.29	-	-	1302.61	2.55	0.32	23.14	1999
WASP-18	b	10.43	±0.4	1.165	0.9414518	0.02047	0.0088	86	2009
HD 15082	b	<4.1	-	1.497	1.2198669	0.02555	-	87.67	2010
HD 17156	b	3.212	-0.082 / +0.069	1.023	21.21688	0.1623	0.6753	86.2	2007
WASP-11/HAT-P-10	b	0.460	±0.028	1.045	3.7224690	0.0439	0	88.5	2008
Epsilon Eridani	b	1.55	±0.24	-	2502	3.39	0.702	30.1	2000
WASP-22	b	0.56	±0.02	1.12	3.53269	0.0468	0.023	89.2	2010
XO-3	b	11.79	±0.59	1.217	3.1915239	0.0454	0.26	84.2	2007
HAT-P-15	b	1.946	±0.066	1.072	10.863502	0.0964	0.190	89.1	2010
2M J044144	b	7.5	±2.5	-	-	15	-	-	2010

OGLE-TR-113	b	1.32	±0.19	1.09	1.4324757	0.0229	0	89.4	2004
OGLE-TR-111	b	0.53	±0.11	1.067	4.0144479	0.047	0	88.1	2002
OGLE2-TR-L9	b	4.5	±1.5	1.67	2.48553417	0.0418	-	82.47	2008
OGLE-TR-182	b	1.01	±0.15	1.13	3.9791	0.051	0	85.7	2007
Gliese 436	b	0.072	±0.0025	0.438	2.643904	0.02872	0.150	85.8	2004
2M1207	b	4	-1 / +6	1.5	620000	41	-	-	2004
PSR B1257+12	A	0.000063	-	-	25.262	0.19	0	~50	1994
PSR B1257+12	B	0.013	-	-	66.5419	0.36	0.0186	53	1992
PSR B1257+12	C	0.012	-	-	98.2114	0.46	0.0252	47	1992
WASP-25	b	0.58	±0.04	1.26	3.76483	0.0474	0	87.7	2010
HAT-P-3	b	0.599	±0.028	0.890	2.899703	0.03894	0	87.24	2007
WASP-15	b	0.542	±0.05	1.428	3.7520656	0.0499	0	85.5	2008
HAT-P-12	b	0.211	±0.012	0.959	3.2130598	0.0384	0	-	2009
WASP-16	b	0.855	±0.059	1.008	3.1186009	0.0421	0	85.22	2009
WASP-14	b	7.725	-0.67 / +0.43	1.259	2.2437704	0.037	0.0903	84.79	2008
WASP-24	b	1.032	-0.037 / +0.038	1.104	2.3412083	0.0359	0	85.71	2010
Gliese 581	e	0.006104	-	-	3.14942	0.03	0	≥30	2009
Gliese 581	b	0.0492	-	-	5.36874	0.041	0	≥30	2005
Gliese 581	c	0.01686	-	-	12.9292	0.07	0.17	≥30	2007
Gliese 581	g	0.009765	-	-	36.562	0.14601	-	-	2010
Gliese 581	d	0.02231	-	-	66.8	0.22	0.38	≥30	2007

Gliese 581	f	0.02205	-	-	433	0.758	-	-	2010
HAT-P-4	b	0.68	±0.04	1.27	3.056536	0.0446	0	89.9	2007
Lupus-TR-3	b	0.81	±0.18	0.89	3.91405	0.0464	0	88.3	2007
WASP-17	b	0.49	-0.056 / +0.059	1.66	3.7354417	0.051	0.129	87.8	2009
XO-1	b	0.9	±0.07	1.3	3.941534	0.0488	0	87.7	2006
1RXS J160929.1-210524	b	8	-	1.7		~330	-	-	2008
HD 147506	HAT-P-2b	9.09	±0.24	1.157	5.6334729	0.06878	0.5171	86.72	2007
PSR B1620-26	PSR B1620-26 b	2.5	±1	~0.8	~36500	23	low	55	1993
HD 149026	b	0.359	-0.021 / +0.022	0.654	2.8758887	0.04313	0	85.3	2005
GJ 1214	b	0.0179	±0.00027	0.2415	1.5803925	0.0143	<0.27	88.62	2009
HAT-P-14	b	2.232	±0.059	1.15	4.6267669	0.0606	0.107	83.5	2010
OGLE-2005-BLG-071L	b	3.5	±0.3	-	3600	3.6	-	-	2005
OGLE-TR-10	b	0.63	±0.14	1.26	3.10129	0.04162	0	84.5	2002
GSC 03089-00929	TrES-3	1.92	±0.23	1.295	1.30619	0.0226	0	82.15	2007
OGLE-2006-BLG-109L	b	0.727	±0.06	-	1790	2.3	-	64	2008
OGLE-2006-BLG-109L	c	0.271	±0.022	-	4931	4.5	0.15	64	2008
GSC 02620-00648	TrES-4	0.919	±0.073	1.799	3.553945	0.05091	0	82.86	2006
MOA-2008-BLG-310L	b	0.23	±0.05	-	-	1.25	-	-	2009
OGLE-2005-BLG-390L	b	0.018	-	-	4800	2.6	-	-	2006
OGLE-2007-BLG-368L	b	0.0694	-	-	-	3.3	-	-	2009
OGLE-TR-56	b	1.29	±0.12	1.30	1.211909	0.0225	0	78.8	2003

SWEEPS J175853.92-291120.6	SWEEPS-04	3.8	-	0.81	4.2	0.055	-	≥87	2006
SWEEPS J175902.67-291153.5	SWEEPS-11	9.7	±5.6	1.13	1.796	0.03	-	≥84	2006
OGLE-2003-BLG-235L /MOA-2003-BLG-53L	b	2.6	±0.8	-	-	4.3	-	-	2004
OGLE-2005-BLG-169L	b	0.041	-	-	3100	2.7	-	-	2006
MOA-2007-BLG-192L	b	0.01	-0.005 / +0.015	-	-	0.62	-	-	2008
MOA-2007-BLG-400L	b	0.9	±0.4	-	-	0.85 or 7.5	-	-	2008
HAT-P-5	b	1.06	±0.11	1.26	2.788491	0.04075	0	86.75	2007
WASP-3	b	1.76	-0.14 / +0.06	1.31	1.846834	0.0317	0	85.06	2007
COROT-11	b	2.33	±0.34	1.43	2.99433	0.0436	0	83.17	2010
COROT-9	b	0.84	±0.07	1.05	95.2738	0.407	0.11	>89.9	2010
COROT-6	b	2.96	±0.34	1.166	8.887	0.0855	<0.1	-	2009
Kepler-8	b	0.603	-0.19 / +0.13	1.419	3.52254	0.0483	0	84.07	2010
Kepler-9	b	0.252	±0.013	-	19.24	0.140	0	-	2010
Kepler-9	c	0.171	±0.013	-	38.91	0.225	0	-	2010
Kepler-4	b	0.077	±0.012	0.357	3.21346	0.0456	0	89.76	2010
GSC 02652-01324	TrES-1	0.61	±0.06	1.081	3.030065	0.0393	0.135	88.2	2004
GSC 03549-02811	TrES-2	1.199	±0.052	1.272	2.47063	0.03556	0	83.62	2006
Kepler-7	b	0.433	-0.041 / +0.040	1.478	4.885525	0.06224	0	86.5	2010
COROT-10	b	2.75	±0.14	0.97	13.2406	0.1055	0.53	88.55	2010
COROT-8	b	0.22	±0.03	0.57	6.21229	0.063	0	88.4	2010
COROT-2	b	3.31	±0.16	1.465	1.7429964	0.0281	0	87.84	2007

HAT-P-7	b	1.8	-0.059 / +0.063	1.421	2.2047298	0.0379	0	84.1	2008
Kepler-6	b	0.669	-0.030 / +0.025	1.323	3.23423	0.04567	0	86.8	2010
HAT-P-11	b	0.081	±0.009	0.422	4.8878162	0.053	0.198	88.5	2009
Kepler-5	b	2.114	±0.064	1.431	3.54846	0.05064	0	86.3	2010
HD 189733	b	1.13	±0.03	1.138	2.2185733	0.03099	0.00	85.76	2005
WASP-2	b	0.914	±0.092	1.117	2.152226	0.03138	0	84.8	2006
WASP-7	b	0.96	-0.18 / +0.12	0.915	4.954658	0.0618	0	89.6	2008
HD 209458	b	0.685	-0.014 / +0.015	1.32	3.52474859	0.04707	0.07	86.677	1999
HAT-P-8	b	1.52	-0.16 / +0.18	1.5	3.07632	0.0487	0	87.5	2008
Gliese 876	d	0.021	±0.001	-	1.93778	0.02080665	0.207	50	2005
Gliese 876	c	0.7142	±0.0039	-	30.0881	0.12959	0.25591	48.07	2001
Gliese 876	b	2.2756	±0.0045	-	61.1166	0.208317	0.0324	48.93	1998
Gliese 876	e	0.046	±0.005	-	124.26	0.3343	0.055	59.5	2010
Fomalhaut	b	0.054–3.0	-	-	~320000	~115	~0.11	~66	2008
ADS 16402 B	HAT-P-1b	0.524	±0.031	1.225	4.4652934	0.0553	0.067-	86.28	2006
HR 8799	d	10	±3	1.2	~36500	24	~0	~0	2008
HR 8799	c	10	±3	1.2	~69000	38	~0	~0	2008
HR 8799	b	7	-2 / +4	1.1	~170000	68	~0	~0	2008
WASP-21	b	0.30	±0.01	1.07	4.322482	0.052	0	88.75	2010
WASP-6	b	0.503	-0.038 / +0.019	1.224	3.361006	0.0421	0.054	88.47	2008
WASP-10	b	3.06	-0.21 / +0.23	1.08	3.0927616	0.0371	0.057	86.8	2008

WASP-4	b	1.237	-0.079 / +0.087	1.365	1.3382282	0.0230	0	89.35	2007
WASP-28	b	0.91	±0.06	1.12	3.408821	0.0455	0.046	89.1	2010
HAT-P-6	b	1.057	±0.119	1.33	3.852985	0.05235	0	85.51	2007
WASP-29	b	0.248	±0.02	0.74	3.923	0.0456	0	87.96	2010
WASP-5	b	1.637	±0.082	1.171	1.6284246	0.02729	0	85.8	2007
WASP-8	b	2.23	-	1.17	8.16	0.0793	-	-	2008
Yıldız	Gezegen	Kütle (M_J)	Kütle hata payı	Yarıçap (R_J)	Yörünge Dönemi (gün)	Yarıbüyük Eksen (AB)	Yörünge Eğimi	Eğim	Keşif Yılı

Yıldız Verileri Tablosu

Yıldız	Takımyıldız	Sağ açıklık	Dik açıklık	Görünür Parlaklık	Uzaklık (ıy)	Tayf Türü	Kütle (M _g)	Yarıçap (M _g)	Etkin Sıcaklık (Kelvin)	Metal bolluğu [Fe/H]	Gezegenler
WASP-26	Cetus	00 ^h 18 ^m 25 ^s	-15° 16' 02"	11.3	820	G0	1.12	1.34	5950	-0.02	b
WASP-1	Andromeda	00 ^h 20 ^m 40 ^s	+31° 59' 24"	11.79	1031	F7V	1.24	1.382	6200		b
HAT-P-16	Andromeda	00 ^h 38 ^m 18 ^s	+42° 27' 47"	10.8	766	F8	1.218	1.237	6158	0.17	b
Upsilon Andromedae	Andromeda	01 ^h 36 ^m 48 ^s	+41° 24' 20"	4.63	43.9	F8V	1.27	1.631	6212	0.09	b c d
WASP-18	Phoenix	01 ^h 37 ^m 25 ^s	-45° 40' 40"	9.3	330	F9	1.281	1.24	6400	0	b

HD 15082	Andromeda	02 ^h 26 ^m 51 ^s	+37° 33' 02"	8.3	377	A5	1.495	1.444	7400	0.1	b
HD 17156	Cassiopeia	02 ^h 49 ^m 44 ^s	+71° 45' 12"	8.17	255.2	G0	1.24	1.446	6079	0.24	b
WASP-11/HAT-P-10	Perseus	03 ^h 09 ^m 29 ^s	+30° 40' 25"	11.89	408	K3V	0.82	0.81	4980	0.13	b
Epsilon Eridani	Eridanus	03 ^h 32 ^m 55 ^s	-09° 27' 29"	3.73	10.5	K2V	0.83	0.895	5116	-0.1	b
WASP-22	Eridanus	03 ^h 31 ^m 16 ^s	-23° 49' 11"	12.0	942	G	1.1	1.13	6000	-0.05	b
XO-3	Camelopardalis	04 ^h 21 ^m 53 ^s	+57° 49' 01"	9.8	660	F5V	1.213	1.377	6429	-0.177	b
HAT-P-15	Perseus	04 ^h 24 ^m 60 ^s	+39° 27' 38"	12.16	619	G5	1.013	1.08	5568	0.22	b
2M J044144	Taurus	04 ^h 41 ^m 45 ^s	+23° 01' 51"	-	455	M8.5	0.02				b
Beta Pictoris	Pictor	05 ^h 47 ^m 17 ^s	-51° 03' 59"	3.86	62.9	A6V	1.75	1.80	8052	0.05	b
WASP-12	Auriga	06 ^h 30 ^m 33 ^s	+29° 40' 20"	11.69	871	G0V	1.35	1.57	6300	0.30	b
COROT-12	Monoceros	06 ^h 43 ^m 04 ^s	-01° 17' 47"	15.52	3760	G2V	1.078	1.116	5675	0.16	b
COROT-7	Monoceros	06 ^h 43 ^m 49 ^s	-01° 03' 46"	11.668	489	G9V	0.93	0.87	5275	0.03	b c
COROT-5	Monoceros	06 ^h 45 ^m 07 ^s	+00° 48' 55"	14	~1300	F9V	1.00	1.186	6100	-0.25	b
COROT-1	Monoceros	06 ^h 48 ^m 19 ^s	-03° 06' 08"	13.6	1560	G0V	0.95	1.11	5950	-0.3	b
COROT-4	Monoceros	06 ^h 48 ^m 47 ^s	-00° 40' 22"	13.7		F0V	1.10	1.15	6190	0	b
COROT-13	Monoceros	06 ^h 50 ^m 53 ^s	-05° 05' 11"	15.04	4270	G0V	1.09	1.01	5945	0.01	b
COROT-14	Monoceros	06 ^h 53 ^m 42 ^s	-05° 32' 10"	16.03	4360	F9V	1.13	1.21	6035	0.05	b
HAT-P-9	Auriga	07 ^h 20 ^m 40 ^s	+37° 08' 26"	12.34	1560	F	1.28	1.32	6350	0.12	b
XO-4	Lynx	07 ^h 21 ^m 33 ^s	+58° 16' 05"	10.7	956	F5V	1.32	1.55	5700	-0.04	b
XO-5	Lynx	07 ^h 46 ^m 52 ^s	+39° 05' 41"	12.13	880	G8V	0.88	1.06	5510	0.18	b
XO-2	Lynx	07 ^h 48 ^m 07 ^s	+50° 13' 33"	11.18	486	K0V	0.98	0.964	5340	0.45	b

HAT-P-13	Ursa Major	08 ^h 39 ^m 32 ^s	+47° 21' 07"	10.62	698	G4	1.22	1.56	5638	0.43	b
55 Cancri	Cancer	08 ^h 52 ^m 37 ^s	+28° 20' 02"	5.95	40.3	G8V	1.03	1.15	5243	0.29	b c d e f
WASP-13	Lynx	09 ^h 20 ^m 25 ^s	+33° 52' 57"	10.7	509	G1V				0	b
HD 80606	Ursa Major	09 ^h 22 ^m 37 ^s	+50° 36' 13"	8.93	190	G5	0.90		5370	0.43	b
WASP-19	Vela	09 ^h 53 ^m 40 ^s	-45° 39' 33"	12.3		G8V	0.95	0.93	5500	0.02	b
OGLE-TR-211	Carina	10 ^h 40 ^m 15 ^s	-62° 27' 20"		5300	F	1.33	1.64	6325	0.11	b
OGLE-TR-132	Carina	10 ^h 50 ^m 34 ^s	-61° 57' 25"	15.72	7110	F					b
OGLE-TR-113	Carina	10 ^h 52 ^m 24 ^s	-61° 26' 48"	16.08	1800	K	1.26	1.34	6210	0.37	b
OGLE-TR-111	Carina	10 ^h 53 ^m 01 ^s	-61° 24' 20"	16.96	5000	G	0.82	0.831		0.12	b
OGLE2-TR-L9	Carina	11 ^h 07 ^m 55 ^s	-61° 08' 46"		2935	F3	1.52	1.53	6933	-0.05	b
OGLE-TR-182	Carina	11 ^h 09 ^m 19 ^s	-61° 05' 43"	16.84	12700	G	1.14	1.14	5924	0.37	b
Gliese 436	Leo	11 ^h 42 ^m 11 ^s	+26° 42' 23"	10.68	33.48	M2.5	0.452	0.464	3684	-0.32	b
2M1207	Centaurus	12 ^h 07 ^m 33 ^s	-39° 32' 54"	20.15	173	M8	0.025	0.25	2550		b
PSR B1257+12	Virgo	13 ^h 00 ^m 03 ^s	+12° 40' 57"		980	pulsar	~1.4	~0.00002			A B C
WASP-25	Hydra	13 ^h 01 ^m 26 ^s	-27° 31' 20"	11.9	550	G4	1.00	0.95	5750	-0.05	b
HAT-P-3	Ursa Major	13 ^h 44 ^m 23 ^s	+48° 01' 43"	11.86	457	K	0.936	0.824	5185	0.27	b
WASP-15	Hydra	13 ^h 55 ^m 43 ^s	-32° 09' 35"	10.9	1005	F5	1.18	1.477	6300	-0.17	b
HAT-P-12	Canes Venatici	13 ^h 57 ^m 34 ^s	+43° 29' 37"	12.84	465	K4	0.73	0.70	4650	-0.29	b
WASP-16	Virgo	14 ^h 18 ^m 44 ^s	-20° 16' 32"	11.3		G3V	1.022	0.946	5550	0.01	b
WASP-14	Boötes	14 ^h 33 ^m 06 ^s	+21° 53' 41"	9.75	520	F5V	1.319	1.297	6475	0	b
WASP-24	Virgo	15 ^h 08 ^m 52 ^s	+02° 20' 36"	11.3	1062	F8-9	1.129	1.147	6075	0.07	b

Gliese 581	Libra	15 ^h 19 ^m 26 ^s	-07° 43' 20"	10.55	20.3	M3	0.31	0.38	3480	-0.33	e b c g d f
HAT-P-4	Boötes	15 ^h 19 ^m 58 ^s	+36° 13' 47"	11.2	1010	F	1.26	1.59	5860	0.24	b
Lupus-TR-3	Lupus	15 ^h 30 ^m 19 ^s	-42° 58' 46"	17.4	8950	K1V	0.87	0.82	5000		b
WASP-17	Scorpius	15 ^h 59 ^m 51 ^s	-28° 03' 42"	11.6		F6	1.20	1.38	6550	-0.25	b
XO-1	Corona Borealis	16 ^h 02 ^m 12 ^s	+28° 10' 11"	11.3	600	G1V	1.00	0.928			b
1RXS J160929.1-210524	Scorpius	16 ^h 09 ^m 30 ^s	-21° 04' 58"	12.97	470	K7V	0.85	1.35	4060		b
HD 147506	Hercules	16 ^h 20 ^m 36 ^s	+41° 02' 53"	8.71	440	F8	1.36	1.64	6290	0.14	HAT-P-2b
PSR B1620-26	Scorpius	16 ^h 23 ^m 38 ^s	-26° 31' 53"	24	12400	pulsar + DB	1.69				b
HD 149026	Hercules	16 ^h 30 ^m 29 ^s	+38° 20' 50"	8.15	257	G0IV	1.3	1.497	6147	0.36	b
GJ 1214	Ophiuchus	17 ^h 15 ^m 19 ^s	+04° 57' 50"	14.67	40	M	0.157	0.211	3026		b
HAT-P-14	Hercules	17 ^h 20 ^m 28 ^s	+38° 14' 32"	9.98	670	F	1.386	1.468	5035	0.14	b
OGLE-2005-BLG-071L	Scorpius	17 ^h 50 ^m 09 ^s	-34° 40' 23"	19.5	9500	M	0.46				b
OGLE-TR-10	Sagittarius	17 ^h 51 ^m 28 ^s	-29° 52' 34"	15.78	5000	G2V	1.18	1.16		0.12	b
GSC 03089-00929	Hercules	17 ^h 52 ^m 07 ^s	+37° 32' 46"	12.4	~1300	G	0.924	0.813	5720	-0.19	TrES-3
OGLE-2006-BLG-109L	Sagittarius	17 ^h 52 ^m 35 ^s	-30° 05' 16"	17.17	4920		0.51		~4000		b c
GSC 02620-00648	Hercules	17 ^h 53 ^m 13 ^s	+37° 12' 42"	11.592	1400	F8	1.384	1.810	6100	0.14	TrES-4
MOA-2008-BLG-310L	Scorpius	17 ^h 54 ^m 14 ^s	-34° 46' 41"	23.38	>20000	late K?	0.67				b
OGLE-2005-BLG-390L	Scorpius	17 ^h 54 ^m 19 ^s	-30° 22' 38"	19.7	21500	M?	0.22				b
OGLE-2007-BLG-368L	Scorpius	17 ^h 56 ^m 26 ^s	-32° 14' 15"		19230	late K?	0.65				b
OGLE-TR-56	Sagittarius	17 ^h 56 ^m 35 ^s	-29° 32' 21"	16.56	4892	G	1.17	1.32			b
SWEEPS J175853.92-291120.6	Sagittarius	17 ^h 58 ^m 54 ^s	-29° 11' 21"	18.8	22000		1.24	1.18			SWEEPS-04

SWEEPS J175902.67–291153.5	Sagittarius	17 ^h 59 ^m 03 ^s	−29° 11′ 54″	19.83	22000		1.10	1.45			SWEEPS-11
OGLE-2003-BLG-235L /MOA-2003-BLG-53L	Sagittarius	18 ^h 05 ^m 16 ^s	−28° 53′ 42″		19000	K	0.63				b
OGLE-2005-BLG-169L	Sagittarius	18 ^h 06 ^m 05 ^s	−30° 43′ 57″	19.4	8800	M?	0.49				b
MOA-2007-BLG-192L	Sagittarius	18 ^h 08 ^m 04 ^s	−27° 09′ 00″		3000		0.060				b
MOA-2007-BLG-400L	Sagittarius	18 ^h 09 ^m 42 ^s	−29° 13′ 27″		20000	M3V?	0.35				b
HAT-P-5	Lyra	18 ^h 17 ^m 37 ^s	+36° 37′ 16″	12	1110	G	1.160	1.167	5960	0.24	b
WASP-3	Lyra	18 ^h 33 ^m 32 ^s	+35° 39′ 42″	10.64	727	F7V	1.24	1.31	6400	0	b
COROT-11	Serpens	18 ^h 42 ^m 45 ^s	+05° 56′ 16″	12.94	1820	F6V	1.27	1.37	6440	−0.03	b
COROT-9	Serpens	18 ^h 43 ^m 09 ^s	+06° 12′ 15″	13.7	1500	G3V	0.99	0.94	5624	−0.01	b
COROT-6	Ophiuchus	18 ^h 44 ^m 17 ^s	+06° 39′ 48″	13.9		F5V	1.055	1.025	6090	−0.2	b
Kepler-8	Lyra	18 ^h 45 ^m 09 ^s	+42° 27′ 04″	13.9	4338	F9	1.213	1.486	6213	−0.055	b
Kepler-9	Lyra	19 ^h 02 ^m 17.76 ^s	+38° 24′ 3.2″		2120		1.07	1.02	5777	0.12 ± 0.04	b c
Kepler-4	Draco	19 ^h 02 ^m 28 ^s	+50° 08′ 09″	12.7	1631	G0	1.223	1.487	5857	0.17	b
GSC 02652-01324	Lyra	19 ^h 04 ^m 09 ^s	+36° 37′ 57″	11.79	512	K0V	0.87	0.82		0.001	TrES-1
GSC 03549-02811	Draco	19 ^h 07 ^m 14 ^s	+49° 18′ 59″	11.41	718	G0V	0.98	1.000	5850	−0.15	TrES-2
Kepler-7	Lyra	19 ^h 14 ^m 20 ^s	+41° 05′ 23″	13.9	3377	G1	1.347	1.843	5933	0.11	b
COROT-10	Aquila	19 ^h 24 ^m 15 ^s	+00° 44′ 46″	15.22	1130	K1V	0.89	0.79	5075	0.26	b
COROT-8	Aquila	19 ^h 26 ^m 21 ^s	+01° 25′ 35″	14.80	1250	K1V	0.88	0.77	5080	0.30	b
COROT-2	Serpens	19 ^h 27 ^m 07 ^s	+01° 23′ 02″	12.57	930	G7V	0.97	0.902	5625	0	b
HAT-P-7	Cygnus	19 ^h 28 ^m 59 ^s	+47° 58′ 10″	10.5	1044	F8	1.47	1.84	6350	0.26	b
Kepler-6	Cygnus	19 ^h 47 ^m 21 ^s	+48° 14′ 24″	13.8	2522	G4	1.209	1.391	5647	0.34	b

HAT-P-11	Cygnus	19 ^h 50 ^m 50 ^s	+48° 04' 51"	9.59	123.5	K4	0.81	0.75	4780	0.31	b
Kepler-5	Cygnus	19 ^h 57 ^m 38 ^s	+50° 02' 06"	13.9	4167	F8	1.374	1.793	6297	0.04	b
HD 189733	Vulpecula	20 ^h 00 ^m 43 ^s	+22° 42' 39"	7.67	63.4	K1.5V	0.8	0.788	4980	-0.03	b
WASP-2	Delphinus	20 ^h 30 ^m 54 ^s	+06° 25' 46"	11.98	493	K1V	0.84	0.834	5200		b
WASP-7	Microscopium	20 ^h 44 ^m 10 ^s	-39° 13' 31"	9.51	460	F5V	1.28	1.236	6400	0	b
HD 209458	Pegasus	22 ^h 03 ^m 10 ^s	+18° 53' 04"	7.65	154	G0V	1.01	1.146	5942	0.04	b
HAT-P-8	Pegasus	22 ^h 52 ^m 10 ^s	+35° 26' 50"	10.17	750		1.28	1.58	6200	0.01	b
Gliese 876	Aquarius	22 ^h 53 ^m 13 ^s	-14° 15' 13"	10.17	15.3	M4V	0.334	0.36	3350	0.05	d c b e
Fomalhaut	Piscis Austrinus	22 ^h 57 ^m 39 ^s	-29° 37' 20"	1.16	25.0	A3V	2.06	1.82	8540	-0.10	b
ADS 16402 B	Lacerta	22 ^h 57 ^m 47 ^s	+38° 40' 30"	10.4	453	G0V	1.133	1.115	5975	0.13	HAT-P-1b
HR 8799	Pegasus	23 ^h 07 ^m 29 ^s	+21° 08' 03"	5.964	120	A5V	1.47	1.34	7430	-0.47	d c b
WASP-21	Pegasus	23 ^h 09 ^m 58 ^s	+18° 23' 46"	11.6	750	G3V	1.01	1.06	5800	-0.4	b
WASP-6	Aquarius	23 ^h 12 ^m 38 ^s	-22° 40' 06"	11.9	1001	G8V	0.88	0.870	5500		b
WASP-10	Pegasus	23 ^h 15 ^m 58 ^s	+31° 27' 46"	12.7	290	K5	0.710	0.783	4675	0.03	b
WASP-4	Phoenix	23 ^h 34 ^m 15 ^s	-42° 03' 41"	12.6	851	G7V	0.90	1.15	5500	0	b
WASP-28	Pisces	23 ^h 34 ^m 28 ^s	-01° 34' 48"	12.0	1090	F8-G0	1.08	1.05	6100	-0.29	b
HAT-P-6	Andromeda	23 ^h 39 ^m 06 ^s	+42° 27' 58"	10.5	650	F	1.29	1.46	6570	-0.13	b
WASP-29	Sculptor	23 ^h 51 ^m 31 ^s	-39° 54' 24"	11.3	263	K4V	0.824	0.846	4800	0.11	b
WASP-5	Phoenix	23 ^h 57 ^m 24 ^s	-41° 16' 38"	12.26	967	G4V	1.021	1.084	5880	0	b
WASP-8	Sculptor	23 ^h 59 ^m 36 ^s	-35° 01' 53"	9.9	160	G6	1.00	0.93	5600		b
Yıldız	Takımyıldız	Sağ açıklık	Dik açıklık	Görünür Parlaklık	Uzaklık (ıy)	Tayf Türü	Kütle (M_☉)	Yarıçap (M_☉)	Etkin Sıcaklık (Kelvin)	Metal bolluğu [Fe/H]	Gezegenler

Aday ötegezegenler

İldız	Takımyıldız	Sağ açıklık	Dik açıklık	Görünür Parlaklık	Uzaklık (ıy)	Tayf Türü	Gezegen	Kütle (M_j)	Görünge Dönemi (gün)	Yarıbüyük Eksen uzunluğu (AB)	Yörünge eğimi	Keşif yılı
HD 142	Phoenix	00 ^h 06 ^m 19 ^s	-49° 04' 30"	5.70	83.9	G1IV	b	≥1.31	350.3	1.045	0.26	2001
GJ 3021	Hydrus	00 ^h 16 ^m 12 ^s	-79° 51' 04"	6.59	57.1	G6V	b	≥3.37	133.71	0.495	0.511	2000
HD 1461	Cetus	00 ^h 18 ^m 42 ^s	-08° 03' 11"	6.46	76.0	G0V	b	≥0.0239	5.7727	0.063438	0.14	2009
HD 2039	Phoenix	00 ^h 24 ^m 20 ^s	-56° 39' 00"	9.01	293	G2/G3IV – V	b	≥4.85	1192.582	2.19	0.68	2002
BD-17°63	Cetus	00 ^h 28 ^m 34 ^s	-16° 13' 35"	9.63	116	K4V	b	≥5.1	655.6	1.34	0.54	2008
HD 2638	Cetus	00 ^h 29 ^m 59 ^s	-05° 45' 50"	9.44	175.18	G5	b	≥0.48	3.4442	0.044	0	2005
54 Piscium	Pisces	00 ^h 39 ^m 21 ^s	+21° 15' 01"	5.80	36.2	K0V	b	≥0.227	62.206	0.296	0.618	2003
HD 4113	Sculptor	00 ^h 43 ^m 13 ^s	-37° 58' 57"	7.88	144	G5V	b	≥1.56	526.62	1.28	0.903	2007
HD 4208	Sculptor	00 ^h 44 ^m 26 ^s	-26° 30' 56"	7.79	106.6	G5V	b	≥0.804	828.0	1.650	0.052	2001
HD 4308	Tucana	00 ^h 44 ^m 39 ^s	-65° 38' 58"	6.54	71.39	G5V	b	≥0.0405	15.609	0.118	0.27	2005
HD 4203	Pisces	00 ^h 44 ^m 41 ^s	+20° 26' 56"	8.68	253	G5	b	≥1.65	400.944	1.09	0.46	2001
HD 4313	Pisces	00 ^h 45 ^m 40 ^s	+07° 50' 42"	7.83	429	G5D	b	≥2.3	356	1.19	0.041	2010
HD 5319	Cetus	00 ^h 55 ^m 01 ^s	+00° 47' 22"	8.05	370	K0III	b	≥1.94	669.37	1.74	0.12	2007
HD 5388	Phoenix	00 ^h 55 ^m 11 ^s	-47° 24' 21"	6.73	175	F6V	b	≥1.96	777	1.76	0.40	2009
HD 6434	Phoenix	01 ^h 04 ^m 40 ^s	-39° 29' 17"	7.72	131.5	G3IV	b	≥0.39	21.998	0.14	0.17	2000
HIP 5158	Cetus	01 ^h 06 ^m 02 ^s	-22° 27' 11"	10.21	130	K5V	b	≥1.3	344	0.85		2009

HD 6718	Cetus	01 ^h 07 ^m 49 ^s	-08° 14' 01"	8.48	179.4	G0	b	≥1.65	2496	3.65		2009
HD 7924	Cassiopeia	01 ^h 21 ^m 59 ^s	+76° 42' 37"	7.19	54.8	K0V	b	≥0.029	5.3978	0.057	0.17	2009
HD 8535	Phoenix	01 ^h 23 ^m 37 ^s	-41° 16' 11"	7.72	171	G0V	b	≥0.63	1313	2.47		2009
HD 8574	Pisces	01 ^h 25 ^m 12 ^s	+28° 34' 00"	7.12	145	F8	b	≥2.23	228.8	0.76	0.4	2002
HD 9578	Sculptor	01 ^h 33 ^m 17 ^s	-38° 14' 42"	8.21	186.69	G1V	b	≥0.62	494	1.27		2009
HD 9446	Triangulum	01 ^h 33 ^m 20 ^s	+29° 15' 55"	8.35	172.4	G5V	b	≥0.70	30.052	0.189	0.20	2010
HD 9446	Triangulum	01 ^h 33 ^m 20 ^s	+29° 15' 55"	8.35	172.4	G5V	c	≥1.82	192.9	0.654	0.06	2010
HD 10180	Hydrus	01 ^h 37 ^m 54 ^s	-60° 30' 41"	7.33	128	G1V	c	0.041217	5.75979	0.0641	0.045	2010
HD 10180	Hydrus	01 ^h 37 ^m 54 ^s	-60° 30' 41"	7.33	128	G1V	d	0.03696945	16.3579	0.1286	0.088	2010
HD 10180	Hydrus	01 ^h 37 ^m 54 ^s	-60° 30' 41"	7.33	128	G1V	e	0.07897304	49.745	0.2699	0.026	2010
HD 10180	Hydrus	01 ^h 37 ^m 54 ^s	-60° 30' 41"	7.33	128	G1V	f	0.07519743	122.76	0.4929	0.135	2010
HD 10180	Hydrus	01 ^h 37 ^m 54 ^s	-60° 30' 41"	7.33	128	G1V	g	0.06733159	601.2	1.422	0.19	2010
q ¹ Eridani	Eridanus	01 ^h 42 ^m 29 ^s	-53° 44' 27"	5.52	56.9	F9V	b	≥0.93	1003	2.03	0.16	2003
109 Piscium	Pisces	01 ^h 44 ^m 55 ^s	+20° 04' 59"	6.29	106	G5IV	b	≥6.38	1076.4	2.16	0.1023	2000
HD 11506	Cetus	01 ^h 52 ^m 51 ^s	-19° 30' 25"	7.54	169	G0V	b	≥3.44	1270	2.43	0.22	2007
HD 11506	Cetus	01 ^h 52 ^m 51 ^s	-19° 30' 25"	7.54	169	G0V	c	≥0.82	170.46	0.639	0.42	2009
Eta ² Hydri	Hydrus	01 ^h 54 ^m 56 ^s	-67° 38' 50"	4.68	219	G8.5III	b	≥6.54	711	1.93	0.40	2005
HD 11964	Cetus	01 ^h 57 ^m 09 ^s	-10° 14' 32"	6.42	107	G5IV	c	≥0.11	37.82	0.229	0.15	2005
HD 11964	Cetus	01 ^h 57 ^m 09 ^s	-10° 14' 32"	6.42	107	G5IV	b	≥0.61	2110	3.34	0.006	2005
HD 12661	Aries	02 ^h 04 ^m 34 ^s	+25° 24' 51"	7.44	114	G6V	b	≥2.34	262.53	0.831	0.361	2001
HD 12661	Aries	02 ^h 04 ^m 34 ^s	+25° 24' 51"	7.44	121.2	G6V	c	≥1.83	1679	2.86	0.017	2003

Gliese 86	Eridanus	02 ^h 10 ^m 14 ^s	-50° 50' 00"	6.17	35.2	K1V	b	≥3.91	15.76491	0.1130	0.0416	2000
HD 13931	Andromeda	02 ^h 16 ^m 47 ^s	+43° 46' 23"	7.61	144.2	G0	b	≥1.88	4215	5.15	0.02	2009
79 Ceti	Cetus	02 ^h 35 ^m 19 ^s	-03° 33' 38"	6.78	117.1	G5IV	b	≥0.260	75.523	0.363	0.252	2000
30 Arietis B	Aries	02 ^h 36 ^m 58 ^s	+24° 38' 53"	7.09	128.6	F6V	b	≥9.88	335.1	0.995	0.289	2009
Lambda ² Fornacis	Fornax	02 ^h 36 ^m 59 ^s	-34° 34' 41"	5.78	83.1	G1V	b	≥0.069	17.24	0.14	0.20	2009
HD 16175	Perseus	02 ^h 37 ^m 01 ^s	+42° 03' 45"	7.28	195	G0	b	≥4.5	856	2.07	0.48	2007
81 Ceti	Cetus	02 ^h 37 ^m 42 ^s	-03° 23' 46"	5.65	317	G5III	b	≥5.3	952.7	2.5	0.206	2008
Iota Horologii	Horologium	02 ^h 42 ^m 31 ^s	-50° 48' 12"	5.40	50.6	G0Vp	b	≥2.24	311.3	0.91	0.22	1998
HD 17092	Perseus	02 ^h 46 ^m 22 ^s	+49° 39' 11"	7.73	109	K0III	b	≥4.6	359.9	1.29	0.166	2007
HIP 12961	Sculptor	02 ^h 46 ^m 43 ^s	-23° 05' 12"	9.7	77.6	M0	b	≥0.47	~57	~0.25		2009
HIP 14810	Aries	03 ^h 11 ^m 14 ^s	+21° 05' 50"	8.52	173	G5	b	≥3.88	6.673855	0.0692	0.14270	2006
HIP 14810	Aries	03 ^h 11 ^m 14 ^s	+21° 05' 50"	8.52	173	G5	c	≥1.28	147.730	0.545	0.164	2006
HIP 14810	Aries	03 ^h 11 ^m 14 ^s	+21° 05' 50"	8.52	173	G5	d	≥0.570	952	1.89	0.173	2009
94 Ceti	Cetus	03 ^h 12 ^m 46 ^s	-01° 11' 45"	5.07	73.6	F8V	b	≥1.69	535.7	1.428	0.30	2000
HD 20367	Aries	03 ^h 17 ^m 40 ^s	+31° 07' 37"	6.41	88.44	G0	b	≥1.07	500	1.25	0.23	2002
HD 20782	Fornax	03 ^h 20 ^m 03 ^s	-28° 51' 14"	7.38	117	G2V	b	≥1.8	585.86	1.36	0.92	2006
HD 20868	Fornax	03 ^h 20 ^m 43 ^s	-33° 43' 48"	9.92	159.5	K3/4IV	b	≥1.99	380.85	0.947	0.75	2008
HD 23127	Reticulum	03 ^h 39 ^m 24 ^s	-60° 04' 40"	8.58	290	G2V	b	≥1.5	1214	2.4	0.44	2007
HD 23079	Reticulum	03 ^h 39 ^m 43 ^s	-52° 54' 57"	7.10	113.5	F8/G0V	b	≥2.45	730.6	1.596	0.102	2001
HD 23596	Perseus	03 ^h 48 ^m 00 ^s	+40° 31' 50"	7.24	170	F8	b	≥7.19	1558	2.72	0.314	2002
HD 24040	Taurus	03 ^h 50 ^m 23 ^s	+17° 28' 35"	7.52	151.7	G0	b	≥4.04	3400	4.68	0.068	2006

HD 24496 A	Taurus	03 ^h 54 ^m 28 ^s	+16° 36' 58"	6.81	159.7	G5	b	≥0.32	1570	2.59	0.30	2009
Epsilon Reticuli	Reticulum	04 ^h 16 ^m 29 ^s	-59° 18' 07"	4.40	59.45	K2IVa	b	≥1.56	428.1	1.271	0.060	2001
HD 27894	Reticulum	04 ^h 20 ^m 47 ^s	-59° 24' 39"	9.36	138.1	K2V	b	≥0.618	17.991	0.1221	0.049	2005
HD 28254	Dorado	04 ^h 24 ^m 51 ^s	-50° 37' 20"	7.71	183.3	G5V	b	≥1.16	1117	2.01		2009
HD 28185	Eridanus	04 ^h 26 ^m 26 ^s	-10° 33' 02"	7.81	129	G5	b	≥5.72	383.0	1.031	0.070	2001
Epsilon Tauri	Taurus	04 ^h 28 ^m 37 ^s	+19° 10' 50"	3.53	147	K0III	b	≥7.6	594.9	1.93	0.151	2007
HD 30177	Dorado	04 ^h 41 ^m 54 ^s	-58° 01' 14"	8.41	179	G8V	b	≥9.17	2819.654	3.86	0.3	2002
Gliese 176	Taurus	04 ^h 42 ^m 56 ^s	+18° 57' 29"	9.97	30.7	M2.5V	b	≥0.0757	10.2366	0.0727	0.23	2007
HD 30562	Eridanus	04 ^h 48 ^m 36 ^s	-05° 40' 27"	5.77	86.2	F8V	b	≥1.29	1157	2.3	0.76	2009
Gliese 179	Orion	04 ^h 52 ^m 06 ^s	+06° 28' 36"	11.96	265.6	M3.5	b	≥0.82	2288	2.41	0.21	2009
HD 33283	Lepus	05 ^h 08 ^m 01 ^s	-26° 47' 50"	8.05	280	G3V	b	≥0.33	18.179	0.168	0.48	2006
HD 32518	Camelopardalis	05 ^h 09 ^m 37 ^s	+69° 38' 22"	6.44	382.9	K1III	b	≥3.04	157.54	0.59	0.01	2009
HD 34445	Orion	05 ^h 17 ^m 41 ^s	+07° 21' 12"	7.31	152.5	G0	b	≥0.79	1049	2.07	0.27	2004
HD 33564	Camelopardalis	05 ^h 22 ^m 33 ^s	+79° 13' 52"	5.08	68.4	F6V	b	≥9.1	388	1.1	0.34	2005
HD 290327	Orion	05 ^h 23 ^m 22 ^s	-02° 16' 39"	8.96	179.1	G5IV	b	≥2.54	2443	3.35		2009
HD 37124	Taurus	05 ^h 37 ^m 02 ^s	+20° 43' 50"	7.68	108.3	G4V	b	≥0.61	154.46	0.53	0.055	1999
HD 37124	Taurus	05 ^h 37 ^m 02 ^s	+20° 43' 50"	7.68	108.3	G4V	d	≥0.6	843.6	1.64	0.14	2002
HD 37124	Taurus	05 ^h 37 ^m 02 ^s	+20° 43' 50"	7.68	108.3	G4V	c	≥0.66	2295	3.19	0.2	2005
Pi Mensae	Mensa	05 ^h 37 ^m 09 ^s	-80° 28' 08"	5.67	59.39	G1V	b	≥10.312	2151	3.379	0.6405	2001
HD 37605	Orion	05 ^h 40 ^m 01 ^s	+06° 03' 38"	8.69	140	K0V	b	≥2.3	55	0.25	0.677	2004
HD 38529 A	Orion	05 ^h 46 ^m 34 ^s	+01° 10' 05"	5.94	138	G4IV	b	≥0.78	14.309	0.129	0.29	2000

HD 38801	Orion	05 ^h 47 ^m 59 ^s	-08° 19' 40"	8.26	324.3	K0IV	b	≥10.7	696.3	1.7	0	2010
HD 40307	Pictor	05 ^h 54 ^m 04 ^s	-60° 01' 24"	7.17	41.7	K2.5V	b	≥0.0132	4.3115	0.047	0	2008
HD 40307	Pictor	05 ^h 54 ^m 04 ^s	-60° 01' 24"	7.17	41.7	K2.5V	c	≥0.0216	9.62	0.081	0	2008
HD 40307	Pictor	05 ^h 54 ^m 04 ^s	-60° 01' 24"	7.17	41.7	K2.5V	d	≥0.0288	20.46	0.134	0	2008
HD 41004 A	Pictor	05 ^h 59 ^m 49 ^s	-48° 14' 22"	8.65	139	K1V	b	≥2.3	655	1.31	0.39	2004
Yıldız	Takımyıldız	Sağ açıklık	Dik açıklık	Görünür Parlaklık	Uzaklık (ty)	Tayf Türü	Gezegen	Kütle (M _j)	Görünge Dönemi (gün)	Yarıbüyük Eksen uzunluğu (AB)	Yörünge eğimi	Keşif yılı
HD 40979	Auriga	06 ^h 04 ^m 29 ^s	+44° 15' 37"	6.74	109	F8V	b	≥3.83	263.84	0.855	0.269	2002
HD 43197	Canis Major	06 ^h 13 ^m 06 ^s	-29° 53' 50"	8.95	179	K0	b	≥0.6	327.8	0.868		2009
HD 43691	Auriga	06 ^h 19 ^m 35 ^s	+41° 05' 32"	8.03	304	G0IV-V	b	≥2.49	36.96	0.24	0.14	2007
HD 44219	Monoceros	06 ^h 20 ^m 14 ^s	-10° 43' 30"	7.7	164.5	G5	b	≥0.58	472	1.18		2009
HD 45364	Canis Major	06 ^h 25 ^m 38 ^s	-31° 28' 51"	8.07	106.3	G8V	b	≥0.1872	226.93	0.6813	0.1684	2008
HD 45364	Canis Major	06 ^h 25 ^m 38 ^s	-31° 28' 51"	8.07	106.3	G8V	c	≥0.6579	342.85	0.8972	0.0974	2008
HD 45350	Auriga	06 ^h 28 ^m 45 ^s	+38° 57' 46"	7.88	160.0	G5IV	b	≥1.82	962.1	1.918	0.778	2005
HD 45652	Monoceros	06 ^h 29 ^m 13 ^s	+10° 56' 02"	8.10	117.9	G8-K0	b	≥0.47	44	0.23	0.38	2008
6 Lyncis	Lynx	06 ^h 30 ^m 47 ^s	+58° 09' 46"	5.86	186	K0IV	b	≥2.4	899	2.2	0.134	2008
HD 46375	Monoceros	06 ^h 33 ^m 12 ^s	+05° 27' 46"	7.94	108.9	K1IV	b	≥0.226	3.023573	0.0398	0.063	2000
HD 47186	Canis Major	06 ^h 36 ^m 09 ^s	-27° 37' 20"	7.80	123.4	G5V	b	≥0.07167	4.0845	0.05	0.038	2008
HD 47186	Canis Major	06 ^h 36 ^m 09 ^s	-27° 37' 20"	7.80	123.4	G5V	c	≥0.35061	1353.6	2.395	0.249	2008
HD 47536	Canis Major	06 ^h 37 ^m 47 ^s	-32° 20' 23"	5.25	395	K1III	b	≥4.96	430	1.61	0.2	2002
HD 47536	Canis Major	06 ^h 37 ^m 47 ^s	-32° 20' 23"	5.25	395	K1III	c	≥6.98	2500	3.72	0.14	2007

HD 48265	Puppis	06 ^h 40 ^m 02 ^s	-48° 32' 31"	8.07	285	G5V	b	≥1.2	762	1.6	0.24	2008
HD 49674	Auriga	06 ^h 51 ^m 30 ^s	+40° 52' 03"	8.10	133.8	G5V	b	≥0.105	4.94737	0.0580	0.087	2002
HD 50499	Puppis	06 ^h 52 ^m 02 ^s	-33° 54' 56"	7.22	154.2	GIV	b	≥1.71	2582.7	3.86	0.23	2005
HD 50554	Gemini	06 ^h 54 ^m 42 ^s	+24° 14' 44"	6.86	98	F8	b	≥4.9	1279	2.38	0.42	2002
HD 52265	Monoceros	07 ^h 00 ^m 18 ^s	-05° 22' 01"	6.30	91.5	G0V	b	≥1.09	119.290	0.504	0.325	2000
BD+20°1790	Gemini	07 ^h 23 ^m 44 ^s	+20° 24' 51"	9.93	84.76	K5Ve	b	≥6.54	7.7834	0.066	0.05	2009
HD 59686	Gemini	07 ^h 31 ^m 48 ^s	+17° 05' 09"	5.45	300	K2III	b	≥5.25	303	0.911	0	2003
HD 60532	Puppis	07 ^h 34 ^m 03 ^s	-22° 17' 46"	4.45	83.8	F6IV-V	b	≥3.15	201.83	0.77	0.278	2008
HD 60532	Puppis	07 ^h 34 ^m 03 ^s	-22° 17' 46"	4.45	83.8	F6IV-V	c	≥7.46	607.06	1.58	0.038	2008
NGC 2423-3	Puppis	07 ^h 37 ^m 09 ^s	-13° 54' 24"	9.45	2500	K-M	b	≥10.6	714.3	2.1	0.21	2007
HD 63454	Chamaeleon	07 ^h 39 ^m 21 ^s	-78° 16' 44"	9.37	116.7	K4V	b	≥0.38	2.81782	0.036	0	2005
Pollux	Gemini	07 ^h 45 ^m 18 ^s	+28° 01' 34"	1.15	33.7	K0IIIb	b	≥2.3	589.64	1.64	0.02	2006
HD 63765	Carina	07 ^h 47 ^m 50 ^s	-54° 15' 51"	8.1	106.3	G9V	b	≥0.69	356	0.95		2009
HD 65216	Carina	07 ^h 53 ^m 04 ^s	-63° 38' 50"	7.98	116.0	G5V	b	≥1.22	613	1.374	0.41	2003
HD 66428	Monoceros	08 ^h 03 ^m 28 ^s	-01° 09' 45"	8.25	179	G5	b	≥2.82	1973	3.18	0.465	2006
HD 68988	Ursa Major	08 ^h 18 ^m 22 ^s	+61° 27' 38"	8.21	189	G0	b	≥1.92	6.276370	0.0704	0.1497	2001
HD 68988	Ursa Major	08 ^h 18 ^m 22 ^s	+61° 27' 38"	8.21	189	G0	c	≥5.29	4100	5.32	0.01	2006
HD 69830	Puppis	08 ^h 18 ^m 23 ^s	-12° 37' 55"	5.95	41	K0V	b	≥0.033	8.667	0.0785	0.1	2006
HD 69830	Puppis	08 ^h 18 ^m 23 ^s	-12° 37' 55"	5.95	41	K0V	c	≥0.038	31.56	0.186	0.13	2006
HD 69830	Puppis	08 ^h 18 ^m 23 ^s	-12° 37' 55"	5.95	41	K0V	d	≥0.058	197	0.63	0.07	2006
HD 70642	Puppis	08 ^h 21 ^m 28 ^s	-39° 42' 19"	7.18	95	G5V	b	≥1.97	2068	3.232	0.034	2003

HD 70573	Hydra	08 ^h 22 ^m 50 ^s	+01° 51' 34"	8.70	149	G1-1.5V	b	≥6.1	851.8	1.76	0.4	2007
HD 72659	Hydra	08 ^h 34 ^m 03 ^s	-01° 34' 05"	7.48	168	G0V	b	≥2.96	3177.4	4.16	0.2	2002
HD 73267	Pyxis	08 ^h 36 ^m 18 ^s	-34° 27' 36"	8.90	179.1	G5V	b	≥3.06	1260	2.198	0.256	2008
HD 73256	Pyxis	08 ^h 36 ^m 23 ^s	-30° 02' 15"	8.08	119	G8/K0	b	≥1.87	2.54858	0.037	0.03	2003
HD 73526	Vela	08 ^h 37 ^m 16 ^s	-41° 19' 08"	9.00	323	G6V	b	≥2.07	187.5	0.66	0.39	2002
HD 73526	Vela	08 ^h 37 ^m 16 ^s	-41° 19' 08"	9.00	323	G6V	c	≥2.30	376.9	1.05	0.40	2006
HD 73534	Cancer	08 ^h 39 ^m 16 ^s	+12° 57' 37"	8.24	316.34	G5IV	b	≥1.15	1800	3.15	0.046	2009
4 Ursae Majoris	Ursa Major	08 ^h 40 ^m 13 ^s	+64° 19' 41"	5.79	252	K1III	b	≥7.1	269.3	0.87	0.432	2007
Gliese 317	Pyxis	08 ^h 40 ^m 59 ^s	-23° 27' 23"	12.0	29.9	M3.5	b	≥1.2	692.9	0.95	0.193	2007
HD 74156	Hydra	08 ^h 42 ^m 25 ^s	+04° 34' 41"	7.62	210.6	G0	b	≥1.88	51.65	0.294	0.64	2001
HD 74156	Hydra	08 ^h 42 ^m 25 ^s	+04° 34' 41"	7.62	210.6	G0	d	≥0.396	336.6	1.01	0.25	2007
HD 74156	Hydra	08 ^h 42 ^m 25 ^s	+04° 34' 41"	7.62	210.6	G0	c	≥8.03	2476	3.85	0.43	2001
HD 75289	Vela	08 ^h 47 ^m 40 ^s	-41° 44' 12"	6.35	94.36	G0V	b	≥0.467	3.509267	0.0482	0.034	1999
55 Cancri	Cancer	08 ^h 52 ^m 37 ^s	+28° 20' 02"	5.95	40.3	G8V	e	≥0.0260	0.736537	0.01560	0.17	2004
55 Cancri	Cancer	08 ^h 52 ^m 37 ^s	+28° 20' 02"	5.95	40.3	G8V	b	≥0.825	14.6507	0.1148	0.010	1996
55 Cancri	Cancer	08 ^h 52 ^m 37 ^s	+28° 20' 02"	5.95	40.3	G8V	c	≥0.171	44.364	0.2403	0.005	2002
55 Cancri	Cancer	08 ^h 52 ^m 37 ^s	+28° 20' 02"	5.95	40.3	G8V	f	≥0.155	259.8	0.781	0.30	2005
HD 75898	Lynx	08 ^h 53 ^m 51 ^s	+33° 03' 25"	8.04	262.9	G0IV	b	≥2.51	407.26	1.168	0.10	2007
HD 76700	Volans	08 ^h 53 ^m 55 ^s	-66° 48' 03"	8.13	194.6	G6V	b	≥0.233	3.97097	0.0511	0.095	2002
HD 81040	Leo	09 ^h 23 ^m 47 ^s	+20° 21' 52"	7.72	106.2	G2/G3	b	≥6.86	1001.7	1.94	0.526	2005
41 Lyncis	Ursa Major	09 ^h 28 ^m 40 ^s	+45° 36' 05"	5.41	287.9	K0III-IV	b	≥2.7	184.02	0.81	0	2008

HD 82943	Hydra	09 ^h 34 ^m 50 ^s	-12° 07' 46"	6.54	89.56	G0	c	≥1.85	219.4	0.75	0.38	2001
HD 82943	Hydra	09 ^h 34 ^m 50 ^s	-12° 07' 46"	6.54	89.56	G0	b	≥1.84	435.1	1.18	0.18	2000
HD 83443	Vela	09 ^h 37 ^m 11 ^s	-43° 16' 19"	8.23	141.9	K0V	b	≥0.38	2.98565	0.039	0.013	2000
HD 85390	Vela	09 ^h 50 ^m 02 ^s	-49° 47' 25"	8.55	110.75	K1V	b	≥0.14	781	1.54		2009
HD 86081	Sextans	09 ^h 56 ^m 06 ^s	-03° 48' 30"	8.73	297	F8V	b	≥1.5	2.1375	0.039	0.008	2006
HD 86226	Hydra	09 ^h 56 ^m 30 ^s	-24° 05' 58"	7.93	138.55	G2V	b	≥1.5	1534	2.6	0.73	2010
HD 86264	Hydra	09 ^h 56 ^m 58 ^s	-15° 53' 42"	7.42	236.8	F7V	b	≥7	1475	2.86	0.7	2009
BD-08°2823	Sextans	10 ^h 00 ^m 48 ^s	-09° 31' 00"	9.96	143.12	K3V	b	≥0.045	5.60	0.056	0.15	2009
BD-08°2823	Sextans	10 ^h 00 ^m 48 ^s	-09° 31' 00"	9.96	143.12	K3V	c	≥0.33	237.6	0.68	0.19	2009
HD 87883	Leo Minor	10 ^h 08 ^m 43 ^s	+34° 14' 32"	7.57	59.03	K0V	b	≥1.78	2754	3.6	0.53	2009
HD 88133	Leo	10 ^h 10 ^m 07 ^s	+18° 11' 12"	8.01	242.7	G5IV	b	≥0.299	3.41587	0.0472	0.133	2004
BD+20°2457	Leo	10 ^h 16 ^m 45 ^s	+19° 53' 29"	9.75	652	K2II	c	≥12.47	621.99	2.01	0.18	2009
HD 89307	Leo	10 ^h 18 ^m 21 ^s	+12° 37' 15"	7.06	108	G0V	b	≥1.78	2157	3.27	0.241	2004
Gamma ¹ Leonis	Leo	10 ^h 19 ^m 58 ^s	+19° 50' 29"	2.01	125.7	K0III	b	≥8.78	428.5	1.19	0.144	2009
HD 89744	Ursa Major	10 ^h 22 ^m 10 ^s	+41° 13' 46"	5.74	130	F7V	b	≥8.58	256.80	0.934	0.6770	2000
HD 90156	Hydra	10 ^h 23 ^m 55 ^s	-29° 38' 44"	6.95	129.16	G5V	b	≥0.055	49.8	0.264		2009
HD 92788	Sextans	10 ^h 42 ^m 48 ^s	-02° 11' 01"	7.31	107.1	G5	b	≥3.86	377.7	0.97	0.27	2000
HD 93083	Antlia	10 ^h 44 ^m 20 ^s	-33° 34' 37"	8.30	94.22	K3V	b	≥0.37	143.58	0.477	0.14	2005
BD-10°3166	Crater	10 ^h 58 ^m 28 ^s	-10° 46' 13"	10.08	218	G4V	b	≥0.458	3.48777	0.0452	0.019	2000
HD 95089	Leo	10 ^h 58 ^m 48 ^s	+01° 43' 45"	7.92	486	K0D	b	≥1.2	507	1.51	0.157	2010
47 Ursae Majoris	Ursa Major	10 ^h 59 ^m 29 ^s	+40° 25' 46"	5.03	45.9	G1V	b	≥2.53	1078	2.10	0.032	1996

47 Ursae Majoris	Ursa Major	10 ^h 59 ^m 29 ^s	+40° 25' 46"	5.03	45.9	G1V	c	≥0.54	2391	3.6	0.098	2001
47 Ursae Majoris	Ursa Major	10 ^h 59 ^m 29 ^s	+40° 25' 46"	5.03	45.9	G1V	d	≥1.6	14002	11.6	0.16	2010
HD 96167	Crater	11 ^h 05 ^m 15 ^s	-10° 17' 29"	8.09	274	G5D	b	≥0.68	498.9	1.3	0.71	2009
DP Leonis	Leo	11 ^h 17 ^m 16 ^s	+17° 57' 41"	17.5	1304	DA / M5V?	b	≥6.28	8693	8.6		2009
HD 99109	Leo	11 ^h 24 ^m 17 ^s	-01° 31' 44"	9.10	197	K0	b	≥0.502	439.3	1.105	0.09	2006
83 Leonis B	Leo	11 ^h 26 ^m 46 ^s	+03° 00' 22"	7.57	58.64	K2V	b	≥0.109	17.0431	0.1232	0.254	2005
Gliese 433	Hydra	11 ^h 35 ^m 27 ^s	-32° 32' 24"	9.79	29.47	M1.5V	b	≥0.019	~7	~-0.056		2009
HD 100777	Leo	11 ^h 35 ^m 52 ^s	-04° 45' 21"	8.42	172	K0V	b	≥1.16	383.7	1.03	0.36	2007
HIP 57050	Ursa Major	11 ^h 41 ^m 45 ^s	+42° 45' 07"	11.9	36.2	M4V	b	0.298	41.397	0.163506	0.314	2010
HD 101930	Centaurus	11 ^h 43 ^m 30 ^s	-58° 00' 24"	8.21	99.42	K1V	b	≥0.30	70.46	0.302	0.11	2005
HD 102117	Centaurus	11 ^h 44 ^m 50 ^s	-58° 42' 13"	7.47	136.9	G6V	b	≥0.172	20.8133	0.1532	0.121	2004
HD 102195	Virgo	11 ^h 45 ^m 42 ^s	+02° 49' 17"	8.05	94	G8V	ET-1	≥0.488	4.115	0.049	0.06	2006
HD 102272	Virgo	11 ^h 46 ^m 24 ^s	+14° 07' 26"	8.71	1170	K0	b	≥5.9	127.58	0.614	0.05	2008
HD 102272	Virgo	11 ^h 46 ^m 24 ^s	+14° 07' 26"	8.71	1170	K0	c	≥2.6	520	1.57	0.68	2008
HD 103197	Centaurus	11 ^h 52 ^m 53 ^s	-50° 17' 34"	9.41	160.8	K1V	b	≥0.1	47.8	0.235		2009
HD 104067	Corvus	11 ^h 59 ^m 10 ^s	-20° 21' 14"	7.93	67.83	K2V	b	≥0.16	55.8	0.257		2009
Yıldız	Takımyıldız	Sağ açıklık	Dik açıklık	Görünür Parlaklık	Uzaklık (y)	Tayf Türü	Gezegen	Kütle (M_j)	Görünge Dönemi (gün)	Yarıbüyük Eksen uzunluğu (AB)	Yörünge eğimi	Keşif yılı
HD 104985	Camelopardalis	12 ^h 05 ^m 15 ^s	+76° 54' 20"	5.79	333	G9III	b	≥6.3	198.2	0.78	0.03	2003
HD 106252	Virgo	12 ^h 13 ^m 29 ^s	+10° 02' 29"	7.36	122.1	G0	b	≥6.81	1500	2.61	0.54	2002
HD 107148	Virgo	12 ^h 19 ^m 13 ^s	-03° 19' 11"	8.01	167.3	G5	b	≥0.21	48.056	0.269	0.05	2006

HD 108147	Crux	12 ^h 25 ^m 46 ^s	-64° 01' 19"	6.99	125.7	F8/G0V	b	≥0.40	10.901	0.104	0.498	2000
HD 108874	Coma Berenices	12 ^h 30 ^m 26 ^s	+22° 52' 47"	8.76	223.4	G5	b	≥1.36	395.4	1.051	0.07	2003
HD 108874	Coma Berenices	12 ^h 30 ^m 26 ^s	+22° 52' 47"	8.76	223.4	G5	c	≥1.018	1605.8	2.68	0.25	2005
HD 109246	Draco	12 ^h 32 ^m 07 ^s	+74° 29' 22"	8.77	214	G0V	b	≥0.77	68.27	0.33	0.12	2010
HD 109749	Centaurus	12 ^h 37 ^m 16 ^s	-40° 48' 43"	8.10	192.5	G3IV	b	≥0.28	5.24	0.0635	0.01	2005
Chi Virginis	Virgo	12 ^h 39 ^m 14 ^s	-07° 59' 44"	4.66	293	K2III	b	≥11.09	835.477	2.14	0.462	2009
HW Virginis	Virgo	12 ^h 44 ^m 20 ^s	-08° 40' 17"	10.9	590	sdB+M	c	≥8.47	3310	3.62	0.31	2008
HD 111232	Musca	12 ^h 48 ^m 51 ^s	-68° 25' 30"	7.61	94.6	G8V	b	≥6.8	1143	1.97	0.2	2004
HD 114386	Centaurus	13 ^h 10 ^m 39 ^s	-35° 03' 17"	8.73	91.42	K3V	b	≥1.24	937.7	1.65	0.23	2004
HD 114762	Coma Berenices	13 ^h 12 ^m 19 ^s	+17° 31' 01"	7.30	91.3	F9V	b	≥11.02	83.8881	0.363	0.3359	1989
HD 114783	Virgo	13 ^h 12 ^m 43 ^s	-02° 15' 54"	7.57	66.60	K0	b	≥1.034	496.9	1.169	0.085	2001
HD 114729	Centaurus	13 ^h 12 ^m 44 ^s	-31° 52' 24"	6.69	114.1	G3V	b	≥0.95	1114	2.11	0.167	2003
61 Virginis	Virgo	13 ^h 18 ^m 24 ^s	-18° 18' 40"	4.74	27.8	G5V	b	≥0.016	4.2150	0.050201	0.12	2009
61 Virginis	Virgo	13 ^h 18 ^m 24 ^s	-18° 18' 40"	4.74	27.8	G5V	c	≥0.0573	38.021	0.2175	0.14	2009
61 Virginis	Virgo	13 ^h 18 ^m 24 ^s	-18° 18' 40"	4.74	27.8	G5V	d	≥0.072	123.01	0.476	0.35	2009
70 Virginis	Virgo	13 ^h 28 ^m 26 ^s	+13° 47' 12"	5.00	58.7	G2.5Va	b	≥7.49	116.6884	0.484	0.4007	1996
HD 117207	Centaurus	13 ^h 29 ^m 21 ^s	-35° 34' 15"	7.26	108	G8IV/V	b	≥2.06	2627.08	3.78	0.16	2005
HD 117618	Centaurus	13 ^h 32 ^m 25 ^s	-47° 16' 16"	7.18	124.0	G2V	b	≥0.178	25.827	0.176	0.42	2004
HD 118203	Ursa Major	13 ^h 34 ^m 02 ^s	+53° 43' 42"	8.05	289	K0	b	≥2.13	6.1335	0.07	0.309	2005
Tau Boötis	Boötes	13 ^h 47 ^m 17 ^s	+17° 27' 22"	4.50	50.9	F6IV	b	≥3.9	3.312463	0.0481	0.023	1996
HD 121504	Centaurus	13 ^h 57 ^m 17 ^s	-56° 02' 24"	7.54	144.6	G2V	b	≥1.22	63.33	0.33	0.03	2000

HD 122430	Hydra	14 ^h 02 ^m 22 ^s	-27° 25' 47"	5.48	440	K3III	b	≥3.71	344.95	1.02	0.68	2003
HD 125612	Virgo	14 ^h 20 ^m 54 ^s	-17° 28' 53"	8.31	172.3	G3V	c	≥0.067	4.1547	0.052		2009
HD 125612	Virgo	14 ^h 20 ^m 54 ^s	-17° 28' 53"	8.31	172.3	G3V	b	≥3.5	502	1.20	0.39	2007
HD 125612	Virgo	14 ^h 20 ^m 54 ^s	-17° 28' 53"	8.31	172.3	G3V	d	≥7.1	4613	5.59		2009
HD 125595	Centaurus	14 ^h 21 ^m 23 ^s	-40° 23' 38"	9.03	89.3	K4V	b	≥0.045	9.67	0.078		2009
HD 126614 A	Virgo	14 ^h 26 ^m 48 ^s	-05° 10' 40"	8.81	236	K0	b	≥0.38	1244	2.35	0.41	2009
HIP 70849	Lupus	14 ^h 29 ^m 19 ^s	-46° 27' 50"	10.4	78.1	K7V	b	>5	>3000	>3.5		2009
HD 128311	Boötes	14 ^h 36 ^m 00 ^s	+09° 44' 47"	7.51	54.14	K0	b	≥2.19	458.6	1.100	0.25	2000
HD 128311	Boötes	14 ^h 36 ^m 00 ^s	+09° 44' 47"	7.51	54.14	K0	c	≥3.22	928	1.76	0.170	2005
HD 129445	Circinus	14 ^h 46 ^m 03 ^s	-68° 45' 45"	8.8	220.57	G8V	b	≥1.6	1840	2.9	0.7	2010
HD 130322	Virgo	14 ^h 47 ^m 32 ^s	-00° 16' 53"	8.05	97.02	K0V	b	≥1.08	10.724	0.088	0.048	2000
HD 132406	Boötes	14 ^h 56 ^m 55 ^s	+53° 22' 56"	8.45	232	G0V	b	≥5.61	974	1.98	0.34	2007
23 Librae	Libra	15 ^h 13 ^m 28 ^s	-25° 18' 33"	6.45	83.7	G5V	b	≥1.59	258.19	0.81	0.233	1999
23 Librae	Libra	15 ^h 13 ^m 28 ^s	-25° 18' 33"	6.45	83.7	G5V	c	≥0.82	5000	5.8	0.12	2009
11 Ursae Minoris	Ursa Minor	15 ^h 17 ^m 06 ^s	+71° 49' 26"	5.02	389.8	K4III	b	≥10.5	516.22	1.54	0.08	2009
HD 136418	Boötes	15 ^h 19 ^m 07 ^s	+41° 43' 60"	7.88	320.3	G5	b	≥2.0	464.3	1.32	0.255	2010
Iota Draconis	Draco	15 ^h 24 ^m 55 ^s	+58° 57' 57"	3.31	102.7	K2III	b	≥8.82	511.098	1.275	0.7124	2001
HD 139357	Draco	15 ^h 35 ^m 16 ^s	+53° 55' 20"	5.98	396.0	K4III	b	≥9.76	1125.7	2.36	0.1	2009
HD 330075	Norma	15 ^h 49 ^m 37 ^s	-49° 57' 48"	9.36	163.7	G5	b	≥0.76	3.369	0.043	0	2004
Kappa Coronae Borealis	Corona Borealis	15 ^h 51 ^m 13 ^s	+35° 39' 26"	4.79	101.5	K1IVa	b	≥1.8	1191	2.68	0.19	2007
HD 141937	Libra	15 ^h 52 ^m 17 ^s	-18° 26' 09"	7.25	109.1	G2/G3V	b	≥9.7	653.22	1.52	0.41	2002

HD 142415	Norma	15 ^h 57 ^m 40 ^s	-60° 12' 00"	7.34	111.5	G1V	b	≥1.62	386.3	1.05	0.5	2003
Rho Coronae Borealis	Corona Borealis	16 ^h 01 ^m 03 ^s	+33° 18' 51"	5.40	56.2	G0-2Va	b	≥1.093	39.8449	0.229	0.057	1997
HD 143361	Norma	16 ^h 01 ^m 50 ^s	-44° 26' 04"	9.20	194	G0V	b	≥3.0	1086	2.0	0.18	2008
HD 145457	Corona Borealis	16 ^h 10 ^m 04 ^s	+26° 44' 34"	6.57	411	K0	b	≥2.9	176.3	0.76	0.112	2010
HD 142022 A	Octans	16 ^h 10 ^m 15 ^s	-84° 13' 53"	7.70	117	K0V	b	≥4.4	1923	2.8	0.57	2005
14 Herculis	Hercules	16 ^h 10 ^m 23 ^s	+43° 49' 18"	6.67	59	K0V	b	≥4.64	1773.4	2.77	0.369	1998
14 Herculis	Hercules	16 ^h 10 ^m 23 ^s	+43° 49' 18"	6.67	59	K0V	c	≥2.1	6906	6.9	0	2005
HD 145377	Scorpius	16 ^h 11 ^m 36 ^s	-27° 04' 41"	8.12	188	G3V	b	≥5.76	103.95	0.45	0.307	2008
HIP 79431	Scorpius	16 ^h 12 ^m 42 ^s	-18° 52' 32"	11.34	48.6	M3V	b	≥2.1	111.7	0.36	0.29	2010
HD 147018	Triangulum Australe	16 ^h 23 ^m 00 ^s	-61° 41' 20"	8.3	140.1	G9V	b	≥2.12	44.236	0.2388	0.4686	2009
HD 147018	Triangulum Australe	16 ^h 23 ^m 00 ^s	-61° 41' 20"	8.3	140.1	G9V	c	≥6.56	1008	1.922	0.133	2009
HD 147513	Scorpius	16 ^h 24 ^m 01 ^s	-39° 11' 34"	5.37	41.96	G3/G5V	b	≥1.21	528.4	1.32	0.26	2002
HD 148156	Norma	16 ^h 28 ^m 17 ^s	-46° 19' 03"	7.71	173.01	G1V	b	≥0.91	1010	2.06		2009
HD 148427	Ophiuchus	16 ^h 28 ^m 28 ^s	-13° 23' 59"	6.89	193.4	K0IV	b	≥0.96	331.5	0.93	0.16	2009
HD 149143	Ophiuchus	16 ^h 32 ^m 51 ^s	+02° 05' 05"	7.90	206	G0IV	b	≥1.33	4.072	0.053	0.016	2005
HD 152079	Ara	16 ^h 53 ^m 30 ^s	-46° 19' 51"	9.18	277.74	G6V	b	≥3	2097	3.2	0.60	2010
Gliese 649	Hercules	16 ^h 58 ^m 09 ^s	+25° 44' 39"	9.62	33.72	M1.5V	b	≥0.328	598.3	1.135	0.30	2009
HD 154345	Hercules	17 ^h 02 ^m 36 ^s	+47° 04' 55"	6.74	58.91	G8V	b	≥0.963	3322	4.18	0.036	2006
HD 153950	Scorpius	17 ^h 04 ^m 31 ^s	-43° 18' 35"	7.39	162	F8V	b	≥2.73	499.4	1.28	0.34	2008
HD 155358	Hercules	17 ^h 09 ^m 35 ^s	+33° 21' 21"	7.50	141.5	G0	b	≥0.89	195	0.628	0.112	2007

HD 155358	Hercules	17 ^h 09 ^m 35 ^s	+33° 21' 21"	7.50	141.5	G0	c	≥0.504	530.3	1.224	0.176	2007
HD 154672	Ara	17 ^h 10 ^m 05 ^s	-56° 26' 57"	8.22	215	G3IV	b	≥4.96	163.94	0.597	0.61	2008
HD 154857	Ara	17 ^h 11 ^m 15 ^s	-56° 40' 50"	7.25	223	G5V	b	≥1.8	409	1.2	0.47	2004
HD 156668	Hercules	17 ^h 17 ^m 40 ^s	+29° 13' 38"	8.42	78.4	K2	b	≥0.010	1.26984	0.0211	0.000	2010
Gliese 667 C	Scorpius	17 ^h 18 ^m 59 ^s	-34° 59' 48"	10.22	22.73	M1.5V	b	≥0.018	~7	~0.05		2009
HD 156411	Ara	17 ^h 19 ^m 51 ^s	-48° 32' 58"	6.67	179.7	F8	b	≥0.75	842	1.81		2009
HD 156846	Ophiuchus	17 ^h 20 ^m 34 ^s	-19° 20' 01"	6.51	160	G0V	b	≥10.45	359.51	0.99	0.8472	2007
Gliese 674	Ara	17 ^h 28 ^m 40 ^s	-46° 53' 43"	9.38	14.8	M2.5	b	≥0.037	4.6938	0.039	0.2	2007
Gliese 676 A	Ara	17 ^h 30 ^m 11 ^s	-51° 38' 13"	9.59	52.4	M0	b	≥4	~1000	~1.64		2009
HD 159868	Scorpius	17 ^h 38 ^m 60 ^s	-43° 08' 44"	7.24	172	G5V	b	≥1.7	986	2	0.69	2007
Mu Arae	Ara	17 ^h 44 ^m 08 ^s	-51° 50' 02"	5.15	50.6	G3IV – V	c	≥0.03321	9.6386	0.09094	0.172	2004
Mu Arae	Ara	17 ^h 44 ^m 08 ^s	-51° 50' 02"	5.15	50.6	G3IV – V	d	≥0.5219	310.55	0.9210	0.0666	2006
Mu Arae	Ara	17 ^h 44 ^m 08 ^s	-51° 50' 02"	5.15	50.6	G3IV – V	b	≥1.676	643.25	1.497	0.128	2000
Mu Arae	Ara	17 ^h 44 ^m 08 ^s	-51° 50' 02"	5.15	50.6	G3IV – V	e	≥1.814	4205.8	5.235	0.0985	2002
Yıldız	Takımyıldız	Sağ açıklık	Dik açıklık	Görünür Parlaklık	Uzaklık (ıy)	Tayf Türü	Gezegen	Kütle (M _j)	Görünge Dönemi (gün)	Yarıbüyük Eksen uzunluğu (AB)	Yörünge eğimi	Keşif yılı
HD 164922	Hercules	18 ^h 02 ^m 30 ^s	+26° 18' 46"	7.01	71.5	K0V	b	≥0.36	1155	2.11	0.05	2006
HD 164604	Sagittarius	18 ^h 03 ^m 07 ^s	-28° 33' 38"	9.7	123.9	K2V	b	≥2.7	606.4	1.13	0.24	2010
HD 167042	Draco	18 ^h 10 ^m 31 ^s	+54° 17' 11"	5.97	163	K1III	b	≥1.6	416.1	1.3	0.03	2007
HD 168443	Serpens	18 ^h 20 ^m 04 ^s	-09° 35' 34"	6.92	123.5	G5	b	≥7.2	58.116	0.29	0.529	1998
HD 168746	Serpens	18 ^h 21 ^m 49 ^s	-11° 55' 21"	7.95	140.6	G5	b	≥0.23	6.403	0.065	0.081	2000

42 Draconis	Draco	18 ^h 25 ^m 59 ^s	+65° 33' 49"	4.83	317.4	K1.5III	b	≥3.88	479.1	1.19	0.38	2009
HD 169830	Sagittarius	18 ^h 27 ^m 49 ^s	-29° 49' 00"	5.90	119	F7V	b	≥2.98	226.01	0.818	0.322	2000
HD 169830	Sagittarius	18 ^h 27 ^m 49 ^s	-29° 49' 00"	5.90	119	F7V	c	≥3.48	1830	3.30	0.264	2003
HD 170469	Ophiuchus	18 ^h 29 ^m 11 ^s	+11° 41' 44"	8.21	212	G5IV	b	≥0.67	1143	2.07	0.36	2007
HD 171028	Ophiuchus	18 ^h 32 ^m 15 ^s	+06° 56' 45"	8.31	293.5	G0	b	≥1.83	538	1.29	0.61	2007
HD 171238	Sagittarius	18 ^h 34 ^m 44 ^s	-28° 04' 20"	8.66	164	G8V	b	≥2.6	1523	2.54	0.4	2009
HD 173416	Lyra	18 ^h 43 ^m 36 ^s	+36° 33' 24"	6.06	135	G8III	b	≥2.7	323.6	1.16	0.21	2009
HD 175541	Serpens	18 ^h 55 ^m 41 ^s	+04° 15' 55"	8.03	418	G8IV	b	≥0.61	297.3	1.03	0.33	2007
HD 175167	Pavo	19 ^h 00 ^m 01 ^s	-69° 56' 39"	8.00	218.59	G5IV/V	b	≥7.8	1290	2.4	0.54	2010
HD 177830	Lyra	19 ^h 05 ^m 20 ^s	+25° 55' 14"	7.17	192.54	K0	b	≥1.43	407.88	1.22	0.041	1999
HD 178911 B	Lyra	19 ^h 09 ^m 03 ^s	+34° 35' 59"	7.98	152.4	G5	b	≥6.292	71.487	0.32	0.1243	2001
HD 179079	Aquila	19 ^h 11 ^m 10 ^s	-02° 38' 18"	7.95	207.7	G5IV	b	≥0.08	14.476	0.11	0.115	2009
HD 179949	Sagittarius	19 ^h 15 ^m 33 ^s	-24° 10' 45"	6.25	88.18	F8V	b	≥0.916	3.092514	0.0443	0.022	2000
HD 180902	Sagittarius	19 ^h 19 ^m 18 ^s	-23° 33' 29"	7.78	373	K0III/IV	b	≥1.6	479	1.39	0.09	2010
HD 181342	Sagittarius	19 ^h 21 ^m 04 ^s	-23° 37' 10"	7.55	360.7	K0III	b	≥3.3	663	1.78	0.177	2010
HD 181720	Sagittarius	19 ^h 22 ^m 53 ^s	-32° 55' 09"	7.84	190	G1V	b	≥0.37	956	1.78	0.26	2009
HD 181433	Pavo	19 ^h 25 ^m 10 ^s	-66° 28' 08"	8.38	85.3	K5V	b	≥0.0238	9.3743	0.08	0.396	2008
HD 181433	Pavo	19 ^h 25 ^m 10 ^s	-66° 28' 08"	8.38	85.3	K5V	c	≥0.64	962	1.76	0.28	2008
HD 181433	Pavo	19 ^h 25 ^m 10 ^s	-66° 28' 08"	8.38	85.3	K5V	d	≥0.54	2172	3.00	0.48	2008
HD 183263	Aquila	19 ^h 28 ^m 24 ^s	+08° 21' 28"	7.86	173	G2IV	b	≥3.73	624.8	1.508	0.378	2005
HD 183263	Aquila	19 ^h 28 ^m 24 ^s	+08° 21' 28"	7.86	173	G2IV	c	≥3.57	3070	4.35	0.253	2008

HD 231701	Sagitta	19 ^h 32 ^m 04 ^s	+16° 28' 27"	8.97	354	F8V	b	≥1.08	142	0.55	0.19	2007
HD 185269	Cygnus	19 ^h 37 ^m 12 ^s	+28° 30' 00"	6.67	153	G0IV	b	≥0.94	6.838	0.077	0.3	2006
16 Cygni B	Cygnus	19 ^h 41 ^m 51 ^s	+50° 31' 03"	6.20	70.5	G2.5V	b	≥1.68	798.5	1.681	0.681	1996
HD 187123	Cygnus	19 ^h 46 ^m 57 ^s	+34° 25' 15"	7.86	156.28	G5	b	≥0.523	3.0965828	0.0426	0.0103	1998
HD 187123	Cygnus	19 ^h 46 ^m 57 ^s	+34° 25' 15"	7.86	156.28	G5	c	≥1.99	3810	4.89	0.252	1998
HD 187085	Sagittarius	19 ^h 49 ^m 33 ^s	-37° 46' 50"	7.22	147	G0V	b	≥0.75	986	2.05	0.47	2006
HD 188015	Vulpecula	19 ^h 52 ^m 04 ^s	+28° 06' 01"	8.22	171.66	G5IV	b	≥1.50	461.2	1.1203	0.137	2005
Xi Aquilae	Aquila	19 ^h 54 ^m 15 ^s	+08° 27' 41"	4.72	204.5	G9IIIb	b	≥2.8	136.75	0.68	0	2008
Gliese 777	Cygnus	20 ^h 03 ^m 37 ^s	+29° 53' 48"	5.71	51.81	G6IV	c	≥0.057	17.1	0.128	0.01	2005
Gliese 777	Cygnus	20 ^h 03 ^m 37 ^s	+29° 53' 48"	5.71	51.81	G6IV	b	≥1.502	2891	3.92	0.36	2002
HD 190647	Sagittarius	20 ^h 07 ^m 20 ^s	-35° 32' 19"	7.78	177	G5V	b	≥1.9	1038.1	2.07	0.18	2007
HD 190984	Pavo	20 ^h 11 ^m 31 ^s	-64° 37' 14"	8.76	330	F8V	b	≥3.1	4885	5.5	0.57	2009
HD 192263	Aquila	20 ^h 13 ^m 59 ^s	-00° 52' 00"	7.79	64.85	K2V	b	≥0.72	24.348	0.15	0	1999
HD 192699	Aquila	20 ^h 16 ^m 06 ^s	+04° 34' 05"	6.44	210	G8IV	b	≥2.5	351.5	1.16	0.149	2007
HD 195019	Delphinus	20 ^h 28 ^m 17 ^s	+18° 46' 12"	6.91	65	G3IV – V	b	≥3.43	18.3	0.14	0.05	1998
HD 196050	Pavo	20 ^h 37 ^m 51 ^s	-60° 38' 04"	7.50	153	G3V	b	≥3	1289	2.5	0.28	2002
HD 196885 A	Delphinus	20 ^h 39 ^m 51 ^s	+11° 14' 58"	6.40	107.63	F8IV	b	≥2.58	1333	2.37	0.462	2005
18 Delphini	Delphinus	20 ^h 58 ^m 26 ^s	+10° 50' 21"	5.52	238.4	G6III	b	≥10.3	993.3	2.6	0.08	2008
BD+14°4559	Pegasus	21 ^h 13 ^m 36 ^s	+14° 41' 22"	9.63	163.18	K5	b	≥1.47	268.94	0.777	0.29	2009
HD 202206	Capricornus	21 ^h 14 ^m 57 ^s	-20° 47' 21"	8.08	151.14	G6V	c	≥2.44	1383.4	2.55	0.267	2004
HD 204313	Capricornus	21 ^h 28 ^m 12 ^s	-21° 43' 35"	7.99	154.5	G5V	b	≥4.05	1931	3.082	0.131	2009

Gliese 832	Grus	21 ^h 33 ^m 34 ^s	-49° 00' 32"	8.67	16.10	M1.5	b	≥0.64	3416	3.4	0.12	2008
HD 205739	Piscis Austrinus	21 ^h 38 ^m 08 ^s	-31° 44' 15"	8.56	295	F7V	b	≥1.37	279.8	0.896	0.27	2008
HD 206610	Aquarius	21 ^h 43 ^m 25 ^s	-07° 24' 30"	8.34	634	K0	b	≥2.2	610	1.68	0.229	2010
HD 208487	Grus	21 ^h 57 ^m 19 ^s	-37° 45' 49"	7.48	144.4	G2V	b	≥0.520	130.08	0.524	0.24	2004
V391 Pegasi	Pegasus	22 ^h 04 ^m 12 ^s	+26° 25' 08"	14.57	4570	sdB	b	≥3.2	1140	1.7	0	2007
HD 210277	Aquarius	22 ^h 09 ^m 29 ^s	-07° 32' 32"	6.63	69.41	G0	b	≥1.29	442.19	1.138	0.476	1998
Gliese 849	Aquarius	22 ^h 09 ^m 40 ^s	-04° 38' 27"	10.42	28.7	M3.5	b	≥0.82	1890	2.35	0.06	2006
HD 210702	Pegasus	22 ^h 11 ^m 51 ^s	+16° 02' 02"	5.93	183	K1III	b	≥2.0	341.1	1.17	0.152	2007
HD 212771	Aquarius	22 ^h 27 ^m 03 ^s	-17° 15' 49"	7.60	429	G8IV	b	≥2.3	373.3	1.22	0.111	2010
HD 212301	Octans	22 ^h 27 ^m 30 ^s	-77° 43' 04"	7.77	172	F8V	b	≥0.45	2.457	0.036	0	2005
HD 213240	Grus	22 ^h 31 ^m 00 ^s	-49° 25' 59"	6.80	133	G4IV	b	≥4.5	951	2.03	0.45	2001
HD 215497	Tucana	22 ^h 46 ^m 37 ^s	-56° 35' 58"	8.97	141.9	K3V	b	≥0.017	3.93	0.044		2009
HD 215497	Tucana	22 ^h 46 ^m 37 ^s	-56° 35' 58"	8.97	141.9	K3V	c	≥0.33	567	1.21		2009
Tau ¹ Gruis	Grus	22 ^h 53 ^m 38 ^s	-48° 35' 54"	6.03	108.58	G0V	b	≥1.26	1311	2.561	0.0703	2002
Rho Indi	Indus	22 ^h 54 ^m 39 ^s	-70° 04' 25"	6.06	86.43	G2.5IV	b	≥2.26	1353	2.536	0.319	2002
HD 216770	Piscis Austrinus	22 ^h 55 ^m 53 ^s	-26° 39' 31"	8.10	123.5	K1V	b	≥0.65	118.45	0.46	0.37	2003
51 Pegasi	Pegasus	22 ^h 57 ^m 27 ^s	+20° 46' 07"	5.49	50.9	G4V	b	≥0.472	4.230785	0.0527	0.013	1995
HD 217107	Pisces	22 ^h 58 ^m 15 ^s	-02° 23' 42"	6.16	64.3	G8IV	b	≥1.39	7.126816	0.0748	0.1267	1998
HD 217107	Pisces	22 ^h 58 ^m 15 ^s	-02° 23' 42"	6.16	64.3	G8IV	c	≥2.60	3270	4.32	0.517	1998
HD 240210	Cassiopeia	23 ^h 10 ^m 29 ^s	+57° 01' 46"	8.33	466	K3III	b	≥6.9	501.75	1.33	0.15	2009
Psi ¹ Aquarii	Aquarius	23 ^h 15 ^m 53 ^s	-09° 05' 15"	4.21	148	K0III	b	≥2.942	181.84	0.324	0.003	2003

HD 219828	Pegasus	23 ^h 18 ^m 47 ^s	+18° 38' 45"	8.04	265	G0IV	b	≥0.066	3.8335	0.052	0	2007
14 Andromedae	Andromeda	23 ^h 31 ^m 17 ^s	+39° 14' 10"	5.22	249	K0III	b	≥4.8	185.84	0.83	0	2008
HD 221287	Tucana	23 ^h 31 ^m 20 ^s	-58° 12' 35"	7.82	173	F7V	b	≥3.09	456.1	1.25	0.08	2007
Gamma Cephei A	Cepheus	23 ^h 39 ^m 20 ^s	+77° 37' 56"	3.22	44.9	K1IVa	b	≥1.60	902.9	2.044	0.115	1988
HD 222582	Aquarius	23 ^h 41 ^m 51 ^s	-05° 59' 08"	7.70	137	G5	b	≥5.4	572	1.35	0.76	1999
HD 224693	Cetus	23 ^h 59 ^m 54 ^s	-22° 25' 41"	8.23	320	G2IV	b	≥0.71	26.73	0.233	0.05	2006

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge – 1: Kepler Görevi ile keşfedilen gezegenlere ait veriler.....	11
Çizelge – 2: Gözlem projesi ortakları.....	13
Çizelge – 3: Ötegezegen veri tabloları.....	I

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1 Kepler Uzay Teleskopu.....	7
Şekil 2 Kepler'in yörüngesi - Güneş panellerinin yörünge boyunca Güneş'e doğru ayarlanması.....	10
Şekil 3 HD 80606b geçiş gözlemi projesine katılan gözlemevlerinin konumları.....	15
Şekil 4 HD 80606 Sistemi ve Çevresi.....	17
Şekil 5 Gezegen tespit yöntemleri.....	18
Şekil 6 Kütle - Yarı büyük eksen düzleminde çeşitli araştırma metodlarıyla yapılan ötegezegen keşifleri.....	19
Şekil 7 Doğrudan görüntülemeyle bulunan genç gezegen adaylarının tahmini kütle ve sıcaklıklarına karşılık ayrıklık diyagramı.....	24
Şekil 8 Doğrudan görüntülemeyle bulunan genç yıldız - gezegen adaylarının ölçülen parlaklık oranlarına karşılık açısalaçıklıkları.....	25
Şekil 9 Bilinen geçiş yapan gezegenler için yoğunluk-kütle grafiği.....	29
Şekil 10 300 ve 30 pc çapındaki bir hacimde bulunan kütle olarak dört kategoride sınıflandırılmış güneş komşuluğundaki güneş benzeri-yıldızların mutlak parlaklığın bir fonksiyonu olarak beklenen sayıları.....	32

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Arif SOLMAZ

Doğum Yeri: TARSUS

Doğum Tarihi: 19/01/1984

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Fizik Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Uzay Bilimleri ve Teknolojileri ABD

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a)Yayınlar – SCI – Diğer

b) Bildiriler - Uluslararası – Ulusal

c) Katıldığı Projeler: Space Studio (Ulupınar Gözlemevi), Relate Project (EU, TÜBİTAK)

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl:

İLETİŞİM

E-posta adresi: arif.solmaz@gmail.com