

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



YILDIZ-GEZEĞEN SİSTEMLERİNİN MORFOLOJİK İNCELEMESİ

Sezer KAYACI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAY BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKİM 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



YILDIZ-GEZEĞEN SİSTEMLERİNİN MORFOLOJİK İNCELEMESİ

Sezer KAYACI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAY BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKİM 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YILDIZ-GEZEĞEN SİSTEMLERİNİN MORFOLOJİK İNCELEMESİ

Sezer KAYACI

UZAY BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 31/10/2023 tarihinde jüri tarafından ~~Oybirliği~~/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Zeki Eker

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

Doç. Dr. Murat Kaplan

ÖZET

YILDIZ-GEZEĞEN SİSTEMLERİNİN MORFOLOJİK İNCELEMESİ

Sezer KAYACI

Yüksek Lisans Tezi / Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Volkan Bakış Danışman: Prof.Dr. Zeki Eker

Ekim 2023; 205 sayfa

Bu tez kapsamında, 1 Kasım 2022'ye kadar keşfedilmiş olan ve verileri NASA Exoplanet Archive üzerinden alınan tüm gezegen-yıldız sistemleri incelenmiştir. Dört yıldızlı ve ötegezegen içeren iki sistem vardır. Bu sistemlerle ilgili detaylı bilgiler sunulmuştur. Üç yıldızlı sistemlerdeki ötegezegenler, çalışmanın kapsamında oluşturulan konfigürasyonlar kullanılarak yörüngelerine göre sınıflandırılmıştır. Bu üç yıldızlı sistemler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda, üç yıldızlı sistemlerde 51 ötegezegen içerisinde 41 tanesinin uzaktaki ayırık bileşen etrafında, 9 tanesinin çift yıldız bileşeninin büyük kütleli bileşeni etrafında ve 1 tanesinin çift yıldız bileşeninin her ikisinin birden etrafında dolandığı tespit edilmiştir. İki yıldızlı gezegen sistemleri için literatürde kullanılan konfigürasyon ve gezegen yörüngeleri sınıflandırılmıştır. Burada 212 ötegezegenin çift bileşenin büyük kütleli bileşeni etrafında, 20 ötegezegenin çift yıldızın küçük kütleli bileşeni etrafında ve 40 ötegezegenin çift bileşenin her ikisinin birden etrafında dolandığı tespit edilmiştir. İncelenen tüm sistemlerdeki barınak yıldızlara bakıldığında Güneş tayfı ve ısıtma türü etrafında kümелendikleri görülmüştür. Bu dağılımda seçim etkisinin varlığı gözardı edilmemelidir.

ANAHTAR KELİMELELER: Astronomi, Barınak Yıldız, Isıtma Sınıfı, Ötegezegen, Tayf Türü, Yörünge.

JÜRİ: Prof.Dr. Zeki Eker

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

Doç. Dr. Murat Kaplan

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL STUDY OF STAR-PLANET SYSTEMS

Sezer KAYACI

MSc Thesis in SPACE SCIENCE and TECHNOLOGY

Supervisor: Prof.Dr. Volkan Bakış Supervisor: Prof.Dr. Zeki Eker

October 2023; 205 pages

In the scope of this thesis, all planet-star systems discovered until November 1, 2022, and their data obtained from the NASA Exoplanet Archive have been examined. There are two systems with four stars and exoplanets. Detailed information regarding these systems has been presented. Exoplanets in three-star systems have been classified based on their orbits using configurations created within the scope of the study. These three-star systems have been thoroughly investigated. As a result of the analysis, it was determined that out of 51 exoplanets in three-star systems, 41 orbit around a distant companion, 9 orbit around the more massive component of a binary system, and 1 orbits around both components of the binary system simultaneously. Configurations and planetary orbits commonly used in the literature for two-star planet systems have been classified. It was found that 212 exoplanets orbit around the more massive component of a binary system, 20 orbit around the less massive component, and 40 orbit around both components of the binary system for these two-star planet systems. When the spectral types and luminosity class distributions of components in all systems were examined, it was observed that they resemble the Sun due to the selection effect.

KEYWORDS: Astronomy, Host Star, Luminosity Class, Exoplanet, Spectral Type, Orbit.

COMMITTEE: Prof.Dr. Zeki Eker

Prof.Dr. Faruk Soyduğan

Asst.Dr. Murat Kaplan

ÖNSÖZ

Birçok bilim insanı Güneş sistemi dışındaki yaşam varlığını araştırmak için yıllardır çaba göstermektedir. 1990'lı yılların başında, Güneş sistemi dışındaki ilk gezegenin keşfiyle birlikte, Dünya dışı potansiyel yaşam fikri desteklenmeye başlamıştır. Güneş sistemi dışındaki bu gezegenler, "ötegezegenler" olarak adlandırılmaktadır ve her biri en az bir yıldızın etrafında dolanmaktadır. Ancak, 1990'lı yılların sonunda, bu durumun değişebileceği ve bazı gezegenlerin iki adet barınak yıldızına sahip olabileceği görülmüştür. Günümüzde, gelişen teknoloji sayesinde dört yıldızlı ötegezegen sistemleri de keşfedilmiştir. Güneş sistemindeki gezegenler ile benzerlikleri olsa da ötegezegenler üzerindeki çalışmalar aktif olarak sürdürülmekte olup, bazı ötegezegen sistemlerinde gezegen yörüngelerinin durumu Güneş sistemimizden daha karmaşıktır.

Bu tez kapsamında, 1 Kasım 2022'ye kadar bilinen tüm gezegen-yıldız sistemlerinin literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen bilgiler sonucunda, barınak yıldızların tayf türleri, ısıtma sınıfları vb. özellikleri ile ilgili istatistiksel bir çalışma yapılmıştır. Ayrıca ötegezegen yörüngelerinin literatürdeki sınıflandırılmaları incelendiğinde ortaya çıkan karışık ve anlaşılması güç isimlendirmeler tez kapsamında uygun konfigürasyonlar oluşturularak daha açık ve net anlatılmıştır.

Bu süreçte beni yönlendiren ve engin bilgilerinden faydalanmamı sağlayan sayın danışmanlarım Prof. Dr. Volkan Bakış ve Prof. Dr. Zeki Eker'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu süreçte her adımda benimle birlikte olan, desteklerini esirgemeyen aileme, sevgilime ve arkadaşlarıma da teşekkür etmeyi bir borç bilirim...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Ötegezegen	3
2.2. Ötegezegen Keşiflerinde Kullanılan Uzay Teleskopları	3
2.3. Ötegezegen Keşif Yöntemleri	9
2.3.1. Transit (Geçiş) Yöntemi	11
2.3.2. Radyal Hız Yöntemi	13
2.3.3. Mikromerçekleme Yöntemi	16
2.3.4. Doğrudan Görüntüleme Yöntemi	17
2.3.5. Transit Zamanı Değişimleri	19
2.3.6. Tutulma Zamanı Değişimleri	21
2.3.7. Yörüngesel Parlaklık Değişimleri	23
2.3.8. Pulsar Zamanlaması (Atmaların Frekansı)	24
2.3.9. Atma Zamanı Değişimi (Sinyalin ulaşma zamanı değişimi)	27
2.3.10. Astrometri Yöntemi	28
2.3.11. Disk Kinematiki Yöntemi	30
2.4. Çift ve Çoklu Sistemler	31
3. MATERYAL VE METOT	32
3.1. Veriler	32
3.2. Metot	32
3.2.1. Üç Yıldızlı Sistemler İçin Konfigürasyonlar	34
3.2.2. Üç Yıldızlı Sistemlerde Yörünge Sınıflaması	41
3.2.3. İki Yıldızlı Sistemlerde Gezegen Yörüngeleri	46
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	54
4.1. Dört Yıldızlı Sistemler	54

4.1.1.	30 Arietis	54
4.1.2.	PH1 (Kepler-64)	57
4.2.	Üç Yıldızlı Sistemler	59
4.3.	İki Yıldızlı Sistemler	127
4.4.	Tek Yıldızlı Sistemler	138
4.5.	Yörünge İstatistikleri	138
4.5.1.	Üç Yıldızlı Sistemlerde Gezegen Yörüngeleri İstatistiği	139
4.5.2.	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngeleri İstatistiği	140
4.6.	Keşif Yöntemi İstatistikleri	142
4.6.1.	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği	142
4.6.2.	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği	143
4.6.3.	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği	146
4.7.	Ötegezegen Keşif Yılı İstatistikleri	148
4.7.1.	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Ötegezegen Keşif Yıllarının İstatistiği	148
4.7.2.	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Ötegezegen Keşif Yıllarının İstatistiği	150
4.7.3.	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Ötegezegen Keşif Yıllarının İstatistiği	152
4.8.	Tayf Türü İstatistikleri	154
4.8.1.	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği	154
4.8.2.	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği	156
4.8.3.	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği	157
4.9.	Işıtma Sınıfı İstatistikleri	159
4.9.1.	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıfı İstatistiği	160
4.9.2.	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıfı İstatistiği	161
4.9.3.	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıfı İstatistiği	162
5.	SONUÇ	164
6.	KAYNAKLAR	166

ÖZGEÇMİŞ



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "YILDIZ-GEZEĞEN SİSTEMLERİNİN MORFOLOJİK İNCELEMESİ" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

...31.../...10 / ...2023

Sezer KAYACI



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

II	: Parlak devler
III	: Devler
α	: Sağ açıklık
Å	: Angstrom
β	: Beta
IV	: Alt devler
V	: Anakol
VI	: Alt cüceler
B-V	: Renk
c	: Işık hızı
cm	: Santimetre
π	: Paralaks açısı
d	: Uzaklık
δ	: Dik açıklık
f	: Akı
H	: H filtresinde parlaklık
J	: J filtresinde parlaklık
K	: K filtresinde parlaklık
km	: Kilometre
$L_{\odot}$	: Güneş'in ışıınım gücü
$L_{1,2}$	: Bileşenlerin ışıınım güçleri
$\log g_{1,2}$	: Bileşenlerin yüzey çekim ivmelerinin logaritması
λ	: Dalgaboyu
m	: Metre
m	: Görünür parlaklık
M_v	Mutlak parlaklık
$M_{\odot}$	: Güneş kütlesi
$M_{1,2}$	: Bileşenlerin kütleleri
R_j	: Jüpiter yarıçapı
°	: Derece
P	: Yörünge dönemi
pc	: Parsek
$R_{\odot}$	: Güneş yarıçapı
s	: Saniye
T_e	: Etkin sıcaklık

Kısaltmalar

AU	: Astronomical Unit
ASAS	: All-Sky Automated Survey
Cpm	: Common proper motion
cgs	: Santimetre gram saniye
ESA	: European Space Agency
HR	: Hertzsprung-Russell
JD	: Julian Date
JWST	: James Webb Space Telescope
KIC	: Kepler Input Catalogue
MOST	: Microvariability and Oscillations of Stars
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
PSR	: Pulsar
OGLE	: Optical Gravitational Lensing Experiment
TESS	: Transiting Exoplanet Survey Satellite
VHS	: VISTA Hemisphere Survey
WDS	: Washington Double Stars

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	İlk gezegensel disk (NASA/Historic Timeline ¹)	1
Şekil 2.1	Hubble uzay teleskobu (Hubble ⁴)	4
Şekil 2.2	Most uzay aracı (Astro/Canada) ⁶	5
Şekil 2.3	Spitzer uzay aracı (NASA/JPL) ⁸	5
Şekil 2.4	Corot uzay aracı (ESA) ⁹	6
Şekil 2.5	Kepler uzay aracı (NASA) ¹⁰	6
Şekil 2.6	TESS uzay aracı (NASA) ¹¹	7
Şekil 2.7	JWST uzay aracı (NASA) ¹²	8
Şekil 2.8	Ötegezegenlerin keşif yöntemine göre dağılımı (NASA)	9
Şekil 2.9	Tez kapsamında incelenen ötegezegenlerin keşif yöntemine göre dağılımı (1 Kasım 2022)	10
Şekil 2.10	Geçiş yönteminin şematik gösterimi	11
Şekil 2.11	ASAS 073218–1436.5 yıldızının ışık eğrisi (Bakış vd. 2020)	12
Şekil 2.12	Görelî akı biriminde HD 209448 yıldızının önünden geçen ötegezegenin sebebi olduğu ışık azalması (Charbonneau vd. 2000)	13
Şekil 2.13	Radyal hız yönteminin şematik gösterimi	14
Şekil 2.14	HD 93403 çift yıldızına ait radyal hız ölçümleri (Rauw vd. 2000)	15
Şekil 2.15	51 Peg yıldızına ait radyal hız eğrisi (Mayor ve Queloz 1995)	15
Şekil 2.16	Mikromerceklem yönteminin şematik gösterimi	16
Şekil 2.17	OGLE-2005-BLG-390 yıldızına ait ışık eğrisi (Beaulieu vd. 2006)	17
Şekil 2.18	HR 8799 yıldızı ve gezegenlerinin gösterimi (NASA/JPL) ¹⁴	18
Şekil 2.19	HR 8799 yıldızı ve üç gezegeninin keşfi (Marois vd. 2008)	18
Şekil 2.20	HR 8799 yıldızının dördüncü ötegezegeninin keşfi (Marois vd. 2010)	19
Şekil 2.21	Transit zamanı değişiminin şematik gösterimi	20
Şekil 2.22	Kepler-46 sisteminde geçiş yapan gezegene ait farklı zamanlardaki geçişler (Nesvorný vd. 2012)	21
Şekil 2.23	Örten çift yıldızların şematik ışık eğrisi	22

Şekil 2.24 Bünyesinde ötegezegen barındıran KIC 5095269 sisteminin tutulma zamanlarına karşılık O-C eğrisi (Getley vd. 2017)	23
Şekil 2.25 Bünyesinde ötegezegen barındıran KIC 5095269 sisteminin akı-zaman grafiği (Esteves vd. 2015)	24
Şekil 2.26 İkili PSR 1012+5307 pulsarının atma periyodundaki değişimler (Lorimer, 1998)	25
Şekil 2.27 PSR B1257+12 pulsarının atma periyodundaki değişimler (Wolszczan ve Frail, 1992)	26
Şekil 2.28 KIC 7917485 yıldızının ışığının gecikme zamanı (Murphy vd. 2016) . . .	27
Şekil 2.29 Astrometri yönteminin şematik gösterimi	28
Şekil 2.30 DENIS-P J082303.1-491201 yıldızının astrometrik gözlemi (Sahlmann vd. 2013)	29
Şekil 2.31 Öngezegen diski ve diskte oluşan boşluk (Pinte vd. 2019)	30
Şekil 3.1 Üç yıldızlı sistemlerdeki olası gezegen yörüngeleri (Cuntz vd. 2022) . . .	33
Şekil 3.2 AC-B konfigürasyonunun şematik gösterimi	34
Şekil 3.3 AB-C konfigürasyonunun şematik gösterimi	35
Şekil 3.4 A-BC konfigürasyonunun şematik gösterimi	35
Şekil 3.5 A**-B konfigürasyonunun şematik gösterimi	36
Şekil 3.6 A-B** konfigürasyonunun şematik gösterimi	37
Şekil 3.7 S1 yörüngesinin gösterimi	41
Şekil 3.8 S2 yörüngesinin gösterimi	42
Şekil 3.9 S3 yörüngesinin gösterimi	42
Şekil 3.10 P12 yörüngesinin gösterimi	43
Şekil 3.11 İki yıldızlı sistemler için olası gezegen yörüngeleri (Schwarz ³⁰)	46
Şekil 4.1 30 Ari sisteminin şematik gösterimi	54
Şekil 4.2 30 Ari B yıldızının radyal hız ölçümleri (Guenther vd. 2009)	55
Şekil 4.3 30 Ari A, B ve C bileşenlerinin gösterimi (Kane vd. 2015)	55
Şekil 4.4 PH1 sisteminin şematik gösterimi	57
Şekil 4.5 PH1 b gezegeninin tespiti (Schwamb vd. 2013)	58

Şekil 4.6	16 Cyg sisteminin şematik gösterimi	59
Şekil 4.7	16 Cyg B yıldızı için radyal hız ölçümleri (Cochran vd. 1997)	60
Şekil 4.8	HD 178911 sisteminin şematik gösterimi	61
Şekil 4.9	HD 178911 B yıldızı için radyal hız ölçümleri (Zucker vd. 2002)	62
Şekil 4.10	HD 196050 sisteminin şematik gösterimi	62
Şekil 4.11	HD 196050 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Jones vd. 2002)	63
Şekil 4.12	HD 40979 sisteminin şematik gösterimi	64
Şekil 4.13	HD 40979 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Fischer vd. 2003)	64
Şekil 4.14	HD 19994 sisteminin şematik gösterimi	65
Şekil 4.15	HD 19994 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Mayor vd. 2004)	65
Şekil 4.16	HD 65216 sisteminin şematik gösterimi	66
Şekil 4.17	HD 65216 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Mayor vd. 2004)	67
Şekil 4.18	HD 65216 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Wittenmyer vd. 2013)	67
Şekil 4.19	HD 2638 sisteminin temşli gösterimi	68
Şekil 4.20	HD 2638 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Moutou vd. 2005)	69
Şekil 4.21	HD 185269 sisteminin şematik gösterimi	69
Şekil 4.22	HD 185269 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Johnson vd. 2006)	70
Şekil 4.23	HD 4113 sisteminin şematik gösterimi	71
Şekil 4.24	HD 4113 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Tamuz vd. 2008)	71
Şekil 4.25	HD 43691 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (da Silva vd. 2007)	72
Şekil 4.26	WASP-3 sisteminin şematik gösterimi	73
Şekil 4.27	WASP-3 A yıldızı ışık eğrisi (Pollacco vd. 2008)	73
Şekil 4.28	HAT-P-8 sisteminin şematik gösterimi	74
Şekil 4.29	HAT-P-8 yıldızı ışık eğrileri (Latham vd. 2009)	75
Şekil 4.30	HW Vir sisteminin şematik gösterimi	76
Şekil 4.31	HW Vir A ışık eğrisi (Lee vd. 2009)	76
Şekil 4.32	HW Vir sisteminde tutulma zamanlarına uygulanan fitler (Beuermann vd. 2012)	77

Şekil 4.33	WASP-11 A yıldızı ışık eğrisi (West vd. 2009)	78
Şekil 4.34	WASP-11 A yıldızı ışık eğrisi fiti (West vd. 2009)	78
Şekil 4.35	WASP-12 sisteminin şematik gösterimi	79
Şekil 4.36	WASP-12 A yıldızı ışık eğrisi fiti (Hebb vd. 2009)	79
Şekil 4.37	WASP-12 A yıldızı yapılan fitler (Hebb vd. 2009)	80
Şekil 4.38	WASP-14 sisteminin şematik gösterimi	81
Şekil 4.39	WASP-14 A yıldızı ışık eğrileri (Joshi vd. 2009)	82
Şekil 4.40	HD 126614 sisteminin şematik gösterimi	83
Şekil 4.41	HD 126614 A yıldızına ait radyal hız eğrisi (Howard vd. 2010)	84
Şekil 4.42	HAT-P-16 sisteminin şematik gösterimi	85
Şekil 4.43	HAT-P-16 A yıldızının ışık eğrisi ve fiti (Buchhave vd. 2010)	85
Şekil 4.44	WASP-24 sisteminin şematik gösterimi	86
Şekil 4.45	WASP-24 A yıldızının ışık eğrisi (Street vd. 2010)	87
Şekil 4.46	GJ 667 sisteminin şematik gösterimi	88
Şekil 4.47	GJ 667 C yıldızının radyal hız eğrileri (Anglada-Escudé vd. 2012)	88
Şekil 4.48	GJ 667 C yıldızının radyal hız eğrisi (Anglada-Escudé vd. 2012)	89
Şekil 4.49	HAT-P-35 sisteminin şematik gösterimi	89
Şekil 4.50	HAT-P-35 A yıldızının ışık eğrileri (Bakos vd. 2012)	90
Şekil 4.51	HD 132563 sisteminin şematik gösterimi	91
Şekil 4.52	HD 132563 B yıldızının radyal hız eğrisi (Desidera vd. 2011)	92
Şekil 4.53	HD 142245 sisteminin şematik gösterimi	93
Şekil 4.54	HD 142245 A yıldızının radyal hız eğrisi (Johnson vd. 2011)	93
Şekil 4.55	Kepler-13 sisteminin şematik gösterimi	94
Şekil 4.56	Kepler-13 sistemi (Shporer vd. 2014)	95
Şekil 4.57	Kepler-13 A yıldızına ait ışık eğrisi (Shporer vd. 2014)	95
Şekil 4.58	HD 207832 A yıldızına ait radyal hız eğrisi ve tek gezegen fiti (Haghighipur vd. 2012)	96
Şekil 4.59	HD 207832 A yıldızına ait radyal hız eğrisi (Haghighipur vd. 2012)	97

Şekil 4.60	91 Aqr sisteminin şematik gösterimi	98
Şekil 4.61	91 Aqr A yıldızına ait radyal hız eğrisi (Mitchell vd. 2013)	99
Şekil 4.62	51 Eri sisteminin şematik gösterimi	100
Şekil 4.63	51 Eri A yıldızının doğrudan görüntülenmesi (Macintosh vd. 2015) . . .	100
Şekil 4.64	HAT-P-57 sisteminin şematik gösterimi	101
Şekil 4.65	51 Eri sisteminin şematik gösterimi	102
Şekil 4.66	Kepler-444 sisteminin şematik gösterimi	103
Şekil 4.67	Kepler-444 sistemindeki ötegezegen geçişleri (Campante vd. 2015) . . .	104
Şekil 4.68	ψ^1 Dra sisteminin şematik gösterimi	105
Şekil 4.69	ψ^1 Dra B yıldızının radyal hız eğrisi (Endl vd. 2016)	106
Şekil 4.70	HD 87646 sisteminin şematik gösterimi	107
Şekil 4.71	HD 87646 A ve HD 87646 B yıldızları (Ma vd. 2016)	107
Şekil 4.72	HD 87646 A yıldızı radyal hız eğrisi (Ma vd. 2016)	108
Şekil 4.73	K2-27 yıldızı ışık eğrisi (Van Eylen vd. 2016)	109
Şekil 4.74	KELT-4 sisteminin şematik gösterimi	109
Şekil 4.75	KELT-4 sistemi (Eastman vd. 2016)	110
Şekil 4.76	KELT-4 A yıldızı ışık eğrisi (Eastman vd. 2016)	111
Şekil 4.77	α Cen sisteminin şematik gösterimi	112
Şekil 4.78	Proxima Cen yıldızı radyal hız eğrisi (Anglada-Escudé vd. 2016)	113
Şekil 4.79	HD 26965 sisteminin şematik gösterimi	114
Şekil 4.80	HD 26965 (40 Eri A) yıldızı radyal hız eğrisi (Ma vd. 2018)	115
Şekil 4.81	K2-290 sisteminin şematik gösterimi	116
Şekil 4.82	K2-290 A yıldızı ışık eğrileri (Hjorth vd. 2019)	116
Şekil 4.83	LTT 1445 sisteminin şematik gösterimi	117
Şekil 4.84	LTT 1445 sistemi bileşenleri (Winters vd. 2019)	118
Şekil 4.85	LTT 1445 A yıldızı ışık eğrileri (Winters vd. 2019)	119
Şekil 4.86	LTT 1445 A yıldızı ışık eğrileri (Winters vd. 2022)	120
Şekil 4.87	ϵ Ind sisteminin şematik gösterimi	121

Şekil 4.88	ϵ Ind A yıldızı radyal hız eğrisi (Feng vd. 2019)	121
Şekil 4.89	TOI-942 sisteminin şematik gösterimi	122
Şekil 4.90	TOI-942 yıldızının ışık eğrileri (Carleo vd. 2021)	123
Şekil 4.91	WD 1856+534 sisteminin şematik gösterimi	124
Şekil 4.92	WD 1856+534 yıldızının ışık eğrileri	124
Şekil 4.93	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Yörüngelerinin Dağılımı	140
Şekil 4.94	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Yörüngelerinin Dağılımı	141
Şekil 4.95	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin Dağılımı	143
Şekil 4.96	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin Dağılımı	145
Şekil 4.97	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin Dağılımı	147
Şekil 4.98	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının Dağılımı	149
Şekil 4.99	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının Dağılımı	151
Şekil 4.100	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının Dağılımı	153
Şekil 4.101	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin Dağılımı	155
Şekil 4.102	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin Dağılımı	157
Şekil 4.103	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin Dağılımı	159
Şekil 4.104	Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının Dağılımı	161
Şekil 4.105	İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının Dağılımı	162
Şekil 4.106	Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının Dağılımı	163

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çift Yıldız Kütlesi Uzaktaki Ayırık Bileşen Kütlesinden Büyük Üç Yıldızlı Sistemler ve Yörünge Konfigürasyonları ($A^{**} = Aa \& Ab$)	37
Çizelge 3.2 Uzaktaki Ayırık Bileşen Kütlesi Çift Yıldız Kütlesinden Büyük Üç Yıldızlı Sistemler ve Yörünge Konfigürasyonları ($B^{**} = Ba \& Bb$)	39
Çizelge 3.3 Üç Yıldızlı Sistemlerde Tüm Konfigürasyonlar	40
Çizelge 3.4 Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngeleri ($A^{**}=Aa \& Ab$, $B^{**}=Ba \& Bb$)	44
Çizelge 3.5 İki yıldızlı sistemlerdeki gezegen yörüngeleri	47
Çizelge 4.1 30 Ari B yıldızının parametreleri	56
Çizelge 4.2 PH1 Sisteminin Barınak Yıldızlarının Parametreleri	58
Çizelge 4.3 Üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların fiziksel ve tayfsal parametreleri	125
Çizelge 4.4 İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri	128
Çizelge 4.5 İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri II	131
Çizelge 4.6 İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri III	136
Çizelge 4.7 Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngelerinin İstatistiği	139
Çizelge 4.8 İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngelerinin İstatistiği	140
Çizelge 4.9 Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği .	142
Çizelge 4.10 İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği .	143
Çizelge 4.11 Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği	146
Çizelge 4.12 Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının İstatistiği . . .	148
Çizelge 4.13 İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının İstatistiği . . .	150
Çizelge 4.14 Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının İstatistiği . . .	152
Çizelge 4.15 Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği	154
Çizelge 4.16 İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği	156
Çizelge 4.17 Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği	158
Çizelge 4.18 Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının İstatistiği	160

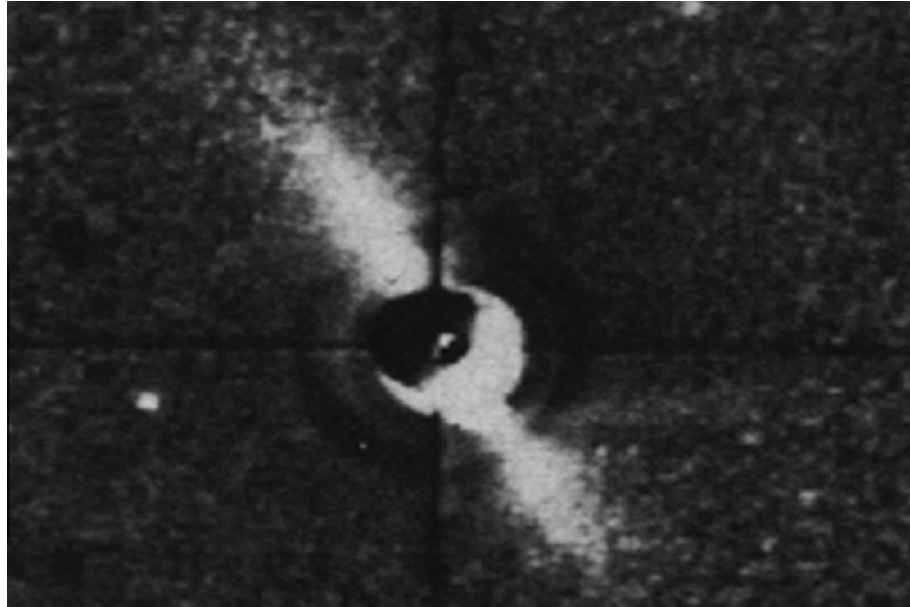
Çizelge 4.19 İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının İstatistiği	161
Çizelge 4.20 Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının İstatistiği	162
Çizelge 5.1 Barınak Yıldızların Bulunduğu Sistem Tipleri	165



1. GİRİŞ

Yaklaşık otuz yıl öncesine kadar, gezegen gözlemi yapan astronomlar sadece Güneş sistemindeki gezegenleri gözleyebiliyordu. Bunun başlıca iki sebebi bulunmaktadır. İlk olarak, gezegenlerin yıldızdan yansıyan ışığının yıldız ışığına göre sönük kalmasıdır. Güneş sistemindeki gezegenler, Güneş'in ışığını yansıtması sayesinde gözlenebilmektedir. İkinci olarak, teleskopların uzaysal ayırma güçleri uzun süre yetersiz kalmıştır. Yani, yıldızların uzaklıkları o kadar büyüktür ki, Güneş benzeri bir yıldızın etrafında Dünya veya Jüpiter türü bir gezegen veya gezegenler varsa bile tek bir nokta gibi görülür. Yıldızlar ve gezegenlerin ayrı ayrı görülebilmesi, hem teleskopların uzaysal ayırma gücünün yetersiz olmasından hem de yıldızdan yansıyan ışıklarının yıldız ışığının yanında sönük kalmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, optik teleskopların yaklaşık dört yüzyıldır kullanılmasına rağmen, ötegezegen keşiflerine 20. yüzyılın sonlarında başlanabildiği.

Tarihsel olarak ötegezegen konusundaki önemli gelişmelerden ilki, 1984 yılında Şili'de bulunan Las Campanas Gözlemevinde bulunan 2.5 metrelik teleskop ile Beta Pictoris yıldızının çevresindeki gezegenimsi diskin gözlenmesidir. Gezegenimsi disk, yeni bir yıldızın etrafında dolanan ve gezegenlerin oluştuğu, gaz ve toz madde parçacıklarının yoğun bir şekilde bulunduğu bir yapı olarak tanımlanır. Şekil 1.1'de kızılötesi bölgede alınmış Beta Pictoris yıldızının görüntüsünde gezegenimsi disk görülmektedir (NASA/Historic Timeline¹).



Şekil 1.1. İlk gezegensel disk (NASA/Historic Timeline ¹)

Wolszczan ve Frail (1992) tarafından PSR B1257+12 pulsarının etrafında dolanan iki

¹<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/historic-timeline/#first-planetary-disk-observed>

ötegezegen pulsar zamanlaması yöntemiyle keşfedilmiştir. Bu keşif, Dünya dışı potansiyel yaşam fikrini yeşertmiş ve astronomide yeni bir çağın başlangıcını temsil etmiştir. Bir anakol yıldızı olan 51 Peg yıldızının etrafında dolanan ötegezegen varlığı Mayor ve Queloz (1995) tarafından keşfedilmiştir. Bu keşif anakol yıldızı etrafındaki ilk ötegezegen keşfi olarak tarihe geçmiştir. Tarihte ilk kez çok yıldızlı sistemlerdeki ötegezegenler olan, 55 Cnc b, τ Boo b ve ν And b gezegenleri keşfedilmiştir (Butler vd. 1997).

Bu tarihten günümüze kadar 5400'den fazla ötegezegen keşfedilmiştir (NASA)². Keşfedilen ötegezegen sistemleri çeşitli yapısal farklılıklar göstermektedir. Birçok sistem, tek bir yıldızın etrafında dolanan gezegen veya gezegenlerden oluşurken, bazı sistemler çok yıldızlı sistemlerdir.

Schwarz vd. (2011) göre anakol ve anakol öncesi yıldızların yaklaşık yüzde 70'i çift veya daha çok yıldızlı sistemlerdir. Birden fazla yıldızı olan sistemlerde ötegezegen bulunması yörünge kararlılığının araştırılması bakımından ilgi çekici bir konu olmuştur. Tez kapsamında, 1 Kasım 2022'ye kadar keşfedilen tüm ötegezegen sistemleri incelenmiştir. Literatürde daha önce sınıflaması yapılmayan üç yıldızlı sistemlerdeki ötegezegen yörüngeleri sınıflandırılmıştır. Ayrıca literatürde daha önce sınıflandırılması yapılan üç yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegen yörünge tanımlarının (adlandırmalarının) bazı tutarsızlıkları ve kolay anlaşılabilir olmaması tezin ana motivasyon kaynağı olmuştur. Örneğin 16 Cyg, HD 132563 ve 91 Aqr sistemlerinde ötegezegenler ayırık olan bileşen etrafında dönüyorken literatürde sırasıyla S2, S3 ve S1 yörünge olarak isimlendirilmiştir.

Bu tez çalışması, ötegezegenlerin dolandığı yörüngelerin isimlendirilmesi ve sınıflandırılması, barınak yıldızların tayf türleri ve ısıtma sınıfları ile ilgili istatistikler konularında yapılan analizleri kapsamaktadır. Literatür taraması ve elde edilen bilgiler sayesinde, birden fazla yıldızı olan sistemlerdeki gezegenlerin barınak yıldızları ve yörünge tipleri hakkında bilgiler listelenmiştir.

²<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/index.html>

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Ötegezegen

Türkçe "ötegezegen" tabiri ilk olarak 2009 yılında kullanılmaya başlanmıştır (Ak ve Eker, 2009). Güneş sistemimizdeki gezegenlerin Güneş etrafında dolandığı gibi, Güneş sistemi dışında bir veya birçok yıldızın etrafında dolanan bu gezegenlere de "ötegezegen" ismi verilmiştir. Ötegezegenleri barındıran yıldızlara ise "barınak yıldız" adı verilir. Ötegezegenlerin parlaklığı, barınak yıldızından aldığı ışığı yansıtıkları için parlaklıkları barınak yıldızının sıcaklığına, yarıçapına, gezegene olan uzaklığına, gezegen yarıçapına ve gezegenin ışığı yansıtma katsayısı olan albedosuna bağlıdır. Bazı ötegezegenler, barınak yıldızının etrafındaki tam bir yörünge hareketini birkaç gün içinde tamamlarken, bazılarında ise yörünge dönemi onlarca yıla kadar uzayabilir. Örneğin, HD 65216 sistemi, üç yıldız ve iki ötegezegeni içermektedir. 2004 yılında sistemin ilk ötegezegeni (HD 65216 b) keşfedilmiştir (Mayor vd. 2004). Aynı sistemde bulunan ikinci ötegezegen olan HD 65216 c (Wittenmyer vd. 2013) adlı gezegenin yörünge periyodu ise 5370 ± 20 gün olarak belirlenmiştir (Wittenmyer vd. 2019). Benzer bir örnek olarak, 2009 yılında WASP-12 sisteminde keşfedilen WASP-12 b ötegezegeninin (Hebb vd. 2009) yörünge periyodu ise 1.091 gün olarak belirlenmiştir (Chakrabarty ve Sengupta, 2019). Bu farklılıkların temel nedeni, ötegezegenin barınak yıldızına olan uzaklığıdır çünkü gezegenler barınak yıldızlarının etrafında Kepler'in 3. yasasına göre dolanırlar. Kepler'in 3. yasasına göre bir gezegenin barınak yıldızı etrafındaki bir turu için geçen sürenin karesi ile gezegenin barınak yıldızına olan uzaklığının küpü ile orantılıdır.

2.2. Ötegezegen Keşiflerinde Kullanılan Uzay Teleskopları

Ötegezegenler, kendi ışıklarını üretmedikleri için onları kendi yaydıkları ışıkları ile keşfetmek oldukça zordur. Doğrudan görüntüleme yönteminde ancak barınak yıldızın ışığı kapatılarak ötegezegenler doğrudan görülebilmektedir. Dolayısıyla, ötegezegenlerin doğrudan görüntüleme yöntemi haricinde doğrudan görüntülenmesi veya onların barınak yıldızından yansıyan ışıklarının doğrudan tespit edilmesi oldukça zordur. Bu nedenle, ötegezegen keşifleri için yapılan çalışmalar her konuda hassaslıkla yapılmalıdır.

- **Hubble** : Hubble uzay teleskobu, 24 Nisan 1990 tarihinde fırlatılmıştır. Hubble, 2.4 m ayna çapı ile uzay araştırmalarında kullanılan uzay teleskobudur. (NASA³) Kozmolojide öncü rol oynayan Hubble aldığı görüntüler sayesinde birçok ötegezegen keşfine yol açmıştır.



Şekil 2.1. Hubble uzay teleskobu (Hubble⁴)

Şekil 2.1’de Hubble uzay teleskobu gösterilmiştir. Hubble uzay teleskobu görev süresi boyunca 1.5 milyondan fazla gözlem gerçekleştirmiştir. Ayrıca, toz içeren disklerin evrimi ve gezegen sistemleri oluşumu, yıldız oluşum bölgeleri, diğer yıldızların etrafında dolanan gezegenlerin atmosferleri gibi konular başarıyla incelenmiştir. Hubble, NASA tarafından yürütülen bu gözlemlerle bilimsel veriler sağlamıştır (NASA)⁵.

- **MOST** : 22 Haziran 2003 tarihinde Kanada’nın ilk uzay aracı olarak fırlatılan MOST (Microvariability and Oscillations of Stars) uzay aracı, yıldızlardaki parlaklık değişimini tespit etmek amacıyla tasarlanmıştır. Uzay aracı asterosismoloji çalışmalarında kullanılmıştır. Bunun yanı sıra ötegezegen keşifleri için de kullanılmış ve yıldızların parlaklık değişimleri üzerinden ötegezegenlerin varlığı hakkında bilgi sağlamıştır.

Şekil 2.2’de MOST uzay aracı gösterilmiştir.

³https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/story/index.html

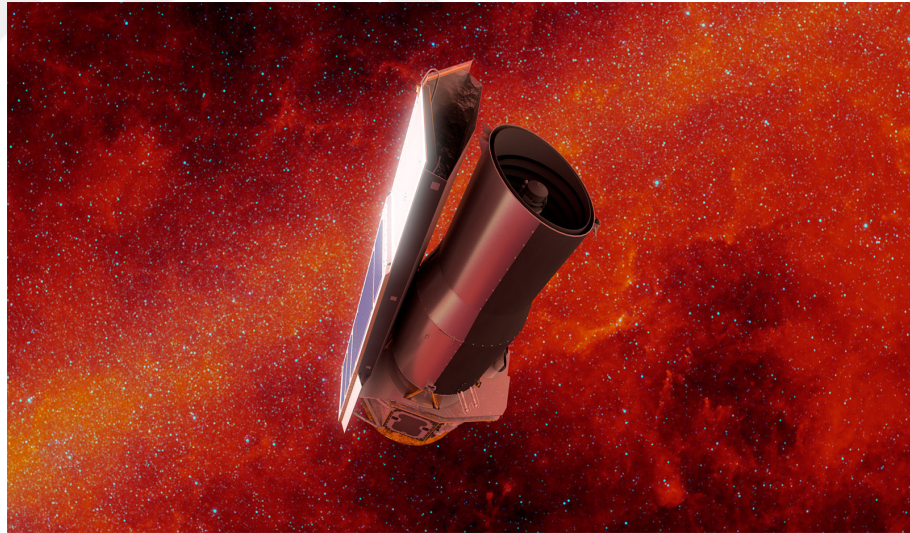
⁴<https://hubblesite.org>

⁵https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/about



Şekil 2.2. Most uzay aracı (Astro/Canada)⁶

• **Spitzer** : 24 Haziran 2003 tarihinde, Spitzer uzay teleskobu kızılötesi gözlem yapabilen bir uzay teleskobu olarak uzaya fırlatılmıştır. Bu teleskop daha sonra ötegezegen keşiflerinde kullanılmış ve 2020 yılında görevi sonlanmıştır. 2005 yılında Spitzer kullanılarak ilk kez HD 209458 b ve TrES-1 b gezegenlerinden kızılötede ışık alınmıştır (NASA⁷). Şekil 2.3’de Spitzer uzay aracı gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Spitzer uzay aracı (NASA/JPL)⁸

• **Corot** : 27 Aralık 2006 tarihinde, Corot uzay teleskobu fırlatılmıştır. Corot’un iki temel misyonu vardır. İlk olarak, kısa yörünge periyoduna sahip büyük karasal gezegenleri araştırmak amacıyla kullanılmıştır. İkinci olarak, yıldızlardaki güneş benzeri

⁶https://astro-canada.ca/le_telescope_spatial_most-the_most_space_telescope-eng

⁷<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/historic-timeline/#first-light-from-an-exoplanet-observed>

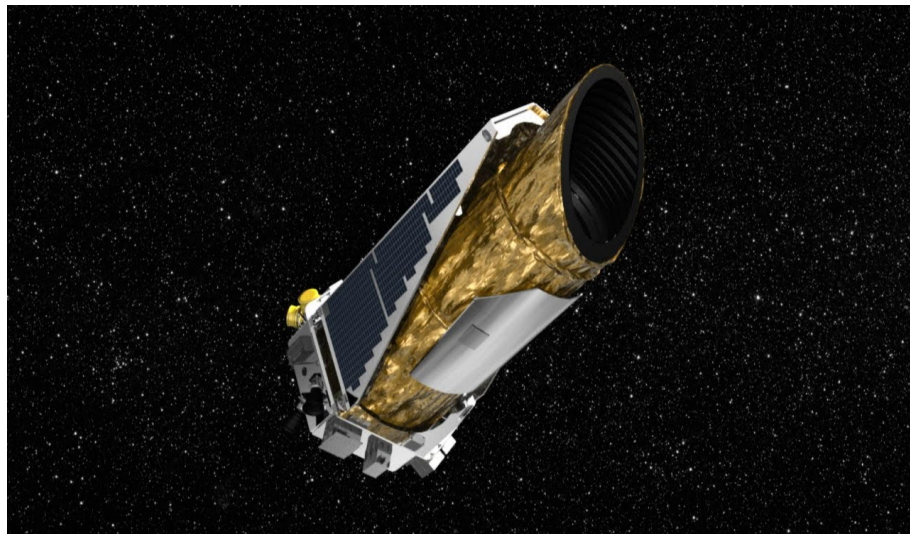
⁸<https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-celebrates-the-legacy-of-the-spitzer-space-telescope>

salınımları inceleyerek asterosismoloji çalışmaları yapmıştır. Bu misyonlar doğrultusunda, Corot 2013 yılına kadar veriler elde etmeyi başarmıştır. Şekil 2.4’de Corot uzay aracı gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Corot uzay aracı (ESA)⁹

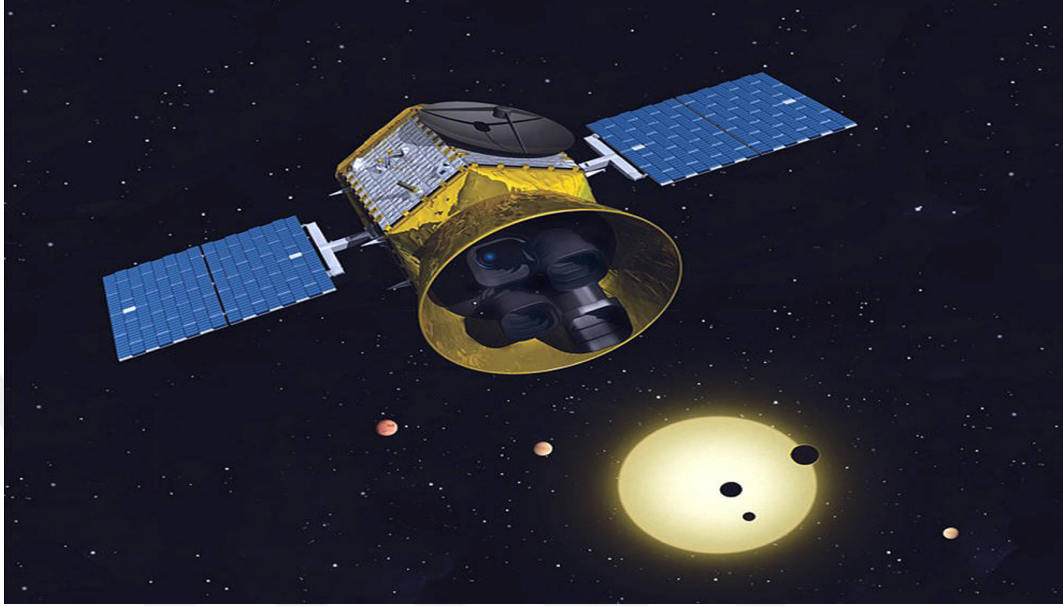
• **Kepler** : 6 Mart 2009 tarihinde, ötegezegen keşiflerinin sayısının artışında çağ atlatacak uzay aracı olan Kepler fırlatılmıştır. Kepler, 2000’den fazla ötegezegen keşfine imkan sağlamış ve 2013 yılına kadar bu misyonu başarıyla sürdürmüştür. Ancak, 2013 yılında Kepler uzay aracında meydana gelen mekanik sorunlar nedeniyle "K2" adı verilen yeni bir misyona geçilmiş ve Kepler veri toplamaya devam etmiştir (Howell vd. 2014). Şekil 2.5’de Kepler uzay aracı gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Kepler uzay aracı (NASA)¹⁰

⁹https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/COROT/COROT_on_its_way

• **TESS** : 18 Nisan 2018 tarihinde, Kepler'in misyonunu devam ettirecek olan TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) uzaya fırlatılmıştır. 7 Ağustos 2018 tarihinde ilk ışığını alarak görevine başlayan TESS, günümüzde aktif olarak gözlem yapmakta ve ötegezegen keşiflerine olanak sağlamaktadır. Şekil 2.6'da TESS uzay aracı gösterilmiştir.

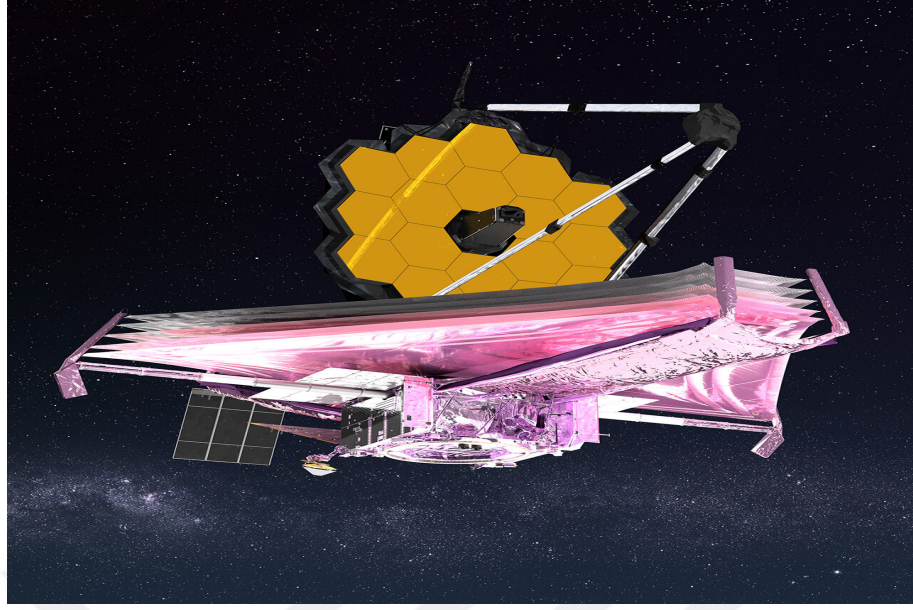


Şekil 2.6. TESS uzay aracı (NASA)¹¹

• **JWST** : 2021 Aralık ayında, son olarak James Webb Uzay Teleskobu (JWST) fırlatılmıştır. JWST, Hubble Uzay Teleskobu'nun misyonunu devam ettirmek üzere tasarlanmış bir uzay aracıdır. JWST, ötegezegen atmosferlerini detaylı bir şekilde görüntüleme imkanına sahip olacak ve bu alanda önemli keşiflere katkı sağlayacaktır. Şekil 2.7'de James Webb Uzay Teleskobu gösterilmiştir.

¹⁰https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/overview/index.html

¹¹<https://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-s-tess-mission-cleared-for-next-development-phase>

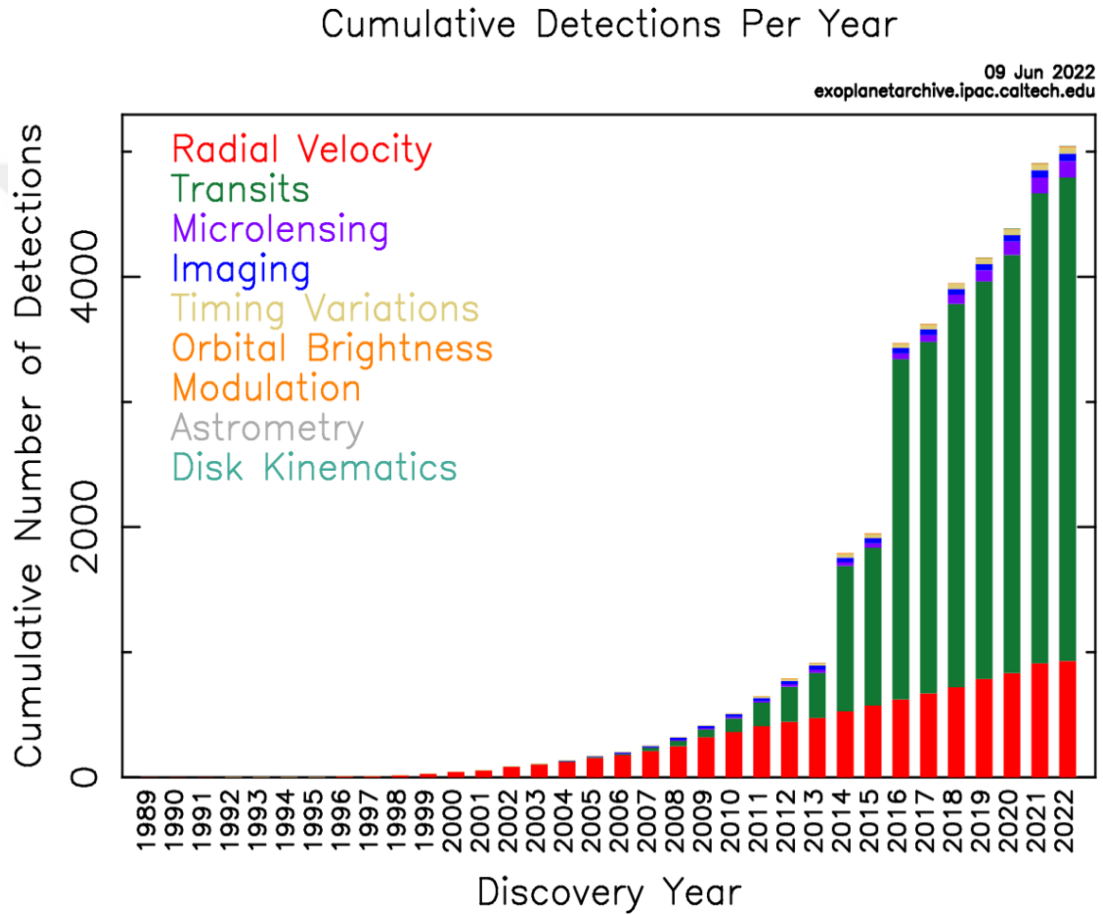


Şekil 2.7. JWST uzay aracı (NASA)¹²

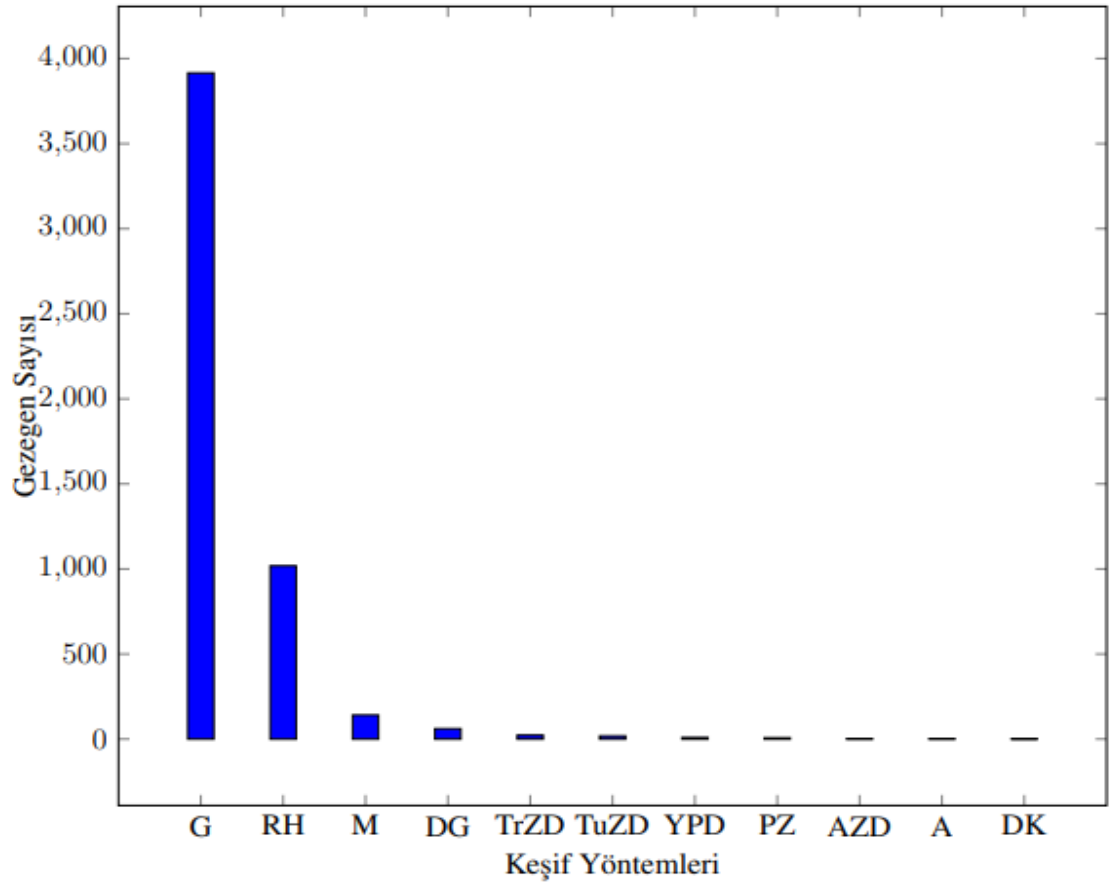
¹²<https://solarsystem.nasa.gov/missions/james-webb-space-telescope/in-depth/>

2.3. Ötegezegen Keşif Yöntemleri

Uzay teleskobu görevleriyle elde edilen verilerin nasıl analiz edileceği önemli bir konudur. Günümüzde 11 keşif yöntemiyle birlikte ötegezegen keşifleri yapılmaktadır. Bu keşif yöntemleri şunlardır: Geçiş (Transit), Radyal Hız, Mikromerceklem, Doğrudan Görüntüleme, Transit Zamanı Değişimi, Tutulma Zamanı Değişimi, Yörüngesel Parlaklık Değişimi, Pulsar Zamanlaması (Atmaların frekansı), Atma Zamanı Değişimi (Sinyalin ulaşma zamanı değişimi), Astrometri ve Disk Kinematiki. Şekil 2.8'de yıllara ve keşif yöntemlerine göre dağılım verilmiştir.



Şekil 2.8. Ötegezegenlerin keşif yöntemine göre dağılımı (NASA)



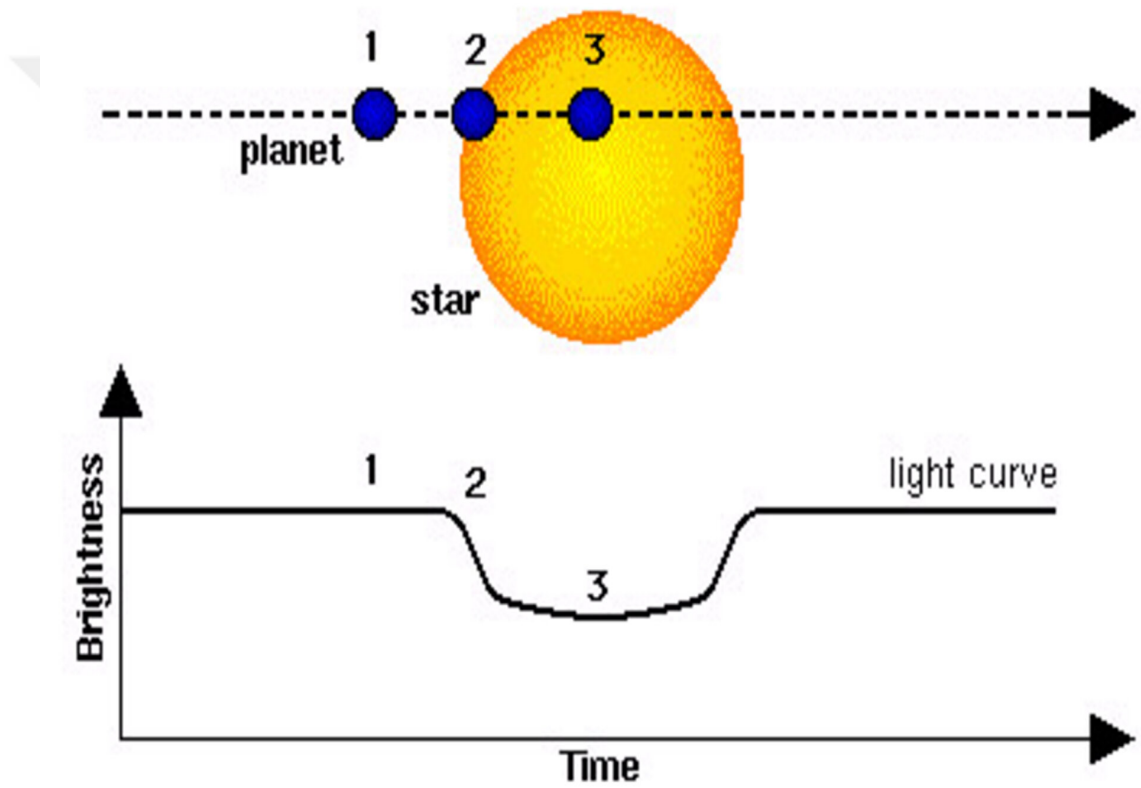
Şekil 2.9. Tez kapsamında incelenen ötegezegenlerin keşif yöntemine göre dağılımı (1 Kasım 2022)

Şekil 2.9’da 1 Kasım 2022 tarihine kadar yapılmış olan tüm ötegezegen keşif verilerinden elde edilen dağılım gösterilmiştir (G=Geçiş, RH=Radial Hız, M=Mikromerceklem, DG= Doğrudan görüntüleme, TrZD=Transit Zamanı Değişimleri, TuZD= Tutulma Zamanı Değişimleri, PZ=Pulsar Zamanlaması, AZD=Atma Zamanı Değişimi, A=Astrometri, DK=Disk Kinematiki).

2.3.1. Transit (Geçiş) Yöntemi

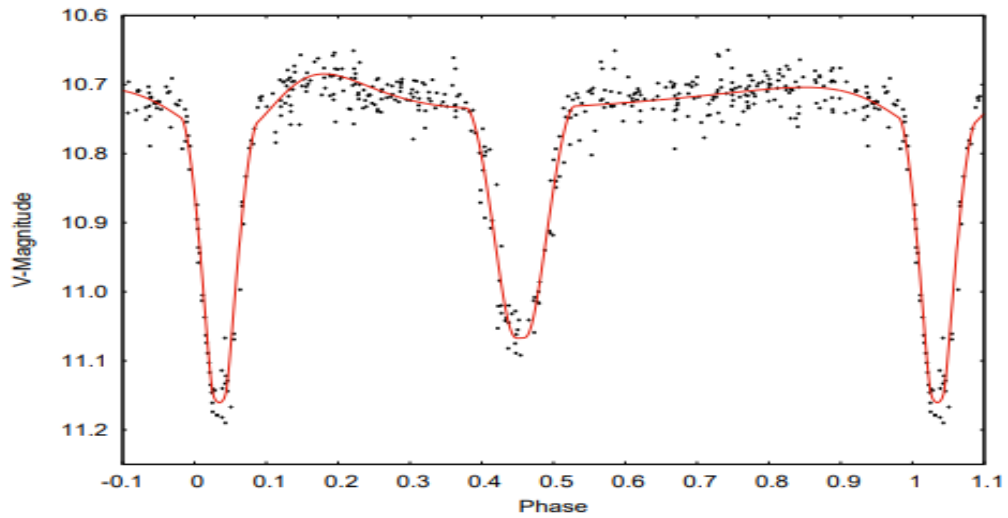
Günümüze kadar birçok ötegezegen keşfinde kullanılan yöntemlerden biri transit (geçiş) yöntemidir. Ötegezegen, yıldızdan gelen ışığın bir kısmını bloke ederek gözlemciye ulaşan ışık miktarında belirli bir azalmaya neden olmaktadır. Bu azalma, genellikle yıldızın parlaklığındaki düşüş olarak gözlenmektedir.

Ancak, bu azalma genellikle çok belirgin bir düşüş değildir. Ötegezegenin boyutu, yıldız ile gözlemci arasındaki konum, yörünge özellikleri ve gezegenin albedosuna bağlı olarak azalma miktarı değişkenlik gösterebilmektedir. Bu değişkenliğin sonucunda, transit yöntemiyle ötegezegen keşfi yaparken hassas ölçümler ve detaylı analizler gereklidir.



Şekil 2.10. Geçiş yönteminin şematik gösterimi

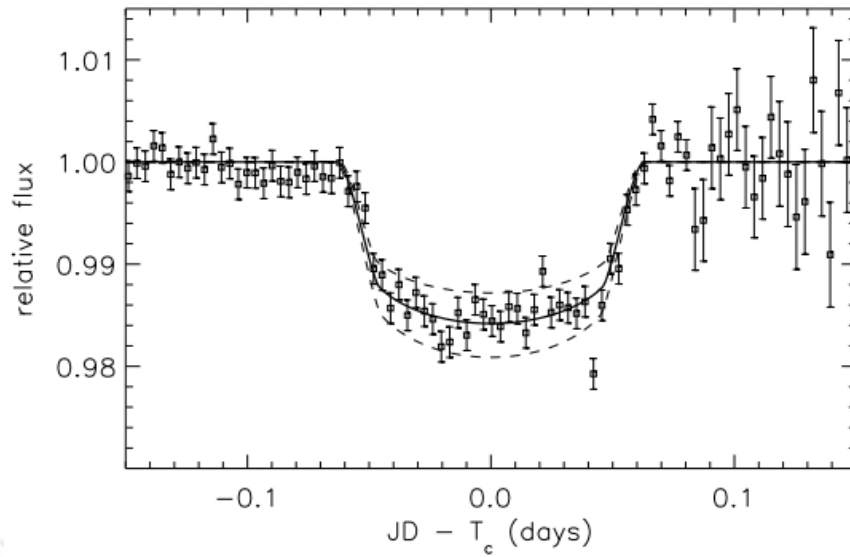
Şekil 2.10'da geçiş yöntemi şematik olarak gösterilmiştir. Burada gezegenin barınak yıldızı ile gözlemci arasından geçerken ışık eğrisinde meydana gelen azalma temsili olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.11. ASAS 073218–1436.5 yıldızının ışık eğrisi (Bakış vd. 2020)

Örten çift yıldızlarda, yıldızlar birbirinin önünden veya arkasından geçtiği anlarda tutulmalar olmaktadır. Bu tutulma anlarında gözlemciye yıldızdan gelen ışıktaki bir azalma meydana gelir ve bu minimum olarak adlandırılır. Daha sıcak olan bileşen örtüldüğü zaman olan minimum daha derindir ve baş minimum olarak adlandırılmaktadır. Aynı şekilde daha soğuk olan bileşen örtüldüğü zaman olan minimum daha sığdır ve yan minimum olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.11’de örten değişen ASAS 073218–1436.5 yıldızına ait ışık eğrisi verilmiştir. Bu minimumlardaki geçişlerden kaynaklı parlaklık azalması, ötegezegen keşiflerinde kullanılan geçiş yöntemiyle kıyaslanabilir.

Şekil 2.11’de ışık eğrisi verilen ASAS 073218–1436.5 için baş minimumda parlaklık değişimi $\Delta m \approx 0^m.45$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.12. Görelî akı biriminde HD 209448 yıldızının önünden geçen ötegezegenin sebep olduğu ışık azalması (Charbonneau vd. 2000)

Ötegezegeni olan HD 209458 yıldızına ait ışık eğrisi şekil 2.12’de verilmiştir. Barınak yıldızın önünden geçen 1.27 R_J yarıçaplı ötegezegen, yıldızdan gelen ışığı yaklaşık 0.015 kadir azaltmıştır (Charbonneau vd. 2000).

Yani ötegezegen barınak yıldızının önünden geçerken, gözlemcinin ölçtüğü yıldız parlaklığında 0.015 kadirlik bir azalma meydana gelmektedir. Sonuç olarak daha sıcak bileşenin önünden daha soğuk olan diğer bileşen geçtiği zaman (2.11) parlaklıktaki azalma 0.45 kadir olarak hesaplanmıştı. Ötegezegen barınak yıldızının önünden geçerken bu değerden yaklaşık 28 kat daha küçük bir parlaklık değişimine neden olmaktadır. Bu nedenle, ötegezegen geçişlerini tespit etmek için detaylı ve hassas ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçümler için yüksek teknolojik aletlere ihtiyaç duyulmaktadır.

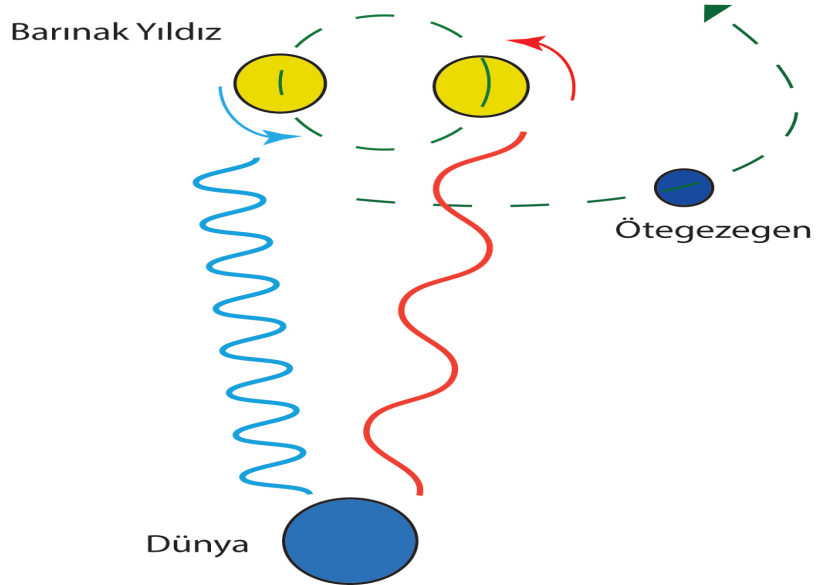
1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹³ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 3915 tanesi geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir.

2.3.2. Radyal Hız Yöntemi

Kütle olarak yıldızdan çok küçük olan ötegezegenin yıldız-gezegen sisteminin kütle merkezine göre yıldızın radyal hızında çok küçük ama ölçülebilir değişimler meydana getirmektedir. Örneğin bir yıldızın etrafında dolanan bir ötegezegen, yıldızın çekim kuvveti sebebiyle yıldızın etrafında eliptik bir yörüngede hareket eder. Ancak, ötegezegenin kütlesi ve boyutuna bağlı olarak aynı periyot ile tekrarlanan yıldız ve gezegen hareketi, yıldızda çok küçük bir radyal hız değişimine neden olabilmektedir.

¹³<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

Bu değişim, gözlemci tarafından tespit edilebilmektedir. Gözlemciye doğru hareket eden bir yıldızın tayf çizgilerinin dalga boyları daha kısa dalga boylarına (daha mavi) kayarken, gözlemciden uzaklaşan bir yıldızın tayf çizgilerinin dalga boyları daha uzun dalga boylarına (daha kırmızı) kaymaktadır. Bu tayf çizgilerinin dalga boylarındaki değişim miktarları, ötegezegenin varlığını tespit etmek için kullanılabilir. Radyal hız yöntemiyle, yıldızın tayfı düzenli aralıklarla ölçülerek dikine hızdaki değişim izlenmektedir. Eğer bu değişim periyodik olarak tekrarlanıyorsa, sistemde bir ötegezegenin varlığından söz edilebilir. Bu yöntemde de hassas ölçümler ve hesaplamalar gereklidir. Yıldızın tayfının doğru şekilde analiz edilmesi ve Doppler kaymalarının hassas bir şekilde ölçülmesi önemlidir. Bu nedenle, radyal hız yöntemiyle yapılan ötegezegen keşifleri, ileri teknolojiye sahip ekipmanlar ve dikkatli veri analizi gerektirir. Şekil 2.13’de radyal hız yöntemi şematik olarak gösterilmiştir.

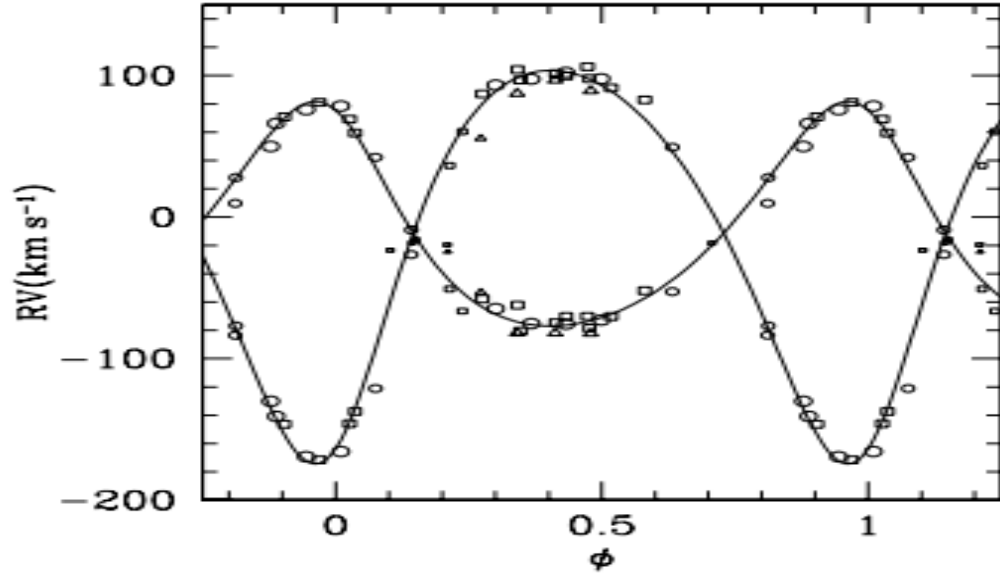


Şekil 2.13. Radyal hız yönteminin şematik gösterimi

51 Pegasi b gezegeni 6 Ekim 1995 tarihinde keşfedilmiştir (Mayor ve Queloz, 1995). Bu keşif, Dünya dışında bir gezegenin Güneş Sistemi dışında bir yıldızın etrafında dolandığının ilk doğrulanmış örneğidir. Bu gezegen, radyal hız yöntemi kullanılarak keşfedilmiştir.

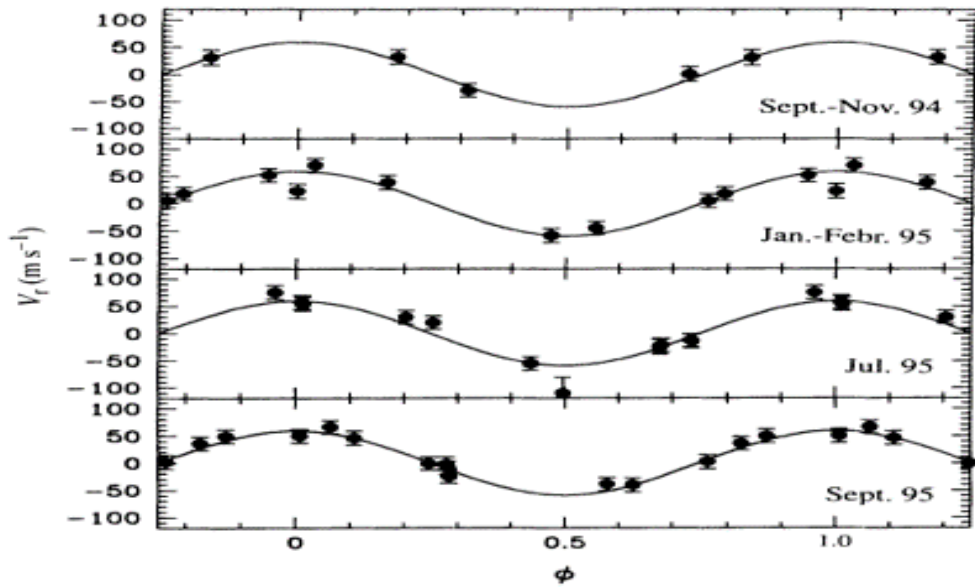
51 Pegasi b’nin keşfi, hem radyal hız yöntemiyle keşfedilen hem de bir anakol yıldızının etrafında dolanan ilk gezegen olarak büyük bir öneme sahiptir. Bu keşif, ötegezegen araştırmalarında bir dönüm noktası olarak kabul edilir ve gezegen avında yeni bir çağın başlangıcını temsil eder. Michel Mayor ve Didier Queloz, 2019 yılında bu

önemli keşifleri nedeniyle Nobel Fizik Ödülü'ne layık görülmüşlerdir. Ödül, Güneş benzeri yıldızların yörüngesinde dolanan ilk ötegezegenin keşfi için verilmiştir. Bu, ötegezegen keşfi alanında yapılan önemli bir katkı olarak kabul edilmektedir.¹³



Şekil 2.14. HD 93403 çift yıldızına ait radyal hız ölçümleri (Rauw vd. 2000)

Şekil 2.14'de görüldüğü üzere radyal hız ölçümleri 79.4 km s^{-1} mertebesinde yapılmıştır. Burada genlik değeri radyal hız için $79.4 \pm 1.6 \text{ km s}^{-1}$ olarak verilmiştir (Rauw vd. 2000).



Şekil 2.15. 51 Peg yıldızına ait radyal hız eğrisi (Mayor ve Queloz 1995)

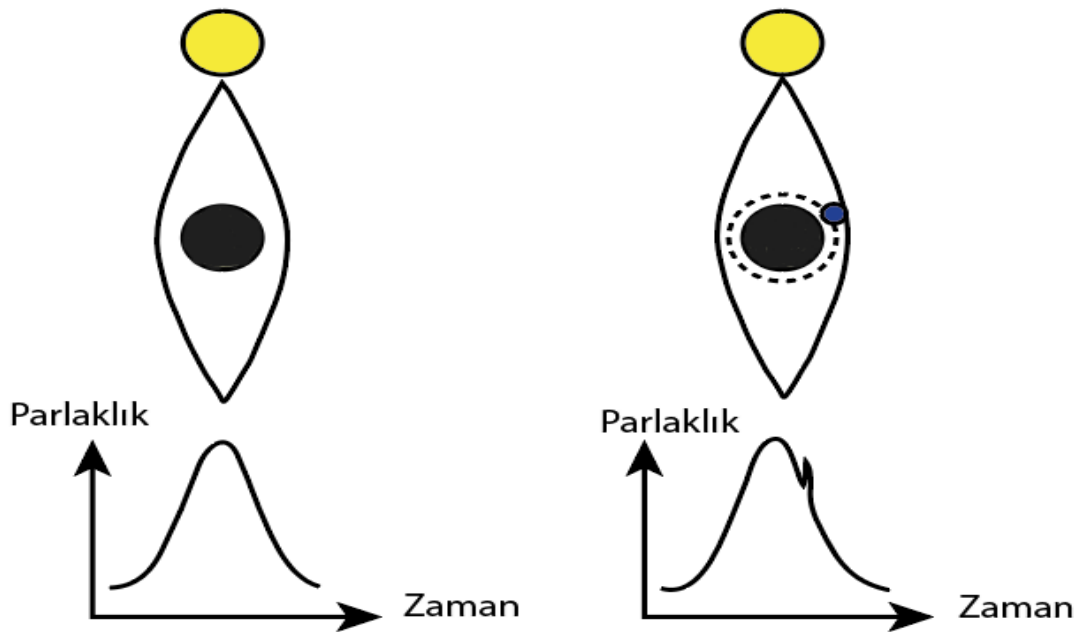
¹³<https://www.nobelprize.org/uploads/2019/10/advanced-physicsprize2019-3.pdf>

Şekil 2.15’de görüldüğü üzere radyal hız ölçümleri 50 m s^{-1} mertebesinde hassas olarak yapılmıştır. Ölçümler 1994 Eylül ayından 1995 Eylül ayına kadar yapılmıştır. Burada genlik değeri radyal hız için $50 \pm 0.03 \text{ m s}^{-1}$ olarak verilmiştir (Mayor ve Queloz, 1995).

Radyal hız yöntemi ile ötegezegen keşfi yapabilmek için m s^{-1} mertebesine kadar hassas radyal hız ölçümlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişen teknoloji ve artan imkanlar ile ölçümler gün geçtikçe daha hassas şekilde yapılabilmektedir. 1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁵ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 1018 tanesi radyal hız yöntemiyle keşfedilmiştir.

2.3.3. Mikromercekleme Yöntemi

Mikromercekleme yöntemi, ötegezegen keşiflerinde kullanılan başka bir yöntemdir. Bu yöntemde kütleli cismin etrafında uzayın eğrilmesinden dolayı ışığın doğrusal ilerleyememesi ve başka bir yıldızın ışığının (kaynak yıldız) eğilip bükülerek gözlemciye ulaşması prensibine dayanan yöntemdir. Mercek görevi gören yıldızın kütleçekimi ışığın yolunu değiştirerek bir mikro-mercek etkisi yaratır. Eğer gezegenin kütle çekimi nedeniyle gözlemciye ulaşan ışıpta ekstra bir parlaklık değişimi meydana gelirse, bu durumda bir ötegezegenin varlığı tespit edilebilir. Geçiş yönteminden farkı, gezegenin geçiş yaparak yıldızın ışığını örtmesine gerek yoktur.

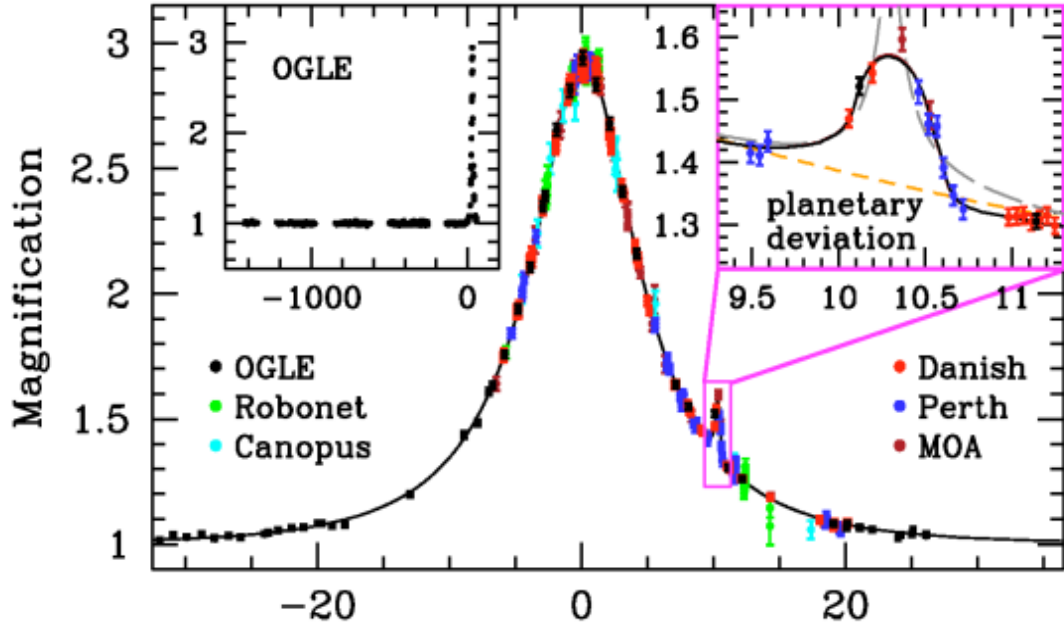


Şekil 2.16. Mikromercekleme yönteminin şematik gösterimi

Şekil 2.16’da görüldüğü üzere sarıyla gösterilen yıldızdan gelen ışık, önündeki

¹⁵<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

siyahla gösterilen bir diğer yıldızın yakınından geçerken mercekleir. Burada sarı ile gösterilen yıldız kaynak, siyahla gösterilen yıldız ise mercek yıldız denmektedir. Bu yıldızın yörüngesinde bir ötegezegen bulunuyorsa, ölçülen parlaklık değerinde ekstra bir artış gözlenecektir.



Şekil 2.17. OGLE-2005-BLG-390 yıldızına ait ışık eğrisi (Beaulieu vd. 2006)

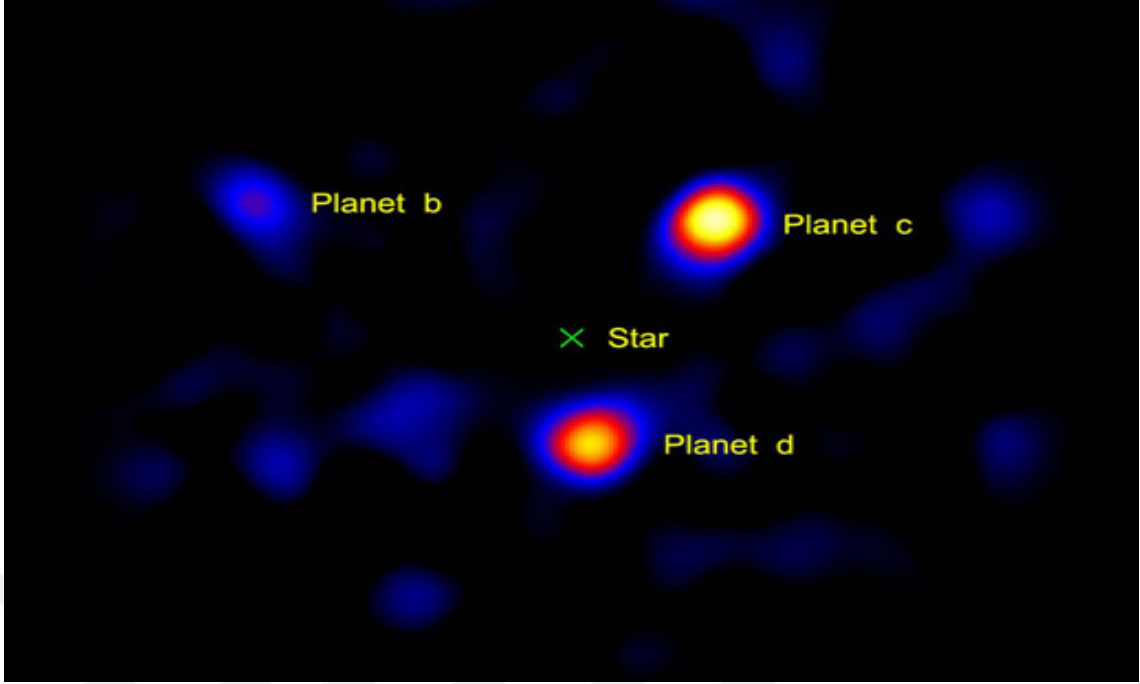
Şekil 2.17’de OGLE (The Optical Gravitational Lensing Experiment)-2005-BLG-390 yıldızına ait ışık eğrisi ve ek olarak şeklin sağ üstünde gezegenden dolayı oluşan sapma gösterilmiştir.

1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁶ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 141 tanesi mikromerceklemeye yöntemiyle keşfedilmiştir.

2.3.4. Doğrudan Görüntüleme Yöntemi

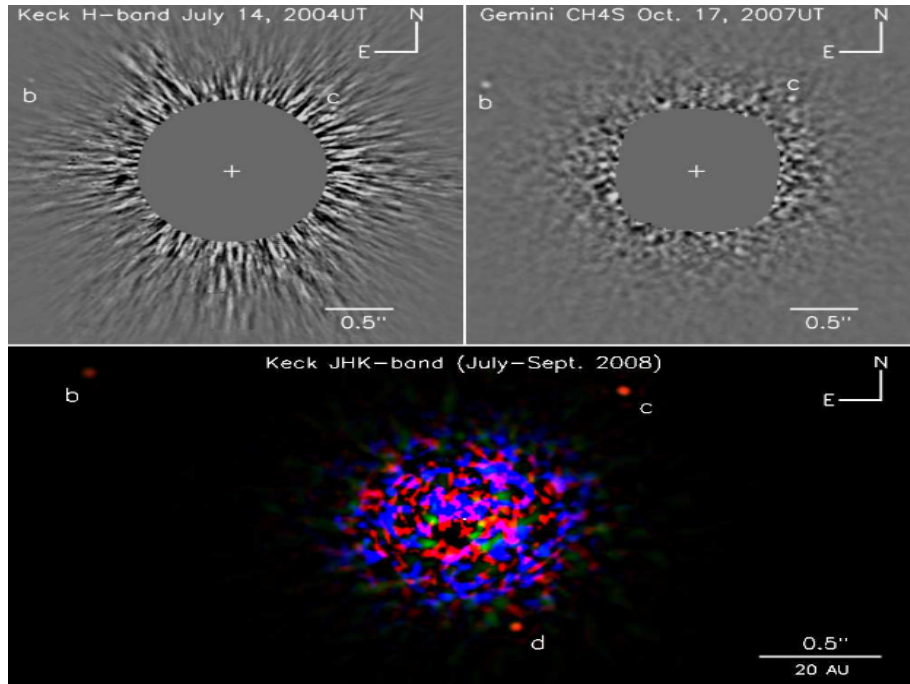
Gezegenlerin yıldızlardan yansıyan ışığı yıldızların kendi ışıklarının yanında yüzlerce kat sönük kalmaktadır. Bu nedenle, onları doğrudan tespit etmek oldukça zordur. Yıldızlardan uzakta dolanan gezegenler yıldız ışığının belirli bir kısmını yansıtma ve bu sayede keşfedilebilirler. Barınak yıldızdan gelen ışığı engelleyip, ötegezegeni termal emisyonundan tespit etmek için koronagraflar kullanılmaktadır.

¹⁶<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>



Şekil 2.18. HR 8799 yıldızı ve gezegenlerinin gösterimi (NASA/JPL)¹⁴

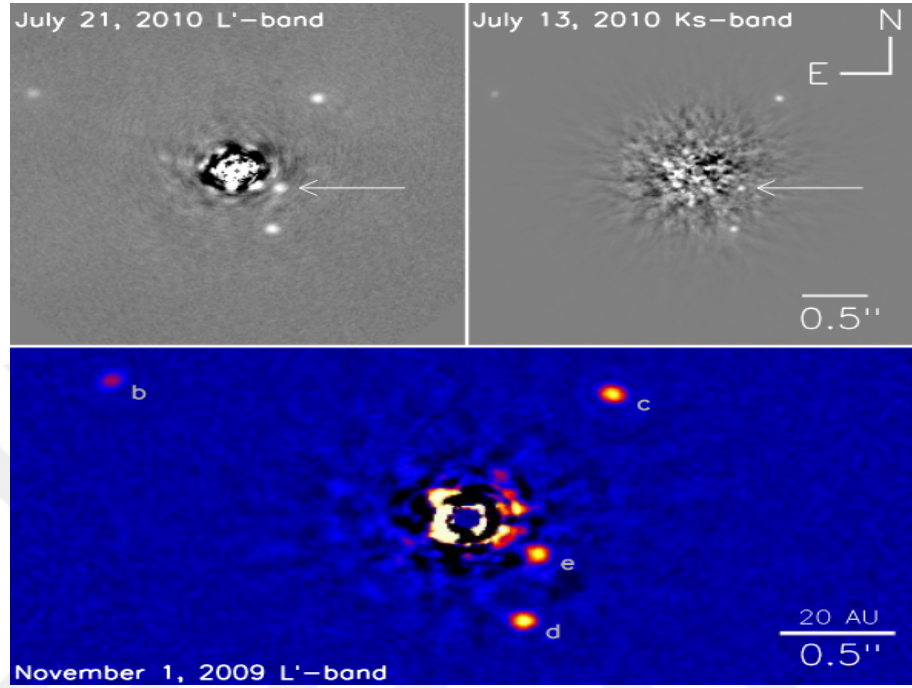
Şekil 2.18’de koronograf ile örtülen barınak yıldız olan HR 8799 x ile gösterilmiştir. Burada yıldızdan gelen ışık koronograf yardımıyla engellendiği için diğer gezegenlerin varlığı açık şekilde görülmektedir.



Şekil 2.19. HR 8799 yıldızı ve üç gezegeninin keşfi (Marois vd. 2008)

¹⁴<https://www.nasa.gov/topics/universe/features/exoplanet20100414-a.html>

Şekil 2.19’da gösterilen HR 8799 yıldızının gezegenleri Marois vd. (2008) tarafından keşfedilmiştir. Burada da kullanılan bir koronograf yardımıyla gezegenlerden yansıyan ışıklar tespit edilmiştir. HR 8799 sistemindeki dördüncü gezegen Marois vd. (2010) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 2.20. HR 8799 yıldızının dördüncü ötegezegeninin keşfi (Marois vd. 2010)

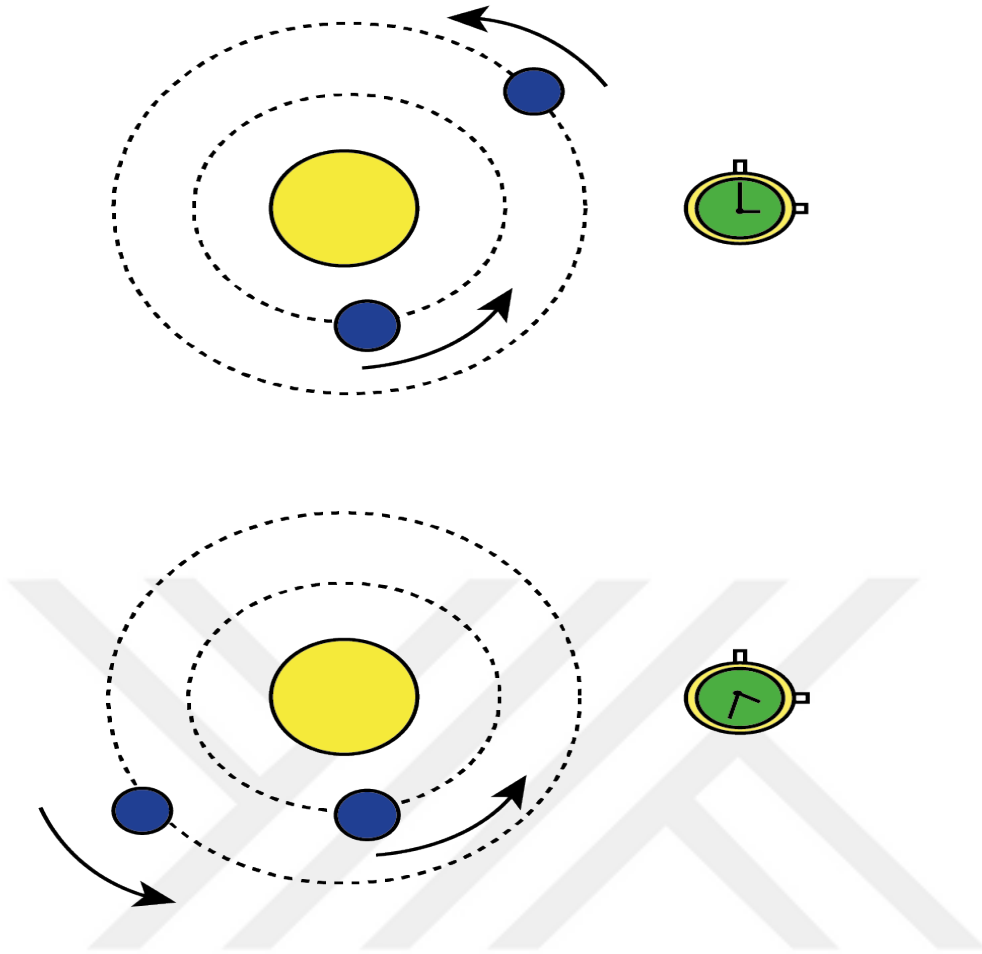
Şekil 2.20’de görüldüğü gibi HR 8799 e gezegeni barınak yıldızına daha yakın olduğundan 2008 yılında kullanılan koronografıta ortaya çıkmamıştır. Bu ötegezegen, kullanılan farklı bir koronograf ile yine Marois vd. (2010) tarafından, sistemdeki dördüncü gezegen olarak keşfedilmiştir.

1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁷ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 61 tanesi doğrudan görüntüleme yöntemiyle keşfedilmiştir.

2.3.5. Transit Zamanı Değişimleri

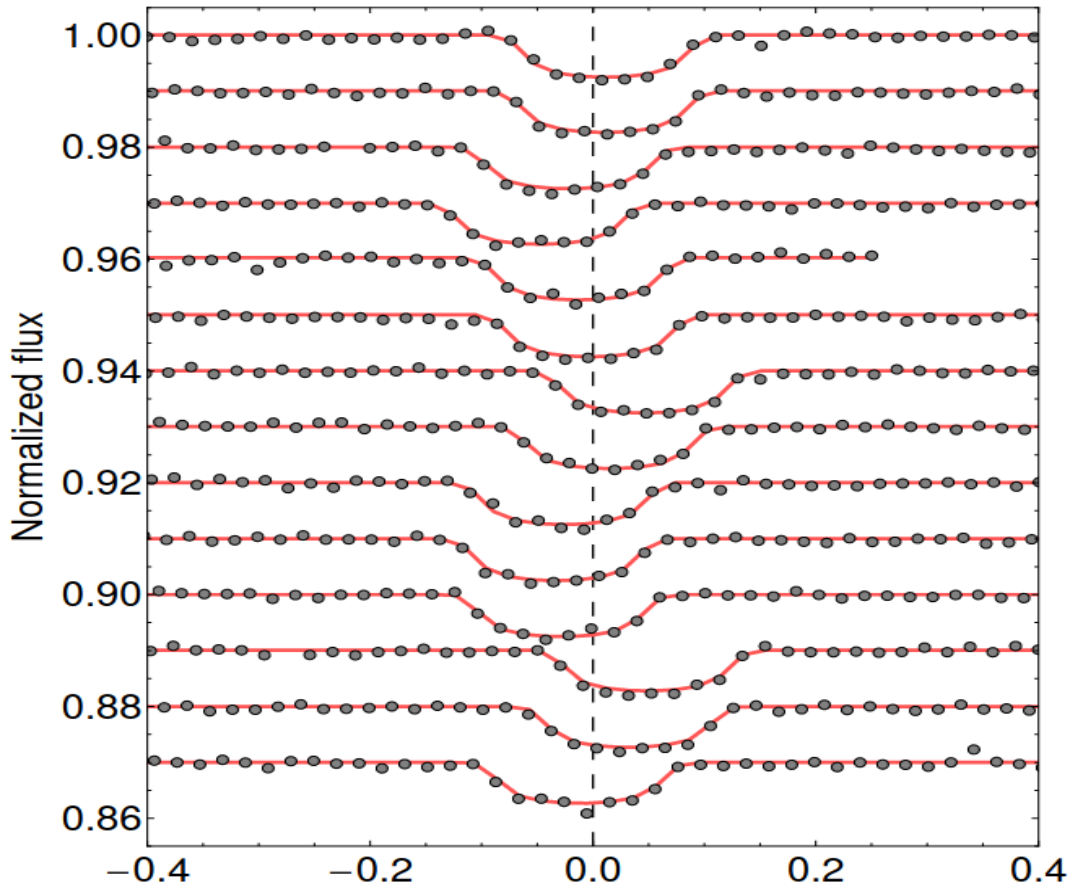
Bir yıldızın etrafında dolanan bir ötegezegenin yörüngesindeki hareketi, Dünya’nın Güneş etrafındaki hareketiyle benzerlik gösterir. Yani sistemde bir gezegen varsa, yörünge periyodunun tam olarak aynı olması beklenir. Bu nedenle, bu gezegenin yörünge hareketinin her zaman yaklaşık olarak aynı sürede tamamlanması beklenir. Ancak, eğer sistemde görünmeyen başka bir ötegezegen varsa, bu ötegezegen geçiş yapan ötegezegeni kütleçekimsel olarak etkiler. Bu etkileşim, geçiş zamanını erken ya da geç bir zamanda gerçekleşmesine neden olur. Yani, beklenen geçiş zamanından sapma gözlenir. Bu sapma, diğer gezegenlerin varlığını tespit etmek için kullanılabilir.

¹⁷<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>



Şekil 2.21. Transit zamanı değişiminin şematik gösterimi

Şekil 2.21’de görüldüğü gibi sistemde başka bir ötegezegen varsa geçiş yapan ötegezegeni etkileyecek ve geçiş zamanında bir değişime sebep olacaktır. Üstteki kısımda dış gezegen iç gezegeni hızlandırmakta, iç gezegen de dış gezegeni yavaşlatmaktadır. Aşağıda ise bu konumda iç gezegen dış gezegeni hızlandırmakta, dış gezegen de iç gezegeni yavaşlatmaktadır. Yukarıdaki durumdan farklıdır. Yani iç gezegenin transiti gecikmeli olarak, dış gezegenin transiti ise daha erken gerçekleşecektir. Bu değişimlerin tespitiyle sistemdeki diğer gezegen veya gezegenler keşfedilebilmektedir.



Şekil 2.22. Kepler-46 sisteminde geçiş yapan gezegene ait farklı zamanlardaki geçişler (Nesvorný vd. 2012)

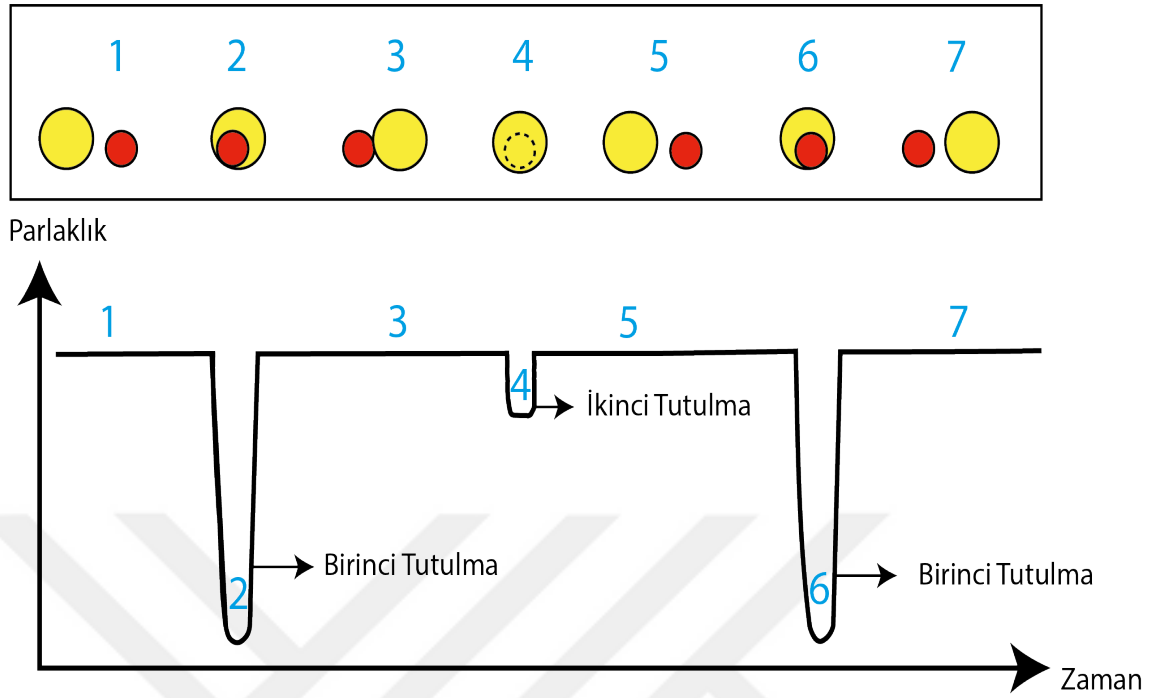
Şekil 2.22’de Nesvorný vd. (2012) tarafından geçiş yöntemiyle keşfedilen Kepler-46 b ötegezegeninin farklı zamanlarda yaptığı geçişler gösterilmiştir. Buradaki geçişlerin periyodik olarak tekrarlanmamasından dolayı sistemdeki Kepler-46 c ötegezegeni de Nesvorný vd. (2012) tarafından keşfedilmiştir. Daha sonra geçiş yöntemiyle sistemdeki üçüncü ötegezegen olan Kepler-46 d ise Rowe vd. (2014) tarafından keşfedilmiştir.

1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁸ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 23 tanesi transit zamanı değişimi yöntemiyle keşfedilmiştir.

2.3.6. Tutulma Zamanı Değişimleri

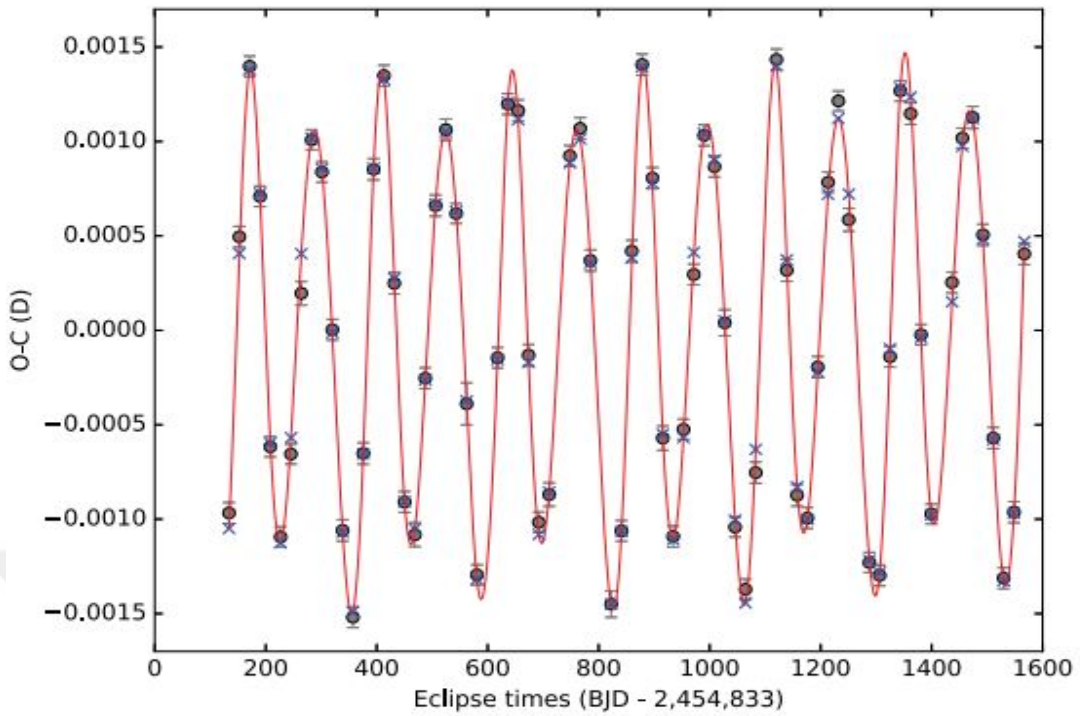
Örten çift yıldızlarda, yıldızlar birbirinin önünden veya arkasından geçtiği anlarda tutulmalar meydana gelmektedir. Tutulma esnasında gözlemci yıldızın parlaklığını bir miktar azalmış olarak ölçecektir. Bu azalma miktarı yıldızların yarıçaplarına bağlıdır. Bu tutulmalar belirli periyotlarla olmalıdır. Eğer örten bir çift yıldızın tutulmaları periyodik olarak olmuyorsa, sistemdeki bir üçüncü cismin varlığından bahsedilebilir.

¹⁸<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>



Şekil 2.23. Örtün çift yıldızların şematik ışık eğrisi

Şekil 2.23’de örtün yıldızların ışık eğrisi şematik olarak gösterilmiştir. Burada daha soğuk bileşen sıcak bileşenin önünden geçerken birinci tutulma (baş minimum) görülürken, sıcak bileşen soğuk bileşenin önünden geçerken ikinci tutulma (yan minimum) görülmektedir.



Şekil 2.24. Bünyesinde ötegezegen barındıran KIC 5095269 sisteminin tutulma zamanlarına karşılık O-C eğrisi (Getley vd. 2017)

Şekil 2.24’de Getley vd. (2017) tarafından keşfedilen KIC (Kepler Input Catalogue) 5095269 b ötegezegeninin örten çift yıldızın tutulma zamanlarına nasıl etki ettiği gösterilmiştir. Burada periyodik olarak tekrarlanması gereken minimumların zamanları değişmektedir. Bu değişimin nedeni sistemdeki keşfedilmemiş bir cismin kütleçekim kuvvetinden kaynaklanmaktadır. Burada bu üçüncü cisim minimum zamanlarının periyodik tekrarlanmasını değiştirmiştir. Grafikte O-C olarak gösterilen kısımda O gözlemlenen ve C hesaplanan minimum zamanları olarak verilmektedir. Değişen tutulma zamanları sayesinde sistemdeki ötegezegen varlığı tespit edilebilmektedir.

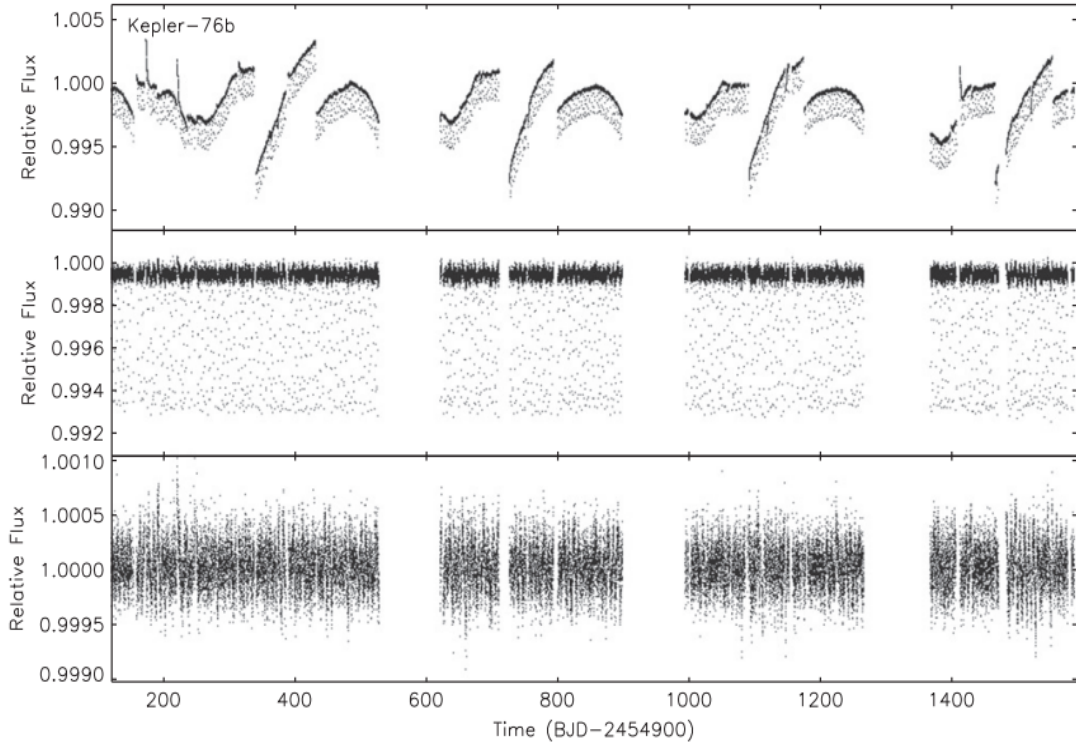
1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁸ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 18 tanesi tutulma zamanı değişimi yöntemiyle keşfedilmiştir.

2.3.7. Yörüngesel Parlaklık Değişimleri

Bir gezegen yıldızın gözlemciye göre önünden geçmese bile sistemin toplam parlaklığını etkileyebilir. Örneğin, gezegen yörünge boyunca dolanırken, yıldızdan yansıyan ışık miktarı periyodik olarak değişiyor gibi gözlemci tarafından algılanır. Bu yöntem, daha fazla yıldız ışığı yansıttıkları için büyük ve barınak yıldızına yakın gezegenlerde kullanılabilir (Beky, 2014). Bazı durumlarda, yıldızının yörüngesinde dolanan bir gezegen, gözlemciye ulaşan ışık miktarını azaltmak yerine

¹⁸<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

artmasına neden olur. Bunlar genellikle gezegenin çok yakın yörüngede dolandığı, dolayısıyla tespit edilebilir miktarda termal radyasyon yayacak kadar ısındığı durumlardır. Bu radyasyonu yıldızın kendi ışığından ayırt edemesek de, uzay teleskoplarının bu yıldızlardan aldığı ışık miktarındaki düzenli, periyodik artışlar bir gezegenin varlığına dair çıkarım yapmak için kullanılabilir (Smithsonianmag¹⁹).



Şekil 2.25. Bünyesinde ötegezegen barındıran KIC 5095269 sisteminin akı-zaman grafiği (Esteves vd. 2015)

Şekil 2.25’de Kepler-76 yıldızına ait akı-zaman grafiği gösterilmiştir. Burada sistemdeki ötegezegenden yansıyan ışık miktarıyla orantılı şekilde yıldızın parlaklığının arttığı görülmektedir. Kepler-76 b Faigler vd. (2013) tarafından yörüngesel parlaklık değişimleri yöntemiyle keşfedilmiştir.

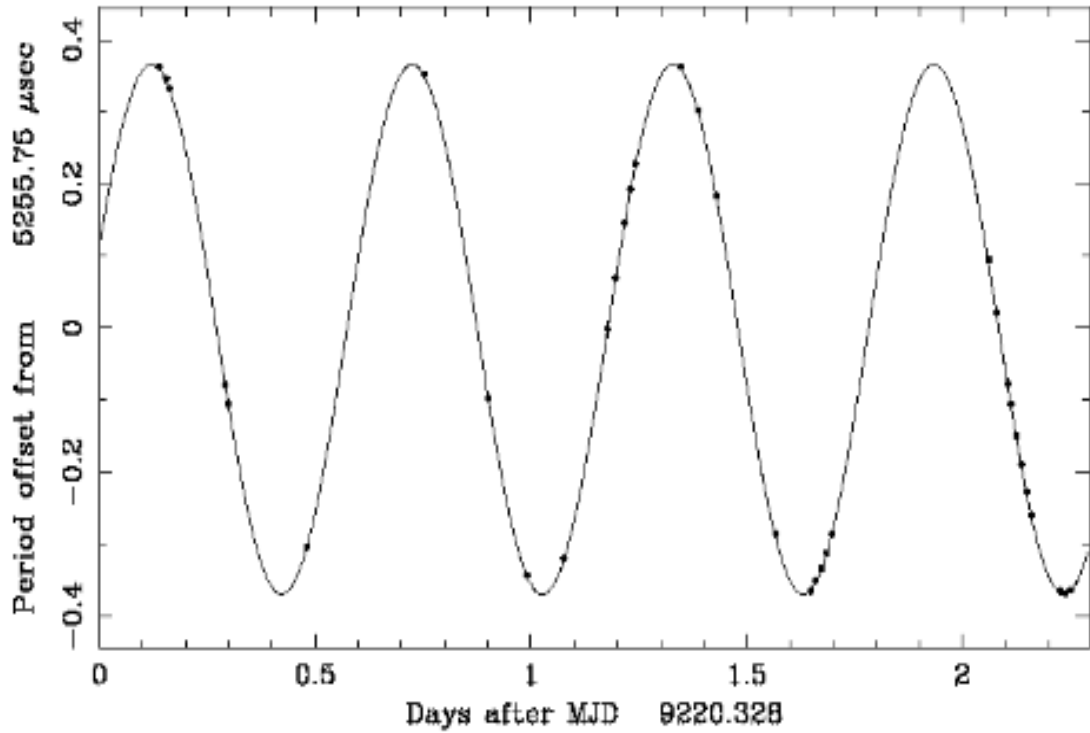
2.3.8. Pulsar Zamanlaması (Atmaların Frekansı)

Nötron yıldızlarının çoğu pulsar olarak gözlenir. Pulsarlar, tipik olarak milisaniyeden saniyelere kadar değişen çok düzenli aralıklarla radyasyon darbelerine sahip olduğu gözlemlenen dönen nötron yıldızlarıdır (NASA²⁰). Pulsarlar dönerken, Dünyadaki gözlemciye düzenli ve yoğun elektromanyetik radyasyon yayarlar. Klasik bir tabir ile bu düzenleri atomik bir saate benzetilmektedir. Her bir dönüşünde düzenli olarak ışık yayan

¹⁹<https://www.smithsonianmag.com/science-nature/how-do-astronomers-actually-find-exoplanets-180950105/>

deniz fenerleriyle pulsarlar arasında benzetme yapılabilir. Deniz fenerine bakan bir gözlemci düzenli zaman aralıklarında deniz fenerinden gelen ışığı görecektir. Aynı şekilde pulsarlarda da gözlemci düzenli zaman aralıklarıyla atmaları ölçecektir.

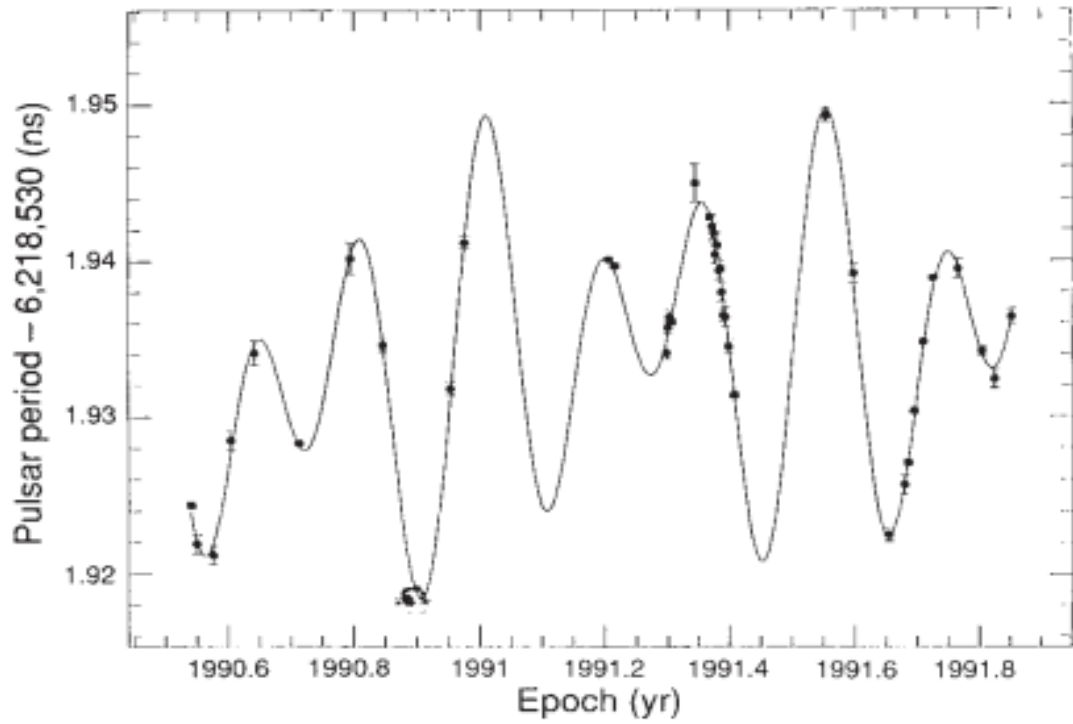
Gözlemcinin tespit ettiği atmaların periyotları düzensizleştiğinde, pulsarın etrafında bir veya birden çok gezegen varlığı anlaşılabilir. Bu düzensizlikler hassas şekilde ölçüldüğünde, astronomlar gezegen yörüngesi ve kütlesi hakkında fikir sahibi olabilmektedir.



Şekil 2.26. İkili PSR 1012+5307 pulsarının atma periyodundaki değişimler (Lorimer, 1998)

Şekil 2.26’da PSR 1012+5307 pulsarının düzenli atma periyodundaki değişimler gösterilmiştir. Pulsarın bünyesinde eğer bir üçüncü cisim yoksa atma periyodu şekilde gösterildiği gibi düzenli olacaktır.

²⁰https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/neutron_stars1.html



Şekil 2.27. PSR B1257+12 pulsarının atma periyodundaki değişimler (Wolszczan ve Frail, 1992)

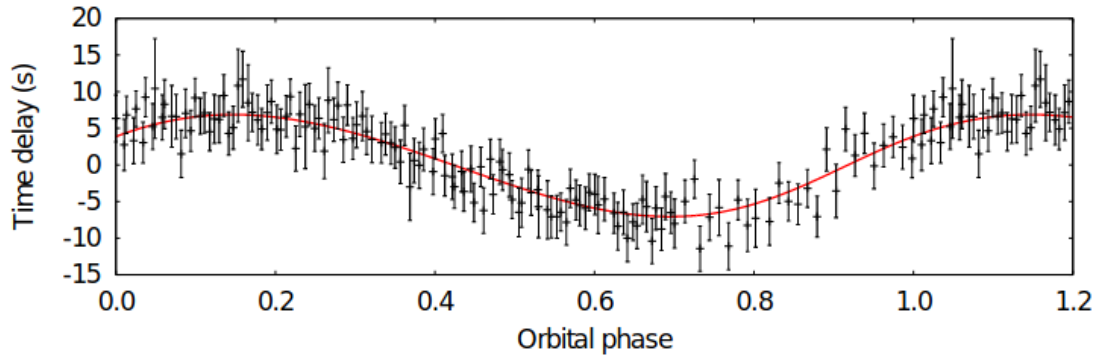
Şekil 2.27’de PSR B1257+12 pulsarının atma frekansları gösterilmiştir. Burada pulsarın atma frekanslarının düzenli şekilde olmadığı görülmektedir. Düzensizliklerden dolayı sistemde bulunan gezegen tarihteki keşfedilen ilk ötegezegen olarak literatürde yerini almıştır (Wolszczan ve Frail, 1992).

1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁵ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 7 tanesi pulsar zamanlaması yöntemiyle keşfedilmiştir.

¹⁵<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

2.3.9. Atma Zamanı Değişimi (Sinyalin ulaşma zamanı değişimi)

Pulsarların atmaları düzenli zaman aralıklarıyla gözlemci tarafından ölçülebilmektedir. Atma zamanı değişimi yönteminde eğer sistemde bir üçüncü cisim varsa, bu cismin uygulayacağı kütleçekim kuvvetinden dolayı pulsarın hareketinde değişim olacaktır. Bu değişimlerin tespitiyle atmalar ya gecikecek ya da olması gerekenden daha erken olacaktır. Bu sayede sistemdeki gezegen keşfedilebilmektedir. Yıldızın atmaları normalde de düzensiz olabilir o nedenle bu yöntemin uygulanabilir olması için yıldızın normalde de atmalarının zamanı periyodik olmalıdır. Bu sayede atmaların zamanının değişiminin nedeni olarak sistemde bir üçüncü cisim varlığından bahsedilebilir.



Şekil 2.28. KIC 7917485 yıldızının ışığının gecikme zamanı (Murphy vd. 2016)

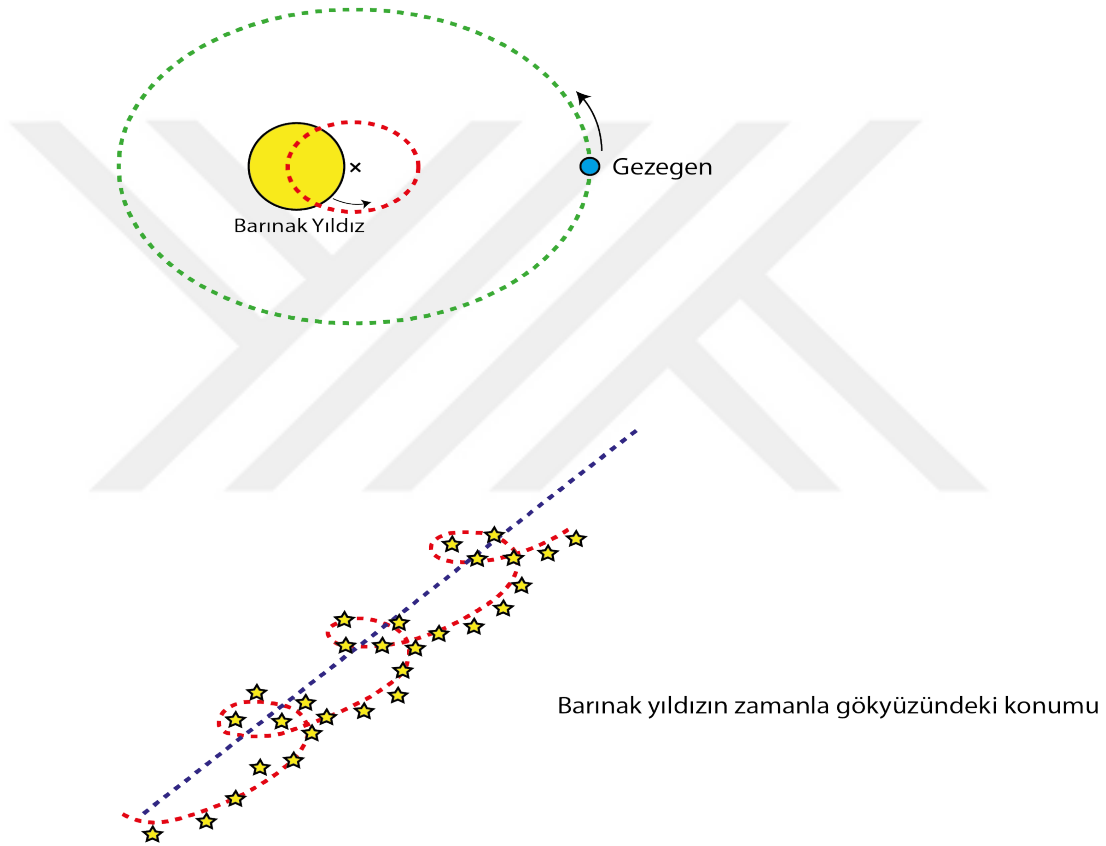
Şekil 2.28’de KIC 7917485 yıldızına ait ışık eğrisinden ve frekanslardan elde edilen gecikme zamanları gösterilmiştir. Sistemde bir ötegezegen olduğu tespiti Murphy vd. (2016) tarafından yapılmıştır.

1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁶ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 2 tanesi atma zamanı değişimi yöntemiyle keşfedilmiştir.

¹⁶<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

2.3.10. Astrometri Yöntemi

Astrometri yöntemi ile bir yıldızın gökyüzündeki konumunu hassas olarak belirleyerek buradan yıldızın hareketi tespit edilebilmektedir. Yıldız tek ise gökyüzünde izlediği yol doğrusal olup, hızı sabit olacaktır. Ancak yıldız tek değil görünmeyen bir bileşeni varsa veya görülemeyen bir gezegeni var ise, sistemin kütle merkezinin uzay hızı artık doğrusal ve sabit kalmayıp zamanla değişim gösterecektir

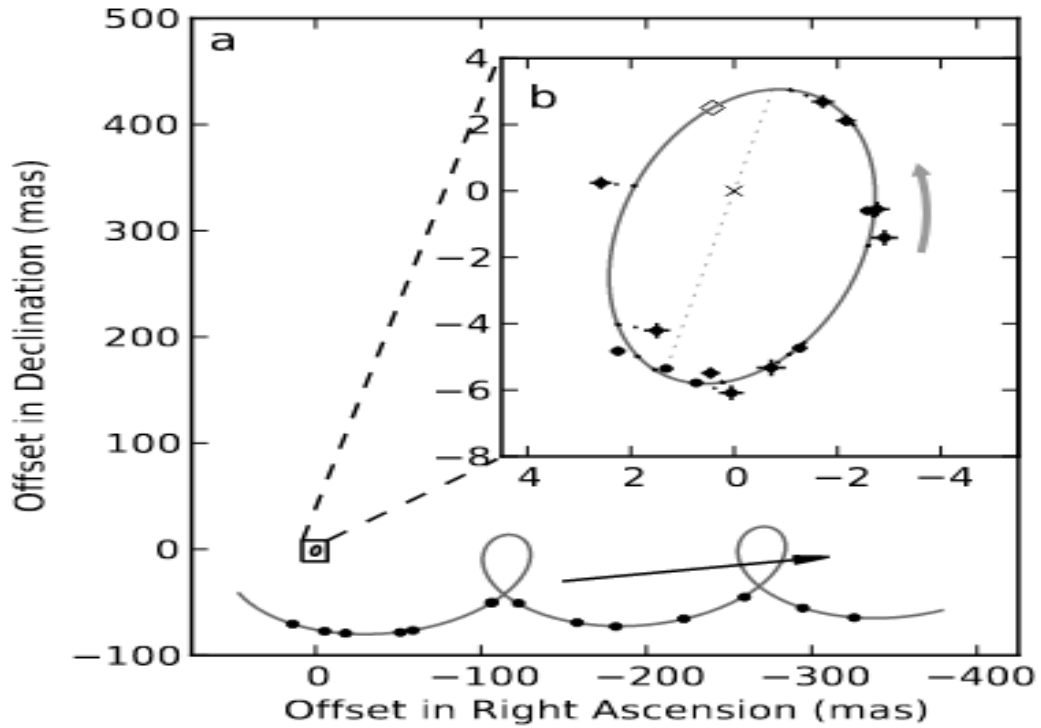


Şekil 2.29. Astrometri yönteminin şematik gösterimi

Şekil 2.29’da kırmızı renkle gösterilen yol, bileşeni görülemeyen veya ötegezegeni olmayan yıldızın normalde izlediği yolu temsil etmektedir. Bu yörünge, yıldızın kütleçekim etkisi altında hareket ettiği açık yörüngelyi ifade eder. Ancak, sistemde bir ötegezegen bulunduğunda, ötegezegenin uyguladığı kütleçekim kuvveti yıldızın hareketini etkiler. Sarı yıldızlarla gösterilen kısım, ötegezegenin neden olduğu kütleçekim kuvvetinden dolayı yıldızın gökyüzünde izlemesi gereken açık yörüngeden sapmış halini gösterir. Bu sapma, yıldızın konumunda gözlenen değişiklikleri ifade eder. Ötegezegenin kütleçekim kuvveti, yıldızın yörüngesinde bir salınım etkisi yaratır ve yıldızın gökyüzünde izlediği yolda sapmalara neden olur. Astrometri yöntemi, bu

sapmaları dikkate alarak ötegezegenin varlığını ve hatta özelliklerini belirlemeyi amaçlar.

Gözlemciler, yıldızın konumundaki sapmaları hassas bir şekilde ölçerek bu yöntemi kullanır. Sapmaların analizi, ötegezegenin kütesini ve yörünge özelliklerini belirlemeye yardımcı olur. Bu sayede, ötegezegenlerin var olduğu sistemlerin keşfi ve karakterizasyonu mümkün hale gelir.



Şekil 2.30. DENIS-P J082303.1-491201 yıldızının astrometrik gözlemi (Sahlmann vd. 2013)

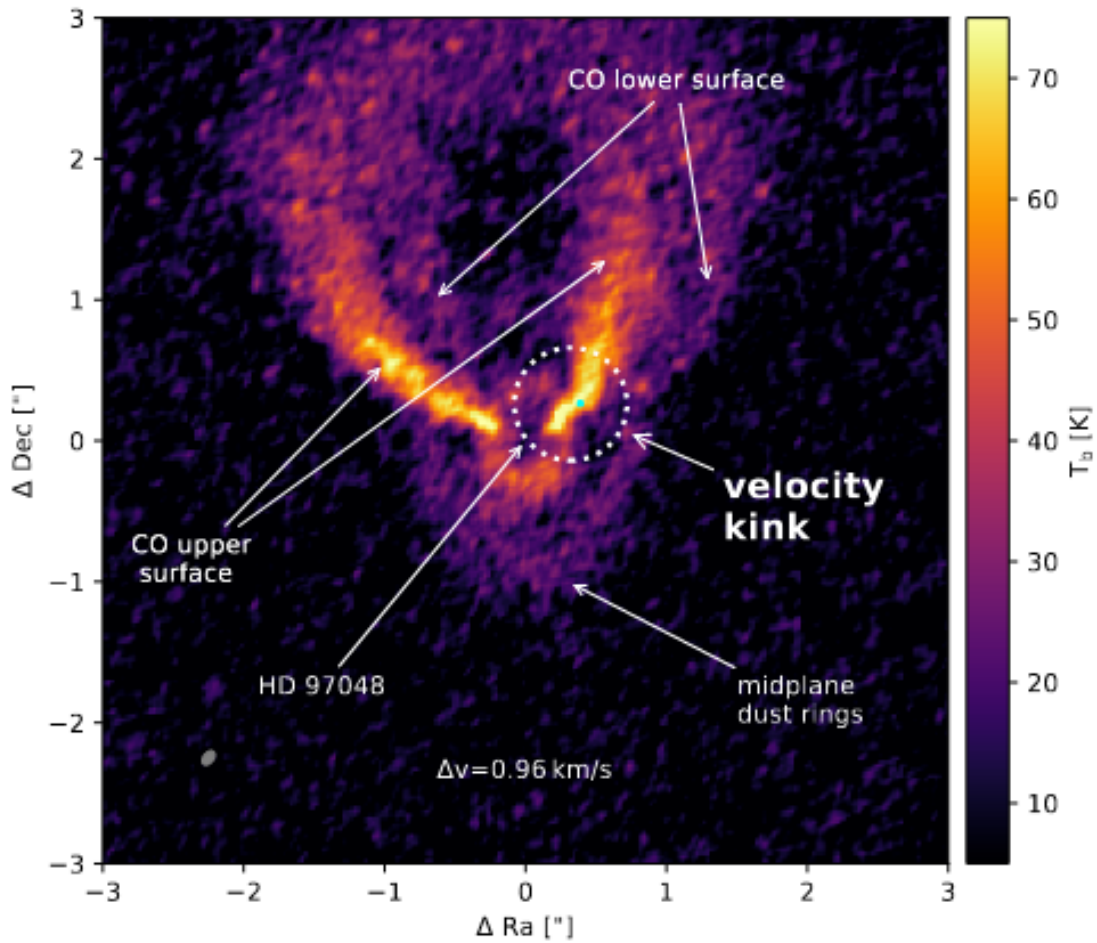
Şekil 2.30'da Sahlmann vd. (2013) tarafından yılında keşfedilen DENIS-P J082303.1-491201 b gezegeninin barınak yıldızının yörünge hareketine olan etkisi gösterilmiştir. Gri ile çizilen model yörünge iken siyah daireler yıldızın konumunu göstermektedir.

1 Kasım 2022 itibariyle çalışma kapsamında NASA¹⁷ üzerinden verileri alınan 5197 ötegezegenin 2 tanesi astrometri yöntemiyle keşfedilmiştir.

¹⁷<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

2.3.11. Disk Kinematik Yöntemi

Yeni oluşmuş genç bir yıldızın etrafında gaz ve tozdan oluşan, aynı zamanda yıldızın çevresinde dönen parçacıkların Keplerian hızlarla dolandığı diferansiyel diske protoplanet (gezegenimsi) diski denmektedir. Gezegenler öngezen disklerinde oluşturdukları Satürn'ün halkasındaki boşluklar gibi boşluklar vasıtasıyla keşfedilebilmektedir. Sistemde bir ötegezegen varlığı söz konusuysa bu diskte gezegenin sebep olduğu hız farkları ve boşluklardan keşif yapılabilmektedir.



Şekil 2.31. Öngezen diski ve diskte oluşan boşluk (Pinte vd. 2019)

Şekil 2.31’de öngezen diski ve bu diskte ötegezegenin dolaylı olarak oluşan boşluk ve hız tümseği gösterilmiştir. Hız tümseği, bir gezegenin kütleçekim etkisinin, çevresindeki gaz hızını bozan spiral dalgalara neden olarak, gaz emisyonunun hız kanal haritalarında gözlemlenebilen spiral kollarda belirgin kıvrımlar oluşturması olarak tanımlanmaktadır (Speedie ve Dong, 2022). Çok genç yıldızların bünyesinde bulunan ötegezegenler için bu yöntem ile keşif yapılmaktadır.

2.4. Çift ve Çoklu Sistemler

Güneş, evrende yaşam barındıran bir gezegene ev sahipliği yaptığı bilinen tek yıldızdır. Bu nedenle birçok astronomik çalışma, Güneş benzeri yıldızların daha kapsamlı bir anlayışını geliştirmeye odaklanmıştır. Bu bağlamda, Güneş tipi yıldızların ne sıklıkta yıldız ve alt-yıldız eşleri taşıdığının ve bir yıldızın bu eş türlerinden bir veya daha fazlasına sahip olma eğilimi arasında ilişkilerin olup olmadığının değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu çaba, bizi yaşanabilir uzayın erişilebilirliği ve evrende dış uzay yaşamının olasılığı konusunu daha iyi anlama yolunda bir adım atmaya teşvik eden temel bir motivasyondur (Raghavan vd. 2010).

Yıldızların en az % 70'i çift ya da çok yıldızlı sistemlerde bulunmaktadır. Bu sistemlerde gezegen oluşumunun gerçekleşebileceği disk yapıları gözlenmiştir (Trilling vd. 2007). Bu nedenle çift ya da çok yıldızlı sistemlerde gezegen veya gezegenlerin bulunması doğal kabul edilmektedir. Güneş benzeri yıldızların %54'ü tek, %34'ü çift ve %9'u üçlü veya daha çok yıldızlı olarak sınıflandırılmıştır (Raghavan vd. 2010). Barınak yıldızların ise %88.05'i tek %9.85'i çift ve %2.1'i üçlü veya daha çok yıldızlı olarak sınıflandırılmıştır (Roell vd. 2012).

Son yıllarda çoklu yıldız sistemlerinde keşfedilen ötegezegenlerin yörüngelerinin kararlılığına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar, çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülmüş ve birçok sonuç ortaya koymuştur (Horner vd. 2011, Horner vd. 2012, Beuermann vd. 2012, Wittenmyer vd. 2012, Wittenmyer vd. 2013).

Çoklu yıldızlı sistemde bulunan gezegenlerin yörünge hareketleri, karmaşık bir yapıya sahiptir ve birden fazla yıldızın varlığı, bu gezegenlerin yıldızlarından aldığı ışık şiddetinde değişikliklere neden olabilir. Bu değişiklikler, özellikle çift yıldız gezegenlerine özgüdür ve bu tür gezegenlerde karmaşık iklim koşullarının oluşmasına katkıda bulunabilir (Welsh vd. 2012). Bu nedenle, çoklu yıldız sistemlerinde keşfedilen gezegenlerin, tek yıldız etrafında keşfedilen gezegenlerden farklı yaşam koşullarına sahip olma olasılığı bulunmaktadır (Haghighipour ve Raymond 2007).

Tüm bu nedenlerle, bu tür cisimlerin keşfi ve bu keşiflerin istatistiksel olarak daha geniş bir veri havuzuna dayandırılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmalar, gezegen sistemlerinin çeşitliliğini ve karmaşıklığını daha iyi anlamamıza yardımcı olacak ve gezegen oluşum senaryolarını gözden geçirmemizi gerektirebilecektir.

Ayrıca literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde barınak yıldızların birçoğunun anakol yıldızları olduğu görülmüştür. Aynı şekilde barınak yıldızların tayf türlerinin F, G, K ve M olduğu görülmektedir (Berger vd. 2023). İstatistiki dağılımın bu şekilde olmasındaki en önemli sebeplerden birinin seçim etkisi olduğu unutulmamalıdır. Keşiflerin birçoğunda kullanılan Kepler Uzay Teleskobunun, gökyüzünde taradığı alanda çoğunlukla Güneş benzeri ve Güneş'ten daha soğuk yıldızların yoğun olduğu bir bölge olduğu bilinmektedir (Brown vd. 2011).

3. MATERYAL VE METOT

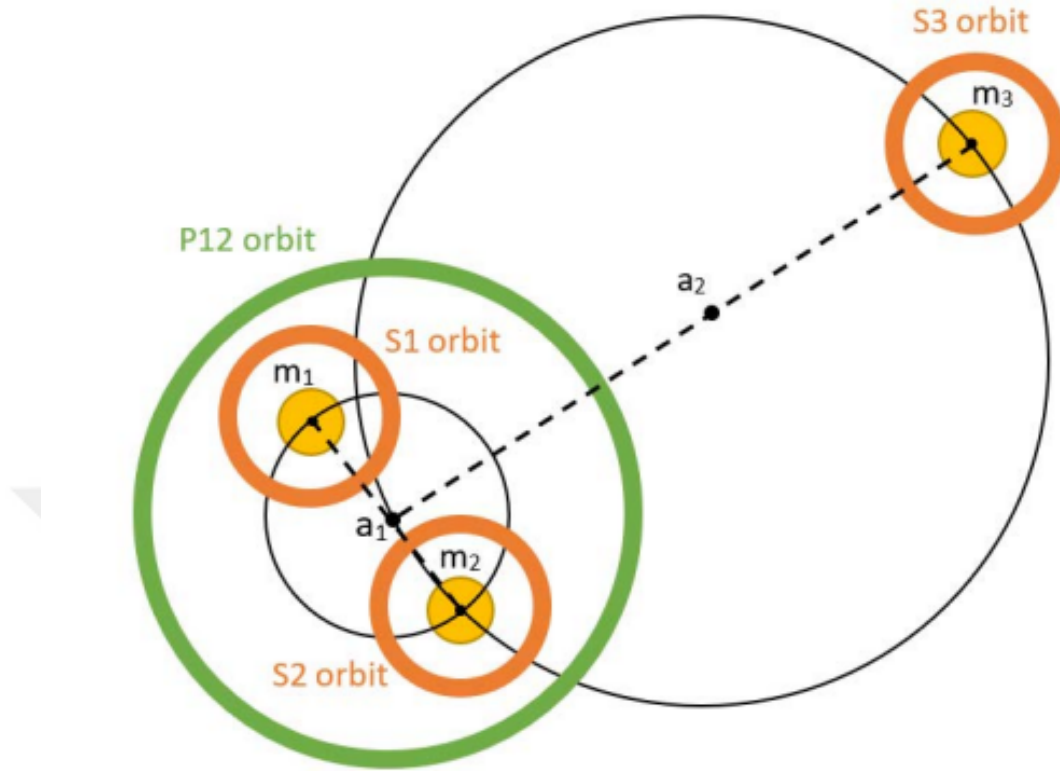
3.1. Veriler

Tez kapsamında incelenen sistemlerin tüm verilerine NASA Exoplanet Archive²⁵ ve NASA Overview Lookup²⁶ üzerinden erişim sağlanmıştır. Bu iki araç koordine olarak kullanılarak sistemler hakkındaki yayınlara ulaşılmış ve bu yayınlardan yıldızlara ait bilgiler toplanmıştır. NASA Exoplanet Archive aracında gezegen adı, barınak yıldız adı, sistemdeki yıldız sayısı, sistemdeki gezegen sayısı, keşif yöntemi, keşif yılı ve keşif yeri bilgileri bulunmaktadır. Gezegen parametreleriyle ilgili ise, gezegen yarıçapı, gezegen kütlesi ve gezegene ait yörünge parametreleri bulunmaktadır. Yıldızlar için ise fiziksel ve tayfsal parametrelere erişim sağlanmıştır. Burada tek bir yayın ve o yayından alınan verilere yer verilmektedir. Literatür taramasını genişletmek için ilave olarak Overview Lookup aracı da kullanılmıştır. Bu araçta NASA Exoplanet Archive'ye ilave olarak yıldızlarla ilgili geçmişten günümüze yapılan tüm yayınlara ulaşılabilir. Buradan hassas ve güncel verilere erişim sağlanarak tez kapsamında kullanılmıştır. Ayrıca sistemde keşfedilen ilk gezegen yıldız isminin yanına b harfi koyularak isimlendirilmiştir. Aynı şekilde sırasıyla ikinci gezegen c, üçüncü gezegen d olacak şekilde isimlendirilmiştir. Overview Lookup aracından sistemdeki diğer yıldızların isimlerine de ulaşılmıştır.

3.2. Metot

Çok yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegenlerin yörüngelerinin isimlendirilmesi ve sınıflandırılması aktif olarak çalışılan bir konudur. Konuyla ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde gezegen yörüngelerinin isimlendirmelerinde tutarsızlıklar tespit edilmiştir. Bu tutarsızlıklar göz önüne alındığında, sistemleri şematik olarak algılamayı oldukça zorlaştırmaktadır.

Literatür incelendiğinde Cuntz vd. (2022) tarafından üç ve daha çok yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegen yörüngelerinin isimlendirildiği görülmüştür.



Şekil 3.1. Üç yıldızlı sistemlerdeki olası gezegen yörüngeleri (Cuntz vd. 2022)

Şekil 3.1’de üç yıldızlı sistemlerdeki olası gezegen yörüngeleri gösterilmiştir. Şematik gösterime göre, uzaktaki bileşen etrafında dolanan ötegezegen yörüngesinin S3 yörüngeli olarak isimlendirileceği anlaşılmaktadır. Örneğin 16 Cyg, HD 132563 ve 91 Aqr sistemleri ele alındığında, üç sistemde de ötegezegenler uzaktaki bileşen etrafında dolanmaktadır. Bu sistemlerdeki ötegezegenler aynı yörüngede dolanıyorsa olmasına rağmen, yörünge isimleri sırasıyla S2, S3 ve S1 yörüngeli olarak Cuntz vd. (2022) tarafından isimlendirilmiştir. Şematik olarak oluşan bu tutarsızlık nedeniyle gezegen yörüngelerinin isimlendirmelerini kavramak oldukça güç hale gelmiştir.

Literatürde bu ve bunun gibi oluşan tutarsızlıkları ortadan kaldırmak için tez kapsamında 1 Kasım 2022’ye kadar olan tüm literatür taranmıştır. Çoklu yıldız sistemlerindeki gezegen yörüngeleri tespit edilmiştir. Bu yörüngeler için şematik gösterimler eklenerek daha sistematik bir hale gelmesi hedeflenmiştir. Aynı şematik gösterime sahip olup farklı isimlendirilen hiçbir ötegezegen yörüngesi bulunmamaktadır. Gezegen yörüngelerini oluşturmak için tezde yeni konfigürasyonlar oluşturulmuştur. İsimlendirme yapılırken şematik gösterimlerin ve gezegen yörünge isimlerinin tüm gezegen-yıldız sistemlerine uygun olmasına dikkat edilmiştir. Sonuç olarak literatürde daha önce isimlendirilmesi yapılan üç yıldızlı sistemlerdeki ötegezegenlerin yörünge

isimlendirmeleri olması gerektiği gibi sistematik ve oldukça açık şekilde tez kapsamında isimlendirilmiştir. Ayrıca daha önce literatürde isimlendirmesi yapılmayan HAT-P-16, HAT-P-35, HD 19994, HD 26965, HD 87646, HD 142245, HD 207832, TOI-942, WASP-3, WASP-11, WASP-14, WASP-24 ve WD 1856+534 sistemlerindeki ötegezegen yörüngeleri bu çalışmada ilk kez isimlendirilmiştir. Tüm bu isimlendirmelerin sonucunda gezegen yörüngeleri sınıflandırılarak istatistiki bilgiler elde edilmiştir.

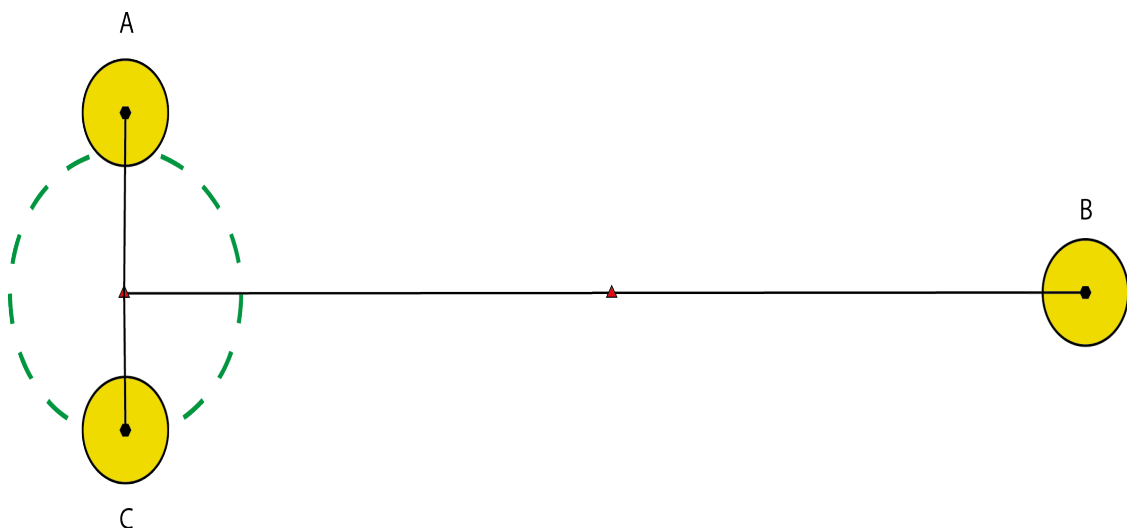
3.2.1. Üç Yıldızlı Sistemler İçin Konfigürasyonlar

Gezegen yörüngelerini isimlendirmeden önce belirli konfigürasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez kapsamında toplam 41 yıldız sisteminden 37 tanesinin konfigürasyonu belirlenmiştir.

Bu sistemlerde konfigürasyonlar isimlendirilirken sistemdeki parlaklıklar baz alınmıştır. Örneğin üç yıldızlı bir sistemde A olarak isimlendirilen bileşen sistemdeki en parlak yıldızdır. Yine aynı şekilde B olarak isimlendirilen yıldız sistemdeki ikinci en parlak yıldızken, C olarak isimlendirilen yıldız sistemdeki en sönük yıldızdır. Aşağıda tüm konfigürasyonlar gösterilmiştir. Konfigürasyonların şematik gösterimlerinde yıldız şekilleri ve yörüngeler ölçekli değildir. Dolayısıyla yıldızların ve yörüngelerinin boyutları ile kütle merkezi yerleri ölçekli çizilmemiştir sadece görsel amaçlı çizim yapılmıştır.

• AC-B Konfigürasyonu

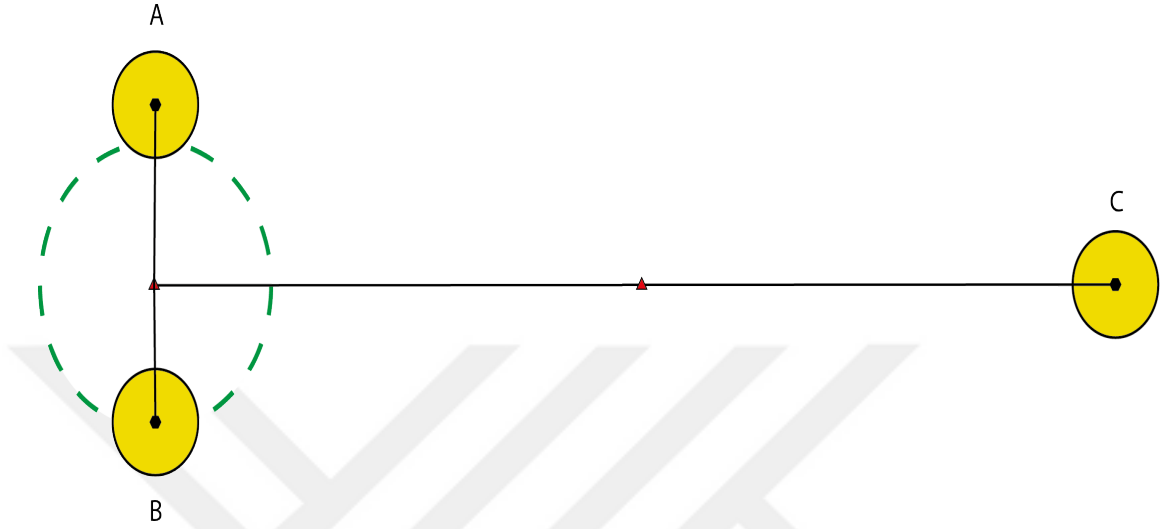
AC-B konfigürasyonunda sistemdeki en parlak ikinci yıldız olan B bileşeni, çift bileşenden ayrıık uzaktaki bileşendir. A-C bileşenleri ise kendi içinde bir çift yıldızdır. Şekil 3.2’de AC-B konfigürasyonu şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. AC-B konfigürasyonunun şematik gösterimi

• AB-C Konfigürasyonu

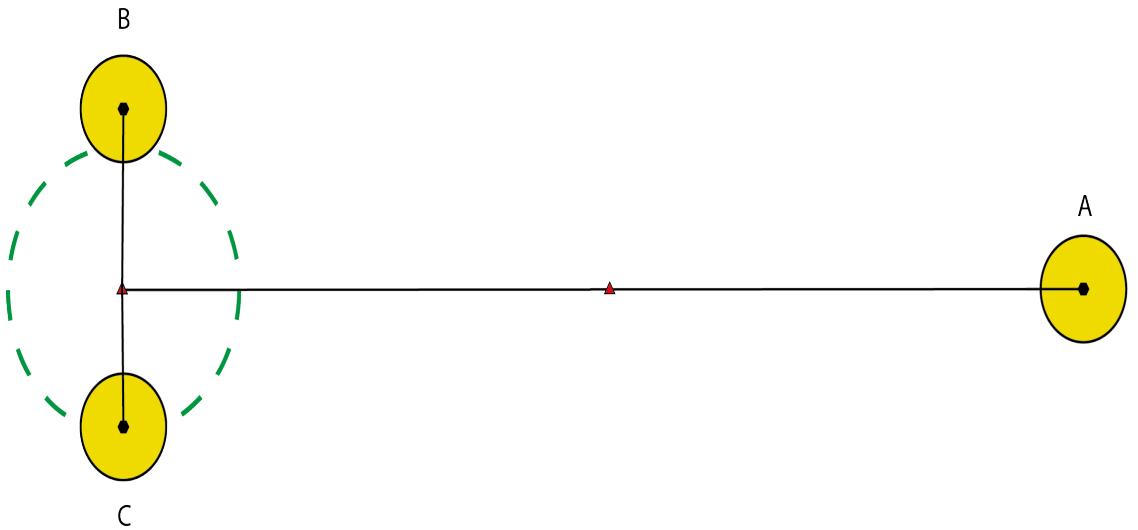
AB-C konfigürasyonunda ise sistemdeki en sönük bileşen olan C bileşeni çift yıldızdan ayrık uzaktaki bileşendir. A-B bileşenleri ise kendi içinde bir çift yıldızdır. Şekil 3.3’de AB-C konfigürasyonu şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.3. AB-C konfigürasyonunun şematik gösterimi

• A-BC Konfigürasyonu

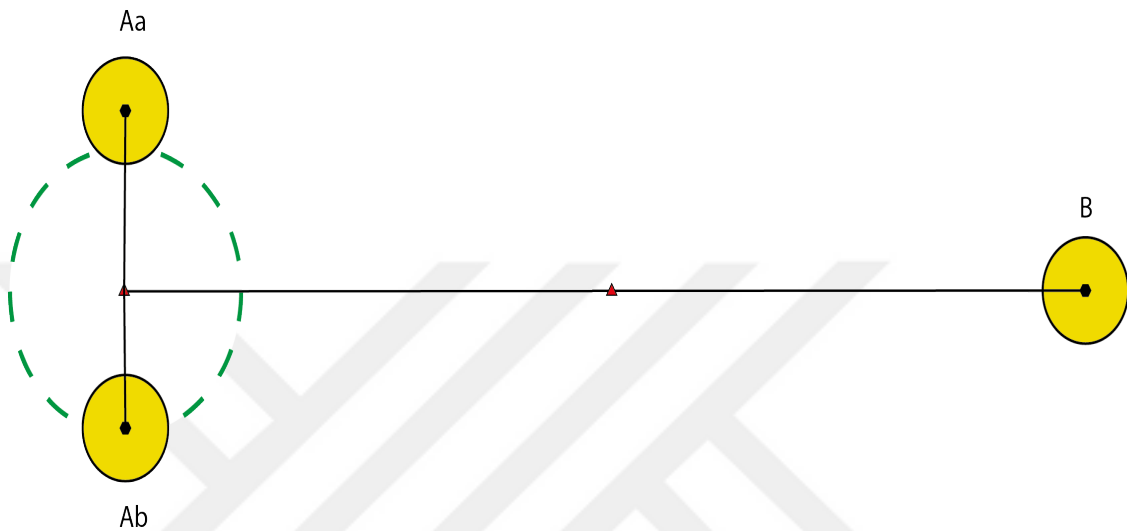
A-BC konfigürasyonunda üçlü sistemin en parlak bileşeni olan A bileşeni çift sistemden ayrık uzakta bulunmaktadır. B-C bileşenleri yine kendi içinde bir çift yıldızdır. Şekil 3.4’de A-BC konfigürasyonu şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.4. A-BC konfigürasyonunun şematik gösterimi

● A^{**}-B Konfigürasyonu

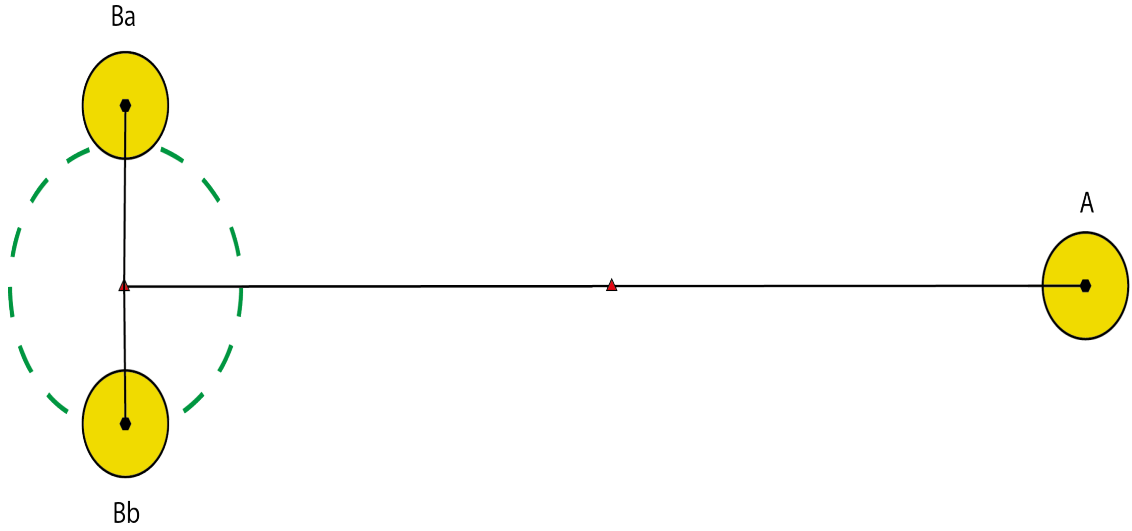
A*-B konfigürasyonunda çift bileşenler Aa ve Ab olarak isimlendirilmiştir. Aa ve Ab olarak isimlendirilmiş olmasının sebebi A bileşeni kendi içinde bir çift yıldızdır ve bu ya tayfsal ya da örten bir çift olarak tanımlanmasından dolayıdır. Burada A bileşeni yine B'ye göre daha parlaktır ve B bileşeni çift yıldızdan ayrık uzakta bulunmaktadır. Şekil 3.5'de A*-B konfigürasyonu şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.5. A^{**} -B konfigürasyonunun şematik gösterimi

● A-B** Konfigürasyonu

A-B** konfigürasyonunda çift bileşenler Ba ve Bb olarak isimlendirilmiştir. Ba ve Bb olarak isimlendirilmiş olmasının sebebi B bileşeni kendi içinde bir çift yıldızdır ve bu ya tayfsal ya da örten bir çift olarak tanımlanmasından dolayıdır. Burada sistemdeki en parlak bileşen olan A bileşeni çift yıldızdan ayrık uzakta olan bileşendir. Şekil 3.6'da A-B** konfigürasyonu şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.6. A-B** konfigürasyonunun şematik gösterimi

Çizelge 3.1. Çift Yıldız Kütleli Uzaktaki Ayrık Bileşen Kütlelerinden Büyük Üç Yıldızlı Sistemler ve Yörünge Konfigürasyonları ($A^{**} = Aa \& Ab$)

Sistem adı	Konfigürasyon	Barınak Yıldız
ψ^1 Dra	AC-B, 2-1	ψ^1 Dra B
16 Cyg	AC-B, 2-1	16 Cyg B
GJ 667	AB-C, 2-1	GJ 667 C
HAT-P-16	AB-C, 2-1	HAT-P-16 A
HAT-P-35	AB-C, 2-1	HAT-P-35 A
HD 2638	A-BC	HD 2638 (B)
HD 4113	AC-B, 2-1	HD 4113 A
HD 87646	AB-C, 2-1	HD 87646 A
HD 126614	AB-C, 2-1	HD 126614 A
HD 132563	A^{**} -B, 2-1	HD 132563 B
HD 178911	A^{**} -B, 2-1	HD 178911 B
HW Vir	AB-C, 2-1	HW Vir A&HW Vir B
K2-290	AB-C, 2-1	K2-290 A
KELT-4	A-BC, 1-2	KELT-4 A
KOI-13	A-BC, 1-2	KOI-13 A
LTT 1445	A-BC, 1-2	LTT 1445 A
Proxima Cen	AB-C, 2-1	α Cen C (Proxima Cen)
WASP-11	AB-C, 2-1	WASP-11 A
WASP-14	A-BC, 1-2	WASP-14 A
WD 1856+534	AB-C, 2-1	WD 1856+534 (C)

Üç yıldızlı sistemlerde birbirine nispeten yakın ve ortak kütle merkezi etrafından dolanan bir çift ve bu çift ile yine ortak bir kütle merkezi etrafında dolanan, daha uzakta bir bileşen bulunmaktadır. Burada ya çift olan sistem ya da daha uzaktaki bileşen kütleye büyük olacaktır. Kütle bakımından uzaktaki bileşenden kütlesi büyük olan çiftler için oluşturulan konfigürasyon çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Gezegen yörüngeleri göz önüne alındığında, çift sistemin kütlesi büyük olmasına rağmen ψ^1 Dra, 16 Cyg, GJ 667, HD 132563, HD 178911, KELT-4, KOI-13, LTT 1445, Proxima Cen, WASP-14 ve WD 1856+534 sistemlerinde gezegenler uzaktaki tek bileşen etrafındaki bir yörüngede dolanmaktadır. 20 sistemden 11 tanesinde bu durumun mevcut olduğu belirlenmiştir.



Çizelge 3.2. Uzaktaki Ayrık Bileşen Kütlesi Çift Yıldız Kütlesinden Büyük Üç Yıldızlı Sistemler ve Yörünge Konfigürasyonları ($B^{**} = Ba \& Bb$)

Sistem adı	Konfigürasyon	Barınak Yıldız
51 Eri	A-BC, 1-2	51 Eri
91 Aqr	A-BC, 1-2	91 Aqr A
ϵ Ind	A-BC, 1-2	ϵ Ind A
HAT-P-8	A-BC, 1-2	HAT-P-8 A
HAT-P-57	A-BC, 1-2	HAT-P-57 A
HD 19994	A-BC, 1-2	HD 19994 A
HD 26965	A-BC, 1-2	40 Eri A (HD 26965)
HD 40979	A-BC, 1-2	HD 40979 A
HD 65216	A-BC, 1-2	HD 65216 A
HD 142245	A-BC, 1-2	HD 142245 A
HD 185269	A- B^{**} , 1-2	HD 185269 A
HD 196050	A- B^{**} , 1-2	HD 196050 A
Kepler-444	A-BC, 1-2	Kepler-444 A
TOI-942	A-BC, 1-2	TOI-942
WASP-3	A-BC, 1-2	WASP-3 A
WASP-12	A-BC, 1-2	WASP-12 A
WASP-24	A- B^{**} , 1-2	WASP-24 A

Üç yıldızlı sistemlerde kütle bakımından çift bileşenden kütlesi büyük olan daha uzaktaki bileşenlerin konfigürasyonu çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Üç yıldızlı sistemlerde gezegen yörüngesi göz önüne alındığında, ayrık olan daha uzaktaki bileşen kütlesi büyük olan 17 sistemin tamamında gezegenlerin, ayrık olan bileşen etrafında dolandığı belirlenmiştir.

Üç yıldızlı 41 sistem ele alındığında 20 sistemde çift bileşen kütlesi, ayrık uzak olan üçüncü bileşenden büyük olduğu görülmüştür. Yine 17 sistemde de tek bileşenin kütlesi çift bileşen kütlesinden büyük olduğu belirlenmiştir. Toplamda 37 sistemin 28’inde gezegenlerin ayrık ve daha uzak olan yıldız etrafında dolandığı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında istatistik dışında kalan sistemler olan Kepler-908, K2-27, HD 207832 ve HD 43691 hakkında yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde sistemdeki tüm yıldızların ayrı ayrı kütle değerleri veya parlaklıkları olmadığı için bu sınıflamadan ayrı tutulmuştur.

Çizelge 3.3. Üç Yıldızlı Sistemlerde Tüm Konfigürasyonlar

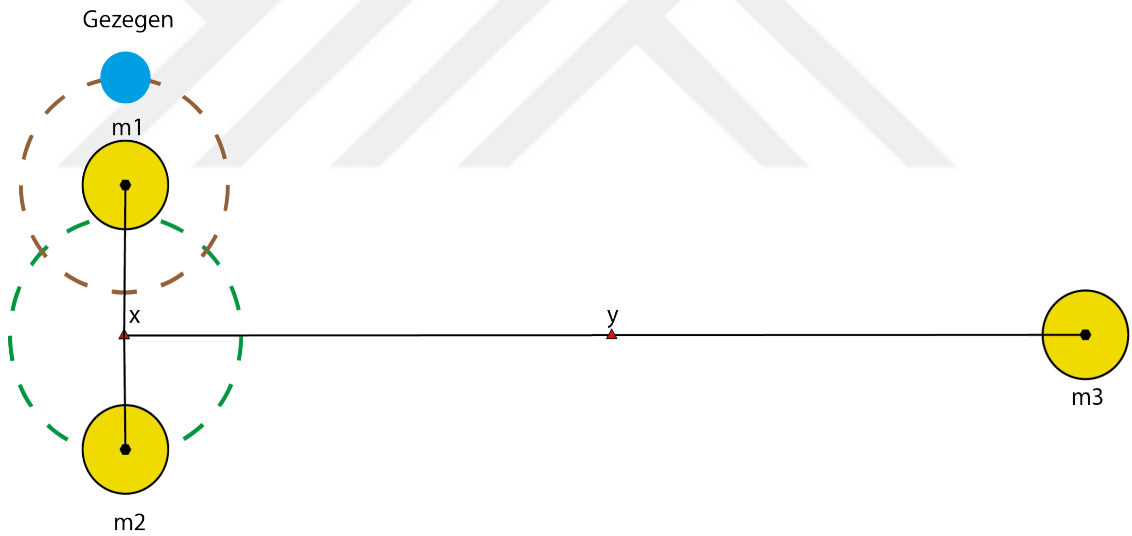
Sistem Adı	Konfigürasyon	Barınak Yıldız
HD 2638	A-BC, 1-2	HD 2638 (B)
51 Eri	A-BC, 1-2	51 Eri (A)
91 Aqr	A-BC, 1-2	91 Aqr A
ϵ Ind	A-BC, 1-2	ϵ Ind A
HAT-P-8	A-BC, 1-2	HAT-P-8 A
HAT-P-57	A-BC, 1-2	HAT-P-57 A
HD 19994	A-BC, 1-2	HD 19994 A
HD 26965	A-BC, 1-2	40 Eri A (HD 26965)
HD 40979	A-BC, 1-2	HD 40979 A
HD 65216	A-BC, 1-2	HD 65216 A
HD 142245	A-BC, 1-2	HD 142245 A
Kepler-444	A-BC, 1-2	Kepler-444 A
KELT-4	A-BC, 1-2	KELT-4 A
KOI-13	A-BC, 1-2	KOI-13 A
LTT 1445	A-BC, 1-2	LTT 1445 A
TOI-942	A-BC, 1-2	TOI-942 (A)
WASP-3	A-BC, 1-2	WASP-3 A
WASP-12	A-BC, 1-2	WASP-12 A
WASP-14	A-BC, 1-2	WASP-14 A
GJ 667	AB-C, 2-1	GJ 667 C
HAT-P-16	AB-C, 2-1	HAT-P-16 A
HAT-P-35	AB-C, 2-1	HAT-P-35 A
HD 87646	AB-C, 2-1	HD 87646 A
HD 126614	AB-C, 2-1	HD 126614 A
HW Vir	AB-C, 2-1	HW Vir A&HW Vir B
K2-290	AB-C, 2-1	K2-290 A
Proxima Cen	AB-C, 2-1	α Cen C (Proxima Cen)
WASP-11	AB-C, 2-1	WASP-11 A
WD 1856+534	AB-C, 2-1	WD 1856+534 (C)
ψ^1 Dra	AC-B, 2-1	ψ^1 Dra B
16 Cyg	AC-B, 2-1	16 Cyg B
HD 4113	AC-B, 2-1	HD 4113 A
HD 132563	A**-B, 2-1	HD 132563 B
HD 178911	A**-B, 2-1	HD 178911 B
HD 185269	A-B**, 1-2	HD 185269 A
HD 196050	A-B**, 1-2	HD 196050 A
WASP-24	A-B**, 1-2	WASP-24 A

Çizelge 3.3’de üç yıldızlı sistemlerdeki tüm konfigürasyonlar gösterilmiştir. Burada 19 tane A-BC konfigürasyonlu, 10 tane AB-C konfigürasyonlu, 3 tane AC-B konfigürasyonlu, 3 tane A-B** konfigürasyonlu ve 2 tane A**-B konfigürasyonlu sistem tespit edilmiştir.

3.2.2. Üç Yıldızlı Sistemlerde Yörünge Sınıflaması

Literatür taraması yapıldığında üç yıldızlı sistemlerin gezegen yörüngelerinin nasıl şekillendiği hakkında aktif çalışmalar bulunmaktadır. Ancak henüz literatürde detaylı şekilde sınıflandırılmayan üç yıldızlı sistemler için tez kapsamında belirlenen konfigürasyonlar ve bunlara uygun yörünge tipleri ile sınıflandırılmıştır. Üç yıldızlı sistemlerdeki gezegenler için olası yörüngeler, S1, S2, S3 ve P12 olarak isimlendirilmiştir. Aşağıda tüm olası yörüngeler gösterilmiştir. Yörüngelerin şematik gösterimlerinde yıldız şekilleri ve yörüngeler ölçekli değildir. Dolayısıyla yıldızların ve yörüngelerinin boyutları, gezegenlerin ve yörüngelerinin boyutları ile kütle merkezi yerleri ölçekli çizilmemiştir sadece görsel amaçlı çizim yapılmıştır.

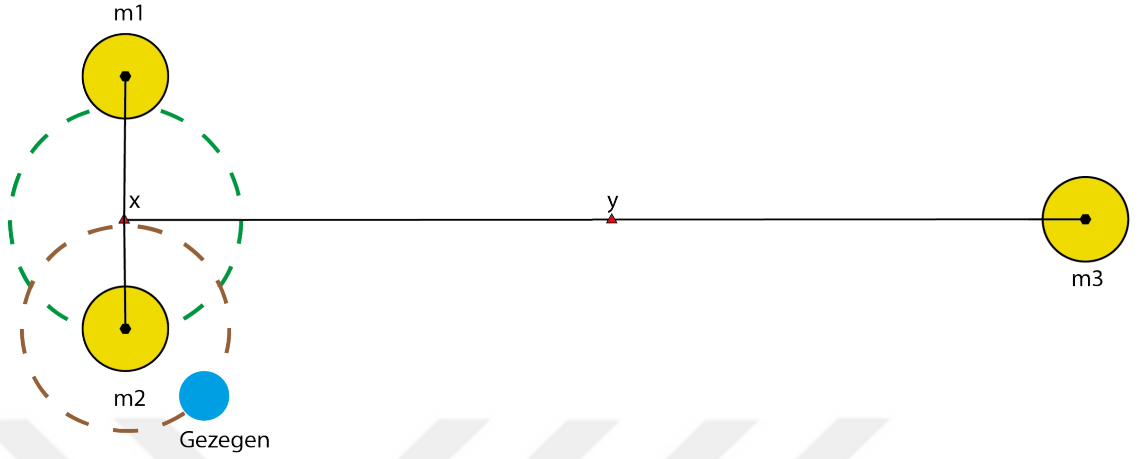
• S1 Yörünge



Şekil 3.7. S1 yörüngesinin gösterimi

Şekil 3.7’de S1 yörünge şematik olarak gösterilmiştir. Burada tek koşul $m_1 > m_2$ olmalıdır. Yani gezegen, çift olan bileşende kütlesi daha büyük ve daha parlak olan bileşen etrafında dolanıyorsa, bu gezegen yörüngeleri S1 yörünge olarak isimlendirilmiştir.

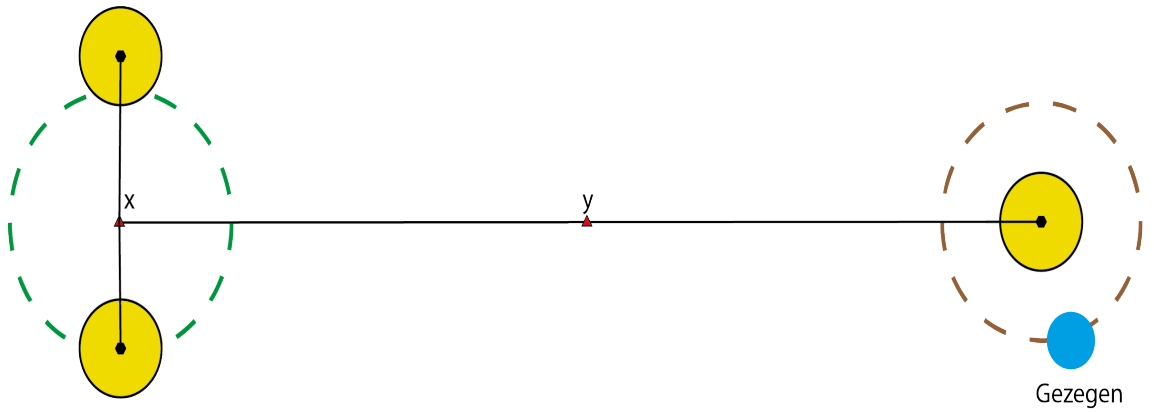
• S2 Yörünge



Şekil 3.8. S2 yörüngesinin gösterimi

Şekil 3.8’de S2 yörüngesi şematik olarak gösterilmiştir. Burada tek koşul $m_2 > m_1$ olmalıdır. Yani gezegen, çift olan bileşende daha küçük kütleli ve daha sönük olan yıldız etrafında bir yörüngede dolanmaktadır.

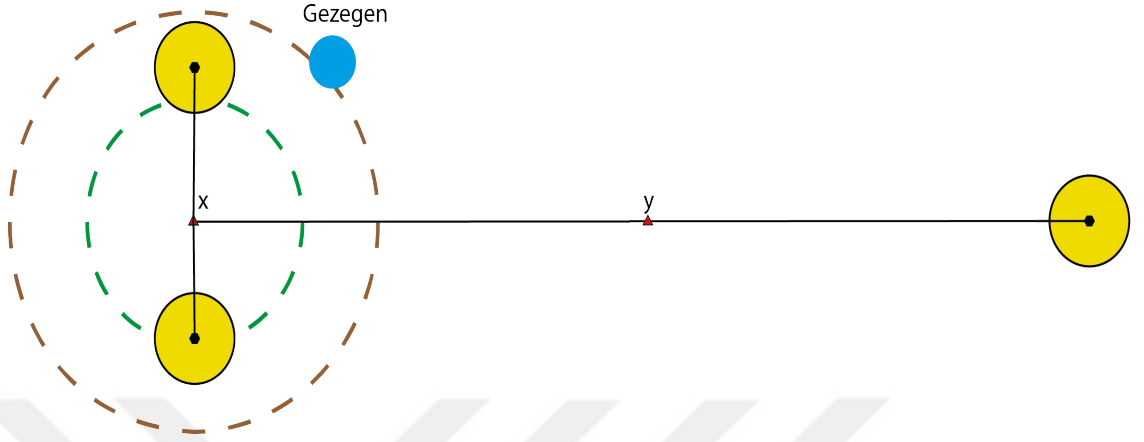
• S3 Yörünge



Şekil 3.9. S3 yörüngesinin gösterimi

Şekil 3.9’da S3 yörüngesi şematik olarak gösterilmiştir. Eğer gezegen çift olan bileşendeki yıldızlardan birinde değil, daha uzaktaki ayrı olan diğer bileşen etrafında dolanıyorsa bu tür yörüngeler tez kapsamında S3 yörünge olarak isimlendirilmiştir. Bu isimlendirme yapılırken yıldız kütleleri göz önüne alınmamıştır.

- P12 Yörünge



Şekil 3.10. P12 yörüngesinin gösterimi

Şekil 3.10’da P12 yörüngesi şematik olarak gösterilmiştir. Eğer gezegen çift olan bileşendeki yıldızların her ikisinin birden etrafında dolanıyorsa, bu tür yörüngeler P12 olarak isimlendirilmiştir.

Çizelge 3.4’de bileşen kütleleri iyi bilinen 37 tane üç yıldızlı sistemdeki gezegen yörüngeleri sınıflanmıştır.

Çizelge 3.4. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngeleri ($A^{**}=Aa\&Ab$, $B^{**}=Ba\&Bb$)

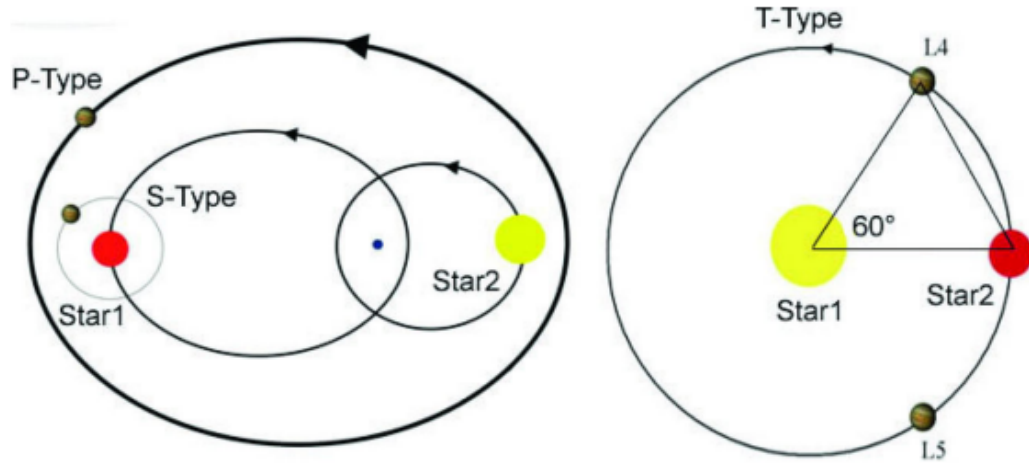
Sistem adı	Konfigürasyon	Barınak Yıldız	Yörünge Tipi
ψ^1 Dra	AC-B, 2-1	ψ^1 Dra B	S3
16 Cyg	AC-B, 2-1	16 Cyg B	S3
51 Eri	A-BC, 1-2	51 Eri(A)	S3
91 Aqr	A-BC, 1-2	91 Aqr A	S3
ϵ Ind	A-BC, 1-2	ϵ Ind A	S3
GJ 667	AB-C, 2-1	GJ 667 C	$S3 \times 5$
HAT-P-8	A-BC, 1-2	HAT-P-8 A	S3
HAT-P-16	AB-C, 2-1	HAT-P-16 A	S1
HAT-P-35	AB-C, 2-1	HAT-P-35 A	S1
HAT-P-57	A-BC, 1-2	HAT-P-57 A	S3
HD 2638	A-BC, 1-2	HD 2638 (B)	S1
HD 4113	AC-B, 2-1	HD 4113 A	S1
HD 19994	A-BC, 1-2	HD 19994 A	S3
HD 26965	A-BC, 1-2	40 Eri A (HD 26965)	S3
HD 40979	A-BC, 1-2	HD 40979 A	S3
HD 43691	..., ...	HD 43691 A	...
HD 65216	A-BC, 1-2	HD 65216 A	$S3 \times 2$
HD 87646	AB-C, 2-1	HD 87646 A	S1
HD 126614	AB-C, 2-1	HD 126614 A	S1
HD 132563	A^{**} -B, 2-1	HD 132563 B	S3
HD 142245	A-BC, 1-2	HD 142245 A	S3
HD 178911	A^{**} -B, 2-1	HD 178911 B	S3
HD 185269	A- B^{**} , 1-2	HD 185269 A	S3
HD 196050	A- B^{**} , 1-2	HD 196050 A	S3
HD 207832	A-BC, 1-2	HD 207832 A	$S3 \times 2$
HW Vir	AB-C, 2-1	HW Vir A&HW Vir B	P12
K2-27	..., ...	K2-27	...
K2-290	AB-C, 2-1	K2-290 A	$S1 \times 2$
KELT-4	A-BC, 1-2	KELT-4 A	S3
Kepler-444	A-BC, 1-2	Kepler-444 A	$S3 \times 5$
Kepler-908	..., ...	Kepler-908 A	...
KOI-13	A-BC, 1-2	KOI-13 A	S3
LTT 1445	A-BC, 1-2	LTT 1445 A	$S3 \times 2$
Proxima Cen	AB-C, 2-1	α Cen C (Proxima Cen)	S3
TOI-942	A-BC, 1-2	TOI-942 (A)	$S3 \times 2$

WASP-3	A-BC, 1-2	WASP-3 A	S3
WASP-11	AB-C, 2-1	WASP-11 A	S1
WASP-12	A-BC, 1-2	WASP-12 A	S3
WASP-14	A-BC, 1-2	WASP-14 A	S3
WASP-24	A-B**, 1-2	WASP-24 A	S3
WD 1856+534	AB-C, 2-1	WD 1856+534	S3



3.2.3. İki Yıldızlı Sistemlerde Gezegen Yörüngeleri

İki yıldızlı sistemlerde gezegen yörüngelerinin üç ve dört yıldızlı sistemlerdeki kadar karışık olmadığı görülmüştür. Yörüngeler sınıflanırken Schwarz vd. (2011) tarafından oluşturulan ve şekil 3.11’de verilen konfigürasyonlardan faydalanılmıştır.



Şekil 3.11. İki yıldızlı sistemler için olası gezegen yörüngeleri (Schwarz ³⁰)

Şekil 3.11’de iki yıldızlı sistemler için tez kapsamında faydalanılan konfigürasyon gösterilmiştir. Burada eğer gezegen çift bileşende kütlesi büyük olan yıldızın etrafında dolanıyorsa bu tür yörüngeler S1, kütlesi küçük olan bileşende dolanıyorsa S2 yörüngeli olarak tez kapsamında isimlendirilmiştir. Şayet gezegen iki yıldızın da etrafında bir yörüngede dolanıyorsa bu yörünge yine tez kapsamında P12 yörünge olarak isimlendirilmiştir. L4 ve L5 Lagrange noktaları olmak üzere eğer gezegen kilitli bir yörüngede dolanıyorsa T yörüngeli olarak isimlendirilmiştir.

³⁰<https://adg.univie.ac.at/schwarz/COORBIN/coorbin.html>

Çizelge 3.5’de iki yıldızlı sistemdeki gezegen yörüngeleri sınıflandırılmıştır. Literatürde bileşenlerinden en az birinin kütle bilgisi bulunmayan sistemlerdeki gezegen yörüngeleri sınıflandırılmamıştır. P12 yörüngeli sistemlerde büyük kütleli bileşenin bilinmesine gerek olmadığı için kütle bilgisi olmamasına rağmen gezegen yörüngeleri sınıflandırılmıştır. Çizelge 3.5’de $\odot$ ile gösterilenler bileşenlerinden en az birinin kütlesi literatürde olmayan sistemleri, ? ile gösterilenler kesin olarak yörüngesi belirlenememiş gezegenlerin olduğu sistemleri ve & ile verilen iki bileşen de barınak yıldız (P12 yörüngeli) olarak verilmiştir.

Çizelge 3.5. İki yıldızlı sistemlerdeki gezegen yörüngeleri

Sistem Adı	Barınak Yıldız	Büyük Kütleli Bileşen	Yörünge
11 Com	11 Com A	A	S1
18 Del	18 Del A	$\odot$	?
2 MASS J01033563-5515561 A	A	A	S1
2MASS J19383260+4603591	A&Ab	A	P12*3
42 Dra	42 Dra A	$\odot$	?
55 Cnc	55 Cnc A	A	S1*5
75 Cet	75 Cet A	A	S1
Corot-2	Corot-2 A	A	S1
Corot-9	Corot-9 A	$\odot$	?
DE CVn	A&Ab	A	P12
DMPP-3	DMPP-3 A	$\odot$	?
DP Leo	A&Ab	$\odot$	P12
DS Tuc	DS Tuc A	A	S1
EPIC 246851721	EPIC 246851721	EPIC 246851721	S1
GJ 15	GJ 15 A	GJ 15 A	S1*2
GJ 229	GJ 229	$\odot$	?
GJ 3021	GJ 3021	$\odot$	?
GJ 338	GJ 338 B	GJ 338 A	S2
GJ 3473	GJ 3473	GJ 3473	S1
GJ 414	GJ 414 A	A	S1*2
GJ 676	GJ 676 A	GJ 676 A	S1*4
GJ 720	GJ 720 A	A	S1
GJ 86	GJ 86 A	$\odot$	?
GJ 896	GJ 896 A	A	S1
GL 49	GL 49	GJ 49	S1
HAT-P-1	HAT-P-1	ADS 16402 A	S2
HAT-P-14	HAT-P-14 A	$\odot$	?
HAT-P-22	HAT-P-22 A	A	S1
HAT-P-24	HAT-P-24 A	$\odot$	?
HAT-P-27	HAT-P-27 A	A	S1
HAT-P-29	HAT-P-29 A	A	S1
HAT-P-3	HAT-P-3 A	A	S1
HAT-P-30	HAT-P-30 A	$\odot$	?
HAT-P-32	HAT-P-32 A	$\odot$	?
HAT-P-33	HAT-P-33 A	$\odot$	?

Sonraki sayfada devam ediyor

Çizelge 3.5 – Önceki sayfanın devamı

Sistem Adı	Barınak Yıldız	Büyük Kütleli Bileşen	Yörünge
HAT-P-39	HAT-P-39 A	A	S1
HAT-P-4	HAT-P-4 A	A	S1
HAT-P-41	HAT-P-41 A	⊙	?
HAT-P-67	HAT-P-67 A	A	S1
HAT-P-7	HAT-P-7 A	⊙	?
HATS-30	HATS-30 A	A	S1
HATS-37	HATS-37 A	A	S1
HATS-48	HATS-48 A	HATS-48 A	S1
HATS-58	HATS-58 A	⊙	?
HATS-65	HATS-65 A	A	S1
HATS-74	HATS-74 A	A	S1
HD 100655	HD 100655 A	A	S1
HD 101930	HD 101930 A	A	S1
HD 102365	HD 102365 A	A	S1
HD 102956	HD 102956 A	A	S1
HD 103774	HD 103774 A	⊙	?
HD 106515	HD 106515 A	A	S1
HD 107148	HD 107148 A	⊙	?
HD 108341	HD 108341 A	A	S1
HD 109749	HD 109749 A	⊙	?
HD 110082	HD 110082	HD 110082	S1
HD 113996	HD 113996 A	⊙	?
HD 114729	HD 114729 A	A	S1
HD 116029	HD 116029 A	⊙	?
HD 11964	HD 11964 A	A	S1*2
HD 125612	HD 125612 A	A	S1*3
HD 133131	HD 133131 A	A	S1*2
HD 133131	HD 133131 B	A	S2*1
HD 142	HD 142 A	⊙	?
HD 142022	HD 142022 A	HD 142022 A	S1
HD 147379	HD 147379	HD 147379	S1
HD 147513	HD 147513	⊙	?
HD 147873	HD 147873 A	A	S1
HD 155233	HD 155233 A	A	S1
HD 156846	HD 156846 A	⊙	?
HD 16141	HD 16141 A	⊙	?
HD 16417	HD 16417 A	A	S1
HD 164509	HD 164509 A	⊙	?
HD 164595	HD 164595 A	A	S1
HD 170469	HD 170469 A	A	S1
HD 177830	HD 177830 A	⊙	?
HD 180617	HD 180617	HD 180617	S1
HD 180902	HD 180902 A	⊙	?
HD 188015	HD 188015 A	⊙	?
HD 189733	HD 189733 A	A	S1
HD 190360	HD 190360	HD 190360	S1*2

Sonraki sayfada devam ediyor

Çizelge 3.5 – Önceki sayfanın devamı

Sistem Adı	Barınak Yıldız	Büyük Kütleli Bileşen	Yörünge
HD 195019	HD 195019 A	⊙	?
HD 196067	HD 196067	HD 196067	S1
HD 196885	HD 196885 A	⊙	?
HD 197037	HD 197037 A	⊙	?
HD 202206	HD 202206 A&B	A	P12
HD 202772	HD 202772 A	⊙	?
HD 204941	HD 204941 A	A	S1
HD 20781	HD 20781	HD 20782	S2*4
HD 20781	HD 20782	HD 20782	S1
HD 212301	HD 212301 A	⊙	?
HD 213240	HD 213240	HD 213240	S1
HD 214823	HD 214823 A	A	S1
HD 217786	HD 217786 A	⊙	?
HD 220842	HD 220842 A	⊙	?
HD 222582	HD 222582 A	A	S1
HD 233832	HD 233832 A	A	S1
HD 23596	HD 23596 A	A	S1
HD 25171	HD 25171 A	A	S1
HD 27442	HD 27442 A	⊙	?
HD 28254	HD 28254 A	A	S1
HD 30856	HD 30856 A	⊙	?
HD 33283	HD 33283 A	A	S1
HD 38529	HD 38529 A	A	S1
HD 41004	HD 41004 A	A	S1
HD 41004	HD 41004 B	A	S2
HD 46375	HD 46375 A	A	S1
HD 4732	HD 4732 A	A	S1*2
HD 59686	HD 59686 A	⊙	?
HD 7449	HD 7449 A	⊙	?
HD 75289	HD 75289 A	A	S1
HD 79498	HD 79498 A	A	S1
HD 80606	HD 80606	HD 80606	S1
HD 8535	HD 8535 A	⊙	?
HD 86081	HD 86081 A	⊙	?
HD 8673	HD 8673 A	⊙	?
HD 89744	HD 89744 A	⊙	?
HD 93963	HD 93963 A	A	S1*2
HD 96167	HD 96167 A	⊙	?
HD 98736	HD 98736 A	A	S1
HD 99492	HD 99492	HIP 55846	S2
HIP 109600	HIP 109600 A	A	S1
HIP 116454	HIP 116454 A	⊙	?
HIP 65	HIP 65 A	A	S1
HIP 70849	HIP 70849 A	⊙	?
HIP 75056	HIP 75056 A	A	S1
HIP 79098	HIP 79098 AB& B	⊙	P12

Sonraki sayfada devam ediyor

Çizelge 3.5 – Önceki sayfanın devamı

Sistem Adı	Barınak Yıldız	Büyük Kütleli Bileşen	Yörünge
HIP 8541	HIP 8541 A	A	S1*2
HIP 94235	HIP 94235 A	A	S1
HR 5183	HR 5183	HR 5183	S1
HR 858	HR 858 A	⊙	?
HU Aqr	HU Aqr A& B	A	P12*2
K2-122	K2-122 A	A	S1
K2-136	K2-136 A	A	S1*3
K2-148	K2-148	K2-148	S1*3
K2-151	K2-151 B	A	S2
K2-22	K2-22 A	⊙	?
K2-265	K2-265 A	A	S1
K2-266	K2-266 A	A	S1*4
K2-288	K2-288 B	A	S2
K2-29	K2-29 A	A	S1
K2-31	K2-31 A	A	S1
K2-32	K2-32 A	A	S1*4
KELT-15	KELT-15 A	A	S1
KELT-16	KELT-16 A	A	S1
KELT-18	KELT-18 A	⊙	?
KELT-19	KELT-19 A	A	S1
KELT-2	KELT-2 A	⊙	?
KELT-23	KELT-23 A	⊙	?
KELT-3	KELT-3 A	⊙	?
KELT-9	KELT-9	KELT-9	S1
KIC 5095269	KIC 5095269 A&Ab	KIC 5095269	P12
KIC 5951458	KIC 5951458 A	⊙	?
KMT-2021-BLG-0322L	A	A	S1
KOI-1257	KOI-1257 A	⊙	?
KOI-7913	KOI-7913 A	⊙	?
KOI-94	KOI-94 A	A	S1*4
Kepler-1008	Kepler-1008 A	A	S1
Kepler-1027	Kepler-1027 A	A	S1
Kepler-104	Kepler-104 A	A	S1*3
Kepler-1063	Kepler-1063 A	⊙	?
Kepler-108	Kepler-108 B	B	S1
Kepler-1086	Kepler-1086 B	A	S2
Kepler-1130	Kepler-1130 A	⊙	?
Kepler-1150	Kepler-1150 B	A	S2
Kepler-130	Kepler-130 A	⊙	?
Kepler-1319	Kepler-1319 A	A	S1
Kepler-132	Kepler-132 A	⊙	?
Kepler-1341	Kepler-1341 A	⊙	?
Kepler-136	Kepler-136 A	A	S1*2
Kepler-14	Kepler-14 A	⊙	?
Kepler-1480	Kepler-1480 A	A	S1
Kepler-1540	Kepler-1540 A	A	S1

Sonraki sayfada devam ediyor

Çizelge 3.5 – Önceki sayfanın devamı

Sistem Adı	Barınak Yıldız	Büyük Kütleli Bileşen	Yörünge
Kepler-16	Kepler-16 A& B	A	P12
Kepler-1647	Kepler-1647 A& B	A	P12
Kepler-1651	Kepler-1651	A	S1
Kepler-1661	Kepler-1661A& Ab	A	P12
Kepler-167	Kepler-167 A	A	S1*4
Kepler-197	Kepler-197 A	A	S1*4
Kepler-20	Kepler-20 A	⊙	?
Kepler-21	Kepler-21 A	⊙	?
Kepler-25	Kepler-25 A	A	S1*3
Kepler-296	Kepler-296 A	A	S1*5
Kepler-333	Kepler-333 A	⊙	?
Kepler-34	Kepler-34 A& B	A	P12
Kepler-35	Kepler-35 A& B	A	P12
Kepler-353	Kepler-353 A	A	S1*2
Kepler-38	Kepler-38 A& Ab	A	P12
Kepler-390	Kepler-390 A	A	S1*2
Kepler-410	Kepler-410 A	⊙	?
Kepler-411	Kepler-411 A	⊙	?
Kepler-413	Kepler-413 A& Ab	A	P12
Kepler-432	Kepler-432 A	A	S1*2
Kepler-453	Kepler-453A& Ab	A	P12
Kepler-454	Kepler-454 A	⊙	?
Kepler-47	Kepler-47 A& B	A	P12*3
Kepler-477	Kepler-477 B	⊙	?
Kepler-504	Kepler-504 A	A	S1
Kepler-514	Kepler-514 A	A	S1
Kepler-515	Kepler-515 A	⊙	?
Kepler-517	Kepler-517 A	A	S1
Kepler-519	Kepler-519 A	⊙	?
Kepler-530	Kepler-530 A	⊙	?
Kepler-538	Kepler-538 A	A	S1
Kepler-560	Kepler-560 B	A	S2
Kepler-636	Kepler-636 A	⊙	?
Kepler-68	Kepler-68 A	A	S1*3
Kepler-693	Kepler-693	A ⊙	?
Kepler-743	Kepler-743 A	⊙	?
Kepler-755	Kepler-755 A	⊙	?
Kepler-779	Kepler-779 A	⊙	?
Kepler-78	Kepler-78 A	A	S1
Kepler-795	Kepler-795 A	⊙	?
Kepler-83	Kepler-83 A	A	S1*3
Kepler-951	Kepler-951 A	⊙	?
Kepler-970	Kepler-970 B	A	S2
Kepler-99	Kepler-99 B	A	S1
LHS 1678	LHS 1678 A	⊙	?
LTT 3780	LTT 3780	LTT 3780	S1*2

Sonraki sayfada devam ediyor

Çizelge 3.5 – Önceki sayfanın devamı

Sistem Adı	Barınak Yıldız	Büyük Kütleli Bileşen	Yörünge
MASCARA-4	MASCARA-4	MASCARA-4	S1
MXB 1658-298	MXB 1658-298A& Ab	⊙	P12
NGTS-14	NGTS-14 A	⊙	?
NGTS-3	NGTS-3 A	⊙	?
NN Ser	NN SerA& Ab	A	P12*2
NSVS 14256825	NSVS 14256825A& Ab	A	P12
NY Vir	NY VirA& Ab	⊙	P12*2
OGLE-2007-BLG-349L	OGLE-2007-BLG-349L A& B	A	P12
OGLE-2008-BLG-092L	OGLE-2008-BLG-092L	A	S1
OGLE-2013-BLG-0341L	OGLE-2013-BLG-0341L B	⊙	?
OGLE-2016-BLG-0613L	OGLE-2016-BLG-0613LAB& B	⊙	P12
OGLE-2018-BLG-1700L	OGLE-2018-BLG-1700L A& Ab	⊙	P12
OGLE-2019-BLG-0304L	OGLE-2019-BLG-0304L A	A	S1
OGLE-2019-BLG-1470L	OGLE-2019-BLG-1470L A& B	A	P12
PSR B1620-26	PSR B1620-26 A& B	⊙	P12
Pr0211	Pr0211 A	A	S1*2
Qatar-6	Qatar-6 A	⊙	?
ROXs 12	ROXs 12	⊙	?
ROXs 42	ROXs 42 B& BB	⊙	P12
RR Cae	RR Cae A& Ab	A	P12
Ross 458	Ross 458 A& B	⊙	P12
SR 12	SR 12 A& B	⊙	P12
TIC 172900988	TIC 172900988 Aa& B	A	P12
TOI-1201	TOI-1201	TOI-1201	S1
TOI-1259	TOI-1259 A	A	S1
TOI-1333	TOI-1333	TOI-1333	S1
TOI-1452	TOI-1452	TOI-1452	S1
TOI-1634	TOI-1634	⊙	?
TOI-2193	TOI-2193 A	A	S1
TOI-3331	TOI-3331 A	A	S1
TOI-3540	TOI-3540 A	A	S1
TOI-3714	TOI-3714 A	TIC 662037581	S2
TOI-421	TOI-421	A	S1*2
TOI-451	TOI-451	A	S1*3
TrES-1	TrES-1 A	⊙	?
TrES-2	TrES-2 A	⊙	?
TrES-4	TrES-4	⊙	?
UZ For	UZ For A/Ab	⊙	P12
VHS J125601.92-125723.9	VHS J125601.92-125723.9 A/B	⊙	P12
WASP-1	WASP-1 A	⊙	?
WASP-100	WASP-100 A	⊙	?
WASP-104	WASP-104 A	A	S1
WASP-114	WASP-114 A	A	S1
WASP-123	WASP-123 A	⊙	?
WASP-127	WASP-127 A	A	S1
WASP-129	WASP-129 A	⊙	?

Sonraki sayfada devam ediyor

Çizelge 3.5 – Önceki sayfanın devamı

Sistem Adı	Barınak Yıldız	Büyük Kütleli Bileşen	Yörünge
WASP-139	WASP-139 A	A	S1
WASP-140	WASP-140 A	A	S1
WASP-145	WASP-145 A	A	S1
WASP-160	WASP-160 B	A	S2
WASP-168	WASP-168 A	⊙	?
WASP-173	WASP-173 A	A	S1
WASP-18	WASP-18 A	⊙	?
WASP-180	WASP-180 A	A	S1
WASP-2	WASP-2 A	A	S1
WASP-20	WASP-20 A	A	S1
WASP-26	WASP-26 A	A	S1
WASP-33	WASP-33 A	A	S1
WASP-36	WASP-36 A	A	S1
WASP-45	WASP-45 A	⊙	?
WASP-49	WASP-49 A	⊙	?
WASP-54	WASP-54 A	⊙	?
WASP-55	WASP-55 A	⊙	?
WASP-56	WASP-56 A	⊙	?
WASP-58	WASP-58 A	A	S1
WASP-64	WASP-64 B	A	S2
WASP-68	WASP-68 A	A	S1
WASP-70	WASP-70 A	A	S1
WASP-75	WASP-75 A	A	S1
WASP-76	WASP-76 A	A	S1
WASP-77	WASP-77 A	A	S1
WASP-8	WASP-8 A	A	S1*2
WASP-85	WASP-85 A	⊙	?
WASP-87	WASP-87 A	A	S1
WASP-94	WASP-94 A	A	S1
WASP-94	WASP-94 B	A	S2
WASP-98	WASP-98 A	⊙	?
XO-2 N	XO-2 N	XO-2 S	S2
XO-2 N	XO-2 S	XO-2 S	S1*2
alf Tau	alf Tau A	A	S1
b Cen	b Cen A/B	⊙	P12
bet Cnc	bet Cnc A	A	S1
gam Cep	gam Cep A	⊙	?
gam 1 Leo	gam 1 Leo	⊙	?
ome Ser	ome Ser A	A	S1
omi UMa	omi Uma A	⊙	?
tau Boo	tau Boo A	⊙	?
ups And	ups And A	A	S1*3

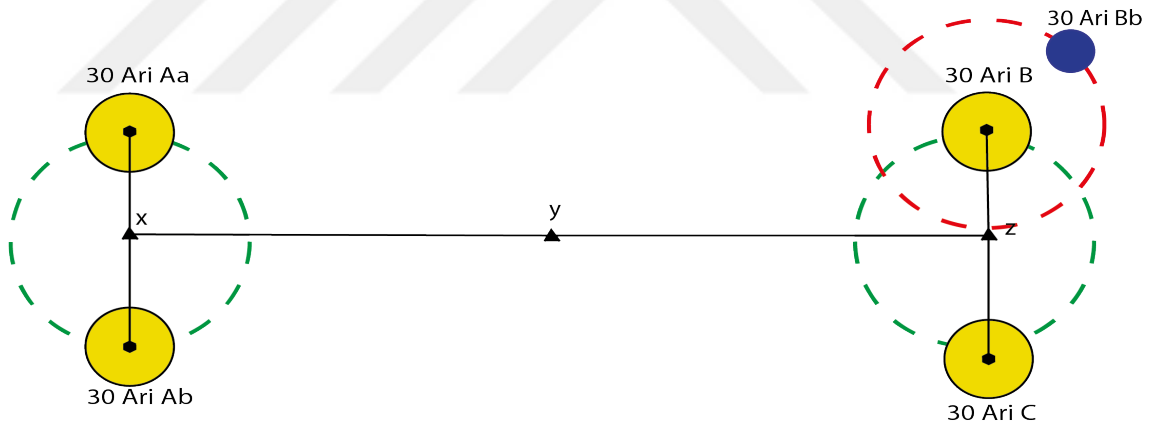
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Dört Yıldızlı Sistemler

1 Kasım 2022 tarihine kadar yapılmış keşifler içerisinde sadece iki adet onaylanmış dört yıldızlı bünyesinde ötegezegen barındıran sistem tespit edilmiştir. Bu iki sistemde de birer adet ötegezegen bulunmaktadır. Bu sistemlerdeki yıldızların fiziksel ve tayfsal özellikleri için literatürdeki yayınlardan faydalanılmıştır. Aşağıda bu iki sistem anlatılmıştır.

4.1.1. 30 Arietis

30 Arietis (30 Ari) sistemi Koç (Arietis) takımıyıldızında bulunan ve dünyadan 136 ışık yılı uzaklıkta bir sistemdir.²⁷ Sistem bünyesinde dört yıldız ve bir ötegezegen barındırmaktadır.



Şekil 4.1. 30 Ari sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.1’de 30 Ari Aa ve 30 Ari Ab yıldızları şekilde x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında, 30 Ari B ve 30 Ari C ise z ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında, ve bu iki çift yıldız da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanmaktadırlar.

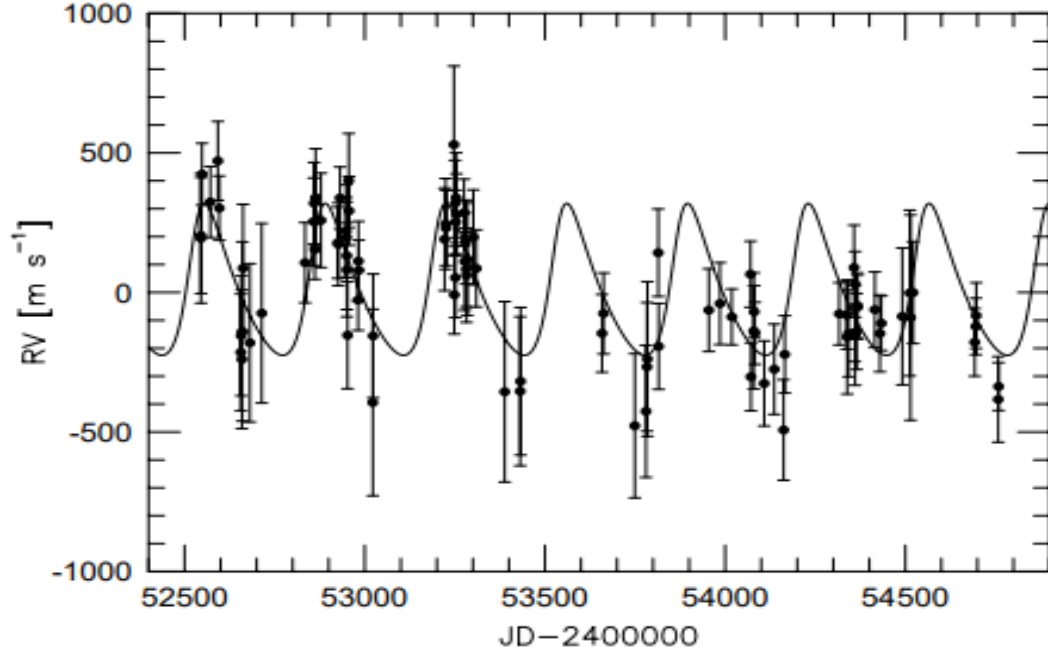
30 Ari Aa ve 30 Ari Ab’nin tek çizgili bir tayfsal çift (SB1) olduğu, Aa-Ab ve B-C çifti görsel çift (bileşenleri ayrı ayrı görülebilen) olarak belirlenmiştir ve aralarındaki mesafe 1520 ± 54 AU olarak verilmiştir (Guenther vd. 2009).

²⁵<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

²⁶<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/>

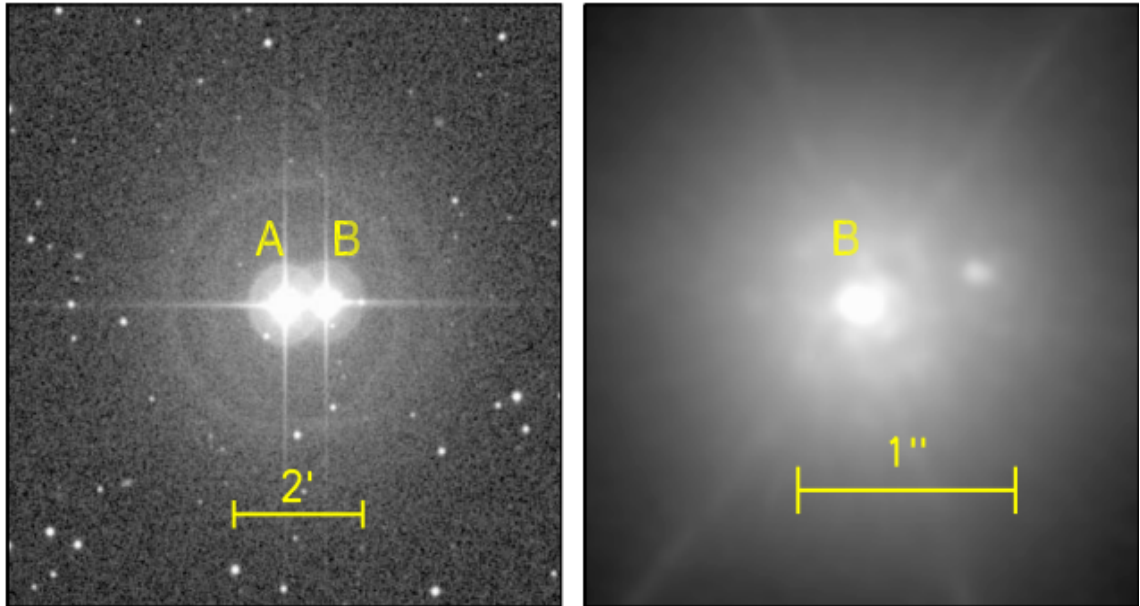
²⁷<https://www.nasa.gov/jpl/planet-reared-by-four-parent-stars>

Şekil 4.1’de 30 Ari sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Sistemdeki gezegen olan 30 Ari Bb radyal hız yöntemiyle Guenther vd. (2009) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.2. 30 Ari B yıldızının radyal hız ölçümleri (Guenther vd. 2009)

Şekil 4.2’de 30 Ari B yıldızının radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Sistemdeki gezegenden dolayı radyal hızındaki değişimler açıkça görülmektedir.



Şekil 4.3. 30 Ari A, B ve C bileşenlerinin gösterimi (Kane vd. 2015)

Şekil 4.3’de Digital Sky Survey’de yapılan gözleme ait görüntü gösterilmiştir. A ve B çiftinin görsel bir çift olduğu açıkça görülmektedir.

Bileşenlerin öz hareketleri birbirine çok yakın olan çift yıldızlar, cpm çifti olarak adlandırılmaktadır. 30 Ari B ve C yıldızlarının cpm (common proper motion) çifti oldukları Roberts vd. (2015) tarafından belirlenmiştir. Bu türde çiftlerde yıldızların öz hareketlerinin neredeyse aynı oldukları görülmüştür (Oxford ²⁸). Çizelge 4.1’de 30 Ari sisteminin barınak yıldızı olan 30 Ari B yıldızına ait tüm parametreler verilmiştir.

Çizelge 4.1. 30 Ari B yıldızının parametreleri

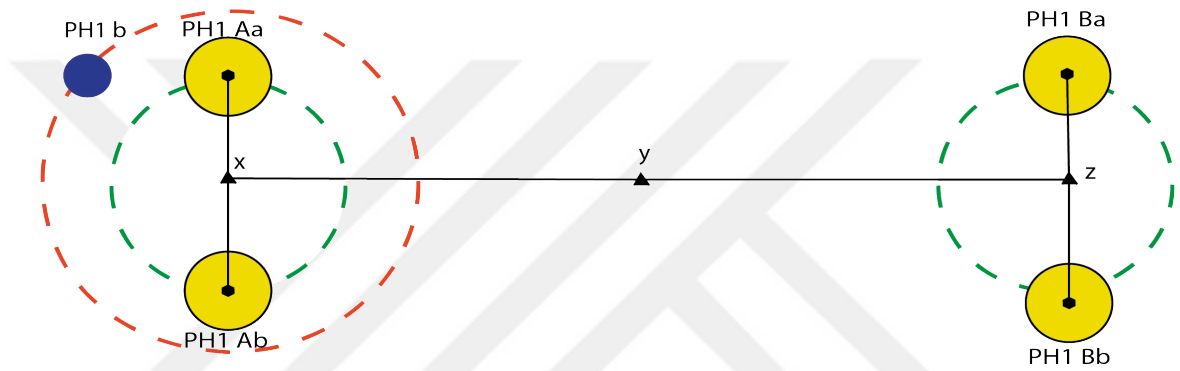
Parametre(birim)	Değer
Sağ Açıklık	$\alpha = 02^{\text{h}} 36^{\text{m}} 57^{\text{s}}.7405$
Dik Açıklık	$\delta = +24^{\circ} 38' 53''.0270$
Tayf Türü	F6V
$v_{\text{sin}}(\text{kms}^{-1})$	38.3 ± 1.3
V(mag)	7.091
B-V(mag)	0.51
J(mag)	6.08 ± 0.02
H(mag)	5.908 ± 0.029
K(mag)	5.822 ± 0.021
M_v	4.12
$\pi(\text{mas})$	25.36 ± 1.1
Uzaklık(pc)	39.7 ± 1.7
Fe/H(dex)	0.245 ± 0.195
$T_{\text{eff}}(\text{K})$	6300 ± 60
$\log g(\text{cgs})$	4.44
$M_{\star}(M_{\odot})$	1.16 ± 0.04
Yaş(gyr)	0.91 ± 0.83
$R_{\star}(R_{\odot})$	1.13 ± 0.03
$\theta(\text{mas})$	0.26 ± 0.01

Referans: Guenther vd. 2009

²⁸<https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803095627663>

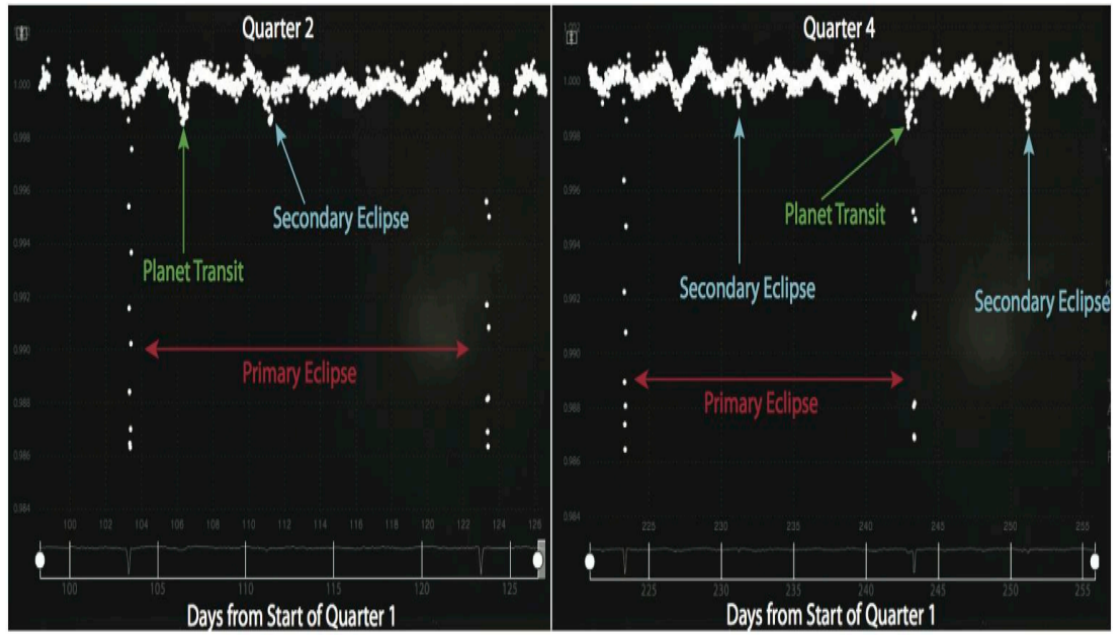
4.1.2. PH1 (Kepler-64)

30 Ari Bb gezegeninin keşfinden sonra dört yıldızlı bir sistem bünyesinde yer alan ötegezegen olan PH1 b Schwamb vd. (2013) tarafından geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir. PH1 (Planet Hunters 1) diğer adıyla Kepler-64 sistemi bünyesinde dört yıldız ve bir ötegezegen barındırmaktadır.



Şekil 4.4. PH1 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.4’de PH1 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. PH1 Aa ve PH1 Ab x ile gösterilen kütle merkezi etrafında dolanan bir örten çift, PH1 Ba ve PH1 Bb ise z ile gösterilen kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift ve A(Aa-Ab) ile B(Ba-Bb) çifti de y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan Schwamb vd. (2013) tarafından bir cpm çifti olarak belirlenmiştir. PH1 b gezegeni PH1 Aa-Ab bileşenlerinin her ikisinin etrafında yörüngede dolanmaktadır. Bunun gibi bir yerine iki yıldız etrafında dolanan gezegenler circumbinary planet olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 4.5. PH1 b gezegeninin tespiti (Schwamb vd. 2013)

Şekil 4.5’de PH1 b gezegeninin yaptığı geçiş gösterilmiştir. Burada gezegen her iki bileşenin etrafında da dolanmasına rağmen yalnızca büyük kütleli bileşen olan PH1 Aa bileşeninin önünden geçerken gözlemciye gelen ışıktaki azalma tespit edilebilmiştir. Şekilde birinci ve ikinci tutulma ile gezegenin geçişinin ışık eğrisine etkisi gösterilmiştir. Çizelge 4.2’de PH1 sisteminin barınak yıldızları olan PH1 Aa ve PH1 Ab yıldızlarına ait parametreler verilmiştir.

Çizelge 4.2. PH1 Sisteminin Barınak Yıldızlarının Parametreleri

Parametre	PH1 Aa	PH1 Ab
$M_{\star}(M_{\odot})$	1.528 ± 0.087	0.408 ± 0.024
$R_{\star}(R_{\odot})$	1.734 ± 0.044	0.378 ± 0.023
Tayf Türü	FV	MV
$\log g(\text{cgs})$	4.144 ± 0.014	4.892 ± 0.057
$T_{\text{eff}}(\text{K})$	6407 ± 150	3561 ± 150
Fe/H(dex)	0.21 ± 0.08	—
$v_{\text{sin}i}(\text{kms}^{-1})$	32.6 ± 2	32.38 ± 0.47

Referans: Schwamb vd. 2013

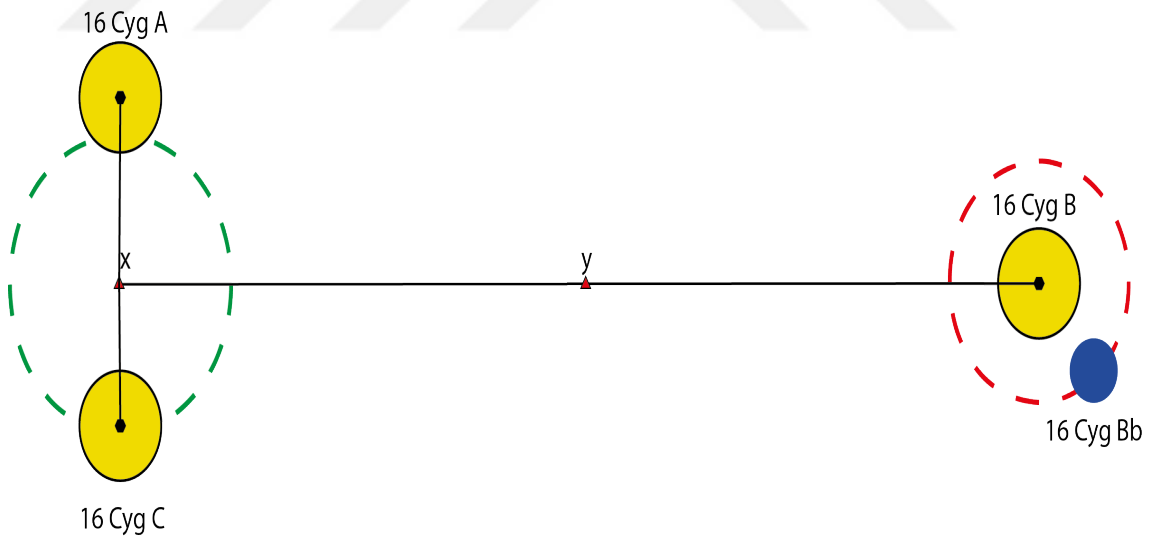
4.2. Üç Yıldızlı Sistemler

1 Kasım 2022 tarihine kadar keşfedilmiş sistemler içerisinde NASA Exoplanet Archive²⁷ üzerinden alınan, bünyesinde üç yıldız ve en az bir ötegezegen bulunan sistemlerin 41 tane olduğu tespit edilmiştir. Bu sistemler içerisinde üç yıldız bir gezegenli 34, üç yıldız iki gezegenli 5 ve üç yıldız beş gezegenli 2 adet sistem tespit edilmiştir. 41 tane üç yıldızlı sisteme ait toplam ötegezegen sayısı 54 olarak belirlenmiştir.

Üç yıldızlı tüm sistemler morfolojik olarak tez kapsamında NASA Exoplanet Archive²⁷ baz alınarak kronolojik olarak detaylı şekilde anlatılmıştır. Üç yıldızlı sistemlerin şematik gösterimlerinde yörüngelerin eliptik veya dairesel olması dikkate alınmamış ve yıldızların birbirine olan uzaklıkları tamamen şematik olarak gösterilmiştir.

• 16 Cygni(16 Cyg)

Tarihte ilk kez üç yıldızlı bir sistem içerisinde ötegezegen varlığı Cochran vd. (1997) tarafından radyal hız yöntemiyle keşfedilmiştir. Keşfedilen gezegen 16 Cyg B yıldızının etrafında dolanmaktadır ve 16 Cyg Bb olarak literatürde isimlendirilmiştir. 16 Cyg sistemi 21.41 pc uzaklıkta (Butler vd. 2006), Kuğu (Cygnus) takım yıldızında bulunan bir sistemdir. Sistem 16 Cyg A, 16 Cyg B ve 16 Cyg C olmak üzere üç yıldız ve 16 Cyg Bb adı verilen bir ötegezegenen oluşmaktadır.

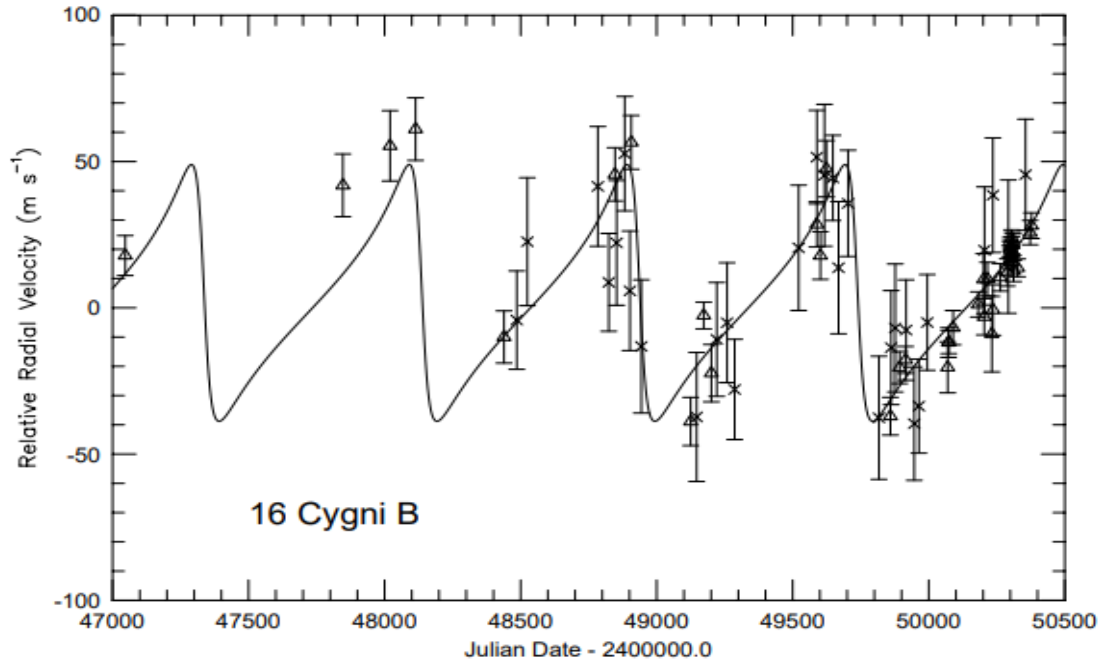


Şekil 4.6. 16 Cyg sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.6'da 16 Cyg sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Burada 16 Cyg A ve 16 Cyg C x ile gösterilen ortak bir kütle merkezi etrafında dolanmaktadır. Mason vd. (2001) tarafından bu çift görsel çift olarak tanımlanmıştır. 16 Cyg AC (16 Cyg A ve 16 Cyg C) ile 16 Cyg B de y ile gösterilen ortak bir kütle merkezi etrafında dolanmaktadır. 16

²⁷<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

Cyg AC ile 16 Cyg B çiftinin geniş bir görsel çift olduğu Cochran vd. (1997) tarafından belirlenmiştir.

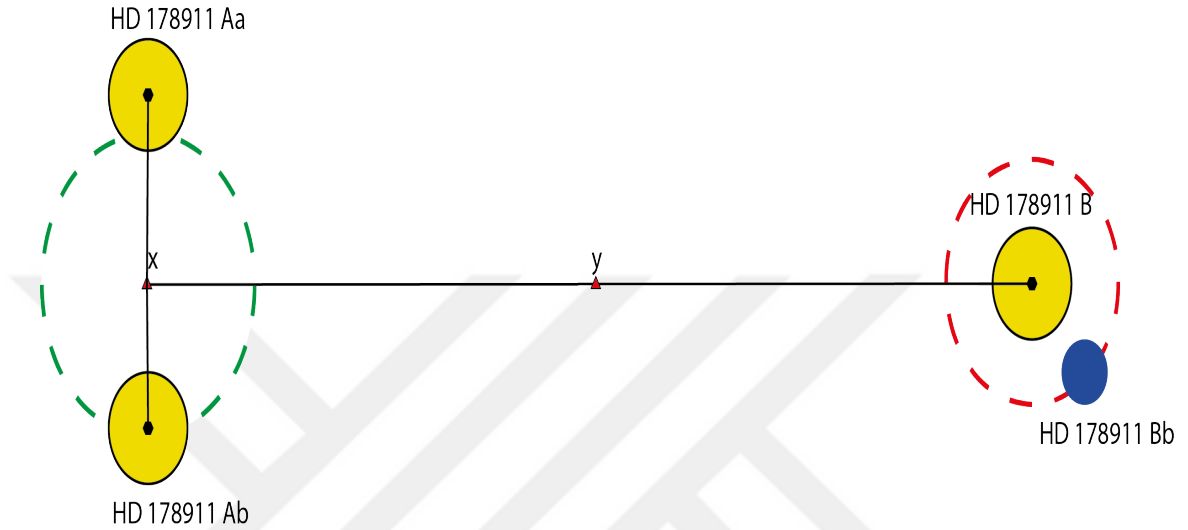


Şekil 4.7. 16 Cyg B yıldızı için radyal hız ölçümleri (Cochran vd. 1997)

Şekil 4.7’de 16 Cyg Bb ötegezegeninin keşfine neden olan radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal hızdaki değişimlerden sistemde bir ötegezegen varlığı keşfedilmiştir.

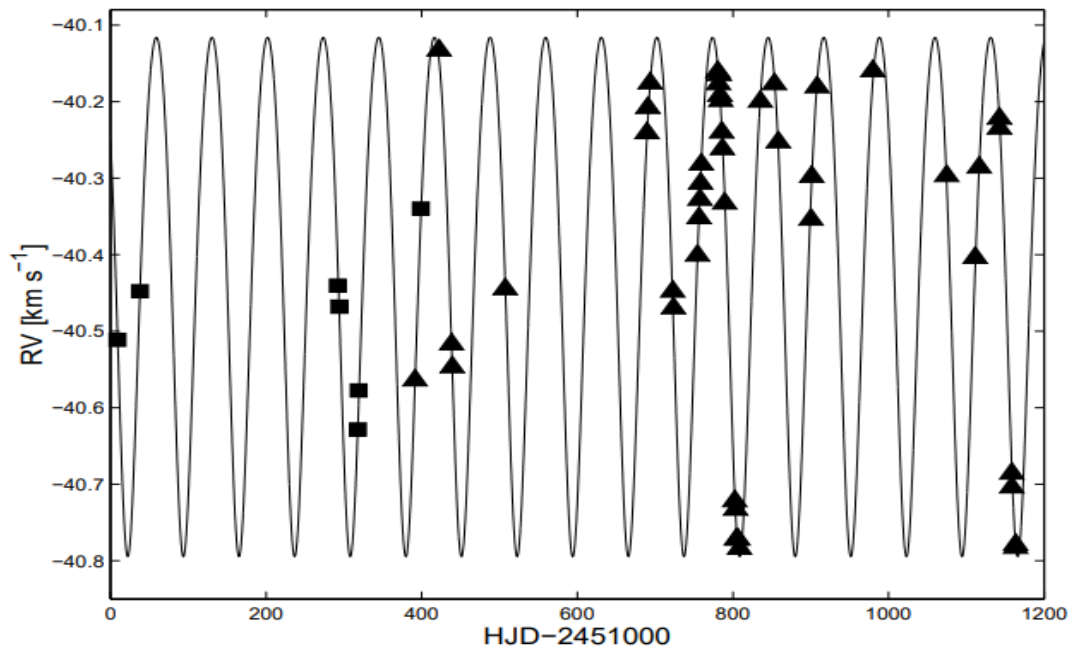
• HD 178911

HD 178911 sistemi 47 pc uzaklıkta (Butler vd. 2006), Şilyak (Lyra) takımyıldızında yer alan bir sistemdir. Sistemde HD 178911 Aa, HD 178911 Ab ve HD 178911 B yıldızları bulunmaktadır. Sistemde yer alan ötegezegen Zucker vd. (2002) tarafından keşfedilmiştir. Gezegen HD 178911 B yıldızının etrafında dolanmaktadır. Bu nedenle ötegezegen HD 178911 Bb olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 4.8. HD 178911 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.8’de HD 178911 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD 178911 Aa ile HD 178911 Ab x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanmaktadır. McAlister vd. (1987) tarafından bu çift tayfsal bir çift olarak belirlenmiştir . Bu çift sistem ile HD 178911 B yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift olduğu Zucker vd. (2002) tarafından belirlenmiştir.

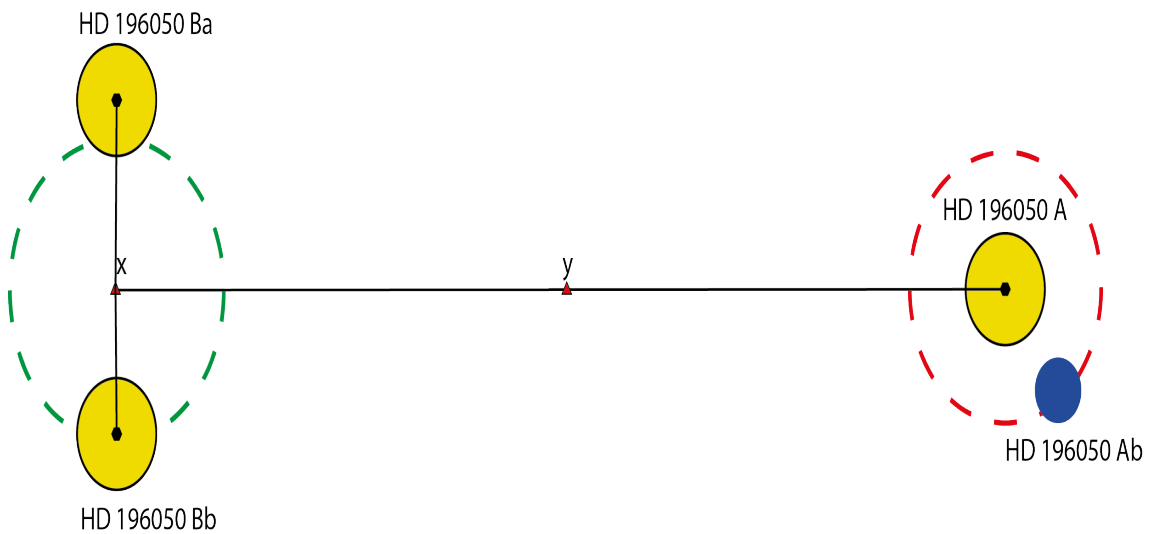


Şekil 4.9. HD 178911 B yıldızı için radyal hız ölçümleri (Zucker vd. 2002)

Şekil 4.9’da HD 178911 yıldızının radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal hızdaki değişimlerden sistemde bir ötegezegen varlığı Zucker vd. (2002) tarafından keşfedilmiştir.

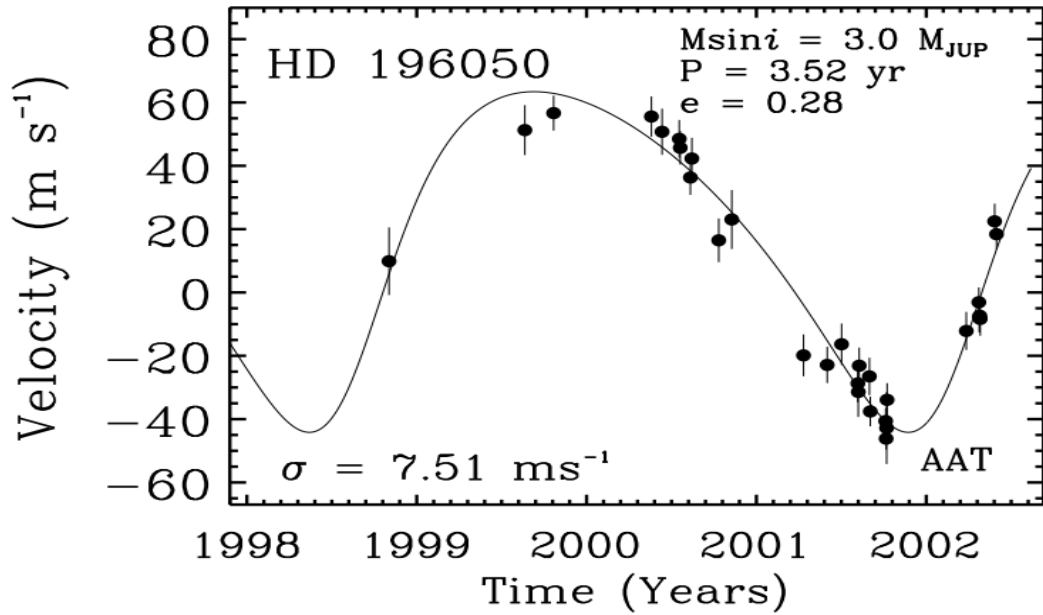
• HD 196050

HD 196050 46.9 pc uzaklıkta (Butler vd. 2006), Tavus (Pavo) takımyıldızında yer alan bir sistemdir. Sistem bünyesinde HD 196050 Ba, HD 196050 Bb ve HD 196050 A yıldızlarını barındırmaktadır. Sistemde HD 196050 A yıldızının etrafında dolanan HD 196050 Ab ötegezegeni radyal hız yöntemiyle Jones vd. (2002) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.10. HD 196050 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.10'da HD 196050 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD 196050 Ba ile HD 196050 Bb x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çifttir. Bu çift sistem ile HD 196050 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti olarak Mugrauer vd. (2005) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çiftin bir görsel çift olduğu WDS (Washington Double Stars) kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından verilmiştir.

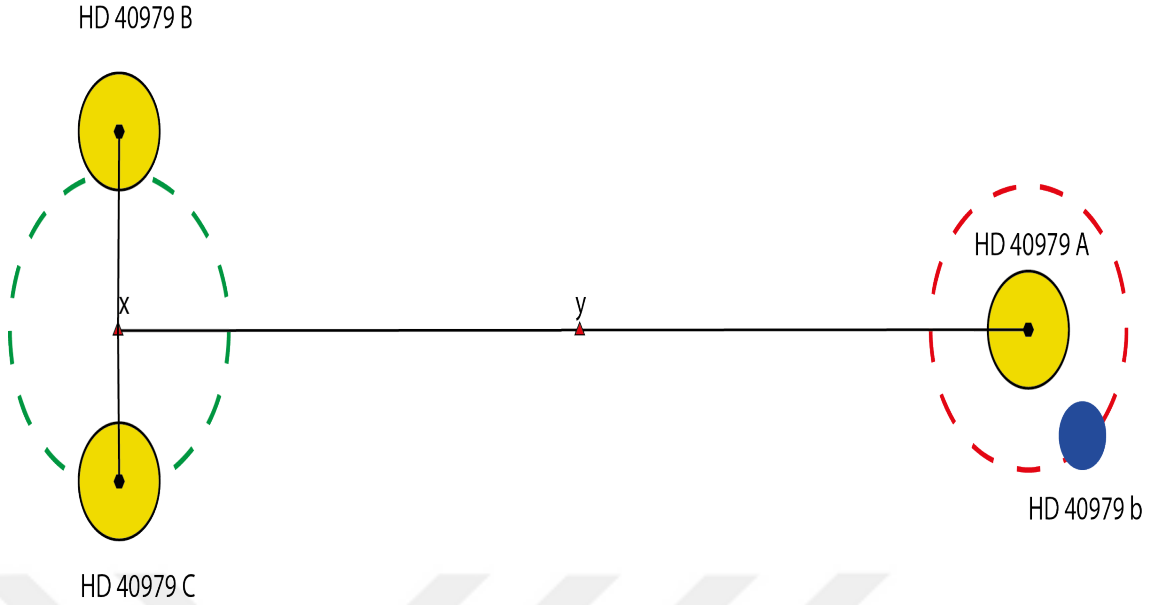


Şekil 4.11. HD 196050 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Jones vd. 2002)

Şekil 4.11'de HD 196050 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden sistemdeki ötegezegen varlığı anlaşılmıştır.

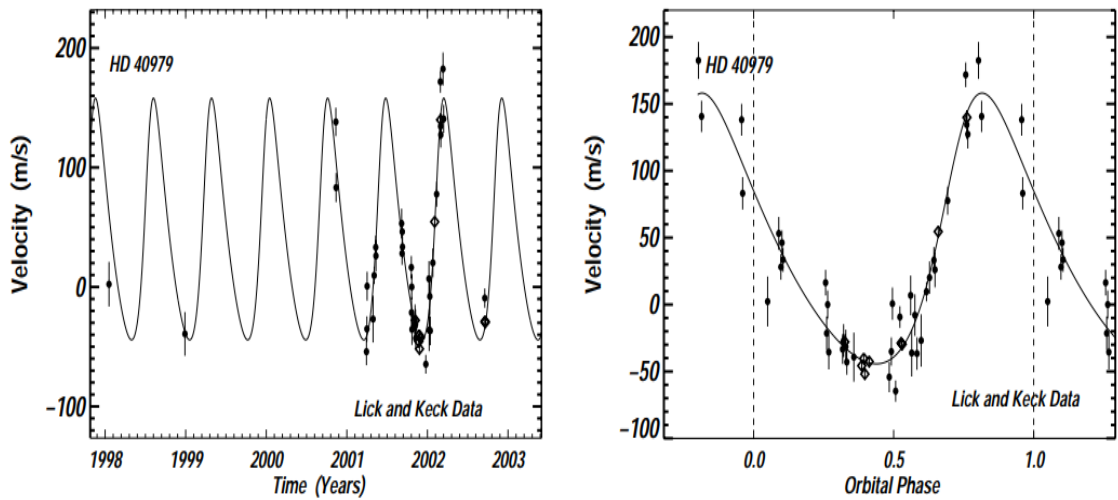
• HD 40979

HD 40979 sistemi 33.33 pc uzaklıkta (Butler vd. 2006), Arabacı (Auriga) takım yıldızında bulunan bir sistemdir. Sistemde HD 40979 A, HD 40979 B ve HD 40979 C yıldızları bulunmaktadır. HD 40979 A yıldızının bünyesinde bir ötegezegen varlığı radyal hız yöntemiyle Fischer vd. (2003) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.12. HD 40979 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.12’de HD 40979 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD 40979 B ile HD 40979 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çiftiyken, bu çift sistem ile HD 40979 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti olarak Mugrauer vd. (2007) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çiftin bir görsel çift olduğu WDS (Washington Double Stars) kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından verilmiştir.

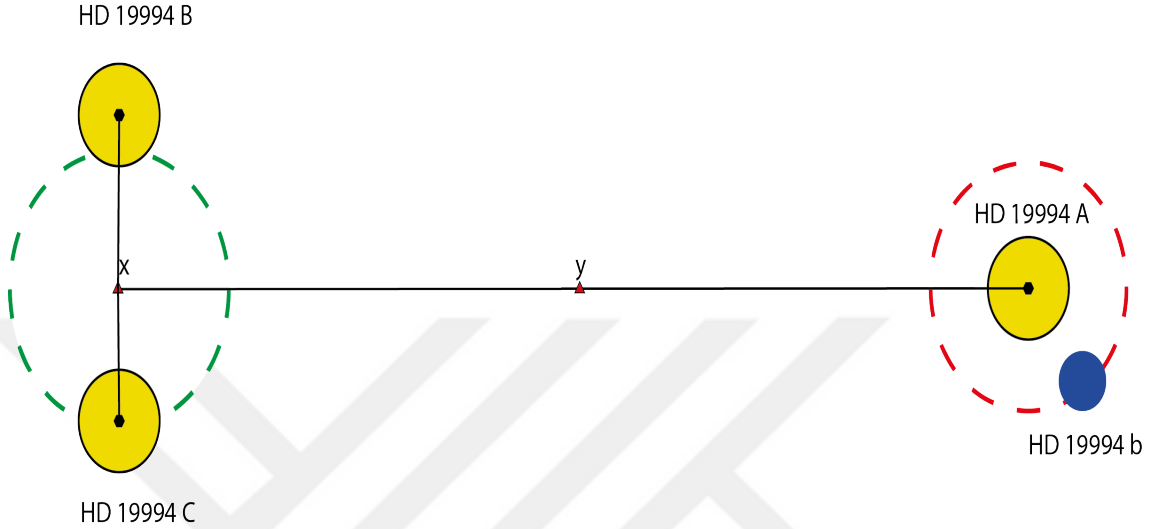


Şekil 4.13. HD 40979 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Fischer vd. 2003)

Şekil 4.13’de HD 40979 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Solda radyal hızın zamana göre sağda ise radyal hız ölçümlerinin evreye göre çizimleri gösterilmiştir. Bu değişimlerden sistemdeki ötegezegen Fischer vd. (2003) tarafından keşfedilmiştir.

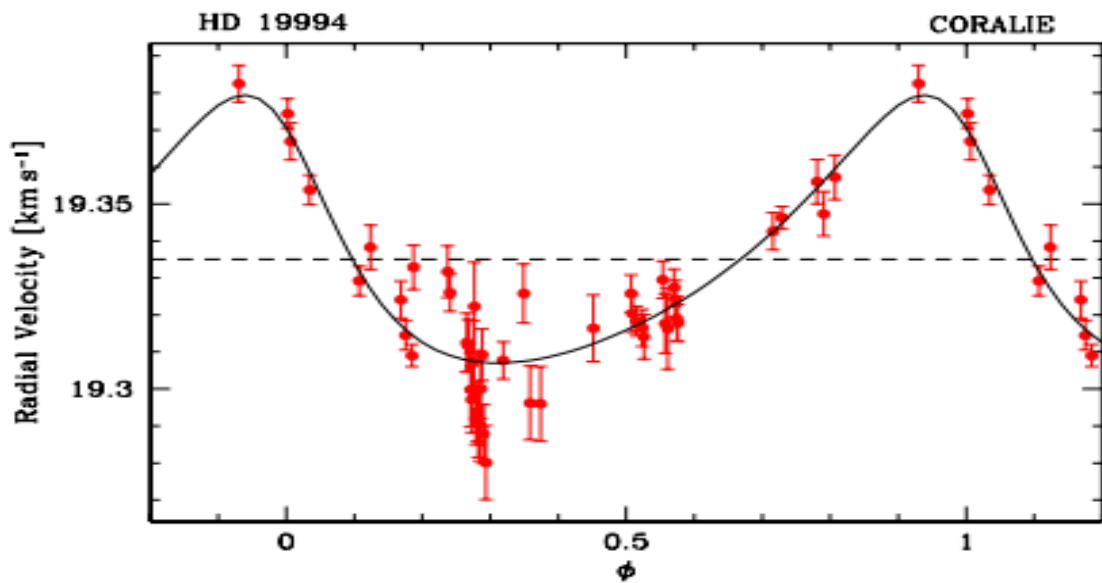
• HD 19994

HD 19994 sistemi 22.38 pc uzaklıkta (Butler vd. 2006), Balina (Cetus) takımyıldızında bulunmaktadır. Sistemde HD 19994 A, HD 19994 B ve HD 19994 C yıldızları bulunmaktadır. Mayor vd. (2004) tarafından HD 19994 A yıldızının etrafında dolanan bir ötegezegen radyal hız yöntemiyle keşfedilmiştir.



Şekil 4.14. HD 19994 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.14’de HD 19994 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD 19994 B ile HD 19994 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır. Bu çift sistem ile HD 19994 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift olarak Raghavan vd. (2006) tarafından belirlenmiştir.

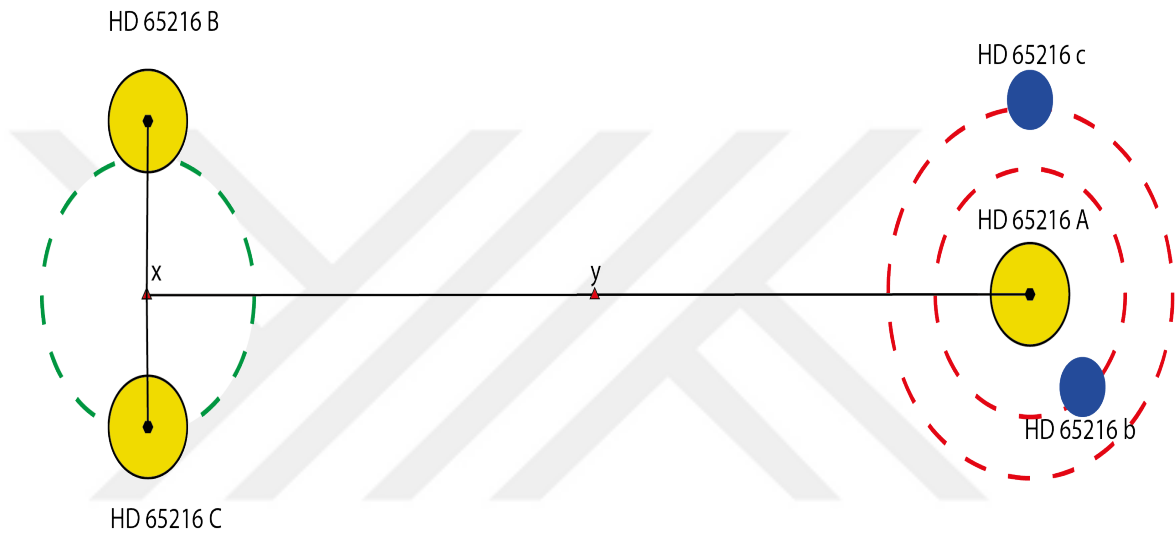


Şekil 4.15. HD 19994 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Mayor vd. 2004)

Şekil 4.15’de HD 19994 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Bu değişimlerden sistemdeki ötegezegen keşfedilmiştir.

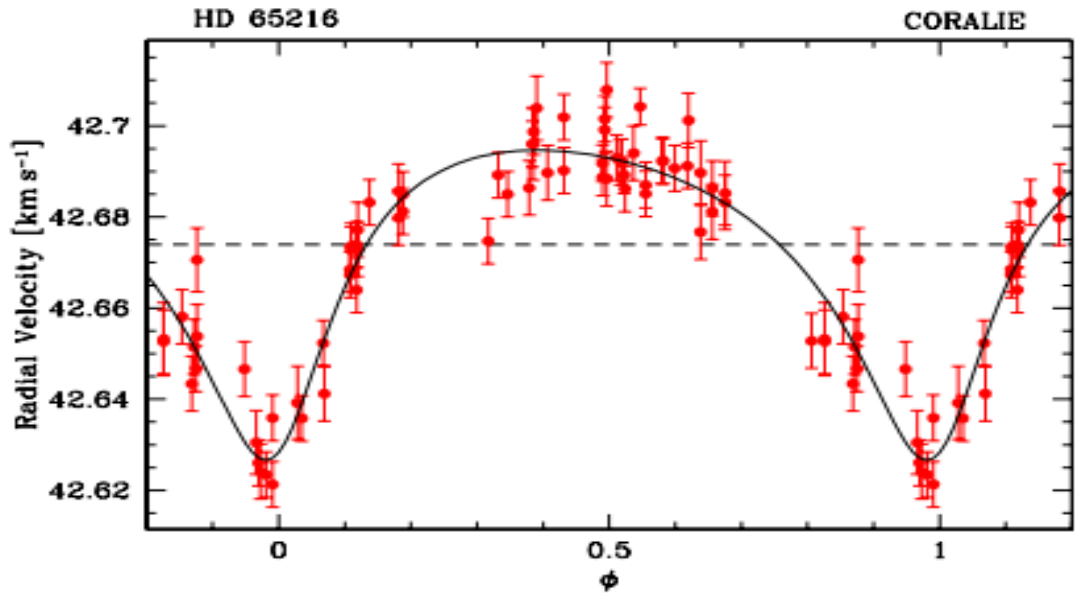
• HD 65216

HD 65216 sistemi 35.59 pc uzaklıkta (Butler vd. 2006), Karina (Carina) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HD 6516 A, HD 65216 B ve HD 65216 C yıldızları bulunmaktadır. İlk olarak HD 65216 A yıldızının etrafında dolanan HD 65216 b ötegezegeni Mayor vd. (2004) tarafından radyal hız ölçümleriyle keşfedilmiştir. Daha sonra sistemdeki ikinci gezegen olan HD 65216 c de radyal hız yöntemiyle Wittenmyer vd. (2013) tarafından keşfedilmiştir.

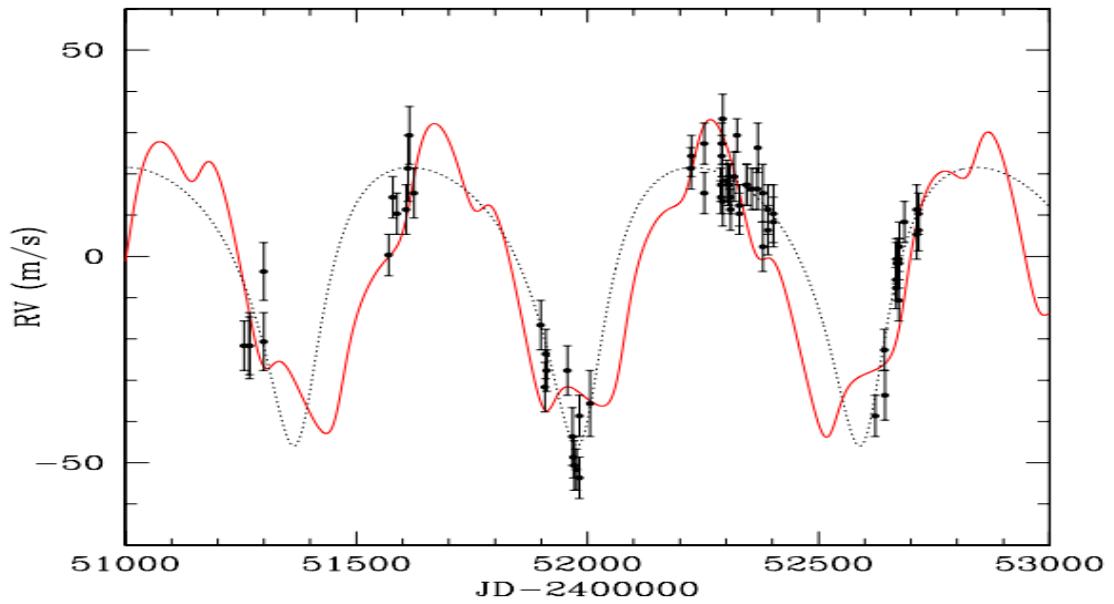


Şekil 4.16. HD 65216 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.16’da HD 65216 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD 65216 B ile HD 65216 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çiftiyken bu çift sistem ile HD 65216 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan yine bir cpm çifti olarak Eggenberger vd. (2007) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çiftin bir görsel çift olduğu WDS (Washington Double Stars) kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından verilmiştir.



Şekil 4.17. HD 65216 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Mayor vd. 2004)

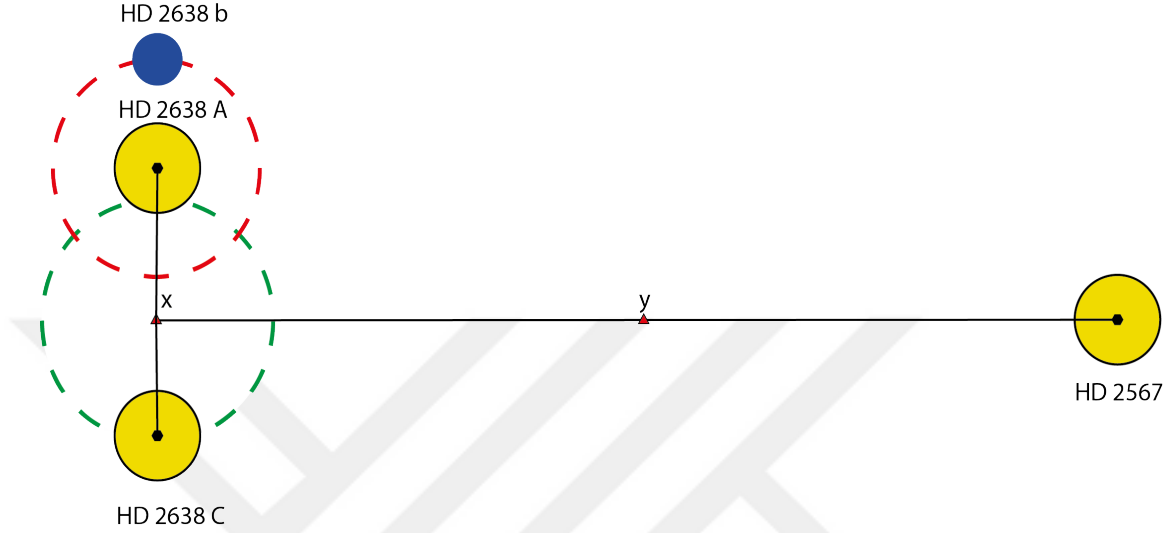


Şekil 4.18. HD 65216 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Wittenmyer vd. 2013)

Şekil 4.17’de HD 65216 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Bu değişimlerden sistemdeki ötegezegen keşfedilmiştir. Şekil 4.18’de ise 2013 yılında yeniden radyal hız ölçümleri yapılarak, Mayor vd. (2004) ölçümleri üzerine tekrar çizdirilmesiyle oluşturulan eğri gösterilmiştir. Buradan sistemdeki ikinci ötegezegen olan HD 65216 c Wittenmyer vd. (2013) tarafından keşfedilmiştir.

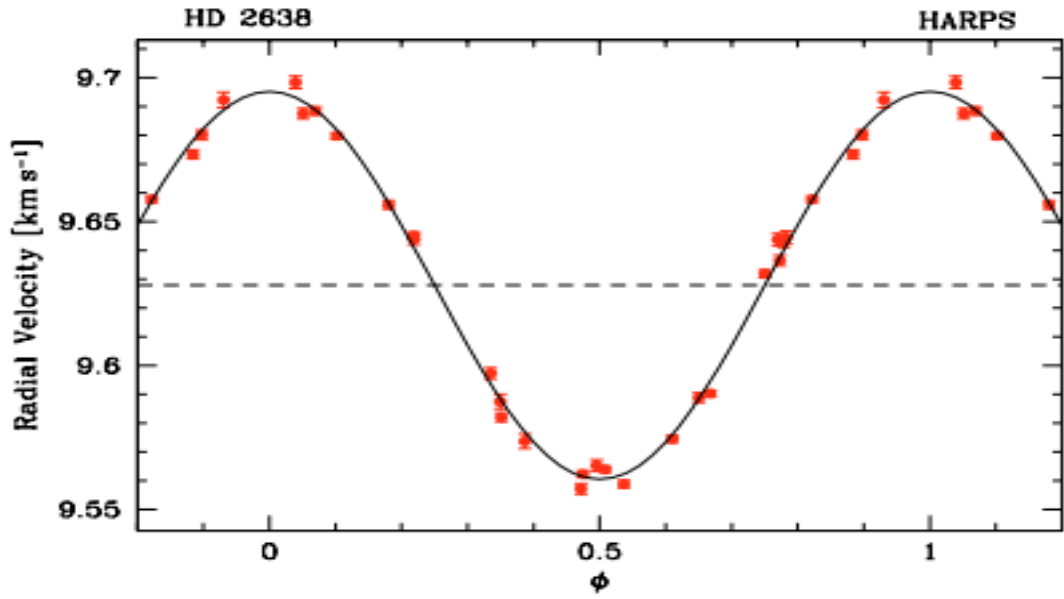
• HD 2638

HD 2638 sistemi 53.7 pc uzaklıkta (Butler vd. 2006), Balina (Cetus) takımyıldızında yer alan bir diğer üç yıldızlı sistemdir. Sistemde HD 2638 A, HD 2638 C ve HD 2567 yıldızları bulunmaktadır. Sistemdeki HD 2638 A yıldızının etrafında bir ötegezegen olduğu Moutou vd. (2005) tarafından radyal hız ölçümleriyle bulunmuştur.



Şekil 4.19. HD 2638 sisteminin temşli gösterimi

Şekil 4.19’da HD 2638 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD 2638 A ile HD 2638 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift olarak Mason vd. (2001) tarafından belirlenmiştir. Bu çift sistem ile HD 2567 yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti olarak Roberts vd. (2015) tarafından belirlenmiştir.

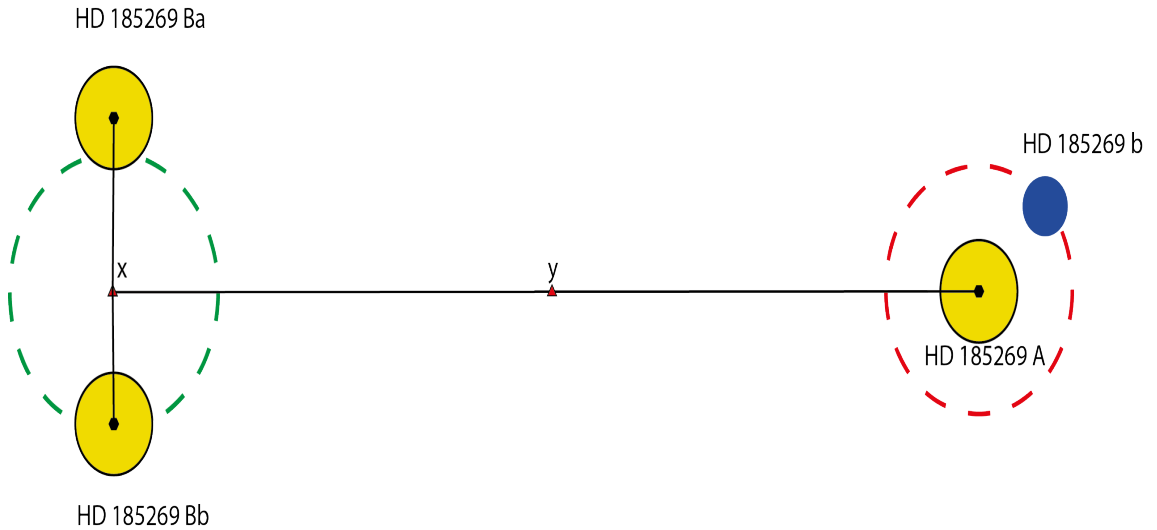


Şekil 4.20. HD 2638 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Moutou vd. 2005)

Şekil 4.20’de HD 2638 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden sistemdeki HD 2638 b ötegezegeni keşfedilmiştir.

• HD 185269

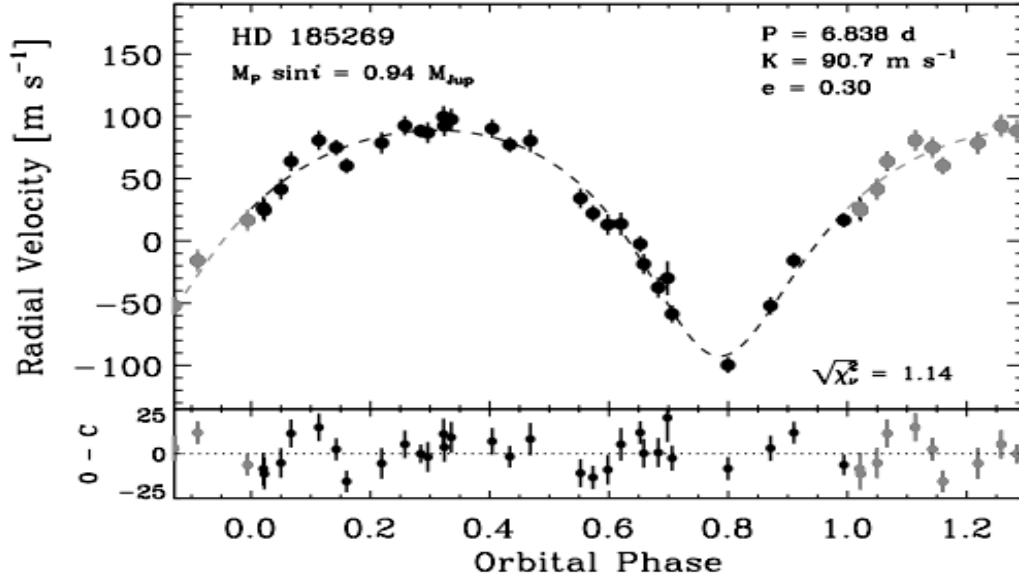
HD 185269 sistemi 47.6 pc uzaklıkta (Johnson vd. 2006), Kuğu (Cygnus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistem bünyesinde HD 185269 A, HD 185269 Ba ve HD 185269 Bb yıldızlarını barındırmaktadır. Sistemdeki HD 185269 A yıldızının etrafında bir ötegezegen varlığı radyal hız ölçümlerinden Johnson vd. (2006) tarafından tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. HD 185269 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.21’de HD 185269 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD

185269 Ba ile HD 185269 Bb x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır. Bu çift sistem ile HD 185269 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan yine bir görsel çift olarak Mason vd. (2001) tarafından belirlenmiştir.

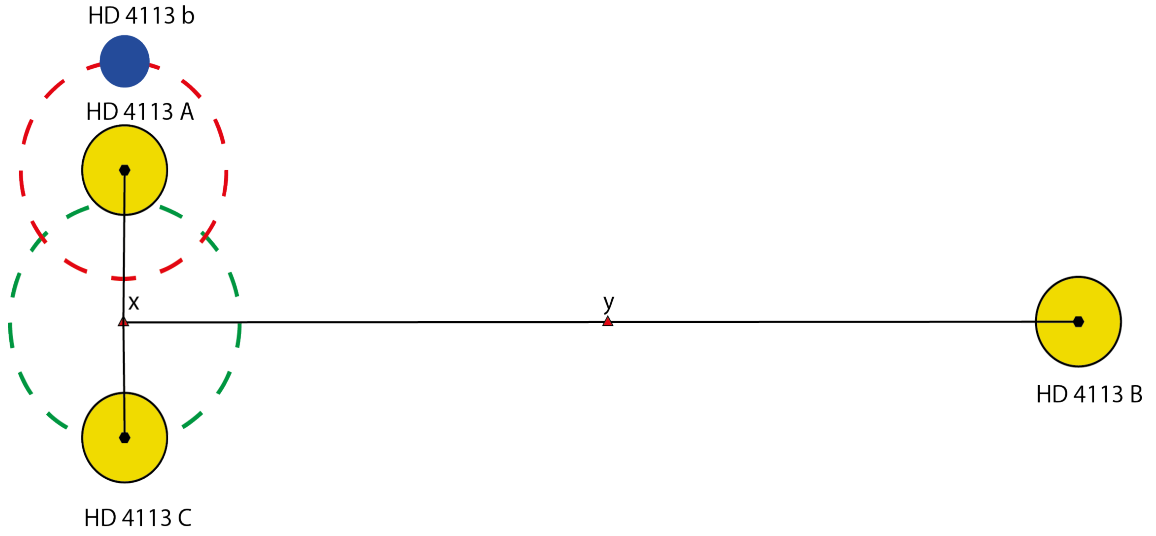


Şekil 4.22. HD 185269 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Johnson vd. 2006)

Şekil 4.22’de HD 185269 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden sistemdeki HD 2638 b ötegezegen keşfedilmiştir.

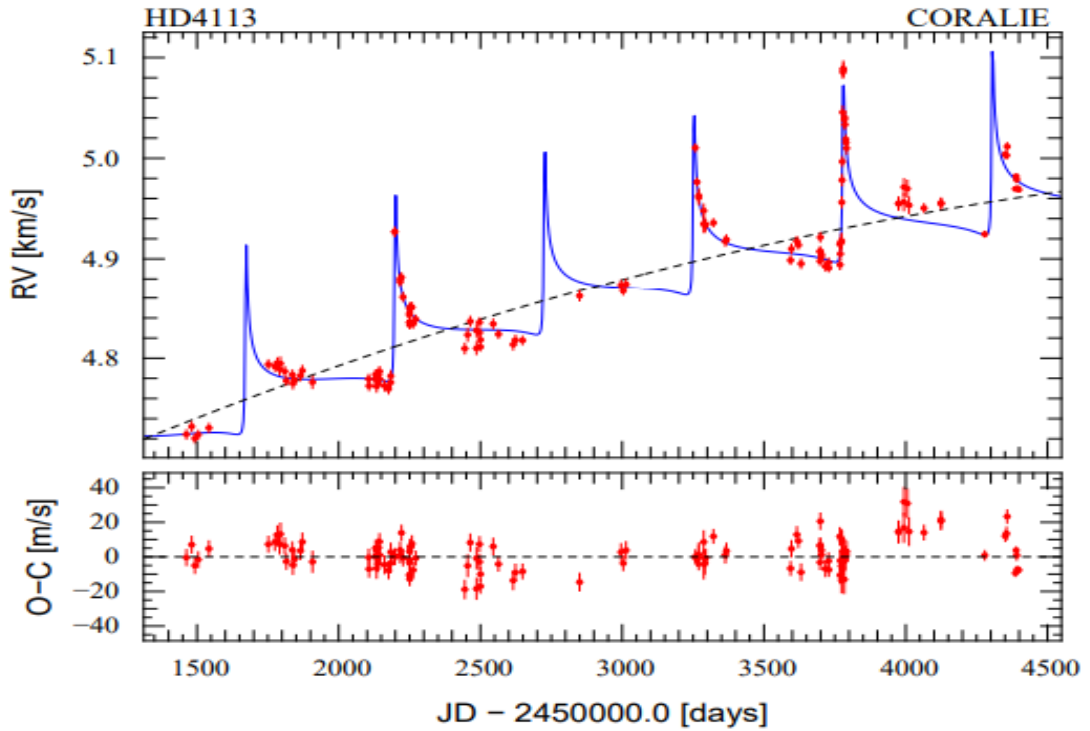
• HD 4113

HD 4113 sistemi 44 pc uzaklıkta (Tamuz vd. 2008), Yontar (Sculptor) takım yıldızında yer alan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HD 4113 A, HD 4113 B ve HD 4113 C yıldızları bulunmaktadır. Sistemde HD 4113 A yıldızının etrafında dolanan bir ötegezegen varlığı radyal hız yöntemiyle Tamuz vd. (2008) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.23. HD 4113 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.23’de HD 4113 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HD 4113 A ile HD 4113 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift olarak Mason vd. (2001) tarafından belirlenmiştir. Bu çift ile HD 4113 B yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti olarak Mugrauer vd. (2014) tarafından belirlenmiştir.



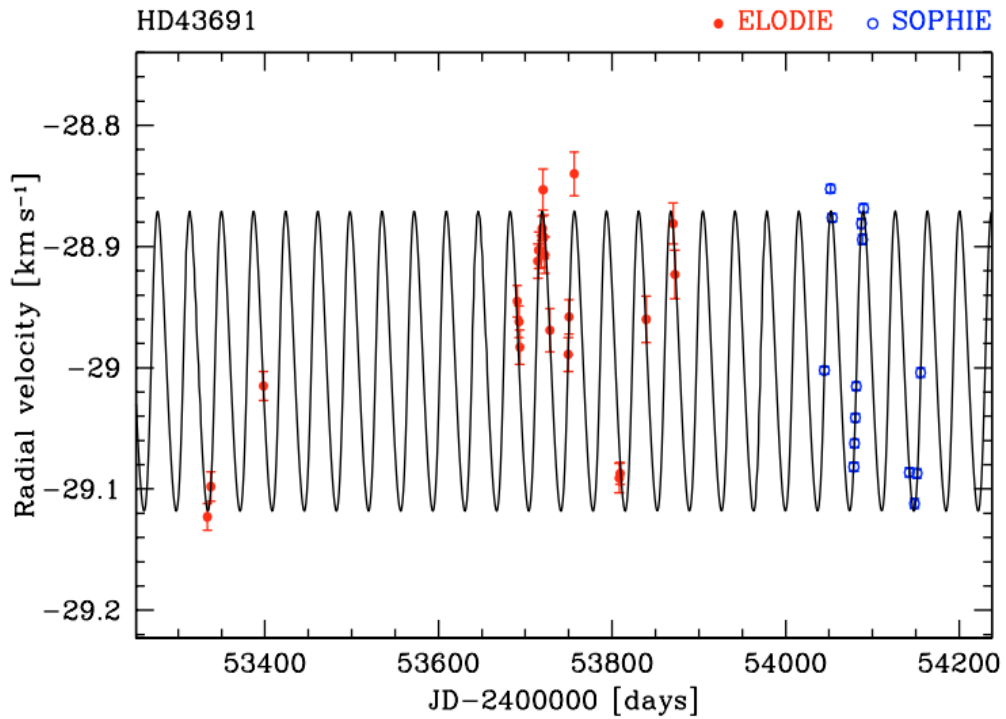
Şekil 4.24. HD 4113 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (Tamuz vd. 2008)

Şekil 4.24’de HD 4113 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal

hızdaki bu değişimlerden sistemdeki HD 4113 b ötegezegeni keşfedilmiştir.

• HD 43691

HD 43691 sistemi 93 pc uzaklıkta (da Silva vd. 2007), Arabacı (Auriga) takım yıldızında bulunan bir sistemdir. Sistem HD 436811 A, HD 43691 B ve HD 43691 C yıldızlarından oluşan bir üç yıldızlı sistemdir. Sistemde HD 43691 A yıldızının etrafında dolanan bir ötegezegen varlığı radyal hız yöntemiyle da Silva vd. (2007) tarafından keşfedilmiştir.

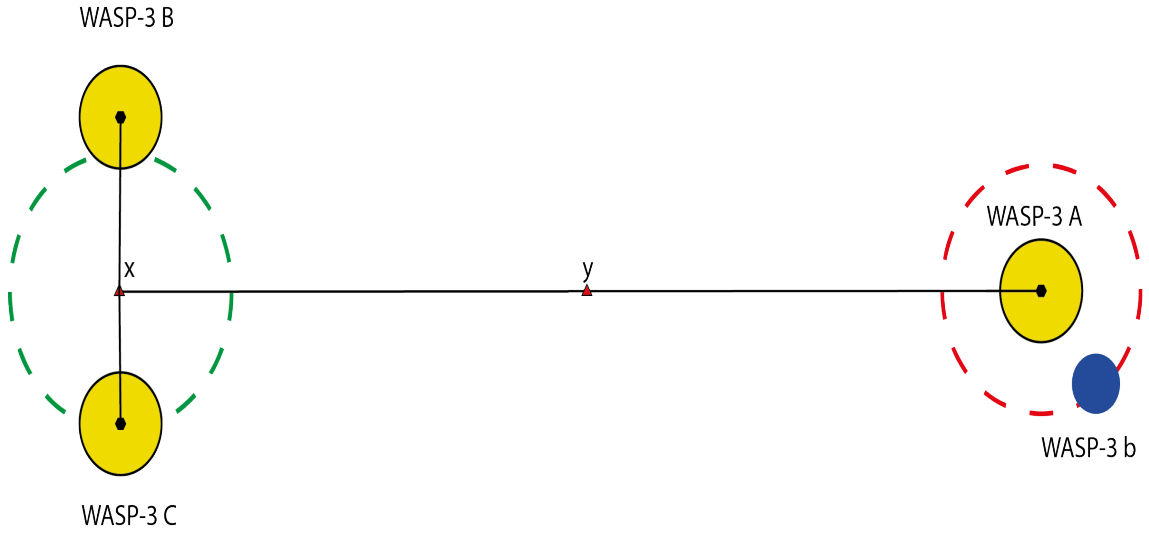


Şekil 4.25. HD 43691 A yıldızı için radyal hız ölçümleri (da Silva vd. 2007)

Şekil 4.25’de HD 43691 A yıldızı için radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden sistemdeki HD 43691 b ötegezegeni keşfedilmiştir.

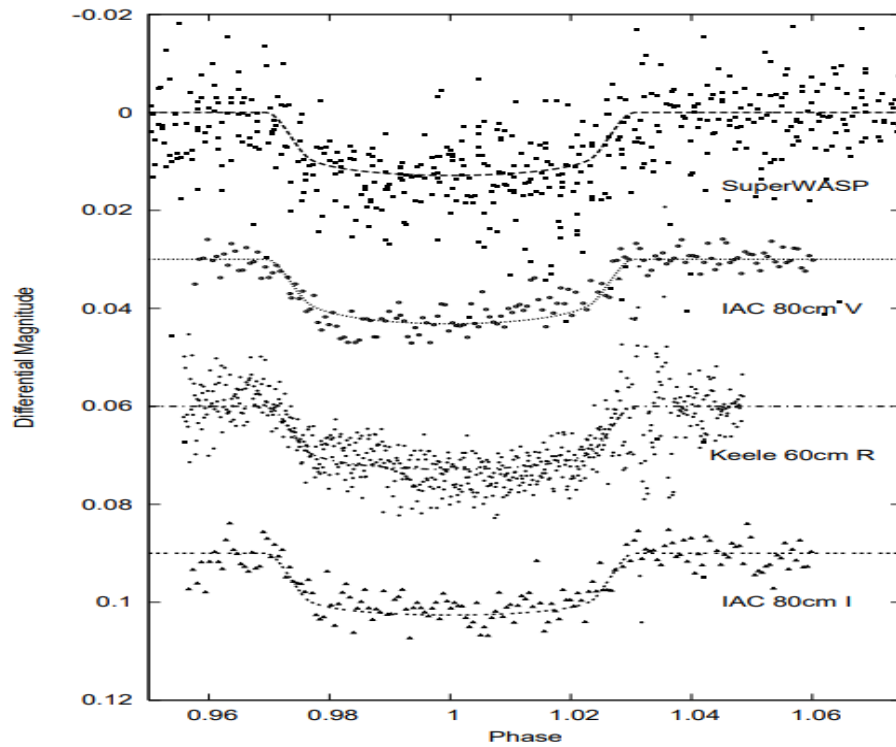
• WASP-3

WASP-3 (Wallops Arc Second Pointer) sistemi yaklaşık 220 pc uzaklıkta (Pollacco vd. 2008), Şilyak (Lyra) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde WASP-3 A, WASP-3 B ve WASP-3 C yıldızları bulunmaktadır. WASP-3 A yıldızının etrafında bir ötegezegen varlığı ötegezegenin barınak yıldızının önünden transit geçişiyle Pollacco vd. (2008) tarafından tespit edilmiştir.



Şekil 4.26. WASP-3 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.26’da WASP-3 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada WASP-3 B ile WASP-3 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır. Bu çift ile WASP-3 A yıldızı arası mesafe 300 ± 20 AU olarak verilerek y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti oldukları Ngo vd. (2015) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çiftin bir görsel çift olduğu WDS (Washington Double Stars) kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından verilmektedir.

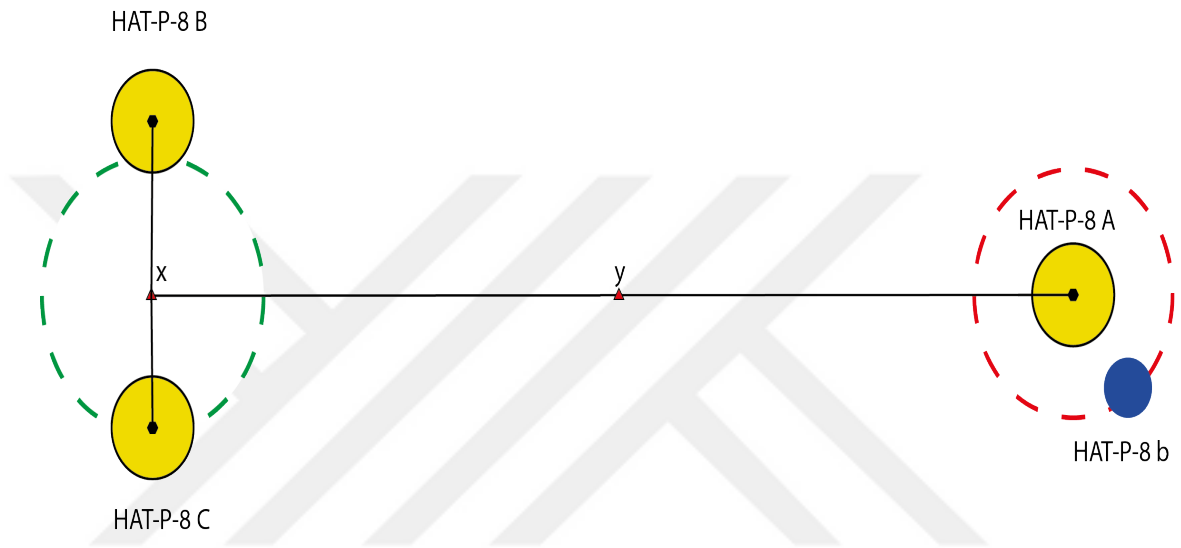


Şekil 4.27. WASP-3 A yıldızı ışık eğrisi (Pollacco vd. 2008)

Şekil 4.27’de WASP-3 A yıldızı için farklı teleskoplardan elde edilen ışık eğrileri verilmiştir. Ötegezegenin barınak yıldızının önünden geçtiği andaki parlaklıktaki azalma açık şekilde görülmektedir.

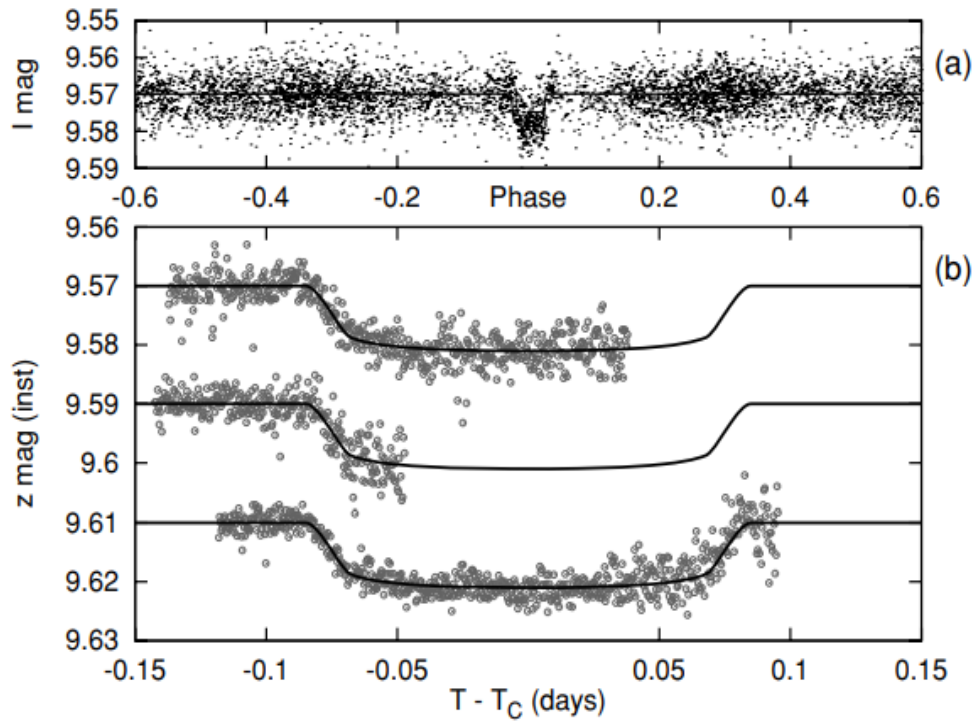
• HAT-P-8

HAT-P-8 sistemi 230 ± 15 pc uzaklıkta (Latham vd. 2009), Kanatlıat (Pegasus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HAT-P-8 A, HAT-P-8 B ve HAT-P-8 C yıldızları bulunmaktadır. HAT-P-8 A yıldızının yörüngesinde dolanan HAT-P-8 b ötegezegeni geçiş yöntemiyle Latham vd. (2009) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.28. HAT-P-8 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.28’de HAT-P-8 sisteminin şematik olarak çizimi gösterilmiştir. Burada HAT-P-8 B ile HAT-P-8 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe 15 ± 1 AU olan bir cpm çifti olarak Bechter vd. (2014) tarafından belirlenmiştir. Bu çift ile HAT-P-8 A yıldızı y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti oldukları yine Bechter vd. (2014) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çift bir görsel çift olarak WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından verilmiştir.

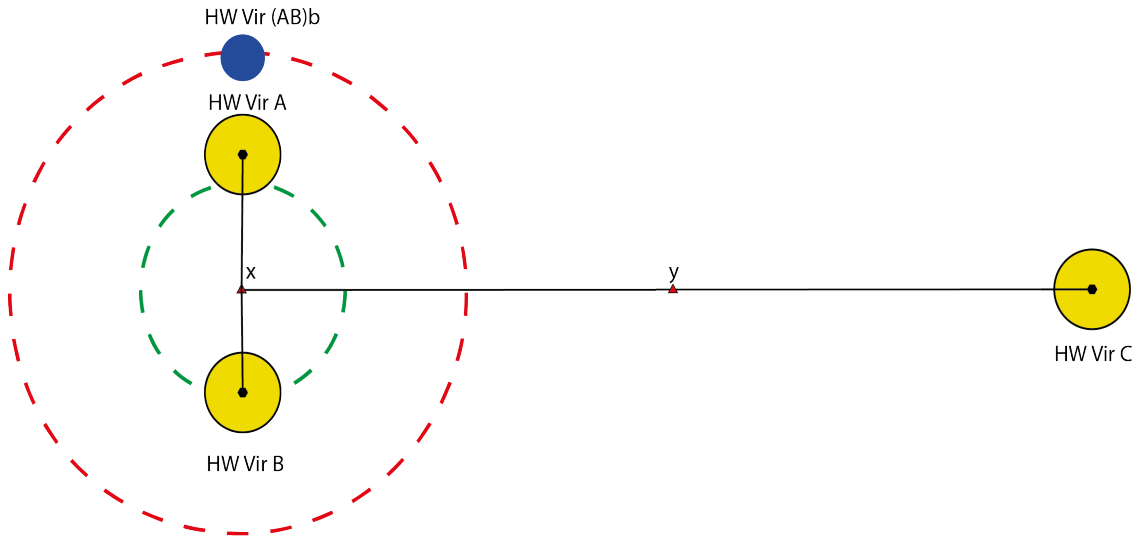


Şekil 4.29. HAT-P-8 yıldızı ışık eğrileri (Latham vd. 2009)

Şekil 4.29’da HAT-P-8 A yıldızı için farklı bantlarda elde edilen ışık eğrileri verilmiştir. Ötegezegenin geçişindeki parlaklık azalması görülmektedir.

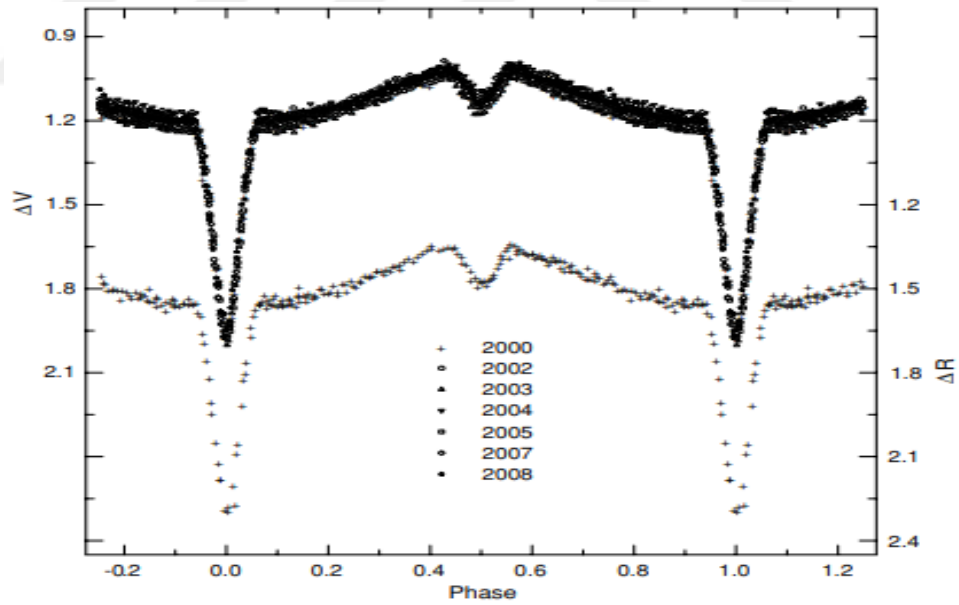
• HW Vir

HW Vir sistemi 181 ± 20 pc uzaklıkta (Lee vd. 2009), Başak (Virgo) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HW Vir A, HW Vir B ve HW Vir C yıldızları bulunmaktadır. Sistemdeki ötegezegen olan HW Vir b tutulma zamanları değişimi yöntemiyle Lee vd. (2009) tarafından keşfedilmiştir. Ancak burada sistemde iki ötegezegen varlığından bahsedilmekteydi. Beuermann vd. (2012) tarafından sistemdeki C bileşeninin bir yıldız olduğu ve sistemde tek bir ötegezegen olduğu tespit edilmiştir. Keşfedilen gezegen HW Vir A ve HW Vir B yıldızlarının etrafında dolanmaktadır. HW Vir b üç yıldızlı sistemler içerisindeki ilk circumbinary gezegen olarak literatürde yerini almıştır.



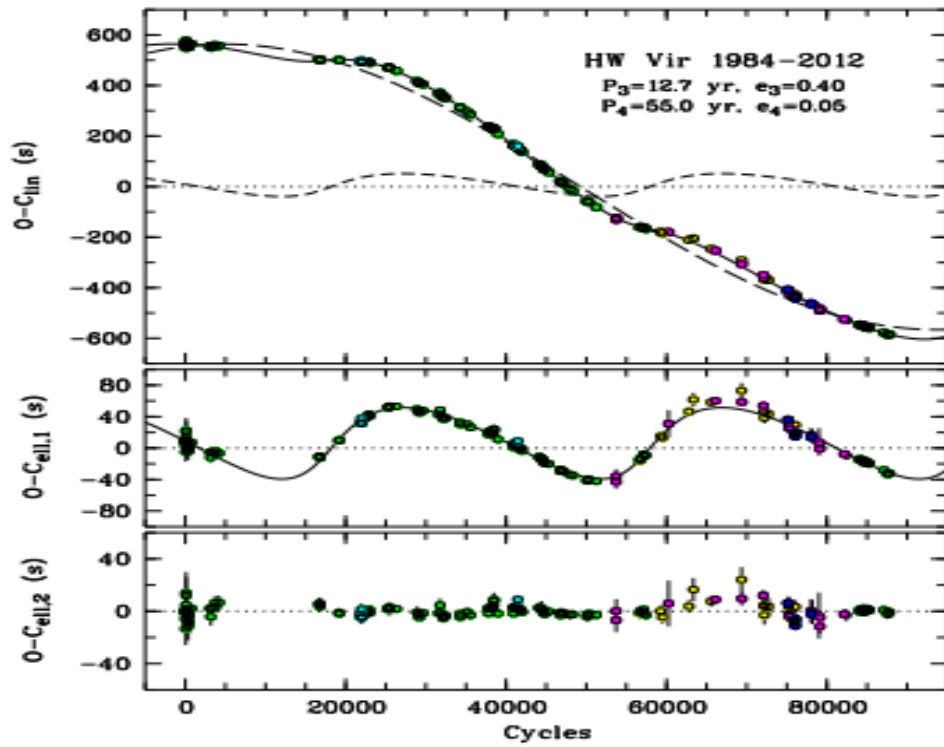
Şekil 4.30. HW Vir sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.30’da HW Vir sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde HW Vir A ile HW Vir B x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan ve Lee vd. (2009) tarafından örten çift yıldız olarak belirtilmiştir. Bu çift ile HW Vir C yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çifttir.



Şekil 4.31. HW Vir A ışık eğrisi (Lee vd. 2009)

Şekil 4.31’de HW Vir A yıldızına ait ışık eğrisi verilmiştir. Işık eğrisi elde edilirken hem V hem de R bantlarında ölçümler yapılmıştır. Örten çift yıldızın tutulmaları şekil üzerinde net şekilde görülmektedir.

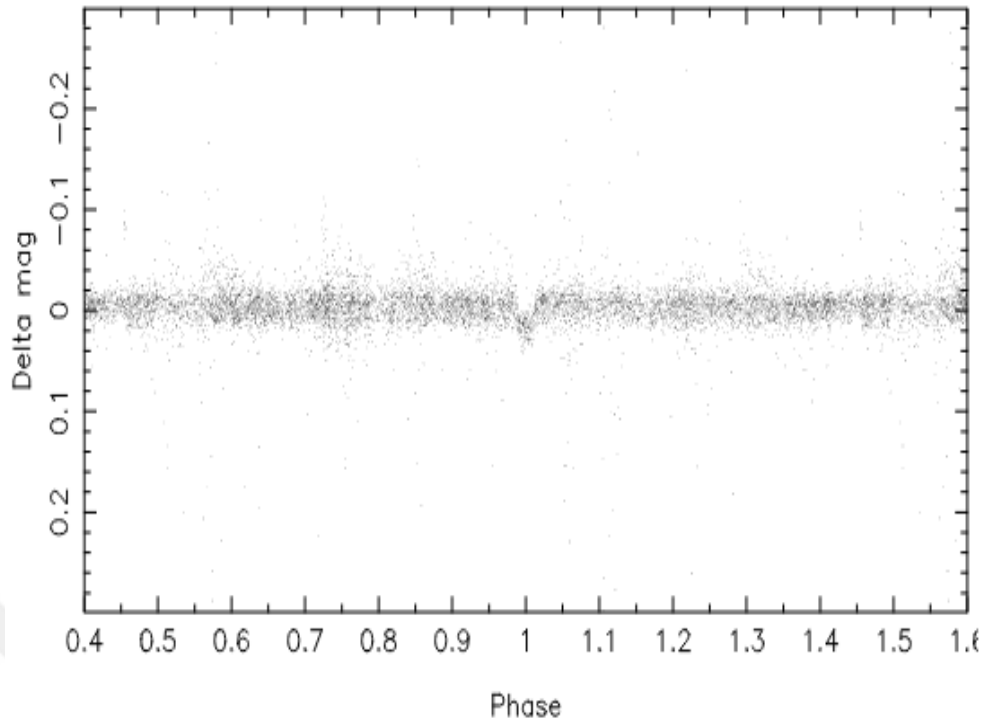


Şekil 4.32. HW Vir sisteminde tutulma zamanlarına uygulanan fitler (Beuermann vd. 2012)

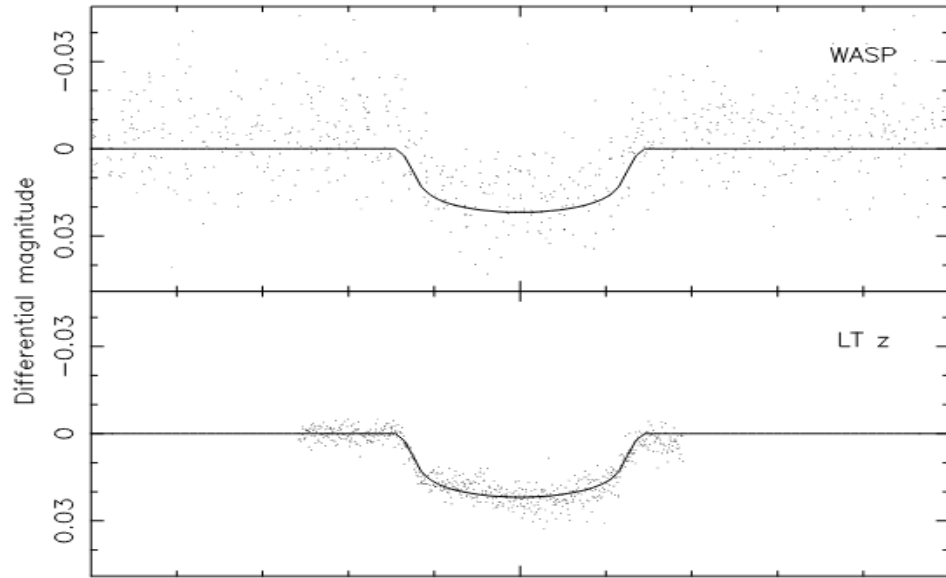
Şekil 4.32’de üst kısımda kısa kesikli çizgiler ile gösterilen HW Vir b gezegenini, daha uzun kesikli çizgiler ile gösterilen ise dıştaki yıldızı temsil etmektedir. Şeklin ortasındaki grafikte dıştaki yıldızın katkısı çıkartılarak elde edilmiştir. En altta ise iki bileşen katkıları da grafikten çıkartılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar neticesinde sistemde bir ötegezegen ve daha dışta bir yıldız bulunduğu tespit edilmiştir.

• WASP-11

WASP-11 sistemi 121.7 ± 4.2 pc uzaklıkta (Bakos vd. 2009), Koç (Aries) takımyıldızında yer alan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde WASP-11 A, WASP-11 B ve WASP-11 C yıldızları bulunmaktadır (Yıldızlar literatürde HATS-10 olarak da geçmektedir). Sistemde WASP-11 A yıldızının etrafında dolanan bir ötegezegen olduğu gezegenin geçişi yapmasıyla West vd. (2009) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.33. WASP-11 A yıldızı ışık eğrisi (West vd. 2009)

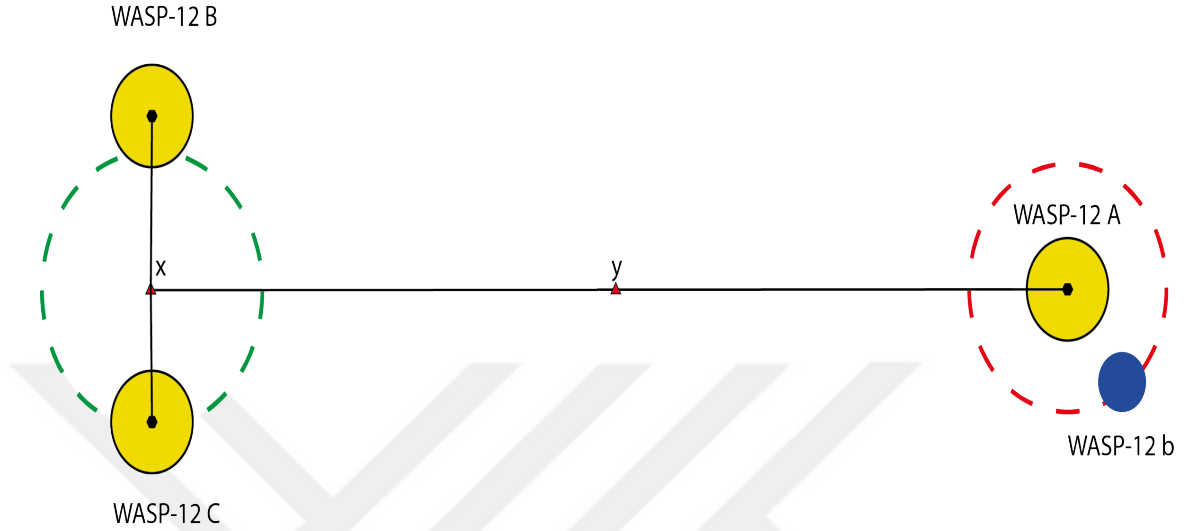


Şekil 4.34. WASP-11 A yıldızı ışık eğrisi fiti (West vd. 2009)

Şekil 4.33’de WASP-11 A yıldızının ışık eğrisi verilmiştir. Gözlem verilerine en uygun fit modeli de şekil 4.34’de gösterilmiştir.

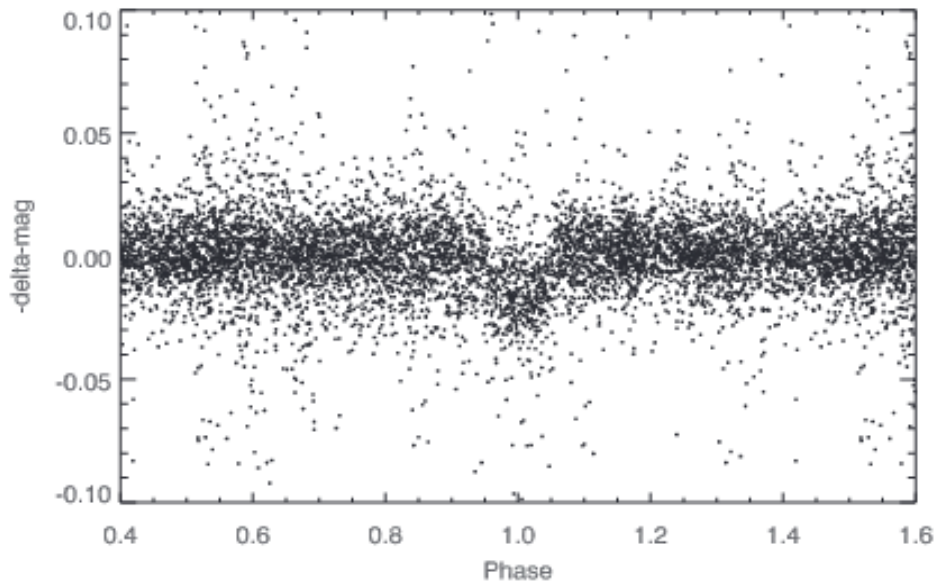
• WASP-12

Sistem, Arabacı (Auriga) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Sistemde WASP-12 b ötegezegeninin varlığı geçiş yöntemiyle Hebb vd. (2009) tarafından keşfedilmiştir.

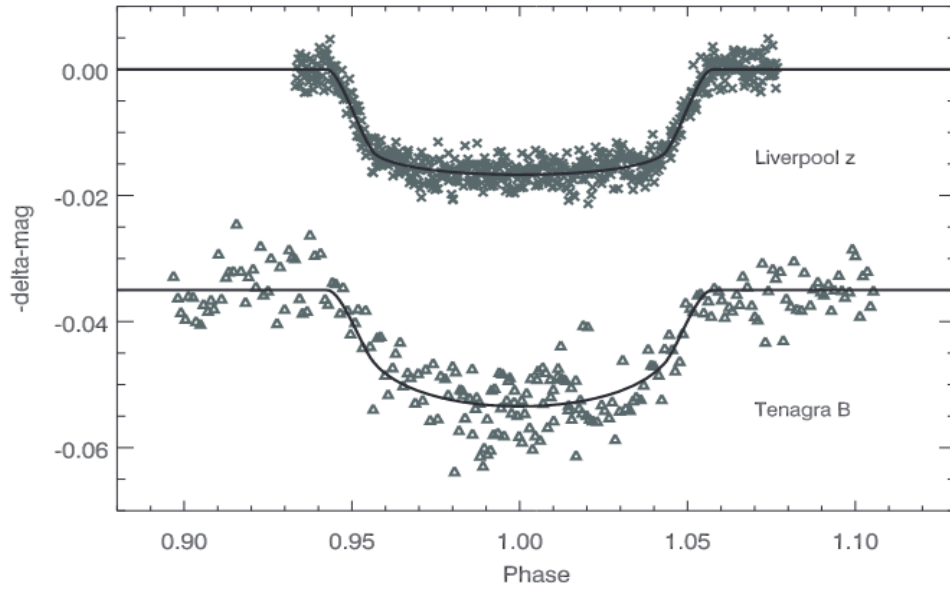


Şekil 4.35. WASP-12 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.35’de WASP-12 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde WASP-12 B ile WASP-12 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır. Bu çift, y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında WASP-12 A yıldızıyla beraber dolanan bir cpm çifti olarak Ngo vd. (2015) tarafından belirlenmiştir.



Şekil 4.36. WASP-12 A yıldızı ışık eğrisi fiti (Hebb vd. 2009)

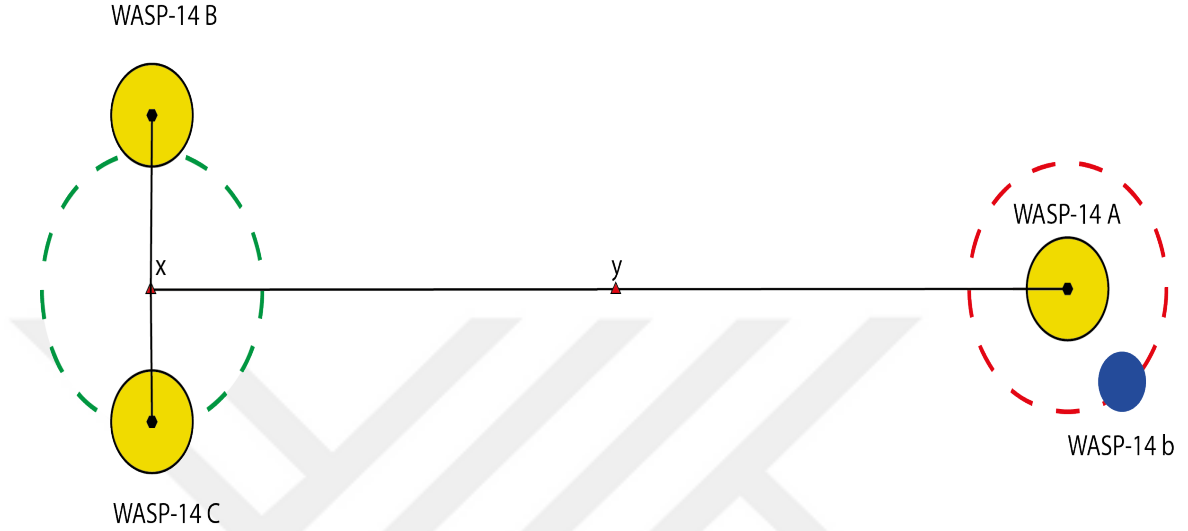


Şekil 4.37. WASP-12 A yıldızı yapılan fitler (Hebb vd. 2009)

Şekil 4.36’da WASP-12 A yıldızının ışık eğrisi verilmiştir. Gözlem verilerine en uygun fit modeli de şekil 4.37’de gösterilmiştir.

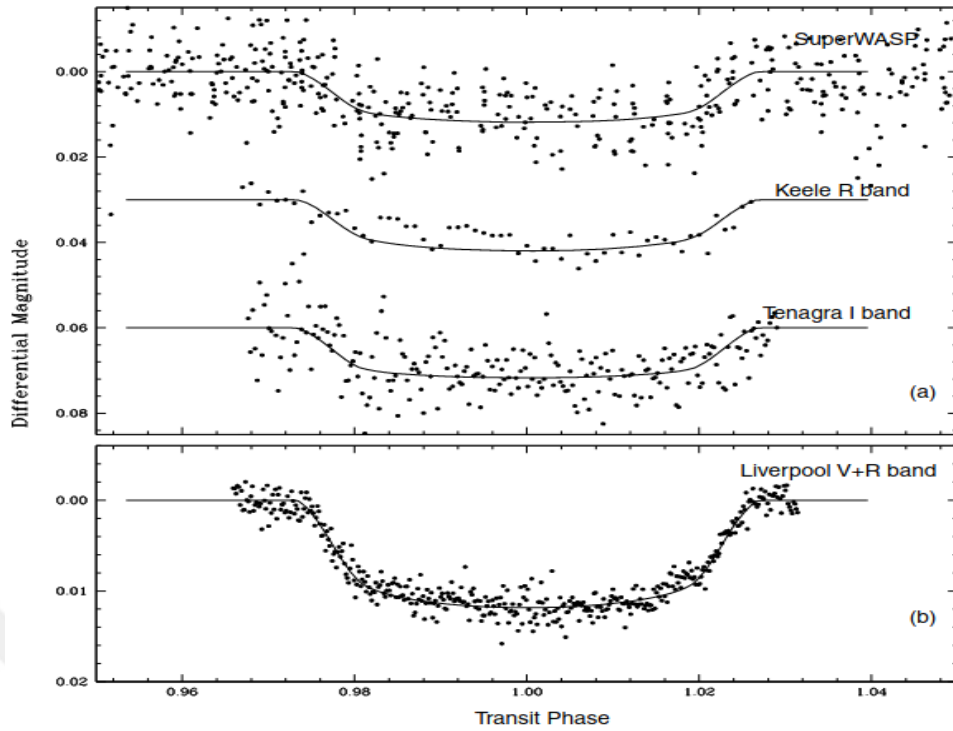
• WASP-14

WASP-14 sistemi 160 ± 20 pc uzaklıkta (Joshi vd. 2009), Çoban (Boötes) takımyıldızında yer alan ve üç yıldızdan oluşan bir sistemdir. Sistemde WASP-14 A yıldızı etrafında bir ötegezegen dolandığı geçiş yöntemiyle Joshi vd. (2009) tarafından tespit edilmiştir.



Şekil 4.38. WASP-14 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.38’de WASP-14 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde WASP-14 B ile WASP-14 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır. Bu çift, y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında WASP-14 A yıldızıyla beraber dolanan, aralarındaki mesafe 300 ± 20 AU olan bir cpm çifti olarak Ngo vd. (2015) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çift WDS kataloğunda bir görsel çift olarak Mason vd. (2001) tarafından belirlenmiştir.

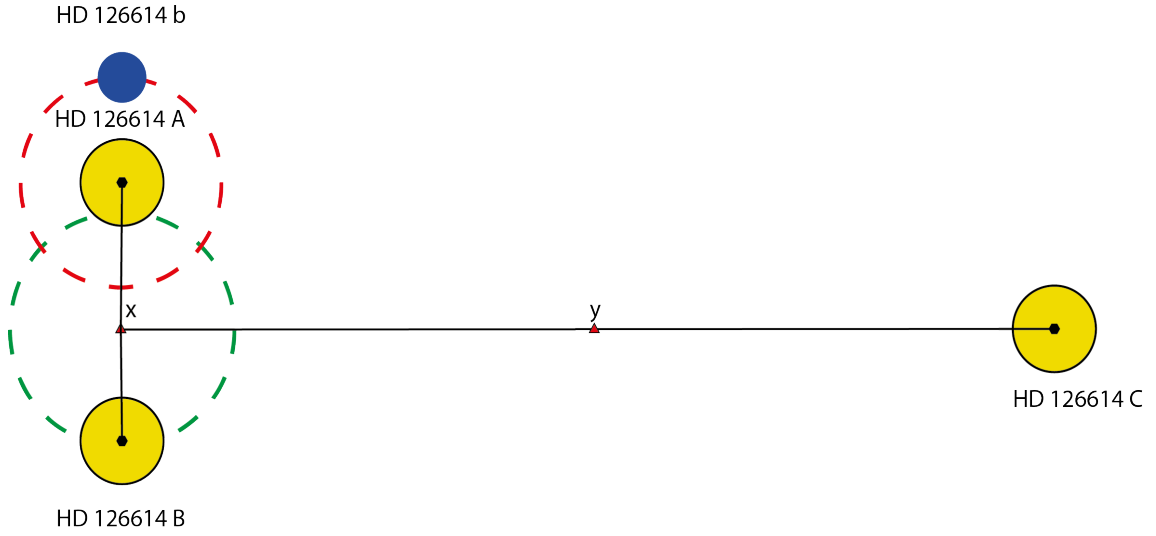


Şekil 4.39. WASP-14 A yıldızı ışık eğrileri (Joshi vd. 2009)

Şekil 4.39’da WASP-14 A yıldızının ışık eğrisi verilmiştir. Üstte SuperWASP, Keele ve Tenagra verileri gösterilmiştir. Şeklin altında (b) kısmında ise verilere en uygun fit yapılarak transit geçiş gösterilmiştir.

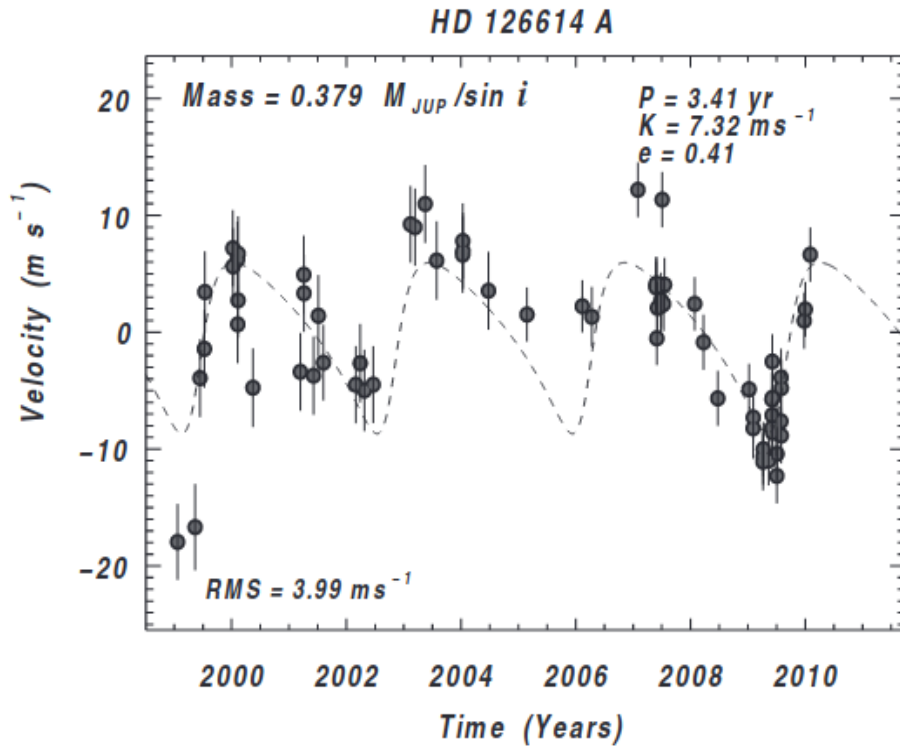
• HD 126614

HD 126614 sistemi 72.4 ± 5.3 pc uzaklıkta (Howard vd. 2010), Başak (Virgo) takımyıldızında bulunan dünyadan yaklaşık 240 ışık yılı uzaklıkta olan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HD 126614 A, HD 126614 B ve HD 126614 C yıldızları bulunmaktadır. HD 126614 A yıldızının etrafında dolanan bir ötegezegen varlığı radyal hız yöntemiyle Howard vd. (2010) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.40. HD 126614 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.40’da HD 126614 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Şekilde HD 126614 A ile HD 126614 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarında mesafe 35.6 AU olarak verilen bir cpm çifti olarak Ginski vd. (2012) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çift WDS kataloğunda bir görsel çift olarak Mason vd. (2001) tarafından belirlenmiştir. Bu çift yıldız y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında aralarında mesafe 3040 AU olacak şekilde HD 126614 C yıldızı ile bir cpm çifti olarak Deacon vd. (2014) tarafından belirlenmiştir.

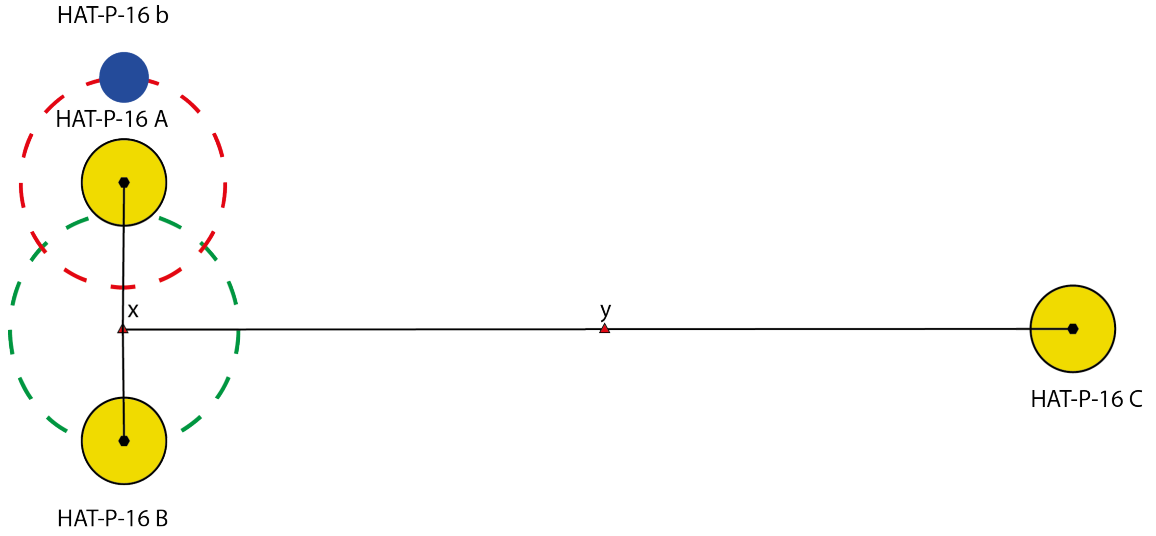


Şekil 4.41. HD 126614 A yıldızına ait radyal hız eğrisi (Howard vd. 2010)

Şekil 4.41’de HD 126614 A yıldızının radyal hız ölçümleri verilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden yıldızın bünyesinde bir ötegezegen varlığı tespit edilmiştir.

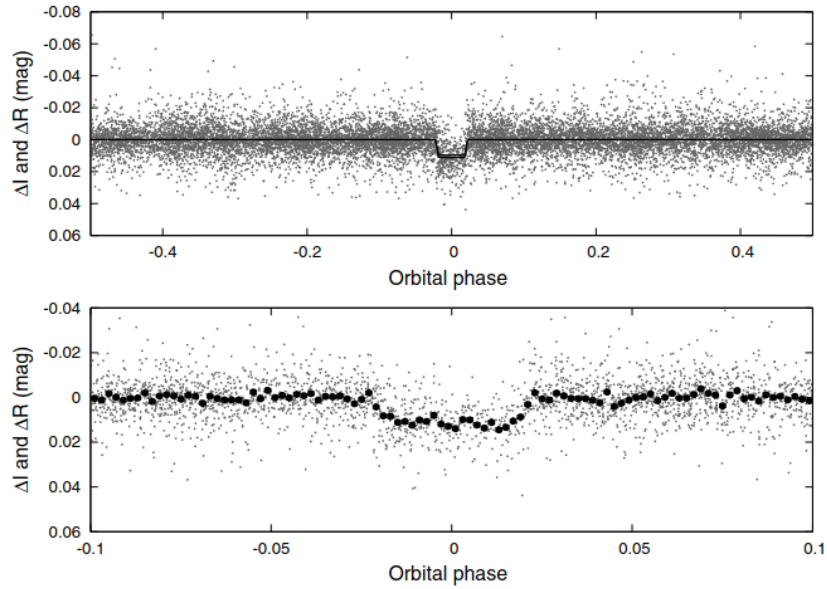
• HAT-P-16

HAT-P-16 sistemi 235 ± 10 pc uzaklıkta (Buchhave vd. 2010) bulunan, Andromeda takım yıldızında yer alan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HAT-P-16 A, HAT-P-16 B ve HAT-P-16 C yıldızları yer almaktadır. Sistemdeki ötegezegen olan HAT-P-16 b, 2010 yılında barınak yıldızı olan HAT-P-16 A’nın önünden transit geçişiyle yılında Buchhave vd. (2010) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.42. HAT-P-16 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.42’de HAT-P-16 sisteminin şematik gösterimi verilmiştir. Şekilde HAT-P-16 A ile HAT-P-16 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarında mesafe 160 ± 10 AU olan ve gökyüzünde beraber hareket ediyormuş gibi kabul edilen bir cpm çifti olarak Ngo vd. (2015) tarafından belirlenmiştir. Bu çift ile HAT-P-16 C y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldız olarak kabul edilmektedir.

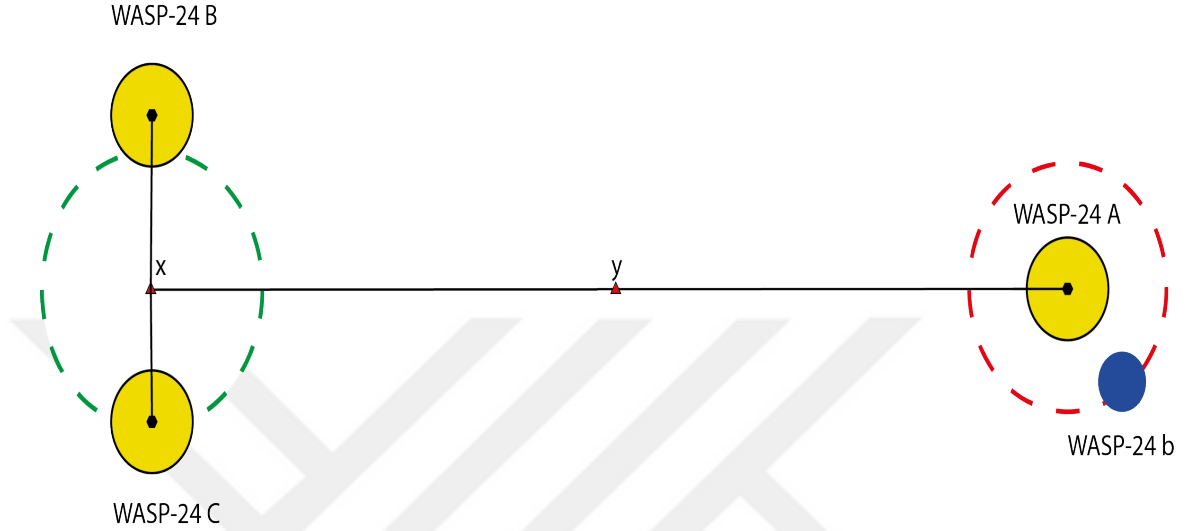


Şekil 4.43. HAT-P-16 A yıldızının ışık eğrisi ve fiti (Buchhave vd. 2010)

Şekil 4.43’de alt kısımda HAT-P-16 A yıldızına ait ışık eğrisi ve üst kısımda da bu ışık eğrisine yapılan fit gösterilmiştir. Gezegen geçişinden kaynaklı meydana gelen parlaklıktaki azalma net şekilde görülebilmektedir.

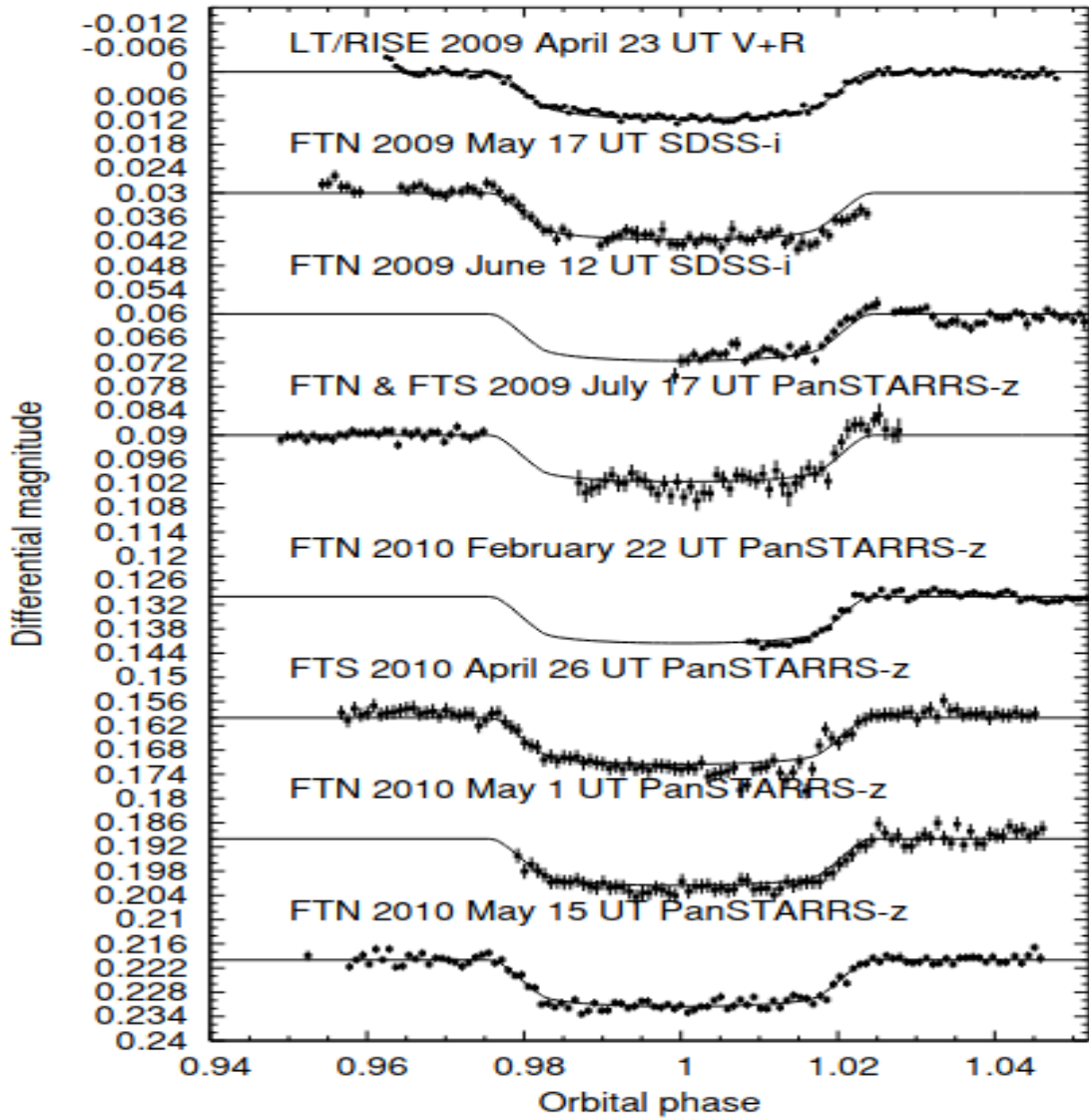
• WASP-24

Sistem, Başak (Virgo) takımyıldızında yer alan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde WASP-24 A, WASP-24 Ba ve WASP-24 Bb yıldızları yer almaktadır. Sistemdeki WASP-24 A yıldızının yörüngesinde dolanan bir ötegezegen varlığı gezegenin barınak yıldızının önünden transit geçişiyle Street vd. (2010) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.44. WASP-24 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.44’de WASP-24 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Şekilde gösterilen WASP-24 Ba ve WASP-24 Bb yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir örten çift olduğu Street vd. (2010) tarafından belirlenmiş ve daha sonra yine Southworth vd. (2014) tarafından da örten çift olduğu belirtilmiştir. Bu çift ile WASP-24 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift olarak WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından belirtilmiştir.

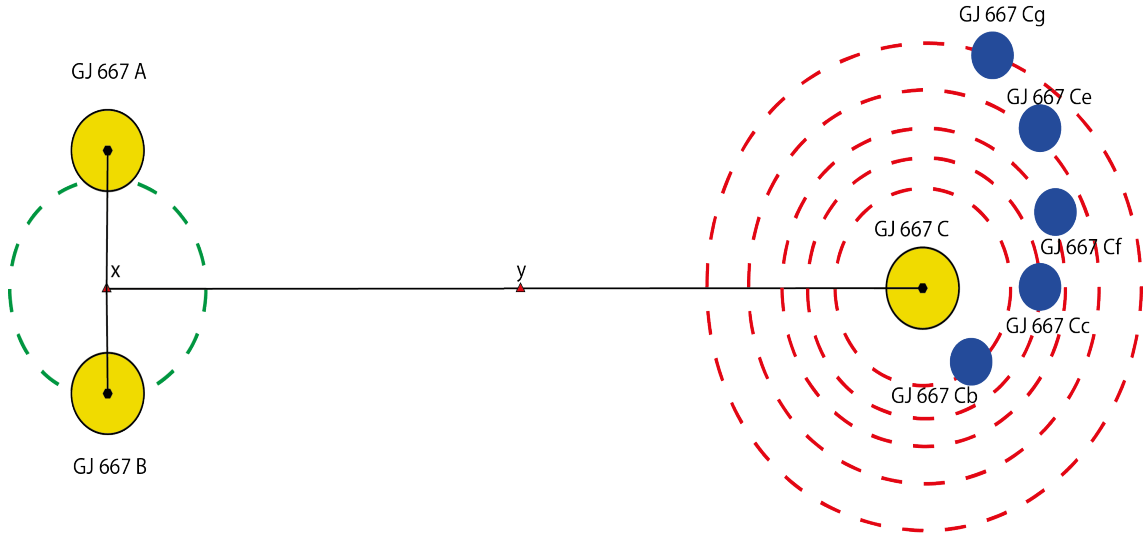


Şekil 4.45. WASP-24 A yıldızının ışık eğrisi (Street vd. 2010)

Şekil 4.45’de WASP-24 A yıldızı için farklı tarihlerde gözlemlerden elde edilmiş ışık eğrileri gösterilmiştir. Burada WASP-24 b gezegeninin, barınak yıldızının önünden geçerken parlaklıkta meydana getirdiği azalma net şekilde görülmektedir.

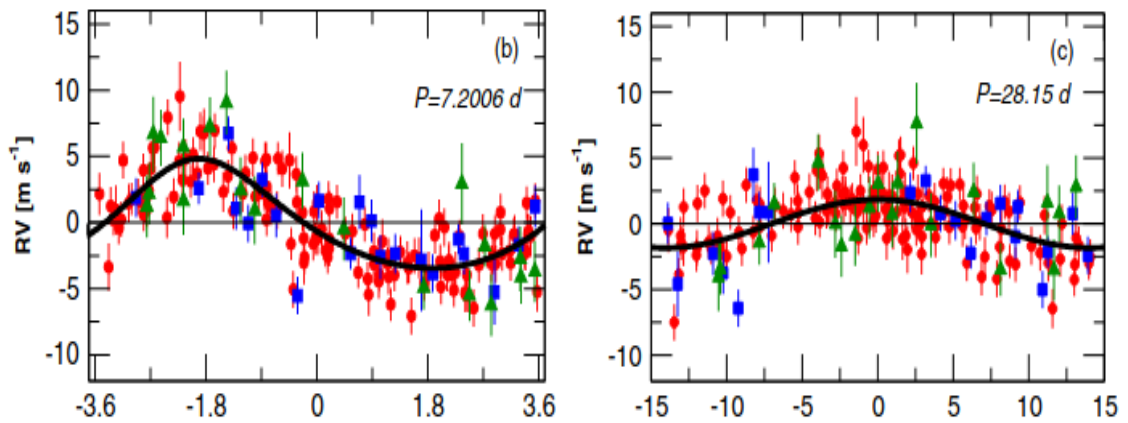
• GJ-667 (Gliese-667)

GJ-667 sistemi yaklaşık 6.8 pc uzaklıkta (Anglada-Escudé vd. 2013), Akrep (Scorpius) takım yıldızında bulunan üç yıldızlı ve 5 gezegenli bir sistemdir. Sistemde GJ 667 A, GJ 667 B ve GJ 667 C yıldızları bulunmaktadır. Sistemde GJ 667 C yıldızının etrafında 2011 yılında radyal hız yöntemiyle iki ötegezegen Bonfils vd. (2013) tarafından keşfedildi. Daha sonra ise yine radyal hız yöntemiyle aynı yıldızın etrafında dolanan üç ötegezegen daha Anglada-Escudé vd. (2013) tarafından keşfedilmiştir.



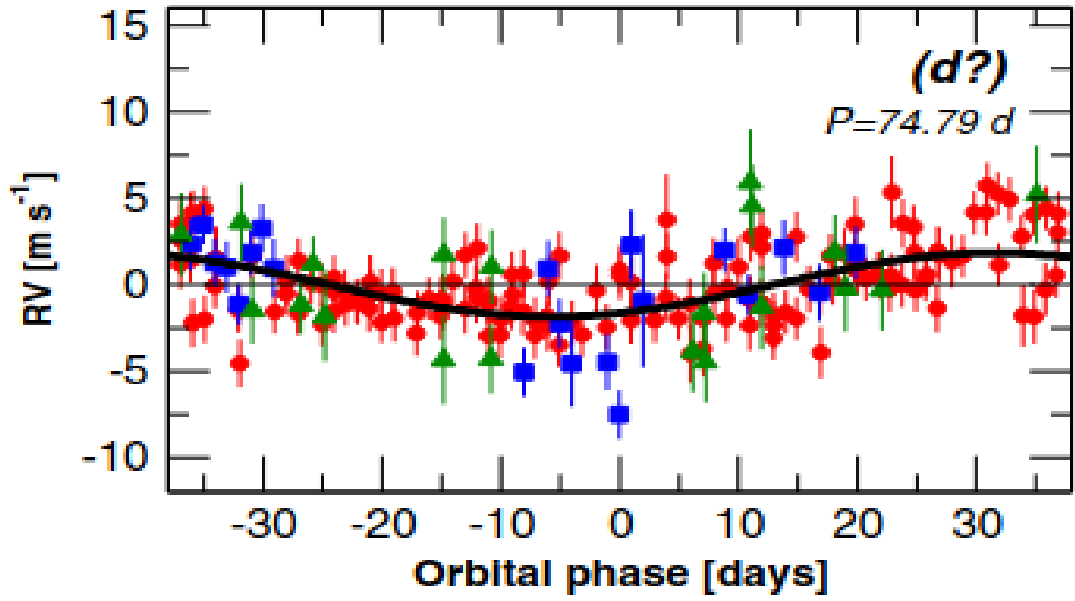
Şekil 4.46. GJ 667 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.46’da GJ 667 sisteminin şematik gösterimi verilmiştir. Sistemde GJ 667 A ve GJ 667 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti olarak Anglada-Escudé vd. (2013) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çift WDS kataloğunda bir görsel çift olarak Mason vd. (2001) tarafından verilmiştir. Bu çift yıldız ile GJ 667 C arası mesafe 230 AU (Anglada-Escudé vd. 2013) olarak verilmiştir. Yine WDS kataloğuna göre GJ 667 AB - GJ 667 C görsel bir çift olarak Mason vd. (2001) tarafından belirlenmiştir. Ayrıca GJ 667 sistemi görsel üçlü sistem olarak da literatürde Tokovinin vd. (2015) tarafından belirtilmiştir.



Şekil 4.47. GJ 667 C yıldızının radyal hız eğrileri (Anglada-Escudé vd. 2012)

Şekil 4.47’de GJ 667 C yıldızına ait radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Burada GJ 667 b ve GJ 667 c ötegezegenlerinin radyal hız eğrisine etkisi görülmektedir.

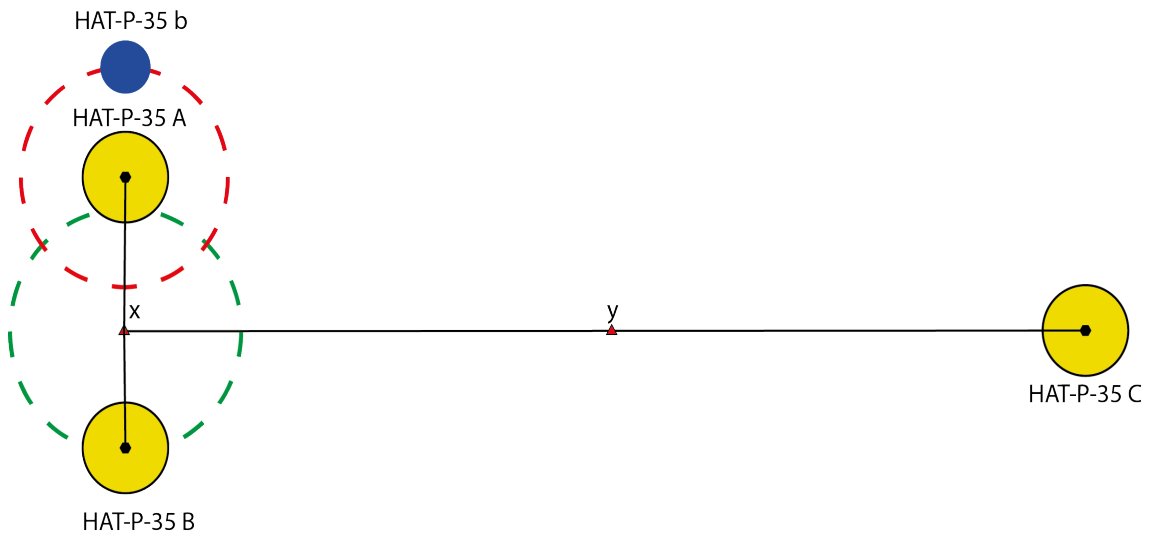


Şekil 4.48. GJ 667 C yıldızının radyal hız eğrisi (Anglada-Escudé vd. 2012)

Şekil 4.48’de GJ 667 C yıldızına ait radyal hız ölçümü gösterilmiştir. 2012 yılında GJ 667 d ötegezegeni aday bir gezegen olarak gösterilmekteydi (Anglada-Escudé vd. 2012). GJ 667 d ile beraber GJ 667 e ve GJ 667 f gezegenleri yine aynı yöntem ile Anglada-Escudé vd. (2013) tarafından keşfedilmiştir.

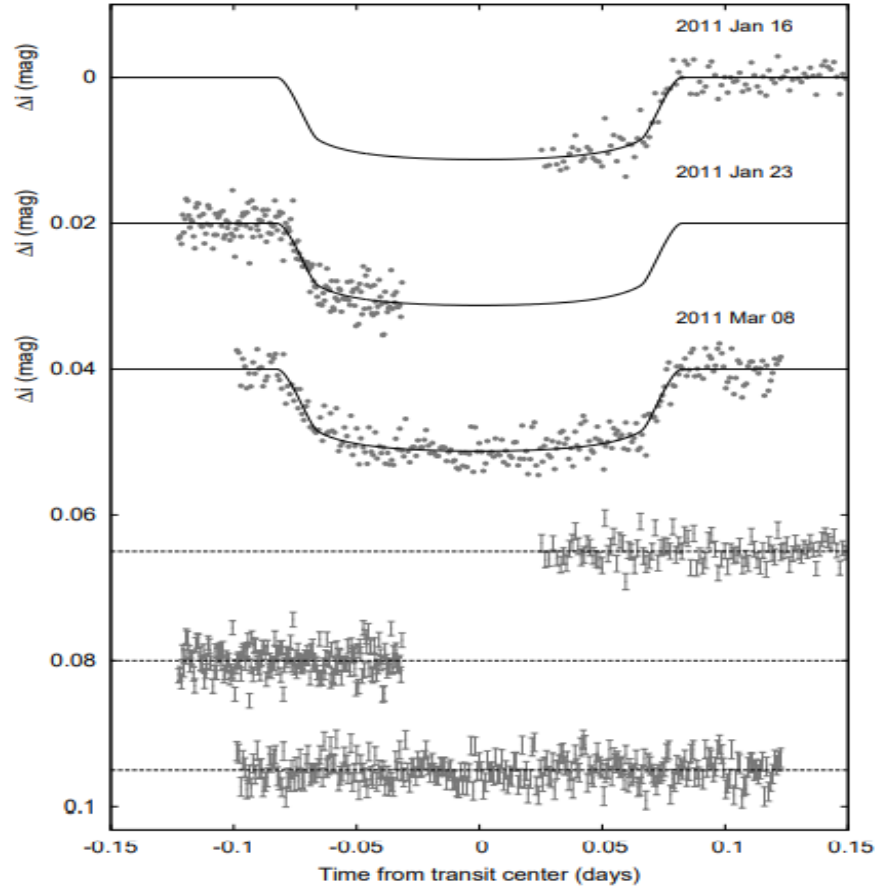
• HAT-P-35

HAT-P-35 sistemi 535 ± 32 pc uzaklıkta (Bakos vd. 2012) Suyılanı (Hydra) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HAT-P-35 A, HAT-P-35 B ve HAT-P-35 C yıldızları bulunmaktadır. HAT-P-35 A yıldızının yörüngesinde dolanan bir ötegezegen varlığı Bakos vd. (2012) tarafından geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir.



Şekil 4.49. HAT-P-35 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.49’da HAT-P-35 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde HAT-P-35 A ve HAT-P-35 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır. Bu çift ile HAT-P-35 C yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır.

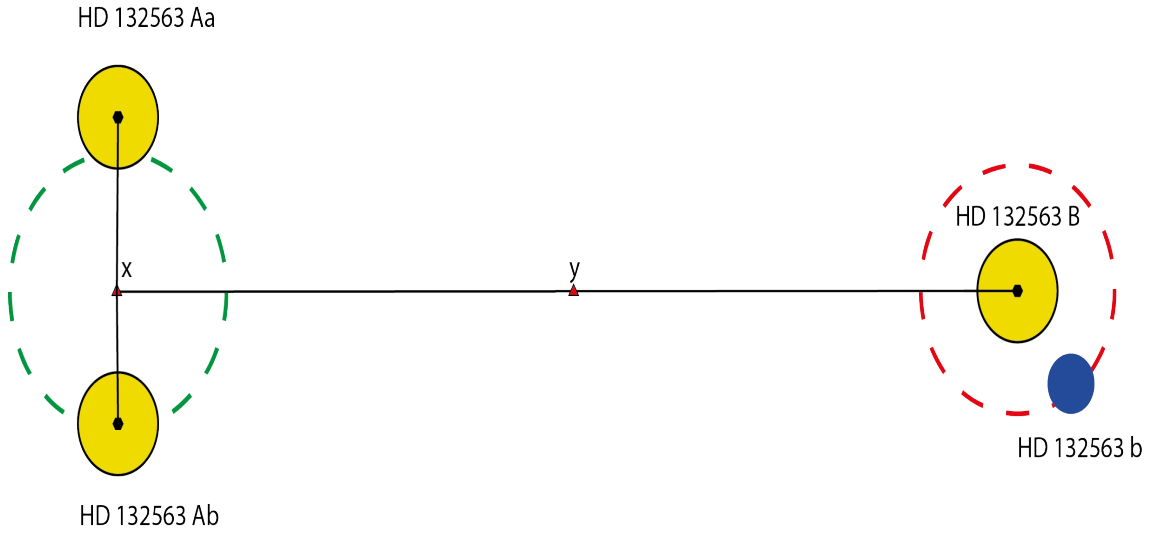


Şekil 4.50. HAT-P-35 A yıldızının ışık eğrileri (Bakos vd. 2012)

Şekil 4.50’de HAT-P-35 A yıldızına ait farklı tarihlerde elde edilmiş ışık eğrileri verilmiştir. Ötegezegenin geçişinden kaynaklı barınak yıldızın parlaklığında meydana gelen azalma net şekilde görülmektedir.

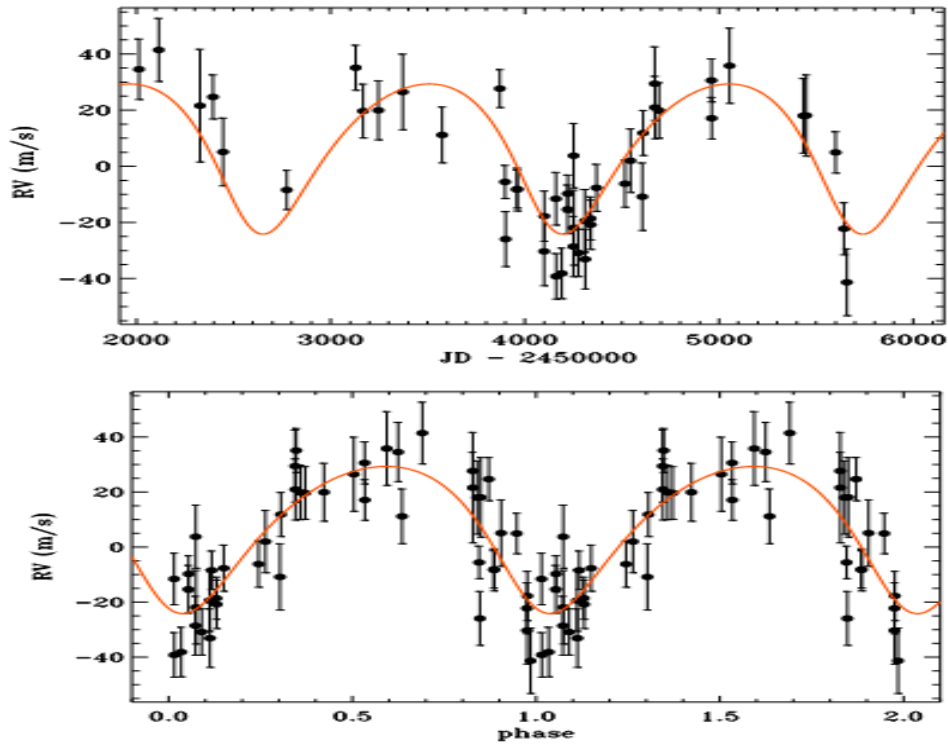
• HD 132563

HD 132563 sistemi 96 ± 13 pc uzaklıkta (Desidera vd. 2011) Çoban (Boötes) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistem HD 132563 Aa, HD 132563 Ab ve HD 132563 B yıldızlarından oluşmaktadır. HD 132563 B yıldızının yörüngesinde dolanan bir ötegezegen olduğu radyal hız yöntemiyle Desidera vd. (2011) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.51. HD 132563 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.51’de HD 132563 sisteminin şematik gösterimi verilmiştir. Şekilde HD 132563 Aa ve HD 132563 Ab yıldızları x ile gösterilen ortak bir kütle merkezi etrafında dolanan tayfsal çift ve bu çift ile HD 132563 B yıldızı arası mesafe 400 AU olarak verilmiştir (Desidera vd. 2011). HD 132563 A (Aa ve Ab) ile HD 132563 B yıldızları da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift olarak WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından verilmiştir. Yine aynı katalogda, daha sonradan tayfsal çift olarak belirlenen HD 132563 Aa ile HD 132563 Ab yıldızları görsel çift olarak belirlenmiştir.

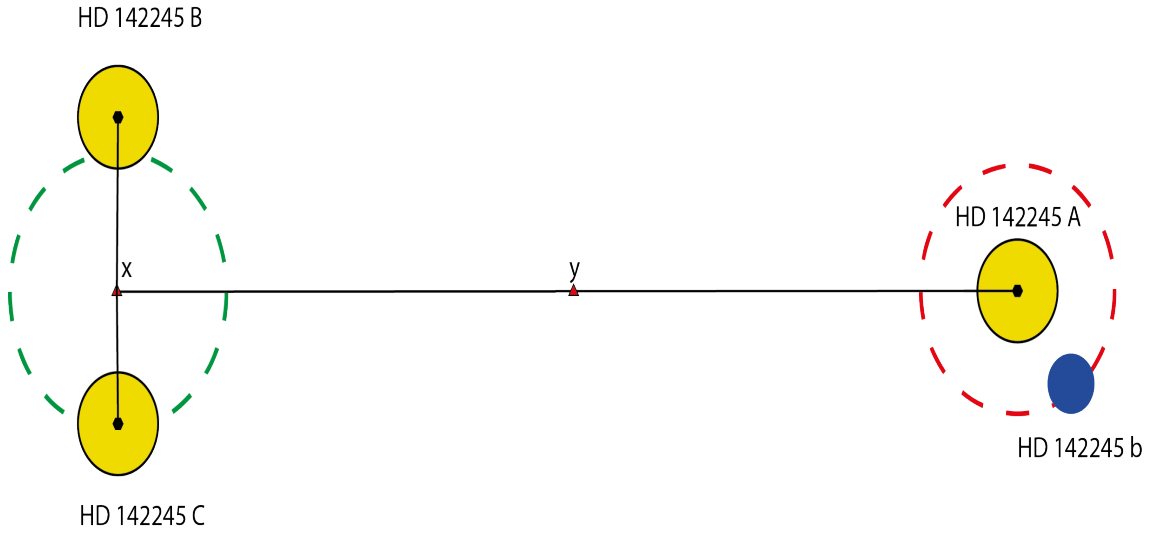


Şekil 4.52. HD 132563 B yıldızının radyal hız eğrisi (Desidera vd. 2011)

Şekil 4.52’de HD 132563 B yıldızına ait radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Şeklin üst kısmında radyal hız eğrisine Keplerian fit uygulanmışken, şeklin alt kısmında eğriyi en iyi temsil eden fit çizdirilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden sistemdeki ötegezegen keşfedilmiştir.

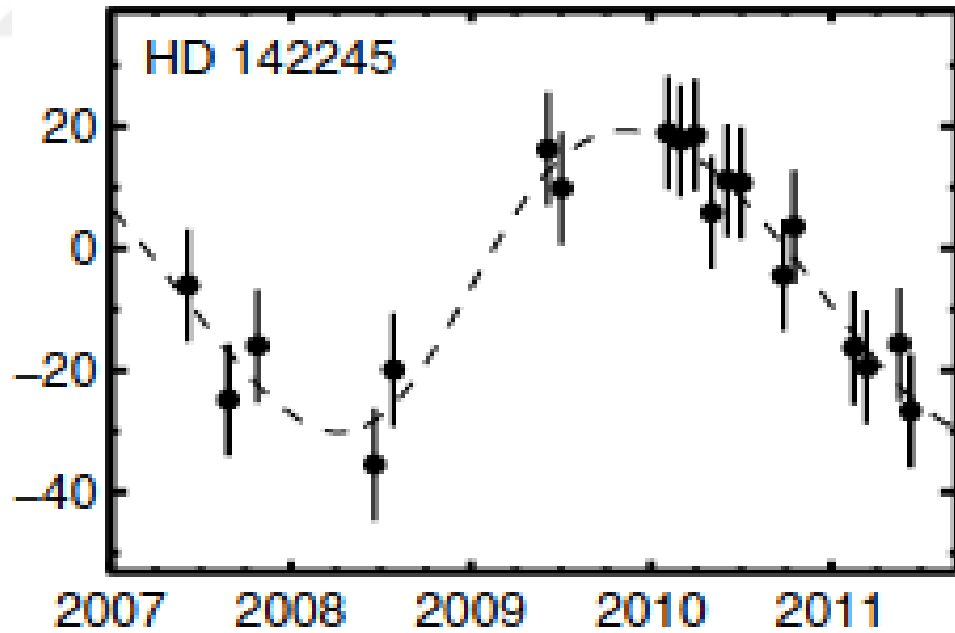
• HD 142245

HD 142245 sistemi 109.5 pc uzaklıkta (Johnson vd. 2011), Yılan (Serpens) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HD 142245 A, HD 142245 B ve HD 142245 C yıldızları bulunmaktadır. Sistemdeki ötegezegen olan HD 142245 b, radyal hız yöntemiyle Johnson vd. (2011) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.53. HD 142245 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.53’de HD 142245 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde HD 142245 B ile HD 142245 yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çiftiyken, bu çift ile HD 142245 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarında ki mesafe 270 AU olarak verilen bir cpm çifti olarak Mugrauer ve Ginski (2015) tarafından belirlenmiştir.

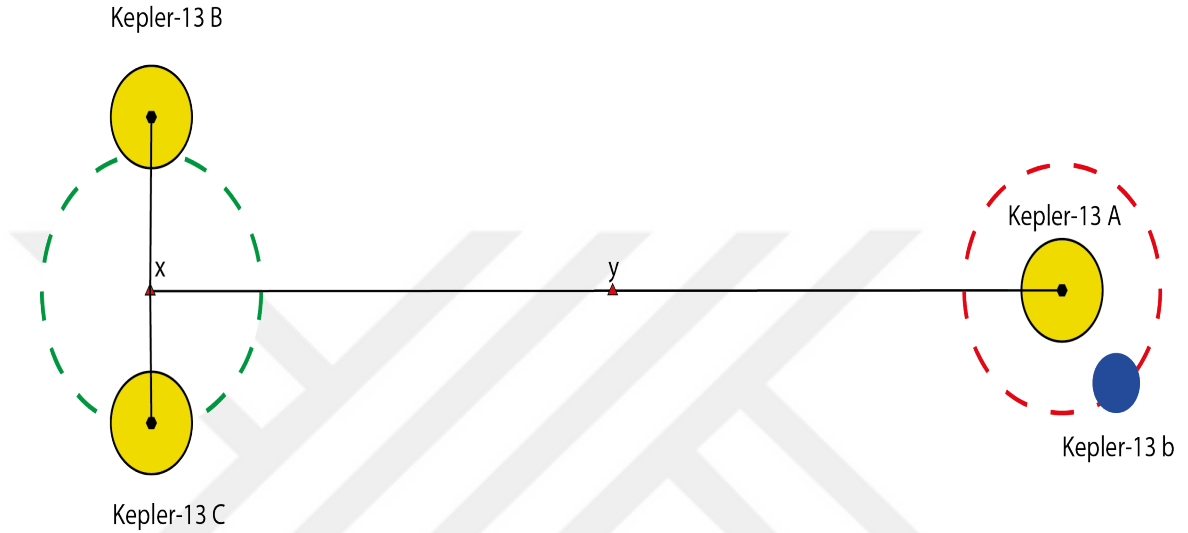


Şekil 4.54. HD 142245 A yıldızının radyal hız eğrisi (Johnson vd. 2011)

Şekil 4.54’de HD 142245 A yıldızına ait radyal hız eğrisi verilmiştir. Burada radyal hızdaki değişimlerden sistemdeki ötegezegen varlığı tespit edilmiştir.

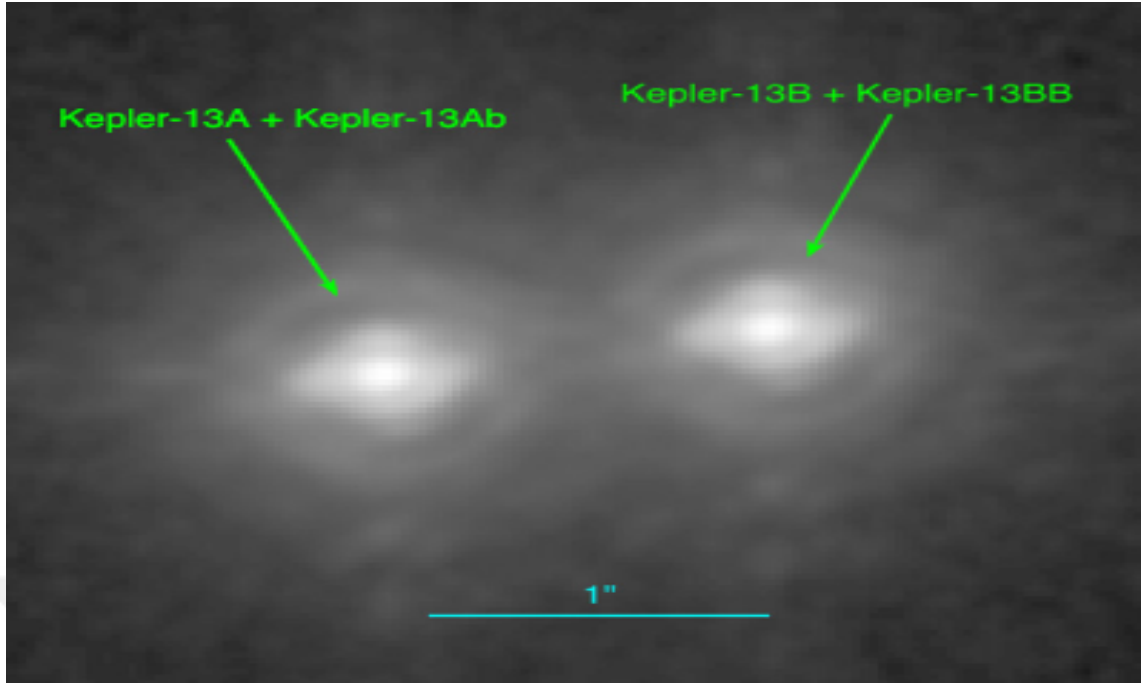
• KOI-13 (Kepler-13)

KOI-13 (Kepler Object of Interest) ya da diğer adıyla Kepler-13 sistemi Şilyak (Lyra) takımyıldızında bulunan ve 530 pc uzaklıkta (Shporer vd. 2014) bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde Kepler-13 A, Kepler-13 B ve Kepler-13 C (Kepler-13 BB olarak Shporer vd. (2014) tarafından isimlendirilmiştir) yıldızları bulunmaktadır. Kepler-13 A yıldızının yörüngesinde dolanan Kepler-13 b gezegeni geçiş yöntemiyle Borucki vd. (2011) tarafından keşfedilmiştir.



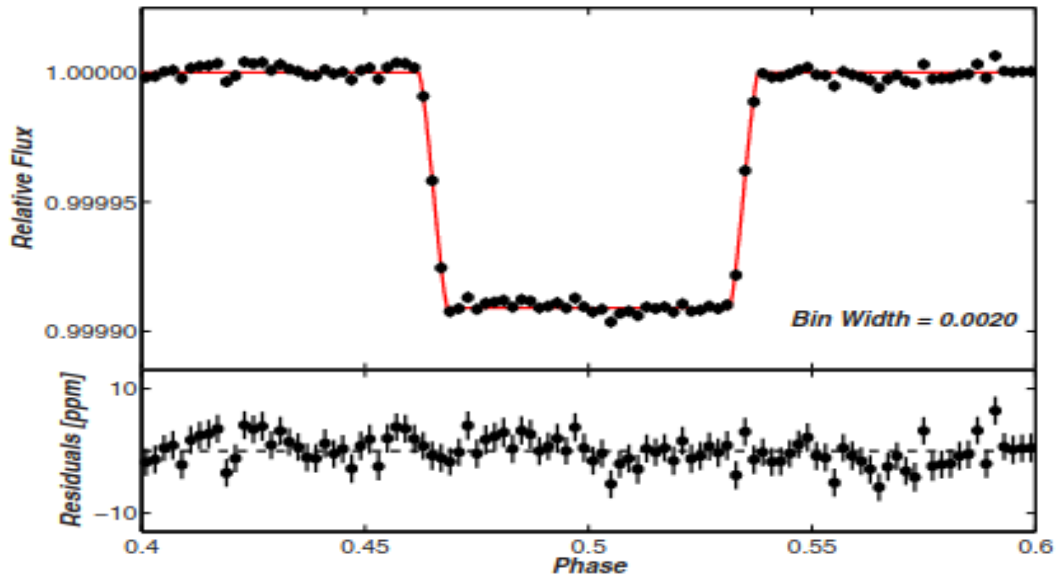
Şekil 4.55. Kepler-13 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.55’de Kepler-13 sisteminin şematik gösterimi verilmiştir. Sistemde Kepler-13 B ile Kepler-13 C x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir tayfsal çiftken, bu çift sistem ile Kepler-13 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir cpm çifti olarak Johnson vd. (2014) tarafından belirlenmiştir. Kepler-13 A ile Kepler-13 BC (Kepler-13 B ve Kepler-13 C) çifti aynı zamanda bir görsel çifttir (Shporer vd. 2014). Bu çift yine WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift yıldız olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.56. Kepler-13 sistemi (Shprorer vd. 2014)

Şekil 4.56’da Kepler-13 sistemi gösterilmiştir. Burada A ve B bileşeni ayrı ayrı görüldüğü için görsel çift olarak belirlenmiştir.

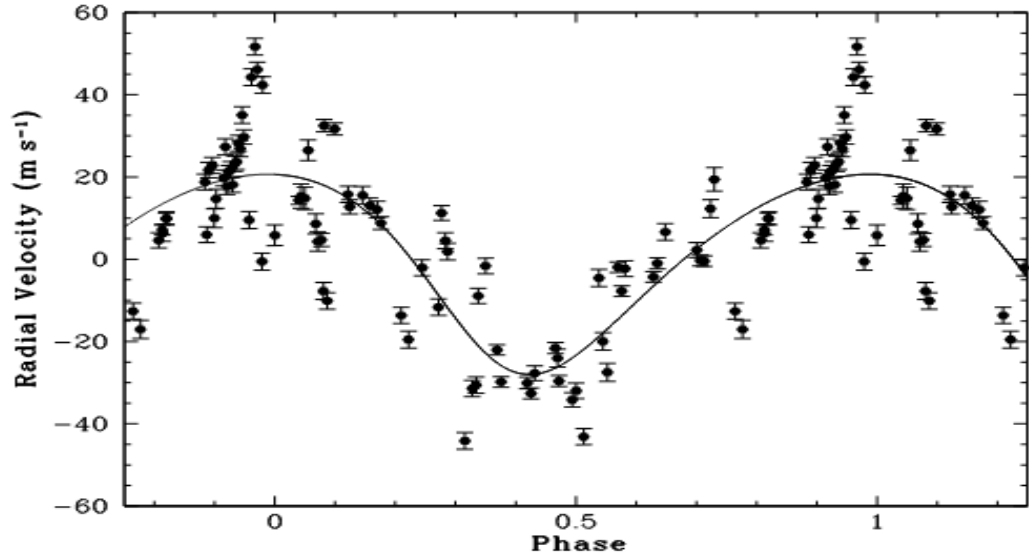


Şekil 4.57. Kepler-13 A yıldızına ait ışık eğrisi (Shprorer vd. 2014)

Şekil 4.57’de Kepler-13 A yıldızına ait ışık eğrisi ve üzerine uygulanan fit gösterilmiştir. Ötegezegenin geçişinden kaynaklı parlaklık azalması net şekilde görülmektedir.

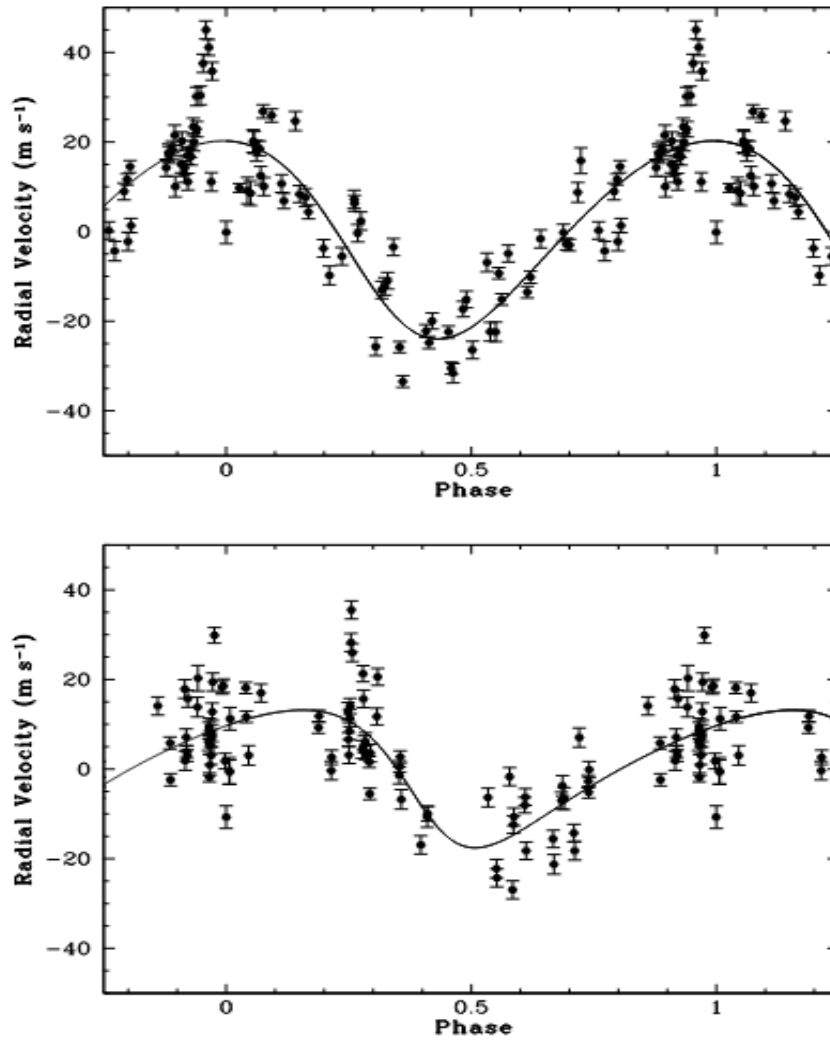
• **HD 207832**

HD 207832 sistemi 54.4 ± 2.7 pc uzaklıkta (Haghighipour vd. 2012), Güneybalığı (Piscis Austrinus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HD 207832 A yıldızının yörüngesinde dolanan HD 207832 b ve HD 207832 c ötegezegenleri radyal hız yöntemiyle Haghighipour vd. (2012) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.58. HD 207832 A yıldızına ait radyal hız eğrisi ve tek gezegen fiti (Haghighipour vd. 2012)

Şekil 4.58’de HD 207832 A yıldızına ait radyal hız ölçümleri verilmiştir. Burada uygulanan fit tek gezegen için yapılmıştır ancak grafikten sistemde iki ötegezegen olduğu tespit edilmiştir.

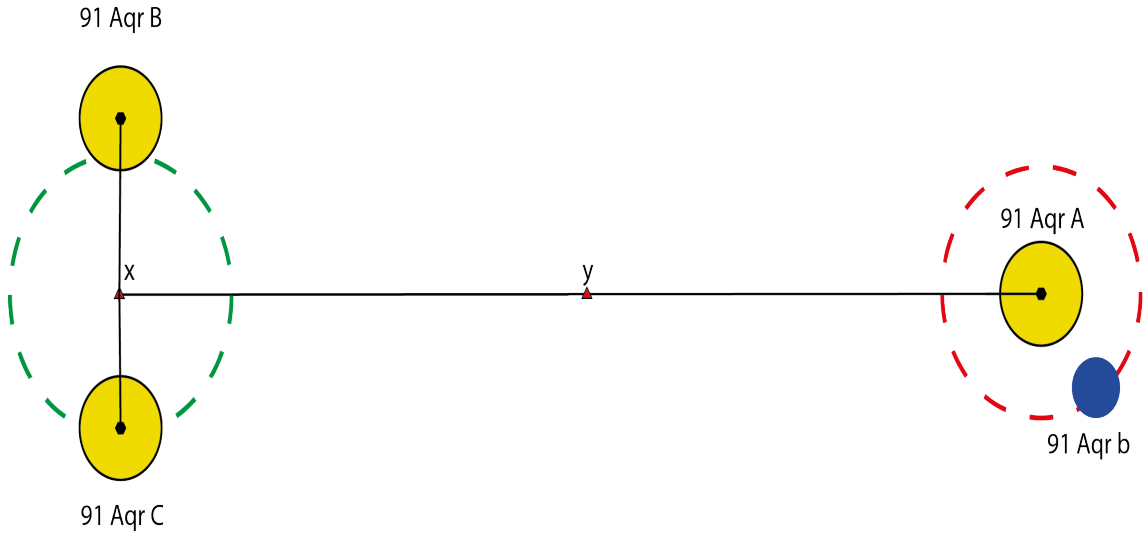


Şekil 4.59. HD 207832 A yıldızına ait radyal hız eğrisi (Haghighipur vd. 2012)

Şekil 4.59’da HD 207832 A yıldızına ait radyal hız ölçümleri verilmiştir. Üstteki grafikte uzaklık olarak daha dışta olan gezegen çıkartılarak ve alttaki grafikte de barınak yıldızına daha yakın olan yıldız sistemden çıkartılarak fitler elde edilmiş ve sistemdeki 2 ötegezegen de literatüre geçmiştir.

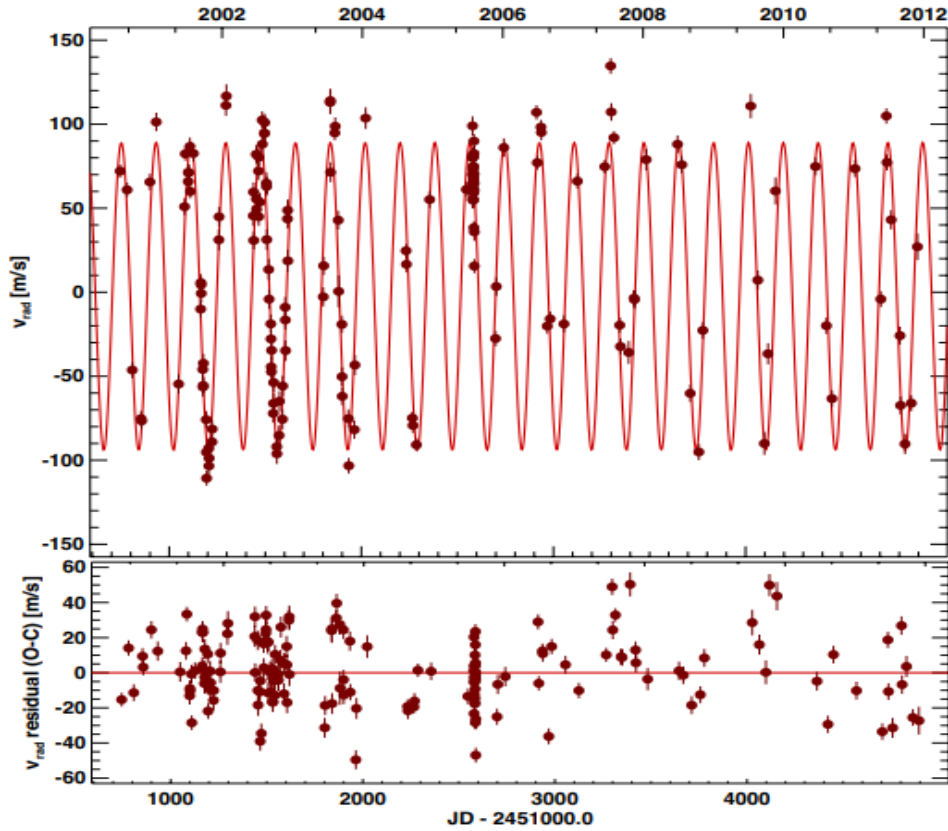
• 91 Aqr (Aquarii)

91 Aqr sistemi 45.9 ± 0.6 pc uzaklıkta (Mitchell vd. 2013), Kova (Aquarius) takım yıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde 91 Aqr A, 91 Aqr B ve 91 Aqr C yıldızları bulunmaktadır. İlk olarak Mitchell vd. (2003) tarafından sistemde 91 Aqr A etrafında dolanan cisimler varlığından bahsedilmiştir. Sistemdeki ötegezegen olan 91 Aqr b Mitchell vd. (2013) tarafından radyal hız ölçümleriyle keşfedilmiştir.



Şekil 4.60. 91 Aqr sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.60'da 91 Aqr sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde 91 Aqr B ve 91 Aqr C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir görsel çift yıldız olarak Mitchell vd. (2013) tarafından verilmiştir. Bu çift ile 91 Aqr A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe 50" olan (Mitchell vd. 2013) bir cpm çifti olarak Ragvahan vd. (2006) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çift WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak verilmiştir.

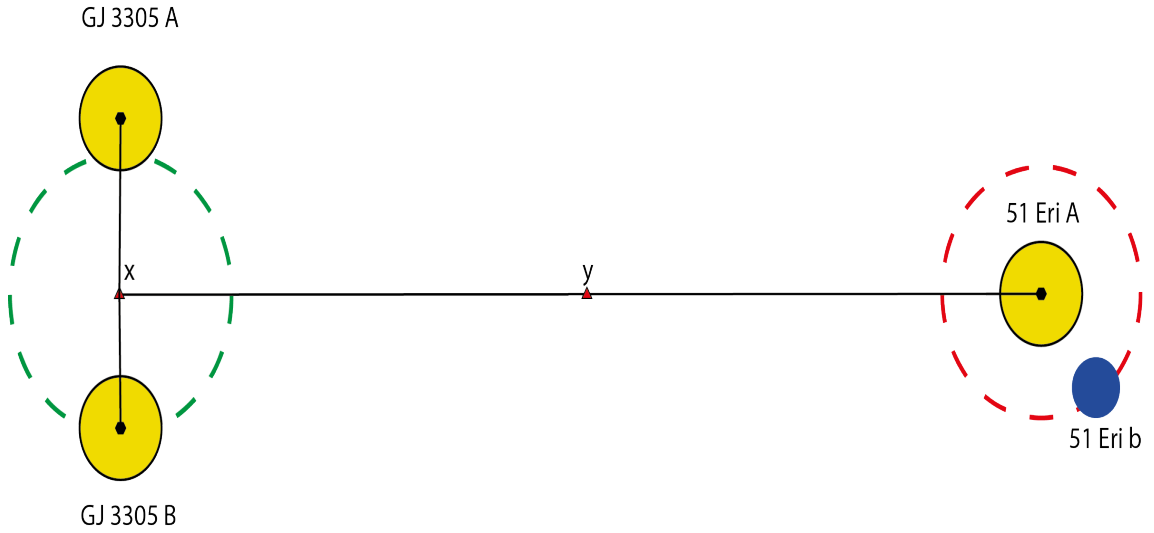


Şekil 4.61. 91 Aqr A yıldızına ait radyal hız eğrisi (Mitchell vd. 2013)

Şekil 4.61’de 91 Aqr A yıldızına ait radyal hız eğrisi verilmiştir. Üstte radyal hız ölçümleri ve yapılan en uygun fit gösterilmiştir. Alt kısımda ise en uygun fit çıkarıldıktan sonra kalan radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden 91 Aqr b ötegezegeni keşfedilmiştir.

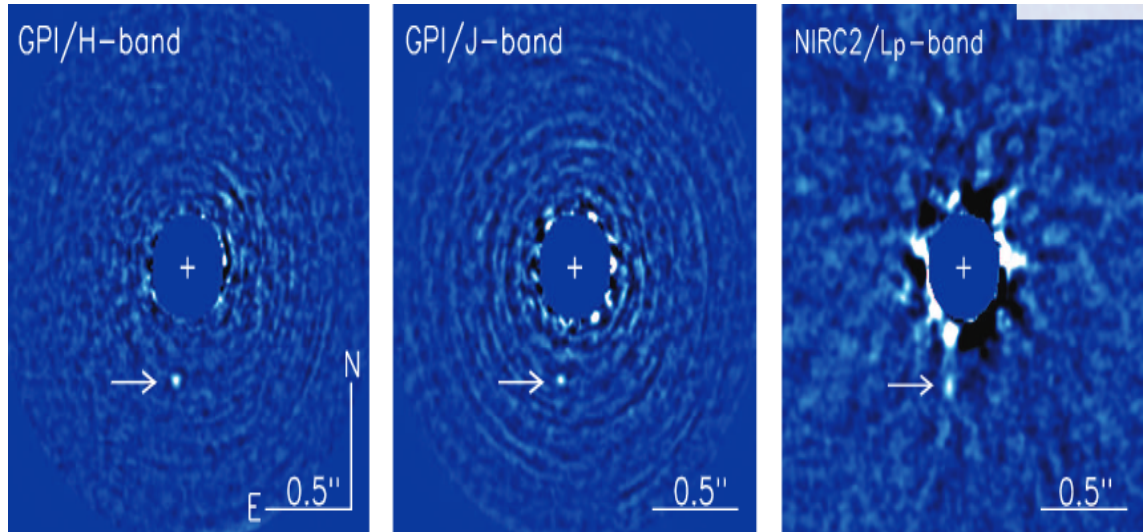
• 51 Eri (Eridani)

51 Eri sistemi 29.4 ± 0.3 pc uzaklıkta (Macintosh vd. 2015) olan, Irmak (Eridanus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde 51 Eri A, GJ 3305 A ve GJ 3305 B yıldızları bulunmaktadır. Sistemde 51 Eri A yıldızının etrafında bir ötegezegen dolandığı Macintosh vd. (2015) tarafından doğrudan görüntüleme yöntemiyle keşfedilmiştir.



Şekil 4.62. 51 Eri sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.62’de 51 Eri sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde GJ 3305 A ve GJ 3305 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 9.78 ± 0.14 AU olan bir cpm çifti olarak Montet vd. (2015) tarafından verilmiştir. Bu çift ile 51 Eri A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe yaklaşık 1940 ± 20 AU (Montet vd. 2015) olan bir cpm çifti olarak Benjamin vd. (2015) tarafından verilmiştir. Bu çift aynı zamanda WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak belirtilmiştir.

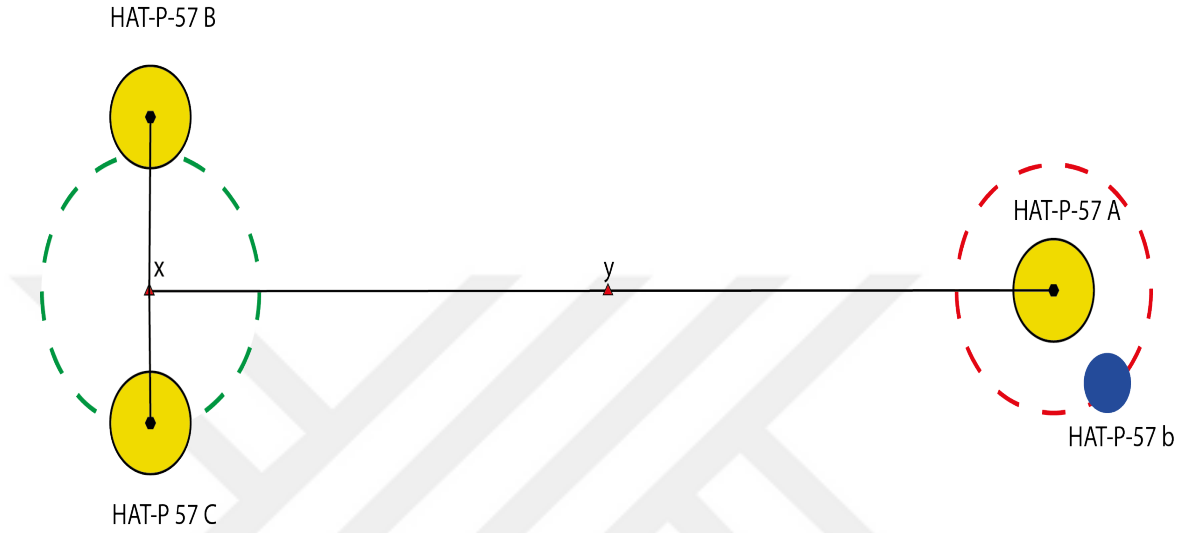


Şekil 4.63. 51 Eri A yıldızının doğrudan görüntülenmesi (Macintosh vd. 2015)

Şekil 4.63’de 51 Eri A yıldızının farklı bantlarda ve farklı tarihlerdeki doğrudan görüntülenmesine ait görüntüler verilmiştir. 51 Eri b ötegezegeni ok ile şekilde gösterilmiştir.

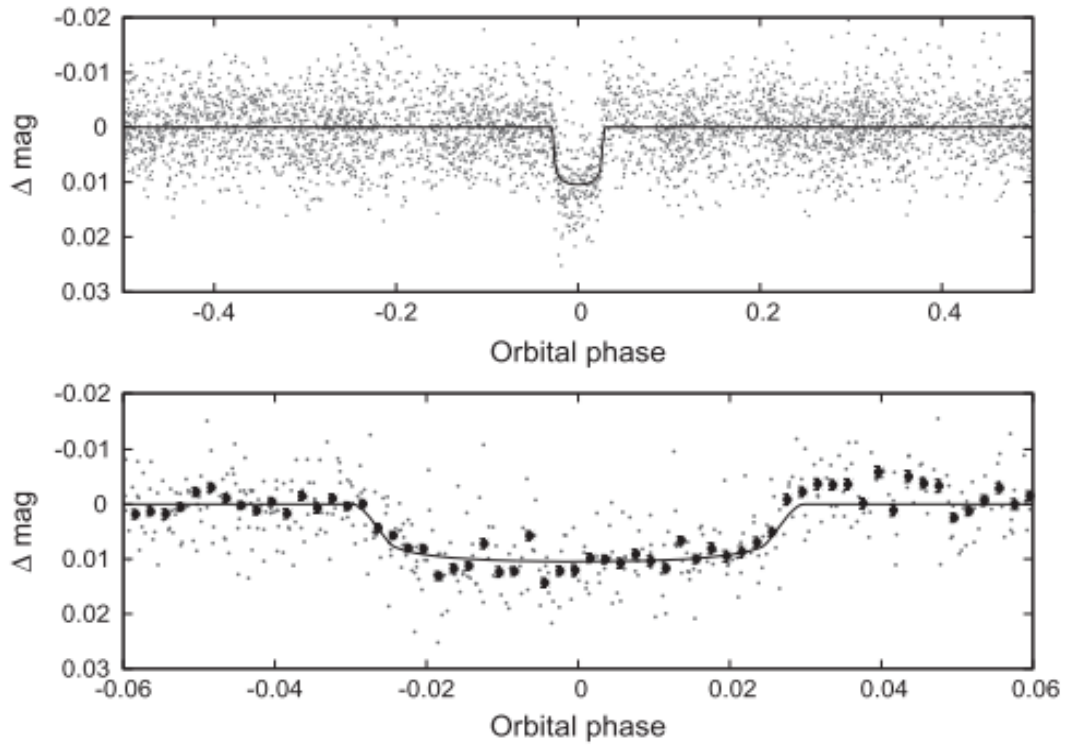
• HAT-P-57

HAT-P-57 sistemi 303 ± 13 pc uzaklıkta (Hartman vd. 2015), Yılan (Serpens) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HAT-P-57 A, HAT-P-57 B ve HAT-P-57 C yıldızları bulunmaktadır. Sistemdeki ötegezegen olan HAT-P-57 b, HAT-P-57 A yıldızının etrafında dolanmaktadır. Bu gezegen geçiş yöntemiyle Hartman vd. (2015) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.64. HAT-P-57 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.64’de HAT-P-57 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde HAT-P-57 B ve HAT-P-57 C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan ve aralarındaki uzaklık 68 ± 3 AU (Hartman vd. 2015) olan bir çift yıldız olarak belirtilmiştir. Bu çift ile HAT-P-57 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan ve aralarındaki mesafe 800 ± 30 AU (Hartman vd. 2015) olan bir çift yıldız olarak belirtilmiştir.

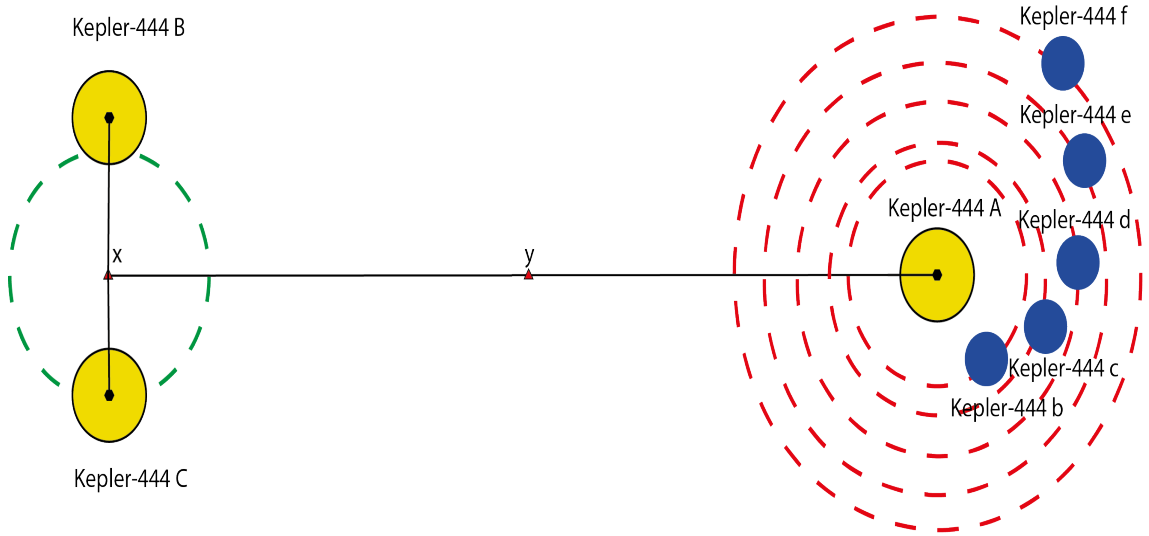


Şekil 4.65. 51 Eri sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.65’de HAT-P-57 A yıldızına ait ışık eğrisi gösterilmiştir. Üstte gezegenin yaptığı geçişten kaynaklı parlaklıktaki azalma gösterilirken, alt kısımda bu geçişe uygulanan fit gösterilmiştir. Parlaklıkta meydana gelen bu azalmadan sistemdeki ötegezegen olan HAT-P-57 b gezegeni keşfedilmiştir.

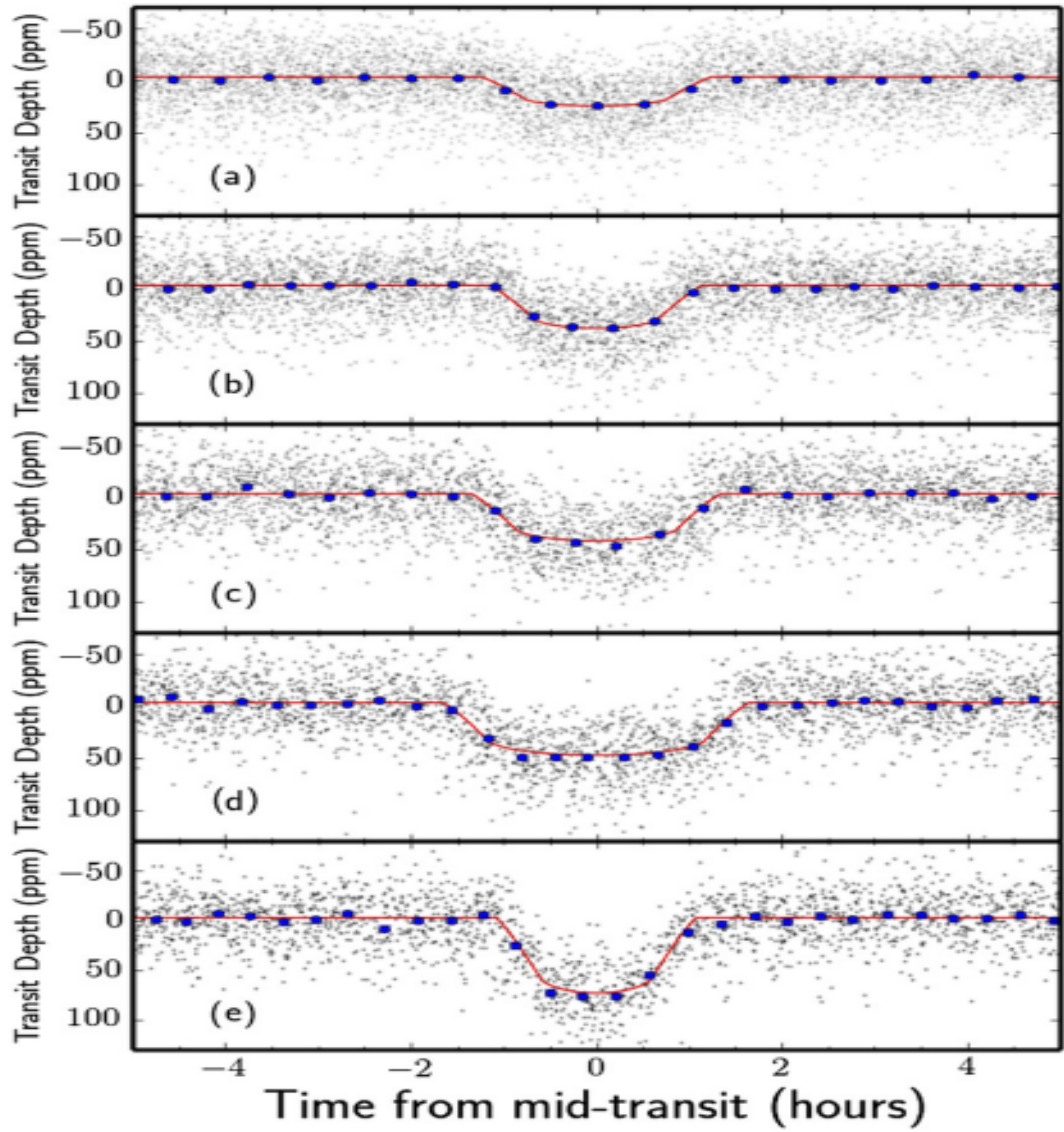
• Kepler-444

Kepler-44 sistemi 35.7 ± 1.1 pc uzaklıkta (Campante vd. 2015), Şilyak (Lyra) takımyıldızında bulunan bir sistemdir. Sistemde Kepler-444 A, Kepler-444 B ve Kepler-444 C yıldızları bulunmaktadır. Sistemde Kepler-444 A yıldızının etrafında 5 ötegezegen varlığı her birinin yaptığı geçişlerle Campante vd. (2015) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.66. Kepler-444 sisteminin şematik gösterimi

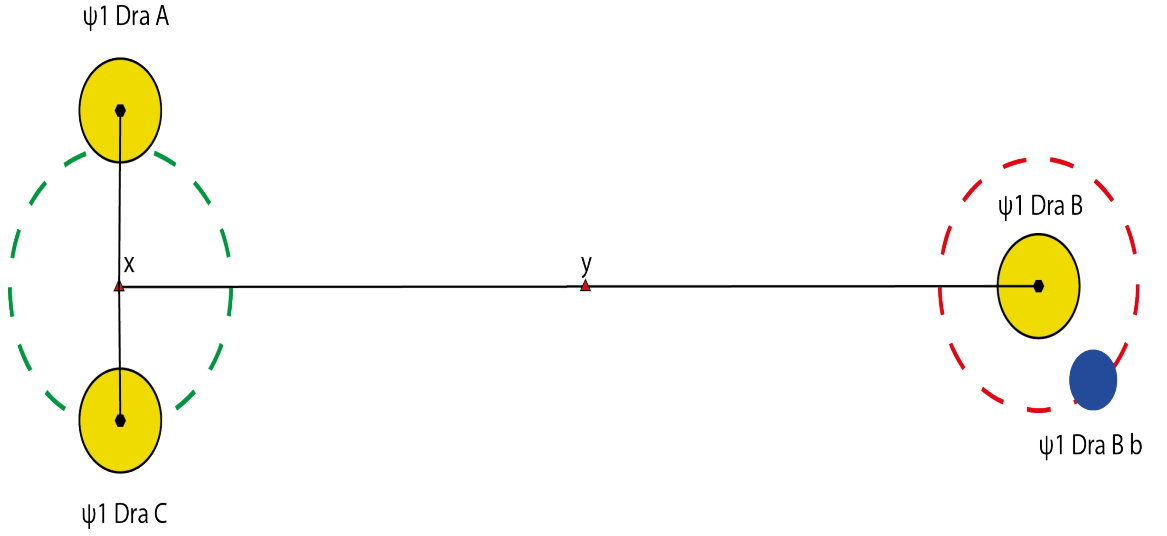
Şekil 4.66’da Kepler-444 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde Kepler-444 B ve Kepler-444 C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe 5 ± 0.95 AU (Dupuy vd. 2016) olan, iki çizgili tayfsal çift olarak Dupuy vd. (2016) tarafından belirlenmiştir. Bu çift ile Kepler-444 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe yaklaşık 60 AU (Dupuy vd. 2016) olan bir cpm çifti olarak Campante vd.(2015) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çift WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak belirtilmiştir. Şekil 4.67’de Kepler-444 sistemindeki 5 ötegezegenin yaptığı geçişler gösterilmiştir.



Şekil 4.67. Kepler-444 sistemindeki ötegezegen geçişleri (Campante vd. 2015)

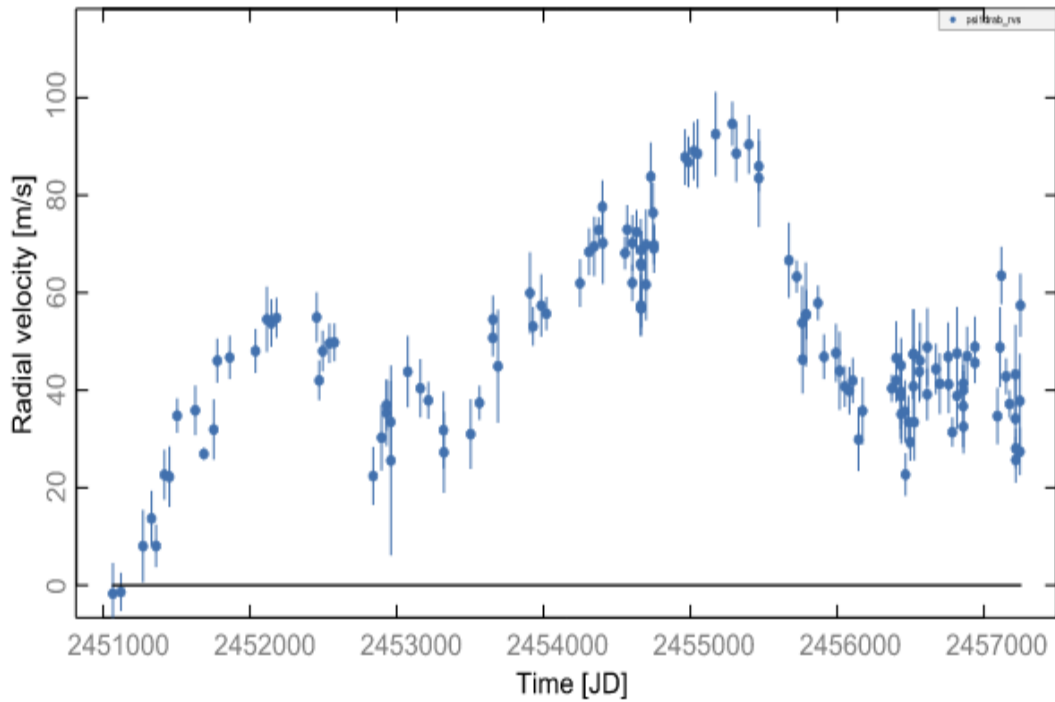
• ψ^1 Dra

ψ^1 Dra sistemi 22.2 pc uzaklıkta, Ejderha (Draco) takımyıldızında yer alan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde ψ^1 Dra A, ψ^1 Dra B ve ψ^1 Dra C yıldızları bulunmaktadır. ψ^1 Dra A yıldızının etrafında bir ötegezegen dolandığı Endl vd. (2016) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.68. ψ^1 Dra sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.68’de ψ^1 Dra sistemi şematik olarak gösterilmiştir. ψ^1 Dra A ve ψ^1 Dra C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık yaklaşık 9 AU (Endl vd. 2016) olan, tek çizgili tayfsal çift olarak Endl vd. (2016) tarafından belirtilmiştir. Bu çift ile ψ^1 Dra B yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe yaklaşık 667 AU olan, görsel çift olarak yine Endl vd. (2016) tarafından verilmiştir. Bu çift yine WDS kataloğunda da Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak belirlenmiştir.

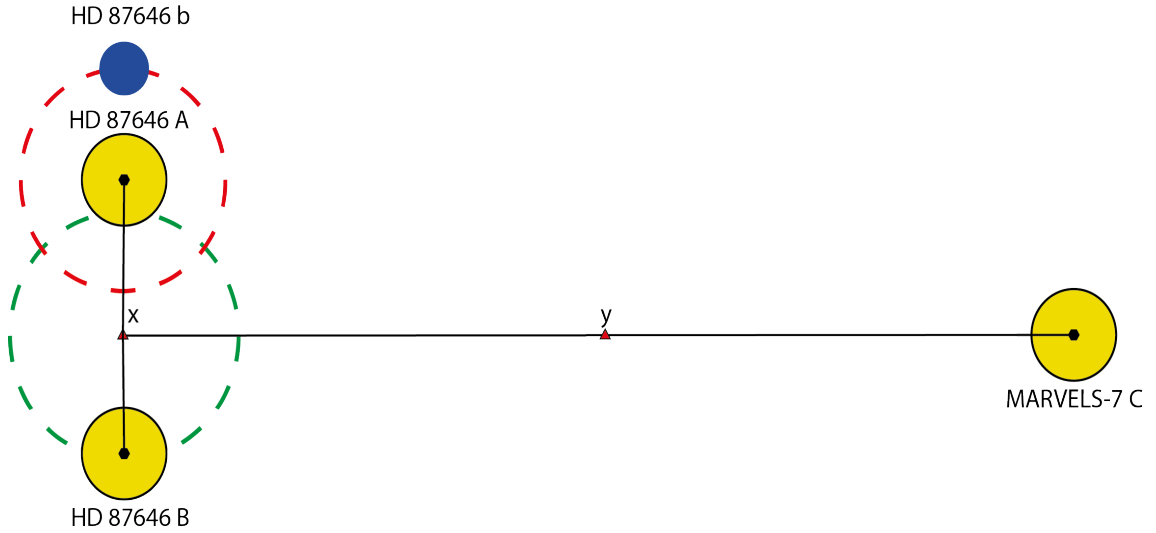


Şekil 4.69. ψ^1 Dra B yıldızının radyal hız eğrisi (Endl vd. 2016)

Şekil 4.69’da ψ^1 Dra B yıldızının radyal hız eğrisi gösterilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerin tespitiyle ψ^1 Dra B b ötegezegeni keşfedilmiştir.

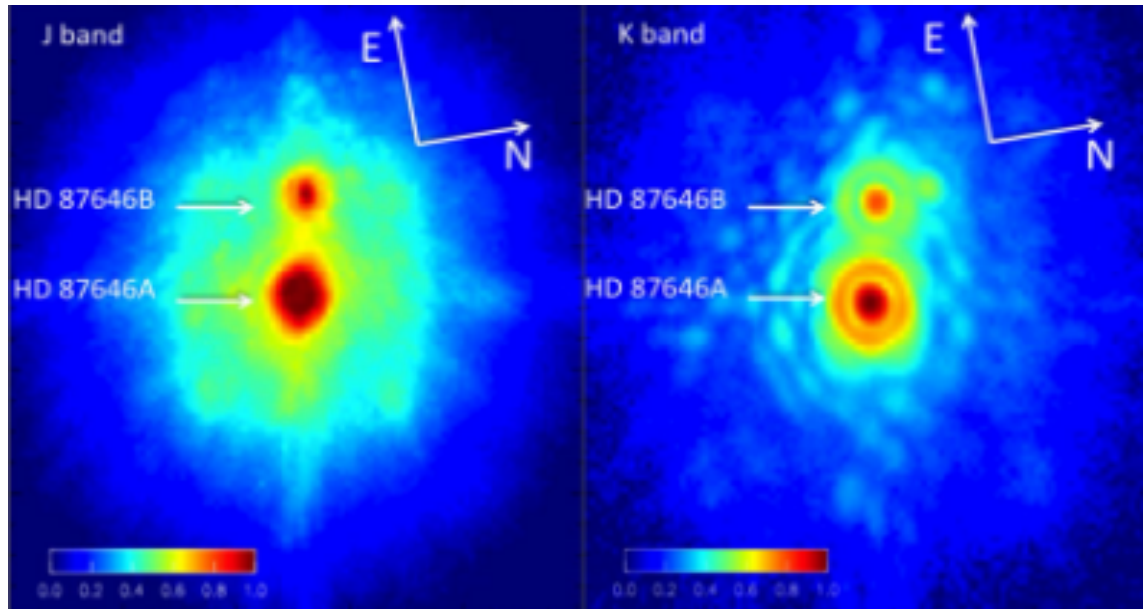
• HD 87646

HD 87646 sistemi 73.58 ± 9.68 pc uzaklıkta (Ma vd. 2016) olan, Aslan (Leo) takımyıldızında yer alan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HD 87646 (A), HD 87646 B ve MARVELS-7 C yıldızları bulunmaktadır. HD 87646 A yıldızının yörüngesinde dolanan HD 87646 b ötegezegeni radyal hız yöntemiyle Ma vd. (2016) tarafından keşfedilmiştir.



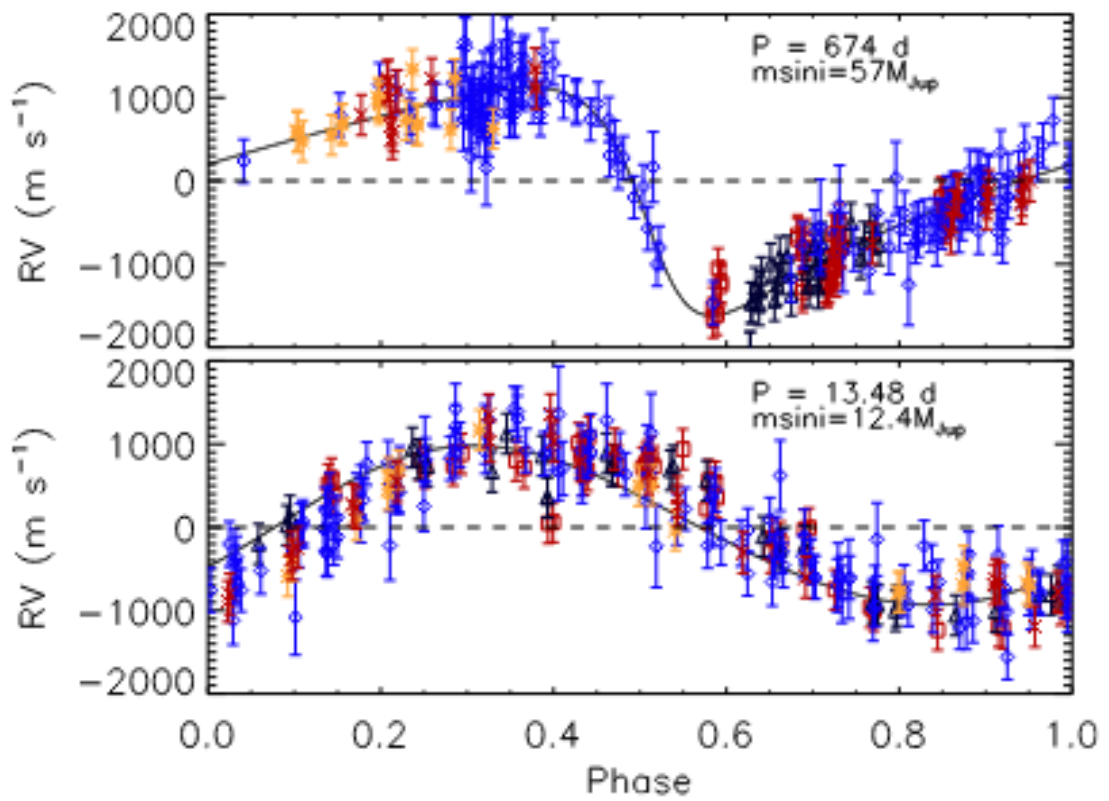
Şekil 4.70. HD 87646 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.70’de HD 87646 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde HD 87646 A ve HD 87646 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 19 ± 2 AU olan, görsel bir çift olarak Ma vd. (2016) tarafından belirtilmiştir. Bu çift yine Mason vd. (2001) tarafından WDS kataloğunda da görsel çift olarak geçmektedir. Bu çift ile MARVELS-7 C yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır.



Şekil 4.71. HD 87646 A ve HD 87646 B yıldızları (Ma vd. 2016)

Şekil 4.71’de Palomar gözlemevinde J ve K bantlarında alınan görüntüler verilmiştir. İki bileşen de ayrı ayrı net şekilde görülmektedir.

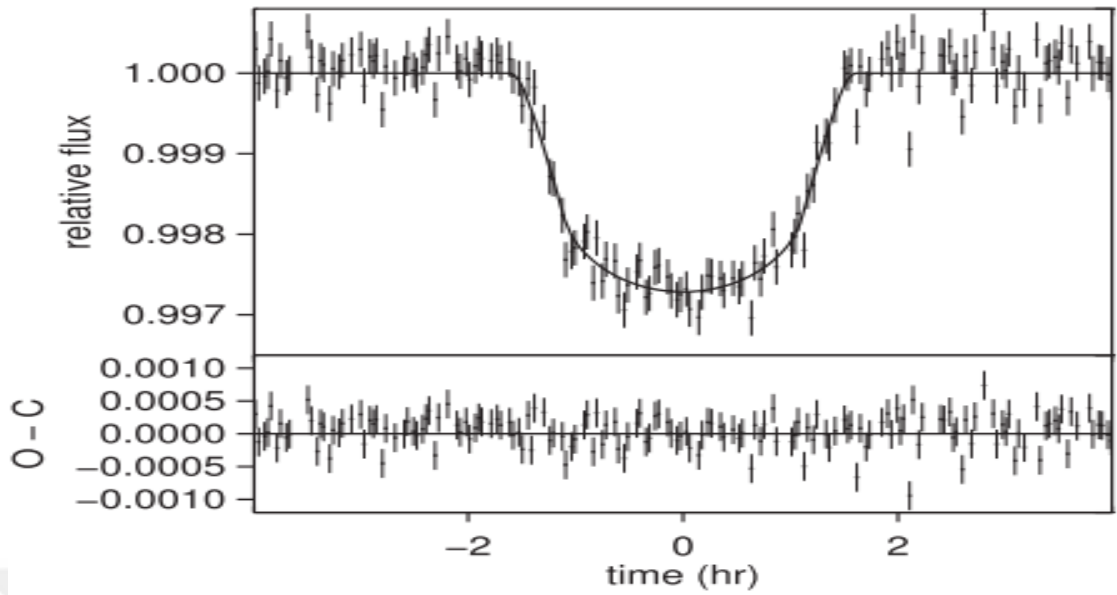


Şekil 4.72. HD 87646 A yıldızı radyal hız eğrisi (Ma vd. 2016)

Şekil 4.72’de HD 87646 A yıldızına ait radyal hız eğrisi verilmiştir. Burada radyal hızlar 5 farklı teleskop ile elde edilerek birleştirilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden HD 87646 b ötegezegeni keşfedilmiştir.

• K2-27

K2-27 sisteminde K2-27, K2-27 A ve K2-27 C yıldızları bulunmaktadır. üç yıldızlı bu sistemde K2-27 yıldızının etrafında K2-27 b ötegezegeni dolanmaktadır. Gezegen Van Eylen vd. (2016) tarafından geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir.

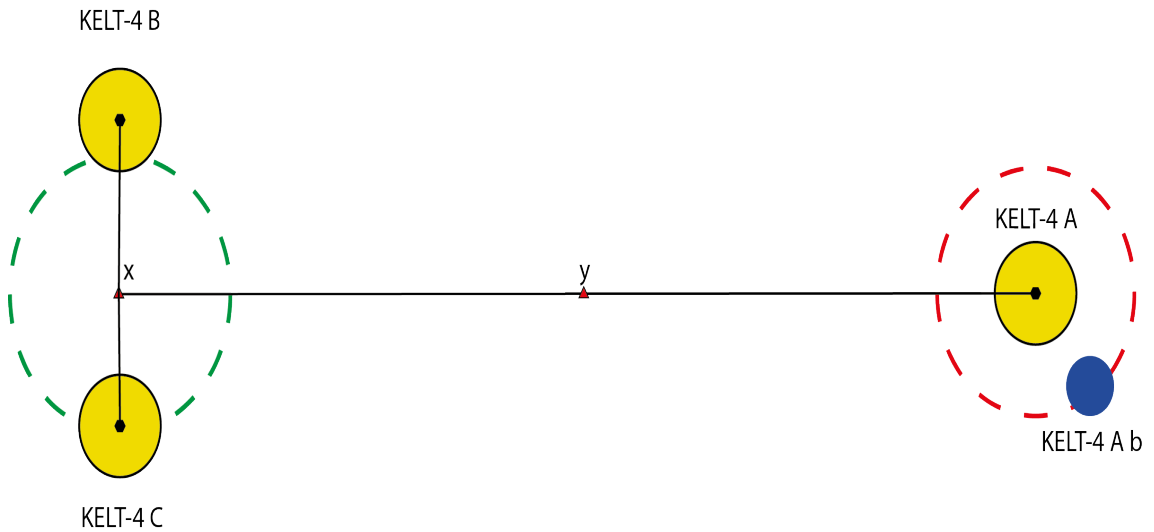


Şekil 4.73. K2-27 yıldızı ışık eğrisi (Van Eylen vd. 2016)

Şekil 4.73’de K2-27 yıldızının ışık eğrisi verilmiştir. Ötegezegenin geçişinden kaynaklı akıdaki azalma üst kısımda gösterilmiştir. Buradan parlaklık cinsinden azalma da hesaplanabilir.

• KELT-4

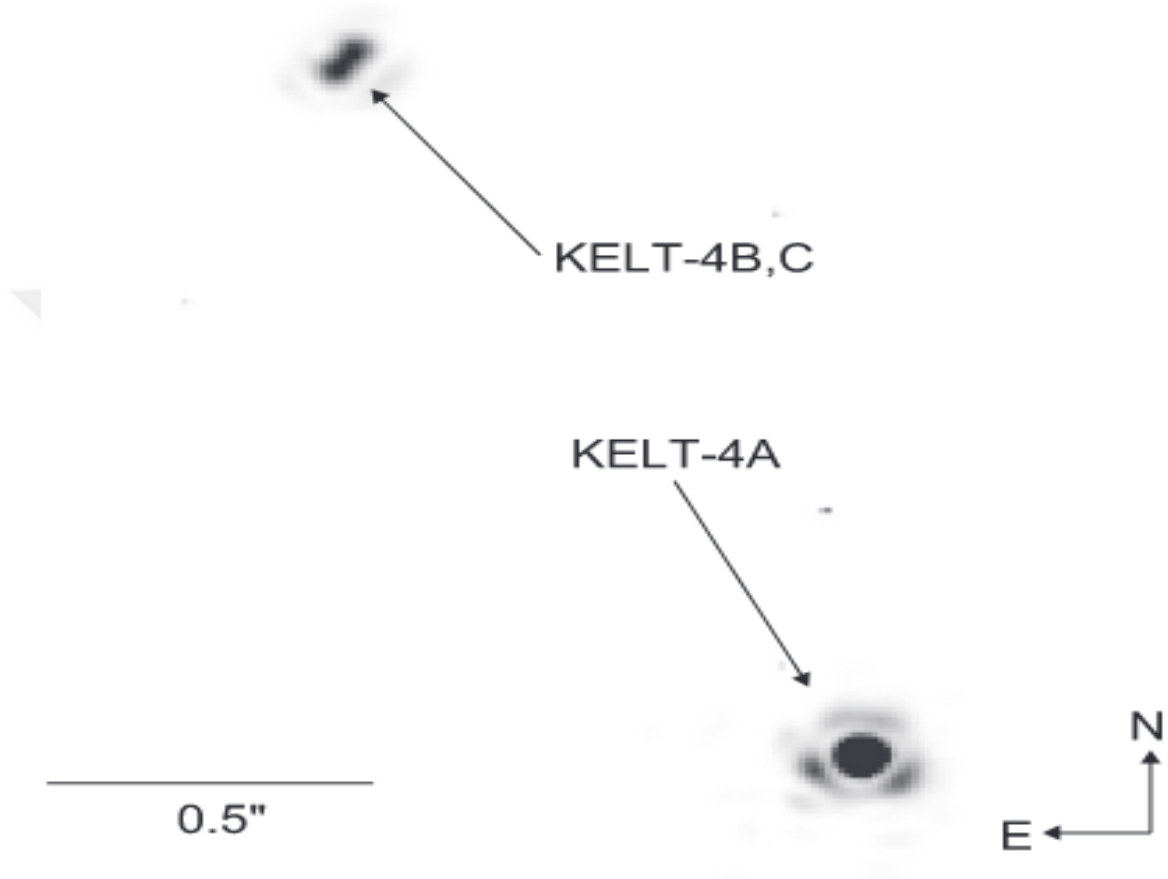
KELT (The Kilodegree Extremely Little Telescope)-4 sistemi 210 pc uzaklıkta (Eastman vd. 2016), Aslan (Leo) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde KELT-4 A yıldızının yörüngesinde dolanan ötegezegen varlığı Eastman vd. (2016) tarafından geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir.



Şekil 4.74. KELT-4 sisteminin şematik gösterimi

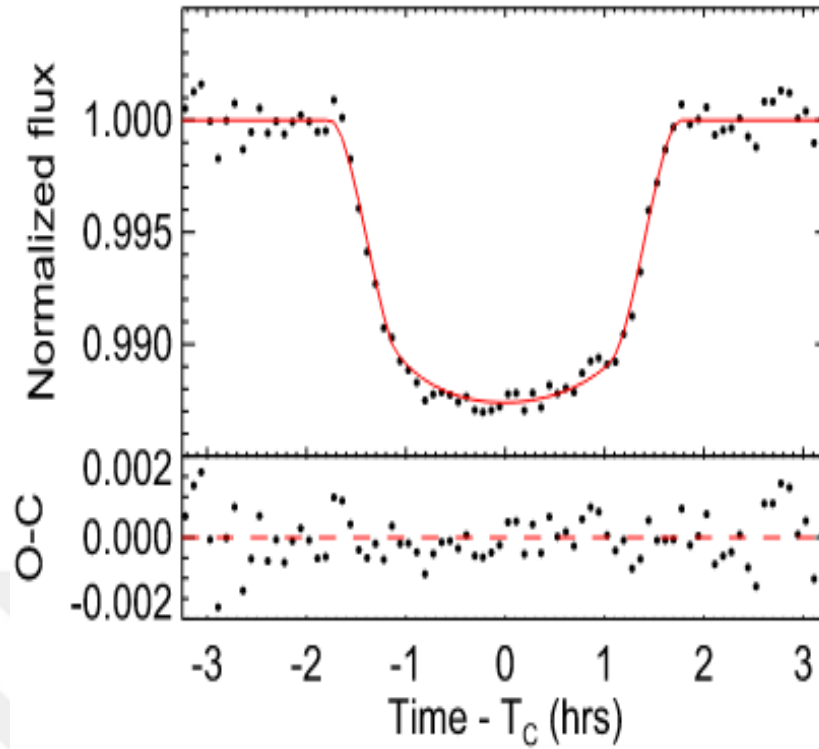
Şekil 4.74’de KELT-4 B ve KELT-4 C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi

etrafında dolanan, aralarındaki mesafe 10.3 ± 0.74 AU olan, ikiz K tayflı çift olarak Eastman vd. (2016) tarafından belirlenmiştir. Bu çift ile KELT-4 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe 328 ± 16 AU olan bir cpm çifti olarak Eastman vd. (2016) tarafından belirtilmiştir. Bu çift aynı zamanda WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel bir çift olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.75. KELT-4 sistemi (Eastman vd. 2016)

Şekil 4.75’de KELT-4 sistemindeki yıldızlar gösterilmiştir. Burada çiftin görsel olduğu ve KELT-4 B ile KELT-4 C yıldızlarının KELT-4 A yıldızı ile fiziksel olarak birbirine bağlı (Eastman vd. 2016) oldukları gösterilmiştir.



Şekil 4.76. KELT-4 A yıldızı ışık eğrisi (Eastman vd. 2016)

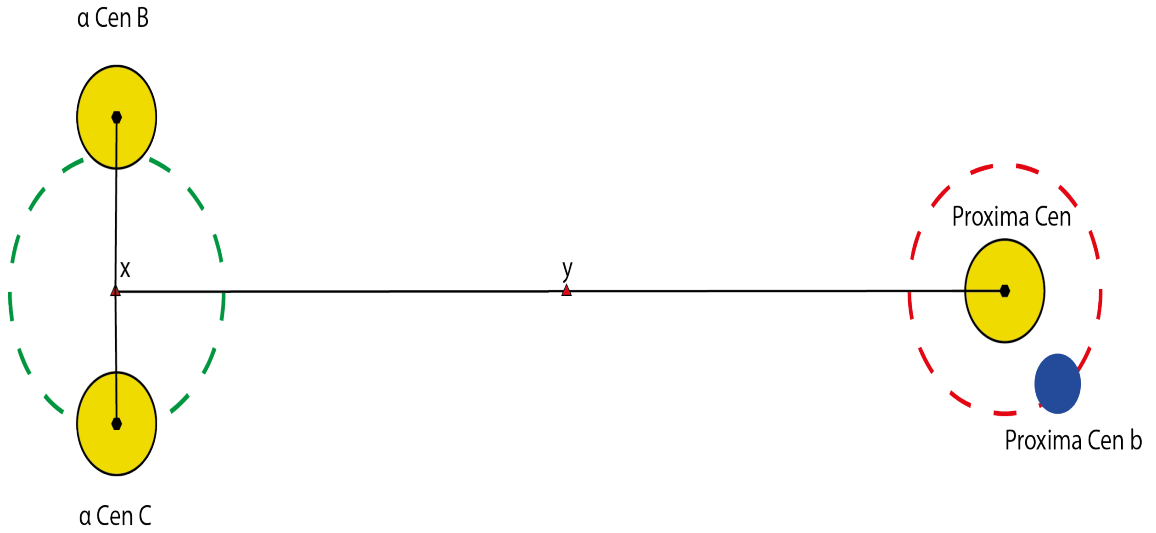
Şekil 4.76’da KELT-4 A yıldızının ışık eğrisi verilmiştir. Ötegezegenin geçişini temsil eden fit ile birlikte, geçişten kaynaklı parlaklık miktarındaki azalma net şekilde görülmektedir. Bu azalmadan sistemdeki ötegezegen KELT-4 A b keşfedilmiştir.

• Kepler-908

Kepler-908 sistemi 290.771 pc uzaklıkta (Berger vd. 2018), Kuğu (Cygnus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde Kepler-908 A, Kepler-908 B ve Kepler-908 C yıldızları bulunmaktadır. Kepler-908 A yıldızının etrafında dolanan Kepler-908 b ötegezegeni geçiş yöntemiyle Morton vd. (2016) tarafından keşfedilmiştir.

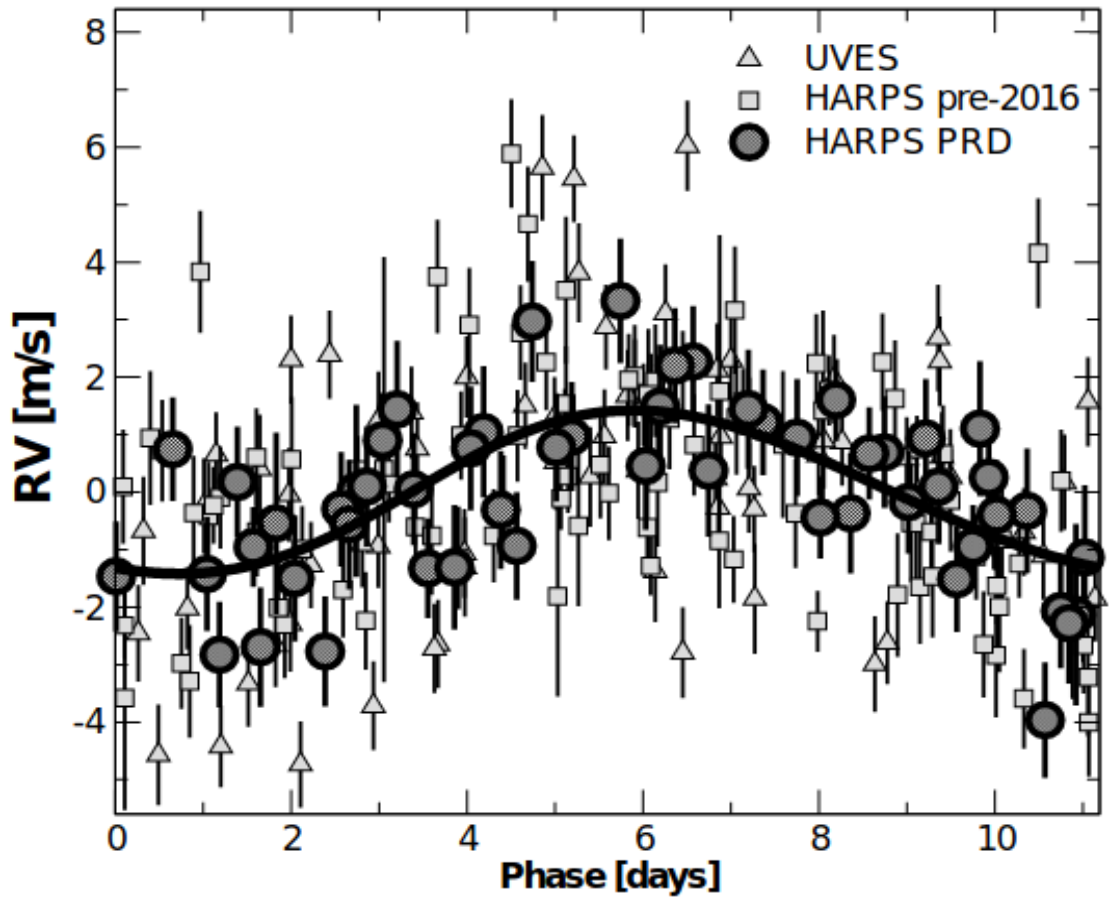
• α Cen

α Cen sistemi 1.295 pc uzaklıkta (Anglada-Escudé vd. 2016), Erboğa (Centaurus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı sistemdir. Sistemde α Cen A, α Cen B ve Proxima Cen (α Cen C) yıldızları bulunmaktadır. Proxima Cen yıldızının yörüngesinde dolanan Proxima Cen b ötegezegeni radyal hız yöntemiyle Anglada-Escudé vd. (2016) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.77. α Cen sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.77’de α Cen sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde α Cen A ve α Cen B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan çift çizgili tayfsal görsel çift olarak Pourbaix vd. (2002) tarafından belirlenmiştir. α Cen A ve α Cen B çifti yine WDS kataloğunda da Mason vd. (2001) tarafından çift olarak belirtilmiştir. Bu çift ile Proxima Cen yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan ve WDS kataloğuna göre Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak belirtilmiştir.

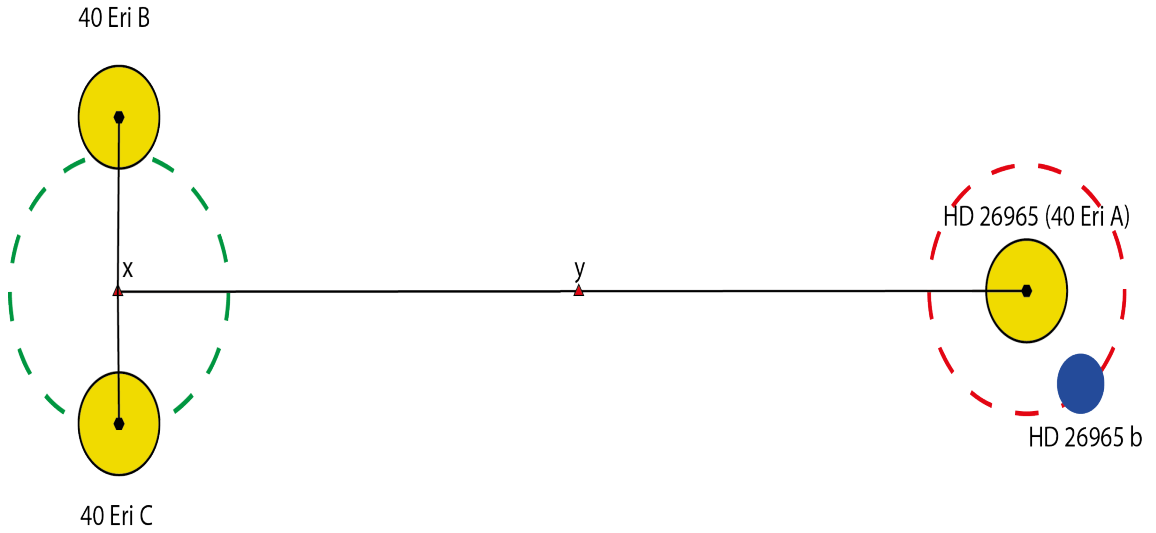


Şekil 4.78. Proxima Cen yıldızı radyal hız eğrisi (Anglada-Escudé vd. 2016)

Şekil 4.78’de Proxima Cen yıldızına ait 16 yıllık radyal hız ölçümleri gösterilmiştir. 3 farklı teleskop yardımıyla yapılan gözlemler sonucu sistemdeki ötegezegen olan Proxima Cen b keşfedilmiştir.

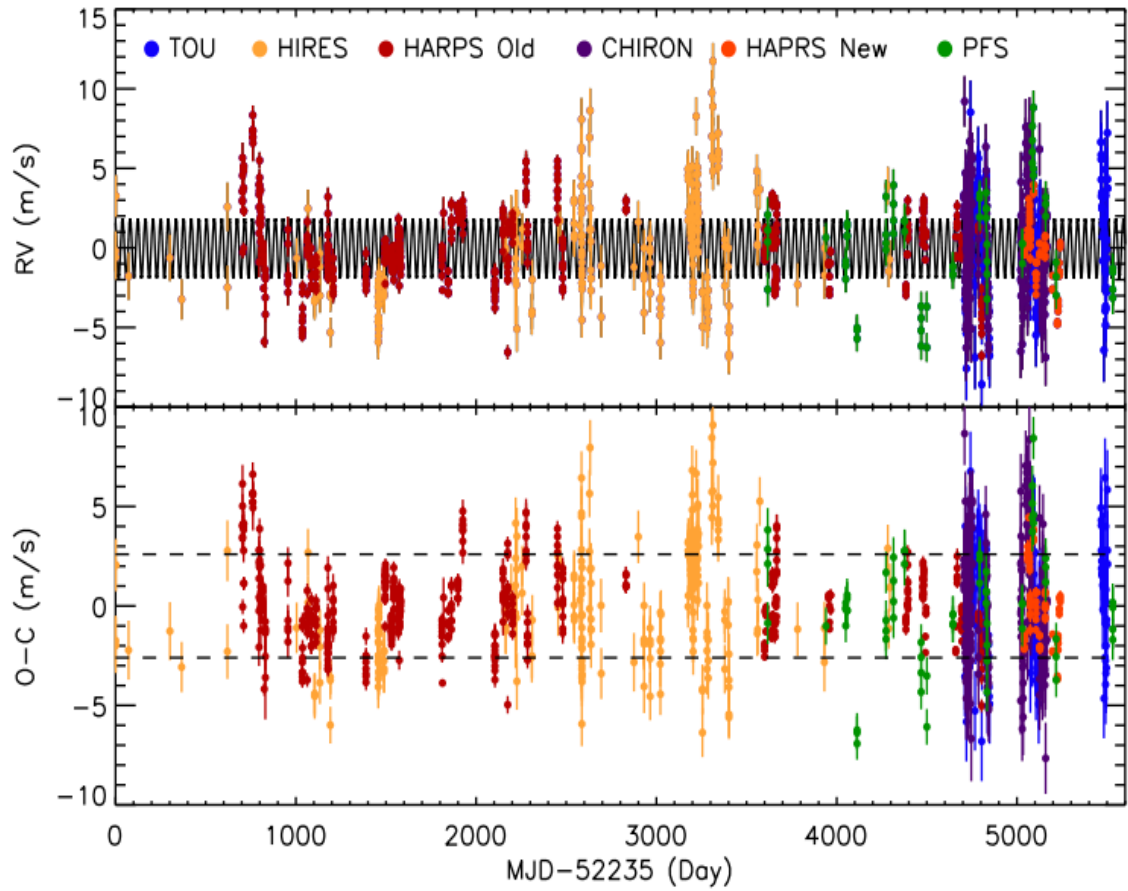
• HD 26965

HD 26965 sistemi 4.985 ± 0.001 pc uzaklıkta (Ma vd. 2018), Irmak (Eridanus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde HD 26965 (40 Eri A), 40 Eri B ve 40 Eri C yıldızları bulunmaktadır. Sistemde HD 26965 yıldızının yörüngesinde dolanan HD 26865 b gezegeni Ma vd. (2018) tarafından radyal hız yöntemiyle keşfedilmiştir.



Şekil 4.79. HD 26965 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.79’da HD 26965 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde 40 Eri B ve 40 Eri C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe 8".3 olarak verilen (Bond vd. 2017), WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel bir çift yıldızdır. Bu çift yıldız ile HD 26965 (40 Eri A) y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe 83" olan (Bond vd. 2017) bir cpm çifti olarak Mason vd. (2017) tarafından belirlenmiştir. Bu çift aynı zamanda yine WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak verilmiştir.

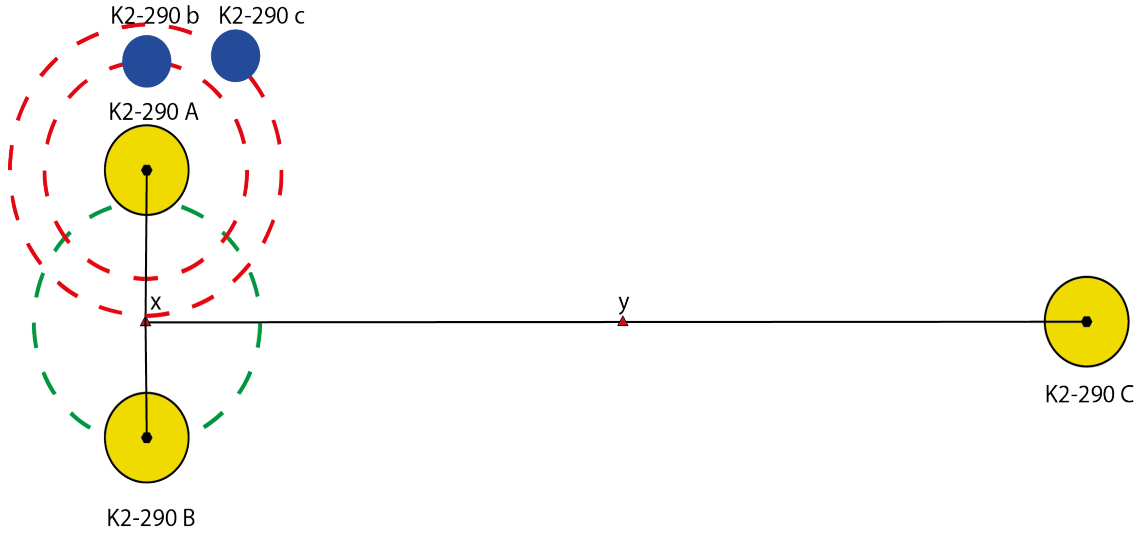


Şekil 4.80. HD 26965 (40 Eri A) yıldızı radyal hız eğrisi (Ma vd. 2018)

Şekil 4.80’de HD 26965 yıldızına ait farklı teleskoplarla elde edilen radyal hız ölçümleri verilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden sistemdeki ötegezegen tespit edilmiştir.

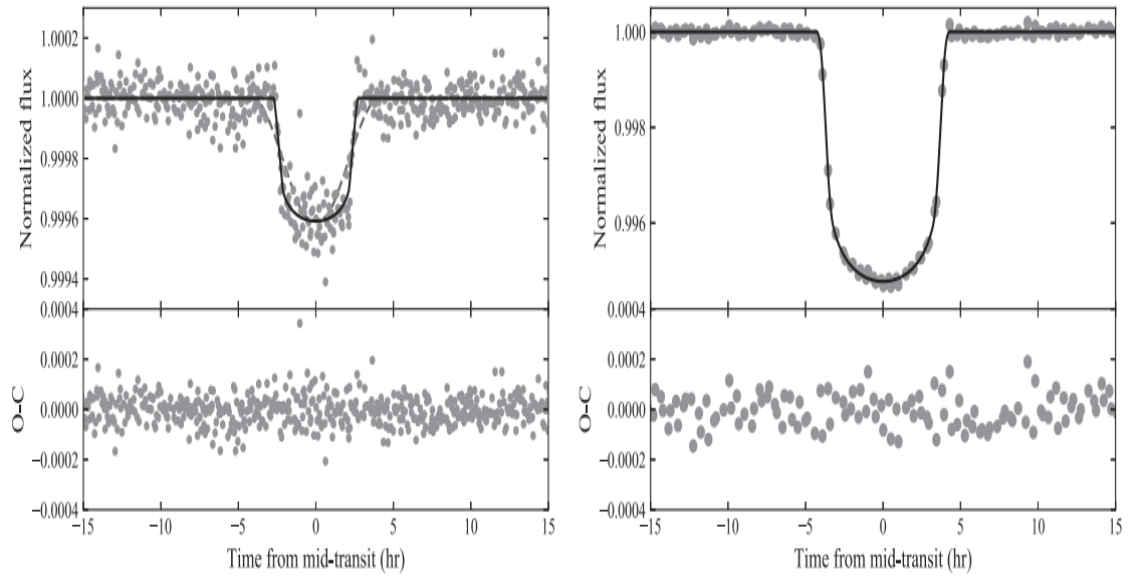
• K2-290

K2-290 sistemi 275.0 ± 3.8 pc uzaklıkta (Hjorth vd. 2019), Terazi (Libra) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde K2-290 A, K2-290 B ve K2-290 C yıldızları bulunmaktadır. K2-290 A yıldızının yörüngesinde dolanan 2 ötegezegen de geçiş yöntemiyle Hjorth vd. (2019) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.81. K2-290 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.81’de K2-290 sistemi şematik olarak verilmiştir. Sistemde K2-290 A ve K2-290 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 113 ± 2 AU (Hjorth vd. 2019) olan bir çift yıldızdır. Bu çift ile K2-290 C yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 2467 ± 166 AU (Hjorth vd. 2019) olan bir cpm çifti olarak Hjorth vd. (2019) tarafından belirlenmiştir.

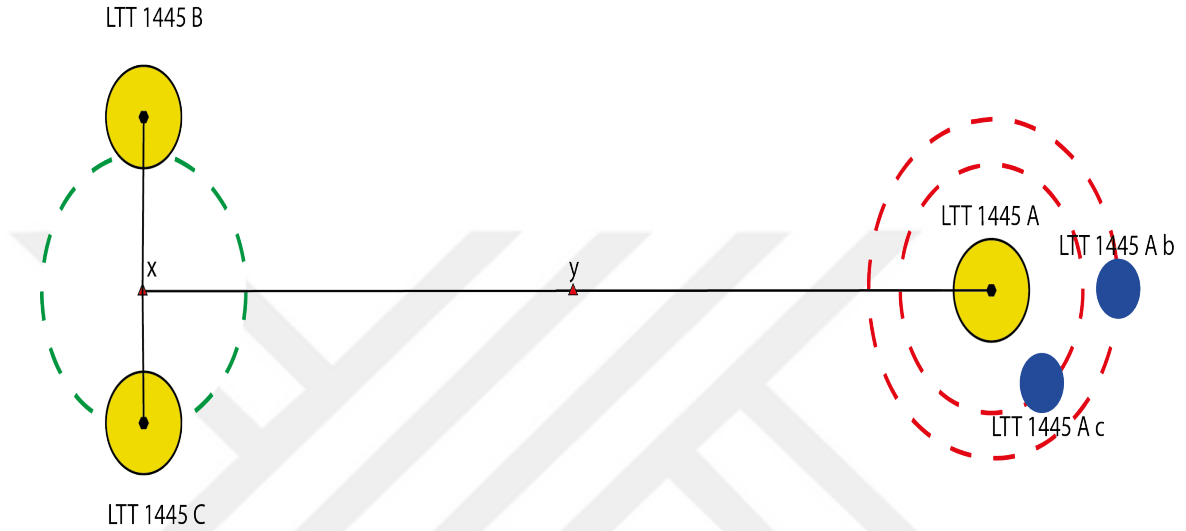


Şekil 4.82. K2-290 A yıldızı ışık eğrileri (Hjorth vd. 2019)

Şekil 4.82’de K2-290 A yıldızına ait ışık eğrileri verilmiştir. Sol kısımda K2-290 b, sağ kısımda ise K2-290 c gezegenlerinin yaptığı geçişler gösterilmiştir. Yapılan fitler ile parlaklıktaki azalma tespit edilerek sistemdeki iki ötegezegen keşfedilmiştir.

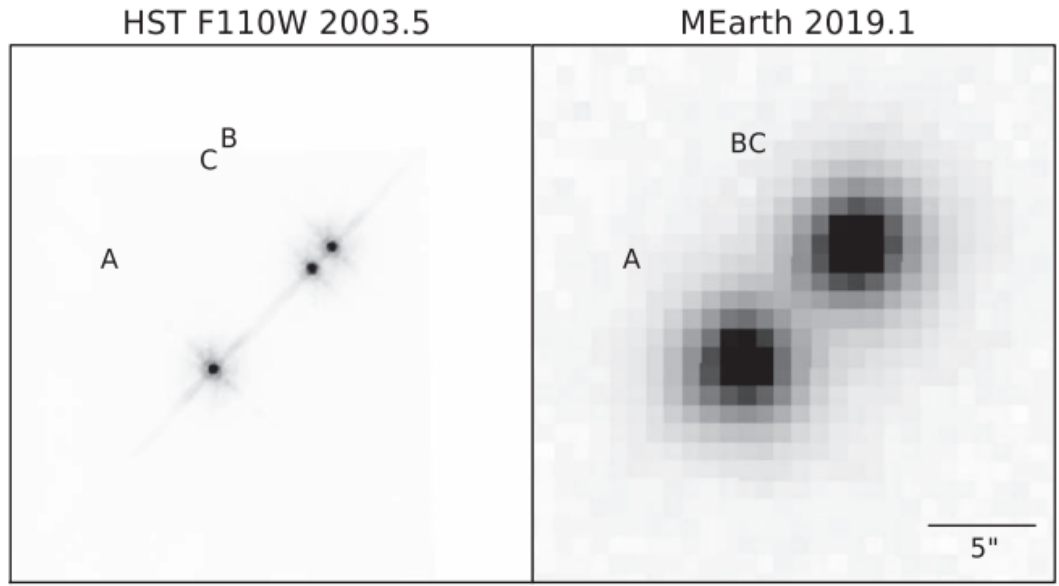
• LTT 1445

LTT 1445 sistemi 6.86 pc uzaklıkta (Winters vd. 2022), Irmak (Eridanus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde LTT 1445 A, LTT 1445 B ve LTT 1445 C yıldızları bulunmaktadır. Sistemde ilk olarak Winters vd. (2019) tarafından LTT 1445 A b ötegezegeni geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir. Yine Winters vd. (2022) tarafından LTT 1445 A c ötegezegenini aynı yöntemle keşfederek sistemdeki ikinci gezegen varlığı tespit edilmiştir.



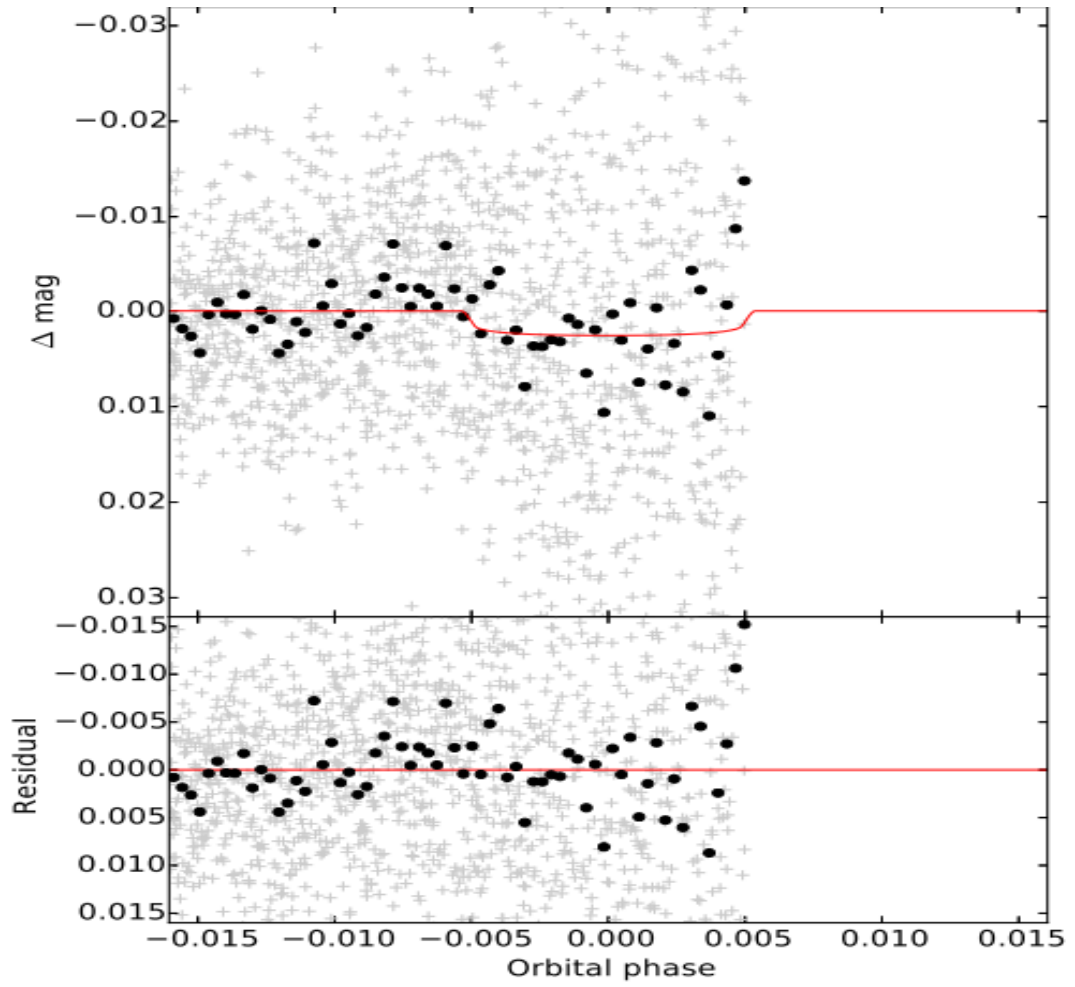
Şekil 4.83. LTT 1445 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.83’de LTT 1445 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde LTT 1445 B ve LTT 1445 C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 8.1 ± 0.5 AU (Winters vd. 2022) olan, WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak belirlenmiştir. Bu çift ile LTT 1445 A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 34 AU (Winters vd. 2019) olan, WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak verilmiştir.



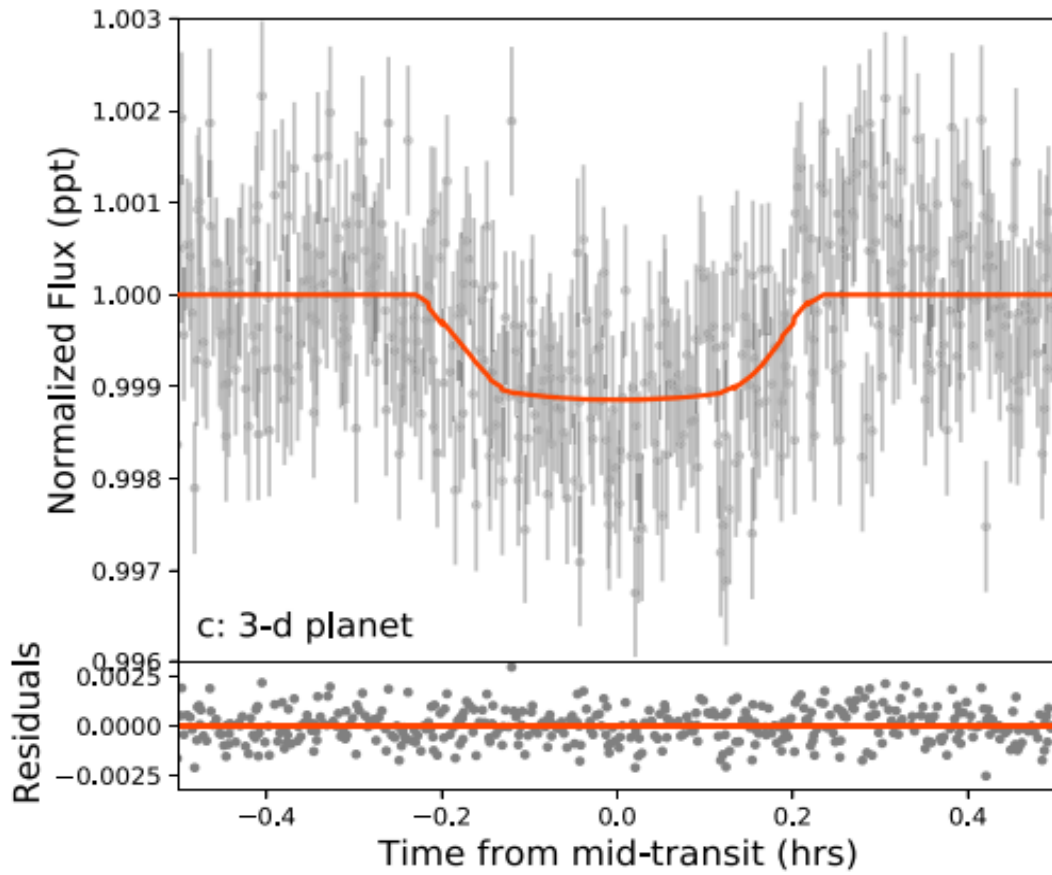
şekil 4.84. LTT 1445 sistemi bileşenleri (Winters vd. 2019)

şekil 4.84’de LTT 1445 sistemindeki bileşenler gşsterilmiştir. Solda 2003 yılında sağda ise 2019 yılında farklı teleskoplar ile elde edilen gşruntşler gşsterilmiştir.



Şekil 4.85. LTT 1445 A yıldızı ışık eğrileri (Winters vd. 2019)

Şekil 4.85’de LTT 1445 A yıldızına ait ışık eğrisi verilmiştir. LTT 1445 A b ötegezegeninin geçişinden kaynaklı parlaklıkta meydana gelen azalma görülmektedir. Bu azalmadan sistemdeki ilk ötegezegen keşfedilmiştir.

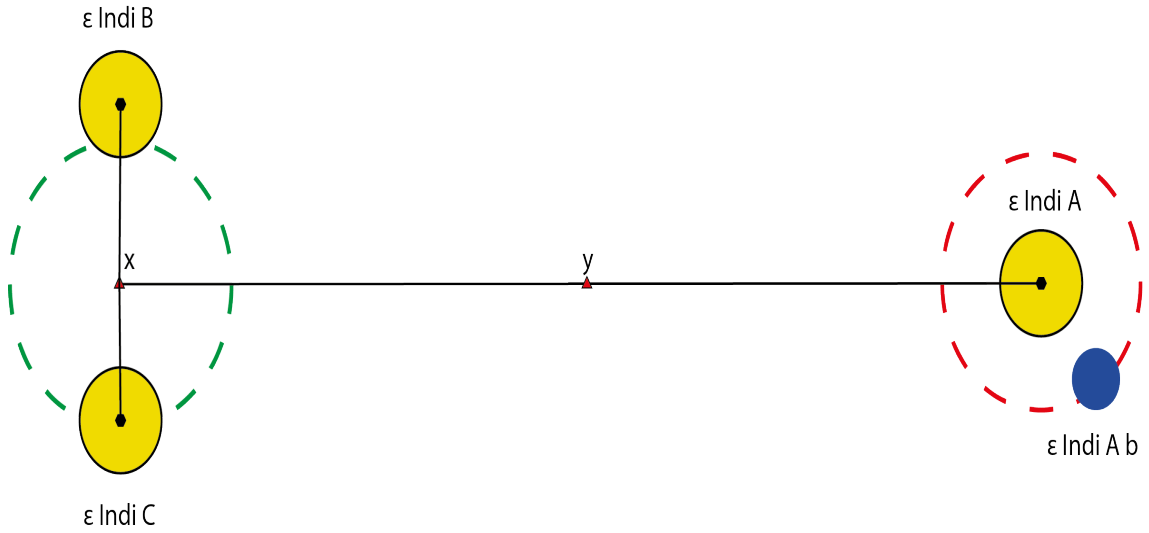


Şekil 4.86. LTT 1445 A yıldızı ışık eğrileri (Winters vd. 2022)

Şekil 4.86’da LTT 1445 A yıldızının ışık eğrisi gösterilmiştir. Sistemdeki ikinci ötegezegen olan LTT 1445 A c gezegeninin yaptığı geçişten kaynaklı parlaklıktaki azalma görülmektedir. Bu azalmadan sistemdeki ikinci ötegezegen de yine geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir.

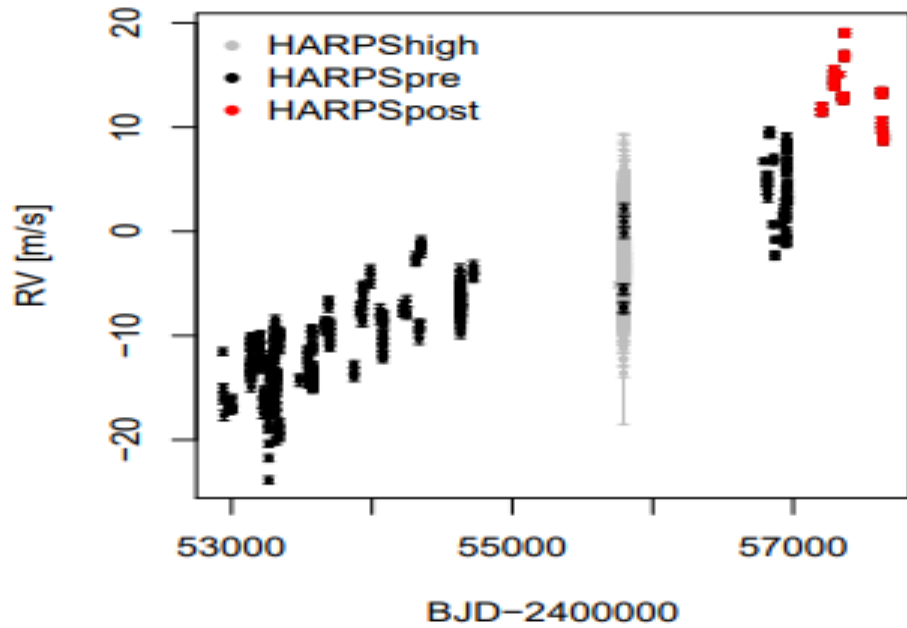
• ϵ Ind

ϵ Ind sistemi 3.626 ± 0.001 pc uzaklıkta (Scholz vd. 2003), Hintli (Indus) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde ϵ Ind A, ϵ Ind B ve ϵ Ind C yıldızları bulunmaktadır. Sistemdeki ϵ Ind A yıldızının yörüngesinde dolanan ϵ Ind A b ötegezegeni Feng vd. (2019) tarafından radyal hız yöntemiyle keşfedilmiştir.



Şekil 4.87. ϵ Ind sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.87’de ϵ Ind sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemdeki ϵ Ind B ve ϵ Ind C yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 2.65 AU olan (Cardoso vd. 2009) bir görsel çift olarak WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından verilmiştir. Bu çift ile ϵ Ind A yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık 1459 AU (Cardoso vd. 2009) olan bir cpm çifti olarak Scholz vd. (2003) tarafından belirlenmiştir. Aynı zamanda yine bu çift WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından görsel çift olarak verilmiştir.



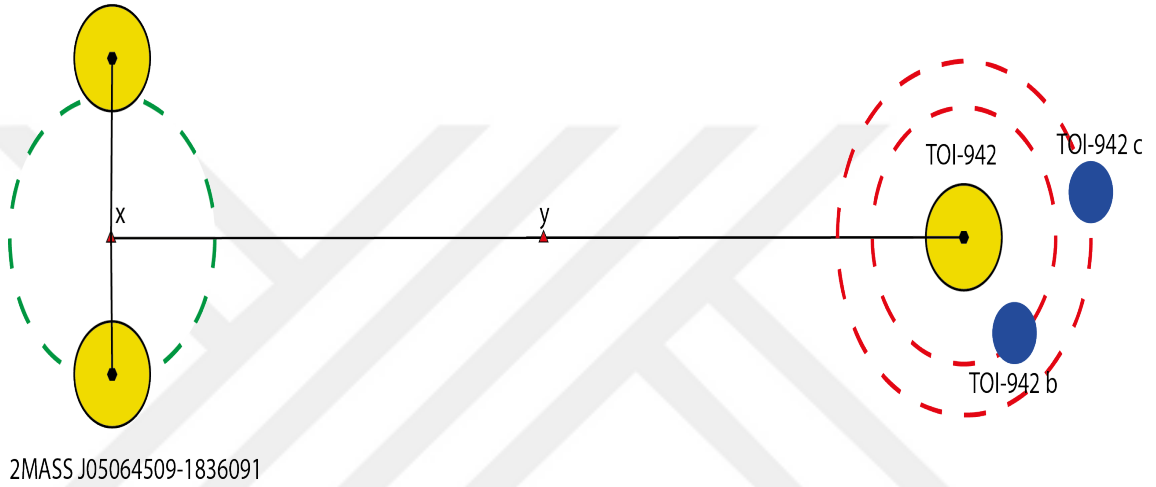
Şekil 4.88. ϵ Ind A yıldızı radyal hız eğrisi (Feng vd. 2019)

Şekil 4.88’de ϵ Ind A yıldızının radyal hız ölçümleri verilmiştir. Radyal hızdaki bu değişimlerden sistemdeki ötegezegen keşfedilmiştir.

• TOI-942

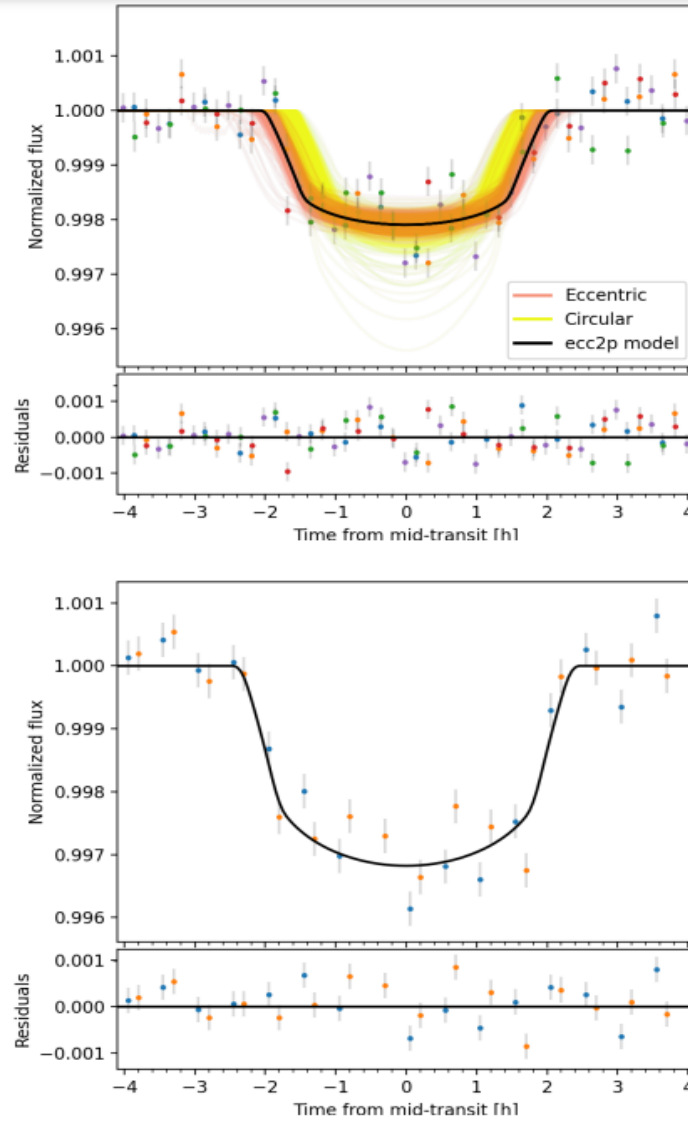
TOI (TESS Objects of Interest)-942 sistemi 152.76 ± 0.71 pc uzaklıkta (Zhou vd. 2021) olan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde TOI-942, 2MASS J05064475-1835567 ve 2MASS J05064509-1836091 yıldızları bulunmaktadır. Sistemde TOI-942 yıldızının yörüngesinde dolanan TOI-942 b ve TOI-942 c ötegezegenleri geçiş yöntemiyle Carleo vd. (2021) tarafından keşfedilmiştir.

2MASS J05064475-1835567



Şekil 4.89. TOI-942 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.89’da TOI-942 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde 2MASS J05064475-1835567 ve 2MASS J05064509-1836091 yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan bir çift yıldızdır. Bu çift ile TOI-942 yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki mesafe yaklaşık 2100 AU (Carleo vd. 2021) olan bir cpm çifti olarak Carleo vd. (2021) tarafından belirlenmiştir.

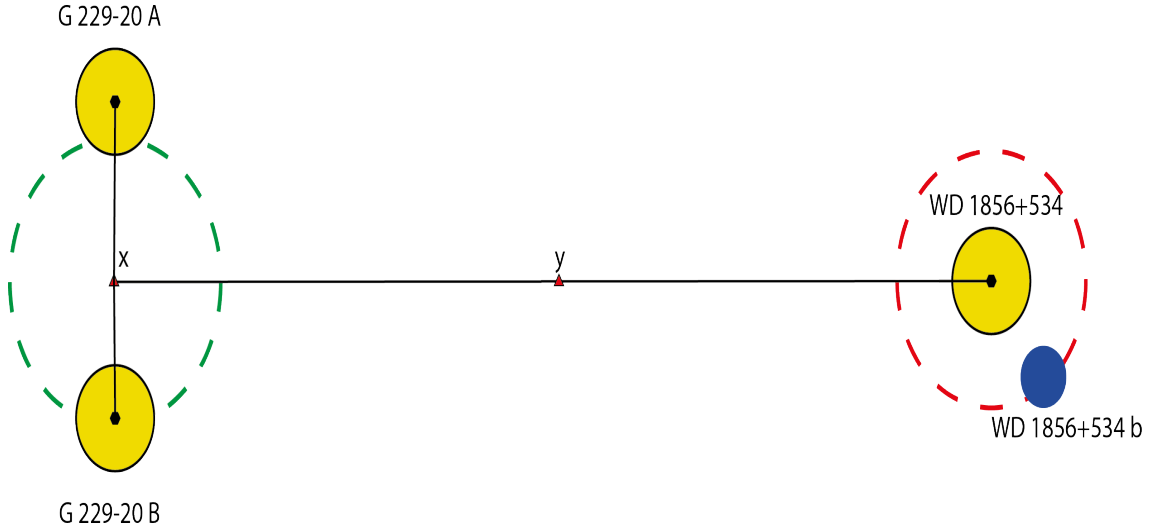


Şekil 4.90. TOI-942 yıldızının ışık eğrileri (Carleo vd. 2021)

Şekil 4.90’da TOI-942 yıldızına ait ışık eğrileri verilmiştir. Üstte TOI-942 b ötegezegeninin altta ise TOI-942 c ötegezegeninin yaptığı geçişler ve uygulanan fitler gösterilmiştir. Yıldızdan gözlemciye gelen parlaklıktaki bu azalmalardan sistemdeki 2 ötegezegen keşfedilmiştir.

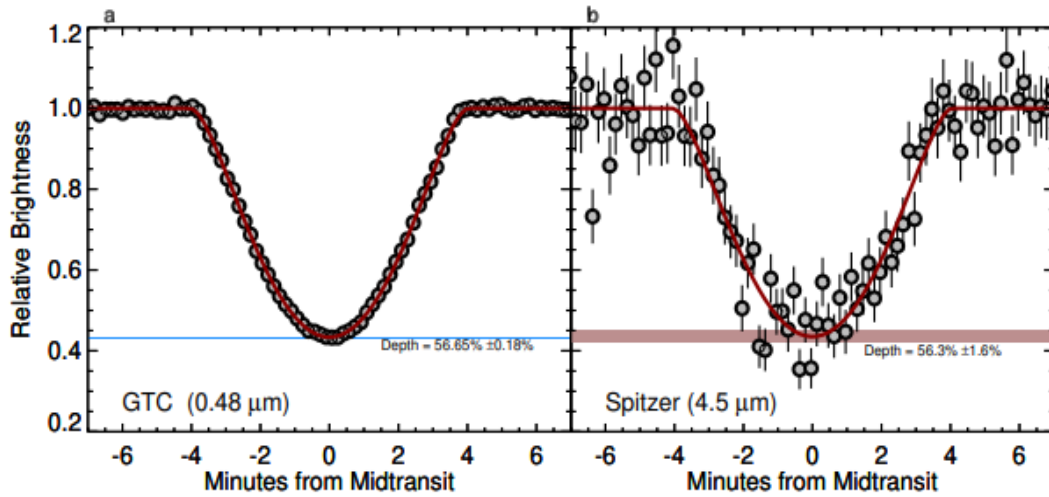
• WD 1856+534

WD (White Dwarf) 1856+534 sistemi 24.754 ± 0.044 pc uzaklıkta (Vanderburg vd. 2020) Ejderha (Draco) takımyıldızında bulunan üç yıldızlı bir sistemdir. Sistemde WD 1856+534, G 229-20 A ve G 229 20-B yıldızları bulunmaktadır. WD 1856+534 yıldızının yörüngesinde dolanan WD 1856+534 b ötegezegeni geçiş yöntemiyle Vanderburg vd. (2020) tarafından keşfedilmiştir.



Şekil 4.91. WD 1856+534 sisteminin şematik gösterimi

Şekil 4.91’de WD 1856+534 sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Sistemde G 229-20 A ve G 229-20 B yıldızları x ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık yaklaşık 56 AU olan bir görsel çift olarak Vanderburg vd. (2020) tarafından belirtilmiştir. Bu çift ile WD 1856+534 yıldızı da y ile gösterilen ortak kütle merkezi etrafında dolanan, aralarındaki uzaklık yaklaşık 1000 AU olan yine bir görsel çift olarak Vanderburg vd. (2020) tarafından belirtilmiştir. Yani sistem görsel üçlü yıldız olarak Vanderburg vd. (2020) tarafından tanımlanmıştır. Her iki çift de WDS kataloğunda Mason vd. (2001) tarafından yine görsel çift olarak belirtilmiştir.



Şekil 4.92. WD 1856+534 yıldızının ışık eğrileri

Şekil 4.92’de WD 1856+534 yıldızının ışık eğrileri verilmiştir. Solda optik teleskop ile elde edilen veriler ve fit gösterilmiştir. Sağ kısımda ise kızılötesi bölgede Spitzer uzay teleskobundan elde edilen veriler ve yapılan temsili fit gösterilmiştir. Buradaki

parlaklıkta meydana gelen azalmadan sistemdeki ötegezegen olan WD 1856+534 b ötegezegeni keşfedilmiştir.

Çizelge 4.3’de üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların fiziksel ve tayfsal parametreleri verilmiştir.

Çizelge 4.3. Üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların fiziksel ve tayfsal parametreleri

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$	Yaş(Gyr)	Bolluk(dex)
ψ^1 Dra	6212 ± 75^1	G0V ¹	1.19 ± 0.07^1	1.24 ± 0.063^2	3.3 ± 1.0^1	0.01 ± 0.06^1
16 Cyg	5760 ± 20^3	G2.5V ³	1.0 ± 0.05^3	1.16 ± 0.027^4	7.4 ± 0.1^5	0.074 ± 0.06^4
51 Eri	7276 ± 10^6	F0IV ⁷	1.75 ± 0.05^7	1.487 ± 0.05^2	0.02 ± 0.01^7	0.13 ± 0.025^6
91 Aqr	4665 ± 18^8	K0III ⁸	1.4 ± 0.1^8	11 ± 0.1^8	3.56 ± 0.63^8	-0.03 ± 0.01^8
ϵ Ind	4649 ± 84^9	K5V ⁹	0.754 ± 0.043^{10}	0.71 ± 0.005^9	4.7 ± 1.0^{10}	-0.13 ± 0.06^9
GJ 667	3350 ± 50^{11}	M1.5V ¹¹	0.33 ± 0.02^{11}	...	$>2.0^{11}$	-0.55 ± 0.1^{11}
HAT-P-8	6410 ± 140^{12}	F5V ¹³	1.27 ± 0.03^{12}	1.49 ± 0.15^{12}	4.15 ± 0.03^{14}	-0.02 ± 0.06^{12}
HAT-P-16	6158 ± 80^{15}	F8V ¹⁵	1.22 ± 0.04^{15}	1.24 ± 0.054^{15}	2.0 ± 0.8^{15}	0.17 ± 0.08^{15}
HAT-P-35	6096 ± 88^{16}	...	1.236 ± 0.05^{16}	1.435 ± 0.084^{16}	3.5 ± 0.65^{14}	0.12 ± 0.03^{17}
HAT-P-57	7500 ± 250^{18}	A8V ¹⁸	1.47 ± 0.12^{18}	1.5 ± 0.05^{18}	1.0 ± 0.59^{18}	-0.25 ± 0.25^{18}
HD 2638	5192 ± 38^{19}	K1V ²⁰	0.77 ± 0.09^{21}	0.94 ± 0.03^{21}	3.0^{19}	0.16 ± 0.05^{19}
HD 4113	5688 ± 26^{22}	G5V ²²	1.05 ± 0.03^{22}	1.085 ± 0.046^2	5.0 ± 1.5^{22}	0.2 ± 0.04^{22}
HD 19994	6188 ± 44^{23}	F8V ²³	1.365 ± 0.042^{23}	1.796 ± 0.093^2	3.5 ± 0.5^{24}	0.27 ± 0.03^{23}
HD 26965	5072 ± 53^{25}	K0V ²⁵	0.78 ± 0.08^{25}	0.87 ± 0.17^{25}	6.9 ± 4.7^{25}	-0.42 ± 0.04^{25}
HD 40979	6089 ± 44^{23}	F8V ²³	1.154 ± 0.028^{23}	1.21 ± 0.02^{21}	3.56 ± 0.74^{26}	0.15 ± 0.03^{23}
HD 43691	6200 ± 40^{27}	G0IV ²⁷	1.38 ± 0.05^{27}	1.6 ± 0.11^{28}	2.39 ± 0.37^{28}	0.28 ± 0.05^{27}
HD 65216	5645 ± 20^{21}	G5V ²⁷	0.88 ± 0.04^{21}	0.88 ± 0.01^{21}	4.0 ± 4.5^{24}	-0.16 ± 0.02^{24}
HD 87646	5770 ± 80^{30}	G ³⁰	1.12 ± 0.09^{30}	1.55 ± 0.22^{30}	...	-0.17 ± 0.08^{24}
HD 126614	5585 ± 44^{31}	K0 ³¹	1.145 ± 0.03^{21}	1.09 ± 0.06^{31}	7.2 ± 2.0^{31}	0.56 ± 0.04^{31}
HD 132563	6168 ± 100^{32}	F8 ³³	1.08 ± 0.01^{32}	1.296 ± 0.18^2	...	-0.18 ± 0.1^{32}
HD 142245	4878 ± 44^{34}	K0 ³³	1.69 ± 0.12^{34}	5.2 ± 0.1^{34}	2.3 ± 0.3^{34}	0.23 ± 0.03^{34}
HD 178911	5668 ± 44^{23}	G5 ²³	1.014 ± 0.057^{23}	1.08 ± 0.05^{21}	...	0.34 ± 0.03^{23}
HD 185269	5980 ± 50^{35}	G0IV ³⁵	1.28 ± 0.1^{35}	1.88 ± 0.1^{35}	...	0.11 ± 0.05^{35}
HD 196050	5879 ± 28^{21}	G3V ³⁶	1.31 ± 0.17^{21}	1.42 ± 0.03^{21}	3.5 ± 1.0^{24}	0.29 ± 0.03^{24}
HD 207832	5710 ± 81^{37}	G5V ³⁷	0.94 ± 0.1^{37}	0.9 ± 0.056^{37}	1.36 ± 1.26^{28}	0.14 ± 0.02^{38}
HW Vir A	28488 ± 208^{39}	BVI ³⁹	0.485 ± 0.013^{39}	0.183 ± 0.026^{39}	...	...
HW Vir B	3084 ± 889^{39}	M6/7V ³⁹	0.142 ± 0.004^{39}	0.175 ± 0.026^{39}	...	...
K2-27	5248 ± 60^{40}	...	0.87 ± 0.026^{40}	0.885 ± 0.043^{40}	10.3 ± 4.25^{40}	0.13 ± 0.04^{40}
K2-290	6302 ± 120^{41}	F8IV ⁴¹	1.194 ± 0.07^{41}	1.51 ± 0.07^{41}	4.0 ± 1.2^{41}	-0.06 ± 0.1^{41}
KELT-4	6206 ± 75^{42}	F ⁴²	1.2 ± 0.06^{42}	1.6 ± 0.04^{42}	4.44 ± 0.83^{42}	-0.12 ± 0.07^{42}
Kepler-444	5046 ± 74^{43}	K0V ⁴³	0.76 ± 0.04^{43}	0.75 ± 0.014^{43}	11.23 ± 0.95^{43}	-0.55 ± 0.07^{43}
Kepler-908	5973 ± 92^{44}	F9.5V ⁴⁵	1.11 ± 0.04^{44}	1.12 ± 0.07^{44}	3.02 ± 1.45^{44}	0.15 ± 0.06^{44}
KOI-13	7650 ± 250^{46}	A ⁴⁶	1.72 ± 0.1^{46}	1.71 ± 0.04^{46}	0.5 ± 0.1^{46}	0.2 ± 0.2^{46}
LTT 1445	3340 ± 150^{47}	MV ⁴⁷	0.257 ± 0.014^{47}	0.265 ± 0.105^{47}	...	-0.34 ± 0.09^{47}
Proxima Cen	3050 ± 100^{48}	M5.5V ⁴⁸	0.12 ± 0.015^{48}	0.141 ± 0.021^{48}	...	...
TOI-942	4969 ± 100^{49}	K2.5V ⁴⁹	0.88 ± 0.04^{49}	0.893 ± 0.062^{49}	0.05 ± 0.025^{49}	-0.22 ± 0.1^{50}
WASP-3	6400 ± 100^{51}	F7/8V ⁵²	1.23 ± 0.03^{51}	1.36 ± 0.02^{51}	2.1 ± 1.2^{14}	0.0 ± 0.2^{51}
WASP-11	4900 ± 65^{53}	K3V ⁵³	0.81 ± 0.025^{53}	0.77 ± 0.01^{53}	7.6 ± 4.75^{53}	0.12 ± 0.09^{53}
WASP-12	6300 ± 100^{54}	G0V ⁵⁵	1.35 ± 0.14^{54}	1.57 ± 0.07^{54}	2 ± 1.35^{14}	0.21 ± 0.04^{17}

Üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların fiziksel ve tayfsal parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$	Yaş(Gyr)	Bolluk(dex)
WASP-14	6475 ± 100^{56}	F5V ⁵⁶	1.21 ± 0.124^{56}	1.31 ± 0.07^{56}	0.75 ± 0.25^{14}	0.0 ± 0.2^{57}
WASP-24	6075 ± 100^{58}	F8-9 ⁵⁸	1.18 ± 0.03^{58}	1.33 ± 0.032^{58}	3.8 ± 1.25^{14}	0.09 ± 0.04^{17}
WD 1856+534	4710 ± 60^{59}	...	0.52 ± 0.05^{59}	0.013 ± 0.0^{59}	7.93 ± 2.07^{59}	...

- Tüm metal bolluk değerleri [Fe/H] olarak alınmıştır.
- HW Vir sisteminde iki yıldız da barınak yıldız olduğu için parametreleri ayrı ayrı verilmiştir.

Referanslar;

- ¹ Endl vd. 2016, ² Stassun vd. 2019, ³ Cochran vd. 1997, ⁴ Rosenthal vd. 2021,
⁵ Buldgen vd. 2016, ⁶ Swastik vd. 2021, ⁷ Macintosh vd. 2015, ⁸ Mitchell vd. 2013,
⁹ Rains vd. 2020, ¹⁰ Feng vd. 2019, ¹¹ Anglada-Escudé vd. 2013, ¹² Wang vd. 2021,
¹³ Bergfors vd. 2013, ¹⁴ Bonomo vd. 2017, ¹⁵ Buchhave vd. 2010, ¹⁶ Bakos vd. 2012,
¹⁷ Mortier vd. 2013, ¹⁸ Hartman vd. 2015, ¹⁹ Moutou vd. 2005, ²⁰ Paredes vd. 2021,
²¹ Stassun vd. 2017, ²² Cheetham vd. 2018, ²³ Wittenmyer vd. 2009, ²⁴ Ghezzi vd. 2010,
²⁵ Ma vd. 2018, ²⁶ Takeda vd. 2007, ²⁷ da Silva vd. 2007, ²⁸ Ment vd. 2018,
²⁹ Mayor vd. 2004, ³⁰ Ma vd. 2016, ³¹ Howard vd. 2010, ³² Desidera vd. 2011,
³³ Cannon ve Pickering 1918, ³⁴ Johnson vd. 2011, ³⁵ Johnson vd. 2006, ³⁶ Chavero vd. 2019,
³⁷ Haghighipour vd. 2012, ³⁸ Santos vd. 2013, ³⁹ Lee vd. 2009, ⁴⁰ Petigura vd. 2017,
⁴¹ Hjorth vd. 2019, ⁴² Eastman vd. 2016, ⁴³ Campante vd. 2015, ⁴⁴ Morton vd. 2016,
⁴⁵ Frasca vd. 2016, ⁴⁶ Shporer vd. 2014, ⁴⁷ Winters vd. 2022, ⁴⁸ Anglada-Escudé vd. 2016,
⁴⁹ Carleo vd. 2021, ⁵⁰ Zhou vd. 2021, ⁵¹ Rostron vd. 2014, ⁵² Pollacco vd. 2008,
⁵³ Mancini vd. 2015, ⁵⁴ Hebb vd. 2009, ⁵⁵ Bergfors vd. 2013, ⁵⁶ Joshi vd. 2009,
⁵⁷ Southworth 2012, ⁵⁸ Street vd. 2010, ⁵⁹ Vanderburg vd. 2020

4.3. İki Yıldızlı Sistemler

1 Kasım 2022 tarihine kadar NASA²⁹ üzerinden verisi alınan 307 tane ötegezegen barındıran iki yıldızlı sistem tespit edilmiştir. Bu iki yıldızlı sistemlerin bir veya birden çok ötegezegeni olanları vardır. Örneğin bünyesinde 6 gezegen barındıran Kepler-20 sistemi vardır. Bünyesinde ötegezegen barındıran iki yıldızlı sistemlerde bulunan barınak yıldızların etkin sıcaklık, tayf türü, kütle ve yarıçap değerleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.



²⁹<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/index.html>

Çizelge 4.4. İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
11 Com	4705 ± 24^1	K0III ¹	2.7 ± 0.3^2	15.781 ± 0.3444^1
18 Del	5054 ± 81^3	G6III ³	2.0 ± 0.01^3	8.0 ± 0.3^3
2MASS J ^a	...	M5.5V-M6V ⁴	0.19 ± 0.02^4	...
2MASS J ^b A	29564^5	BV ⁵	0.48^5	0.205^5
2MASS J ^b Ab	2856^5	MV ⁵	0.12^5	0.164^5
42 Dra	4200 ± 70^6	K1.5III ⁶	0.98 ± 0.05^6	22.03 ± 1.0^6
55 Cnc	5172 ± 18^7	G8V ⁷	0.905 ± 0.015^7	0.943 ± 0.010^7
75 Cet	4846 ± 18^8	G3III ⁸	2.49 ± 0.14^8	10.5 ± 1.0^8
Corot-2	5625 ± 120^9	G7V ¹⁰	0.96 ± 0.08^9	0.906 ± 0.025^9
Corot-9	5625 ± 80^{11}	G3V ¹¹	0.99 ± 0.04^{11}	0.94 ± 0.04^{11}
DE CVn	3579 ± 157^{12}	WD ¹³	0.425 ± 0.0126^{12}	0.419 ± 0.0203^{12}
DE CVn Ab	...	...	...	...
DMPP-3	5138 ± 99^{14}	K0V ¹⁴	0.87 ± 0.05^{14}	0.91 ± 0.02^{14}
DP Leo	13500^{15}	WD ¹⁵	0.6^{15}	...
DP Leo Ab	...	...	...	...
DS Tuc	5542 ± 21^{16}	G6V ¹⁶	0.959 ± 0.031^{16}	0.872 ± 0.027^{16}
EPIC 246851721	6202 ± 51^{17}	F5V ¹⁷	1.317 ± 0.0405^{17}	1.586 ± 0.0335^{17}
GJ 15	3567 ± 11^{18}	M2V ¹⁸	0.375 ± 0.057^{18}	0.3863 ± 0.0021^{18}
GJ 229	3912 ± 140^{19}	M1/2V ²⁰	0.509 ± 0.020^{21}	0.549 ± 0.0429^{12}
GJ 3021	5540 ± 75^{22}	G6V ²²	0.97 ± 0.12^{12}	0.879 ± 0.054^{12}
GJ 338	4005 ± 51^{23}	M0.0V ²³	0.64 ± 0.07^{23}	0.58 ± 0.03^{23}
GJ 3473	3347 ± 54^{24}	M4V ²⁴	0.360 ± 0.016^{24}	0.364 ± 0.012^{24}
GJ 414	4120 ± 109^{25}	K7V ²⁵	0.650 ± 0.08^{25}	0.680 ± 0.14^{25}
GJ 676	3851 ± 157^{12}	M0V ²⁶	0.626 ± 0.0204^{12}	0.649 ± 0.0195^{12}
GJ 720	3837 ± 69^{27}	M0.5V ²⁷	0.57 ± 0.06^{27}	0.56 ± 0.06^{27}
GJ 86	5188.5 ± 139.79^{12}	K1V ²⁸	0.88 ± 0.11^{12}	0.79 ± 0.05^{12}
GJ 896	3345 ± 157^{12}	M3.5V ²⁹	0.43599 ± 0.00092^{29}	0.395 ± 0.0117^{12}
GL 49	3805 ± 51^{30}	M1.5V ³⁰	0.515 ± 0.019^{30}	0.511 ± 0.018^{30}
HAT-P-1	5980 ± 49^{31}	G0 V ³²	1.12 ± 0.09^{32}	1.15 ± 0.09^{32}
HAT-P-14	6583 ± 100^{33}	F5V ³³	1.30 ± 0.03^{33}	1.48 ± 0.05^{33}
HAT-P-22	5314 ± 50^{34}	G5V ³⁴	2.192 ± 0.0545^{34}	1.060 ± 0.043^{34}
HAT-P-24	6373 ± 80^{35}	F8V ³⁵	1.191 ± 0.042^{35}	1.317 ± 0.068^{35}
HAT-P-27	5300 ± 90^{36}	G8V ³⁶	0.945 ± 0.035^{36}	0.898 ± 0.0465^{36}
HAT-P-29	6087 ± 88^{37}	F8V ³⁷	1.207 ± 0.046^{37}	1.224 ± 0.104^{37}
HAT-P-3	5190 ± 80^{36}	KV ³⁶	0.925 ± 0.0325^{36}	0.850 ± 0.0155^{36}
HAT-P-30	6304 ± 88^{38}	FV ³⁸	1.242 ± 0.041^{38}	1.215 ± 0.051^{38}
HAT-P-32	6001 ± 88^{39}	FV/GV ³⁹	1.132 ± 0.0505^{39}	1.367 ± 0.0305^{39}
HAT-P-33	6446 ± 88^{40}	FV ⁴⁰	1.375 ± 0.040^{40}	1.637 ± 0.034^{40}
HAT-P-39	6430 ± 100^{41}	F ⁴¹	1.404 ± 0.051^{41}	1.625 ± 0.0715^{41}
HAT-P-4	5860 ± 80^{42}	F ⁴²	1.26 ± 0.1^{42}	1.59 ± 0.07^{42}
HAT-P-41	6390 ± 100^{41}	F ⁴¹	1.418 ± 0.058^{41}	1.683 ± 0.047^{41}
HAT-P-67	6406 ± 63^{43}	FVI ⁴³	1.642 ± 0.1135^{43}	2.546 ± 0.0915^{43}
HAT-P-7	6441 ± 69^{44}	F6V ⁴⁵	1.47 ± 0.07^{44}	1.84 ± 0.17^{44}
HATS-30	5943 ± 70^{46}	G ⁴⁶	1.093 ± 0.031^{46}	1.061 ± 0.039^{46}
HATS-37	5326 ± 44^{47}	...	0.843 ± 0.0145^{47}	0.877 ± 0.0135^{47}

İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
HATS-48	4546 ± 20.5^{48}	K V ⁴⁸	0.7279 ± 0.0066^{48}	0.7152 ± 0.0038^{48}
HATS-58	7175 ± 54^{49}	...	1.461 ± 0.043^{49}	1.433 ± 0.059^{49}
HATS-65	6277 ± 30^{50}	...	1.257 ± 0.028^{50}	1.310 ± 0.027^{50}
HATS-74	3776.9 ± 9.5^{51}	K V/M V ⁵¹	0.6010 ± 0.0080^{51}	0.5758 ± 0.0055^{51}
HD 100655	4861 ± 110^{52}	G9 III ⁵²	2.4 ± 0.3^{52}	9.30 ± 1.20^{52}
HD 101930	5079 ± 62^{53}	K1 V ⁵³	0.74 ± 0.05^{53}	0.86 ± 0.02^{54}
HD 102365	5672 ± 138.6^{12}	G2 V ⁵⁵	1.01 ± 0.12^{12}	0.951 ± 0.052^{12}
HD 102956	5054 ± 44^{56}	? IV ⁵⁶	1.68 ± 0.11^{56}	4.4 ± 0.1^{56}
HD 103774	6489 ± 77^{57}	F5 V ⁵⁷	1.335 ± 0.03^{57}	1.465 ± 0.054^{12}
HD 106515	5362 ± 29^{58}	G5 V ⁵⁹	0.97 ± 0.01^{58}	1.62 ± 0.05^{58}
HD 107148	5752.916 ± 86.22^{60}	G5 V ⁶¹	1.105 ± 0.043^{60}	1.169 ± 0.0267^{60}
HD 108341	5122 ± 79^{62}	K2 V ⁶²	0.843 ± 0.024^{62}	0.79 ± 0.03^{62}
HD 109749	5903 ± 50^{63}	G3 IV ⁶³	1.2 ± 0.1^{63}	1.24 ± 0.10^{63}
HD 110082	6200 ± 100^{64}	F8 V ⁶⁴	1.21 ± 0.06^{64}	1.19 ± 0.06^{64}
HD 113996	4181 ± 40^{65}	K5 III ⁶⁵	1.49 ± 0.18^{65}	25.11 ± 1.20^{65}
HD 114729	5844 ± 12^{66}	G0 V ⁵⁵	0.936 ± 0.013^{66}	1.473 ± 0.037^{66}
HD 116029	4951 ± 44^{67}	K1 IV ⁶⁸	1.58 ± 0.11^{67}	4.6 ± 0.1^{67}
HD 11964	5321 ± 16^{69}	G9 V ⁵⁵	1.10 ± 0.03^{69}	1.95 ± 0.07^{69}
HD 125612	5897 ± 40^{70}	G3 V ⁷⁰	1.1 ± 0.035^{70}	1.05 ± 0.035^{70}
HD 133131 A	5799 ± 19^{71}	G2 V ⁷¹	1.06 ± 0.1295^{12}	0.955 ± 0.0447^{12}
HD 133131 B	5805 ± 15^{71}	G2 V ⁷¹	1.06 ± 0.133^{12}	0.955 ± 0.0718^{12}
HD 142	6245 ± 48^{72}	F7 V ⁵⁵	1.232 ± 0.19^{72}	1.47 ± 0.04^{72}
HD 142022	5499 ± 27^{73}	K0 V ⁷³	0.96 ± 0.119^{12}	1.036 ± 0.045^{12}
HD 147379	4090 ± 50^{74}	M0.0 V ⁷⁴	0.58 ± 0.08^{74}	0.57 ± 0.06^{74}
HD 147513	5873.47 ± 106.45^{12}	G5 V ⁷⁵	1.06 ± 0.12^{12}	0.966 ± 0.039^{12}
HD 147873	5972 ± 100^{76}	G1 V ⁷⁶	1.38 ± 0.05^{76}	2.29 ± 0.10^{76}
HD 155233	4845 ± 100^{77}	K1 III ⁷⁷	1.50 ± 0.20^{77}	5.03 ± 0.22^{77}
HD 156846	5969 ± 44^{78}	G0 V ⁷⁹	1.38 ± 0.05^{78}	1.95 ± 0.10^{78}
HD 16141	5771.022 ± 97.35^{60}	G5 IV ⁸¹	1.1 ± 0.067^{60}	1.548 ± 0.037^{60}
HD 16417	5831.08 ± 134.688^{12}	G1 V ⁸²	1.05 ± 0.134^{12}	1.64 ± 0.0277^{19}
HD 164509	5922 ± 44^{83}	G5 V ⁸³	1.13 ± 0.02^{83}	1.06 ± 0.03^{83}
HD 164595	5790 ± 40^{84}	G2 V ⁸⁴	0.990 ± 0.030^{84}	1.0268 ± 0.043^{12}
HD 170469	5810 ± 44^{85}	G5 IV ⁸⁵	1.14 ± 0.03^{85}	1.22 ± 0.04^{85}
HD 177830	4752 ± 79^{87}	K0 IV ⁸⁷	1.17 ± 0.10^{87}	3.453 ± 0.076^{19}
HD 180617	3557 ± 51^{88}	M2.5 V ⁸⁸	0.45 ± 0.04^{88}	0.453 ± 0.019^{88}
HD 180902	5030 ± 44^{89}	K0 III/IV ⁹⁰	1.52 ± 0.11^{89}	4.1 ± 0.1^{89}
HD 188015	5649.5 ± 97^{60}	G5 IV ⁹¹	1.043 ± 0.048^{60}	1.125 ± 0.0261^{60}
HD 189733	5050 ± 20^{92}	K2 V ⁹³	0.812 ± 0.0395^{92}	0.765 ± 0.0185^{92}
HD 190360	5537.678 ± 83.369^{60}	G6IV ⁹⁴	0.986 ± 0.039^{60}	4.298 ± 0.0278^{60}
HD 195019	5746.62 ± 99.766^{60}	G3IV-V ⁹⁵	1.049 ± 0.0385^{60}	1.556 ± 0.037^{60}
HD 196067	6017 ± 46^{58}	G5 III ⁵⁹	1.26 ± 0.07^{59}	1.73 ± 0.21^{58}
HD 196885	6254 ± 44^{96}	F8 V ⁹⁷	1.28 ± 0.05^{96}	1.31 ± 0.05^{96}
HD 197037	6150 ± 100^{98}	F7 V ⁹⁸	1.16 ± 0.155^{12}	1.163 ± 0.047^{12}
HD 202206 A	5760 ± 12^{54}	G6V ⁹⁹	1.07 ± 0.08^{99}	1.04 ± 0.01^{99}
HD 202206 B	...	M8 ⁹⁹	0.089 ± 0.0065^{99}	...

İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
HD 202772	6272 ± 74^{100}	...	1.72 ± 0.065^{100}	2.591 ± 0.0855^{100}
HD 204941	5026 ± 29^{54}	K2 V ⁵⁵	0.58 ± 0.08^{54}	0.78 ± 0.01^{54}
HD 20781	5256 ± 29^{101}	K0 V ¹⁰¹	0.9 ± 0.107^{12}	0.865 ± 0.0525^{12}
HD 20782	5798 ± 44^{102}	G1.5 V ⁵⁵	1.02 ± 0.02^{102}	1.09 ± 0.04^{102}
HD 212301	6256 ± 28^{103}	F8 V ¹⁰³	1.27 ± 0.02^{103}	1.16 ± 0.02^{54}
HD 213240	5979 ± 19^{54}	G4 IV ¹⁰⁴	1.57 ± 0.12^{54}	4.27 ± 0.03^{54}
HD 214823	6215 ± 30^{105}	G0 V ¹⁰⁵	1.22 ± 0.13^{105}	2.04 ± 0.15^{106}
HD 217786	5966 ± 65^{107}	F8 V ¹⁰⁷	1.02 ± 0.03^{107}	1.27 ± 0.06^{107}
HD 220842	5960 ± 20^{108}	F8 ¹⁰⁸	1.13 ± 0.06^{108}	4.24 ± 0.02^{108}
HD 222582	5746.66 ± 91.82^{60}	G5 V ⁶¹	0.969 ± 0.0435^{60}	1.145 ± 0.0271^{60}
HD 233832	4981 ± 31^{109}	K2 ¹¹⁰	0.71 ± 0.02^{109}	0.68 ± 0.03^{109}
HD 23596	5904 ± 44^{111}	F8 V ¹¹¹	1.159 ± 0.062^{111}	1.53 ± 0.03^{54}
HD 25171	6160 ± 65^{107}	F8 V ¹⁰⁷	1.09 ± 0.03^{107}	1.18 ± 0.04^{107}
HD 27442	4961 ± 28^{69}	K2 III ⁵⁵	1.46 ± 0.01^{69}	3.18 ± 0.08^{69}
HD 28254	5664 ± 35^{112}	G1 IV/V ¹¹²	1.0 ± 0.1199^{12}	1.48 ± 0.06^{112}
HD 30856	4982 ± 44^{67}	K0 III ⁹⁰	1.350 ± 0.094^{67}	4.2 ± 0.1^{67}
HD 33283	5995 ± 50^{113}	G3 V ¹¹³	1.24 ± 0.1^{113}	1.20 ± 0.1^{113}
HD 38529	5697 ± 44^{111}	G4 IV ¹¹¹	1.477 ± 0.052^{111}	2.858 ± 0.04^{60}
HD 41004 A	...	K1 V ¹¹⁴	...	...
HD 41004 B	5036 ± 123.35^{12}	M2 V ¹¹⁴	0.84 ± 0.095^{12}	1.041 ± 0.065^{12}
HD 46375	5264.378 ± 74.1^{60}	G9 V ¹¹⁵	0.933 ± 0.042^{60}	0.914 ± 0.019^{60}
HD 4732	4959 ± 25^{116}	K0 IV ¹¹⁶	1.74 ± 0.17^{116}	5.4 ± 0.4^{116}
HD 59686	4658 ± 24^{117}	K2 III ¹¹⁷	1.9 ± 0.2^{117}	13.2 ± 0.3^{117}
HD 7449	6024 ± 13^{118}	F8 V ¹¹⁸	1.14 ± 0.05^{54}	0.97 ± 0.02^{54}
HD 75289	6117 ± 16^{54}	F9 V ⁵⁵	1.29 ± 0.10^{54}	1.23 ± 0.02^{54}

HD 79498	5740 ± 100^{98}	G5 ⁹⁸	1.08 ± 0.15^{106}	1.05 ± 0.04^{106}
----------	---------------------	------------------	-----------------------	-----------------------

• Bazı sistemlerde iki yıldız da barınak yıldız olduğu için (P12 yörüngeli) parametreleri ayrı ayrı verilmiştir.

• 2MASS J^a = 2 MASS J01033563-5515561

• 2MASS J^b = 2MASS J19383260+4603591

Referanslar;

¹ von Braun vd. 2014, ² Liu vd. 2008, ³ Baines vd. 2009, ⁴ Delorme vd. 2013, ⁵ Esmer vd. 2022, ⁶ Döllinger vd. 2009, ⁷ Bourrier vd. 2018, ⁸ Sato vd. 2012, ⁹ Gillon vd. 2010, ¹⁰ Poppenhaeger ve Wolk 2014, ¹¹ Deeg vd. 2010, ¹² Stassun vd. 2019, ¹³ Parsons vd. 2010, ¹⁴ Barnes vd. 2020, ¹⁵ Schwöpe vd. 2002, ¹⁶ Benatti vd. 2019, ¹⁷ Yu vd. 2018, ¹⁸ Howard vd. 2014, ¹⁹ Gaia Collab.(2018), ²⁰ Tuomi vd. 2014, ²¹ Feng vd. 2022, ²² Naef vd. 2001, ²³ González-Álvarez vd. 2020, ²⁴ Kemmer vd. 2020, ²⁵ Dedrick vd. 2021, ²⁶ Forveille vd. 2011, ²⁷ González-Álvarez vd. 2021, ²⁸ Turnbull 2015, ²⁹ Curiel vd. 2022, ³⁰ Perger vd. 2019, ³¹ Nikolov vd. 2014, ³² Ment vd. 2018, ³³ Simpson vd. 2011, ³⁴ Mancini vd. 2018, ³⁵ Kipping vd. 2010, ³⁶ Béky vd. 2011, ³⁷ Buchhave vd. 2011, ³⁸ Johnson vd. 2011, ³⁹ Wang vd. 2019, ⁴⁰ Hartman vd. 2011, ⁴¹ Hartman vd. 2012, ⁴² Kovács vd. 2007, ⁴³ Zhou vd. 2017, ⁴⁴ Wong vd. 2016, ⁴⁵ Faedi vd. 2013, ⁴⁶ Espinoza vd. 2016, ⁴⁷ Jordán vd. 2020, ⁴⁸ Hartman vd. 2020, ⁴⁹ Espinoza vd. 2019, ⁵⁰ Hartman, vd. 2019, ⁵¹ Jordán vd. 2022, ⁵² Omiya vd. 2012, ⁵³ Lovis, vd. 2005, ⁵⁴ Stassun vd. 2017, ⁵⁵ Gray vd. 2006, ⁵⁶ Johnson, vd. 2010, ⁵⁷ Lo Curto vd. 2013, ⁵⁸ Marmier vd. 2013, ⁵⁹ Li vd. 2021, ⁶⁰ Rosenthal vd. 2021, ⁶¹ Houk ve Swift 1999, ⁶² Moutou vd. 2015, ⁶³ Fischer vd. 2006, ⁶⁴ Tofflemire vd. 2021, ⁶⁵ Jeong vd. 2018, ⁶⁶ Barbato vd. 2018, ⁶⁷ Johnson vd. 2011, ⁶⁸ Yoss ve Griffin 1997, ⁶⁹ Jofré vd. 2015, ⁷⁰ Fischer vd. 2007, ⁷¹ Teske vd. 2016, ⁷² Wittenmyer vd. 2012, ⁷³ Eggenberger vd. 2006, ⁷⁴ Reiniers vd. 2019, ⁷⁵ Torres vd. 2006, ⁷⁶ Jenkins vd. 2017, ⁷⁷ Wittenmyer vd. 2016, ⁷⁸ Kane vd. 2011, ⁷⁹ Tamuz vd. 2008, ⁸⁰ Wittenmyer vd. 2016, ⁸¹ Baines vd. 2009, ⁸² O'Toole vd. 2009, ⁸³ Giguere vd. 2012, ⁸⁴ Courcol vd. 2015, ⁸⁵ Fischer vd. 2007, ⁸⁶ Giguere vd. 2012, ⁸⁷ Roberts vd. 2015, ⁸⁸ Kaminski vd. 2018, ⁸⁹ Johnson vd. 2010, ⁹⁰ Houk ve Smith-Moore 1988, ⁹¹ Marcy vd. 2005, ⁹² Addison vd. 2019, ⁹³ Paredes vd. 2021, ⁹⁴ Vogt vd. 2005, ⁹⁵ Wittenmyer vd. 2007, ⁹⁶ Fischer vd. 2009, ⁹⁷ Correia vd. 2008, ⁹⁸ Robertson vd. 2012, ⁹⁹ Benedict ve Harrison 2017, ¹⁰⁰ Wang vd. 2019, ¹⁰¹ Udry vd. 2019, ¹⁰² Kane vd. 2016, ¹⁰³ Lo Curto vd. 2006, ¹⁰⁴ Santos vd. 2001, ¹⁰⁵ Díaz vd. 2016, ¹⁰⁶ Ment vd. 2018, ¹⁰⁷ Moutou vd. 2011, ¹⁰⁸ Hébrard vd. 2016, ¹⁰⁹ Barbato vd. 2019, ¹¹⁰ Bidelman 1985, ¹¹¹ Wittenmyer vd. 2009, ¹¹² Naef vd. 2010, ¹¹³ Johnson vd. 2006, ¹¹⁴ Zucker vd. 2004, ¹¹⁵ Grieves vd. 2018, ¹¹⁶ Sato vd. 2013, ¹¹⁷ Ortiz vd. 2016, ¹¹⁸ Dumusque vd. 2011,

Çizelge 4.5. İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri II

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
HD 80606	5565.89 ± 92.19^1	G8 V ²	1.047 ± 0.0475^1	1.0665 ± 0.024^1
HD 8535	6136 ± 18^3	G0 V ³	1.18 ± 0.17^4	1.19 ± 0.04^3
HD 86081	6018 ± 18^6	F8 V ⁵	1.21 ± 0.09^5	1.22 ± 0.1^5
HD 8673	6472 ± 51^7	F7 V ⁸	1.35 ± 0.10^7	1.39 ± 0.10^7
HD 89744	6291 ± 44^9	F7 V ⁹	1.558 ± 0.048^9	2.132 ± 0.095^4
HD 93963	5987 ± 64^{10}	G0 V ¹⁰	1.109 ± 0.043^{10}	1.043 ± 0.009^{10}
HD 96167	5770 ± 70^{11}	G3 V ¹²	1.31 ± 0.09^{11}	1.86 ± 0.07^{11}
HD 98736	5371 ± 119.59^4	G ¹³	0.920 ± 0.130^{13}	0.93 ± 0.04^{13}
HD 99492	4936.48 ± 63.425^1	K2 V ¹⁴	0.856 ± 0.0309^1	0.822 ± 0.0152^1
HIP 109600	5530 ± 35^{15}	G5 V ¹⁵	0.87 ± 0.06^{15}	0.983 ± 0.05^4
HIP 116454	5089 ± 50^{16}	K1 V ¹⁶	0.775 ± 0.027^{16}	0.716 ± 0.024^{16}

İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
HIP 65	4590 ± 49^{17}	K4 V ¹⁷	0.781 ± 0.027^{17}	0.7242 ± 0.0086^{17}
HIP 70849	4105 ± 130^{18}	K7 V ¹⁸	0.63 ± 0.03^{18}	0.633 ± 0.01899^4
HIP 75056	8610 ± 153.4^4	A2 V ¹⁹	2.15 ± 0.305^4	1.649 ± 0.052^4
HIP 79098 AB	9193 ± 77.33	B9 V	3.75 ± 1.25	...
HIP 79098 B	...	...	...	...
HIP 8541	4670 ± 100^{20}	K2 III/IV ²⁰	1.17 ± 0.28^{20}	7.83 ± 1.02^{20}
HIP 94235	5991 ± 50^{21}	G V ²¹	1.094 ± 0.0155^{21}	1.08 ± 0.105^{21}
HR 5183	5794 ± 100^{22}	G0 V ²³	1.07 ± 0.04^{22}	1.53 ± 0.055^{22}
HR 858	6201 ± 50^{24}	F6 V ²³	1.145 ± 0.077^{24}	1.310 ± 0.023^{24}
HU Aqr A	5952 ± 635.3^{25}	WD ²⁷	0.413 ± 0.008^{26}	...
HU Aqr B	...	M4V ²⁷	0.128 ± 0.004^{26}	...
K2-122	4009 ± 45.5^{28}	M0 V ²⁹	0.63 ± 0.02^{28}	0.59 ± 0.01^{28}
K2-136	4364 ± 70^{30}	K5 V ³⁰	0.71 ± 0.06^{30}	0.71 ± 0.10^{30}
K2-148	4079 ± 70^{31}	K7 V ³²	0.650 ± 0.061^{31}	0.632 ± 0.063^{31}
K2-151	3585 ± 70^{31}	M1.5 V ³¹	0.440 ± 0.050^{31}	0.429 ± 0.043^{31}
K2-22	3830 ± 100^{33}	M0 V ³³	0.60 ± 0.07^{33}	0.57 ± 0.06^{33}
K2-265	5477 ± 27^{34}	G8 V ³⁴	0.915 ± 0.017^{34}	0.977 ± 0.053^{34}
K2-266	4285 ± 53^{35}	K5 V ³²	0.686 ± 0.033^{35}	0.703 ± 0.023^{35}
K2-288	3341 ± 276^{36}	M3 V ³⁶	0.33 ± 0.02^{36}	0.32 ± 0.03^{36}
K2-29	5358 ± 38^{37}	G7 V ³⁷	0.94 ± 0.02^{37}	0.86 ± 0.01^{37}
K2-31	5280 ± 70^{38}	G7 V ³⁸	0.91 ± 0.06^{38}	0.78 ± 0.07^{38}
K2-32	5271 ± 37^{39}	G9 V ⁴⁰	0.83 ± 0.02^{39}	0.86 ± 0.02^{39}
KELT-15	6003 ± 54^{41}	G0 ⁴¹	1.181 ± 0.0505^{41}	1.481 ± 0.066^{41}
KELT-16	6236 ± 54^{42}	F7 V ⁴²	1.211 ± 0.0445^{42}	1.36 ± 0.0585^{42}
KELT-18	6670 ± 120^{43}	F4 V ⁴³	1.524 ± 0.0685^{43}	1.908 ± 0.0385^{43}
KELT-19	7500 ± 110^{44}	A8 V ⁴⁴	1.62 ± 0.225^{44}	1.830 ± 0.099^{44}
KELT-2	6151 ± 50^{45}	F7 V ⁴⁵	1.308 ± 0.028^{45}	1.828 ± 0.070^{45}
KELT-23	5899 ± 49^{46}	G2 V ⁴⁶	0.944 ± 0.057^{46}	0.9960 ± 0.015^{46}
KELT-3	6306 ± 49.5^{47}	F ⁴⁷	1.278 ± 0.062^{47}	1.472 ± 0.066^{47}
KELT-9	10170 ± 450^{48}	B9.5-A0 ⁴⁸	2.52 ± 0.225^{48}	2.362 ± 0.069^{48}
KIC 5095269	6305.2 ± 73.89^4	F7 V ⁴⁹	1.21 ± 0.51^{49}	1.81 ± 0.345^{25}
KIC 5095269 Ab	...	M ⁴⁹	1.81 ± 0.345^{25}	...
KIC 5951458	6258 ± 176.5^{50}	F5 V ⁵¹	0.980 ± 0.210^{50}	1.52 ± 0.82^{50}
KMT-2021-BLG-0322L A	...	...	0.62 ± 0.255^{52}	...
KOI-1257	5520 ± 80^{53}	G5 V ⁵³	0.99 ± 0.05^{53}	1.13 ± 0.14^{53}
KOI-7913	4324 ± 70^{54}	K6 V ⁵⁴	0.760 ± 0.025^{54}	0.788 ± 0.049^{54}
KOI-94	6182 ± 58^{55}	...	1.277 ± 0.050^{55}	1.52 ± 0.14^{55}
Kepler-1008	5066 ± 73.05^{56}	K2 ⁵¹	0.810 ± 0.0335^{56}	0.78 ± 0.029^{56}
Kepler-1027	5436 ± 62.66^{56}	G5 V ⁵¹	0.910 ± 0.024^{56}	0.82 ± 0.0185^{56}
Kepler-104	6032 ± 80.799^{56}	G0 V ⁵¹	1.01 ± 0.0575^{56}	1.03 ± 0.088^{56}
Kepler-1063	5945 ± 172.1^{56}	...	1.09 ± 0.09^{56}	1.14 ± 0.222^{56}
Kepler-108	5824 ± 83.9^{56}	...	1.36 ± 0.088^{56}	2.11 ± 0.118^{56}
Kepler-1086	4350 ± 40.06^{56}	...	0.7 ± 0.025^{56}	0.66 ± 0.0155^{56}
Kepler-1130	5403 ± 52.2^{56}	K0 V ⁵¹	0.9 ± 0.021^{56}	0.810 ± 0.015^{56}
Kepler-1150	4754 ± 78.5^{56}	...	0.76 ± 0.0355^{56}	0.72 ± 0.0295^{56}

İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
Kepler-130	6012 ± 50.5^{56}	G1 V ⁵¹	1.020 ± 0.045^{56}	1.18 ± 0.037^{56}
Kepler-1319	3673 ± 92^{56}	M2 V ⁵⁷	0.557 ± 0.059^{56}	0.539 ± 0.056^{56}
Kepler-132	6023 ± 74^{56}	...	1.03 ± 0.056^{56}	1.1 ± 0.126^{56}
Kepler-1341	4662 ± 44.5^{56}	...	0.79 ± 0.0275^{56}	0.720 ± 0.019^{56}
Kepler-136	6193 ± 77^{56}	F5 V ⁵¹	1.21 ± 0.051^{56}	1.29 ± 0.132^{56}
Kepler-14	6395 ± 60^{58}	F ⁵⁸	1.512 ± 0.043^{58}	2.048 ± 0.098^{58}
Kepler-1480	5156 ± 65.5^{56}	...	0.85 ± 0.038^{56}	0.81 ± 0.039^{56}
Kepler-1540	4540 ± 78.5^{56}	...	0.74 ± 0.037^{56}	0.69 ± 0.027^{56}
Kepler-16A	4450 ± 150^{59}	K7V ⁵¹	0.6897 ± 0.00345^{59}	0.6489 ± 0.0013^{59}
Kepler-16 B	...	...	0.2025 ± 0.00065^{59}	0.226 ± 0.00058^{59}
Kepler-1647 A	6210 ± 100^{60}	...	1.210 ± 0.019^{60}	1.7903 ± 0.0055^{60}
Kepler-1647 B	5770 ± 125^{60}	...	0.975 ± 0.010^{60}	0.9663 ± 0.0057^{60}
Kepler-1651	3713 ± 55^{61}	M2 V ⁶²	0.522 ± 0.032^{61}	0.503 ± 0.0285^{61}
Kepler-1661 A	5100 ± 100^{63}	K ⁶³	0.84 ± 0.02^{63}	0.76 ± 0.01^{63}
Kepler-1661 Ab	3585 ± 167^{63}	M ⁶³	0.262 ± 0.005^{63}	0.276 ± 0.006^{63}
Kepler-167	4884 ± 72^{64}	K4 V ⁶⁵	0.777 ± 0.0325^{64}	0.749 ± 0.020^{64}
Kepler-197	6180 ± 60^{56}	F5 ⁵¹	1.01 ± 0.048^{56}	1.17 ± 0.0355^{56}
Kepler-20	5495 ± 50^{66}	G5 V ⁵¹	0.948 ± 0.051^{66}	0.9639 ± 0.0177^{66}
Kepler-21	6305 ± 50^{67}	F6 IV ⁶⁷	1.408 ± 0.0255^{67}	1.902 ± 0.015^{67}
Kepler-25	6354 ± 27^{68}	F ⁶⁸	1.26 ± 0.03^{68}	1.34 ± 0.01^{68}
Kepler-296	3740 ± 130^{69}	M2 V ⁷⁰	0.498 ± 0.077^{69}	0.48 ± 0.0765^{69}
Kepler-333	4347 ± 39.5^{56}	...	0.66 ± 0.0275^{56}	0.63 ± 0.0215^{56}
Kepler-34 A	5913 ± 130^{71}	...	1.0479 ± 0.00315^{71}	1.162 ± 0.0029^{71}
Kepler-34 B	5867 ± 130^{71}	...	1.021 ± 0.0022^{71}	1.093 ± 0.00295^{71}
Kepler-35 A	5606 ± 150^{71}	...	0.8876 ± 0.0052^{71}	1.0284 ± 0.0019^{71}
Kepler-35 B	5202 ± 100^{71}	...	0.8094 ± 0.0042^{71}	0.7861 ± 0.0021^{71}
Kepler-353	3985 ± 38.5^{56}	M1 V ⁵⁷	0.58 ± 0.0275^{56}	0.56 ± 0.023^{56}
Kepler-38 A	5623 ± 50^{72}	G4 V ⁷²	0.949 ± 0.059^{72}	1.757 ± 0.034^{72}
Kepler-38 B	...	...	0.249 ± 0.010^{72}	0.2724 ± 0.0053^{72}
Kepler-390	5270 ± 69.5^{56}	G5 ⁵¹	0.86 ± 0.0355^{56}	0.8 ± 0.026^{56}
Kepler-410	6273 ± 140^{73}	F6 IV ⁷⁴	1.214 ± 0.033^{73}	1.352 ± 0.010^{73}
Kepler-411	4974 ± 48.5^{76}	K2 V ⁷⁵	0.870 ± 0.039^{75}	0.820 ± 0.018^{75}
Kepler-413 A	4834 ± 123^4	K ⁷⁷	0.820 ± 0.015^{77}	0.776 ± 0.009^{77}
Kepler-413 Ab	...	M ⁷⁷	0.542 ± 0.008^{77}	0.484 ± 0.024^{77}
Kepler-432	4995 ± 78^{78}	K ⁷⁹	1.32 ± 0.085^{78}	4.06 ± 0.1^{78}
Kepler-453 A	5527 ± 100^{80}	G5 ⁵¹	0.934 ± 0.010^{80}	0.833 ± 0.011^{80}
Kepler-453 Ab	3309 ± 100^{80}	...	0.1938 ± 0.0020^{80}	0.833 ± 0.011^{80}
Kepler-454	5701 ± 34^{81}	...	1.028 ± 0.035^{81}	1.066 ± 0.012^{81}
Kepler-47 A	5636 ± 100^{82}	...	1.043 ± 0.055^{82}	0.964 ± 0.017^{82}
Kepler-47 B	3357 ± 100^{82}	...	0.362 ± 0.013^{82}	0.3506 ± 0.0063^{82}
Kepler-477	5240 ± 45^{56}	...	0.87 ± 0.028^{56}	0.79 ± 0.02^{56}
Kepler-504	3519 ± 19^{56}	M2 V ⁵⁷	0.33 ± 0.02^{56}	0.330 ± 0.016^{56}
Kepler-514	6106 ± 70^{56}	F8 V ⁵¹	1.28 ± 0.0605^{56}	1.44 ± 0.1935^{56}
Kepler-515	5293 ± 55^{56}	...	0.9 ± 0.032^{56}	0.83 ± 0.029^{56}
Kepler-517	5690 ± 76.5^{56}	G6 V ⁵¹	0.950 ± 0.043^{56}	0.98 ± 0.095^{56}

İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
Kepler-519	5260 ± 72^{56}	...	0.89 ± 0.024^{56}	0.8 ± 0.0145^{56}
Kepler-530	5697 ± 53^{56}	G5 ⁵¹	0.97 ± 0.03^{56}	0.890 ± 0.025^{56}
Kepler-538	5547 ± 50^{83}	G5 V ⁵¹	0.892 ± 0.043^{83}	0.8717 ± 0.0062^{83}
Kepler-560	3502 ± 42.5^{61}	M3 V ⁷⁰	0.381 ± 0.032^{61}	0.378 ± 0.0265^{61}
Kepler-636	5203 ± 64^{56}	...	0.85 ± 0.036^{56}	0.800 ± 0.023^{56}
Kepler-68	5793 ± 74^{84}	G1 V ²	1.08 ± 0.05^{84}	1.24 ± 0.02^{84}
Kepler-693	4881 ± 77.5^{56}	...	0.76 ± 0.045^{56}	0.72 ± 0.0395^{56}
Kepler-743	5486 ± 77.5^{56}	K0 V ⁵¹	0.94 ± 0.0285^{56}	0.85 ± 0.0195^{56}
Kepler-755	5043 ± 86^{56}	K2 V ⁵¹	0.82 ± 0.0355^{56}	0.77 ± 0.0215^{56}
Kepler-779	3804 ± 34.5^{56}	M2 V ⁷⁰	0.460 ± 0.026^{56}	0.44 ± 0.0275^{56}
Kepler-78	5121 ± 44^{85}	K2 ⁵¹	0.779 ± 0.039^{85}	0.7475 ± 0.0077^{85}
Kepler-795	5631 ± 79^{56}	...	0.94 ± 0.0385^{56}	0.96 ± 0.083^{56}
Kepler-83	4082 ± 38^{56}	M0 V ⁷⁰	0.58 ± 0.03^{56}	0.56 ± 0.0235^{56}
Kepler-951	4834 ± 88.5^{56}	...	0.77 ± 0.0375^{56}	0.73 ± 0.0315^{56}
Kepler-970	4290 ± 70^{86}	K5 V ⁵¹	0.67 ± 0.02^{86}	0.71 ± 0.03^{86}
Kepler-99	4853 ± 72^{56}	...	0.810 ± 0.029^{56}	0.75 ± 0.0155^{56}
LHS 1678	3490 ± 50^{87}	M2 V ⁸⁷	0.345 ± 0.014^{87}	0.329 ± 0.010^{87}
LTT 3780	3360 ± 51^{88}	M3.5 V ⁸⁸	0.379 ± 0.016^{88}	0.382 ± 0.012^{88}
MASCARA-4	7800 ± 200^{89}	A7 V ⁸⁹	1.75 ± 0.05^{89}	1.92 ± 0.11^{89}
MXB 1658-298	...	...	...	...
NGTS-14	5187 ± 11^{90}	K1 V ⁹⁰	0.898 ± 0.035^{90}	0.842 ± 0.006^{90}
NGTS-3	5600 ± 150^{91}	G6 V ⁹¹	1.017 ± 0.093^{91}	0.930 ± 0.230^{91}
NN Ser A	57000 ± 3000^{92}	WD(DAO1) ⁹²	0.535 ± 0.012^{92}	0.0211 ± 0.0002^{92}
NN Ser Ab	3962 ± 32^{92}	M4 $\pm 0.5^{92}$	0.111 ± 0.004^{92}	0.0211 ± 0.0002^{92}
NSVS 14256825 A	42300 ± 500^{93}	BV _I ⁹³	0.419 ± 0.070^{93}	0.188 ± 0.010^{93}
NSVS 14256825 Ab	2400 ± 500^{93}	MV ⁹³	0.109 ± 0.023^{93}	0.162 ± 0.008^{93}
NY Vir A	32780 ± 200^4	B1VII ⁹⁴	0.459 ± 0.010^4	0.151 ± 0.001^4
NY VirA Ab	3000^{95}	M5 V ⁹⁶	...	...
OGLE-2007-BLG-349L A	...	M V ⁹⁷	0.41 ± 0.07^{97}	...
OGLE-2007-BLG-349L B	...	M V ⁹⁷	0.30 ± 0.07^{97}	...
OGLE-2008-BLG-092L	...	...	0.71^{98}	...

OGLE-2013-BLG-0341L	...	M V ⁹⁹	0.1127±0.0089 ⁹⁹	...
---------------------	-----	-------------------	-----------------------------	-----

- Bazı sistemlerde iki yıldız da barınak yıldız olduğu için (P12 yörüngeli) parametreleri ayrı ayrı verilmiştir.

Referanslar;

¹ Rosenthal vd. 2021, ² Grieves vd. 2018, ³ Naef vd. 2010, ⁴ Stassun vd. 2019, ⁵ Johnson vd. 2006, ⁶ Stassun vd. 2017, ⁷ Tsantaki vd. 2014, ⁸ Boesgaard ve Friel 1990, ⁹ Wittenmyer vd. 2009, ¹⁰ Serrano vd. 2022, ¹¹ Peek vd. 2009, ¹² Houk ve Swift 1999, ¹³ Ment vd. 2018, ¹⁴ Marcy vd. 2005, ¹⁵ Hébrard vd. 2016, ¹⁶ Vanderburg vd. 2015, ¹⁷ Nielsen vd. 2020, ¹⁸ Ségransan vd. 2011, ¹⁹ Wagner vd. 2020, ²⁰ Jones vd. 2016, ²¹ Zhou vd. 2022, ²² Blunt vd. 2019, ²³ Gray vd. 2006, ²⁴ Vanderburg vd. 2019, ²⁵ Gaia Collab.(2018), ²⁶ Esmer vd. 2021, ²⁷ Goździewski vd. 2015, ²⁸ Castro-González vd. 2022, ²⁹ Dressing vd. 2017, ³⁰ Ciardi vd. 2018, ³¹ Hirano vd. 2018, ³² Dressing vd. 2019, ³³ Sanchis-Ojeda vd. 2015, ³⁴ Lam vd. 2018, ³⁵ Rodriguez vd. 2018, ³⁶ Feinstein vd. 2019, ³⁷ Santerne vd. 2016, ³⁸ Grziwa vd. 2016, ³⁹ Lillo-Box vd. 2020, ⁴⁰ Sinukoff vd. 2016, ⁴¹ Rodriguez vd. 2016, ⁴² Oberst vd. 2017, ⁴³ McLeod vd. 2017, ⁴⁴ Siverd vd. 2018, ⁴⁵ Beatty vd. 2012, ⁴⁶ Johns vd. 2019, ⁴⁷ Pepper vd. 2013, ⁴⁸ Gaudi vd. 2017, ⁴⁹ Getley vd. 2017, ⁵⁰ Wang vd. 2015, ⁵¹ Frasca vd. 2016, ⁵² Han vd. 2021, ⁵³ Santerne vd. 2014, ⁵⁴ Bouma vd. 2022, ⁵⁵ Weiss vd. 2013, ⁵⁶ Morton vd. 2016, ⁵⁷ Muirhead vd. 2014, ⁵⁸ Buchhave vd. 2011, ⁵⁹ Doyle vd. 2011, ⁶⁰ Kostov vd. 2016, ⁶¹ Mann vd. 2017, ⁶² Muirhead vd. 2014, ⁶³ Socia vd. 2020, ⁶⁴ Chachan vd. 2022, ⁶⁵ Kipping vd. 2016, ⁶⁶ Buchhave vd. 2016, ⁶⁷ López-Morales vd. 2016, ⁶⁸ Benomar vd. 2014, ⁶⁹ Barclay vd. 2015, ⁷⁰ Muirhead vd. 2012, ⁷¹ Welsh vd. 2012, ⁷² Orosz vd. 2012, ⁷³ Van Eylen vd. 2014, ⁷⁴ Molenda-Żakowicz vd. 2013, ⁷⁵ Sun vd. 2019, ⁷⁶ Wang vd. 2014, ⁷⁷ Kostov vd. 2014, ⁷⁸ Quinn vd. 2015, ⁷⁹ Ciceri vd. 2015, ⁸⁰ Welsh vd. 2015, ⁸¹ Gettel vd. 2016, ⁸² Orosz vd. 2012, ⁸³ Mayo vd. 2019, ⁸⁴ Gilliland vd. 2013, ⁸⁵ Dai vd. 2019, ⁸⁶ Barber vd. 2022, ⁸⁷ Silverstein vd. 2022, ⁸⁸ Nowak vd. 2020, ⁸⁹ Dorval vd. 2020, ⁹⁰ Smith vd. 2021, ⁹¹ Günther vd. 2018, ⁹² Parsons vd. 2010, ⁹³ Almeida vd. 2012, ⁹⁴ Drilling vd. 2013, ⁹⁵ Qian vd. 2012, ⁹⁶ Song vd. 2019, ⁹⁷ Bennett vd. 2016, ⁹⁸ Poleski vd. 2014, ⁹⁹ Gould vd. 2014

Çizelge 4.6. İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri III

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
OGLE-2016-BLG-0613L AB	...	K V ¹	0.72 ± 0.485^1	...
OGLE-2016-BLG-0613L B	...	...	...	...
OGLE-2018-BLG-1700L A	...	M V ²	0.42 ± 0.24^2	...
OGLE-2018-BLG-1700L Ab	...	M V ²	0.12 ± 0.065^2	...
OGLE-2019-BLG-0304L	...	G V ³	0.27 ± 0.195^3	...
OGLE-2019-BLG-1470L A	...	...	0.57 ± 0.375^4	...
OGLE-2019-BLG-1470L B	...	...	0.18 ± 0.125^4	...
PSR B1620-26 A	...	...	1.35^5	...
PSR B1620-26 B	...	...	...	...
Pr0211	5300 ± 30^6	G V ⁷	0.93 ± 0.013^6	0.83 ± 0.01^6
Qatar-6	5052 ± 66^8	K2 V ⁸	0.82 ± 0.021^8	0.72 ± 0.02^8
ROXs 12	3850 ± 85^9	M0 ⁹	0.87 ± 0.08^9	1.06 ± 0.14^{10}
ROXs 42 B	3433.0 ± 123.0^{10}	M0 ¹¹	1^{11}	0.9 ± 0.145^{12}
ROXs 42 BB	...	...	...	...
RR Cae A	3904.0 ± 157.0^{10}	WD ¹³	0.44^{14}	0.19 ± 0.01^{10}
RR Cae Ab	...	...	0.182^{13}	...
Ross 458 A	3646 ± 157^{10}	M 0.5 V ¹⁵	0.56 ± 0.02^{10}	0.56 ± 0.02^{10}
Ross 458 B	...	M7 V ¹⁵	...	...
SR 12 A	3828.93 ± 446.5^{12}	K4 ¹⁶	...	1.1 ± 0.25^{12}
SR 12 B	...	M2.5 ¹⁶	...	...
TIC 172900988 Aa	6050 ± 100^{17}	F V ¹⁷	1.24 ± 0.001^{17}	1.38 ± 0.02^{17}
TIC 172900988 B	5983 ± 100^{17}	G V ¹⁷	1.2 ± 0.001^{17}	1.31 ± 0.01^{17}
TOI-1201	3476 ± 51^{18}	M2 V ¹⁸	0.51 ± 0.02^{18}	0.51 ± 0.02^{18}
TOI-1259	4775 ± 100^{19}	K V ¹⁹	0.74 ± 0.062^{19}	0.71 ± 0.02^{19}
TOI-1333	6274 ± 97^{20}	F7 V ²⁰	1.46 ± 0.078^{20}	1.92 ± 0.06^{20}
TOI-1452	3185 ± 50^{21}	M4 ± 0.5 V ²¹	0.25 ± 0.01^{21}	0.27 ± 0.01^{21}
TOI-1634	3550 ± 69^{22}	M2 V ²²	0.502 ± 0.014^{22}	0.45 ± 0.01^{22}
TOI-2193	5966 ± 72.5^{23}	...	1.082 ± 0.05^{23}	1.25 ± 0.03^{23}
TOI-3331	5609 ± 89.5^{23}	...	1.016 ± 0.05^{23}	0.95 ± 0.03^{23}
TOI-3540	5810 ± 79^{23}	...	1.081 ± 0.07^{23}	1.23 ± 0.03^{23}
TOI-3714	3660 ± 90^{24}	M2 V ²⁴	0.53 ± 0.02^{24}	0.51 ± 0.01^{24}
TOI-421	5325 ± 68^{25}	G9 V ²⁵	0.85 ± 0.025^{25}	0.87 ± 0.01^{25}
TOI-451	5550 ± 56^{26}	G V ²⁶	0.95 ± 0.02^{26}	0.88 ± 0.03^{26}
TrES-1	5230 ± 50^{27}	K0 V ²⁸	0.88 ± 0.04^{27}	0.81 ± 0.02^{27}
TrES-2	5850 ± 50^{27}	G0 V ²⁹	0.98 ± 0.063^{27}	1.0 ± 0.033^{27}
TrES-4	6295 ± 65^{30}	F8 V ³¹	1.45 ± 0.05^{30}	1.81 ± 0.08^{30}
UZ For A	...	...	0.7^{32}	...
UZ For Ab	...	...	...	...
VHS ^c	2620 ± 140^{33}	M7.5 V $\pm 0.5^{33}$	0.07 ± 0.0165^{33}	...
VHS ^c B	880 ± 125^{33}	L7 V $\pm 1.5^{33}$	...	...
WASP-1	6213 ± 51^{34}	F7 V ³⁵	1.26 ± 0.043^{34}	1.46 ± 0.06^{34}
WASP-100	6900 ± 120^{36}	F2 ³⁶	1.57 ± 0.10^{36}	1.57 ± 0.16^{37}
WASP-104	5475 ± 127^{38}	G8 ³⁸	1.076 ± 0.05^{38}	0.96 ± 0.03^{38}
WASP-114	5940 ± 140^{39}	G0 ³⁹	1.289 ± 0.053^{39}	1.43 ± 0.06^{39}
WASP-123	5740 ± 130^{40}	G5 ⁴⁰	1.166 ± 0.06^{40}	1.28 ± 0.05^{40}

İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
WASP-127	5620 ± 85^{41}	G5 ⁴¹	1.08 ± 0.03^{41}	1.39 ± 0.03^{41}
WASP-129	5900 ± 100^{42}	G1 ⁴²	1.0 ± 0.03^{42}	0.90 ± 0.02^{42}
WASP-139	5310 ± 90^{43}	K0 V ⁴³	0.92 ± 0.1^{43}	0.80 ± 0.04^{43}
WASP-140	5260 ± 100^{43}	K0 ⁴³	0.90 ± 0.04^{43}	0.87 ± 0.04^{43}
WASP-145	4900 ± 150^{44}	K2 V ⁴⁴	0.76 ± 0.04^{44}	0.68 ± 0.07^{44}
WASP-160	5298 ± 99^{45}	K0 V ⁴⁵	0.87 ± 0.07^{45}	0.87 ± 0.03^{45}
WASP-168	6000 ± 100^{44}	F9 V ⁴⁴	1.08 ± 0.05^{44}	1.12 ± 0.06^{44}
WASP-173	5767 ± 49.5^{46}	G2 V ⁴⁶	1.092 ± 0.043^{46}	1.01 ± 0.06^{46}
WASP-18	6432 ± 48^{47}	G8V ⁴⁸	1.294 ± 0.062^{47}	1.32 ± 0.06^{47}
WASP-180	6600 ± 200^{49}	F7 V ⁴⁹	1.3 ± 0.1^{49}	1.19 ± 0.06^{49}
WASP-2	5180 ± 190^{50}	K1 V ⁵¹	0.895 ± 0.075^{50}	0.87 ± 0.03^{50}
WASP-20	5940 ± 100^{52}	F9 ⁵²	1.200 ± 0.041^{52}	1.39 ± 0.04^{52}
WASP-26	5950 ± 100^{53}	G0 ⁵³	1.12 ± 0.03^{53}	1.34 ± 0.06^{53}
WASP-33	7430 ± 100^{54}	A5 ⁵⁴	1.495 ± 0.031^{54}	1.44 ± 0.03^{54}
WASP-36	5959 ± 134^{55}	G2 V ⁵⁵	1.040 ± 0.031^{55}	0.95 ± 0.02^{55}
WASP-45	5140 ± 200^{56}	K2 V ⁵⁶	0.909 ± 0.06^{56}	0.94 ± 0.1^{56}
WASP-49	5600 ± 150^{57}	K1 ⁵⁷	0.938 ± 0.08^{57}	0.98 ± 0.03^{57}
WASP-54	6100 ± 100^{58}	F9 ⁵⁸	1.213 ± 0.032^{58}	1.83 ± 0.1^{58}
WASP-55	6070 ± 53^{59}	G1 ⁶⁰	1.162 ± 0.037^{59}	1.1 ± 0.02^{59}
WASP-56	5600 ± 100^{58}	G6 V ⁵⁸	1.02 ± 0.024^{58}	1.11 ± 0.02^{58}
WASP-58	5800 ± 150^{61}	G2 V ⁶¹	0.94 ± 0.1^{61}	1.17 ± 0.13^{61}
WASP-64	5400 ± 100^{62}	G7 V ⁶²	1.0 ± 0.03^{62}	1.06 ± 0.03^{62}
WASP-68	5911 ± 59.5^{63}	G0 ⁶³	1.24 ± 0.03^{63}	1.69 ± 0.09^{63}
WASP-70	5763 ± 79^{64}	G4 ⁶⁴	1.106 ± 0.042^{64}	1.22 ± 0.08^{64}
WASP-75	6100 ± 100^{65}	F9 ⁶⁵	1.14 ± 0.07^{65}	1.26 ± 0.04^{65}
WASP-76	6250 ± 100^{66}	F7 ⁶⁶	1.46 ± 0.07^{66}	1.73 ± 0.04^{66}
WASP-77	5617 ± 72^{67}	G8 V ⁶⁸	0.9 ± 0.0625^{67}	0.91 ± 0.02^{67}
WASP-8	5600 ± 80^{69}	G8 ⁶⁹	1.03 ± 0.06^{69}	0.95 ± 0.05^{69}
WASP-85	6112 ± 27^{70}	G5 V ⁷⁰	1.09 ± 0.08^{70}	0.94 ± 0.02^{70}
WASP-87	6450 ± 120^{71}	F ⁷¹	1.204 ± 0.093^{71}	1.63 ± 0.06^{71}
WASP-94 A	6153 ± 75.5^{72}	F8 ⁷²	1.45 ± 0.09^{72}	1.62 ± 0.05^{72}
WASP-94 B	6040 ± 90^{72}	F9 ⁷²	1.24 ± 0.09^{72}	1.35 ± 0.12^{72}
WASP-98	5473 ± 121^{73}	G ⁷³⁶	0.809 ± 0.064^{73}	0.74 ± 0.02^{73}
XO-2 N	5332 ± 57^{74}	K0 V ⁷⁵	0.97 ± 0.05^{747}	1.01 ± 0.09^{74}
XO-2 S	5399 ± 55^{76}	G9 V ⁷⁷	0.982 ± 0.054^{76}	1.02 ± 0.08^{76}
alf Tau	4055 ± 70^{78}	K5 III ⁷⁸	1.13 ± 0.11^{78}	45.1 ± 0.1^{78}
b Cen A	18310 ± 320	B2.5 V	5.5 ± 0.5	...
b Cen B	...	...	...	...
bet Cnc	4092.1 ± 17.5^{79}	K4 III ⁷⁹	1.7 ± 0.1^{79}	47.2 ± 1.3^{79}
gam Cep	4744 ± 21^{80}	K1 IV ⁸⁰	1.2 ± 0.1^{80}	5.0 ± 0.2^{80}
gam 1 Leo	4330 ± 15^{81}	K1 III ⁸²	1.23 ± 0.21^{81}	31.9 ± 1.61^{81}
ome Ser	4770 ± 10^{83}	G8 III ⁸³	2.17 ± 0.25^{83}	12.3 ± 0.85^{83}
omi Uma	5242 ± 10^{84}	G5 III ⁸²	3.09 ± 0.07^{84}	14.1 ± 1.0^{84}
tau Boo	6461.32 ± 81.2^{85}	F7 V ⁸⁶	1.403 ± 0.034^{85}	1.44 ± 0.03^{85}
ups And	6156.77 ± 112.16^{85}	F8 V ⁸⁷	1.294 ± 0.0412^{85}	1.62 ± 0.04^{85}

İki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların parametreleri(devamı)

Sistem	$T_{eff}(K)$	Tayf	$M(M_{\odot})$	$R(R_{\odot})$
--------	--------------	------	----------------	----------------

• Bazı sistemlerde iki yıldız da barınak yıldız olduğu için parametreleri ayrı ayrı verilmiştir.

• VHS $c=$ VHS J125601.92-125723.9

Referanslar;

¹ Han vd. 2017, ² Han vd. 2020 ³ Han vd. 2021, ⁴ Kuang vd. 2022, ⁵ Sigurdsson vd. 2003, ⁶ Malavolta vd. 2016, ⁷ Quinn vd. 2012, ⁸ Alsubai vd. 2018, ⁹ Kraus vd. 2014, ¹⁰ Stassun vd. 2019, ¹¹ Currie vd. 2014, ¹² Gaia Collab.(2018), ¹³ Bédard vd. 2017, ¹⁴ Qian vd. 2012, ¹⁵ Burgasser vd. 2010, ¹⁶ Kuzuhara vd. 2011, ¹⁷ Kostov vd. 2021, ¹⁸ Kossakowski vd. 2021, ¹⁹ Martin vd. 2021, ²⁰ Rodriguez vd. 2021, ²¹ Cadieux vd. 2022, ²² Cloutier vd. 2021, ²³ Yee vd. 2022, ²⁴ Cañas vd. 2022, ²⁵ Carleo vd. 2020, ²⁶ Newton vd. 2021, ²⁷ Torres vd. 2008, ²⁸ Alonso vd. 2004, ²⁹ O'Donovan vd. 2006, ³⁰ Sozzetti vd. 2015, ³¹ Mandushev vd. 2007, ³² Potter vd. 2011, ³³ Gauza vd. 2015, ³⁴ Southworth 2012, ³⁵ Collier vd. 2007, ³⁶ Hellier vd. 2014, ³⁷ Stassun vd. 2017, ³⁸ Smith vd. 2014, ³⁹ Barros vd. 2016, ⁴⁰ Turner vd. 2016, ⁴¹ Lam vd. 2017, ⁴² Maxted vd. 2016, ⁴³ Hellier vd. 2017, ⁴⁴ Hellier vd. 2019, ⁴⁵ Lendl vd. 2019, ⁴⁶ Labadie-Bartz vd. 2019, ⁴⁷ Cortés-Zuleta vd. 2020, ⁴⁸ Salz vd. 2015, ⁴⁹ Temple vd. 2019, ⁵⁰ Addison vd. 2019, ⁵¹ Collier vd. 2007, ⁵² Anderson vd. 2015, ⁵³ Smalley vd. 2010, ⁵⁴ Collier vd. 2010, ⁵⁵ Smith vd. 2012, ⁵⁶ Anderson vd. 2012, ⁵⁷ Lendl vd. 2012, ⁵⁸ Faedi vd. 2013, ⁵⁹ Southworth vd. 2016, ⁶⁰ Hellier vd. 2012, ⁶¹ Hébrard vd. 2013, ⁶² Gillon vd. 2013, ⁶³ Delrez vd. 2014, ⁶⁴ Anderson vd. 2014, ⁶⁵ Gómez Maqueo Chew vd. 2013, ⁶⁶ West vd. 2016, ⁶⁷ Cortés-Zuleta vd. 2020, ⁶⁸ Maxted vd. 2013, ⁶⁹ Queloz vd. 2010, ⁷⁰ Močnik vd. 2016, ⁷¹ Addison vd. 2016, ⁷² Neveu-VanMalle vd. 2014, ⁷³ Mancini vd. 2016, ⁷⁴ Damasso vd. 2015, ⁷⁵ Burke vd. 2007, ⁷⁶ Desidera vd. 2014, ⁷⁷ Benavides vd. 2010, ⁷⁸ Hatzes vd. 2015, ⁷⁹ Lee vd. 2014, ⁸⁰ Baines vd. 2009, ⁸¹ Han vd. 2010, ⁸² Garrison ve Beattie 1998, ⁸³ Sato vd. 2013, ⁸⁴ Sato vd. 2012, ⁸⁵ Rosenthal vd. 2021, ⁸⁶ Turnbull 2015, ⁸⁷ McArthur vd. 2010

Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7'de iki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların fiziksel ve tayfsal bazı parametreleri verilmiştir.

4.4. Tek Yıldızlı Sistemler

Tek yıldızlı sistemlerdeki gezegen yörüngeleri için Güneş sistemimizde iç ve dış gezegenler olarak sınıflandırma yapılmaktadır. Ancak ötegezegenlerde böyle bir sınıflandırma tez kapsamında yapılmamıştır. Tek yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların tayfsal özellikleri ele alınarak diğer iki, üç veya dört yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızlardan nasıl bir benzerliği ya da farklılığı olduğu tartışılmıştır. Toplamda 4727 adet gezegen 3542 tek yıldız sisteminde yer almaktadır. Sayılar arasındaki bu farkın sebebi bazı sistemlerde tek bir yıldız etrafında birden fazla ötegezegen dolanmaktadır. Örneğin KOI-351 sisteminde barınak yıldız 8 tane ötegezegene ev sahipliği yapmaktadır.

4.5. Yörünge İstatistikleri

Dört yıldızlı sadece iki sistem bulunmaktadır bu nedenle sistemler istatistiksel bilgilere katılmamıştır. Aynı şekilde tek yıldızlı sistemlerde de yörünge sınıflaması

olmadığı için sadece iki ve üç yıldızlı sistemlerin yörünge sınıflamasına ait istatistikler verilmiştir.

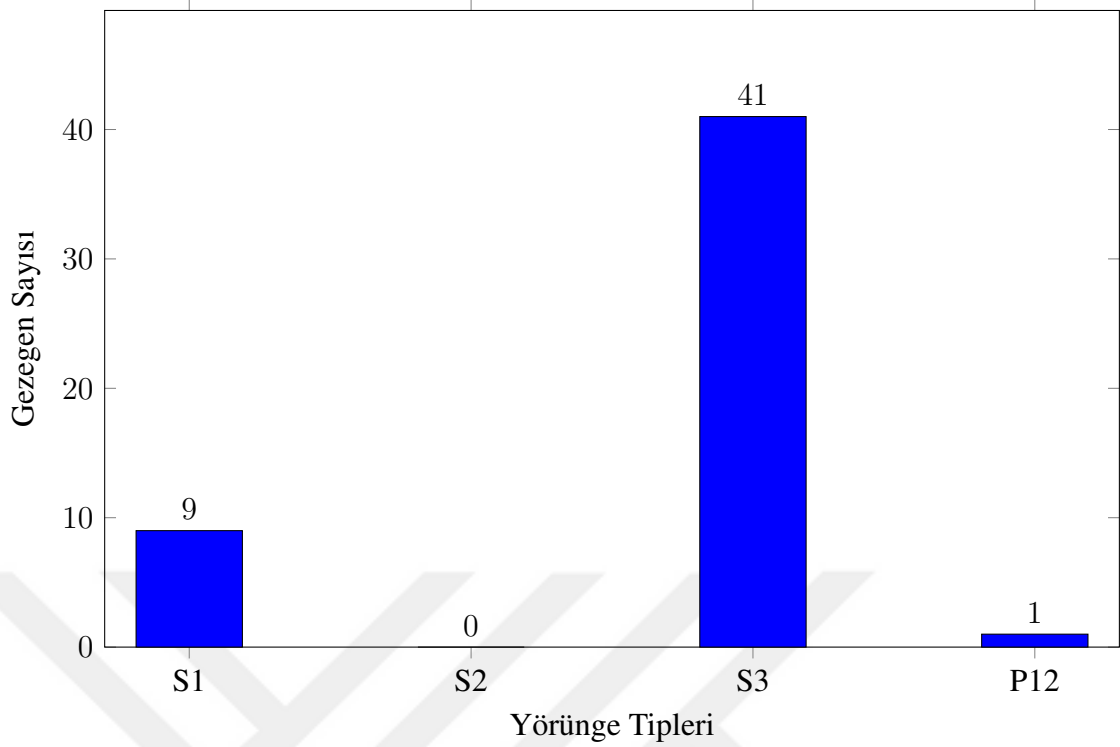
4.5.1. Üç Yıldızlı Sistemlerde Gezegen Yörüngeleri İstatistiği

Üç yıldızlı sistemde 54 tane ötegezegen bulunmaktadır. Bu sistemler içerisinde HD 43691, K2-27 ve Kepler-908 sistemlerinin kütle değerleri literatürde bulunmadığı için bu sistemlerdeki gezegenlerin yörüngeleri sınıflandırılmamıştır. Geriye kalan 51 gezegen yörüngeleri sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.7. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngelerinin İstatistiği

Yörünge Tipi	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
S1	9	%18
S2	0	%0
S3	41	%80
P12	1	%2

Çizelge 4.7’de üç yıldızlı sistemlerdeki yörünge tiplerinin istatistiksel dağılımı gösterilmiştir. Burada gezegenlerin büyük bir çoğunluğunun uzaktaki ayrık bileşen etrafında dolandığı görülmüştür. Çift bileşende ise küçük kütleli bileşen etrafında dolanan bir ötegezegen görülmemiştir. Sadece bir ötegezegenin çift bileşenin her ikisinin birden etrafında dolandığı görülmüştür.



Şekil 4.93. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Yörüngelerinin Dağılımı

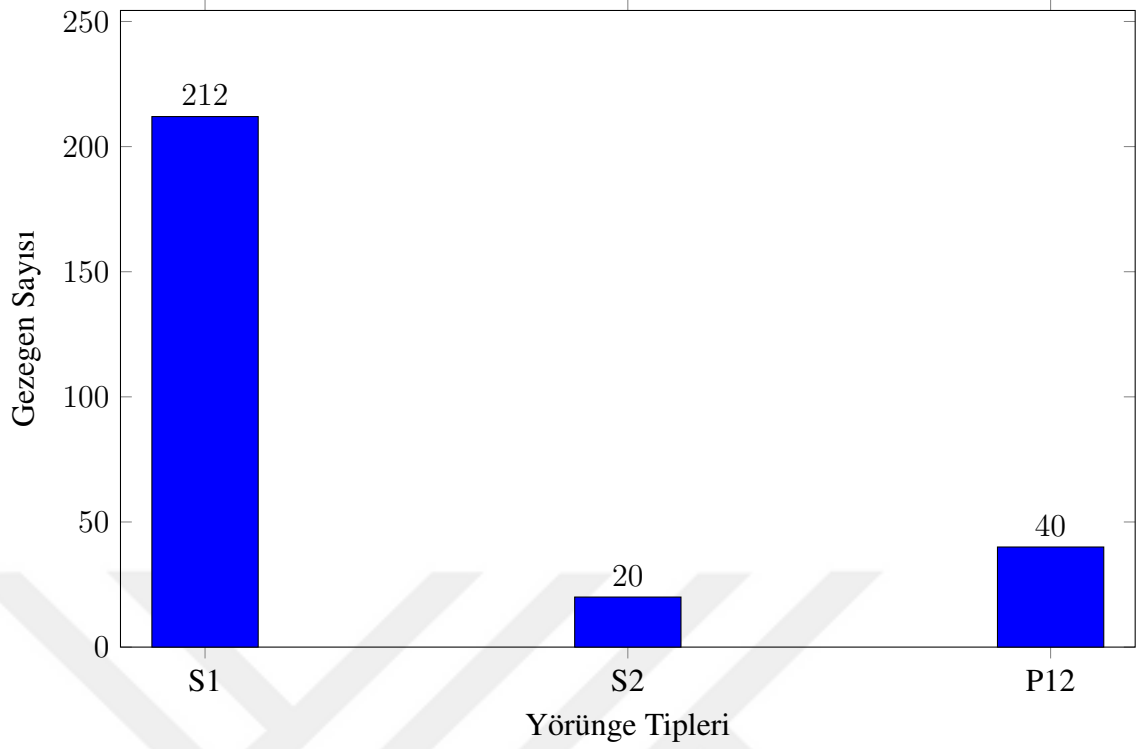
Şekil 4.93’de üç yıldızlı sistemlerdeki gezegenlerin yörünge dağılımı gösterilmiştir. Üç yıldızlı sistemlerdeki ötegezegenlerin büyük bir çoğunluğunun uzaktaki ayrı bileşen etrafında dolandığı görülmüştür. Bu durum ötegezen yörüngesinin kararlılığı açısından beklenen bir durumdur. Çift bileşen etrafında dolanan bir ötegezegen her iki yıldız da kütleçekimsel olarak etki edeceği için ötegezegen yörüngesinde kararsız olacağı için bu tür yörüngelerin uzun ömürlü olması beklenmez.

4.5.2. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngeleri İstatistiği

İki yıldızlı sistemlerde bulunan ve bileşen kütleleri veya yörünge tipleri kesin olarak bilinen ötegezegen yörüngeleri ele alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Çizelge 4.8’de iki yıldızlı sistemlerdeki yörünge tiplerinin istatistiksel dağılımı gösterilmiştir. Bileşen kütlesi bilinmeyen veya yörünge tipi şüpheli olan gezegenler istatistiğe katılmamıştır.

Çizelge 4.8. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegen Yörüngelerinin İstatistiği

Yörünge Tipi	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
S1	212	%78
S2	20	%7
P12	40	%15



Şekil 4.94. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Yörüngelerinin Dağılımı

Şekil 4.94’de iki yıldızlı sistemlerdeki gezegenlerin yörünge dağılımı gösterilmiştir. İki yıldızlı sistemlerde ise gezegenlerin büyük bir çoğunluğunun çift yıldızda kütlesi büyük ve parlak olan bileşen etrafında dolandığı görülmüştür.

4.6. Keşif Yöntemi İstatistikleri

Dört yıldızlı sistemlerden 30 Ari sistemindeki 30 Ari Bb ötegezegeni radyal hız yöntemiyle, PH 1 sistemindeki PH 1 b ötegezegeni ise geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir. Diğer sistemlerdeki keşif yöntemlerinin dağılımı ve istatistiği tez kapsamında verilmiştir.

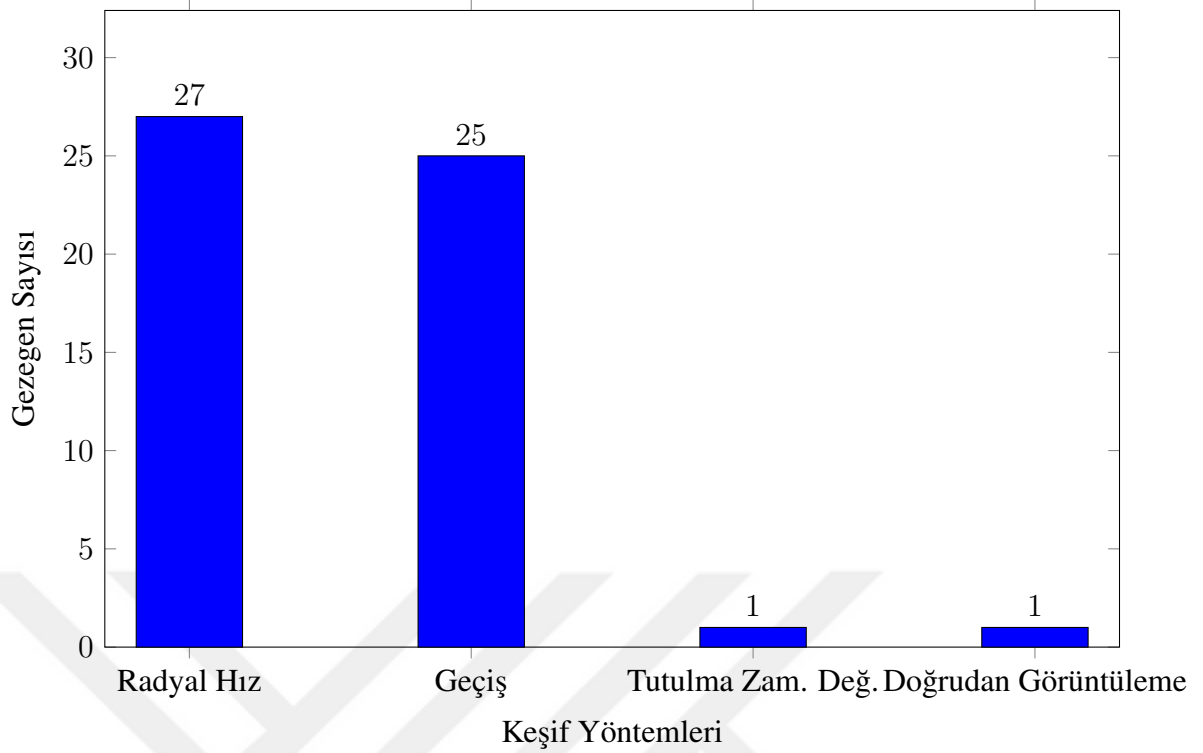
4.6.1. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği

Üç yıldızlı 41 sistemdeki 54 ötegezegenin keşif yöntemlerinin dağılımı yapılarak istatistikleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği

Keşif Yöntemi	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
Radyal Hız	27	%50.0
Geçiş	25	%46
Tutulma Zamanı Değ.	1	%2
Doğrudan Görüntüleme	1	%2

Çizelge 4.9'da üç yıldızlı sistemlerde bulunan 54 ötegezegenin keşif yöntemlerinin istatistiği verilmiştir. Radyal hız ve geçiş yöntemleriyle keşfedilen ötegezegen sayısının 52 olduğu görülmüştür.



Şekil 4.95. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin Dağılımı

Şekil 4.95’de üç yıldızlı sistemlerdeki gezegenlerin keşif yöntemine göre dağılımı gösterilmiştir. Burada radyal hız ve geçiş yöntemiyle keşfedilen ötegezegen sayılarının büyük çoğunlukta olduğu görülmüştür.

4.6.2. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği

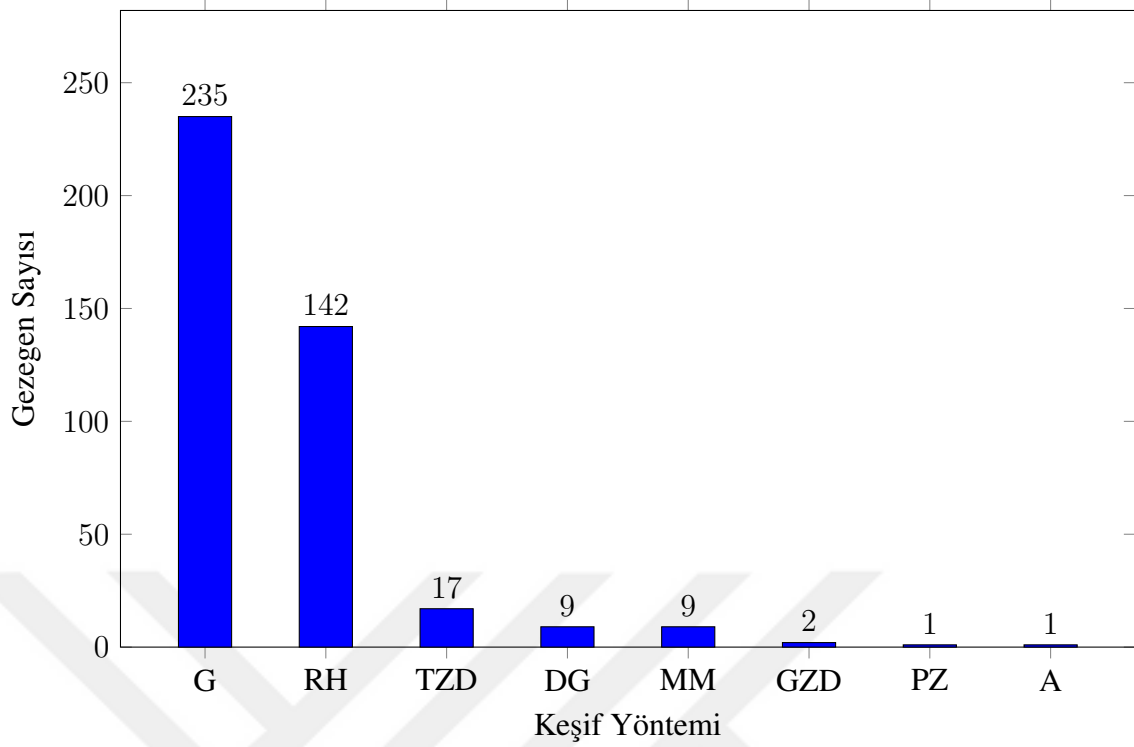
İki yıldızlı sistemlerde bulunan 416 ötegezegenin keşif yöntemlerinin dağılımı ve istatistiği verilmiştir.

Çizelge 4.10. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği

Keşif Yöntemi	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
Geçiş	235	%57
Radyal Hız	142	%34
Tutulma Zamanı Değ.	17	%4
Doğrudan Görüntüleme	9	%2
Mikromerçekleme	9	%2
Geçiş Zamanı Değ.	2	%0.5
Pulsar Zamanlaması	1	%0.25
Astrometri	1	%0.25

Çizelge 4.10’da iki yıldızlı sistemlerdeki ötegezegenlerin keşif yöntemlerine ait istatistiki bilgiler verilmiştir. Geçiş ve radyal hız yöntemiyle toplam 377 ötegezegen keşfedilmiştir.





Şekil 4.96. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin Dağılımı

Şekil 4.96’da G=Geçiş, RH=Radyal Hız, TZD=Tutulma Zamanı Değişimleri, DG=Doğrudan Görüntüleme, MM=Mikromerceklem, GZD=Geçiş Zamanı Değişimleri, PZ=Pulsar Zamanlaması ve A=Astrometri olacak şekilde iki yıldızlı sistemlerdeki gezegenlerin keşif yöntemlerinin dağılımı gösterilmiştir. Burada geçiş ve radyal hız yöntemlerinin yine çoğunluğu oluşturduğu görülmüştür. Bu iki yöntemden sonra ise 17 ötegezegenin tutulma zamanı değişimleri yöntemiyle keşfedildiği görülmüştür.

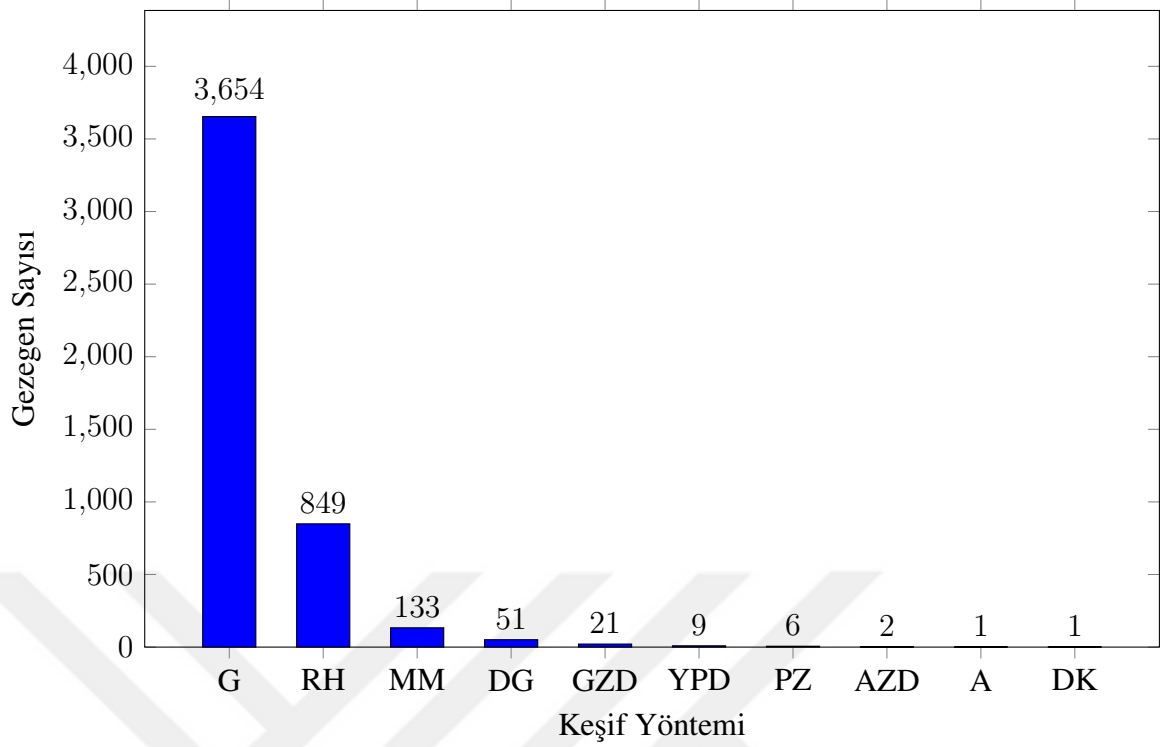
4.6.3. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği

Tek yıldızlı sistemlerde bulunan 4727 ötegezegenin keşif yöntemlerinin dağılımı yapılarak istatistikleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.11. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin İstatistiği

Keşif Yöntemi	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
Geçiş	3654	%77
Radyal Hız	849	%18
Mikromerceklem	133	%3
Doğrudan Görüntüleme	51	%1
Geçiş Zamanı Değ.	21	%0.5
Yörüngesel Parlaklık Değ.	9	%0.25
Pulsar Zamanlaması	6	%0.1
Atma Zamanı Değ.	2	%0.07
Astrometri	1	%0.04
Disk Kinematiği	1	%0.04

Çizelge 4.11’de tek yıldızlı sistemlerdeki gezegenlerin keşif yöntemlerinin istatistiği gezegen sayılarıyla birlikte verilmiştir. Geçiş ve radyal hız yöntemiyle toplam 4503 ötegezegen keşfedilmiştir.



Şekil 4.97. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yöntemlerinin Dağılımı

Şekil 4.97’de G=Geçiş, RH=Radyal Hız, MM=Mikromerceklemeye, DG= Doğrudan Görüntüleme, GZD=Geçiş Zamanı Değişimleri, YPD= Yörüngesel Parlaklık Değişimi, PZ=Pulsar Zamanlaması,AZD=Atma Zamanı Değişimi, A=Astrometri ve DK= Disk Kinematiki olacak şekilde tek yıldızlı sistemlerdeki gezegenlerin keşif yöntemlerinin dağılımı gösterilmiştir. Tek yıldızlı yani Güneş sistemimize benzer yapıda olan bu sistemlerde geçiş yöntemi ile 3654 tane ötegezegen keşfedildiği görülmüştür. Aynı şekilde radyal hız burada da ikinci en çok ötegezegen keşfine olanak sağlayan keşif yöntemi olmuştur. Dikkat çekici bir nokta ise mikromerceklemeye ile 133 ötegezegen keşfedilmesidir.

4.7. Ötegezegen Keşif Yılı İstatistikleri

Üç, iki ve tek yıldızlı sistemlerde bulunan gezegenlerin keşif yılı istatistikleri verilmiştir. Dört yıldızlı iki sistem olduğu için istatistiki bir sonuç bulunmamıştır.

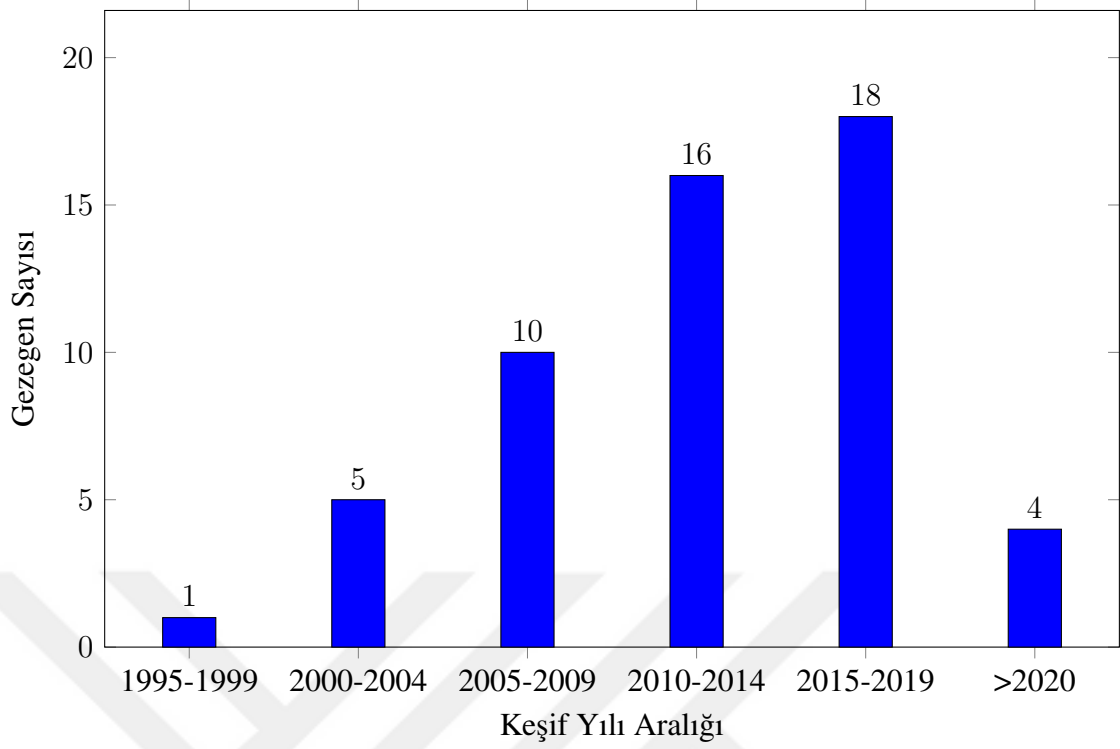
4.7.1. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Ötegezegen Keşif Yıllarının İstatistiği

41 tane üç yıldızlı sistemde bulunan toplam 54 ötegezegene ait keşfedildikleri yılların dağılımı yapılarak istatistikleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.12. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının İstatistiği

Keşif Yılı Aralığı	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
1995-1999	1	%2
2000-2004	5	%9
2005-2009	10	%19
2010-2014	16	%30
2015-2019	18	%33
>2020	4	%7

Çizelge 4.12’de üç yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegenlerin keşfedildikleri yıllara ait dağılım ve istatistiksel yüzdeler verilmiştir. Burada gelişen teknolojik imkanlar ile geçen zaman içinde keşif sayılarının arttığı görülmüştür.



Şekil 4.98. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının Dağılımı

Şekil 4.98’de üç yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegenlerin keşif yıllarına ait dağılım gösterilmiştir. Burada yıllar ilerledikçe keşif sayısının arttığı görülmektedir bunun nedeni ise ötegezegen keşfine duyulan ilginin yıldan yıla artması ve bu keşifler için gerekli teknolojinin sürekli gelişmekte olmasıdır.

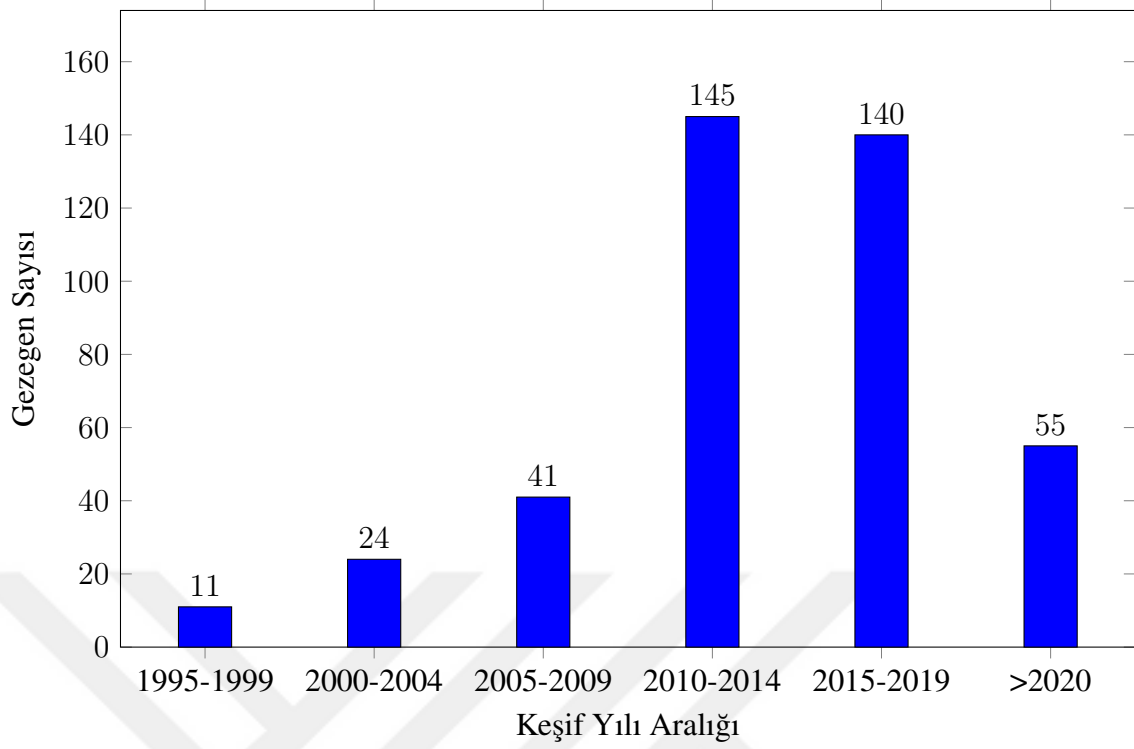
4.7.2. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Ötegezegen Keşif Yıllarının İstatistiği

İki yıldızlı sistemlerde bulunan 416 ötegezegenine ait keşif yıllarının dağılımı yapılarak istatistiksel sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.13. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının İstatistiği

Keşif Yılı Aralığı	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
1995-1999	11	%2
2000-2004	24	%6
2005-2009	41	%10
2010-2014	145	%35
2015-2019	140	%34
>2020	55	%13

Çizelge 4.13’de iki yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegenlerin keşfedildikleri yıllara ait dağılım ve istatistiksel yüzdeler verilmiştir. Gelişen teknolojik imkanlar ile burada da keşif sayılarının yıllar içerisinde arttığı görülmüştür.



Şekil 4.99. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının Dağılımı

Şekil 4.99’da iki yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegenlerin keşif yıllarına ait dağılım gösterilmiştir. Burada yine yıllar içerisinde bir artış görülmektedir. 2010-2014 yılları arasında bu artış 145 ötegezegen keşfi ile en tepeye ulaşmıştır.

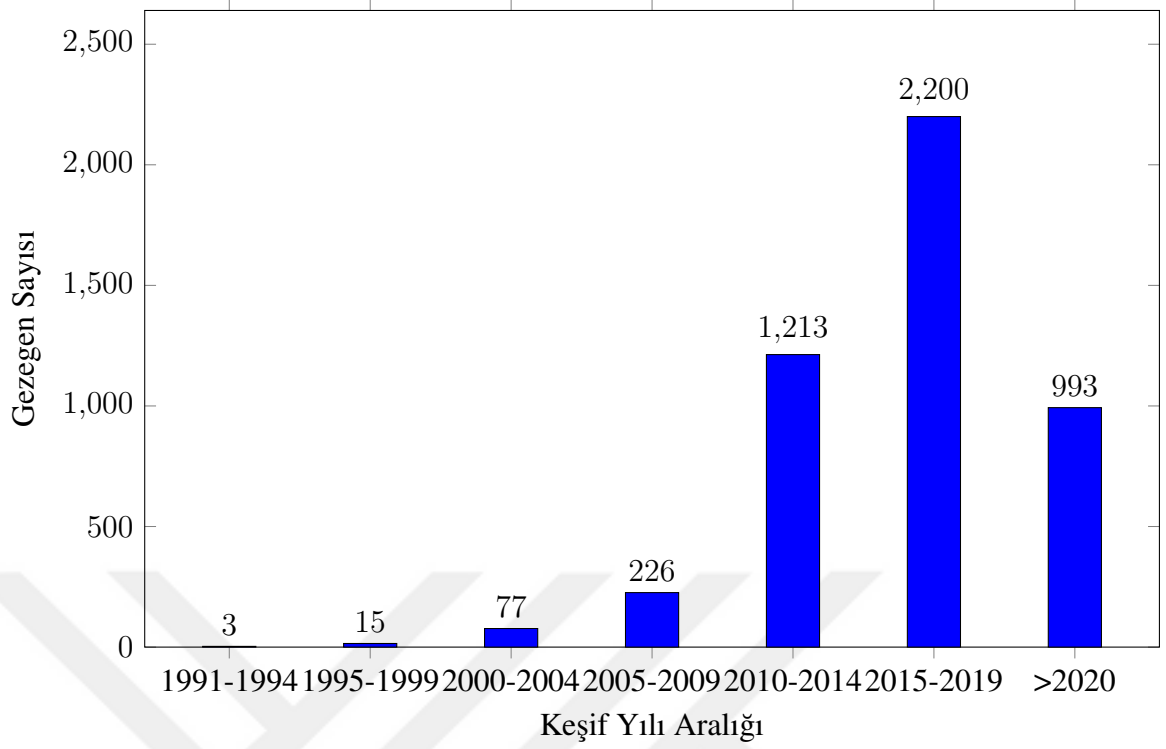
4.7.3. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Ötegezegen Keşif Yıllarının İstatistiği

Tek yıldızlı sistemlerde bulunan 4727 ötegezegene ait keşif yıllarının dağılımı yapılarak istatistiksel sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.14. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının İstatistiği

Keşif Yılı Aralığı	Gezegen Sayısı	Yüzdelik
1991-1994	3	%0.05
1995-1999	15	%0.35
2000-2004	77	%1.6
2005-2009	226	%5
2010-2014	1213	%26
2015-2019	2200	%46
>2020	993	%21

Çizelge 4.14’de tek yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegenlerin keşfedildikleri yıllara ait dağılım ve istatistiksel yüzdeler verilmiştir. Gelişen teknolojik imkanlar ile her geçen yıl keşif sayısı artmaktadır.



Şekil 4.100. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Gezegenlerin Keşif Yıllarının Dağılımı

Şekil 4.100’de tek yıldızlı sistemlerde bulunan ötegezegenlerin keşif yılı aralıkları gösterilmiştir. Yıllar geçtikçe tek yıldızlı sistemlerde de durumun aynı olduğu görülmüştür. Özellikle 2015-2019 yılları arasında 2200 ötegezegen keşfi yapılmıştır. Günümüzde halen keşifler devam etmektedir.

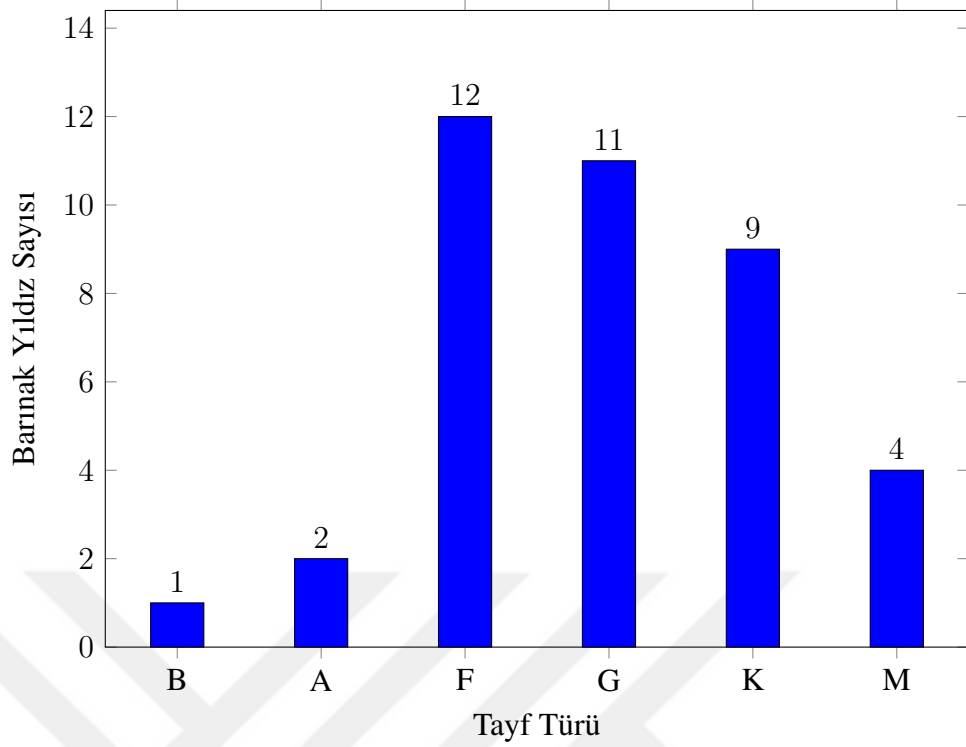
4.8. Tayf Türü İstatistikleri

4.8.1. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği

Üç yıldızlı 41 tane barınak yıldızın sadece 2 tanesinin tayf türü belirlenememiştir. 39 yıldıza ait istatistiki dağılım yapılmıştır. Çizelge 4.15’de üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların tayf türlerinin istatistiği verilmiştir.

Çizelge 4.15. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği

Tayf Türü	Barınak Yıldız Sayısı	Yüzdelik
B	1	%3
A	2	%5
F	12	%31
G	11	%28
K	9	%23
M	4	%10



Şekil 4.101. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin Dağılımı

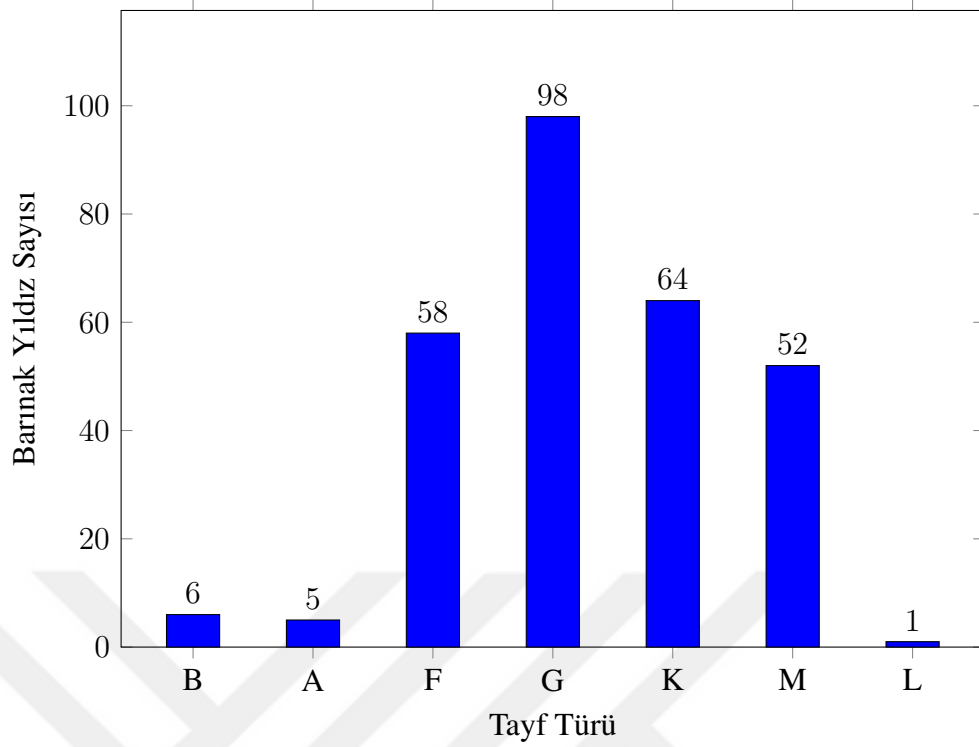
Şekil 4.101’de üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların tayf türlerinin dağılımı verilmiştir. Burada F-G-K tayf türlerinde barınak yıldızların çoğunlukta olduğu görülmüştür. Güneşimizin G tayf türünde olduğunu düşünürsek, barınak yıldızların da bu tayf türünde veya genel olarak buna yakın bir tayf türünde olduğu görülmüştür.

4.8.2. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği

İki yıldızlı barınak yıldızların tayf türlerine ait istatistiki dağılım yapılmıştır. Çizelge 4.16'da iki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların tayf türlerinin istatistiği verilmiştir.

Çizelge 4.16. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği

Tayf Türü	Barınak Yıldız Sayısı	Yüzdelik
B	6	%2
A	5	%1.7
F	58	%20
G	98	%35
K	64	%23
M	52	%18
L	1	%0.3



Şekil 4.102. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barnak Yıldızların Tayf Türlerinin Dağılımı

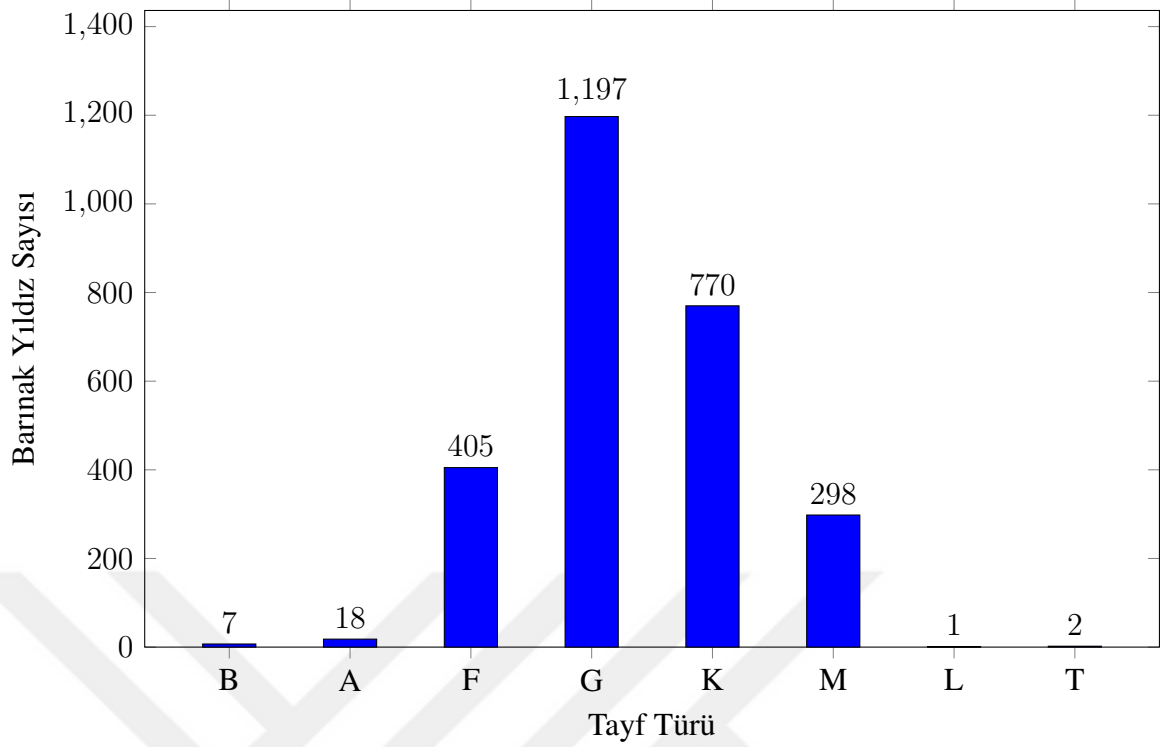
Şekil 4.102’de iki yıldızlı sistemlerdeki barnak yıldızların tayf türlerinin dağılımı verilmiştir. İki yıldızlı sistemlerde ise barnak yıldızların tayf türlerinin genel F-G-K-M aralığında dağıldığı görülmüştür.

4.8.3. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barnak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği

Tek yıldızlı barnak yıldızların tayf türlerine ait istatistiki dağılım yapılmıştır. Bu dağılım yapılırken tayf türü Simbad üzerinden alınan 948 yıldız, NASA Exoplanet Archive üzerinden alınan 618 ve sıcaklıklara karşılık belirlenen tayf türleri aracılığıyla (Bakış ve Eker, 2022) tez kapsamında tayf türleri bulunan 1132 yıldız ele alınmıştır. Toplamda 835 yıldızın tayf türüne literatürden ulaşılammıştır. Çizelge 4.17’de tek yıldızlı sistemlerdeki barnak yıldızların tayf türlerinin istatistiği verilmiştir.

Çizelge 4.17. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Tayf Türlerinin İstatistiği

Tayf Türü	Barınak Yıldız Sayısı	Yüzdelik
B	7	%0.3
A	18	%0.7
F	405	%15
G	1197	%44
K	770	%28
M	298	%11
L	1	%0.04
T	2	%0.06



Şekil 4.103. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barnack Yıldızların Tayf Türlerinin Dağılımı

Şekil 4.103’de tek yıldızlı sistemlerdeki barnack yıldızların tayf türlerinin dağılımı verilmiştir. Tek yıldızlı sistemlerde de durum diğerleri gibi benzerdir. F-G-K-M tayf türlerinin dağılımda baskın olduğu görülmüştür. Özellikle G tayf türünden 1197 barnack yıldız tespit edilmiştir. Tek yıldızlı barnack yıldızların neredeyse yarısı güneşimiz gibi G tayf türünden yıldızlardır.

4.9. Işıtma Sınıfı İstatistikleri

Tüm sistemlerdeki ısıtma sınıfı bilgileri NASA³⁰ ve Simbad³¹ üzerinden alınarak istatistiksel dağılımları belirlenmiştir.

³⁰<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/index.html>

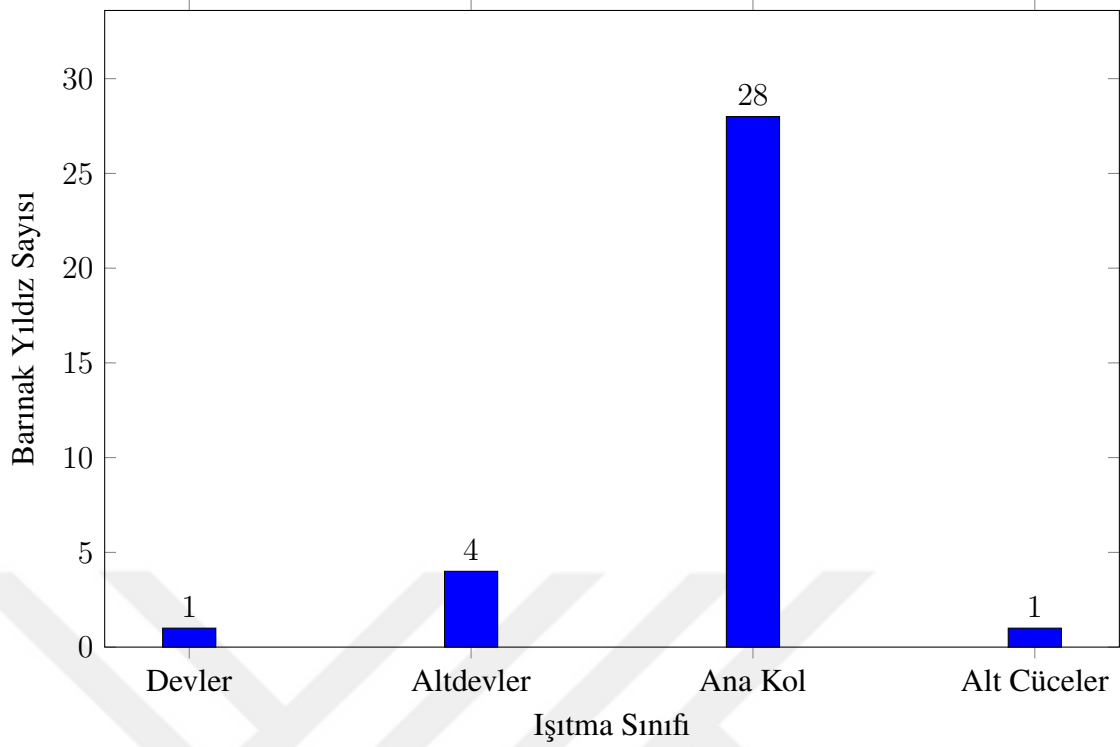
³¹<https://simbad.unistra.fr/simbad/>

4.9.1. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıfı İstatistiği

Üç yıldızlı barınak yıldızların ısıtma sınıflarına ait istatistiki dağılım yapılmıştır. Çizelge 4.18’de üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların ısıtma sınıflarının istatistiği verilmiştir.

Çizelge 4.18. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının İstatistiği

Işıtma Sınıfı	Barınak Yıldız Sayısı	Yüzdelik
Devler	1	%3
Altdevler	4	%12
Ana Kol	28	%82
Alt Cüceler	1	%3



Şekil 4.104. Üç Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının Dağılımı

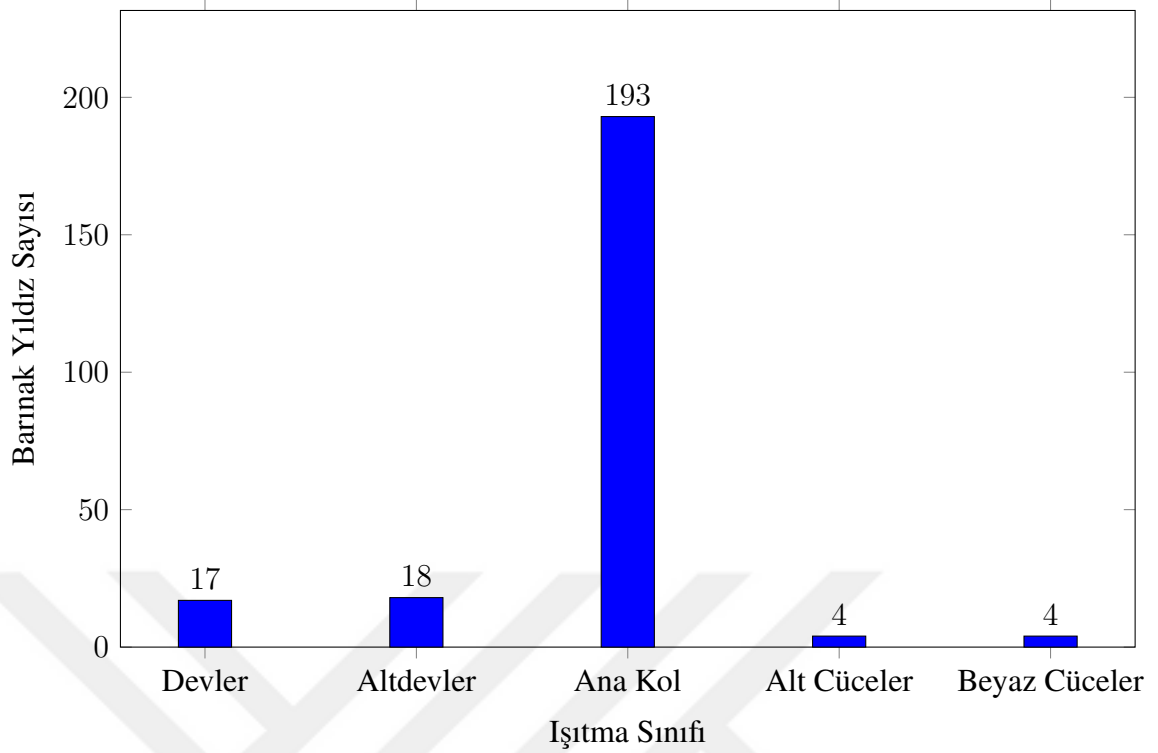
Şekil 4.104’de üç yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların ısıtma sınıflarının dağılımı verilmiştir. Burada çok büyük bir çoğunluğun ana kol yıldızı olduğu görülmektedir. Güneşimiz de bir ana kol yıldızıdır ve bu durumun benzerliği tespit edilmiştir.

4.9.2. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıfı İstatistiği

İki yıldızlı barınak yıldızların ısıtma sınıflarına ait istatistiki dağılım yapılmıştır. Çizelge 4.19’da iki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların ısıtma sınıflarının istatistiği verilmiştir.

Çizelge 4.19. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının İstatistiği

Işıtma Sınıfı	Barınak Yıldız Sayısı	Yüzdelik
Devler	17	%7
Altdevler	18	%8
Ana Kol	193	%82
Alt Cüceler	4	%1.5
Beyaz Cüceler	4	%1.5



Şekil 4.105. İki Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının Dağılımı

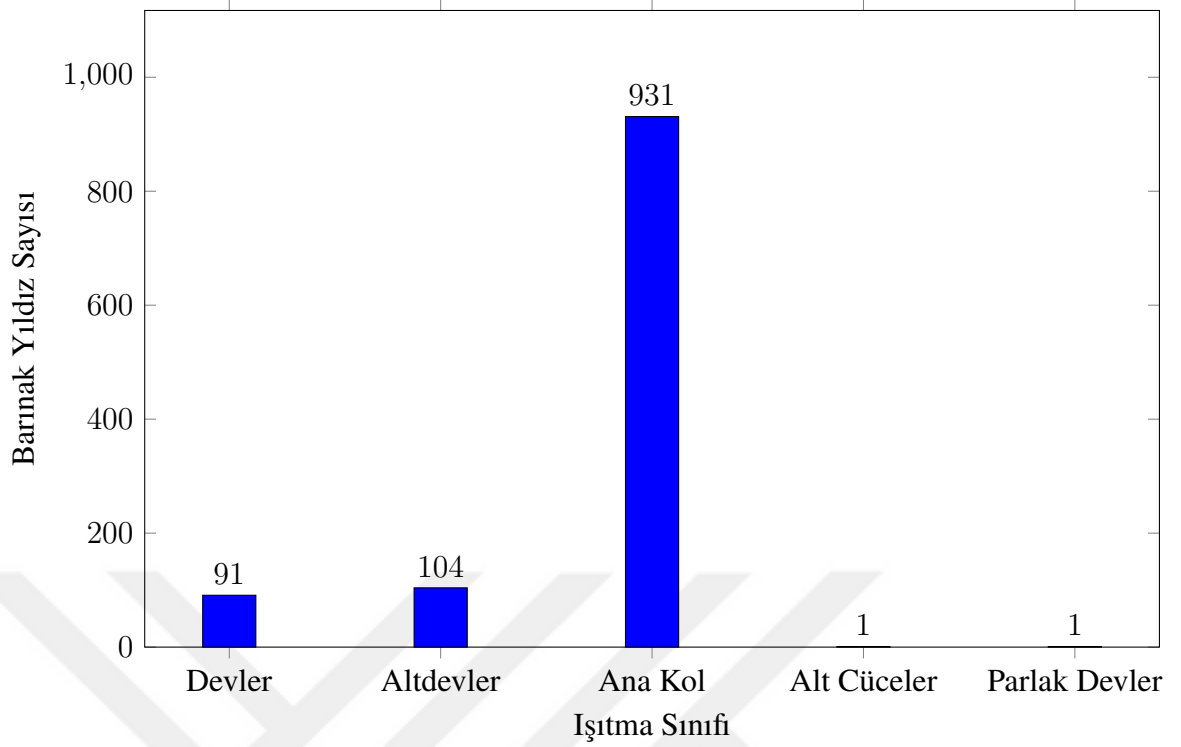
Şekil 4.105’de iki yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların ısıtma sınıflarının dağılımı verilmiştir. İki yıldızlı sistemlerde de durum benzerdir ve barınak yıldızların büyük bir çoğunluğu güneşimiz gibi ana kol yıldızlarıdır.

4.9.3. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıfı İstatistiği

Işıtma sınıfı bilinen tek yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızlara ait istatistiksel dağılım yapılmıştır. Çizelge 4.20’de tek yıldızlı sistemlerdeki barınak yıldızların ısıtma sınıflarının istatistiği verilmiştir.

Çizelge 4.20. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının İstatistiği

Işıtma Sınıfı	Barınak Yıldız Sayısı	Yüzdelik
Devler	91	%8
Altdevler	104	%9.2
Ana Kol	931	%82.6
Alt Cüceler	1	%0.1
Parlak Devler	1	%0.1



Şekil 4.106. Tek Yıldızlı Sistemlerdeki Barınak Yıldızların Işıtma Sınıflarının Dağılımı

Şekil 4.106'da tek yıldızlı sistemlerdeki ısıtma sınıfı bilenen barınak yıldızların dağılımı gösterilmiştir. Tek yıldızlı sistemlerin barınak yıldız bakımından Güneş ile benzerliği göz önüne alındığında, ötegezegen sistemlerinde de barınak yıldızların çok büyük çoğunluğunun ana kol yıldızları olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında tek, iki, üç ve dört yıldızlı yıldız-ötegezegen sistemleri incelenmiştir. Dört yıldızlı iki sistem olduğu tespit edilmiştir. Bu sistemler detaylı şekilde anlatılmış ancak istatistiksel hesaplara katılmamıştır. Üç yıldızlı sistemler için konfigürasyonlar tez kapsamında belirlenerek, gezegen yörüngeleri bu konfigürasyonlar yardımıyla isimlendirilmiştir. Aynı şekilde iki yıldızlı sistemler için literatürde halihazırda yapılmış olan konfigürasyon yardımıyla 1 Kasım 2022 tarihine kadar keşfedilmiş olan tüm sistemlerdeki ötegezegen yörüngeleri belirlenmiştir. Tek yıldızlı sistemlerde ise gezegen yörüngeleri Güneş sistemimizdeki gibi olduğu için böyle bir sınıflandırma yapılmamıştır. Ayrıca tüm sistemlerdeki barınak yıldızların tayf türleri, ısıtma sınıfları ve ötegezegenlerin keşif yöntemleri ile keşfedildikleri yıllar ile ilgili istatistikler detaylı olarak tez kapsamında belirtilmiştir.

Sınıflandırması yapılan üç yıldızlı sistemlerde, bir çift yıldız ile daha uzakta bir bileşenin ortak kütle merkezi etrafında dolandığı görülmüştür. Burada uzaktaki bileşenin kütlelerinin, çift yıldızın toplam kütlelerinden daha büyük olduğu ve gezegenin bu yıldızın etrafında dolandığı sistem sayısı incelenen 37 sistem içinde 20 olarak belirlenmiştir. Bu 20 sistemden ψ^1 Dra, 16 Cyg, GJ 667, HD 132563, HD 178911, KELT-4, KOI-13, LTT 1445, Proxima Cen, WASP-14 ve WD 1856+534 sistemlerinde gezegen kütle olarak çift yıldızla göre daha küçük olan uzaktaki yıldızların yörüngesinde dolanmaktadır. Geri kalan 9 sistemde ise gezegen bileşen kütlelerinden daha büyük kütleli olan çift yıldız bileşenlerinden birinin veya ikisinin birden etrafında (HW Vir) dolanmaktadır. Üç yıldızlı sistem içinde çift yıldızdan uzakta ayrık olan 3. bileşenin kütlelerinin büyük olduğu 17 sistemde ise ötegezegenlerin tamamı bu yıldız etrafında dolanmaktadır. Sonuç olarak eğer çift yıldızdan uzaktaki ayrık bileşenin kütlesi çift yıldızın toplam kütlelerinden büyükse, **ötegezegenlerin her zaman bu bileşen etrafında dolandığı tespit edilmiştir.** Tek bileşen etrafındaki yörünge daha kararlı olacağı için, **üç yıldızlı sistemlerde uzak bileşenin kütlelerinden bağımsız olarak gezegenler büyük bir oranda uzak tek bileşen etrafında oluşmaktadır.** Çift yıldız kütlelerine göre uzaktaki ayrık bileşen küçük kütleli de olsa yörünge kararlılığından dolayı 20 sistemin 11'inde ötegezegenler ayrık bileşen etrafında dolanmaktadır.

Yörünge tipleri ve konfigürasyonları literatürden alınan iki yıldızlı sistemlerde ise 272 ötegezegenine ait yörüngeler sınıflandırılmıştır. Bu gezegenlerden 212 tanesi büyük bileşenli yıldızın etrafında dolarken (S1 yörünge), 20 tanesi diğer bileşene göre daha küçük kütleli yıldızın etrafında dolanmaktadır (S2 yörünge). Ayrıca 40 ötegezegenin her iki bileşenin de etrafında dolandığı (P12) tespit edilmiştir.

Çok yıldızlı sistemlerde ötegezegenin çift bileşenlerden herhangi birinde veya her ikisinin birden etrafında dolanması pek beklenen bir durum değildir. Ötegezegenlerin yörüngesi diğer yıldızların kütleçekiminden dolayı sürekli olarak etkilenecektir. Bunun sonucunda ötegezegenin yörüngede kararlı şekilde dolanması zorlaşacaktır ve uzun süre

boyunca stabil bir yörüngede dolanması mümkün olmayacaktır.

Üç yıldızlı sistemlerde ısıtma sınıfı literatürden bulunan 34 barınak yıldızın 28'inin ana kol yıldızları olduğu görülmüştür. Aynı durum iki yıldızlı sistemlerde de mevcuttur. Toplamda 236 tane ısıtma sınıfı bilinen barınak yıldızın 193 tanesi ana kolda bulunmaktadır. Tek yıldızlarda da durum benzerdir ve burada 1128 ısıtma sınıfı bilinen sistemin 931 tanesinin ana kolda olduğu tespit edilmiştir.

Üç yıldızlı sistemlerdeki tayf türü bilinen barınak yıldızların sayısı 39 olarak bulunmuştur. Bu yıldızlardan 12'si F tayf türünden 11'i G tayf türünden ve 9 tanesinin K tayf türünden olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde bir benzerlik iki yıldızlı sistemlerde de görülmüştür. Burada tayf türü bilinen barınak yıldız sayısı 284 olarak belirlenmiştir. Bu sistemlerden F tayf türünde olan 58, G tayf türünde olan 98, K tayf türünde olan 64 ve M tayf türüne sahip 52 adet barınak yıldız olduğu görülmüştür.

Tek yıldızlarda ise tayf türü literatürden elde edilen 2698 barınak yıldız vardır. Bunların 405 tanesinin F, 1197 tanesinin G, 770 tanesinin K ve 298 tanesinin M tayf türünden olduğu görülmüştür. Özetle tüm yıldız-gezegen sistemlerindeki barınak yıldızların genel dağılımının ana kol yıldızları ve F-G-K-M tayf türlerinde olduğu tespit edilmiştir. Bunun en önemli sebebi seçim etkisidir. Keşiflerin büyük bir bölümünü yapan Kepler Uzay Teleskobunun taradığı gökyüzü alanında çoğunlukla Güneş benzeri yıldızlar vardır. Bu nedenle istatistiksel dağılımın bu şekilde çıkması beklenen bir durumdur ve bu tez kapsamında elde edilen sonuçlara seçim etkisinin etki ettiği görülmüştür.

Barınak yıldız bulunan sistemlerin tek, çift ve üçlü veya daha çok yıldızlı olarak sınıflandırılmasına ilişkin literatür çalışmaları ve tez kapsamında elde edilen sonuç çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Barınak Yıldızların Bulunduğu Sistem Tipleri

Tek Yıldızlı	İki Yıldızlı	Çok Yıldızlı	Referans
%77	%20	%3	Ragvahan vd. 2006
%83	%15	%2	Mugrauer ve Neuhäuser 2009
%88	%10	%2	Roell vd. 2012
%84.5	%14	%1.5	Mugrauer vd. 2021
%91	%8	%1	Bu çalışma

Çizelge 5.1'de görülen istatistiksel farklılıklar seçilen veri grubu, artan keşif sayıları ve keşfedilen barınak yıldızın ne tarz bir sistemde olduğuna bağlıdır. Tez kapsamında 1 Kasım 2022'ye kadar keşfedilen tüm sistemler için bu istatistiki bilgi ortaya çıkmıştır ve tüm sistemler içinde tek yıldızlı sistemlerin sayısının %91 ile en yüksek olduğu görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Addison, B. C. Tinney, C. G. Wright, D. J ve Bayliss, D., 2016. Spin-orbit Alignment for Three Transiting Hot Jupiters: WASP-103b, WASP-87b, and WASP-66b. *The Astrophysical Journal*, Volume 823(1):16 pp.
- Addison B., Wright D. J., Wittenmyer R. A., Horner J., Mengel M. W., Johns D., Marti C., vd., 2019. Minerva-Australis. I. Design, Commissioning, and First Photometric Results. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Volume 131.
- Ak, T. ve Eker, Z., 2009, TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi, Şubat sayısı: Sayfa 30.
- Almeida, L. A., Jablonski, F., Tello, J., Rodrigues, C. V. 2012. A photometric and spectroscopic study of NSVS 14256825: the second sdOB+dM eclipsing binary. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 423:478–485.
- Alonso R., Brown T. M., Torres G., Latham D. W., Sozzetti A., Mandushev G., Belmonte J. A., vd., 2004. TrES-1: The Transiting Planet of a Bright K0 V Star. *The Astrophysical Journal*, 613:L153–L156.
- Alsubai K., Tsvetanov Z. I., Latham D. W., Bieryla A., Esquerdo G. A., Mislis D., Pyrzas S., vd., 2018. Qatar Exoplanet Survey: Qatar-6b—A Grazing Transiting Hot Jupiter. *The Astronomical Journal*, 155.
- Anderson D. R., Collier Cameron A., Gillon M., Hellier C., Jehin E., Lendl M., Maxted P. F. L., vd., 2012. WASP-44b, WASP-45b and WASP-46b: three short-period, transiting extrasolar planets. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 422: 1988–1998.
- Anderson D. R., Collier Cameron A., Delrez L., Doyle A. P., Faedi F., Fumel A., Gillon M., vd., 2014. Three newly discovered sub-Jupiter-mass planets: WASP-69b and WASP-84b transit active K dwarfs and WASP-70Ab transits the evolved primary of a G4+K3 binary. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 445:1114–1129.
- Anderson D. R., Collier Cameron A., Hellier C., Lendl M., Lister T. A., Maxted P. F. L., Queloz D., vd., 2015. WASP-20b and WASP-28b: a hot Saturn and a hot Jupiter in near-aligned orbits around solar-type stars. *Astronomy and Astrophysics*, 575.
- Anglada-Escudé G., Arriagada P., Vogt S. S., Rivera E. J., Butler R. P., Crane J. D., Shectman S. A., vd., 2012. A Planetary System around the nearby M Dwarf GJ 667C with At Least One Super-Earth in Its Habitable Zone. *The Astrophysical Journal*, 751.

- Anglada-Escudé G., Tuomi M., Gerlach E., Barnes R., Heller R., Jenkins J. S., Wende S., vd., 2013. A dynamically-packed planetary system around GJ 667C with three super-Earths in its habitable zone. *Astronomy and Astrophysics*, 556.
- Anglada-Escudé G., Amado P. J., Barnes J., Berdiñas Z. M., Butler R. P., Coleman G. A. L., de La Cueva I., vd., 2016. A terrestrial planet candidate in a temperate orbit around Proxima Centauri. *Nature*, 536:437–440.
- Baines E. K., McAlister H. A., ten Brummelaar T. A., Sturmann J., Sturmann L., Turner N. H. ve Ridgway S. T., 2009. Eleven Exoplanet Host Star Angular Diameters from the Chara Array. *The Astrophysical Journal*, 701:154–162.
- Bakış, V., Eker, Z., Sarı, O., Yücel, G. ve Sonbaş, E., 2020. ASAS census of twins. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 496: 2605–2612.
- Bakış, V. ve Eker, Z., 2022. A Method of Improving Standard Stellar Luminosities with Multiband Standard Bolometric Corrections. *Acta Astronomica*, 72:195–232.
- Bakos G. Á., Pál A., Torres G., Sipőcz B., Latham D. W., Noyes R. W., Kovács G., vd., 2009. HAT-P-10b: A Light and Moderately Hot Jupiter Transiting A K Dwarf. *The Astrophysical Journal*, 696:1950–1955.
- Bakos, G. Á. Bakos G. Á., Hartman J. D., Torres G., Béky B., Latham D. W., Buchhave L. A., Csubry Z., vd., 2012. HAT-P-34b-HAT-P-37b: Four Transiting Planets More Massive than Jupiter Orbiting Moderately Bright Stars. *The Astronomical Journal*, 144.
- Barbato D., Sozzetti A., Desidera S., Damasso M., Bonomo A. S., Giacobbe P., Colombo L. S., vd., 2018. Exploring the realm of scaled solar system analogues with HARPS. *Astronomy and Astrophysics*, 615.
- Barbato D., Sozzetti A., Biazzo K., Malavolta L., Santos N. C., Damasso M., Lanza A. F., vd., 2019. The GAPS Programme with HARPS-N at TNG. XVIII. Two new giant planets around the metal-poor stars HD 220197 and HD 233832. *Astronomy and Astrophysics*, 621.
- Barber M. G., Mann A. W., Bush J. L., Tofflemire B. M., Kraus A. L., Krolikowski D. M., Vanderburg A., vd., 2022. Transit Hunt for Young and Maturing Exoplanets (THYME). VIII. A Pleiades-age Association Harboring Two Transiting Planetary Systems from Kepler. *The Astronomical Journal*, 164.
- Barclay T., Quintana E. V., Adams F. C., Ciardi D. R., Huber D., Foreman-Mackey D., Montet B. T., vd., 2015. The Five Planets in the Kepler-296 Binary System All Orbit the Primary: A Statistical and Analytical Analysis. *The Astrophysical Journal*, 809.

- Barnes J. R., Haswell C. A., Staab D., Anglada-Escudé G., Fossati L., Doherty J. P. J., Cooper J., vd., 2020. An ablating $2.6 M_{\oplus}$ planet in an eccentric binary from the Dispersed Matter Planet Project. *Nature Astronomy*, 4:419–426.
- Barros S. C. C., Brown D. J. A., Hébrard G., Gómez Maqueo Chew Y., Anderson D. R., Boumis P., Delrez L., vd., 2016. WASP-113b and WASP-114b, two inflated hot Jupiters with contrasting densities. *Astronomy and Astrophysics*, 593.
- Beatty T. G., Pepper J., Siverd R. J., Eastman J. D., Bieryla A., Latham D. W., Buchhave L. A., vd., 2012. KELT-2Ab: A Hot Jupiter Transiting the Bright ($V = 8.77$) Primary Star of a Binary System. *The Astrophysical Journal*, 756.
- Beaulieu J.-P., Bennett D. P., Fouqué P., Williams A., Dominik M., Jørgensen U. G., Kubas D., vd., 2006. Discovery of a cool planet of 5.5 Earth masses through gravitational microlensing. *Nature*, 439:437–440.
- Bechter E. B., Crepp J. R., Ngo H., Knutson H. A., Batygin K., Hinkley S., Muirhead P. S., vd., 2014. WASP-12b and HAT-P-8b are Members of Triple Star Systems. *The Astrophysical Journal*, 788.
- Béky B., Bakos G. Á., Hartman J., Torres G., Latham D. W., Jordán A., Arriagada P., vd., 2011. HAT-P-27b: A Hot Jupiter Transiting a G Star on a 3 Day Orbit. *The Astrophysical Journal*, 734.
- Beky, B., 2014. Development and Application of Tools to Characterize Transiting Astrophysical Systems. Ph.D. Thesis.
- Benatti S., Nardiello D., Malavolta L., Desidera S., Borsato L., Nascimbeni V., Damasso M., vd., 2019. A possibly inflated planet around the bright young star DS Tucanae A. *Astronomy and Astrophysics*, 630.
- Benavides, R., 2010. New Wide Common Proper Motion Binaries. *Journal of Double Star Observations*, 6:30–87.
- Benedict, G. F. ve Harrison, T. E. 2017. HD 202206: A Circumbinary Brown Dwarf System. *The Astronomical Journal*, 153.
- Bennett D. P., Rhie S. H., Udalski A., Gould A., Tsapras Y., Kubas D., Bond I. A., vd., 2016. The First Circumbinary Planet Found by Microlensing: OGLE-2007-BLG-349L(AB)c. *The Astronomical Journal*, 152.
- Benomar, O., Masuda, K., Shibahashi, H. ve Suto, Y. 2014. Determination of three-dimensional spin-orbit angle with joint analysis of asteroseismology, transit lightcurve, and the Rossiter-McLaughlin effect: Cases of HAT-P-7 and Kepler-25. *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 66.

- Berger, T. A., Howard, A. W. ve Boesgaard, A. M., 2018. Identifying Young Kepler Planet Host Stars from Keck-HIRES Spectra of Lithium. *The Astrophysical Journal*, 855.
- Berger, T. A., Schlieder, J. E. ve Huber, D., 2023. The Gaia-Kepler-TESS-Host Stellar Properties Catalog: Uniform Physical Parameters for 7993 Host Stars and 9324 Planets. *arXiv e-prints*.
- Bergfors C., Brandner W., Daemgen S., Biller B., Hippler S., Janson M., Kudryavtseva N., vd., 2013. Stellar companions to exoplanet host stars: Lucky Imaging of transiting planet hosts. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 428:182–189.
- Beuermann, K., Dreizler, S., Hessman, F. V. ve Deller, J., 2012. The quest for companions to post-common envelope binaries. III. A reexamination of HW Virginis. *Astronomy and Astrophysics*, 543.
- Bidelman, W. P., 1985. G.P. Kuiper's spectral classifications of proper-motion stars. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 59:197–227.
- Blunt S., Endl M., Weiss L. M., Cochran W. D., Howard A. W., MacQueen P. J., Fulton B. J., vd., 2019. Radial Velocity Discovery of an Eccentric Jovian World Orbiting at 18 au. *The Astronomical Journal*, 158.
- Boesgaard, A. M. ve Friel, E. D., 1990. Chemical composition of open clusters. I. Fe/H from high-resolution spectroscopy.. *The Astrophysical Journal*, 351:467.
- Bond, H. E., Bergeron, P. ve Bédard, A., 2017. Astrophysical Implications of a New Dynamical Mass for the Nearby White Dwarf 40 Eridani B. *The Astrophysical Journal*, 848.
- Bonfils X., Delfosse X., Udry S., Forveille T., Mayor M., Perrier C., Bouchy F., vd., 2013. The HARPS search for southern extra-solar planets. XXXI. The M-dwarf sample. *Astronomy and Astrophysics*, 549.
- Bonomo A. S., Desidera S., Benatti S., Borsa F., Crespi S., Damasso M., Lanza A. F., vd., 2017. The GAPS Programme with HARPS-N at TNG . XIV. Investigating giant planet migration history via improved eccentricity and mass determination for 231 transiting planets. *Astronomy and Astrophysics*, 602.
- Borucki W. J., Koch D. G., Basri G., Batalha N., Brown T. M., Bryson S. T., Caldwell D., vd., 2011. Characteristics of Planetary Candidates Observed by Kepler. II. Analysis of the First Four Months of Data. *The Astrophysical Journal*, 736.

- Bouma L. G., Kerr R., Curtis J. L., Isaacson H., Hillenbrand L. A., Howard A. W., Kraus A. L., vd., 2022. Kepler and the Behemoth: Three Mini-Neptunes in a 40 Million Year Old Association. *The Astronomical Journal*, 164.
- Bourrier V., Dumusque X., Dorn C., Henry G. W., Astudillo-Defru N., Rey J., Benneke B., vd., 2018. The 55 Cancri system reassessed. *Astronomy and Astrophysics*, 619.
- Buchhave L. A., Dressing C. D., Dumusque X., Rice K., Vanderburg A., Mortier A., Lopez-Morales M., vd., 2016. A 1.9 Earth Radius Rocky Planet and the Discovery of a Non-transiting Planet in the Kepler-20 System. *The Astronomical Journal*, 152.
- Buchhave L. A., Bakos G. Á., Hartman J. D., Torres G., Kovács G., Latham D. W., Noyes R. W., vd., 2010. HAT-P-16b: A 4 M_J Planet Transiting a Bright Star on an Eccentric Orbit. *The Astrophysical Journal*, 720:1118–1125.
- Buchhave L. A., Bakos G. Á., Hartman J. D., Torres G., Latham D. W., Andersen J., Kovács G., vd., 2011. Hat-P-28b and Hat-P-29b: Two Sub-Jupiter Mass Transiting Planets. *The Astrophysical Journal*, 733.
- Buldgen, G., Salmon, S. J. A. J., Reese, D. R. ve Dupret, M. A. 2016. In-depth study of 16CygB using inversion techniques. *Astronomy and Astrophysics*, 596.
- Burgasser A. J., Simcoe R. A., Bochanski J. J., Saumon D., Mamajek E. E., Cushing M. C., Marley M. S., vd., 2010. Clouds in the Coldest Brown Dwarfs: Fire Spectroscopy of Ross 458C. *The Astrophysical Journal*, 725:1405–1420.
- Burke C. J., McCullough P. R., Valenti J. A., Johns-Krull C. M., Janes K. A., Heasley J. N., Summers F. J., vd., 2007. XO-2b: Transiting Hot Jupiter in a Metal-rich Common Proper Motion Binary. *The Astrophysical Journal*, 671:2115–2128.
- Butler R. P., Marcy G. W., Williams E., Hauser H. ve Shirts P., 1997. Three New “51 Pegasi-Type” Planets. *The Astrophysical Journal*, 474:L115–L118.
- Butler R. P., Wright J. T., Marcy G. W., Fischer D. A., Vogt S. S., Tinney C. G., Jones H. R. A., vd., 2006. Catalog of Nearby Exoplanets. *The Astrophysical Journal*, 646:505–522.
- Bergfors C., Brandner W., Daemgen S., Biller B., Hippler S., Janson M., Kudryavtseva N., vd., 2013. Stellar companions to exoplanet host stars: Lucky Imaging of transiting planet hosts. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 428:182–189.

- Brown, T. M., Latham, D. W., Everett, M. E. ve Esquerdo, G. A., 2011. Kepler Input Catalog: Photometric Calibration and Stellar Classification. *The Astronomical Journal*, 142.
- Cadieux C., Doyon R., Plotnykov M., Hébrard G., Jahandar F., Artigau É., Valencia D., vd., 2022. TOI-1452 b: SPIRou and TESS Reveal a Super-Earth in a Temperate Orbit Transiting an M4 Dwarf. *The Astronomical Journal*, 164.
- Campante T. L., Barclay T., Swift J. J., Huber D., Adibekyan V. Z., Cochran W., Burke C. J., vd., 2015. An Ancient Extrasolar System with Five Sub-Earth-size Planets. *The Astrophysical Journal*, 799.
- Cañas C. I., Kanodia S., Bender C. F., Mahadevan S., Stefánsson G., Cochran W. D., Lin A. S. J., vd., 2022. TOI-3714 b and TOI-3629 b: Two Gas Giants Transiting M Dwarfs Confirmed with the Habitable-zone Planet Finder and NEID. *The Astronomical Journal*, 164.
- Cannon, A. J. ve Pickering, E., 1918. The Henry Draper (HD) Catalogue. Vol.91: 0h, 1h, 2h and 3h. *Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College*, 1918-1949, Cambridge, Mass.: Astronomical Observatory of Harvard College.
- Cardoso C. V., McCaughrean M. J., King R. R., Close L. M., Scholz R.-D., Lenzen R., Brandner W., vd., 2009. Dynamical masses for the nearest brown dwarf binary: ϵ Indi Ba, Bb. *15th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*, 1094:509–512.
- Carleo I., Gandolfi D., Barragán O., Livingston J. H., Persson C. M., Lam K. W. F., Vidotto A., vd., 2020. The Multiplanet System TOI-421. *The Astronomical Journal*, 160.
- Carleo I., Desidera S., Nardiello D., Malavolta L., Lanza A. F., Livingston J., Locci D., vd., 2021. The GAPS Programme at TNG. XXVIII. A pair of hot-Neptunes orbiting the young star TOI-942. *Astronomy and Astrophysics*, 645.
- Castro-González A., Díez Alonso E., Menéndez Blanco J., Livingston J., de Leon J. P., Lillo-Box J., Korth J., et al., 2022. The K2-OjOS Project: New and revisited planets and candidates in K2 campaigns 5, 16, & 18. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 509: 1075–1095.
- Chachan Y., Dalba P. A., Knutson H. A., Fulton B. J., Thorngren D., Beichman C., Ciardi D. R., vd., 2022. Kepler-167e as a Probe of the Formation Histories of Cold Giants with Inner Super-Earths. *The Astrophysical Journal*, 926.

- Chakrabarty, A. ve Sengupta, S., 2019. Precise Photometric Transit Follow-up Observations of Five Close-in Exoplanets: Update on Their Physical Properties. *The Astronomical Journal*, 158.
- Charbonneau, D., Brown, T. M., Latham, D. W. ve Mayor, M., 2000. Detection of Planetary Transits Across a Sun-like Star. *The Astronomical Journal*, 529:L45–L48.
- Chavero C., de la Reza R., Ghezzi L., Llorente de Andrés F., Pereira C. B., Giuppone C. ve Pinzón G., 2019. Emerging trends in metallicity and lithium properties of debris disc stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 487:3162–3177.
- Cheetham A., Ségransan D., Peretti S., Delisle J.-B., Hagelberg J., Beuzit J.-L., Forveille T., vd., 2018. Direct imaging of an ultracool substellar companion to the exoplanet host star HD 4113 A. *Astronomy and Astrophysics*, 614.
- Ciardi D. R., Crossfield I. J. M., Feinstein A. D., Schlieder J. E., Petigura E. A., David T. J., Bristow M., vd., 2018. K2-136: A Binary System in the Hyades Cluster Hosting a Neptune-sized Planet. *The Astronomical Journal*, 155.
- Ciceri, S., Lillo-Box, J., Southworth, J., Mancini, L., Henning, T. ve Barrado, D., 2015. Kepler-432 b: a massive planet in a highly eccentric orbit transiting a red giant. *Astronomy and Astrophysics*, 573.
- Cloutier R., Charbonneau D., Stassun K. G., Murgas F., Mortier A., Massey R., Lissauer J. J., vd., 2021. TOI-1634 b: An Ultra-short-period Keystone Planet Sitting inside the M-dwarf Radius Valley. *The Astronomical Journal*, 162.
- Cochran, W. D., Hatzes, A. P., Butler, R. P. ve Marcy, G. W., 1997. The Discovery of a Planetary Companion to 16 Cygni B. *The Astronomical Journal*, 483:457–463.
- Collier Cameron, A., Bruce, V. A., Miller, G. R. M., Triaud, A. H. M. J. ve Queloz, D., 2010. Line-profile tomography of exoplanet transits - I. The Doppler shadow of HD 189733b. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 403:151–158.
- Collier Cameron A., Bouchy F., Hébrard G., Maxted P., Pollacco D., Pont F., Skillen I., vd., 2007. WASP-1b and WASP-2b: two new transiting exoplanets detected with SuperWASP and SOPHIE. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 375:951–957.
- Correia A. C. M., Udry S., Mayor M., Eggenberger A., Naef D., Beuzit J.-L., Perrier C., vd., 2008. The ELODIE survey for northern extra-solar planets. IV. HD 196885, a close binary star with a 3.7-year planet. *Astronomy and Astrophysics*, 479:271–275.

- Cortés-Zuleta P., Rojo P., Wang S., Hinse T. C., Hoyer S., Sanhueza B., Correa-Amaro P., vd., 2020. TraMoS. V. Updated ephemeris and multi-epoch monitoring of the hot Jupiters WASP-18Ab, WASP-19b, and WASP-77Ab. *Astronomy and Astrophysics*, 636.
- Courcol B., Bouchy F., Pepe F., Santerne A., Delfosse X., Arnold L., Astudillo-Defru N., vd., 2015. The SOPHIE search for northern extrasolar planets. VII. A warm Neptune orbiting HD 164595. *Astronomy and Astrophysics*, 581.
- Cuntz, M., Luke, G. E., Millard, M. J., Boyle, L. ve Patel, S. D., 2022. An Early Catalog of Planet-hosting Multiple-star Systems of Order Three and Higher. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 263.
- Curiel, S., Ortiz-León, G. N., Mioduszewski, A. J. ve Sanchez-Bermudez, J. 2022. 3D Orbital Architecture of a Dwarf Binary System and Its Planetary Companion. *The Astronomical Journal*, 164.
- Currie T., Daemgen S., Debes J., Lafreniere D., Itoh Y., Jayawardhana R., Ratzka T., vd., 2014. Direct Imaging and Spectroscopy of a Candidate Companion Below/Near the Deuterium-burning Limit in the Young Binary Star System, ROXs 42B. *The Astronomical Journal*, 780.
- da Silva R., Udry S., Bouchy F., Moutou C., Mayor M., Beuzit J.-L., Bonfils X., vd., 2007. ELODIE metallicity-biased search for transiting Hot Jupiters. IV. Intermediate period planets orbiting the stars HD 43691 and HD 132406. *Astronomy and Astrophysics*, 473:323–328.
- Dai, F., Masuda, K., Winn, J. N. ve Zeng, L., 2019. Homogeneous Analysis of Hot Earths: Masses, Sizes, and Compositions. *The Astronomical Journal*, 883.
- Damasso M., Biazzo K., Bonomo A. S., Desidera S., Lanza A. F., Nascimbeni V., Esposito M., vd., 2015. The GAPS programme with HARPS-N at TNG. V. A comprehensive analysis of the XO-2 stellar and planetary systems. *Astronomy and Astrophysics*, 575.
- Dedrick C. M., Fulton B. J., Knutson H. A., Howard A. W., Beatty T. G., Cargile P. A., Gaudi B. S., vd., 2021. Two Planets Straddling the Habitable Zone of the Nearby K Dwarf Gl 414A. *The Astronomical Journal*, 161.
- Deacon N. R., Liu M. C., Magnier E. A., Aller K. M., Best W. M. J., Dupuy T., Bowler B. P., vd., 2014. Wide Cool and Ultracool Companions to Nearby Stars from Pan-STARRS 1. *The Astrophysical Journal*, 792.

- Deeg H. J., Moutou C., Erikson A., Csizmadia S., Tingley B., Barge P., Bruntt H., vd., 2010. A transiting giant planet with a temperature between 250K and 430K. *Nature*, 464:384–387.
- Delorme et al.(2013)]2013A&A...553L...5D Delorme P., Gagné J., Girard J. H., Lagrange A. M., Chauvin G., Naud M.-E., Lafrenière D., vd., 2013. Direct-imaging discovery of a 12-14 Jupiter-mass object orbiting a young binary system of very low-mass stars. *Astronomy and Astrophysics*, 553.
- Delrez L., Van Grootel V., Anderson D. R., Collier-Cameron A., Doyle A. P., Fumel A., Gillon M., vd., 2014. Transiting planets from WASP-South, Euler, and TRAPPIST. WASP-68 b, WASP-73 b, and WASP-88 b, three hot Jupiters transiting evolved solar-type stars. *Astronomy and Astrophysics*, 563.
- Desidera S., Carolo E., Gratton R., Martinez Fiorenzano A. F., Endl M., Mesa D., Barbieri M., vd., 2011. A giant planet in the triple system HD 132563. *Astronomy and Astrophysics*, 533.
- Desidera S., Bonomo A. S., Claudi R. U., Damasso M., Biazzo K., Sozzetti A., Marzari F., vd., 2014. The GAPS programme with HARPS-N at TNG. IV. A planetary system around XO-2S. *Astronomy and Astrophysics*, 567.
- Díaz R. F., Rey J., Demangeon O., Hébrard G., Boisse I., Arnold L., Astudillo-Defru N., vd., 2016. The SOPHIE search for northern extrasolar planets. XI. Three new companions and an orbit update: Giant planets in the habitable zone. *Astronomy and Astrophysics*, 591.
- Dorval P., Talens G. J. J., Otten G. P. P. L., Brahm R., Jordán A., Torres P., Vanzi L., vd., 2020. MASCARA-4 b/bRing-1 b: A retrograde hot Jupiter around a bright A-type star. *Astronomy and Astrophysics*, 635.
- Doyle L. R., Carter J. A., Fabrycky D. C., Slawson R. W., Howell S. B., Winn J. N., Orosz J. A., vd., 2011. Kepler-16: A Transiting Circumbinary Planet. *Science* 333:1602.
- Döllinger, M. P., Hatzes, A. P., Pasquini, L., Guenther, E. W., Hartmann, M. ve Girardi, L., 2009. Planetary companion candidates around the K giant stars 42 Draconis and HD 139 357. *Astronomy and Astrophysics*, 499:935–942.
- Dressing C. D., Vanderburg A., Schlieder J. E., Crossfield I. J. M., Knutson H. A., Newton E. R., Ciardi D. R., vd., 2017. Characterizing K2 Candidate Planetary Systems Orbiting Low-mass Stars. II. Planetary Systems Observed During Campaigns 1-7. *The Astronomical Journal*, 154.

- Dressing C. D., Hardegree-Ullman K., Schlieder J. E., Newton E. R., Vanderburg A., Feinstein A. D., Duvvuri G. M., vd., 2019. Characterizing K2 Candidate Planetary Systems Orbiting Low-mass Stars. IV. Updated Properties for 86 Cool Dwarfs Observed during Campaigns 1-17. *The Astronomical Journal*, 158.
- Drilling, J. S., Jeffery, C. S., Heber, U., Moehler, S. ve Napiwotzki, R., 2013. An MK-like system of spectral classification for hot subdwarfs. *Astronomy and Astrophysics*, 551.
- Dumusque X., Lovis C., Ségransan D., Mayor M., Udry S., Benz W., Bouchy F., vd., 2011. The HARPS search for southern extra-solar planets. XXX. Planetary systems around stars with solar-like magnetic cycles and short-term activity variation. *Astronomy and Astrophysics*, 535.
- Dupuy T. J., Kratter K. M., Kraus A. L., Isaacson H., Mann A. W., Ireland M. J., Howard A. W., et al., 2016. Orbital Architectures of Planet-hosting Binaries. I. Forming Five Small Planets in the Truncated Disk of Kepler-444A. *The Astrophysical Journal*, 817.
- Eastman J. D., Beatty T. G., Siverd R. J., Antognini J. M. O., Penny M. T., Gonzales E. J., Crepp J. R., vd., 2016. KELT-4Ab: An Inflated Hot Jupiter Transiting the Bright ($V \sim 10$) Component of a Hierarchical Triple. *The Astrophysical Journal*, 151.
- Eggenberger A., Mayor M., Naef D., Pepe F., Queloz D., Santos N. C., Udry S., vd., 2006. The CORALIE survey for southern extrasolar planets. XIV. HD 142022 b: a long-period planetary companion in a wide binary. *Astronomy and Astrophysics*, 447:1159–1163.
- Eggenberger A., Udry S., Chauvin G., Beuzit J.-L., Lagrange A.-M., Ségransan D. ve Mayor M., 2007. The impact of stellar duplicity on planet occurrence and properties. I. Observational results of a VLT/NACO search for stellar companions to 130 nearby stars with and without planets. *Astronomy and Astrophysics*, 474:273–291.
- Endl M., Brugamyer E. J., Cochran W. D., MacQueen P. J., Robertson P., Meschiari S., Ramirez I., vd., 2016. Two New Long-period Giant Planets from the McDonald Observatory Planet Search and Two Stars with Long-period Radial Velocity Signals Related to Stellar Activity Cycles. *The Astrophysical Journal*, 818.
- Esmer, E. M., Baştürk, Ö., Hinse, T. C., Selam, S. O. ve Correia, A. C. M., 2021. Revisiting the analysis of HW Virginis eclipse timing data. I. A frequentist data modeling approach and a dynamical stability analysis. *Astronomy and Astrophysics*, 648.

- Esmer, E. M., Baştürk, Ö., Selam, S. O. ve Aliş, S., 2022. Detection of two additional circumbinary planets around Kepler-451. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 511:5207–5216.
- Espinoza N., Bayliss D., Hartman J. D., Bakos G. Á., Jordán A., Zhou G., Mancini L., vd., 2016. HATS-25b through HATS-30b: A Half-dozen New Inflated Transiting Hot Jupiters from the HATSouth Survey. *The Astrophysical Journal*, 152.
- Espinoza N., Hartman J. D., Bakos G. Á., Henning T., Bayliss D., Bento J., Bhatti W., vd., 2019. HATS-54b-HATS-58Ab: Five New Transiting Hot Jupiters Including One with a Possible Temperate Companion. *The Astronomical Journal*, 158.
- Esteves, L. J., De Mooij, E. J. W. ve Jayawardhana, R., 2015. Changing Phases of Alien Worlds: Probing Atmospheres of Kepler Planets with High-precision Photometry. *The Astrophysical Journal*, 804.
- Faedi F., Staley T., Gómez Maqueo Chew Y., Pollacco D., Dhital S., Barros S. C. C., Skillen I., vd., 2013. Lucky imaging of transiting planet host stars with LuckyCam. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 433:2097–2106.
- Faedi F., Staley T., Gómez Maqueo Chew Y., Pollacco D., Dhital S., Barros S. C. C., Skillen I., vd., 2013. Lucky imaging of transiting planet host stars with LuckyCam. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 433:2097–2106.
- Faigler, S., Tal-Or, L., Mazeh, T., Latham, D. W. ve Buchhave, L. A., 2013. BEER Analysis of Kepler and CoRoT Light Curves. I. Discovery of Kepler-76b: A Hot Jupiter with Evidence for Superrotation. *The Astrophysical Journal*, 771.
- Feinstein A. D., Schlieder J. E., Livingston J. H., Ciardi D. R., Howard A. W., Arnold L., Barentsen G., vd., 2019. K2-288Bb: A Small Temperate Planet in a Low-mass Binary System Discovered by Citizen Scientists. *The Astronomical Journal*, 157.
- Feng F., Butler R. P., Vogt S. S., Clement M. S., Tinney C. G., Cui K., Aizawa M., vd., 2022. 3D Selection of 167 Substellar Companions to Nearby Stars. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 262.
- Feng F., Anglada-Escudé G., Tuomi M., Jones H. R. A., Chanamé J., Butler P. R. ve Janson M., 2019. Detection of the nearest Jupiter analogue in radial velocity and astrometry data. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 490:5002–5016.
- Fischer D. A., Marcy G. W., Butler R. P., Vogt S. S., Henry G. W., Pourbaix D., Walp B., vd., 2003. A Planetary Companion to HD 40979 and Additional Planets Orbiting HD 12661 and HD 38529. *The Astrophysical Journal*, 586:1394–1408.

- Fischer D. A., Laughlin G., Marcy G. W., Butler R. P., Vogt S. S., Johnson J. A., Henry G. W., vd., 2006. The N2K Consortium. III. Short-Period Planets Orbiting HD 149143 and HD 109749. *The Astrophysical Journal*, 637:1094–1101.
- Fischer D. A., Vogt S. S., Marcy G. W., Butler R. P., Sato B., Henry G. W., Robinson S., vd., 2007. Five Intermediate-Period Planets from the N2K Sample. *The Astrophysical Journal*, 669:1336–1344.
- Fischer D., Driscoll P., Isaacson H., Giguere M., Marcy G. W., Valenti J., Wright J. T., vd., 2009. Five Planets and an Independent Confirmation of HD 196885Ab from Lick Observatory. *The Astrophysical Journal*, 703:1545–1556.
- Forveille T., Bonfils X., Lo Curto G., Delfosse X., Udry S., Bouchy F., Lovis C., vd., 2011. The HARPS search for southern extra-solar planets. XXVI. Two giant planets around M0 dwarfs. *Astronomy and Astrophysics*, 526.
- Frasca A., Molenda-Żakowicz J., De Cat P., Catanzaro G., Fu J. N., Ren A. B., Luo A. L., et al., 2016. Activity indicators and stellar parameters of the Kepler targets. An application of the ROTFIT pipeline to LAMOST-Kepler stellar spectra. *Astronomy and Astrophysics*, 594.
- Gaia Collaboration, Brown A. G. A., Vallenari A., Prusti T., de Bruijne J. H. J., Babusiaux C., Bailer-Jones C. A. L., vd., 2018. Gaia Data Release 2. Summary of the contents and survey properties. *Astronomy and Astrophysics*, 616.
- Garrison, R. F. ve Beattie, B., 1998. The BRIGHTEST STARS: A Revision of the RASC Observer's Handbook Table. *American Astronomical Society Meeting Abstracts*, 192.
- Gaudi B. S., Stassun K. G., Collins K. A., Beatty T. G., Zhou G., Latham D. W., Bieryla A., vd., 2017. A giant planet undergoing extreme-ultraviolet irradiation by its hot massive-star host. *Nature*, 546:514–518.
- Gauza B., Béjar V. J. S., Pérez-Garrido A., Zapatero Osorio M. R., Lodieu N., Rebolo R., Pallé E., vd., 2015. Discovery of a Young Planetary Mass Companion to the Nearby M Dwarf VHS J125601.92-125723.9. *The Astrophysical Journal*, 804.
- Getley, A. K., Carter, B., King, R. ve O'Toole, S., 2017. Evidence for a planetary mass third body orbiting the binary star KIC 5095269. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 468:2932–2937.
- Gettel S., Charbonneau D., Dressing C. D., Buchhave L. A., Dumusque X., Vanderburg A., Bonomo A. S., vd., 2016. The Kepler-454 System: A Small, Not-rocky Inner Planet, a Jovian World, and a Distant Companion. *The Astrophysical Journal*, 816.

- Ghezzi, L., Cunha, K., Smith, V. V., de Araújo, F. X., Schuler, S. C. ve de la Reza, R., 2010. Stellar Parameters and Metallicities of Stars Hosting Jovian and Neptunian Mass Planets: A Possible Dependence of Planetary Mass on Metallicity. *The Astrophysical Journal*, 720:1290–1302.
- Giguere M. J., Fischer D. A., Howard A. W., Johnson J. A., Henry G. W., Wright J. T., Marcy G. W., vd., 2012. A High-eccentricity Component in the Double-planet System around HD 163607 and a Planet around HD 164509. *The Astrophysical Journal*, 744.
- Gilliland R. L., Marcy G. W., Rowe J. F., Rogers L., Torres G., Fressin F., Lopez E. D., vd., 2013. Kepler-68: Three Planets, One with a Density between that of Earth and Ice Giants. *The Astrophysical Journal*, 766.
- Gillon M., Lanotte A. A., Barman T., Miller N., Demory B.-O., Deleuil M., Montalbán J., vd., 2010. The thermal emission of the young and massive planet CoRoT-2b at 4.5 and 8 μm . *Astronomy and Astrophysics*, 511.
- Gillon M., Anderson D. R., Collier-Cameron A., Doyle A. P., Fumel A., Hellier C., Jehin E., vd., 2013. WASP-64 b and WASP-72 b: two new transiting highly irradiated giant planets. *Astronomy and Astrophysics*, 552.
- Ginski, C., Mugrauer, M., Seeliger, M. ve Eisenbeiss, T., 2012. A lucky imaging multiplicity study of exoplanet host stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 421:2498–2509.
- Gómez Maqueo Chew Y., Faedi F., Pollacco D., Brown D. J. A., Doyle A. P., Collier Cameron A., Gillon M., vd., 2013. Discovery of WASP-65b and WASP-75b: Two hot Jupiters without highly inflated radii. *Astronomy and Astrophysics*, 559.
- González-Álvarez E., Petralia A., Micela G., Maldonado J., Affer L., Maggio A., Covino E., vd., 2021. HADES RV Programme with HARPS-N at TNG. XIII. A sub-Neptune around the M dwarf GJ 720 A. *Astronomy and Astrophysics*, 649.
- González-Álvarez E., Zapatero Osorio M. R., Caballero J. A., Sanz-Forcada J., Béjar V. J. S., González-Cuesta L., Dreizler S., vd., 2020. The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. A super-Earth planet orbiting HD 79211 (GJ 338 B). *Astronomy and Astrophysics*, 637.
- Gould A., Udalski A., Shin I.-G., Porritt I., Skowron J., Han C., Yee J. C., vd., 2014. A terrestrial planet in a ~ 1 -AU orbit around one member of a ~ 15 -AU binary. *Science*, 345:46–49.

- Goździewski K., Słowikowska A., Dimitrov D., Krzeszowski K., Żejmo M., Kanbach G., Burwitz V., vd., 2015. The HU Aqr planetary system hypothesis revisited. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 448:1118–1136.
- Gray R. O., Corbally C. J., Garrison R. F., McFadden M. T., Bubar E. J., McGahee C. E., O'Donoghue A. A., vd., 2006. Contributions to the Nearby Stars (NStars) Project: Spectroscopy of Stars Earlier than M0 within 40 pc-The Southern Sample. *The Astronomical Journal*, 132:161–170.
- Grievies N., Ge J., Thomas N., Willis K., Ma B., Lorenzo-Oliveira D., Queiroz A. B. A., vd., 2018. Chemo-kinematics of the Milky Way from the SDSS-III MARVELS survey. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 481:3244–3265.
- Grziwa S., Gandolfi D., Csizmadia S., Fridlund M., Parviainen H., Deeg H. J., Cabrera J., vd., 2016. K2-31B, a Grazing Transiting Hot Jupiter on a 1.26-day Orbit around a Bright G7V Star. *The Astronomical Journal*, 152.
- Guenther, E. W., Hartmann, M., Esposito, M., Hatzes, A. P., Cusano, F. ve Gandolfi, D., 2009. A substellar component orbiting the F-star 30 Arietis B. *Astronomy and Astrophysics*, 507:1659–1665.
- Günther M. N., Queloz D., Gillen E., Delrez L., Bouchy F., McCormac J., Smalley B., vd., 2018. Unmasking the hidden NGTS-3Ab: a hot Jupiter in an unresolved binary system. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 478:4720–4737.
- Haghighipour, N. ve Raymond, S. N., 2007. Habitable Planet Formation in Binary Planetary Systems. *The Astrophysical Journal*, 666:436–446.
- Haghighipour, N., Butler, R. P., Rivera, E. J., Henry, G. W. ve Vogt, S. S., 2012. The Lick-Carnegie Survey: A New Two-planet System around the Star HD 207832. *The Astrophysical Journal*, 756.
- Han C., Gould A., Hirao Y., Lee C.-U., Albrow M. D., Chung S.-J., Hwang K.-H., vd., 2021. KMT-2021-BLG-0322: Severe degeneracy between triple-lens and higher-order binary-lens interpretations. *Astronomy and Astrophysics*, 655.
- Han C., Udalski A., Gould A., Lee C.-U., Shvartzvald Y., Zang W. C., Mao S., vd., 2017. OGLE-2016-BLG-0613LABb: A Microlensing Planet in a Binary System. *The Astronomical Journal*, 154.
- Han C., Lee C.-U., Udalski A., Gould A., Bond I. A., AUTHORS L., Albrow M. D., vd., 2020. OGLE-2018-BLG-1700L: Microlensing Planet in Binary Stellar System. *The Astronomical Journal*, 159.

- Han C., Udalski A., Lee C.-U., Kim D., Ryu Y.-H., Albrow M. D., Chung S.-J., vd., 2021. OGLE-2019-BLG-0304: Competing Interpretations between a Planet-binary Model and a Binary-source + Binary-lens Model. *The Astronomical Journal*, 162.
- Han, I., Lee, B. C., Kim, K. M., Mkrtichian, D. E., Hatzes, A. P. ve Valyavin, G., 2010. Detection of a planetary companion around the giant star γ^1 Leonis. *Astronomy and Astrophysics*, 509.
- Hartman J. D., Bakos G. Á., Torres G., Latham D. W., Kovács G., Béky B., Quinn S. N., vd., 2011. HAT-P-32b and HAT-P-33b: Two Highly Inflated Hot Jupiters Transiting High-jitter Stars. *The Astrophysical Journal*, 742.
- Hartman J. D., Bakos G. Á., Béky B., Torres G., Latham D. W., Csubry Z., Penev K., vd., 2012. HAT-P-39b-HAT-P-41b: Three Highly Inflated Transiting Hot Jupiters. *The Astronomical Journal*, 144.
- Hartman J. D., Bakos G. Á., Buchhave L. A., Torres G., Latham D. W., Kovács G., Bhatti W., vd., 2015. HAT-P-57b: A Short-period Giant Planet Transiting a Bright Rapidly Rotating A8V Star Confirmed Via Doppler Tomography. *The Astronomical Journal*, 150.
- Hartman J. D., Bakos G. Á., Bayliss D., Bento J., Bhatti W., Brahm R., Csubry Z., vd., 2019. HATS-60b-HATS-69b: 10 Transiting Planets from HATSouth. *The Astronomical Journal*, 157.
- Hartman J. D., Jordán A., Bayliss D., Bakos G. Á., Bento J., Bhatti W., Brahm R., vd., 2020. HATS-47b, HATS-48Ab, HATS-49b, and HATS-72b: Four Warm Giant Planets Transiting K Dwarfs. *The Astronomical Journal*, 159.
- Hatzes A. P., Cochran W. D., Endl M., Guenther E. W., MacQueen P., Hartmann M., Zechmeister M., vd., 2015. Long-lived, long-period radial velocity variations in Aldebaran: A planetary companion and stellar activity. *Astronomy and Astrophysics*, 580.
- Hebb L., Collier-Cameron A., Loeillet B., Pollacco D., Hébrard G., Street R. A., Bouchy F., vd., 2009. WASP-12b: The Hottest Transiting Extrasolar Planet Yet Discovered. *The Astrophysical Journal*, 693:1920–1928.
- Hébrard G., Arnold L., Forveille T., Correia A. C. M., Laskar J., Bonfils X., Boisse I., vd., 2016. The SOPHIE search for northern extrasolar planets. X. Detection and characterization of giant planets by the dozen. *Astronomy and Astrophysics*, 588.

- Hébrard, G. and 32 colleagues 2013. WASP-52b, WASP-58b, WASP-59b, and WASP-60b: Four new transiting close-in giant planets. *Astronomy and Astrophysics*, 549.
- Hellier C., Anderson D. R., Bouchy F., Burdanov A., Collier Cameron A., Delrez L., Gillon M., vd., 2019. New transiting hot Jupiters discovered by WASP-South, Euler/CORALIE, and TRAPPIST-South. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 482:1379–1391.
- Hellier C., Anderson D. R., Collier Cameron A., Doyle A. P., Fumel A., Gillon M., Jehin E., vd., 2012. Seven transiting hot Jupiters from WASP-South, Euler and TRAPPIST: WASP-47b, WASP-55b, WASP-61b, WASP-62b, WASP-63b, WASP-66b and WASP-67b. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 426:739–750.
- Hellier C., Anderson D. R., Collier Cameron A., Delrez L., Gillon M., Jehin E., Lendl M., vd., 2014. Transiting hot Jupiters from WASP-South, Euler and TRAPPIST: WASP-95b to WASP-101b. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 440:1982–1992.
- Hellier C., Anderson D. R., Collier Cameron A., Delrez L., Gillon M., Jehin E., Lendl M., vd., 2017. WASP-South transiting exoplanets: WASP-130b, WASP-131b, WASP-132b, WASP-139b, WASP-140b, WASP-141b and WASP-142b. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 465:3693–3707.
- Hirano T., Dai F., Gandolfi D., Fukui A., Livingston J. H., Miyakawa K., Endl M., vd., 2018. Exoplanets around Low-mass Stars Unveiled by K2. *The Astronomical Journal*, 155.
- Hjorth M., Justesen A. B., Hirano T., Albrecht S., Gandolfi D., Dai F., Alonso R., vd., 2019. K2-290: a warm Jupiter and a mini-Neptune in a triple-star system. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 484:3522–3536.
- Horner, J., Marshall, J. P., Wittenmyer, R. A. ve Tinney, C. G., 2011. A dynamical analysis of the proposed HU Aquarii planetary system. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 416:L11–L15.
- Horner, J., Hinse, T. C., Wittenmyer, R. A., Marshall, J. P. ve Tinney, C. G. 2012. A dynamical analysis of the proposed circumbinary HW Virginis planetary system. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 427:2812–2823.
- Houk, N. ve Smith-Moore, M., 1988. Michigan Catalogue of Two-dimensional Spectral Types for the HD Stars. Volume 4, Declinations $-26^{\circ}.0$ to $-12^{\circ}.0$. Michigan Catalogue of Two-dimensional Spectral Types for the HD Stars. Volume

- 4, Declinations $-26^{\circ}.0$ to $-12^{\circ}.0$. N. Houk, M. Smith-Moore. Department of Astronomy, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109-1090, USA. 14+505 pp. Price US 25.00 (USA, Canada), US 28.00 (Foreign) (1988).
- Houk, N. ve Swift, C., 1999. Michigan catalogue of two-dimensional spectral types for the HD Stars ; vol. 5. "Michigan catalogue of two-dimensional spectral types for the HD Stars ; vol. 5. By Nancy Houk and Carrie Swift. Ann Arbor, Michigan : Department of Astronomy, University of Michigan, 1999. ("This is the fifth of a projected seven volumes in a program of systematic reclassification of the Henry Draper stars on the MK system..." (preface).)".
- Howard A. W., Johnson J. A., Marcy G. W., Fischer D. A., Wright J. T., Bernat D., Henry G. W., vd., 2010. The California Planet Survey. I. Four New Giant Exoplanets. *The Astrophysical Journal*, 721:1467–1481.
- Howard A. W., Marcy G. W., Fischer D. A., Isaacson H., Muirhead P. S., Henry G. W., Boyajian T. S., vd., 2014. The NASA-UC-UH ETA-Earth Program. IV. A Low-mass Planet Orbiting an M Dwarf 3.6 PC from Earth. *The Astrophysical Journal*, 794.
- Howell S. B., Sobeck C., Haas M., Still M., Barclay T., Mullally F., Troeltzsch J., vd., 2014. The K2 Mission: Characterization and Early Results. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 126:398.
- https://astro-canada.ca/le_telescope_spatial_most-the_most_space_telescope-eng [Son erisim tarihi: 22.05.2023]
- https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/COROT/COROT_on_its_way [Son erisim tarihi: 25.05.2023]
- <https://www.eso.org/public/belgium-fr/images/eso0722e/?lang> [Son erisim tarihi: 07.05.2023]
- exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/historic-timeline/ [Son erisim tarihi: 07.05.2023]
- <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu> [Son erisim tarihi: 17.06.2023]
- <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/overview/> [Son erisim tarihi: 17.06.2023]
- <https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/historic-timeline/#first-light-from-an-exoplanet-observed> [Son erisim tarihi: 11.05.2023]
- <https://exoplanets.nasa.gov/faq/31/whats-a-transit/> [Son erisim tarihi: 28.05.2023]
- <https://hubblesite.org> [Son erisim tarihi: 27.05.2023]

- https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/neutron_stars1.html [Son erişim tarihi: 28.07.2023]
- <https://www.jpl.nasa.gov/images/pia21422-trappist-1-planet-lineup> [Son erişim tarihi: 25.05.2023]
- <https://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-s-tess-mission-cleared-for-next-development-phase> [Son erişim tarihi: 25.05.2023]
- <https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-celebrates-the-legacy-of-the-spitzer-space-telescope> [Son erişim tarihi: 21.05.2023]
- <https://www.nasa.gov/jpl/planet-reared-by-four-parent-stars> [Son erişim tarihi: 18.05.2023]
- https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/about [Son erişim tarihi: 17.05.2023]
- https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/story/index.html [Son erişim tarihi: 13.06.2023]
- https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/overview/index.html [Son erişim tarihi: 10.05.2023]
- <https://www.nasa.gov/topics/universe/features/exoplanet20100414-a.html> [Son erişim tarihi: 13.05.2023]
- <https://www.nobelprize.org/uploads/2019/10/advanced-physicsprize2019-3.pdf> [Son erişim tarihi: 07.05.2023]
- <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803095627663> [Son erişim tarihi: 27.07.2023]
- <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/how-do-astronomers-actually-find-exoplanets-180950105/> [Son erişim tarihi: 27.07.2023]
- <https://solarsystem.nasa.gov/missions/james-webb-space-telescope/in-depth/> [Son erişim tarihi: 27.05.2023]
- Janson M., Gratton R., Rodet L., Vigan A., Bonnefoy M., Delorme P., Mamajek E. E., vd., 2021. A wide-orbit giant planet in the high-mass ϵ Centauri binary system. *Nature*, 600:231–234.
- Jenkins J. S., Jones H. R. A., Tuomi M., Díaz M., Cordero J. P., Aguayo A., Pantoja B., vd., 2017. New planetary systems from the Calan-Hertfordshire Extrasolar Planet Search. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 466:443–473.

- Jeong G., Lee B.-C., Han I., Omiya M., Izumiura H., Sato B., Harakawa H., vd., 2018. Detection of planet candidates around K giants. HD 40956, HD 111591, and HD 113996. *Astronomy and Astrophysics*, 610.
- Jofré E., Petrucci R., Saffe C., Saker L., Artur de la Villarmois E., Chavero C., Gómez M., vd., 2015. Stellar parameters and chemical abundances of 223 evolved stars with and without planets. *Astronomy and Astrophysics*, 574.
- Johns D., Reed P. A., Rodriguez J. E., Pepper J., Stassun K. G., Penev K., Gaudi B. S., vd., 2019. KELT-23Ab: A Hot Jupiter Transiting a Near-solar Twin Close to the TESS and JWST Continuous Viewing Zones. *The Astronomical Journal*, 158.
- Johnson J. A., Marcy G. W., Fischer D. A., Henry G. W., Wright J. T., Isaacson H. ve McCarthy C., 2006. An Eccentric Hot Jupiter Orbiting the Subgiant HD 185269. *The Astrophysical Journal*, 652:1724–1728.
- Johnson J. A., Marcy G. W., Fischer D. A., Laughlin G., Butler R. P., Henry G. W., Valenti J. A., vd., 2006. The N2K Consortium. VI. Doppler Shifts without Templates and Three New Short-Period Planets. *The Astrophysical Journal*, 647:600–611.
- Johnson J. A., Bowler B. P., Howard A. W., Henry G. W., Marcy G. W., Isaacson H., Brewer J. M., vd., 2010. A Hot Jupiter Orbiting the $1.7 M_{\text{sun}}$ Subgiant HD 102956. *The Astrophysical Journal*, 721:L153–L157.
- Johnson J. A., Howard A. W., Bowler B. P., Henry G. W., Marcy G. W., Wright J. T., Fischer D. A., vd., 2010. Retired A Stars and Their Companions. IV. Seven Jovian Exoplanets from Keck Observatory. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 122:701.
- Johnson J. A., Winn J. N., Bakos G. Á., Hartman J. D., Morton T. D., Torres G., Kovács G., vd., 2011. HAT-P-30b: A Transiting Hot Jupiter on a Highly Oblique Orbit. *The Astrophysical Journal*, 735.
- Johnson J. A., Clanton C., Howard A. W., Bowler B. P., Henry G. W., Marcy G. W., Crepp J. R., vd., 2011. Retired A Stars and Their Companions. VII. 18 New Jovian Planets. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 197.
- Johnson, M. C., Cochran, W. D., Albrecht, S., Dodson-Robinson, S. E., Winn, J. N. ve Gullikson, K., 2014. A Misaligned Prograde Orbit for Kepler-13 Ab via Doppler Tomography. *The Astrophysical Journal* 790.
- Jones H. R. A., Paul Butler R., Marcy G. W., Tinney C. G., Penny A. J., McCarthy C. ve Carter B. D., 2002. Extrasolar planets around HD 196050, HD 216437 and HD 160691. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 337:1170–1178.

- Jones M. I., Jenkins J. S., Brahm R., Wittenmyer R. A., Olivares E. F., Melo C. H. F., Rojo P., vd., 2016. Four new planets around giant stars and the mass-metallicity correlation of planet-hosting stars. *Astronomy and Astrophysics*, 590.
- Jordán A., Bakos G. Á., Bayliss D., Bento J., Bhatti W., Brahm R., Csubry Z., vd., 2020. HATS-37Ab and HATS-38b: Two Transiting Hot Neptunes in the Desert. *The Astronomical Journal*, 160.
- Jordán A., Hartman J. D., Bayliss D., Bakos G. Á., Brahm R., Bryant E. M., Csubry Z., vd., 2022. HATS-74Ab, HATS-75b, HATS-76b, and HATS-77b: Four Transiting Giant Planets Around K and M Dwarfs. *The Astronomical Journal*, 163.
- Joshi Y. C., Pollacco D., Collier Cameron A., Skillen I., Simpson E., Steele I., Street R. A., vd., 2009. WASP-14b: 7.3 M_J transiting planet in an eccentric orbit. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 392:1532–1538.
- Kaminski A., Trifonov T., Caballero J. A., Quirrenbach A., Ribas I., Reiners A., Amado P. J., vd., 2018. The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. A Neptune-mass planet traversing the habitable zone around HD 180617. *Astronomy and Astrophysics*, 618.
- Kane S. R., Howard A. W., Pilyavsky G., Mahadevan S., Henry G. W., von Braun K., Ciardi D. R., vd., 2011. Improved Orbital Parameters and Transit Monitoring for HD 156846b. *The Astrophysical Journal*, 733.
- Kane S. R., Barclay T., Hartmann M., Hatzes A. P., Jensen E. L. N., Ciardi D. R., Huber D., vd., 2015. On the Stellar Companion to the Exoplanet Hosting Star 30 Arietis B. *The Astrophysical Journal*, 815.
- Kane S. R., Wittenmyer R. A., Hinkel N. R., Roy A., Mahadevan S., Dragomir D., Matthews J. M., vd., 2016. Evidence for Reflected Light from the Most Eccentric Exoplanet Known. *The Astrophysical Journal*, 821.
- Kemmer J., Stock S., Kossakowski D., Kaminski A., Molaverdikhani K., Schlecker M., Caballero J. A., vd., 2020. Discovery of a hot, transiting, Earth-sized planet and a second temperate, non-transiting planet around the M4 dwarf GJ 3473 (TOI-488). *Astronomy and Astrophysics*, 642.
- Kipping D. M., Torres G., Henze C., Teachey A., Isaacson H., Petigura E., Marcy G. W., vd., 2016. A Transiting Jupiter Analog. *The Astrophysical Journal*, 820.
- Kipping D. M., Bakos G. Á., Hartman J., Torres G., Shporer A., Latham D. W., Kovács G., vd., 2010. HAT-P-24b: An Inflated Hot Jupiter on a 3.36 Day Period Transiting a Hot, Metal-poor Star. *The Astrophysical Journal*, 725:2017–2028.

- Kossakowski D., Kemmer J., Bluhm P., Stock S., Caballero J. A., Béjar V. J. S., Guillén C. C., vd., 2021. TOI-1201 b: A mini-Neptune transiting a bright and moderately young M dwarf. *Astronomy and Astrophysics*, 656.
- Kostov V. B., McCullough P. R., Carter J. A., Deleuil M., Díaz R. F., Fabrycky D. C., Hébrard G., vd., 2014. Kepler-413b: A Slightly Misaligned, Neptune-size Transiting Circumbinary Planet. *The Astrophysical Journal*, 784.
- Kostov V. B., Orosz J. A., Welsh W. F., Doyle L. R., Fabrycky D. C., Haghighipour N., Quarles B., vd., 2016. Kepler-1647b: The Largest and Longest-period Kepler Transiting Circumbinary Planet. *The Astrophysical Journal*, 827.
- Kostov V. B., Powell B. P., Orosz J. A., Welsh W. F., Cochran W., Collins K. A., Endl M., vd., 2021. TIC 172900988: A Transiting Circumbinary Planet Detected in One Sector of TESS Data. *The Astronomical Journal*, 162.
- Kovács G., Bakos G. Á., Torres G., Sozzetti A., Latham D. W., Noyes R. W., Butler R. P., vd., 2007. HAT-P-4b: A Metal-rich Low-Density Transiting Hot Jupiter. *The Astrophysical Journal*, 670:L41–L44.
- Kraus A. L., Ireland M. J., Cieza L. A., Hinkley S., Dupuy T. J., Bowler B. P. ve Liu M. C., 2014. Three Wide Planetary-mass Companions to FW Tau, ROXs 12, and ROXs 42B. *The Astrophysical Journal*, 781.
- Kuang R., Zang W., Jung Y. K., Udalski A., Yang H., Mao S., Albrow M. D., vd., 2022. OGLE-2019-BLG-1470LABc: Another microlensing giant planet in a binary system?. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 516:1704–1720.
- Kuzuhara, M., Tamura, M., Ishii, M., Kudo, T., Nishiyama, S., and Kandori, R., “The Widest-separation Substellar Companion Candidate to a Binary T Tauri Star”, *The Astronomical Journal*, vol. 141, no. 4, 2011. doi:10.1088/0004-6256/141/4/119.
- Labadie-Bartz J., Rodriguez J. E., Stassun K. G., Ciardi D. R., Penev K., Johnson M. C., Gaudi B. S., vd., 2019. KELT-22Ab: A Massive, Short-Period Hot Jupiter Transiting a Near-solar Twin. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 240.
- Lam K. W. F., Faedi F., Brown D. J. A., Anderson D. R., Delrez L., Gillon M., Hébrard G., vd., 2017. From dense hot Jupiter to low-density Neptune: The discovery of WASP-127b, WASP-136b, and WASP-138b. *Astronomy and Astrophysics*, 599.
- Lam K. W. F., Santerne A., Sousa S. G., Vigan A., Armstrong D. J., Barros S. C. C., Brügger B., vd., 2018. K2-265 b: a transiting rocky super-Earth. *Astronomy and Astrophysics*, 620.

- Latham D. W., Bakos G. Á., Torres G., Stefanik R. P., Noyes R. W., Kovács G., Pál A., vd., 2009. Discovery of a Transiting Planet and Eight Eclipsing Binaries in HATNet Field G205. *The Astrophysical Journal*, 704:1107–1119.
- Lee J. W., Kim S.-L., Kim C.-H., Koch R. H., Lee C.-U., Kim H.-I. ve Park J.-H., 2009. The sdB+M Eclipsing System HW Virginis and its Circumbinary Planets. *The Astronomical Journal*, 137:3181–3190.
- Lee, B.-C., Han, I., Park, M.-G., Mkrtichian, D. E., Hatzes, A. P. ve Kim, K.-M., 2014. Planetary companions in K giants β Cancris, μ Leonis, and β Ursae Minoris. *Astronomy and Astrophysics*, 566.
- Lendl M., Anderson D. R., Bonfanti A., Bouchy F., Burdanov A., Collier Cameron A., Delrez L., vd., 2019. WASP-147b, 160Bb, 164b, and 165b: two hot Saturns and two Jupiters, including two planets with metal-rich hosts. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 482:301–312.
- Lendl M., Anderson D. R., Collier-Cameron A., Doyle A. P., Gillon M., Hellier C., Jehin E., vd., 2012. WASP-42 b and WASP-49 b: two new transiting sub-Jupiters. *Astronomy and Astrophysics*, 544.
- Li Y., Brandt T. D., Brandt G. M., Dupuy T. J., Michalik D., Jensen-Clem R., Zeng Y., vd., 2021. Precise Masses and Orbits for Nine Radial-velocity Exoplanets. *The Astronomical Journal*, 162.
- Lillo-Box J., Lopez T. A., Santerne A., Nielsen L. D., Barros S. C. C., Deleuil M., Acuña L., vd., 2020. Masses for the seven planets in K2-32 and K2-233. Four diverse planets in resonant chain and the first young rocky worlds. *Astronomy and Astrophysics*, 640.
- Liu Y.-J., Sato B., Zhao G., Noguchi K., Wang H., Kambe E., Ando H., vd., 2008. A Substellar Companion to the Intermediate-Mass Giant 11 Comae. *The Astrophysical Journal*, 672:553–557.
- Lo Curto G., Mayor M., Benz W., Bouchy F., Hébrard G., Lovis C., Moutou C., vd., 2013. The HARPS search for southern extra-solar planets . XXXII. New multi-planet systems in the HARPS volume limited sample: a super-Earth and a Neptune in the habitable zone. *Astronomy and Astrophysics*, 551.
- Lo Curto G., Mayor M., Clausen J. V., Benz W., Bouchy F., Lovis C., Moutou C., vd., 2006. The HARPS search for southern extra-solar planets. VII. A very hot Jupiter orbiting HD 212301. *Astronomy and Astrophysics*, 451:345–350.
- López-Morales, M. and 38 colleagues 2016. Kepler-21b: A Rocky Planet Around a $V = 8.25$ Magnitude Star. *The Astronomical Journal*, 152.

- Lorimer, D. R., 1998. Binary and Millisecond Pulsars. *Living Reviews in Relativity*, 1.
- Lovis C., Mayor M., Bouchy F., Pepe F., Queloz D., Santos N. C., Udry S., vd., 2005. The HARPS search for southern extra-solar planets. III. Three Saturn-mass planets around HD 93083, HD 101930 and HD 102117. *Astronomy and Astrophysics*, 437:1121–1126.
- Ma B., Ge J., Wolszczan A., Muterspaugh M. W., Lee B., Henry G. W., Schneider D. P., vd., 2016. Very Low-mass Stellar and Substellar Companions to Solar-like Stars from MARVELS. VI. A Giant Planet and a Brown Dwarf Candidate in a Close Binary System HD 87646. *The Astronomical Journal*, 152.
- Ma B., Ge J., Muterspaugh M., Singer M. A., Henry G. W., González Hernández J. I., Sithajan S., vd., 2018. The first super-Earth detection from the high cadence and high radial velocity precision Dharma Planet Survey. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 480:2411–2422.
- Macintosh B., Graham J. R., Barman T., De Rosa R. J., Konopacky Q., Marley M. S., Marois C., vd., 2015. Discovery and spectroscopy of the young jovian planet 51 Eri b with the Gemini Planet Imager. *Science*, 350:64–67.
- Malavolta L., Nascimbeni V., Piotto G., Quinn S. N., Borsato L., Granata V., Bonomo A. S., vd., 2016. The GAPS programme with HARPS-N at TNG. XI. Pr 0211 in M 44: the first multi-planet system in an open cluster. *Astronomy and Astrophysics*, 588.
- Mancini L., Giordano M., Mollière P., Southworth J., Brahm R., Ciceri S. ve Henning T., 2016. An optical transmission spectrum of the transiting hot Jupiter in the metal-poor WASP-98 planetary system. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 461:1053–1061.
- Mancini L., Esposito M., Covino E., Raia G., Southworth J., Tregloan-Reed J., Biazzo K., vd., 2015. The GAPS Programme with HARPS-N at TNG. VIII. Observations of the Rossiter-McLaughlin effect and characterisation of the transiting planetary systems HAT-P-36 and WASP-11/HAT-P-10. *Astronomy and Astrophysics*, 579.
- Mancini L., Esposito M., Covino E., Southworth J., Biazzo K., Bruni I., Ciceri S., vd., 2018. The GAPS programme with HARPS-N at TNG. XVI. Measurement of the Rossiter-McLaughlin effect of transiting planetary systems HAT-P-3, HAT-P-12, HAT-P-22, WASP-39, and WASP-60. *Astronomy and Astrophysics*, 613.
- Mandushev, G. and 14 colleagues 2007. TrES-4: A Transiting Hot Jupiter of Very Low Density. *The Astrophysical Journal*, 667:L195–L198.

- Marcy G. W., Butler R. P., Vogt S. S., Fischer D. A., Henry G. W., Laughlin G., Wright J. T., vd., 2005. Five New Extrasolar Planets. *The Astrophysical Journal*, 619:570–584.
- Marmier M., Ségransan D., Udry S., Mayor M., Pepe F., Queloz D., Lovis C., vd., 2013. The CORALIE survey for southern extrasolar planets. XVII. New and updated long period and massive planets. *Astronomy and Astrophysics*, 551.
- Martin D. V., El-Badry K., Hodžić V. K., Triaud A. H. M. J., Angus R., Birky J., Foreman-Mackey D., vd., 2021. TOI-1259Ab - a gas giant planet with 2.7 per cent deep transits and a bound white dwarf companion. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 507:4132–4148.
- Marois C., Macintosh B., Barman T., Zuckerman B., Song I., Patience J., Lafrenière D., vd., 2008. Direct Imaging of Multiple Planets Orbiting the Star HR 8799. *Science*, 322:1348.
- Marois, C., Zuckerman, B., Konopacky, Q. M., Macintosh, B. ve Barman, T., 2010. Images of a fourth planet orbiting HR 8799. *Nature*, 468:1080–1083.
- Mason, B. D., Wycoff, G. L., Hartkopf, W. I., Douglass, G. G. ve Worley, C. E., 2001. The 2001 US Naval Observatory Double Star CD-ROM. I. The Washington Double Star Catalog. *The Astronomical Journal*, 122:3466–3471.
- Mason, B. D., Hartkopf, W. I. ve Miles K. N., 2017. Binary Star Orbits. V. The Nearby White Dwarf/Red Dwarf Pair 40 Eri BC. *The Astronomical Journal*, 154.
- Maxted P. F. L., Anderson D. R., Collier Cameron A., Delrez L., Gillon M., Hellier C., Jehin E., vd., 2016. Five transiting hot Jupiters discovered using WASP-South, Euler, and TRAPPIST: WASP-119 b, WASP-124 b, WASP-126 b, WASP-129 b, and WASP-133 b. *Astronomy and Astrophysics*, 591.
- Maxted P. F. L., Anderson D. R., Collier Cameron A., Doyle A. P., Fumel A., Gillon M., Hellier C., vd., 2013. WASP-77 Ab: A Transiting Hot Jupiter Planet in a Wide Binary System. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 125:48.
- Mayo A. W., Rajpaul V. M., Buchhave L. A., Dressing C. D., Mortier A., Zeng L., Fortenbach C. D., vd., 2019. An 11 Earth-mass, Long-period Sub-Neptune Orbiting a Sun-like Star. *The Astronomical Journal*, 158.
- Mayor, M. ve Queloz, D., 1995. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. *Nature*, 378:355–359.
- Mayor M., Udry S., Naef D., Pepe F., Queloz D., Santos N. C. ve Burnet M., 2004. The CORALIE survey for southern extra-solar planets. XII. Orbital solutions for

- 16 extra-solar planets discovered with CORALIE. *Astronomy and Astrophysics*, 415:391–402.
- 1987AJ.....93..183M McAlister, H. A., Hartkopf, W. I., Hutter, D. J., Shara, M. M., Franz ve O. G., 1987. ICCD Speckle Observations of Binary Stars. I. A Survey for Duplicity Among the Bright Stars. *The Astronomical Journal*, 93:183.
- McArthur, B. E. and 6 colleagues 2010. New Observational Constraints on the ν Andromedae System with Data from the Hubble Space Telescope and Hobby-Eberly Telescope. *The Astrophysical Journal*, 715:1203–1220.
- McLeod K. K., Rodriguez J. E., Oelkers R. J., Collins K. A., Bieryla A., Fulton B. J., Stassun K. G., vd., 2017. KELT-18b: Puffy Planet, Hot Host, Probably Perturbed. *The Astronomical Journal*, 153.
- Ment, K., Fischer, D. A., Bakos, G., Howard, A. W. ve Isaacson, H., 2018. Radial Velocities from the N2K Project: Six New Cold Gas Giant Planets Orbiting HD 55696, HD 98736, HD 148164, HD 203473, and HD 211810. *The Astronomical Journal*, 156.
- Mitchell, D. S., Frink, S., Quirrenbach, A., Fischer, D. A., Marcy, G. W. ve Butler, R. P., 2003. Four Substellar Companions Found Around K Giant Stars. *American Astronomical Society Meeting Abstracts*.
- Mitchell, D. S., Reffert, S., Trifonov, T., Quirrenbach, A., Fischer, D. A. 2013. Precise radial velocities of giant stars. V. A brown dwarf and a planet orbiting the K giant stars τ Geminorum and 91 Aquarii. *Astronomy and Astrophysics*, 555.
- Močnik, T., Clark, B. J. M., Anderson, D. R., Hellier, C., Brown, ve D. J. A., 2016. Starspots on WASP-85. *The Astronomical Journal*, 151.
- Molenda-Żakowicz J., Sousa S. G., Frasca A., Uytterhoeven K., Briquet M., Van Winckel H., Drobek D., vd., 2013. Atmospheric parameters of 169 F-, G-, K- and M-type stars in the Kepler field. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 434:1422–1434.
- Montet B. T., Bowler B. P., Shkolnik E. L., Deck K. M., Wang J., Horch E. P., Liu M. C., vd., 2015. Dynamical Masses of Young M Dwarfs: Masses and Orbital Parameters of GJ 3305 AB, the Wide Binary Companion to the Imaged Exoplanet Host 51 Eri. *The Astrophysical Journal*, 813.
- Mortier A., Santos N. C., Sousa S. G., Fernandes J. M., Adibekyan V. Z., Delgado Mena E., Montalto M., vd., 2013. New and updated stellar parameters for 90 transit hosts. The effect of the surface gravity. *Astronomy and Astrophysics*, 558.

- Morton T. D., Bryson S. T., Coughlin J. L., Rowe J. F., Ravichandran G., Petigura E. A., Haas M. R., vd., 2016. False Positive Probabilities for all Kepler Objects of Interest: 1284 Newly Validated Planets and 428 Likely False Positives. *The Astrophysical Journal*, 822.
- Moutou C., Mayor M., Bouchy F., Lovis C., Pepe F., Queloz D., Santos N. C., vd., 2005. The HARPS search for southern extra-solar planets. IV. Three close-in planets around HD 2638, HD 27894 and HD 63454. *Astronomy and Astrophysics*, 439:367–373.
- Moutou, C. and 12 colleagues 2011. The HARPS search for southern extra-solar planets. XXVII. Seven new planetary systems. *Astronomy and Astrophysics*, 527.
- Moutou C., Lo Curto G., Mayor M., Bouchy F., Benz W., Lovis C., Naef D., vd., 2015. The HARPS search for southern extra-solar planets. XXXVII. Five new long-period giant planets and a system update. *Astronomy and Astrophysics*, 576.
- Mugrauer, M., Neuhäuser, R., Seifahrt, A., Mazeh, T. ve Guenther, E., 2005. Four new wide binaries among exoplanet host stars. *Astronomy and Astrophysics*, 440:1051–1060.
- Mugrauer, M., Neuhäuser, R. ve Mazeh, T., 2007. The multiplicity of exoplanet host stars. Spectroscopic confirmation of the companions GJ 3021 B and HD 27442 B, one new planet host triple-star system, and global statistics. *Astronomy and Astrophysics*, 469:755–770.
- Mugrauer, M., Ginski, C. ve Seeliger, M., 2014. New wide stellar companions of exoplanet host stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 439:1063–1070.
- Mugrauer, M., Michel, K.-U. ve Zander, J., 2021. ESA-Gaia Multiplicity Study of Exoplanet Host Stars. *The Star-Planet Connection*.
- Mugrauer, M. ve Neuhäuser, R., 2009. The multiplicity of exoplanet host stars. New low-mass stellar companions of the exoplanet host stars HD 125612 and HD 212301. *Astronomy and Astrophysics*, 494:373–378.
- Mugrauer, M. ve Ginski, C., 2015. High-contrast imaging search for stellar and substellar companions of exoplanet host stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 450:3127–3136.
- Muirhead P. S., Becker J., Feiden G. A., Rojas-Ayala B., Vanderburg A., Price E. M., Thorp R., vd., 2014. Characterizing the Cool KOIs. VI. H- and K-band Spectra of Kepler M Dwarf Planet-candidate Hosts. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 213.

- Muirhead, P. S., Hamren, K., Schlawin, E., Rojas-Ayala, B., Covey, K. R. Lloyd, ve J. P., 2012. Characterizing the Cool Kepler Objects of Interests. New Effective Temperatures, Metallicities, Masses, and Radii of Low-mass Kepler Planet-candidate Host Stars. *The Astrophysical Journal*, 750.
- Murphy, S. J., Bedding ve T. R. ve Shibahashi, H., 2016. A Planet in an 840 Day Orbit around a Kepler Main-sequence A Star Found from Phase Modulation of Its Pulsations. *The Astrophysical Journal*, 827.
- Naef D., Mayor M., Pepe F., Queloz D., Santos N. C., Udry S. ve Burnet M., 2001. The CORALIE survey for southern extrasolar planets. V. 3 new extrasolar planets. *Astronomy and Astrophysics*, 375:205–218.
- Naef D., Mayor M., Lo Curto G., Bouchy F., Lovis C., Moutou C., Benz W., vd., 2010. The HARPS search for southern extrasolar planets. XXIII. 8 planetary companions to low-activity solar-type stars. *Astronomy and Astrophysics*, 523.
- Nesvorný, D., Kipping, D. M., Buchhave, L. A., Bakos, G. Á., Hartman, J. ve Schmitt, A. R., 2012. The Detection and Characterization of a Nontransiting Planet by Transit Timing Variations. *Science*, 336:1133.
- Neveu-VanMalle, M. and 19 colleagues 2014. WASP-94 A and B planets: hot-Jupiter cousins in a twin-star system. *Astronomy and Astrophysics*, 572.
- Newton E. R., Mann A. W., Kraus A. L., Livingston J. H., Vanderburg A., Curtis J. L., Thao P. C., vd., 2021. TESS Hunt for Young and Maturing Exoplanets (THYME). IV. Three Small Planets Orbiting a 120 Myr Old Star in the Pisces-Eridanus Stream. *The Astronomical Journal*, 161.
- Ngo H., Knutson H. A., Hinkley S., Crepp J. R., Bechter E. B., Batygin K., Howard A. W., vd., 2015. Friends of Hot Jupiters. II. No Correspondence between Hot-jupiter Spin-Orbit Misalignment and the Incidence of Directly Imaged Stellar Companions. *The Astronomical Journal*, 800.
- Nielsen L. D., Brahm R., Bouchy F., Espinoza N., Turner O., Rappaport S., Pearce L., vd., 2020. Three short-period Jupiters from TESS. HIP 65Ab, TOI-157b, and TOI-169b. *Astronomy and Astrophysics*, 639.
- Nikolov, N., “Hubble Space Telescope hot Jupiter transmission spectral survey: a detection of Na and strong optical absorption in HAT-P-1b”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 437, no. 1, pp. 46–66, 2014. doi:10.1093/mnras/stt1859.
- Nowak G., Luque R., Parviainen H., Pallé E., Molaverdikhani K., Béjar V. J. S., Lillo-Box J., vd., 2020. The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs.

- Two planets on opposite sides of the radius gap transiting the nearby M dwarf LTT 3780. *Astronomy and Astrophysics*, 642.
- Oberst T. E., Rodriguez J. E., Colón K. D., Angerhausen D., Bieryla A., Ngo H., Stevens D. J., vd., 2017. KELT-16b: A Highly Irradiated, Ultra-short Period Hot Jupiter Nearing Tidal Disruption. *The Astronomical Journal*, 153.
- O'Donovan F. T., Charbonneau D., Mandushev G., Dunham E. W., Latham D. W., Torres G., Sozzetti A., vd., 2006. TrES-2: The First Transiting Planet in the Kepler Field. *The Astrophysical Journal*, 651:L61–L64.
- Omiya M., Han I., Izumioura H., Lee B.-C., Sato B., Kim K.-M., Yoon T. S., vd., 2012. A Planetary Companion to the Intermediate-Mass Giant HD 100655. *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 64.
- Orosz J. A., Welsh W. F., Carter J. A., Fabrycky D. C., Cochran W. D., Endl M., Ford E. B., vd., 2012. Kepler-47: A Transiting Circumbinary Multiplanet System. *Science*, 337:1511.
- Orosz J. A., Welsh W. F., Carter J. A., Brugamyer E., Buchhave L. A., Cochran W. D., Endl M., vd., 2012. The Neptune-sized Circumbinary Planet Kepler-38b. *The Astrophysical Journal*, 758.
- Ortiz M., Reffert S., Trifonov T., Quirrenbach A., Mitchell D. S., Nowak G., Buenzli E., vd., 2016. Precise radial velocities of giant stars. IX. HD 59686 Ab: a massive circumstellar planet orbiting a giant star in a 13.6 au eccentric binary system. *Astronomy and Astrophysics*, 595.
- O'Toole S., Tinney C. G., Butler R. P., Jones H. R. A., Bailey J., Carter B. D., Vogt S. S., vd., 2009. A Neptune-mass Planet Orbiting the Nearby G Dwarf HD 16417. *The Astrophysical Journal*, 697:1263–1268.
- Paredes L. A., Henry T. J., Quinn S. N., Gies D. R., Hinojosa-Goni R., James H.-S., Jao W.-C., vd., 2021. The Solar Neighborhood XLVIII: Nine Giant Planets Orbiting Nearby K Dwarfs, and the CHIRON Spectrograph's Radial Velocity Performance. *The Astronomical Journal*, 162.
- Parsons S. G., Marsh T. R., Copperwheat C. M., Dhillon V. S., Littlefair S. P., Hickman R. D. G., Maxted P. F. L., vd., 2010. Orbital period variations in eclipsing post-common-envelope binaries. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 407:2362–2382.
- Parsons S. G., Marsh T. R., Copperwheat C. M., Dhillon V. S., Littlefair S. P., Gänsicke B. T. ve Hickman R., 2010. Precise mass and radius values for the white dwarf

- and low mass M dwarf in the pre-cataclysmic binary NN Serpentis. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 402:2591–2608.
- Peek K. M. G., Johnson J. A., Fischer D. A., Marcy G. W., Henry G. W., Howard A. W., Wright J. T., vd., 2009. Old, Rich, and Eccentric: Two Jovian Planets Orbiting Evolved Metal-Rich Stars. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 121:613.
- Pepper J., Siverd R. J., Beatty T. G., Gaudi B. S., Stassun K. G., Eastman J., Collins K., vd., 2013. KELT-3b: A Hot Jupiter Transiting a $V = 9.8$ Late-F Star. *The Astrophysical Journal*, 773.
- Perger M., Scandariato G., Ribas I., Morales J. C., Affer L., Azzaro M., Amado P. J., vd., 2019. Gliese 49: activity evolution and detection of a super-Earth. A HADES and CARMENES collaboration. *Astronomy and Astrophysics*, 624.
- Petigura E. A., Sinukoff E., Lopez E. D., Crossfield I. J. M., Howard A. W., Brewer J. M., Fulton B. J., vd., 2017. Four Sub-Saturns with Dissimilar Densities: Windows into Planetary Cores and Envelopes. *The Astronomical Journal*, 153.
- Pinte C., van der Plas G., Ménard F., Price D. J., Christiaens V., Hill T., Mentiplay D., vd., 2019. Kinematic detection of a planet carving a gap in a protoplanetary disk. *Nature Astronomy*, 3:1109–1114.
- Poleski R., Skowron J., Udalski A., Han C., Kozłowski S., Wyrzykowski Ł., Dong S., vd., 2014. Triple Microlens OGLE-2008-BLG-092L: Binary Stellar System with a Circumprimary Uranus-type Planet. *The Astrophysical Journal*, 795.
- Pollacco D., Skillen I., Collier Cameron A., Loeillet B., Stempels H. C., Bouchy F., Gibson N. P., vd., 2008. WASP-3b: a strongly irradiated transiting gas-giant planet. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 385:1576–1584.
- Poppenhaeger, K. ve Wolk, S. J., 2014. Indications for an influence of hot Jupiters on the rotation and activity of their host stars. *Astronomy and Astrophysics*, 565.
- Potter S. B., Romero-Colmenero E., Ramsay G., Crawford S., Gulbis A., Barway S., Zietsman E., vd., 2011. Possible detection of two giant extrasolar planets orbiting the eclipsing polar UZ Fornacis. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 416:2202–2211.
- Pourbaix D., Nidever D., McCarthy C., Butler R. P., Tinney C. G., Marcy G. W., Jones H. R. A., vd., 2002. Constraining the difference in convective blueshift between the components of alpha Centauri with precise radial velocities. *Astronomy and Astrophysics*, 386:280–285.

- Qian, S.-B., Liu, L., Zhu, L.-Y., Dai, Z.-B., Fernández Lajús, E., Baume ve G. L., 2012. A circumbinary planet in orbit around the short-period white dwarf eclipsing binary RR Cae. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 422:L24–L27.
- Qian, S.-B., Zhu, L.-Y., Dai, Z.-B., Fernández-Lajús, E., Xiang, F.-Y., He ve J.-J., 2012. Circumbinary Planets Orbiting the Rapidly Pulsating Subdwarf B-type Binary NY Vir. *The Astrophysical Journal*, 745.
- Queloz, D. and 13 colleagues 2010. WASP-8b: a retrograde transiting planet in a multiple system. *Astronomy and Astrophysics*, 517.
- Quinn S. N., White T. R., Latham D. W., Chaplin W. J., Handberg R., Huber D., Kipping D. M., vd., 2015. Kepler-432: A Red Giant Interacting with One of its Two Long-period Giant Planets. *The Astrophysical Journal*, 803.
- Quinn S. N., White R. J., Latham D. W., Buchhave L. A., Cantrell J. R., Dahm S. E., Fűrész G., vd., 2012. Two “b”s in the Beehive: The Discovery of the First Hot Jupiters in an Open Cluster. *The Astrophysical Journal*, 756.
- Raghavan D., Henry T. J., Mason B. D., Subasavage J. P., Jao W.-C., Beaulieu T. D. ve Hambly N. C., 2006. Two Suns in The Sky: Stellar Multiplicity in Exoplanet Systems. *The Astrophysical Journal*, 646:523–542.
- Raghavan D., McAlister H. A., Henry T. J., Latham D. W., Marcy G. W., Mason B. D., Gies D. R., vd., 2010. A Survey of Stellar Families: Multiplicity of Solar-type Stars. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 190:1–42.
- Rains, A. D., Ireland, M. J., White, T. R., Casagrande, L. ve Karovicova, I. 2020. Precision angular diameters for 16 southern stars with VLTI/PIONIER. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 493:2377–2394.
- Rauw, G., Sana, H., Gosset, E., Vreux, J.-M., Jehin, E. ve Parmentier, G., 2000. A new orbital solution for the massive binary system HD 93403. *Astronomy and Astrophysics*, 360:1003–1010.
- Reiners A., Ribas I., Zechmeister M., Caballero J. A., Trifonov T., Dreizler S., Morales J. C., vd., 2018. The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. HD147379 b: A nearby Neptune in the temperate zone of an early-M dwarf. *Astronomy and Astrophysics*, 609.
- Roberts L. C., Tokovinin A., Mason B. D., Riddle R. L., Hartkopf W. I., Law N. M. ve Baranec C., 2015. Know the Star, Know the Planet. III. Discovery of Late-Type Companions to Two Exoplanet Host Stars. *The Astronomical Journal*, 149.

- Roberts L. C., Oppenheimer R., Crepp J. R., Baranec C., Beichman C., Brenner D., Burruss R., vd., 2015. Know the Star, Know the Planet. V. Characterization of the Stellar Companion to the Exoplanet Host Star HD 177830. *The Astronomical Journal*, 150.
- Robertson P., Endl M., Cochran W. D., MacQueen P. J., Wittenmyer R. A., Horner J., Brugamyer E. J., vd., 2012. The McDonald Observatory Planet Search: New Long-period Giant Planets and Two Interacting Jupiters in the HD 155358 System. *The Astrophysical Journal*, 749.
- Rodriguez J. E., Becker J. C., Eastman J. D., Hadden S., Vanderburg A., Khain T., Quinn S. N., vd., 2018. A Compact Multi-planet System with a Significantly Misaligned Ultra Short Period Planet. *The Astronomical Journal*, 156.
- Rodriguez J. E., Colón K. D., Stassun K. G., Wright D., Cargile P. A., Bayliss D., Pepper J., vd., 2016. KELT-14b and KELT-15b: An Independent Discovery of WASP-122b and a New Hot Jupiter. *The Astronomical Journal*, 151.
- Rodriguez, J. E. and 117 colleagues 2021. TESS Delivers Five New Hot Giant Planets Orbiting Bright Stars from the Full-frame Images. *The Astronomical Journal*, 161.
- Roell, T., Neuhäuser, R., Seifahrt, A. ve Mugrauer, M., 2012. Extrasolar planets in stellar multiple systems. *Astronomy and Astrophysics*, 542.
- Rosenthal L. J., Fulton B. J., Hirsch L. A., Isaacson H. T., Howard A. W., Dedrick C. M., Sherstyuk I. A., vd., 2021. The California Legacy Survey. I. A Catalog of 178 Planets from Precision Radial Velocity Monitoring of 719 Nearby Stars over Three Decades. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 255.
- Rostron, J. W. and 7 colleagues 2014. The thermal emission of the exoplanet WASP-3b. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 441:3666–3678.
- Rowe J. F., Bryson S. T., Marcy G. W., Lissauer J. J., Jontof-Hutter D., Mullally F., Gilliland R. L., vd., 2014. Validation of Kepler’s Multiple Planet Candidates. III. Light Curve Analysis and Announcement of Hundreds of New Multi-planet Systems. *The Astrophysical Journal*, 784.
- Sahlmann J., Lazorenko P. F., Ségransan D., Martín E. L., Queloz D., Mayor M. ve Udry S., 2013. Astrometric orbit of a low-mass companion to an ultracool dwarf. *Astronomy and Astrophysics*, 556.
- Salz, M., Schneider, P. C., Czesla, S., Schmitt ve J. H. M. M. 2015. High-energy irradiation and mass loss rates of hot Jupiters in the solar neighborhood. *Astronomy and Astrophysics*, 576.

- Sanchis-Ojeda R., Rappaport S., Pall  E., Delrez L., DeVore J., Gandolfi D., Fukui A., vd., 2015. The K2-ESPRINT Project I: Discovery of the Disintegrating Rocky Planet K2-22b with a Cometary Head and Leading Tail. *The Astrophysical Journal*, 812.
- Santerne A., Hébrard G., Lillo-Box J., Armstrong D. J., Barros S. C. C., Demangeon O., Barrado D., vd., 2016. K2-29 b/WASP-152 b: An Aligned and Inflated Hot Jupiter in a Young Visual Binary. *The Astrophysical Journal*, 824.
- Santerne A., Hébrard G., Deleuil M., Havel M., Correia A. C. M., Almenara J.-M., Alonso R., vd., 2014. SOPHIE velocimetry of Kepler transit candidates. XII. KOI-1257 b: a highly eccentric three-month period transiting exoplanet. *Astronomy and Astrophysics*, 571.
- Santos N. C., Sousa S. G., Mortier A., Neves V., Adibekyan V., Tsantaki M., Delgado Mena E., vd., 2013. SWEET-Cat: A catalogue of parameters for Stars With ExoplanETs. I. New atmospheric parameters and masses for 48 stars with planets. *Astronomy and Astrophysics*, 556.
- Santos N. C., Mayor M., Naef D., Pepe F., Queloz D., Udry S. ve Burnet M., 2001. The CORALIE survey for southern extra-solar planets VI. New long period giant planets around HD 28185 and HD 213240. *Astronomy and Astrophysics*, 379:999–1004.
- Sato B., Omiya M., Wittenmyer R. A., Harakawa H., Nagasawa M., Izumiura H., Kambe E., vd., 2013. A Double Planetary System around the Evolved Intermediate-mass Star HD 4732. *The Astrophysical Journal*, 762.
- Sato B., Omiya M., Harakawa H., Liu Y.-J., Izumiura H., Kambe E., Takeda Y., vd., 2013. Planetary Companions to Three Evolved Intermediate-Mass Stars: HD 2952, HD 120084, and ω Serpentis. *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 65.
- Sato B., Omiya M., Harakawa H., Izumiura H., Kambe E., Takeda Y., Yoshida M., vd., 2012. Substellar Companions to Seven Evolved Intermediate-Mass Stars. *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 64.
- Scholz, R.-D., McCaughrean, M. J., Lodieu, N. ve Kuhlbrodt, B., 2003. varepsilon Indi B: A new benchmark T dwarf. *Astronomy and Astrophysics*, 398:L29–L33.
- Schwamb M. E., Orosz J. A., Carter J. A., Welsh W. F., Fischer D. A., Torres G., Howard A. W., vd., 2013. Planet Hunters: A Transiting Circumbinary Planet in a Quadruple Star System. *The Astrophysical Journal*, 768.

- Schwarz, R., Haghighipour, N., Eggl, S., Pilat-Lohinger, E. ve Funk, B., 2011. Prospects of the detection of circumbinary planets with Kepler and CoRoT using the variations of eclipse timing. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 414:2763–2770.
- Schwöpe, A. D., Hambaryan, V., Schwarz, R., Kanbach, G., Gänsicke ve B. T., 2002. A multiwavelength timing analysis of the eclipsing polar DP Leo. *Astronomy and Astrophysics*, 392:541–551.
- Ségransan D., Mayor M., Udry S., Lovis C., Benz W., Bouchy F., Lo Curto G., vd., 2011. The HARPS search for southern extra-solar planets. XXIX. Four new planets in orbit around the moderately active dwarfs HD 63765, HD 104067, HD 125595, and HIP 70849. *Astronomy and Astrophysics*, 535.
- Serrano L. M., Gandolfi D., Hoyer S., Brandeker A., Hooton M. J., Sousa S., Murgas F., vd., 2022. The HD 93963 A transiting system: A 1.04 d super-Earth and a 3.65 d sub-Neptune discovered by TESS and CHEOPS. *Astronomy and Astrophysics*, 667.
- Shporer A., O’Rourke J. G., Knutson H. A., Szabó G. M., Zhao M., Burrows A., Fortney J., vd., 2014. Atmospheric Characterization of the Hot Jupiter Kepler-13Ab. *The Astrophysical Journal*, 788.
- Sigurdsson, S., Richer, H. B., Hansen, B. M., Stairs, I. H., Thorsett ve S. E., 2003. A Young White Dwarf Companion to Pulsar B1620-26: Evidence for Early Planet Formation. *Science*, 301:193–196.
- Silverstein M. L., Schlieder J. E., Barclay T., Hord B. J., Jao W.-C., Vrijmoet E. H., Henry T. J., vd., 2022. The LHS 1678 System: Two Earth-sized Transiting Planets and an Astrometric Companion Orbiting an M Dwarf Near the Convective Boundary at 20 pc. *The Astronomical Journal*, 163.
- Simpson E. K., Barros S. C. C., Brown D. J. A., Collier Cameron A., Pollacco D., Skillen I., Stempels H. C., vd., 2011. Independent Discovery of the Transiting Exoplanet HAT-P-14b. *The Astronomical Journal*, 141.
- Sinukoff E., Howard A. W., Petigura E. A., Schlieder J. E., Crossfield I. J. M., Ciardi D. R., Fulton B. J., vd., 2016. Eleven Multiplanet Systems from K2 Campaigns 1 and 2 and the Masses of Two Hot Super-Earths. *The Astrophysical Journal*, 827.
- Sivervd R. J., Collins K. A., Zhou G., Quinn S. N., Gaudi B. S., Stassun K. G., Johnson M. C., vd., 2018. KELT-19Ab: A $P \sim 4.6$ -day Hot Jupiter Transiting a Likely Am Star with a Distant Stellar Companion. *The Astronomical Journal*, 155.

- Smalley B., Anderson D. R., Collier Cameron A., Gillon M., Hellier C., Lister T. A., Maxted P. F. L., vd., 2010. WASP-26b: a 1-Jupiter-mass planet around an early-G-type star. *Astronomy and Astrophysics*, 520.
- Smith A. M. S., Acton J. S., Anderson D. R., Armstrong D. J., Bayliss D., Belardi C., Bouchy F., vd., 2021. NGTS-14Ab: a Neptune-sized transiting planet in the desert. *Astronomy and Astrophysics*, 646.
- Smith A. M. S., Anderson D. R., Armstrong D. J., Barros S. C. C., Bonomo A. S., Bouchy F., Brown D. J. A., vd., 2014. WASP-104b and WASP-106b: two transiting hot Jupiters in 1.75-day and 9.3-day orbits. *Astronomy and Astrophysics*, 570.
- Smith A. M. S., Anderson D. R., Collier Cameron A., Gillon M., Hellier C., Lendl M., Maxted P. F. L., vd., 2012. WASP-36b: A New Transiting Planet around a Metal-poor G-dwarf, and an Investigation into Analyses Based on a Single Transit Light Curve. *The Astronomical Journal*, 143.
- Socia Q. J., Welsh W. F., Orosz J. A., Cochran W. D., Endl M., Quarles B., Short D. R., vd., 2020. Kepler-1661 b: A Neptune-sized Kepler Transiting Circumbinary Planet around a Grazing Eclipsing Binary. *The Astronomical Journal*, 159.
- Song, S., Mai, X., Mutel, R. L., Pulley, D., Faillace, G. ve Watkins, A., 2019. An Updated Model for Circumbinary Planets Orbiting the sdB Binary NY Virginis. *The Astronomical Journal*, 157.
- Southworth, J., 2012. Homogeneous studies of transiting extrasolar planets - V. New results for 38 planets. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 426:1291–1323.
- Southworth J., Hinse T. C., Burgdorf M., Calchi Novati S., Dominik M., Galianni P., Gerner T., vd., 2014. High-precision photometry by telescope defocussing - VI. WASP-24, WASP-25 and WASP-26. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 444:776–789.
- Southworth J., Tregloan-Reed J., Andersen M. I., Calchi Novati S., Ciceri S., Colque J. P., D'Ago G., vd., 2016. High-precision photometry by telescope defocussing - VIII. WASP-22, WASP-41, WASP-42 and WASP-55. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 457:4205–4217.
- Sozzetti A., Bonomo A. S., Biazzo K., Mancini L., Damasso M., Desidera S., Gratton R., vd., 2015. The GAPS programme with HARPS-N at TNG. VI. The curious case of TrES-4b. *Astronomy and Astrophysics*, 575.

- Speedie, J. ve Dong, R., 2022. Velocity Kinks: Reliable Signposts of Planets in Disks?. *Disks and Planets across ESO Facilities*.
- Stassun K. G., Oelkers R. J., Paegert M., Torres G., Pepper J., De Lee N., Collins K., vd., 2019. The Revised TESS Input Catalog and Candidate Target List. *The Astronomical Journal*, 158.
- Stassun, K. G., Collins, K. A., Gaudi ve B. S., 2017. Accurate Empirical Radii and Masses of Planets and Their Host Stars with Gaia Parallaxes. *The Astronomical Journal*, 153.
- Street R. A., Simpson E., Barros S. C. C., Pollacco D., Joshi Y., Todd I., Collier Cameron A., vd., 2010. WASP-24 b: A New Transiting Close-in Hot Jupiter Orbiting a Late F-star. *The Astrophysical Journal*, 720:337–343.
- Sun, L., Ioannidis, P., Gu, S., Schmitt, J. H. M. M., Wang, X., Kouwenhoven ve M. B. N., 2019. Kepler-411: a four-planet system with an active host star. *Astronomy and Astrophysics*, 624.
- Swastik C., Banyal R. K., Narang M., Manoj P., Sivarani T., Reddy B. E., Rajaguru S. P., 2021. Host Star Metallicity of Directly Imaged Wide-orbit Planets: Implications for Planet Formation. *The Astronomical Journal*, 161.
- Takeda, G., Ford, E. B., Sills, A., Rasio, F. A., Fischer, D. A., Valenti ve J. A., 2007. Structure and Evolution of Nearby Stars with Planets. II. Physical Properties of ~1000 Cool Stars from the SPOCS Catalog. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 168:297–318.
- Tamuz O., Ségransan D., Udry S., Mayor M., Eggenberger A., Naef D., Pepe F., vd., 2008. The CORALIE survey for southern extra-solar planets. XV. Discovery of two eccentric planets orbiting HD 4113 and HD 156846. *Astronomy and Astrophysics*, 480:L33–L36.
- Temple L. Y., Hellier C., Anderson D. R., Barkaoui K., Bouchy F., Brown D. J. A., Burdanov A., vd., 2019. WASP-180Ab: Doppler tomography of a hot Jupiter orbiting the primary star in a visual binary. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 490:2467–2474.
- Teske J. K., Shectman S. A., Vogt S. S., Díaz M., Butler R. P., Crane J. D., Thompson I. B., vd., 2016. The Magellan PFS Planet Search Program: Radial Velocity and Stellar Abundance Analyses of the 360 au, Metal-poor Binary “Twins” HD 133131A & B. *The Astronomical Journal*, 152.
- Tofflemire B. M., Rizzuto A. C., Newton E. R., Kraus A. L., Mann A. W., Vanderburg A., Nelson T., vd., 2021. TESS Hunt for Young and Maturing Exoplanets (THYME).

- V. A Sub-Neptune Transiting a Young Star in a Newly Discovered 250 Myr Association. *The Astronomical Journal*, 161.
- Tokovinin, A., Pribulla, T. ve Fischer, D., 2015. Radial Velocities of Southern Visual Multiple Stars. *The Astronomical Journal*, 149.
- Torres, C. A. O., Quast, G. R., da Silva, L., de La Reza, R., Melo, C. H. F. ve Sterzik, M., 2006. Search for associations containing young stars (SACY). I. Sample and searching method. *Astronomy and Astrophysics*, 460:695–708.
- Torres, G., Winn, J. N. ve Holman, M. J., 2008. Improved Parameters for Extrasolar Transiting Planets. *The Astrophysical Journal*, 677:1324–1342.
- Trilling D. E., Stansberry J. A., Stapelfeldt K. R., Rieke G. H., Su K. Y. L., Gray R. O., Corbally C. J., vd., 2007. Debris disks in main-sequence binary systems.. *The Astrophysical Journal*, 658:1289–1311.
- Tsantaki M., Sousa S. G., Santos N. C., Montalto M., Delgado-Mena E., Mortier A., Adibekyan V., vd., 2014. Spectroscopic parameters for solar-type stars with moderate-to-high rotation. New parameters for ten planet hosts. *Astronomy and Astrophysics*, 570.
- Tuomi, M., Jones, H. R. A., Barnes, J. R., Anglada-Escudé, G., Jenkins, J. S. 2014. Bayesian search for low-mass planets around nearby M dwarfs - estimates for occurrence rate based on global detectability statistics. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 441:1545–1569.
- Turnbull, M. C. 2015. ExoCat-1: The Nearby Stellar Systems Catalog for Exoplanet Imaging Missions. *arXiv e-prints*.
- Turner O. D., Anderson D. R., Collier Cameron A., Delrez L., Evans D. F., Gillon M., Hellier C., vd., 2016. WASP-120 b, WASP-122 b, AND WASP-123 b: Three Newly Discovered Planets from the WASP-South Survey. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 128:064401.
- Udry S., Dumusque X., Lovis C., Ségransan D., Diaz R. F., Benz W., Bouchy F., vd., 2019. The HARPS search for southern extra-solar planets. XLIV. Eight HARPS multi-planet systems hosting 20 super-Earth and Neptune-mass companions. *Astronomy and Astrophysics*, 622.
- Van Eylen V., Lund M. N., Silva Aguirre V., Arentoft T., Kjeldsen H., Albrecht S., Chaplin W. J., vd., 2014. What Asteroseismology can do for Exoplanets: Kepler-410A b is a Small Neptune around a Bright Star, in an Eccentric Orbit Consistent with Low Obliquity. *The Astrophysical Journal*, 782.

- Van Eylen V., Nowak G., Albrecht S., Palle E., Ribas I., Bruntt H., Perger M., vd., 2016. The K2-ESPRINT Project. II. Spectroscopic Follow-up of Three Exoplanet Systems from Campaign 1 of K2. *The Astrophysical Journal*, 820.
- Vanderburg A., Rappaport S. A., Xu S., Crossfield I. J. M., Becker J. C., Gary B., Murgas F., vd., 2020. A giant planet candidate transiting a white dwarf. *Nature*, 585:363–367.
- Vanderburg A., Montet B. T., Johnson J. A., Buchhave L. A., Zeng L., Pepe F., Collier Cameron A., vd., 2015. Characterizing K2 Planet Discoveries: A Super-Earth Transiting the Bright K Dwarf HIP 116454. *The Astrophysical Journal*, 800.
- Vogt S. S., Butler R. P., Marcy G. W., Fischer D. A., Henry G. W., Laughlin G., Wright J. T., vd., 2005. Five New Multicomponent Planetary Systems. *The Astrophysical Journal*, 632:638–658.
- von Braun K., Boyajian T. S., van Belle G. T., Kane S. R., Jones J., Farrington C., Schaefer G., vd., 2014. Stellar diameters and temperatures - V. 11 newly characterized exoplanet host stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 438:2413–2425.
- Wagner, K., Apai, D., Kasper, M., McClure, M., Robberto, M. ve Currie, T., 2020. Direct Imaging Discovery of a Young Brown Dwarf Companion to an A2V Star. *The Astrophysical Journal*, 902.
- Wang J., Fischer D. A., Barclay T., Picard A., Ma B., Bowler B. P., Schmitt J. R., vd., 2015. Planet Hunters. VIII. Characterization of 41 Long-period Exoplanet Candidates from Kepler Archival Data. *The Astrophysical Journal*, 815.
- Wang, J., Xie, J.-W., Barclay, T., Fischer ve D. A., 2014. Influence of Stellar Multiplicity on Planet Formation. I. Evidence of Suppressed Planet Formation due to Stellar Companions within 20 AU and Validation of Four Planets from the Kepler Multiple Planet Candidates. *The Astrophysical Journal*, 783.
- Wang S., Jones M., Shporer A., Fulton B. J., Paredes L. A., Trifonov T., Kossakowski D., vd., 2019. HD 202772A b: A Transiting Hot Jupiter around a Bright, Mildly Evolved Star in a Visual Binary Discovered by TESS. *The Astronomical Journal*, 157.
- Wang X.-Y., Wang Y.-H., Wang S., Wu Z.-Y., Rice M., Zhou X., Hinse T. C., vd., 2021. Transiting Exoplanet Monitoring Project (TEMP). VI. The Homogeneous Refinement of System Parameters for 39 Transiting Hot Jupiters with 127 New Light Curves. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 255.

- Wang Y.-H., Wang S., Hinse T. C., Wu Z.-Y., Davis A. B., Hori Y., Yoon J.-N., vd., 2019. Transiting Exoplanet Monitoring Project (TEMP). V. Transit Follow Up for HAT-P-9b, HAT-P-32b, and HAT-P-36b. *The Astronomical Journal*, 157.
- Weiss L. M., Marcy G. W., Rowe J. F., Howard A. W., Isaacson H., Fortney J. J., Miller N., vd., 2013. The Mass of KOI-94d and a Relation for Planet Radius, Mass, and Incident Flux. *The Astrophysical Journal*, 768.
- Welsh W. F., Orosz J. A., Short D. R., Cochran W. D., Endl M., Brugamyer E., Haghighipour N., vd., 2015. Kepler 453 b - The 10th Kepler Transiting Circumbinary Planet. *The Astrophysical Journal*, 809.
- Welsh W. F., Orosz J. A., Carter J. A., Fabrycky D. C., Ford E. B., Lissauer J. J., Prša A., vd., 2012. Transiting circumbinary planets Kepler-34 b and Kepler-35 b. *Nature*, 481:475–479.
- West R. G., Collier Cameron A., Hebb L., Joshi Y. C., Pollacco D., Simpson E., Skillen I., vd., 2009. The sub-Jupiter mass transiting exoplanet WASP-11b. *Astronomy and Astrophysics*, 502:395–400.
- West R. G., Hellier C., Almenara J.-M., Anderson D. R., Barros S. C. C., Bouchy F., Brown D. J. A., vd., 2016. Three irradiated and bloated hot Jupiters: WASP-76b, WASP-82b, and WASP-90b. *Astronomy and Astrophysics*, 585.
- Winters J. G., Medina A. A., Irwin J. M., Charbonneau D., Astudillo-Defru N., Horch E. P., Eastman J. D., vd., 2019. Three Red Suns in the Sky: A Transiting, Terrestrial Planet in a Triple M-dwarf System at 6.9 pc. *The Astronomical Journal*, 158.
- Winters J. G., Cloutier R., Medina A. A., Irwin J. M., Charbonneau D., Astudillo-Defru N., Bonfils X., vd., 2022. A Second Planet Transiting LTT 1445A and a Determination of the Masses of Both Worlds. *The Astronomical Journal*, 163.
- Wittenmyer R. A., Horner J., Tuomi M., Salter G. S., Tinney C. G., Butler R. P., Jones H. R. A., vd., 2012. The Anglo-Australian Planet Search. XXII. Two New Multi-planet Systems. *The Astrophysical Journal*, 753.
- Wittenmyer, R. A., Horner, J. ve Tinney, C. G. 2012. Resonances Required: Dynamical Analysis of the 24 Sex and HD 200964 Planetary Systems. *The Astrophysical Journal*, 761.
- Wittenmyer R. A., Wang S., Horner J., Tinney C. G., Butler R. P., Jones H. R. A., O'Toole S. J., vd., 2013. Forever Alone? Testing Single Eccentric Planetary Systems for Multiple Companions. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 208.

- Wittenmyer R. A., Butler R. P., Wang L., Bergmann C., Salter G. S., Tinney C. G. ve Johnson J. A., 2016. The Pan-Pacific Planet Search III: five companions orbiting giant stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 455:1398–1405.
- Wittenmyer, R. A., Clark, J. T., Zhao, J., Horner, J., Wang, S. ve Johns, D., 2019. Truly eccentric - I. Revisiting eight single-eccentric planetary systems. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 484:5859–5867.
- Wittenmyer, R. A., Endl, M. ve Cochran, W. D., 2007. Long-Period Objects in the Extrasolar Planetary Systems 47 Ursae Majoris and 14 Herculis. *The Astrophysical Journal*, 654:625–632.
- Wittenmyer, R. A., Endl, M., Cochran, W. D., Levison, H. F., Henry ve G. W., 2009. A Search for Multi-Planet Systems Using the Hobby-Eberly Telescope. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 182:97–119.
- Wolszczan, A. ve Frail, D. A., 1992. A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257 + 12. *Nature*, 355:145–147.
- Wong I., Knutson H. A., Kataria T., Lewis N. K., Burrows A., Fortney J. J., Schwartz J., vd., 2016. 3.6 and 4.5 μm Spitzer Phase Curves of the Highly Irradiated Hot Jupiters WASP-19b and HAT-P-7b. *The Astrophysical Journal*, 823.
- Yee S. W., Winn J. N., Hartman J. D., Rodriguez J. E., Zhou G., Quinn S. N., Latham D. W., vd., 2022. The TESS Grand Unified Hot Jupiter Survey. I. Ten TESS Planets. *The Astronomical Journal*, 164.
- Yoss, K. M. ve Griffin, R. F., 1997. Radial Velocities and DDO, BV Photometry of Henry Draper G5-M Stars Near the North Galactic Pole. *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 18:161–227.
- Yu L., Zhou G., Rodriguez J. E., Huang C. X., Vanderburg A., Quinn S. N., Gaudi B. S., vd., 2018. EPIC 246851721 b: A Tropical Jupiter Transiting a Rapidly Rotating Star in a Well-aligned Orbit. *The Astronomical Journal*, 156.
- Zhou G., Bakos G. Á., Hartman J. D., Latham D. W., Torres G., Bhatti W., Penev K., vd., 2017. HAT-P-67b: An Extremely Low Density Saturn Transiting an F-subgiant Confirmed via Doppler Tomography. *The Astronomical Journal*, 153.
- Zhou G., Quinn S. N., Irwin J., Huang C. X., Collins K. A., Bouma L. G., Khan L., vd., 2021. Two Young Planetary Systems around Field Stars with Ages between 20 and 320 Myr from TESS. *The Astronomical Journal*, 161.
- Zhou G., Wirth C. P., Huang C. X., Venner A., Franson K., Quinn S. N., Bouma L. G., vd., 2022. A Mini-Neptune from TESS and CHEOPS Around the 120 Myr Old AB Dor Member HIP 94235. *The Astronomical Journal*, 163.

Zucker S., Naef D., Latham D. W., Mayor M., Mazeh T., Beuzit J. L., Drukier G., vd., 2002. A Planet Candidate in the Stellar Triple System HD 178911. *The Astrophysical Journal*, 568:63–368.

Zucker, S., Mazeh, T., Santos, N. C., Udry, S. ve Mayor, M., 2004. Multi-order TODCOR: Application to observations taken with the CORALIE echelle spectrograph. II. A planet in the system HD 41004. *Astronomy and Astrophysics*, 426:695–698.



ÖZGEÇMİŞ

SEZER KAYACI

ÖĞRENİM BİLGİLERİ:

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2020 - 2023	Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2016 - 2020	Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri, Antalya

ESERLER:

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Bakış, V., Eker, Z., Bakış, H., Kayacı, S., Yücel, G., Tunç, E., Taşpınar, Ö., Yalçın, Y., Melnik, A. ve Esendağlı, Ç., 2022. Orbital period changes in IO Cep, IM Cep and TX Ari: Path to masses of distant components. *New Astronomy*, 93.