



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



**YILDIZLARINA YAKIN OLAN
JÜPİTER BENZERİ GEZEGENLER:
SICAK JÜPİTERLER**

Mert DOĞAN

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

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

YILDIZLARINA YAKIN OLAN
JÜPİTER BENZERİ GEZEĞENLER:
SICAK JÜPİTERLER

Mert DOĞAN

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 03/02/2017

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Osman DEMİRCAN

ÇANAKKALE

Mert DOĞAN tarafından Prof. Dr. Osman DEMİRCAN yönetiminde hazırlanan ve 03/02/2017 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Yıldızlarına Yakın Olan Jüpiter Benzeri Gezegenler: Sıcak Jüpiterler” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Osman DEMİRCAN

.....

Başkan

Prof. Dr. M. Türker ÖZKAN

.....

Üye

Doç. Dr. İbrahim BULUT

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



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

Mert DOĞAN

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Osman DEMİRCAN, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme, Akdeniz Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Volkan BAKIŞ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü'nde Arş.Gör Erkan YILAN, yüksek lisans öğrencisi Halil ÇETİNKAYA, değerli arkadaşlarım Güven U. GÜVEN ve M. Kıvanç ÖZKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mert DOĞAN

Çanakkale, Şubat 2017

SİMGELER VE KISALTMALAR

ESO	European Southern Observatory
AB	Astronomik Birim
K	Kelvin
JD	Julien Date
$M_{\oplus}$	Dünya Kütlesi
$M_{\odot}$	Güneş Kütlesi
$R_{\oplus}$	Dünya Yarıçapı
$R_{\odot}$	Güneş Yarıçapı
Yy	Yüzyıl
Km	Kilometre
Kg	Kilogram
s	Saat
m	Metre
°	Derece
gr	Gram
$g_{\odot}$	Güneş yerçekimi
h	Saat açısı
°C	Santigrat derece
L4, L5	Lagrange noktaları
M_j	Jüpiter Kütlesi
R_j	Jüpiter Yarıçapı
RA	Sağ açıklık
Dec	Dik açıklık
T_{eff}	Etkin sıcaklık
R	Yarıçap
M	Kütle
P	Yörünge Periyodu
ρ	Yoğunluk
e	Yörünge Dışmerkezliği
K	Hız yarı-genliği
$T_{\text{süre}}$	Tutulma Süresi
R_s	Yıldızın Yarıçapı

R_p	Gezegeenin Yarıçapı
a	Yarı-büyük eksen uzunluğu
i	Yörünge eğimi
ΔF	Toplam Akı
χ^2	Chi kare
ω	Enberi boylamı
L	Yüzey akısı
θ	Evre açısı
sn	Saniye
dak	Dakika
V	Parlaklık
E	Çevrim sayısı

ÖZET

YILDIZLARINA YAKIN OLAN JÜPİTER BENZERİ GEZEĞENLER: SICAK JÜPİTERLER

Mert DOĞAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Prof. Dr. Osman DEMİRCAN

03/02/2017,78

Diğer yıldızların etrafındaki ötegezegen araştırmaları 1990 yıllardan itibaren astronomide sıcak bir araştırma alanıdır. Bu ötegezegenler içinde kütleleri $0,5 M_j$ kütesinden büyük ve 10 günden az yörünge periyoduna sahip olanlar ilginç bir alt grup oluşturan ve yıldızlarına yakın olan Jüpiter benzeri sıcak Jüpiterlerdir.

Sıcak Jüpiterlerin sıcaklıkları, yıldızlarına yakın oldukları için diğer gaz gezegenlere göre oldukça fazladır. Kütle, yarıçap, yoğunluk, yörünge dönemi ve dolayısıyla hız-yarı genliği gibi temel özellikleri ile de diğer gaz devleri ve ötegezegenlerden ayrılmaktadır. Bu özelliklerine ilişkin yeni bağıntılar bulunmuştur.

Ötegezegen keşfinde en çok kullanılan ve iyi bilinen yöntemlerden biri olan transit geçiş yöntemi ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde gözlemleri yapılan bazı sıcak Jüpiterlerin (HAT-P-8 b, HAT-P-16 b, HAT-P-28 b, Kelt-1 b, Qatar-1 b, Tres-3 b ve Tres-5 b) ışık eğrileri elde edilmiştir, bu yeni gözlemler ötegezegenlerin ışık eğrisi analizi için geliştirilen ve özgün bir yöntem olan “Exoplanet Transit Analyser Program: ETAP” programı ile analiz edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Ötegezegenler, Sıcak Jüpiterler

ABSTRACT

JUPITER LIKE PLANETS CLOSE TO HOST STARS: HOT JUPITERS

Mert DOĞAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Space Sciences and Technologies

Advisor : Prof. Dr. Osman DEMİRCAN

03/02/2017,78

Exploration of the exoplanets around other stars is a hot research area in astronomy since 1990s. An interesting subgroup of these exoplanets there are Jupiter-liked hot-Jupiters, which are very close to their star more massive than $0.5M_i$ massed and has orbital periods less than ten days.

Due to proximity of these Jupiter-like planets to their stars their heat is excessive. Moreover; They diverge from other gas giants and exoplanets with their fundamental properties such as mass, radius, density orbital periods and thus velocity-semi amplitudes. New relations are found with related to these properties.

By using the well known transit technique which is the most common method used to explore exoplanets, the light curves of some hot-Jupiters (HAT-P-8 b, HAT-P-16 b, HAT-P-28 b, Kelt-1 b, Qatar-1 b, Tres-3 b and Tres-5 b) are obtained at the Çanakkale Onsekiz Mart University Observatory, the new observations are analysed by using the “Exoplanet Transit Analyser Programme: ETAP” which is an original method developed to analyse the light curves of exoplanets.

Keywords: Exoplanets, Hot Jupiters

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
BÖLÜM 1.....	
GİRİŞ	1
1.1. Ötegezegen Keşif yöntemleri.....	2
1.1.1. Doğrudan Görüntüleme.....	2
1.1.1.1. Nulling İnterferometri.....	3
1.1.1.2. Kronografi.....	4
1.1.2. Transit Geçiş.....	4
1.1.3. Radyal Hız.....	5
1.1.5. Mikromerçekleme	7
1.1.6. Pulsar Zamanlaması.....	9
1.2. Ötegezegenlerin Sınıflandırılması.....	9
BÖLÜM 2.....	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	12
2.1. Gezegen Oluşumu.....	12
2.1.1. Büyüyen Disk Teorisi.....	12
2.1.2. Yerçekimi Kararsızlık Teorisi.....	13
2.2. Güneş Sistemi Gezegenleri.....	13
2.3. Jüpiter.....	16
2.3.1. Jüpiter'in Fiziksel Özellikleri.....	17
2.3.2. Jüpiter'in Bölgeleri ve İsimlendirilmesi.....	18
2.3.3. Jüpiter'in Fiziksel Görünüşü.....	19
2.3.4. Jüpiter'in Kimyasal Yapısı.....	22
2.4. Manyetik Alan ve Manyetosfer.....	23
2.5. Jüpiter'in Uyduları ve Halkaları.....	24
2.5.1. Galilean Uyduları.....	24
2.5.1.1. Io.....	24
2.5.1.2. Europa.....	25

2.5.1.3. Ganymede.....	25
2.5.1.4. Callisto.....	26
2.5.2. Jüpiter'in Halkaları.....	27
2.6. Trojan Astreoidleri.....	27
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT.....	30
3.1. Programın Çalıştırılması.....	30
3.2. Programın Temel Formülleri.....	32
3.3. Tutulma Fonksiyonu.....	33
3.4. Fit Yapma ve Transit Parametreler.....	35
BÖLÜM 4.....	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Sıcak Jüpiterlerin Genel Özellikleri.....	38
BÖLÜM 5.....	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
5.1. HAT-P-8 b.....	52
5.2. HAT-P-16 b.....	54
5.3. HAT-P-28 b.....	56
5.4. Kelt-1 b.....	58
5.5. Qatar-1 b.....	60
5.6. Tres-3 b.....	63
5.7. Tres-5 b.....	66
KAYNAKLAR.....	71
EKLERİ.....	I
EK 1. Sıcak Jüpiterlerin listesi.....	II
EK 2. Jüpiter'in uyduları ve uyduların temel parametreleri.....	XX
ÖZGEÇMİŞ.....	XXIV

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	ESO'nun VLT(Very Large Telescope) teleskobuna takılan yakın kırmızıöte bölgede çalışabilen bir adaptör ile elde edilmiş ilk doğrudan görüntülenmiş 2M1207 b sistemi.....	3
Şekil 1.2.	Farklı ötegezegenlerden elde edilmiş transit tutulmalar	4
Şekil 1.3.	HD209458 b'nin ilk transit ışık eğrisi	5
Şekil 1.4.	Radyal hız metodunun şekil üzerinde gösterimi.....	6
Şekil 1.5.	51 Peg b'nin ilk radyal hız eğrisi.....	6
Şekil 1.6.	Astrometri yönteminin şekil üzerinde gösterimi	7
Şekil 1.7.	Mikromerceklemeye yönteminin şekil üzerinde gösterimi	8
Şekil 1.8.	Yaşanılabilirlik potansiyeli olan bazı ötegezegenler	10
Şekil 2.1.	Büyüyen disk teorisi a) gaz ve toz bulutları aynı düzlemedir, b) toz gezegenciğin içine doğru birikir, c) proto güneş ısıyı artırıyor, d) ivmelenme ile protogezenler büyüyor ve e) sistem oluşuyor	13
Şekil 2.2.	Jüpiter'e ait bir görüntü	17
Şekil 2.3.	Jüpiter'in enlemlere göre bölgeleri	18
Şekil 2.4.	Yüksekliğe bağlı olarak atmosferin basınç ve sıcaklık değişimi.....	21
Şekil 2.5.	Jüpiter'in atmosfer yapısı	22
Şekil 2.6.	Io'nun yüzey görüntüsü	24
Şekil 2.7.	Europa'nın yüzey görüntüsü.....	25
Şekil 2.8.	Ganymede 'in yüzey görüntüsü	26
Şekil 2.9.	Callisto'nun yüzey görüntüsü	26
Şekil 2.10.	Jüpiter'in Trojan astroidleri	28
Şekil 2.11.	Trojan asteroitlerinin 60 derecelik konumları	29
Şekil 3.1.	ETAP programının ana ekran görüntüsü.....	31
Şekil 3.2.	ETAP programında ışık eğrisinde fit elde etme menüsü.....	31
Şekil 4.1.	51 Pegasi b ötegezegenine ait ilk radyal hız eğrisi	37
Şekil 4.2.	Tüm ötegezegenlere ait yörünge periyodu – gezegen kütlesi dağılımı	39
Şekil 4.3.	Tüm gezegenlerin keşif yöntemlerinin gösterimi	40
Şekil 4.4.	Yarı – büyük eksen uzunluğu ve gezegen kütlesi dağılımı	40
Şekil 4.5.	Bazı gök cisimleri ve ötegezegenlerin kütle ve yarıçap arasındaki ilişki.....	42
Şekil 4.6.	Sıcak Jüpiterler için kütle-yarıçap	42
Şekil 4.7.	Ötegezegenlerin kütle ve yoğunluk ilişkisi	43
Şekil 4.8.	Sıcak Jüpiterlerde kütle ve yoğunluk arasındaki ilişki	44
Şekil 4.9.	Tüm ötegezegenlere ait kütle ve hız yarıgenliği ilişkisi	44
Şekil 4.10.	Sıcak Jüpiterlerde gezegen kütlesi ve hız yarı-genliği arasındaki ilişkisi	45
Şekil 4.11.	Sıcaklığı bilinen ötegezegenlerin sıcaklık ve yarı – büyük eksen uzunluğu ile olan ilişkisi	46
Şekil 4.12.	Sıcak Jüpiterlerin yarı-büyük eksen uzunluğu ve sıcaklıkları arasındaki ilişki.....	47
Şekil 4.13.	Sıcak Jüpiterlerin sıcaklığı ve bağlı olduğu yıldızın sıcaklığı arasındaki ilişkisi.....	47
Şekil 4.14.	Yarı – büyük eksen uzunluğu ve yıldız sıcaklığı dağılımı (kırmızı: Sıcak Jüpiterler, mavi: sıcak olmayan Jüpiterler, siyah: kepler gezegenleri)	49
Şekil 4.15.	Sıcak Jüpiterlerin tutulma süresi ve yıldız yarıçapı arasındaki ilişkisi.....	49
Şekil 4.16.	Sıcak Jüpiterlerin yıldız sıcaklığı ve transit derinlik arasındaki ilişkisi.....	50
Şekil 5.1.	HAT-P-8 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi	54
Şekil 5.2.	HAT-P-16 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi	56
Şekil 5.3.	HAT-P-28 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi	58
Şekil 5.4.	Kelt-1 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi	60

Şekil 5.5. Qatar-1 b ötegezegeninin transit ışıık eğrisi	62
Şekil 5.6. Qatar-1 b ötegezegeninin transit ışıık eğrisi	62
Şekil 5.7. Qatar-1 b ötegezegeninin transit ışıık eğrisi	63
Şekil 5.8. Tres-3 b ötegezegeninin transit ışıık eğrisi	65
Şekil 5.9. Tres-5 b ötegezegeninin transit ışıık eğrisi	67



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1.	Ötegezegenlerin keşif yöntemlerine göre sayısal değerleri.....	9
Çizelge 1.2.	Ötegezegenlerin kütle ve yarıçapına göre sınıflaması.....	10
Çizelge 2.1.	Güneş sistemi gezegenlerinin temel özellikleri.....	15
Çizelge 2.2.	Jüpiter ve Dünya'nın bazı parametrelerinin karşılaştırılması.....	18
Çizelge 2.3.	Jüpiter'in enlemlere göre bölge isimlendirilmesi.....	19
Çizelge 4.1.	51 pegaasi b ötegezegeninin parametreleri.....	37
Çizelge 4.2.	Sıcak Jüpiterlerin bazı parametreleri.....	37
Çizelge 4.3.	Sıcak olamayan Jüpiter benzeri gezegenlerin bazı.....	38
Çizelge 5.1.	Sistemlerin indirgemesinde kullanılan mukayese ve denet yıldızları.....	51
Çizelge 5.2.	Sistemlerin genel transit özellikleri.....	52
Çizelge 5.3.	HAT-P-8 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler.....	53
Çizelge 5.4.	HAT-P-8 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları.....	54
Çizelge 5.5.	HAT-P-16 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler.....	54
Çizelge 5.6.	HAT-P-16 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları.....	56
Çizelge 5.7.	HAT-P-28 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler.....	57
Çizelge 5.8.	HAT-P-28 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları.....	58
Çizelge 5.9.	Kelt-1 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler.....	59
Çizelge 5.10.	Kelt-1 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları.....	60
Çizelge 5.11.	Qatar-1 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler.....	61
Çizelge 5.12.	Qatar-1 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları.....	63
Çizelge 5.13.	Tres-3 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler.....	64
Çizelge 5.14.	Tres-3 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları.....	65
Çizelge 5.15.	Tres-5 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler.....	66
Çizelge 5.16.	Tres-5 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları.....	67
Çizelge 5.17.	Elde edilen yeni bağıntılar.....	69
Çizelge 5.18.	Seçilen bazı sıcak Jüpiterlerin parametrelerinin yeni hesabı.....	70

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Güneş sistemimizdeki gezegenlerin varlığı ve özelliklerinin bilinmesi, sistemin güneş merkezli mi yoksa dünya merkezli mi olduğu yüzyıllarca tartışılmış ve bu nedenle bilim adamları cezalandırılmıştır. Nihayetinde gözlemsel bilimin ve düşünce gücünün sağladığı bilgi birikimi sistemin güneş merkezli bir sistem olduğunu göstermiştir. Bu sonucun kabul edilmesi bile yüzyıllar almıştır.

Bilim ve teknoloji ilerledikçe güneş sistemi daha da ayrıntılı incelenmiş 1957'den itibaren dünya dışına uzay araçları gönderilmiş ve güneş sistemi yakından tanınmaya başlamıştır. Bunun yanı sıra dünyamızdan milyonlarca ve milyarlarca ışık yılı uzaklıktaki yıldız sistemleri keşfedilip incelenmiştir. Bu yıldız sistemleri incelendikçe insanoğlunun aklını acaba bizim güneş sistemimiz gibi başka güneş sistemleri de var mı? sorusu aklını kurcalamıştır.

2006 yılında Uluslararası Astronomi Birliği(International Astronomy Union, IAU) 'nin aldığı karara göre bir gök cisminin gezegen olabilmesi için aşağıdaki genel özelliklere sahip olması gerekmektedir:

- Bir yıldız çevresinde belli bir yörüngede olmalı ve başka bir gezegenin uydusu durumunda olmamalıdır,
- Yörüngesinin çevresini temizlemiş olmalıdır,
- Yeterli bir kütle çekimine sahip olabilmesi için yeterli bir kütleye sahip olmalı ve hidrostatik dengede olmalıdır.

20. yüzyılın sonlarına doğru geldiğimizde bilim dünyası güneş sistemi dışı gezegenlerin keşfi ile hareketlendi. İlk olarak PSR 1257 + 12 isimli bir pulsar Wolszczan ve Frail (1992) tarafından incelenirken, bu pulsarın periyodunda periyodik değişimler olduğu tespit edilmiştir. İlk başta bunun bir ötegezegen olacağı düşünülmemiş ancak sonradan bu pulsarın etrafında pulsarın adı ile isimlendirilen PSR 1257 + 12b, PSR 1257 + 12c ve PSR 1257 + 12d isimli üçlü gezegen sisteminin keşfedildiği bilim dünyasına duyurulmuştur. Bundan yaklaşık 3 yıl sonra ise 51 Pegasi yıldızının etrafında ötegezegen keşfedildi(Mayor ve Queloz, 1995). Bu gezegenin adı 51 Peg b olarak bilim dünyasına duyuruldu. Çok geçmeden keşfedilen ötegezegen sayıları gittikçe arttı.

Exoplanet Data Explorer(<http://exoplanets.org/>) verilerine göre Aralık 2016 tarihi itibarıyla 2950 adet onaylanmış gezegen, 2504 adet onaylanmamış kepler aday gezegenleri ve toplamda 5454 gezegen tespit edilmiştir. The Extrasolar Planets Encyclopaedia

(<http://exoplanet.eu/>) verilerine göre ise 3552 ötegezegen saptanmıştır. Bunlardan 599'u çoklu gezegen sistemlerinden oluştuğu tahmin ediliyor.

NASA Exoplanet Archive(<http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>) verilerine göre 3439 onaylanmış ötegezegen bulunmaktadır.

Open Exoplanet Catalogue (<http://www.openexoplanetcatalogue.com/>) verilerinde ise 3313 onaylanmış ötegezegen bulunmaktadır.

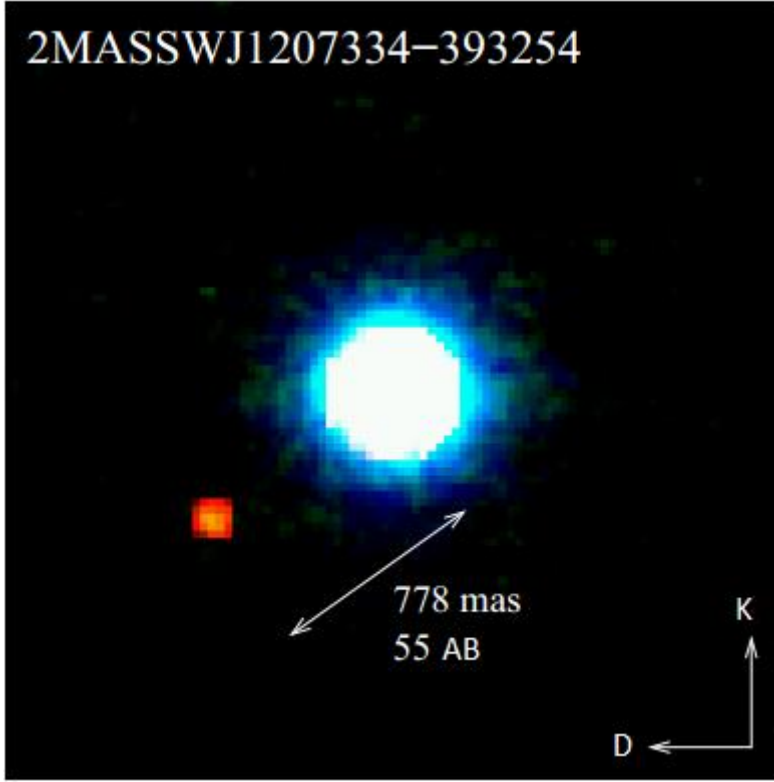
1.1. Ötegezegen Keşif Yöntemleri

Ötegezegen keşiflerinde birkaç farklı yöntem bulunmaktadır. Bu kullanılan yöntemler gezegenin büyüklüğü, uzaklığı, yıldızının parlaklığı gibi durumlara göre değişmektedir. Bu yöntemler;

- Doğrudan Görüntüleme
- Transit Geçiş
- Radyal Hız
- Astrometri
- Mikromerçekleme
- Pulsar Zamanlaması

1.1.1. Doğrudan Görüntüleme

Güneş sistemi dışındaki gezegenleri doğrudan gözlemek çok zordur. Çünkü gezegenin yıldızı ile olan ayrıklığı çok küçüktür ve gezegen kendi yıldızına göre çok sönük kalmaktadır. Örneğin biz güneşi yaklaşık 5 parseklik bir uzaklıktan gözlemlemek isteseydik Güneş ve Jüpiter arasındaki ayrıklık 1 arcsaniyelik olurdu ve Güneş'in Jüpiter'e göre 10^9 kat olan parlaklığı nedeniyle ayrık görülse bile Jüpiter zor gözlenirdi(Lewis, 2004). Kırmızıöte bölgede yıldız ışığı azaldığı için doğrudan gezegen gözlemi kırmızıöte ışıktaki daha kolaydır.



Şekil 1.1. ESO'nun VLT(Very Large Telescope) teleskobuna takılan yakın kırmızıöte bölgede çalışabilen bir adaptör ile elde edilmiş ilk doğrudan görüntülenmiş 2M1207 b sistemi(Chauvin ve ark., 2004)

Şekil 1.1.'de 2M1207 isimli bir kahverengi cüceye ve bu kahverengi cüceye ait gezegenin doğrudan görüntülenmiş resmi bulunmaktadır. Gezegenin kütlesi $5 M_j$ ve kahverengi cüce ve gezegen arasındaki uzaklık ise 55 AB olarak bulunmuştur.

1.1.1.1. Nulling İnterferometri

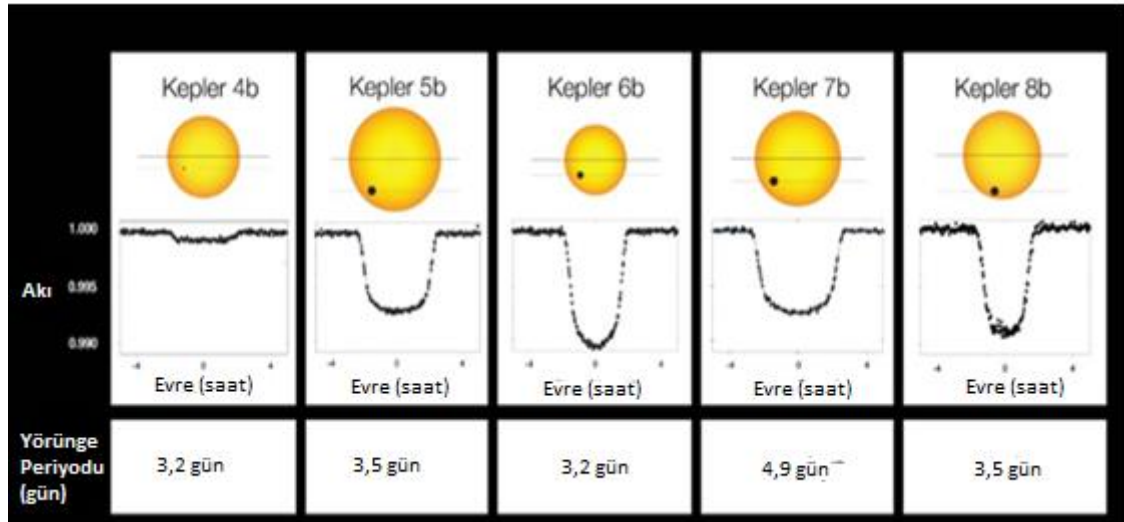
Doğrudan görüntülemenin problemlerinden biri de gezegen ve yıldızı arasındaki büyük kontrasttır. İnterferometre kullanılarak yıldız ışığı bastırılır(Bracewell, 1978). Yani yıldızdan doğrudan gelen ışık 180 derece faz dışına itilir ve gelen ışıktaki gecikme olur ve böylece gezegenden gelen ışık korunmuş olur

1.1.1.2. Kronografi

Yıldızdan gelen ışığı engellemek için alternatif bir yöntemdir. Bu yöntemde yıldızın merkezinin bloklanmasıyla var olan gezegenin görülmesi sağlanır. HR8799 sistemindeki ötegezegen bu yöntemle bulunmuştur(Serabyn, 2010).

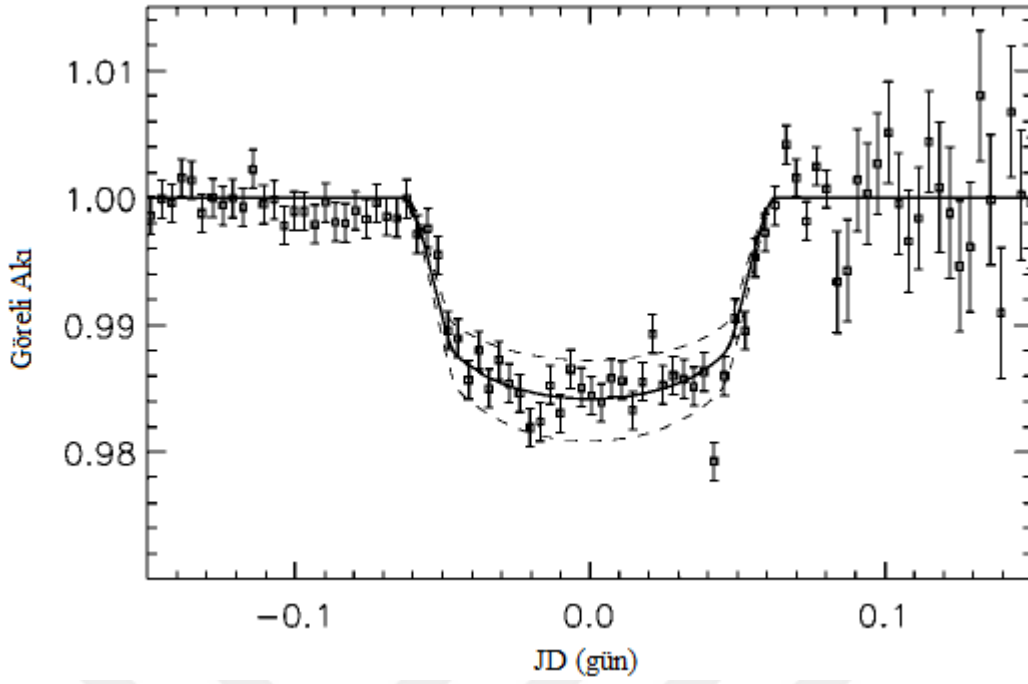
1.1.2. Transit Geçiş

Örten çift yıldızlarda olduğu gibi yörünge eğiminin uygun olması halinde ötegezegen yıldızının önünden geçerken gözlemci için yıldızdan alınan akı miktarında azalma olur ve tutulma meydana gelir. Bu tutulma sonucu elde edilen ışık eğrisi örnekleri Şekil 1.2.'de verilmiştir.



Şekil 1.2. Farklı ötegezegenlerden elde edilmiş transit tutulmalar(www.nasa.gov)

İlk transit geçiş HD209458 (Charbonneau, 2000) sistemi ile ortaya konulmuştur(Şekil 1.3.). Bu sistem güneş benzeri (GV0) yıldızdır. Bu sistemdeki HD209458 b gezegeninin ilk parametreleri; periyodu 3,524 gün, tutulma süresi 3 saat, yarı – büyük eksen uzunluğu 0,045 AB gezegenin yarıçapı 1,45 Jüpiter yarıçapı ve sıcaklığı 1700 K> olarak tespit edilmiştir.



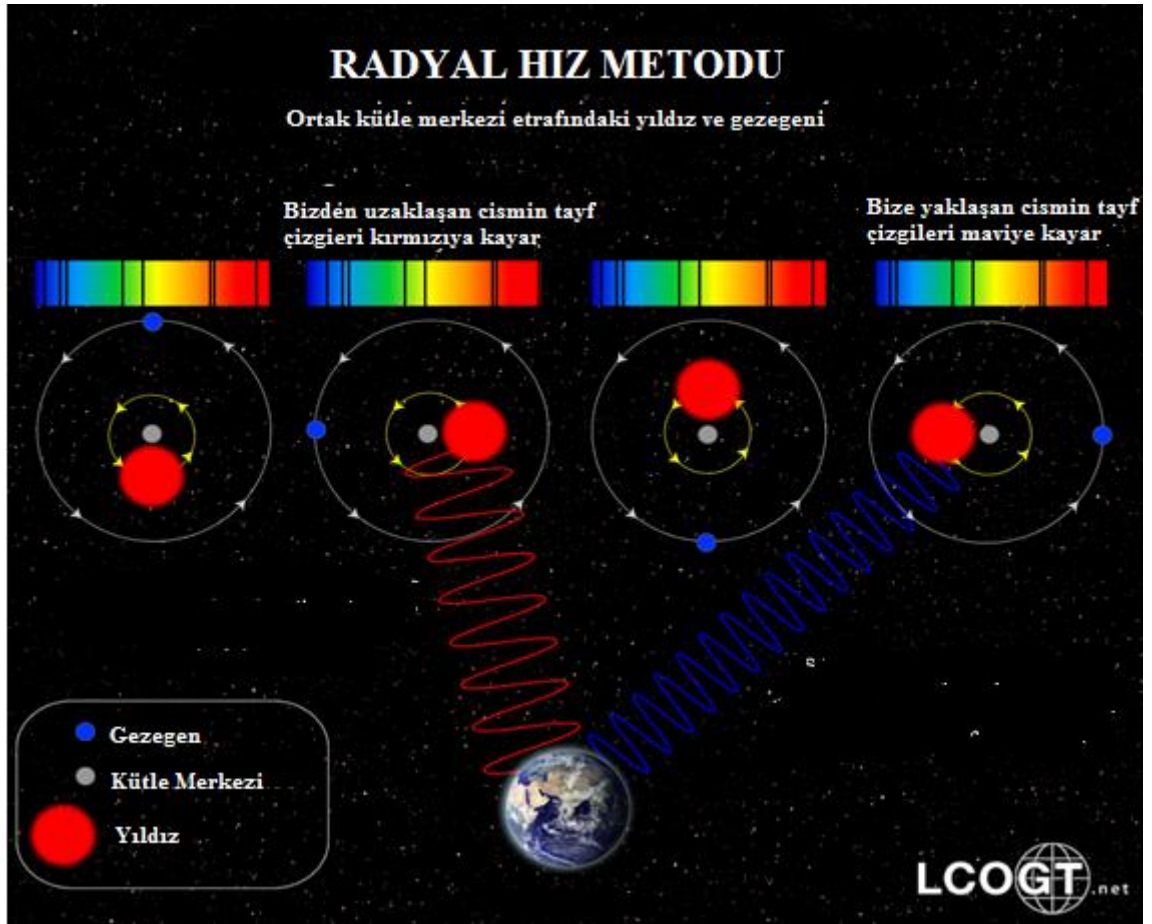
Şekil 1.3. HD209458 b'nin ilk transit ışık eğrisi(Charbonneau, 2000)

Transit gözlemlerinde gezegen yıldızının önünden geçerken ev sahibi yıldızdan gelen ışık gezegenin atmosferinden geçerken oradaki moleküller ile salma ve soğurma çizgileri oluşturur. Buradan elde edilen spektroskopi ile gezegenin atmosfer bileşenleri hakkında bilgi elde edilir.

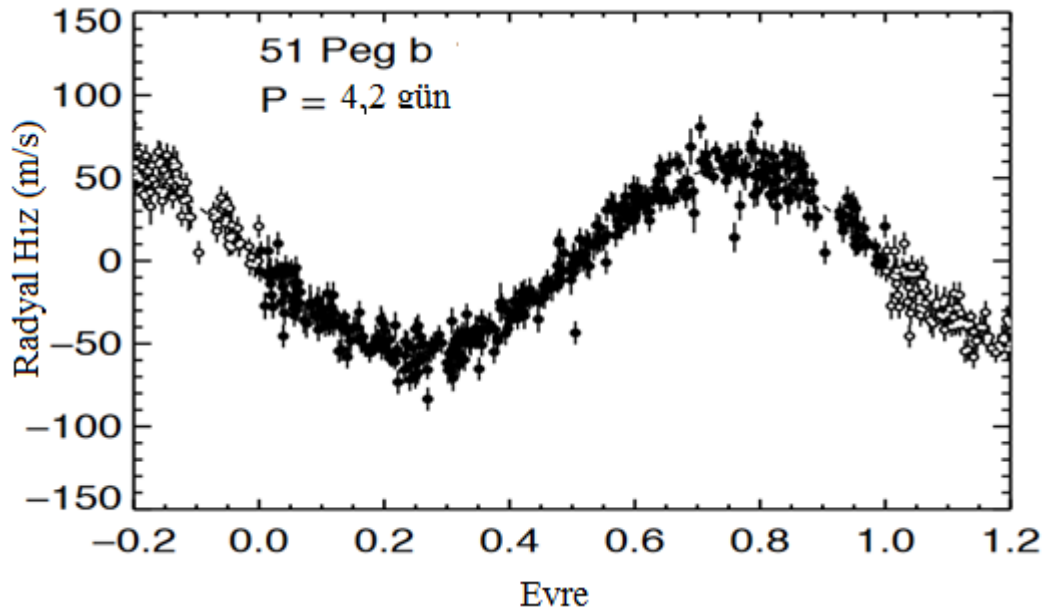
1.1.3. Radyal Hız

Ortak kütle merkezi etrafında dolanan ev sahibi yıldız ve gezegenin ancak tayfsal değişimlerle varlığının bulunmasına dayanan yöntemdir. Gözlemciye yaklaşan cismin ışınlamı tayfı maviye kayar. Bu duruma 'maviye kayma' uzaklaşan cismin ışınlamı tayf ise kırmızıya kayar. Bu duruma da 'kırmızıya kayma' denir. Bu durum aslında bilinen 'Doppler Kayması'dır(Şekil 1.5.)

Yıldız ışığındaki Doppler kaymalarının periyodik olması yıldızın çevresinde bir cismin varlığını kanıttır. Bu cisim ötegezegen olabilir. Birçok ötegezegen bu yöntemle keşfedilmiştir. Bu yöntemle keşfedilen ilk gezegen ise 51 Pegasi b'dir(Mayor ve Queloz, 1995).



Şekil 1.4. Radyal hız metodunun şekil üzerinde gösterimi
(<https://lco.global/spacebook/radial-velocity-method/>)

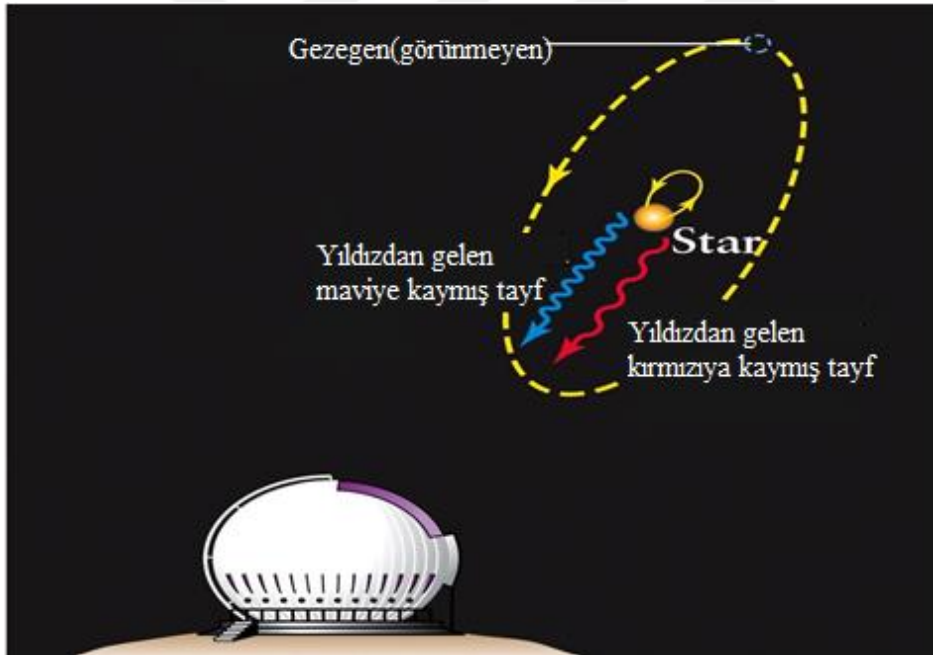


Şekil 1.5. 51 Peg b'nin ilk radyal hız eğrisi (<http://exoplanets.org>)

Elde edilen radyal hız eğrileri ile sistemdeki bileşenlerin toplam kütle oranını bulabiliriz. Eğer bileşenlerin kütlelerini tek tek bulmak istiyorsak yörünge eğikliğine ihtiyacımız vardır. Şekil 1.6.'da 51 Peg b'nin radyal hız eğrisi verilmiştir. Bu hız eğrisinden yola çıkılarak gezegenin periyodu 4,23 gün, kütlesi $0,4M_j$, yarı büyük eksen uzunluğu 0,052 AB ve radyal hızı yaklaşık 50 m/s olarak hesaplanmıştır.

1.1.4. Astrometri

Ortak kütle merkezi etrafında dolanan yıldız ve gezegeni belli bir yörüngede hareket ederler. Bazı sistemlerde gezegenlerden kaynaklı yıldız da yalpalanma meydana gelir ve yörüngede tedirginlikler meydana getirir. Bu durumdan faydalanılarak şuana kadar keşfedilen sadece HD 176051 b gezegeni bulunmaktadır(Muterspaugh ve ark., 2010). Şekil 1.7.'de astrometri şekilsel gösterimi verilmiştir. Burada yıldızın yalpalanmasının açısal ölçümü elde edilmektedir.



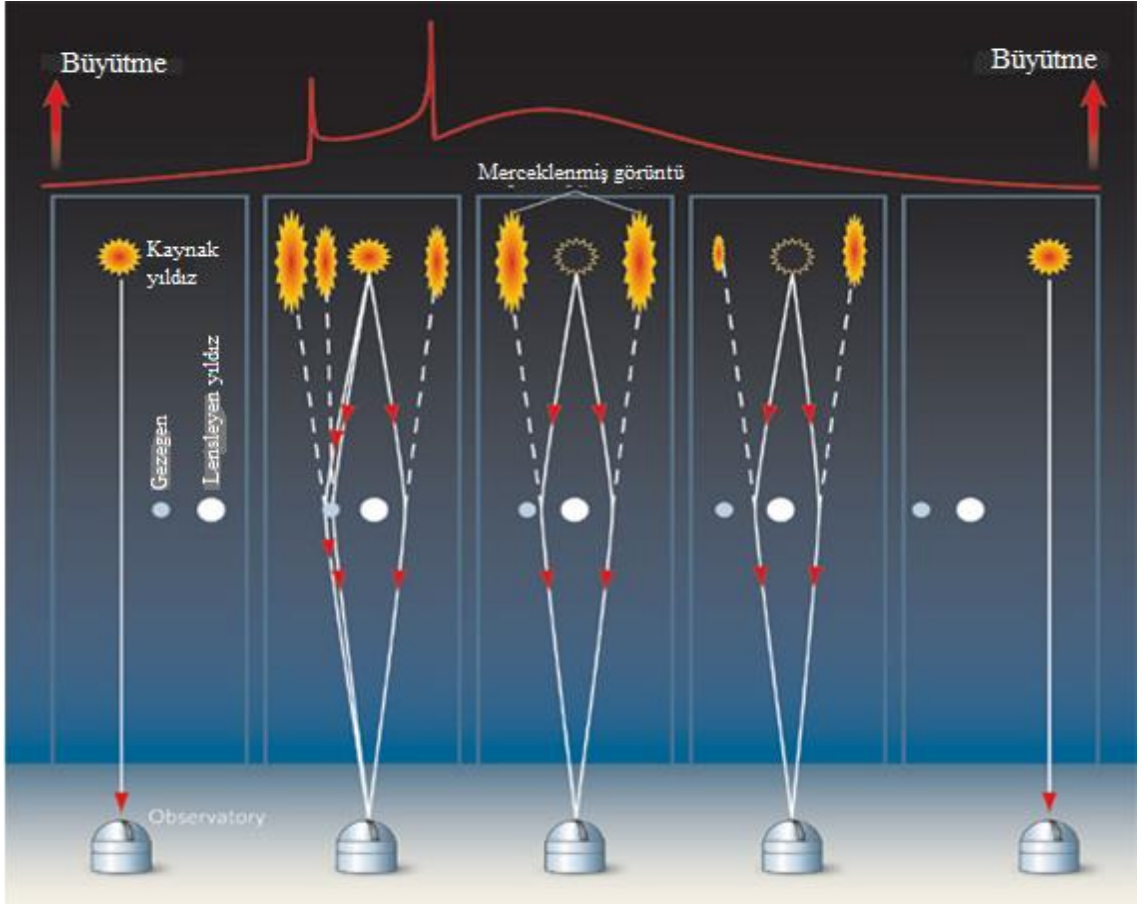
Şekil 1.6. Astrometri yönteminin şekil üzerinde gösterimi

(<http://www.astro.wisc.edu/~townsend/static.php?ref=diploma-2>)

1.1.5. Mikromercekleme

Bu yöntem aslında genel görelilik teorisinde yola çıkılarak oluşturulmuş bir yöntemdir. Bu yöntemde kaynak yıldızdan gelen ışığın fotonlarının gezegenin çekim etkisiyle sapması ve ışık eğrisinde meydana getirdiği ani akı değişimleri sonucu tespit edilir.

Eğer yıldızdan çıkan fotonlar hiçbir engele takılmadan gelseydi tek bir yıldız varmış gibi ışık eğrisi elde edilirdi(Çelik, 2011). Şekil 1.8.'de bu yöntemin şekilsel gösterimi verilmiştir. Bu yöntemle keşfedilen ilk ötegezegen OGLE 2003-BLG-235/MOA 2003-BLG-53 sistemindeki gezegendir (Bond ve ark., 2004).



Şekil 1.7. Mikromercekleme yönteminin şekil üzerinde gösterimi

(<http://www3.nd.edu/~bennett/moa53-ogle235/>)

Bu yöntemde ayrıca galaksi merkezine doğru da araştırma yapılmaktadır. Çünkü galaksi merkezimizde karadelik vardır ve ışığı bükebilecek kütle çekimi vardır.

Çizelge 1.1. Ötegezegenlerin keşif yöntemlerine göre sayısal değerleri

Yöntemler	Gezegen sayısı
Transit	2696
Radyal hız	693
Doğrudan görüntüleme	75
Mikromerçekleme	39
Pulsar zamanlaması	24
Astrometri	1

1.1.6. Pulsar Zamanlaması

Kendi etrafında hızla dönen ve kutuplarından yüksek parçacık saçan nötron yıldızlarına pulsar denilmektedir. Pulsarlar belli zaman aralıklarıyla elektromanyetik ışıma yapar. Eğer bir pulsarın etrafında gezegen varsa pulsarın elektromanyetik ışımasının zamanında değişimler meydana gelecektir. Bu yöntemle keşfedilen ilk ötegezegen PSR 1257 12 b'dir(Wolszczan ve Frail, 1992).

1.2. Ötegezegenlerin Sınıflandırılması

Karbon temelli biyokimyasal reaksiyonlarda su ana çözücüdür. Suyun kullanılabilmesi için sıvı hali daha uygundur. Sıcaklık ve basınca göre su, katı, sıvı ve gaz formunda bulunabilir.

Gözlemlerden kuyruklu yıldızların döteryum/hidrojen oranının yerdeki sudan iki kat daha fazla olduğu görülmüştür(Robert, 2001). Dünyadaki okyanus ve atmosferdeki suyun kaynağının kuyruklu yıldızlar düşünülmektedir. Dünya atmosferindeki basınçta su 273-373 Kelvin arası sıvıdır. Bu aralık güneş sisteminde yaşanılabilir bölge olarak kabul edilir.

Yaşanabilir ötegezegen sayısı, 15 dünya boyutunda, 29 süper – dünya boyutunda olmak üzere toplamda 44 adettir.(<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>). Bu sayı keşfedilmiş ötegezegenler arasında yaşanılabilirliği en yüksek olan gezegen sayısıdır.



Şekil 1.8. Yaşanılabilirlik potansiyeli olan bazı ötegezegenler
(<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>)

Yaşanılabilirliğe iki açıdan bakabiliriz. İlki basit bakteriler olabileceği gibi kompleks yapıdaki hayvan ve bitkilerin yaşayabileceği ortam aklımıza gelebileceği gibi su veya yaşam için gerekli diğer kimyasal elementlerin güneş ötesi gezegende bulunabilirliği de önem arz etmektedir.

Dünya benzeri bir ötegezegen için yaşanılabilirlik için kütle aralığı 0,5-2 dünya kütlesi ve yarıçap 0,8-1,25 dünya yarıçapı aralığında olmalıdır. Daha kabul gören aralıklar ise 0,5-5 dünya kütlesi ve 0,8-1,5 dünya yarıçapı arasında kabul edilebilir. Ama biraz daha iyimser olup bu aralığı daha da genişletip kütleli 0,1-10 dünya kütlesi, yarıçapı da 0,4-2,5 dünya yarıçapı arasında tutabiliriz.

Atmosferlerinde ise su buharı, amonyak, metan, nitrojen, karbondioksit ve oksijen bulunmalıdır. Ayrıca Kepler uydusunun yaşanabilir gezegen adayı olarak belirlediği yaklaşık 117 ötegezegen bulunmaktadır.

Çizelge 1.2.'de ve ötegezegenlerin Mendez(2011) tarafından kütlelerine göre sınıflaması ve açıklamaları verilmiştir:

Çizelge 1.2. Ötegezegenlerin kütle ve yarıçapına göre sınıflaması

Gezegen tipi	Kütle($M_{\oplus}$)	Yarıçap($R_{\oplus}$)
Astreoid	0 – 0,00001	0 – 0,03
Merkür	0.00001 – 0,1	0,03 – 0,7
Alt-Kayasal	0,1 – 0,5	0,5 – 1,2
Kayasal	0,5 - 2	0,8 – 1,9
Süper-Dünya	2 - 10	1,3 – 3,3
Neptün	10 - 50	2,1 – 5,7
Jovian	50 - 5000	3,5 - 27

- Astreoid türü gezegenler; stabil olmayan atmosfere sahipler ve düzensiz cisimlerdir.
- Merkür tipi gezegenler; astreoid tipi gezegenlere göre daha stabil atmosfere sahipler ve kar çizgisinin altında yani soğuk bölgede yer alırlar. Örnek olarak Titan uydusu verilebilir.
- Alt-kayasal gezegenler; atmosferleri Merkür tipi gezegenlere benzer ve yaşanılabilir bölge sınırının dışında yer alırlar
- Kayasal gezegenler; yaşanılabilir bölgede yer alırlar ve su sıvı olarak bulunur.
- Süper – Dünya tipi gezegenler; yoğun atmosfere sahiptirler, yaşanılabilir bölgede yer alır ve su sıvı olarak bulunur.
- Neptün tipi gezegenler; sıcak bölgede yer alır ve yoğun atmosfere sahiptirler.
- Jovian tipi gezegenler; süper yoğun atmosfere sahiptirler ve sıcak bölgede yer alırlar.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Güneş sistemi, 8 gezegen ve bu gezegenlerin uyduları, cüce gezegenler, asteroitler, kuyruklu yıldızlar, meteorlar, gezegenler arası toz ve gazdan oluşmuş bir sistemdir ve bu tüm cisimler yıldızımız olan Güneş'in çekim etkisiyle onun etrafında yörüngede dolanmaktadır. Güneş'ten uzaklıklarına göre en yakın gezegenden uzak gezegene doğru sıralama: Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'dür.

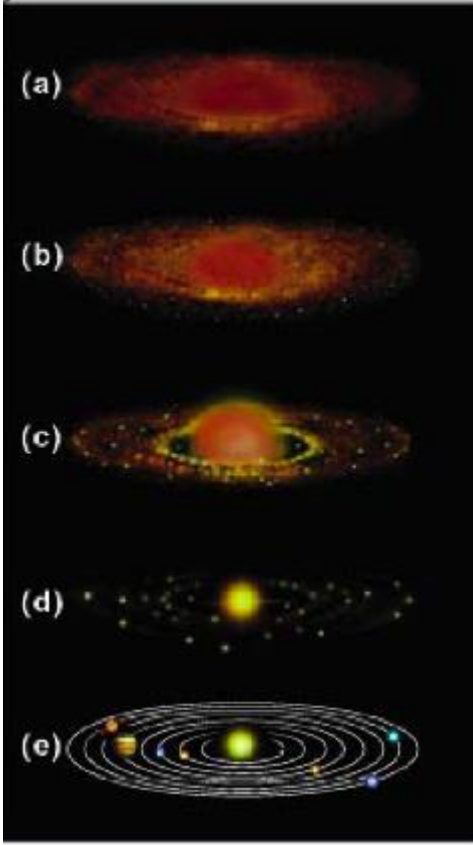
2.1. Gezegen Oluşumu

Günümüzde güneş sisteminin oluşumu ile ilgili en tutarlı oluşum teorisi tüm gezegenlerin aynı zamanda molekül bulutundan büzülerek oluştuğu yönündedir. Günümüzden yaklaşık 4,6 milyar yıl önce güneş devasa bir molekül bulutunun($\sim 300000M_{\odot}$) kendi etrafında dönmesi ve sıkışması ile birçok yıldızla beraber oluşmaya başlamıştır. Kimyasal bileşimi, toplam kütlenin yaklaşık %70'i Hidrojen ve %27'si Helyum'dan oluşmaktadır. Dönme nedeniyle basıclaşmıştır. Belli bir süre sonra kararsız kütle çekimsel çöküş başladı ve içe doğru çökmeye başladı. Bu baskı arttıkça merkezde daha yoğun ve sıcak bir bölge oluştu. Bu evreye ön-güneş(proto-güneş) denir. İleriki safhalarda düşen madde hız kazandı ve kinetik enerji termal enerjiye dönüştü.

Daha sonra etraftaki artık maddeler gezegenlerin oluşumu için gerekli maddeyi oluşturmaktaydı. Bu artık maddeler de kendi etrafında dönüp gezegen diskini oluşturur. Bu disk ilk başta soğuktur ve materyalini yoğunlaştırır. İleriki safhalarda bu disk yoğunlaşır ve ön-gezegenler(proto-gezegenler) oluşur.

2.1.1. Büyüyen Disk Teorisi

Bu teoriye göre dönen gaz ve toz materyalleri birbiriyle çarpışıp yapışması sonucu büyür. Açıl momentum korunur. Bu süreç uzun ve kademelidir. Artan sıcaklık nedeniyle iç bölgede daha dayanıklı materyaller dış bölgede dayanıklı materyallerin bileşikler ve hafif bileşikler bulunur(Max, 2014)



Şekil 2.1. Büyüyen disk teorisi: a) gaz ve toz bulutları aynı düzlemedir, b) toz gezegenciğin içine doğru birikir, c) proto güneş ısısı artıyor, d) ivmelenme ile protogezenler büyüyor ve e) sistem oluşuyor. (Max, 2014)

2.1.2. Yerçekimi Kararsızlık Teorisi

Bu süreç çok hızlı meydana gelir ve 3 milyon yılda gezegen diski oluşur. Gaz filamentleri çöker. Çekirdek katı olmayan yoğun gaz biçimindedir. Bu süreçten sonra küçük toz materyallerini içine doğru düşürecek yerçekimsel potansiyele sahiptir. Teori erken oluşum mekanizmaları için geçerlidir ve karasal gezegenleri ve buz devlerin oluşumunu açıklayamıyor(Babul ve ark., 1993).

2.2. Güneş Sistemi Gezegenleri

Güneş sisteminde 18. yy'a kadar büyüklükleri ve yakınlıkları nedeniyle Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn gezegenlerinin varlığı biliniyordu. Uranüs 1781'de Frederic William Herschell (1738-1822) tarafında keşfedilmiştir. Neptün ise matematikçilerin hesaplamaları ve Uranüs üzerinde oluşturduğu tedirginliklerle 1846'da John Couch Adams(1819-1892) ve Urbain Jean-Joseph Le Verrier(1811-1877) tarafından keşfedilmiştir. Pluto 1930 yılında keşfedilmiş ve 2006 yılında Uluslararası Astronomi Birliği(International

Astronomy Union, IAU)'nin yayımladığı gezegen olabilme koşullarını taşımadığı gerekçesiyle gezegenlikten çıkarılmıştır ve cüce gezegen olarak sayılmıştır. Güneş sistemi gezegenlerinin bugün bilinen temel özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Güneş sistemi gezegenlerinin fiziksel özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflanmıştır:

- Yersel gezegenler: Merkür, Venüs, Yer ve Mars
 - Küçüktürler ve yüksek yoğunluğa sahiptirler.
 - Çekirdekleri silikat ve demirden oluşmuştur.
 - Sığ ya da hiç olmayan atmosfere sahiptirler.
 - Güneşe yakındırlar.
- Jovian(Gaz veya Jüpiter benzeri) gezegenler: Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün
 - Geniş yarıçapa sahiptirler.
 - Düşük yoğunlukları vardır.
 - Hafif ve elementlerden oluşmuşlardır.
 - Derin atmosferleri vardır.
 - Güneşten uzaktırlar.

Çizelge 2.1. Güneş sistemi gezegenlerinin temel özellikleri (<http://ssd.jpl.nasa.gov/>)

Özellikler	Merkür	Venüs	Dünya	Mars	Jüpiter	Satürn	Uranüs	Neptün
Güneşten uzaklık(AB)	0,38	0,72	1	1,52	5,20	9,53	19,18	30,06
Yarıçap (km)	2,4397x 10 ³	6,0518x 10 ³	6,3710x 10 ³	3,3895x 10 ³	6,9911x 10 ⁴	5,8232x 10 ⁴	2,5362 x 10 ⁴	2,4622x 10 ⁴
Hacim (km ³)	6,08 x 10 ¹⁰	9,28 x 10 ¹¹	1,08 x 10 ¹²	1,63x 10 ¹¹	1,43x 10 ¹⁵	8,27 x 10 ¹⁴	6,83 x 10 ¹³	6,25 x 10 ¹³
Kütle (kg)	3,30 x 10 ²³	4,86 x 10 ²⁴	5,97 x 10 ²⁴	6,41 x 10 ²³	1,89 x 10 ²⁷	5,68 x 10 ²⁶	8,68x 10 ²⁵	1,02 x 10 ²⁶
Kaçma hızı(km/s)	4,25 x 10 ³	1,036x 10 ⁴	1,119 x 10 ⁴	5,030 x 10 ³	6,020 x 10 ⁴	3,609 x 10 ⁴	2,138 x 10 ⁴	2,356 x 10 ⁴
Dönme periyodu(s)	1407,5	-5832,4	23,934	24,623	9,92496	10,656	-17,23992	16,11000
Yörünge periyodu(gün)	87,97	224,70	365,26	686,98	4332,82	10755,70	30687,15	60190,03
Yörünge hızı(m/sn)	170,503	126,074	107,218	86,677	47,002	34,701	24,477	19,566
Yörünge eksentriği	0,20563593	0,0067767	0,01671123	0,0933941	0,04838624	0,05386179	0,04725744	0,00859048
Yörünge eğimi	7,0°	3,39°	0,00005°	1,85°	1,304°	2,49°	0,77°	1,77°
Ekvator yörünge eğimi	0°	177,3°	23,4393°	25,2	3,1°	26,7°	97,8°	28,3°
Yüzey sıcaklığı (K)	100/700	735	185/331	120 / 293				
Aylar	Yok	Yok	1	2	67	62	27	14
Halkalar	Yok	Yok	Yok	Yok	Var	Var	Var	Var

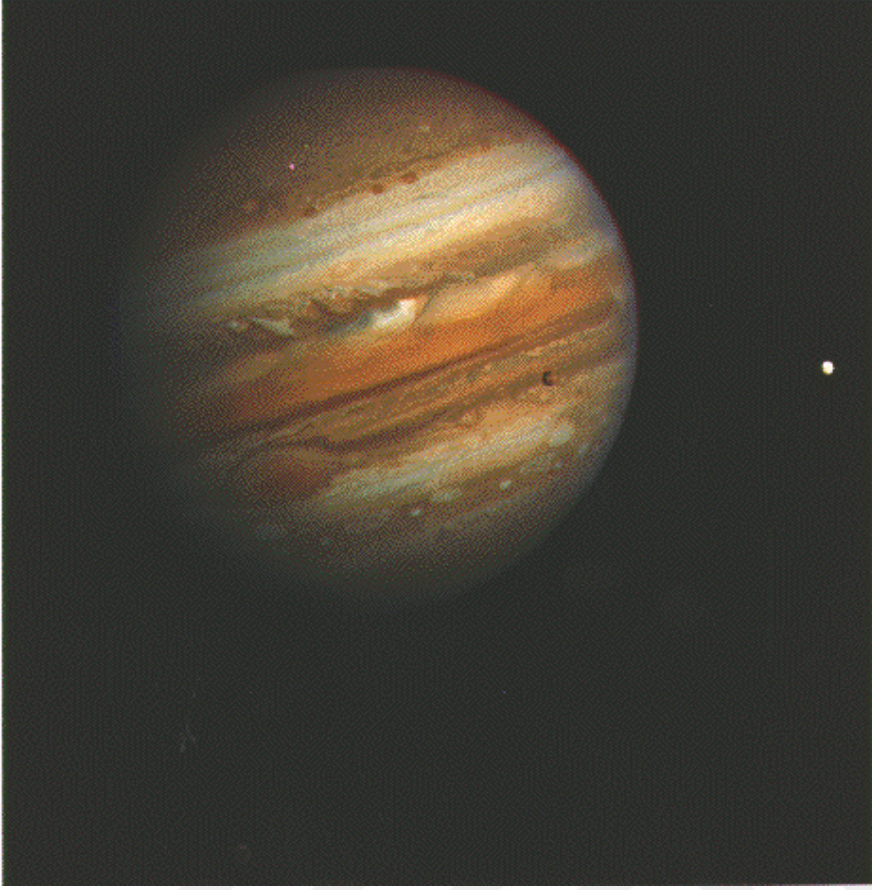
2.3. Jüpiter

Çoğu zaman çıplak gözle gökyüzünde gördüğümüz ve birçok insanın yıldız sandığı Venüs'ten sonra en parlak gezegen olan gezegenlerin kralı Jüpiter'dir(Şekil 2.1.). Jüpiter'in ismi ise mitolojiden gelmektedir. Romalıların baş tanrısı Jüpiter'dir ve Greklerdeki karşılığı ise Zeus'tur.

Galileo Galilei 1610 yılında teleskobunu Jüpiter'e çevirdiğinde Jüpiter ve ekvatorial düzleminde parlak cisimler gördü. Aslında bu gördüğü cisimler onun adıyla anılan dört 'Galilei uyduları'ydı. Galileo Galilei o dönemdeki Roma'daki kilise ve Papa ile Dünya'nın evrenin merkezi olduğu konusunda fikir ayrılığına düştü.

Galilei'den sonra teleskoplar daha da geliştirildi, iyi görüş kalitesi sağlayacak lensler kullanıldı ve Jüpiter'in yüzeyi incelenmeye başlandı. 1665'te Giovanni Dominico Cassini birkaç yıllık gözlemlerinde Jüpiter yüzeyinde kalıcı değişmeyen bir nokta olduğunu keşfetti. Aynı zamanda Cassini Jüpiter'in kutuplardan yassılaştığını ve kenar kararmasını olduğunu keşfetti. Bu büyük kırmızı noktaya 1879'da 'Cassini Noktası' adı verildi.

Kabaca Güneş Sistemi'ndeki dört gaz devi denen Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün gezegenleri de benzer kimyasal bileşenlere sahip ve proto güneş nebula öncüsü olabilir.



Şekil 2.2. Jüpiter'e ait bir görüntü
(<http://voyager.jpl.nasa.gov/gallery/images/jupiter/jupiter.gif>)

2.3.1. Jüpiter'in Fiziksel Özellikleri

Jüpiter'in karanlık ve aydınlık kuşakları vardır ve bu kuşaklar genellikle ekvatora paralel dönme yaparlar(Şekil 2.3.). Güneş'e olan uzaklık olarak beşinci sırada yer alır ve yoğunluğu çok düşüktür. Jüpiter çok büyük hacme sahiptir. Eğer Jüpiter'in içi oyuk bir küre olsaydı tüm gezegenler içine sığabilirdi.

Jüpiter, Güneş Sistemi'nde özellikle de Dünya ile karşılaştırıldığında önemli bir kütleye sahiptir(Çizelge 2.2.). Güneş Sistemi'nde Jüpiter'e hangi gezegen yakın olacak olursa o gezegenin yörüngesini bozabilir. Kuiper Kuşağı ve Oort Bulutsusu'ndan Güneş Sistemi'ne gelen her küçük cismin yörüngesini etkiler.

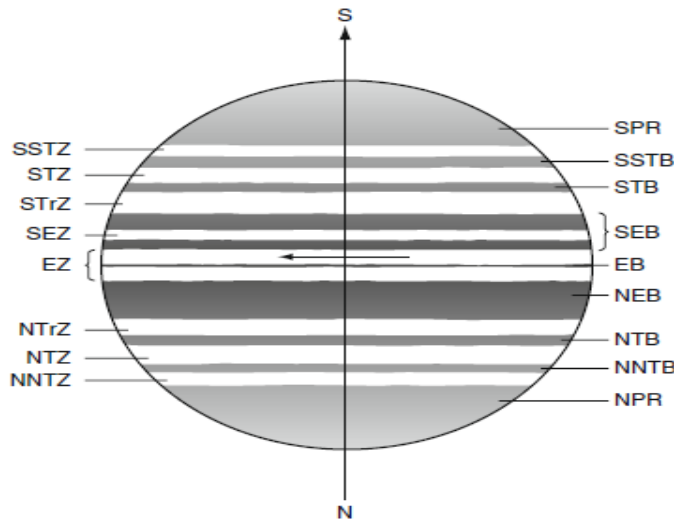
McAnally (2008)' e göre Jüpiter diferansiyel dönme gösterir; diferansiyel dönme gezegenin farklı enlemlerinin farklı dönme oranları demektir. Sistem I dönme tüm kuzey kuşak sınırından güney kuşak sınırına kadar olan ekvatorial kuşağın tamamını içerir. Sistem II ise geri kalanı içerir. Sistem III ise Jüpiter'in radyasyon kaynağı ile ilgili özel bir dönme oranındır.

Çizelge 2.2. Jüpiter ve Dünya'nın bazı parametrelerinin karşılaştırılması(McAnally, 2008)

Özellikler	Jüpiter	Dünya
Ekvator çapı(km)	143082	12756
Kutup çapı(km)	133792	12714
Dönme periyodu		23 h 56 m 4 s
Sistem I	9 h 50 m 30.003 s (877,90°/gün)	
Sistem II	9 h 55 m 40.632 s (870,27°/gün)	
Sistem III	9 h 55 m 29.711 s	
Eksen eğimi	3,12°	23,44°
Kütle (kg)	$1,899 \times 10^{27}$	$5,974 \times 10^{27}$
Yoğunluk(g cm ⁻³)	1,32	5,52
Yüzey çekimi (g _o)	2,69	1,00
Güneşten uzaklık (AB)	5,20280	1,00000
Yörünge eksentiriği	0,04849	0,01671
Yörünge Dönemi (gün)	4332,59	365,26

2.3.2. Jüpiter'in Bölgeleri ve İsimlendirilmesi

Yıllar önce The Association of Lunar and Planetary Observers (A.L.P.O.) Jüpiter Bölüm Koorninatörlüğü'nde Phillip Budine tarafından Şekil 2.3. ve Çizelge 2.2'de Jüpiter'in bölgelerinin isimlendirilmesi yapılmıştır.



Şekil 2.3. Jüpiter'in enlemlere göre bölgeleri (McAnally, 2008)

Çizelge 2.3. Jüpiter'in enlemlere göre bölge isimlendirilmesi(McAnally, 2008)

Bölge İsmi'nin Kısaltması	Bölgenin Tam Adı
SPR	Güney Kutup Bölgesi
SSTB	Güney Güney Ilıman Kuşak
STZ	Güney Ilıman Bölge
SSTZ	Güney Güney Ilıman bölge
STB	Güney Ilıman Kuşak
STrZ	Güney Tropikal Bölge
SEB	Güney Ekvatorial Kuşak
SEZ	Güney Ekvatorial Bölge
EZ	Ekvatorial Bölge
EB	Ekvatorial Bant
NEB	Kuzey Ekvatorial Kuşak
NTrZ	Kuzey Tropikal Bölge
NTB	Kuzey Ilıman Kuşak
NTZ	Kuzey Ilıman Bölge
NNTZ	Kuzey Kuzey Ilıman Bölge
NNTB	Kuzey Kuzey Ilıman Kuşak
NPR	Kuzey Kutup Bölgesi

2.3.3. Jüpiter'in Fiziksel Görünüşü

Görünen atmosferinde büyük oval ve girdaplar ve kompleks bir oluşum görülmektedir. Görünen özelliklerinde toplam bulut aynı değildir. Bazen ince bazen kalın olabilir. Genellikle bulutlar kendi kuşakları içinde organize olmuşlardır. Bunun nedeni ise hızlı dönmesidir.

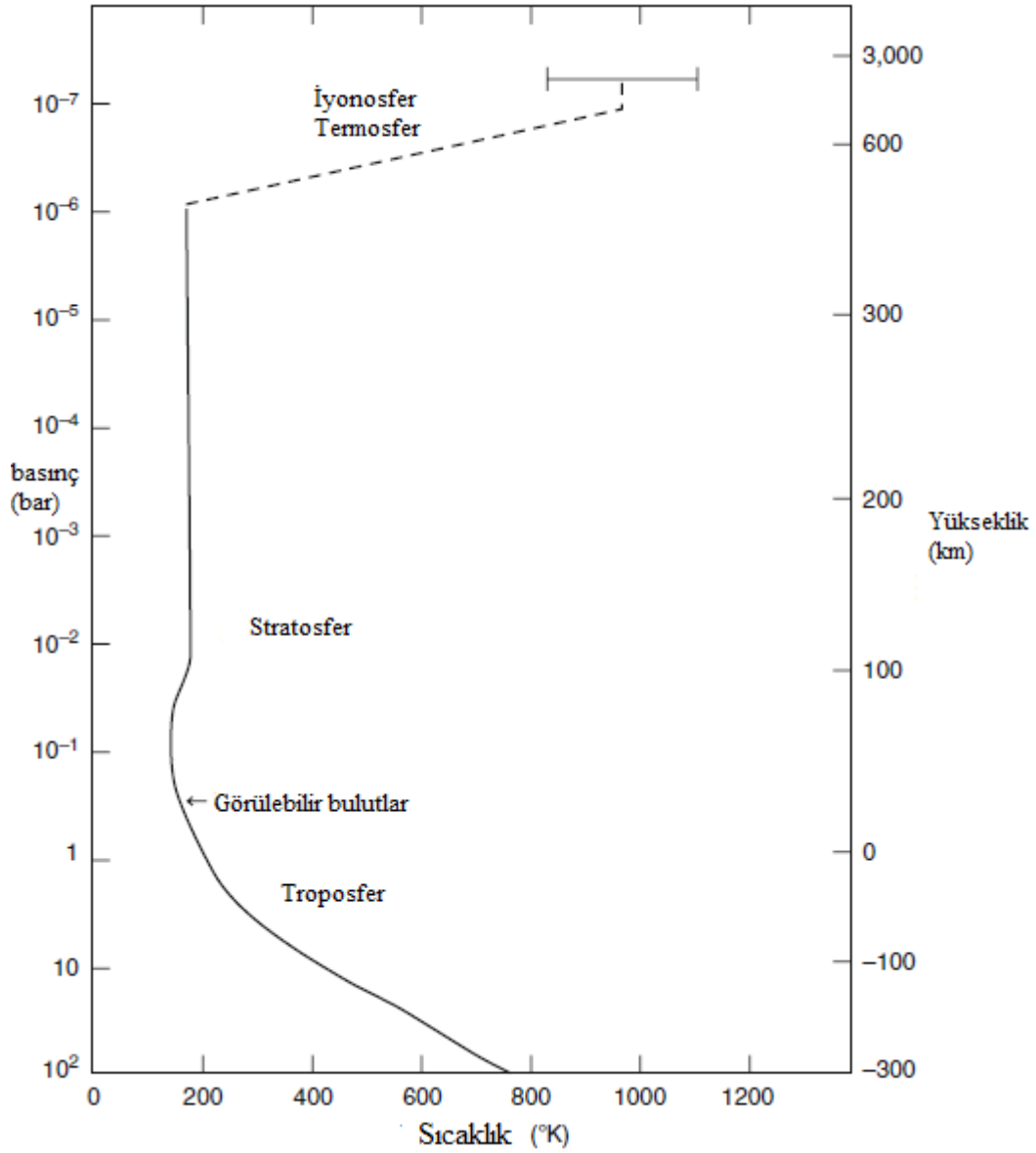
McAnally(2008)'e göre kutup bölgesi genellikle gri ya da esmer gözüktür. 57° - 35° Kuzey- Kuzey Ilıman bölgesi büyük ve yoğun olduğu için gözlenmesi zor olur. Kırmızımsı kahverengi olarak görülür. 35° - 23° Kuzey-Kuzey Ilıman Bölge'si, grimsi ve kırmızımsı gri renktedir. Kuzey tropikal bölge 23° - 9° kuzey enlemlerinde kalır. Bu bölge Jüpiter'in daha aktif ve canlı bir bölgesidir. Ekvatorial bölge 9° kuzey 9° güney enlemlerinde yer alır. Devamlı görülen bu bölge koyu ve mavimsi gri olarak görülür. Güney tropik bölge 9° - 27° güney enlemlerinde yer alır.

Büyük kırmızı nokta jet rüzgarlarından oluşur ve güneyde yer alır. Buradaki fırtınalar

anti-siklonik fırtınalar, saat yönünde döner ve dünyadaki fırtınalara benzemez. Devasa bir büyüklüğü vardır. Bu noktanın uzunluğu 23000 km'dir ve dünyanın çapının neredeyse 2 katıdır.

Güney ılıman bölge 23° - 37° güney enlemlerinde yer alır. Çoğunlukla gri renkte görülür. Güney-güney ılıman bölge 37° - 53° güney enlemlerinde yer alır ve gri renkte zor gözlenebilen bir bölgedir. Gezegenin farklı kimyasal yapısı ve dikey atmosfer yapılarından dolayı farklı renklerde görülebilir(Rogers, 1995) . Öncelikle atmosferinin yapısını anlamamız gerekir. 4 ana katmandan oluşur: Troposfer, Stratosfer, Termosfer ve İyonosfer'dir.

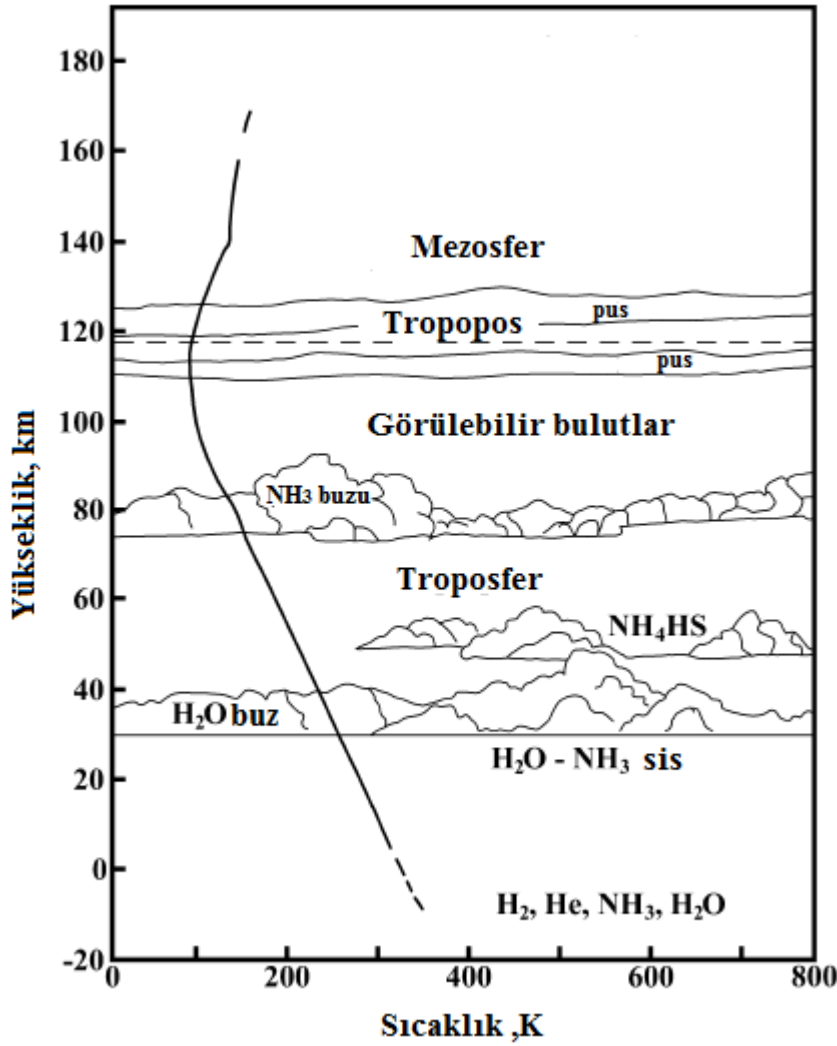
Jüpiter güneşten aldığı ısıнын iki katı kadarını geri yayar. Bu yayılım infrared ışımadır. Bu yukarı doğru ısı yükselmesi Jüpiter'in havasını değiştirir Şekil 2.4.'te atmosferin katmaların sıcaklık ve basınca bağlı değişimi verilmiştir. Gehrels (1976), ilk yüksek çözünürlüklü atmosfer yapısını görüntüledi. Isısal yapı ve helyum bolluğu Orton ve Ingersoll (1976) tarafından incelendi.



Şekil 2.4. Yüksekliğe bağlı olarak atmosferin basınç ve sıcaklık değişimi (Rogers, 1995)

Stratosferde ısı termal ışımayla yukarı taşınır ve konveksiyon akımı yoktur.(Rogers, 1995). Stratosferde ince bulutlar veya aerosoller bulunabilir. İyonosfer’de birçok serbest elektron ve iyonun bulunduğu kısımdır. Burada elektronların sıcaklığı 1000-1300 Kelvin’e ulaşabilir. İyonosferin üst katmanı çok sıcaktır.

Renklenmeye sebep olan maddeler; alkali metaller, amonyum hidrosülfid, sülfür, fosforus ve organik polimerlerdir. Ancak Jüpiter’in bulutlarının renginin değişmesinin sebebi hala bilinmiyor. Şekil 2.5.’te Jüpiter’in atmosfer yapısı detaylı bir şekilde verilmiştir. Jüpiter gezegeni çok büyük kütleyle sahip olduğu için yüksek kaçış hızına sahiptir.



Şekil 2.5. Jüpiter'in atmosfer yapısı (Hartmann, 2005)

2.3.4. Jüpiter'in Kimyasal Yapısı

Jüpiter'in yapısındaki kimyasal elementler Güneş ve yıldızlararası bölgede de benzer olarak bulunmaktadır (Rogers, 1995). Bu yüzden güneş sistemini anlamamız için önemlidir. Jüpiter'in kütlesinin büyük çoğunluğu hidrojen ve helyumdan oluşmaktadır. Farklı katmanlardaki basınçlardan dolayı farklı bileşenler oluşur.

Jüpiter'de keşfedilen ilk moleküller amonyak ve metandır (McAnally, 2008). Rogers (1995)'e göre, Metan, hidrojen ve helyumdan sonra en bol bulunan bileşiktir. Sonra ise en bol bileşik amonyaktır. Su ise amonyaktan daha az bollukta bulunur. $14(\text{H}_2\text{S})$ hidrojen sülfür. Çok düşük oranda vardır. Ayrıca Fosfin (PH_3), German (GeH_4), Arsin (AsH_3), karbonmonoksit (CO), Hidrojen Siyanid, Asetilen (C_2H_2) ve Etan (C_2H_6) bulunmaktadır.

Bilinen diğer kimyasallar; Hidrojen (H_2), Radikal Metil (CH_3), Etilen (C_2H_4), Metilasetilen (C_3H_4), Benzen (C_6H_6), Diasetilen (C_4H_2), Karbondioksit (CO_2),

Dötaryumlanmış izotop Hidrojen (HD), Monodötörad metan (CH_3D), İzotopik Metan ($^{13}\text{CH}_4$), İzotopik etan ($^{13}\text{C}_2\text{H}_6$), İzotopik amonyak ($^{15}\text{NH}_3$), Troposferik buz-su (H_2O), ve Buz Amonyak (NH_3) (Kunde ve ark., 2004), Argon, Kripton, Ksenon (Harland, 2000).

Gaz gezegenler akışkan cisimlerdir. Yüzeyleri katı değildir ve kademeli olarak yoğunlaşır ve katı ve gaz arasında kalır.

Clausyus-Clapeyron eşitliği (Agustin ve ark., 2004) kullanılarak dikey bulut yapısının temel termokimyasal süreçlerde modelleri çalışılmış. Oluşması beklenen 3 ana bulut yapısı var. En üstte sıkıştırılmış amonyak yapısı, ortada amonyum sülfoid bulutu ve en aşağıda ise yoğun su bulutlarıyla kaplıdır (İniesta ve ark., 2004).

Gunter ve Mensing, (2007)'ye göre, manyetik alan gezegenle yaklaşık olarak 9 saatlik bir dönme yapar. Amalthea, Io, Europa, ve Ganymede uydularının tüm yörüngeleri bu alan içindedir. Güneş rüzgarları ile gelen parçacıklar Jüpiter den 7 km daha ileriye taşınır. Yay şokları oluşur.

2.4. Manyetik Alan ve Manyotosfer

Sondalar Jüpiter'in manyetik alanı hakkındaki bilgileri radyo dalgaları ölçümü ile yapmıştır. Pioneer 11 sondası ile yapılan ölçümle manyetik alanının dünyanınkinin yaklaşık 20 bin katı olduğu bulunmuştur (Russell ve Ruhmann, 1997). Jet Propulsion Laboratories'a göre manyetik alan kuvveti kuzey kutbunda 14 G , güney kutbunda 4G ve ekvatorunda ise 4G'dir.

Jüpiter'in manyotesferi dünyanınkine benzer fakat 1200 kat daha geniştir (650 milyon km) ve Satürn'ün yörüngesine kadar uzanır. Jüpiter'de 3 önemli ışıma meydana gelir (Gunter ve Mensing, 2007) :

- Dekametrik ışıma; İo uydusunun Jüpiter ile etkileşimi Jüpiter'in iyonosferinde elektriksel deşarjlar oluşturarak tek tük patlamalarla, birkaç metre dalga boyunda oluşan ışımadır.
- Desimetrik ışıma; elektronların Jüpiter'in manyetik alanında ışık hızına yakın hareket etmesiyle meydana gelir. Siklotron ışıması olarak da bilinir.
- Termal ışıma; Jüpiter'in kendi ışıması ile meydana gelir.

2.5. Jüpiter'in Uyduları ve Halkaları

2.5.1. Galilean Uyduları

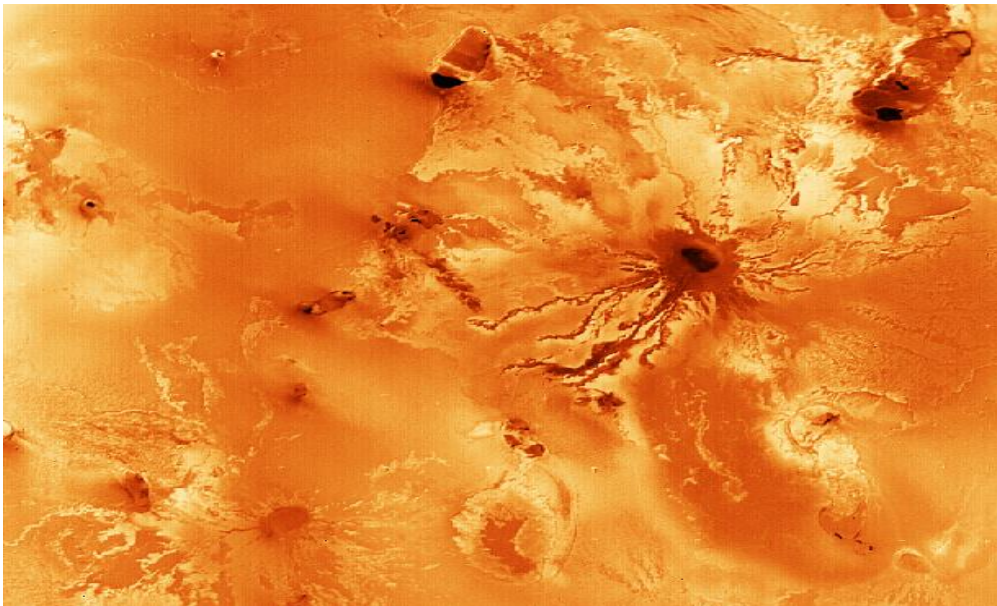
Hepsi Jüpiter'in yörüngesine kilitlenmiş bir biçimde dolanırlar. Bizim ayımızdan daha büyük yarıçapa sahiptirler ve en içteki uydu en dıştaki uydudan daha yoğundur.

Jüpiter'in 53 onaylanmış 14 onaylanmamış olmak üzere toplamda 67 uydusu vardır(<https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter>).

2.5.1.1. Io

En içteki uydudur. Io'nun yüzeyi benekli sarı, kırmızı ve koyu kahverengidir (Farklı sıcaklık farklı bölgelerdeki sülfür bileşenleri nedeniyle). Atmosferi ince ve düzensiz SO_2 'dir. Çok az demir ve kaya materyalden oluşur. Io Güneş Sistemin'deki en genç yüzeye ve en aktif volkanlara sahip gök cisimidir. Çok ısınmasından dolayı volkanik faaliyetleri fazladır ve hiç su kalmamıştır. Çok küçük eliptik yörüngeye sahiptir. Jüpiter'in çok büyük çekiminden dolayı Io'nun katı yüzeyi 100 m kadar yüksektir.

Volkanik olarak aktif olan uydu Io, kendi çapında güçlü bir plazma kaynağıdır ve Jüpiter'in manyotesferini bin kilogram kadar materyalle doldurmaktadır. Volkanik patlamalar sonucu oluşan sülfür ve oksijen iyonları uydunun atmosferinden kaçarak Io'nun plazma simidini oluşturur. Bu simit içindeki plazma Jüpiter'le aynı yönde dönmeye zorlanır ve aynı rotasyon periyoduna sahip olurlar. Bu durum Jüpiter'in manyotesferinin dinamiklerini değiştirmektedir.



Şekil 2.6. Io'nun yüzey görüntüsü (<http://volcano.oregonstate.edu/book/export/html/1006>)

2.5.1.2. Europa

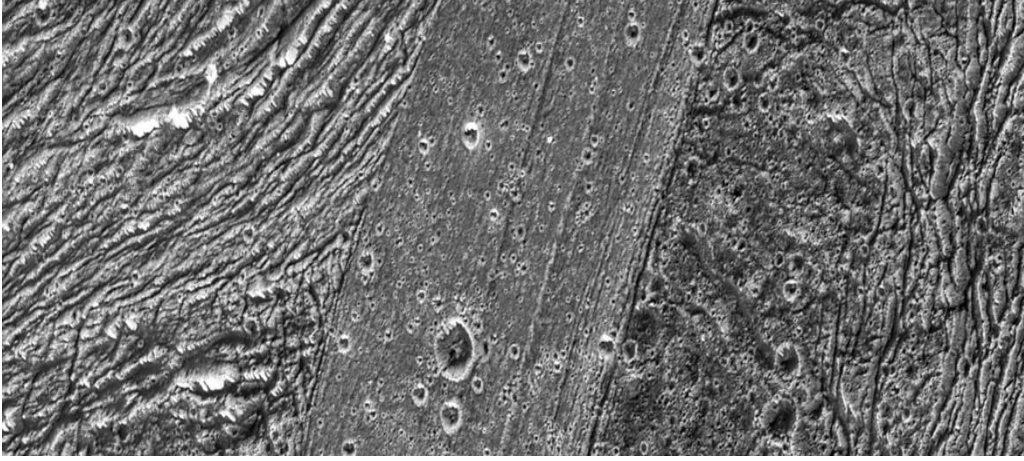
İo'dan sonraki uydudur ve ilkel yaşam ile ilgili güçlü yaşam kanıtları bulunmuştur. Pürüzsüz bir yüzey birkaç dağ/tepe ve krater var. Yüzeyinde çok fazla buz vardır ve buz altında büyük okyanuslar veya çamur kanıtları olabilir. Buz nedeniyle yüksek albedoya sahip ve gençtir. Yüzeyinde büyük ve geniş çatlaklar vardır. Görünür yüzeyi 100 km'lik su buz karışımıdır. Europa'nın potansiyel yaşanılabilir bir bölge olması nedeniyle astrobiyologların dikkatini çekmiştir.



Şekil 2.7. Europa'nın yüzey görüntüsü (<http://hyperphysics.phy-str.gsu.edu/hbase/hframe.html>)

2.5.1.3. Ganymede

Çok çeşitli karanlık bölgeler, vadiler, dağlar, tektonik aktivite kanıtları vardır. Çok derin buz mantosu vardır ve yaklaşık 1000 km'dir. İnce oksijen atmosferi vardır ve kutuplarında aoura meydana getirmektedir bu da manyetik alanın kanıtıdır. Güneş sistemindeki en büyük uydudur ve hatta Merkür'den bile büyüktür.

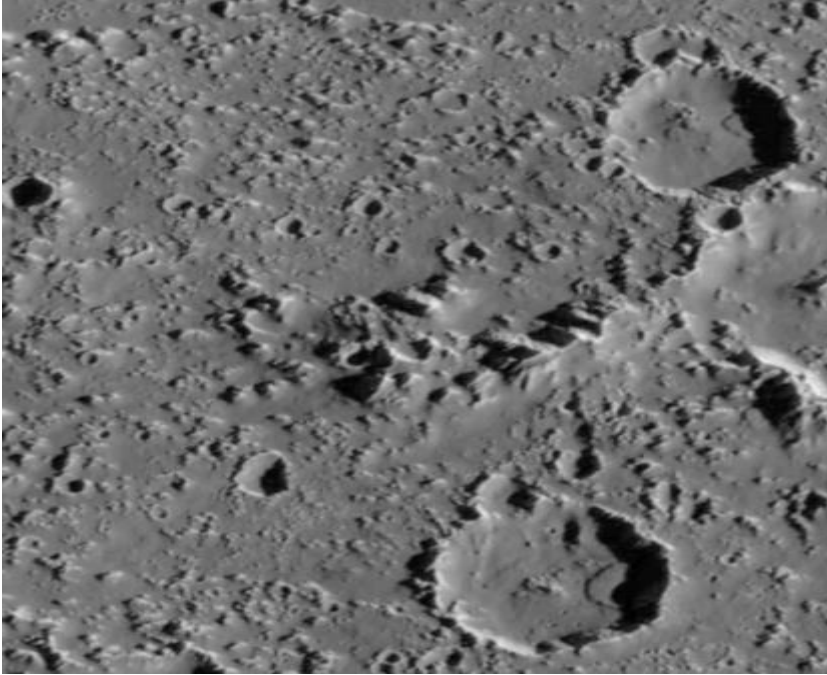


Şekil 2.8. Ganymede ‘in yüzey görüntüsü

<http://www.practicalspace.com/jupiter/ganymede/index.php>

2.5.1.4. Callisto

En dıştaki uydudur. Ganymede’den 10 kat daha fazla kraterle sahipken iç bölgesi daha serindir ve daha az tektonik aktivitesi vardır. Yüzey kraterleri eski bir geçmişe sahip olduğunun kanıtıdır ve bu nedenle güneş sisteminin geçmişi ile ilgili bilgi edinilebilir.



Şekil 2.9. Callisto’nun yüzey görüntüsü (www.space.com)

EK-2’de Jüpiter’in 67 uydusuna ait kütle, çap, yarı-büyük eksen uzunlukları, yörünge periyodu ve uydunun keşif yılı bilgileri listelenmiştir.

2.5.2. Jüpiter'in Halkaları

Jüpiterde 3 halka yapısı vardır. Gunter ve Mensing (2007)'ye bunlar;

- Ana Halka; dar ve görelî olarak ince olan bu halka Jüpiter'in en parlak halkasıdır. En dış yarıçap sınırı 129000 km, en iç yarıçap sınırı 122500 km'dir. Jüpiter'in en küçük ve en içteki uydusu Adrastea ile kesişmektedir. Genişliği 6500 km'dir.
- Halo Halka; En içteki ve dikey olarak en kalın olan halkadır. En dış sınırı Ana halkaya dayanmaktadır ve yaklaşık yarıçapı sınırı 122500 km'dir. Jüpiter'e doğru yarıçap hızla kalınlaşmaktadır.
- Gossamer Halka; Ana ve Halo halkasının dışındaki en dıştaki bölgedir. Çok zayıf ve dikdörtgen biçiminde bir yapıya sahiptir. Amalthea ve Thebe uyduları bu bölgede kalır. Ve burada yüzeylerine küçük parçacıklar edinirler.

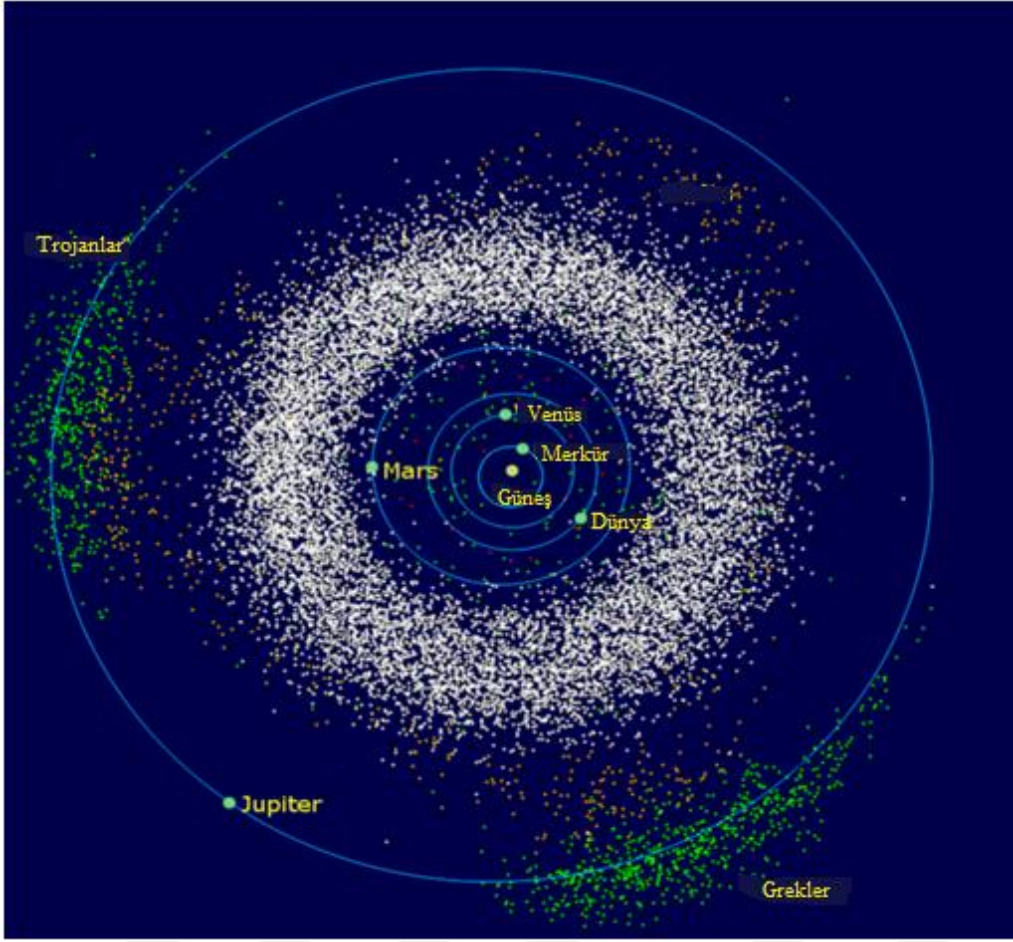
Halka bileşenleri mikron boyuttan büyük boyutlara kadardır.

2.6. Trojan Asteroitleri

Bu asteroitler Jüpiter ile aynı yörüngede yer almaktadırlar. Bir grup asteroit önde diğer grup ise arkadan takip ediyor. Ağırlıklı olarak koyu kırmızımsı mat rengindedirler. İlk Trojan asteroiti Alman astronom Max Wolf tarafından 1906'da keşfedildi(Clavin, 2012).

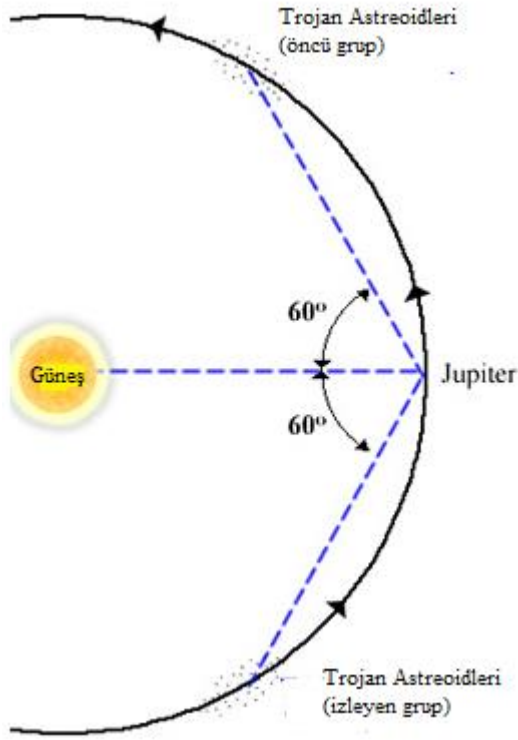
Bu asteroitleri gezegen yörüngesinin 60 derece önünde veya 60 derece arkasında dolanırlar. (<http://www.infoplease.com/encyclopedia/science/trojan-asteroids.html>).

Trojan asteroitlerin çözümü üç cisim problemi çözümüyle olur. Her bir grup kendi ve güneş yörüngeleriyle birlikte eşkenar üçgen oluşturur.



Şekil 2.10. Jüpiter'in Trojan astroidleri (https://en.wikipedia.org/wiki/Jupiter_trojan)

Jüpiter'in çevresinde iki sabit nokta 60 derece ön yörüngesinde, L4 ve 60 derece arkasında L5, Langrange noktaları bulunup ortalama yarı büyük eksen uzunluğu 5,2 AB'dir(Yoshida, 2005).



Şekil 2.11. Trojan asteroitlerinin 60 derecelik konumları (<http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/T/Trojan+Asteroids>)

İsimlendirmesi ise L4 grubundakiler Grek kahramanları ve L5 grubundakiler ise Troy kahramanları olarak nitelendirilmektedir ve Trojanların kütlesi $0.0001 M_{\oplus}$ 'dir (<http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/T/Trojan+Asteroids>)

Trojan asteroitlerinin oluşumuna dair 2 teori var biri güneş sisteminin oluşuma benzer şekilde, Jüpiterin yörüngesinde hidrojen ve helyumun protodisk oluşturarak oluştuğu yönünde ve ikinci teori ise 500-600 milyon yılda Trojan asteroitlerinin yakalanması yani göç yoluyla, bu teoride Kupier kuşağında Saturn ve Jüpiter'in tedirginlikleriyle kaçmış olabileceği yönündedir. Ocak 2017 tarihi itibarıyla L4'te 4188 adet L5'te ise 2268 adet nesne bulunmaktadır. (<http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/JupiterTrojans.html>).

Ayrıca Jüpiter kuyruklu yıldızlar üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Özellikle küçük dönemli (< 20 yıl) ve küçük yörünge eğimine sahip kuyruklu yıldızlar üzerinde etkilidir. Bu nesneler Jüpiter'e yaklaştığı zaman yörüngeleri çarpışma veya çekim etkisiyle değişir ve güneşe göre yeni bir yörünge çizerler.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

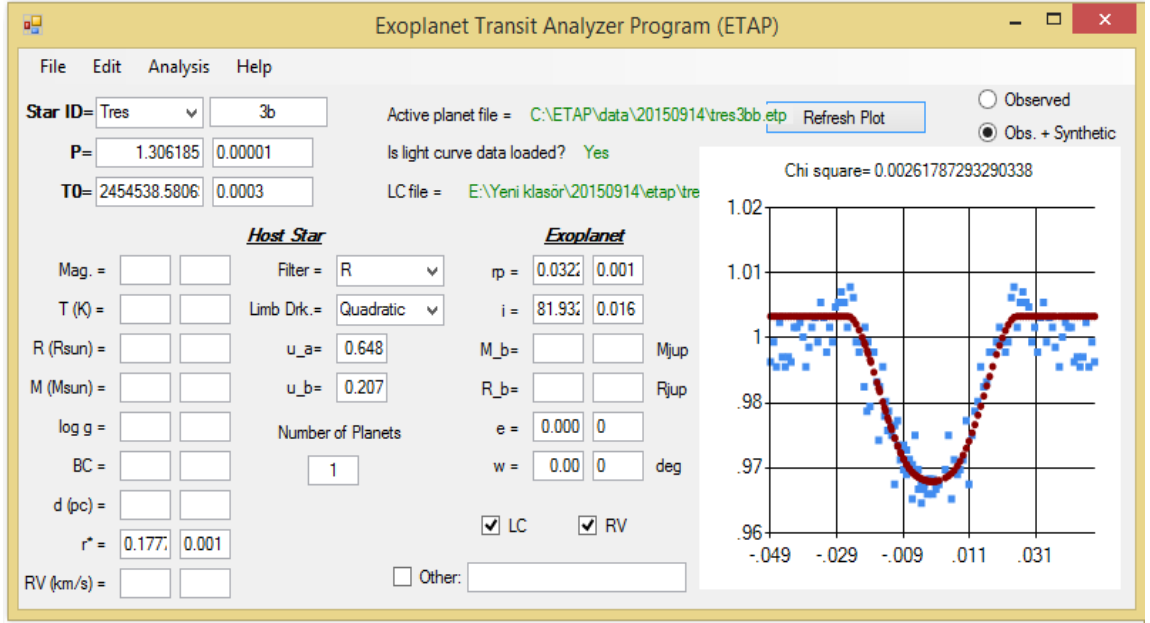
Bu tez çalışmasında elde edilen transit ışık eğrilerinin analizi için ETAP (Exoplanet Transit Analyser Program, Demircan ve Bakış, 2015) kullanılmıştır. Yazılım girilen temel parametreler olan yörünge periyodu, enberiden geçiş zamanı, yıldız ve gezegenin kesirsel yarıçapları, yörünge eğimi, yörünge dış merkezliği, enberi noktasının boylamı ve kuadratik kenar kararması sabitlerini kullanarak teorik ışık eğrisi hesaplamakta gözlemsel ışık eğrisi ile karşılaştırmakta ve en küçük χ^2 değeri elde edene kadar çalışmaktadır.

Program Kopal ve Demircan (1979) tutulma fonksiyonlarını kullanmaktadır. Ötegezegen ışık eğrisi analizinde kullanılan diğer yöntemler şunlardır: TAP (Gazak ve ark., 2012), JKTEBOP (Southworth, 2008), FITSH (Pál, 2012), PHOEBE (Prša ve Zwitter, 2005), VARTOOLS(Hartman, 2008), Nightfall (Wichmann, 2011), PhoS-T (Mislis ve ark., 2012), Systemic (Meschiari ve ark., 2009), ve EXOFAST (Eastman ve ark., 2013).

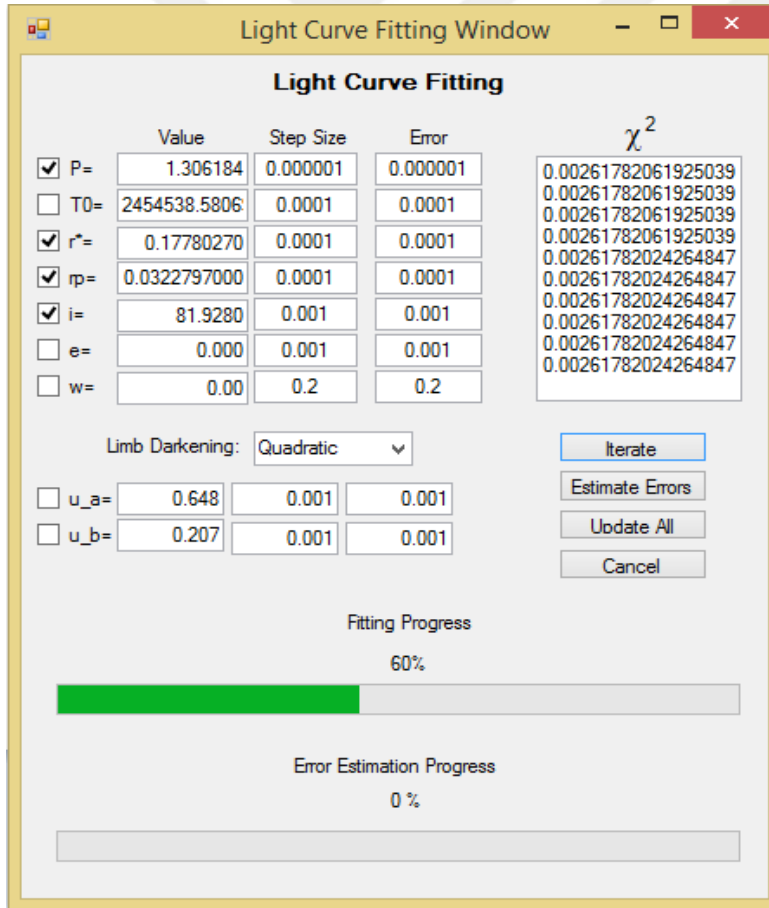
3.1. Programın Çalıştırılması

Programda ilk olarak içerisinde yıldız ve gezegenen ait temel parametrelerin yer aldığı .etp uzantılı ötegezegen transit parametresi dosyası programda çağrılır. Ardından uzantılı içerisinde Heliosentrik Jülien Zaman ve normalize akını iki sütun halinde yer aldığı .lc uzantılı ışık eğrisi dosyası çağrılır. Analiz menüsü altında yer alan “sentetik ışık eğrisini hesapla” menüsüne tıklanır. Girilen verilere göre program transit eğriden fit geçirir(Şekil 4.1.)

Daha sonra analiz menüsü altındaki “ışık eğrisi fit yapma” menüsüne tıklanır ve Şekil 4.2.’deki gibi ışık eğrisi fit penceresi açılır. Burada istediğimiz parametrenin karşısına tik işareti koyarak itarasyon yapıp en küçük χ^2 değerini hesaplayabiliriz. Bu menüde itarasyon yaptıktan sonra “Update All” sekmesine tıklayarak yeni fit değerlerini ana ekrana yükleyip kaydedebiliriz.



Şekil 3.1. ETAP programının ana ekran görüntüsü



Şekil 3.2. ETAP programında ışık eğrisinde fit elde etme menüsü

3.2. Programın Temel Formülleri

Kopal ve Demircan(1979)'ın örten çift sistemler için yazdığı formülleri ötegezegen transit ışık eğrilerine uyarlayarak Demircan ve Bakış(2015) yeni bir ışık eğrisi analizi programını geliştirmiştir.

Sistemin zamana bağlı toplam akısı Dünya'dan bakıldığında $I(t) = L_s(t) + L_p(t) - \alpha(t)L_s(t)$ şeklindedir. L_s yıldızdan gelen akıyı, L_p ise gezegenden gelen akıyı temsil etmektedir. $\alpha(t)$ zamana bağlı akı kaybını temsil eder. Zaman yerine evre açısını kullanırsak $\theta = (2\pi/P)(t - t_0)$ ve toplam akıyı sabit $L_s + L_p = 1$ şeklinde alıp ilk formülü yeniden düzenlese $I(\theta) = 1 - \alpha(\theta)L_s$ şekline dönüşür.

Burada α fonksiyonu için yıldız yüzey parlaklığı iyi bilinmeli ve bunun için kenar kararması etkisi için lineer kenar karar kararması,

$$I(\mu) = I(l) [1 - u(1 - \mu)] \quad (3.1)$$

şeklinde kullanılır. Burada $\mu = \cos v$, $I(l)$ ise ortaya çıkan normal yüzey akısı ve u lineer kenar kararması sabitidir. Duyarlı gözlemler için kuadratik kenar kararma sabiti kullanılır,

$$I(\mu) = I(l) [1 - u_a(1 - \mu) - u_b(1 - \mu)^2] \quad (3.2)$$

Diaz-Cordovés ve Giménez (1992) tarafından (3.2)'deki denklem karekök şeklinde ifade edilebilir:

$$I(\mu) = I(l) [1 - u_c(1 - \mu) - u_d(1 - \sqrt{u})] \quad (3.3)$$

daha sonra da 3.3 teki eşitlik de Claret (2000) tarafından genişletilmiştir.

$$I(\mu) = I(l) \left[1 - \sum_{n=1}^4 u_n (1 - \mu^{n/2}) \right] \quad (3.4)$$

Demircan(2014) çalışmasında (3.4) eşitliği tekrar uyarlandı,

$$I(\mu) = I(l) \left[1 - \sum_{n=1}^N u_n (1 - \mu^n) \right] \quad (3.5)$$

$N=1$ değeri bize lineer kenar kararması sabiti verir ve $u_1 = u$ olur, $N=2$ değerini verirsek

bize kuadratik kenar kararması sabiti verir bu da $u_1 = u_a + 2u_b$ ve $u_2 = -u_b$ 'dir.

Kopal ve Demircan(1979)'da örtme fonksiyonu olarak,

$$\alpha = \sum_{n=0}^N C_n \alpha_n \quad (3.6)$$

$$C_0 = \frac{1 - \sum_{n=1}^N \frac{u_n}{1 - \sum_{n=1}^N \frac{nu_n}{n+2}}}{1 - \sum_{n=1}^N \frac{nu_n}{n+2}}, \quad C_n = \frac{u_n}{1 - \sum_{n=1}^N \frac{nu_n}{n+2}} \quad (3.7)$$

şeklinde verilmiştir.

3.3. Tutulma Fonksiyonu

Örten eşitlikleri için r_s yıldızın kesirsel yarıçapı, r_p gezegenin kesirsel yarıçapı, i yörünge eğimi ve δ ise gezegen ve yıldızın disk merkezleri arası ayırıklıktır.

$$\delta^2 = 1 - \cos^2 \theta \sin^2 i \quad (3.8)$$

eksantrik yörünge için 4.8 eşitliği,

$$\delta^2 = \left[\frac{(1-e^2)}{1-e \sin(\theta-\omega)} \right]^2 (1 - \cos \theta^2 \sin i^2) \quad (3.9)$$

3.9 eşitliğinde e yörünge eksantriğini ω ise yörünge boylamını vermektedir. $\delta > r_s + r_p$ transit olmaz ve $\alpha = 0$ 'dır. $\delta < r_s - r_p$ şeklinde ise halkalı tutulma olur ve $r_s + r_p > \delta > r_s - r_p$ şeklinde olursa kısmi tutulma olur. Bu durumda α çözümü nümerik çözümleme ile olur.

Tutulma fonksiyonu α_n 'ya Hankel dönüşümü uygulanırsa,

$$\alpha_n(k, n) = 2^v \Gamma(v) \int_0^\infty \left(\frac{x}{k}\right)^{-v} J_v(x/k) J_1(x) J_0(hx/k) dx \quad (3.10)$$

Burada $J_n(x)$ Bessel fonksiyonunun ilk kısmıdır, k yarıçaplar oranıdır, $h \equiv \delta/r_s$ ve $v \equiv (n+2)/2$ 'dir. Jakobi polinomunu R_n şeklinde ifade edersek,

$$\alpha_n^0 = 2^v T(v) b \int_0^\infty (ay)^{-v} J_v(ay) J_1(by) J_0(cy) dy =$$

$$= b^2(1 - c^2)^{v+1} T(v) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{n!(v+2n+2)}{(n+1)\Gamma(v+n+1)} [R_n^{1,v}(a)]^2 R_n^{(v+1,0)}(c^2) \quad (3.11)$$

$$= b^2(1 - c^2)^{v+1/2} \frac{\Gamma(2v+1)}{\Gamma(v+1/2)} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2n)!}{(n+1)!} \frac{\Gamma(v+2n+3/2)}{\Gamma(2n+2v+1)} R_{2n}^{(2,2n)}(a) R_n^{(v+1/2,0)}(c^2) \quad (3.12)$$

Eşitliklerde yer alan fonksiyonların tanımı aşağıda verilmiştir:

$$\Gamma(x+1)=x. \Gamma(x)=x! , \Gamma(1)=\Gamma(2)=1,$$

$$\Gamma(1/2)=\sqrt{\pi} , \Gamma(-1/2)=-2\sqrt{\pi}$$

$$\Gamma(n)=(n-1)! , \Gamma(n+1/2)=\frac{\sqrt{\pi}}{2^n}(2n-1)!!$$

$$\Gamma(1/2-n)=(-1)^n \cdot \frac{2^n \sqrt{\pi}}{(2n-1)!!} ,$$

$$\Gamma(1/2+x) \Gamma(1/2-x) = \pi / \cos \pi x, \Gamma(1-x) \Gamma(x) = \pi / \sin \pi x,$$

$$R_n^{(\alpha,\beta)}(x) = (-1)^n \frac{\Gamma(\beta+n+1)}{n! \Gamma(\beta+1)} \cdot {}_2F_1 \left(\begin{matrix} -n, n+\lambda \\ \beta+1 \end{matrix} \middle| x \right), \lambda = \alpha + \beta + 1, 0 < x < 1 \quad (3.13.)$$

$${}_2F_1 \left(\begin{matrix} a, b \\ c \end{matrix} \middle| x \right) = (1-x)^{c-a-b} \cdot {}_2F_1 \left(\begin{matrix} c-a, c-b \\ c \end{matrix} \middle| x \right), \Gamma(0) = \infty , \quad (3.14)$$

$${}_2F_1 \left(\begin{matrix} a, b \\ c \end{matrix} \middle| x \right) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a)_n (b)_n}{(c)_n n!} x^n \quad (3.15)$$

$$R_{n+1}(x) = (A_n x B_n) R_n(x) - C_n R_{n-1}(x), \quad (3.16)$$

$$A_n = \frac{(2n+\lambda)(2n+\lambda+1)}{(n+1)(n+\lambda)}, B_n = \frac{(2n+\lambda)(\alpha^2+\beta^2+1)-(2n+\lambda)^3}{2(n+1)(n+\lambda)(2n+\lambda-1)}, C_n = \frac{(n+\alpha)(n+\beta)(2n+\lambda+1)}{(n+1)(n+\lambda)(2n+\lambda-1)} \quad (3.17)$$

$$R_0^{(\alpha,\beta)}(x) = 1 \quad (3.18)$$

$$R_1^{(\alpha,\beta)}(x) = (-\beta + 1) + (\lambda + 1)x \quad (3.19)$$

$$R_1^{(\alpha, \beta)}(x) = \frac{(\beta+1)(\beta+2)}{2} - (\beta+2)(\lambda+2)x + \frac{(\lambda+2)(\lambda+3)}{2}x^2 \quad (3.20)$$

buradaki parametreler, $b \equiv r_p / (r_s + r_p) = k/(1+k)$ ve $c \equiv \delta / (r_s + r_p) = b \delta / r_p$ olarak kullanılmıştır. 3.11 ve 3.12 son eşitliği α_n fonksiyonun gösterimidir. n kenar kararmasının derecesidir. Hızlı yakınsaması nedeniyle ETAP analiz programında 3.12 formülü kullanılmıştır.

3.4. Fit Yapma ve Transit Parametreler

θ , r_p , i , u_a ve u_b değerleri O-C(gözlenen-hesaplanan)'ye uyarlanırsa ışık eğrisinde minimum χ^2 değeri hesaplanabilir. Taylor açılımı kullanılarak her bir gözlem noktası için fit yapılır,

$$(O-C)_i = \sum_{n=1}^N \left(\frac{\partial \alpha}{\partial x_n} \right)_i \Delta x_n \quad (3.21)$$

α etkisinde belirlenen X_n değişkenleri nümerik olarak hesaplanıp en iyi değerler bulursa χ^2 en küçük değerleri alır ve şu şekilde tanımlanır,

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{O_i - C_i}{\sigma_i} \right)^2 \quad (3.22)$$

burada N gözlem noktası sayısı, O_i transit ışık eğrisinden gözlenen C_i ise örten fonksiyonu ile elde edilen model ışık eğrisi değeridir. Biz burada en iyi fit değerleri ile en küçük χ^2 değerini elde ederiz.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Galileo Galilei, Johannes Kepler ve Isaac Newton gibi bilim adamlarının çalışmalarından sonra Güneş Sistemi'ndeki gezegenler ve yörüngeleri matematiksel olarak doğru biçimde ifade edilmeye başlanmış ve Titius – Bode yasasına dayanarak yeni gezegenler (Uranüs, Neptün ve Plüto) keşfedilmiştir.

1990'lı yıllardan itibaren gözlem tekniklerinin ve duyarlılıklarının geliştirilmesiyle diğer yıldızlar etrafındaki gezegenler (öncelikle Jüpiter benzeri büyük kütleli olan gezegenler) keşfedilmeye başlanılmıştır ve bunlara ötegezegen denilmektedir. Biriken gözlemsel verilerden elde edilen bilgilere göre Jüpiter benzeri ötegezegenler iki gruptan oluşmaktadırlar. Birinci grup ötegezegenler gerçekten Jüpiter'in fiziksel ve yörünge özelliklerini taşıırken ikinci grup kendi yıldızlarına çok daha yakın sıcak jüpiterlerden oluşmaktadır.

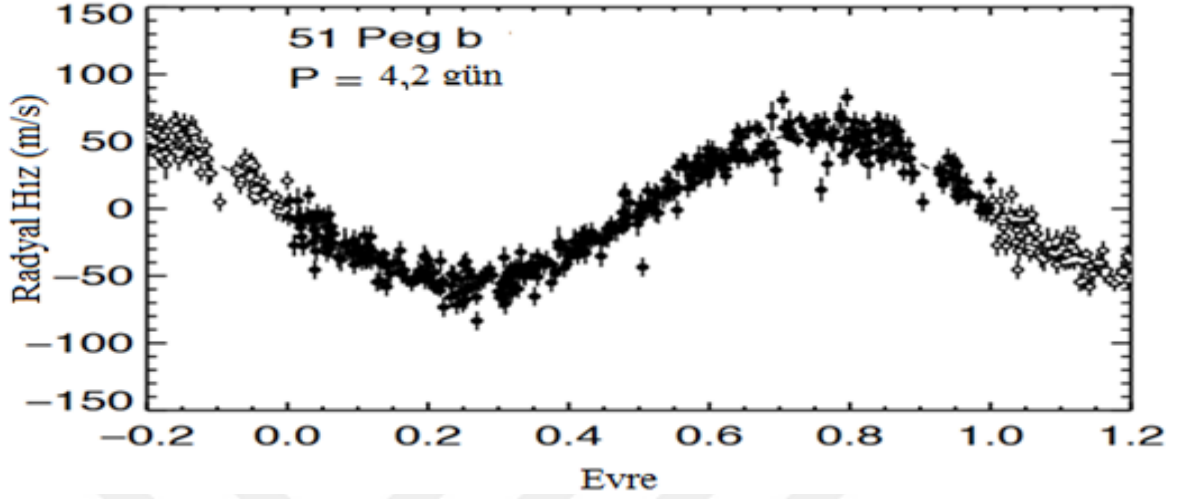
Exoplanet Orbit Data Explorer verilerine göre 2950 adet onaylanmış gezegen, 2504 adet onaylanmamış kepler aday gezegenleri ve toplamda 5454 ötegezegen olduğu bilinmektedir. The Extrasolar Planets Encyclopedia verilerine göre ise 3552 ötegezegen ve bunlardan 599'u çoklu gezegen sistemlerinden oluştuğu bilinmektedir. İlk olarak 51 Pegasi (Şekil 3.1.) yıldızının etrafında ötegezegen keşfedildi. Bu gezegenin adı 1995 yılında 51 Peg b olarak bilim dünyasına duyuruldu. Çok geçmeden ötegezegen sayıları gittikçe arttı. Elde edilen gözlemsel bilgilere göre sıcak Jüpiterlerin yığılım gösterdiği kütle aralığı 0,4 Mj (Jüpiter kütlesi) ile 3 Mj aralığındadır. Yarı büyük eksen uzunluğu 0,03 AB (astronomik birim) ile 0,07 AB arasındadır. Birinci gruptaki normal jüpiter benzeri gezegenler ise göreceli olarak daha büyük kütleli ve yıldızlarına daha uzak bölgede yer almaktadır. Bu gruptaki jüpiter benzeri gezegenlerin kütle aralığı 0,5 Mj ile 11 Mj aralığında yarı büyük eksen uzunlukları ise 0,6 AB ile 6 AB aralığında yer almaktadır.

Bu çalışmada, keşfedilen ötegezegenler arasında sıcak jüpiterlerin sınıflandırılıp kataloglanması, yeni gözlemler, diğer ötegezegenlerden ayrılan özellikleri ile birlikte karakteristik özellikleri ve yeni gözlemlerin analiz sonuçları sunulmaktadır. Sıcak jüpiterlerin oluşumları ve yörünge göçleri ile ilgili yörünge periyodu değişimi incelenmiştir.

Sıcak Jüpiterler diğer kaya gezegenlerden daha büyük kütle ve yarıçapa sahiptir. Şekil 4.1.'de ilk sıcak Jüpiter 51 Pegasi b'nin radyal hız eğrisi ve Çizelge 4.1.'de bu ilk sıcak Jüpiter'in temel fiziksel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.'te sıcak Jüpiterler ve sıcak olmayan Jüpiter benzeri gezegenler

için yörünge periyodu, yarıçap, yarı-büyük eksen uzunluğu, yoğunluk ve gezegen sıcaklık değerlerinin en büyük, en küçük ve ortalama değerleri verilmiştir.



Şekil 4.1. 51 Pegasi b ötegezegenine ait ilk radyal hız eğrisi (<http://exoplanets.org>)

Çizelge 4.1. 51 pegaasi b ötegezegeninin parametreleri(<http://exoplanets.org> , <http://exoplanet.eu>)

Parametreler	Değeri
T_{jd}	$2450001,51 \pm 0,62$
M_j	$0,461 \pm 0,0164$
$P_{gün}$	$4,230785 \pm 3,6 \times 10^{-5}$
a_{AB}	$0,05211 \pm 0,00087$
e	$0,013 \pm 0,012$
R_j	$1,9 \pm 0,3$
i	$80,0_{-10,0}^{+19,0}$
Yaş(Gyr)	$4,0 \pm 2,5$
Yıldız sıcaklığı (K)	$5793,0 \pm 70,0$
RA_{2000}	$22:57:27.0$
Dec_{2000}	$+20:46:07$

Çizelge 4.2. Sıcak Jüpiterlerin bazı parametreleri (<http://exoplanets.org>, *
<http://exoplanet.eu>)

	M(M_J)	P(gün)	R(R_J)	a(AB)	d(gr/cm³)	T*(°K)
Mini- mum	0,508	0,788	0,775	0,014	0,001	797
Maksi- mum	21,854	9,289	1,990	0,094	26,400	2508
Ortalama	1,939	3,549	1,248	0,046	1,632	1640,278

Çizelge 4.3. Sıcak olmayan Jüpiter benzeri gezegenlerin bazı parametreleri(<http://exoplanets.org>)

	M(M_J)	P(gün)	R(R_J)	a(AB)	d(gr/cm³)	T*(°K)
Minimum	0,501	10,338	0,97	0,088	0,640	
Maksimum	22,626	5571	1,22	6,459	12,400	
Ortalama	3,563	930,934	1,071	1,751	4,242	833

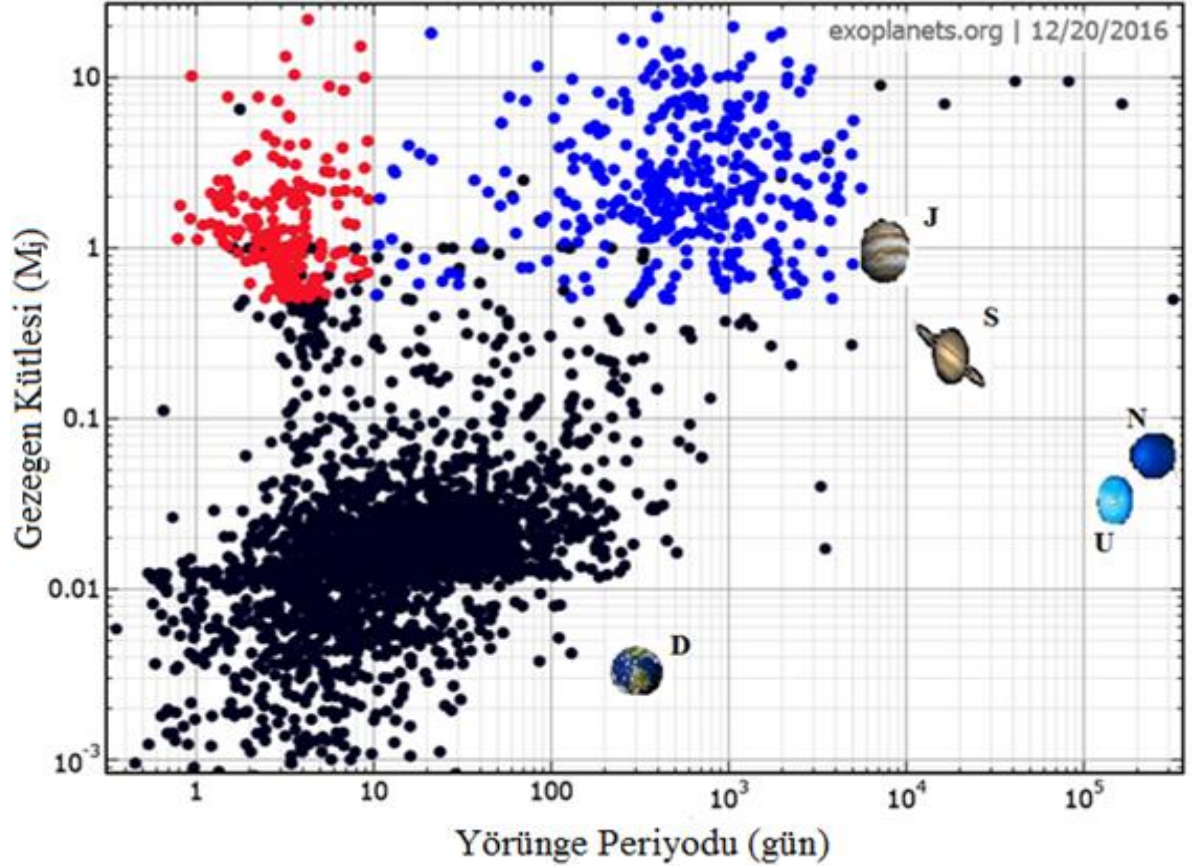
4.1. Sıcak Jüpiterlerin Genel Özellikleri

Şekil 4.2.'de ötegezegenlerin yörünge periyoduna karşılık kütleleri noktalanmıştır. Kırmızı renk ile gösterilenler sıcak Jüpiterleri, mavi nokta ile gösterilenler yıldızına yakın olmayan Jüpiter benzeri gezegenleri ve siyah nokta ile gösterilenler ise Kepler gezegenlerini diğer adıyla süper dünyaları temsil etmektedir. Güneş sistemimizdeki gezegenlerin bazılarını Şekil 4.2.'deki gibi yerleştirdiğimizde Jüpiter'in olduğu bölge Jüpiter benzeri gezegenleri Dünya'nın olduğu bölge ise dünya benzeri gezegenleri temsil etmektedir.

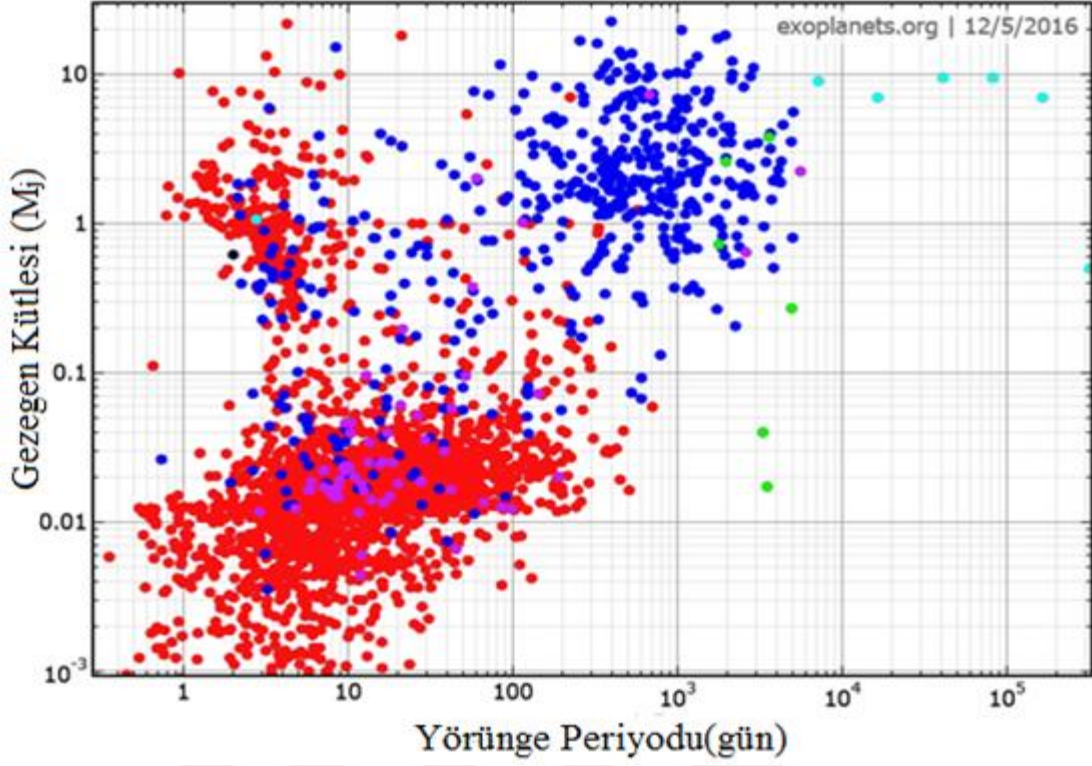
Sıcak Jüpiterler 0,5 M_J kütesinden büyük kütleyle ve 10 günden az periyoda sahip ötegezegenlerdir. Yıldızına yakın olmayan Jüpiter benzeri gezegenler ise aynı şekilde 0,5 M_J kütesinde büyük ve aynı zamanda periyotları 10 günden büyüktür. Süper dünyalar ise 0,1-0,001 M_J aralığındaki kütle büyüklüğüne ve 1-100 günlük periyotlar arasında yoğunlaşmışlardır.

Ötegezegen keşiflerinde ve ışık eğrilerinin elde edilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden ikisi radyal hız yöntemi ve transit geçiş yöntemidir. Şekil 4.3'te grafik üzerinde kırmızı noktalar transit geçiş yöntemi ile tespit edilmiş ötegezegenler ve mavi

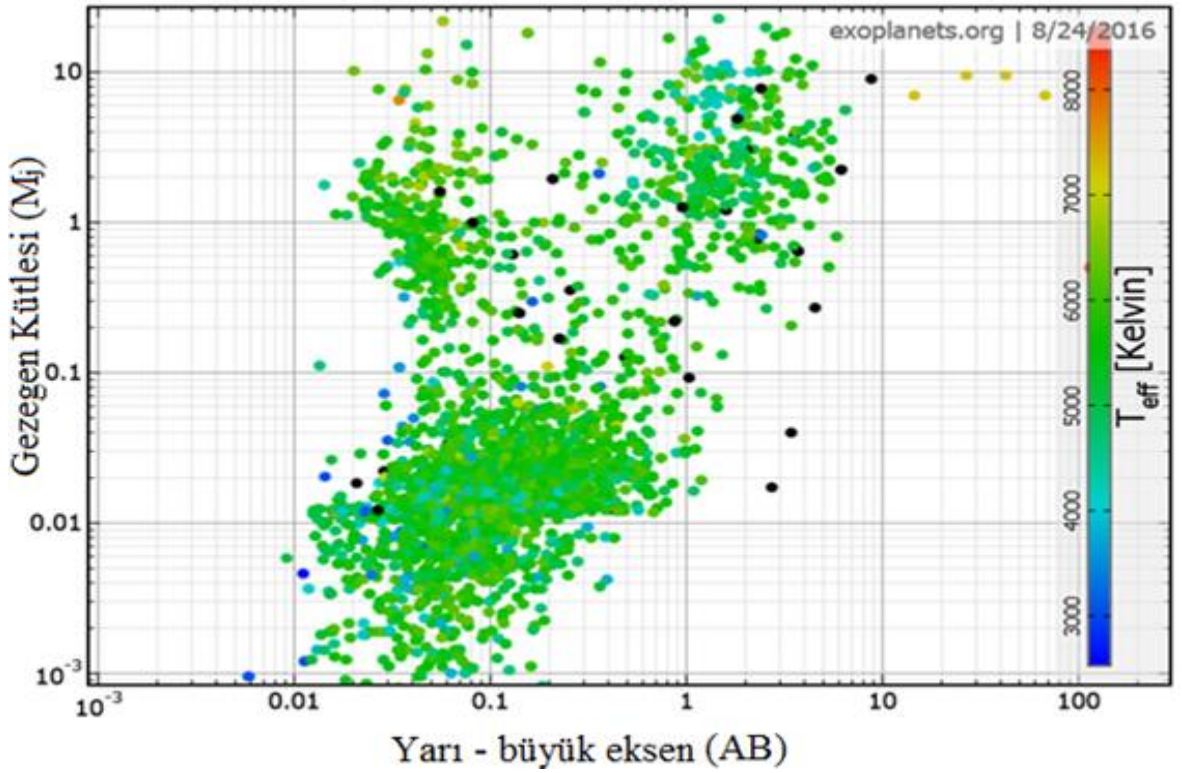
noktalar radyal hız, yeşil noktalar mikromerceklemeye, açık mavi doğrudan görüntüleme ve mor noktalar ise zamanlama yöntemi ile keşfedilmiş ötegezgenleri temsil etmektedir. Sıcak Jüpiter ve süper dünyaların neredeyse tamamı transit geçiş yöntemiyle keşfedilmiştir. Yıldızına yakın olmayan Jüpiter benzeri gezegenlerin çoğunluğu ise Radyal hız yöntemi ile keşfedilmiştir.



Şekil 4.2. Tüm ötegezgenlere ait yörünge periyodu – gezegen kütlesi dağılımı



Şekil 4.3. Tüm gezegenlerin keşif yöntemlerinin gösterimi



Şekil 4.4. Yarı – büyük eksen uzunluğu ve gezegen kütlesi dağılımı

Yarı-büyük eksen uzunluğu – gezegen kütlesi arasındaki ilişkiye karşılık gelen Şekil

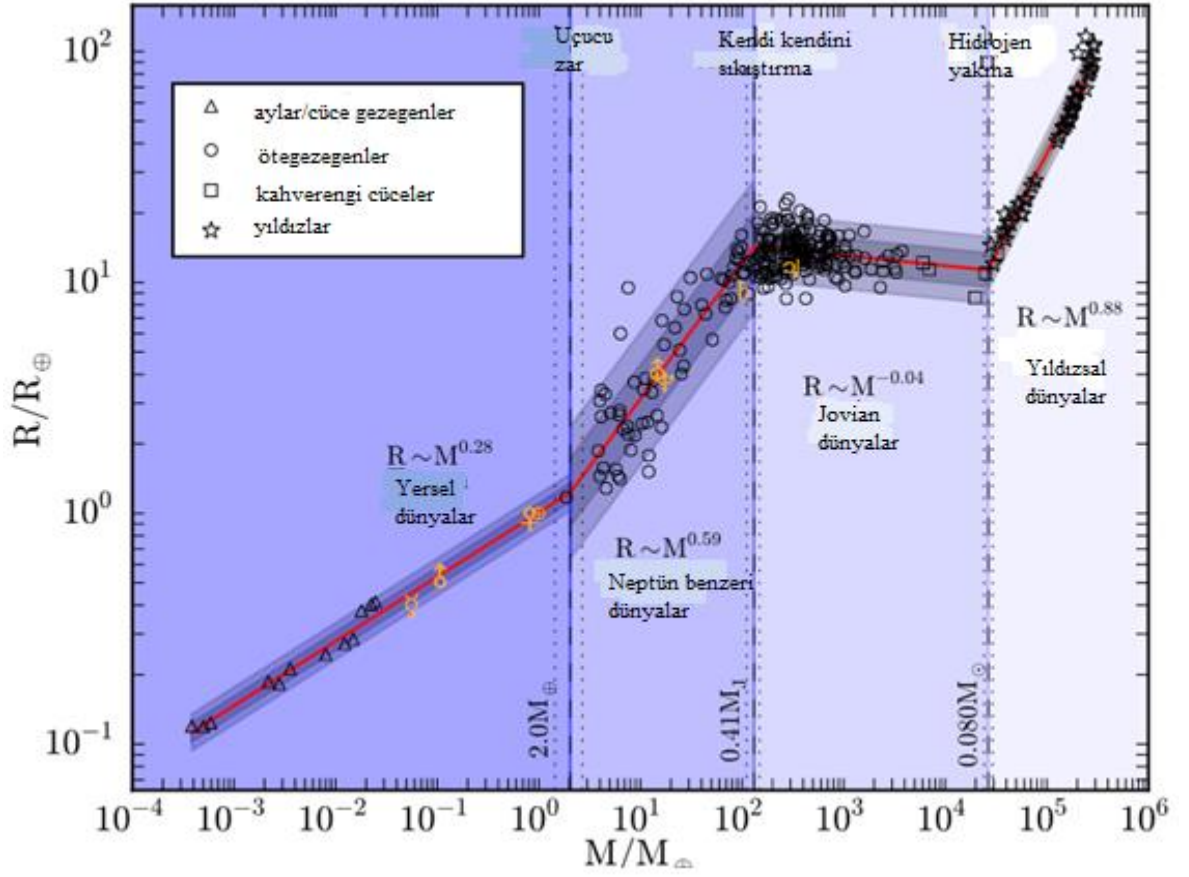
4.4.'te renk skalasında ev sahibi yıldızla ait etkin sıcaklık değeri gösterilmiştir. Sıcak Jüpiterlerin yıldızına çok yakın olduğu görülmektedir ve aralarındaki uzaklık 0,01-0,1 AB arasında değişmekte olup yıldız sıcaklıkları ise 4000-7500 K arasında yoğunlaşmıştır. Yakın olmayan Jüpiter benzeri gezegenlerin uzaklıkları ise 0,3 – 6 AB yoğunluk göstermektedir. Sıcaklıkları ise yakın ve sıcak olan Jüpiterlerden daha soğuktur. Genel olarak 1 M_J kütlesi altındaki sıcak Jüpiterler 1 M_J kütlesinden daha büyük olan sıcak Jüpiterlerden biraz daha soğuktur. Ayrıca sıcak Jüpiterlerin yarı-büyük eksen uzunluğu azaldıkça kütlesi ve sıcaklıkları artmaktadır. Yıldızına yakın olmayan sıcak Jüpiterlerin ise kütlesine ve uzaklığına bağlı olarak sıcaklık değişimi vardır.

Transit geçiş yöntemiyle keşfedilen sıcak Jüpiterler ve Keplerin süper dünyalarının yarıçapları bilinmektedir fakat yıldızına yakın olmayan Jüpiter benzeri gezegenlerin yarıçapı neredeyse tamamı radyal hız yöntemiyle keşfedildiği için yarıçapları şimdilik hesaplanmamıştır.

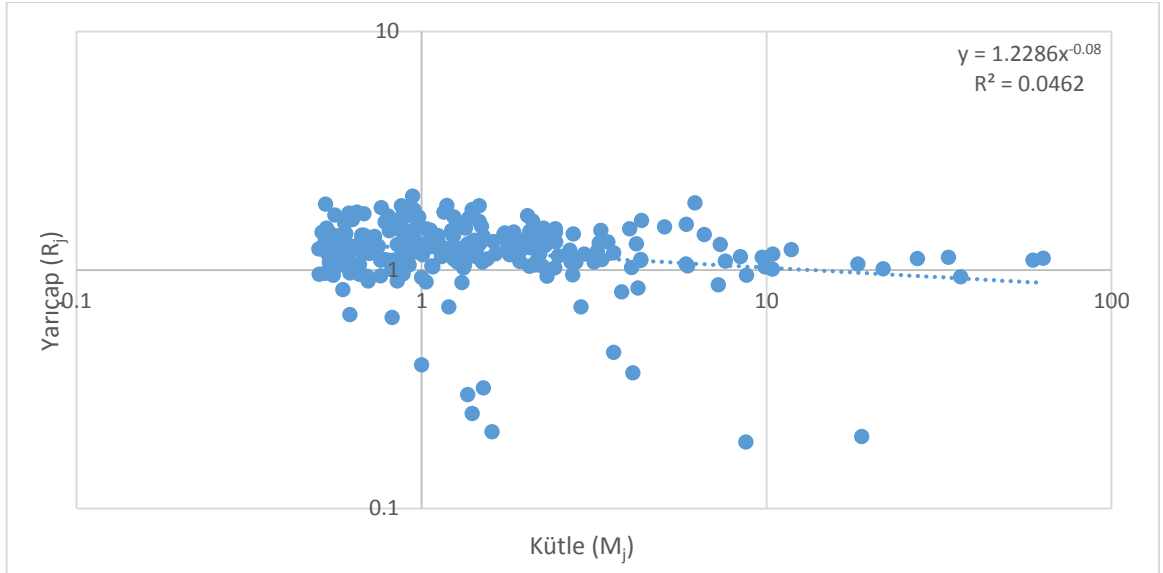
Chen ve Kipping(2016) çalışmasında Şekil 4.5.'te gösterildiği şekilde 2 $M_{\oplus}$ kütle sınırına kadar olan dünya benzeri gezegenlerin yarıçapı kütlesiyle $R \sim M^{0.28}$ bağıntısı olacak şekilde artmaktadır. Kütlesi 0,4 M_J kütlesine kadar olan Neptün benzeri gezegenler de kütle ve yarıçapı arasında $R \sim M^{0.59}$ bağıntısı olacak şekilde artmaktadır. 0,5 M_J kütlesinden sonra yani sıcak Jüpiterlerin bölgesine gelindiğinde kütle ve yarıçap arasındaki ilişki değişmektedir. Sıcak Jüpiterlerde kütle ve yarıçap arasında $R \sim M^{-0.04}$ bağıntısı olacak şekilde değişmektedir. 0,08 $M_{\odot}$ kütlesine gelmeden hemen önce kahverengi cüceler vardır, hemen sonrasında ise düşük kütleli yıldızlar yer almaya başlar ve burada hidrojen yakımı başlamaktadır. Sıcak Jüpiter ve kahverengi cüceleri kütleleriyle yarıçapı arasındaki azalan ilişkiden sonra 0,08 $M_{\odot}$ kütleli yıldızlara gelindiğinde kütle ve yarıçap arasında $R \sim M^{0.88}$ bağıntısı olacak şekilde artma meydana gelmektedir. Ayrıca Şekil 4.6.'de sıcak Jüpiterler için kütle ve yarıçap ilişkisi verilmiştir. Burada yapılan fit ile aşağıdaki gibi bir bağıntı elde edilmiştir,

$$\log R_g = 1,2286. (\log M_J)^{-0,08} \quad (4.1)$$

Bu bağıntıya bakarak sıcak jüpiterlerin yarıçap ve kütlesi arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmamıştır. Bu bağıntıyı kullanarak, kütleli biliyorsak yarıçapı yaklaşık olarak tahmin edebiliriz.



Şekil 4.5. Bazı gök cisimleri ve ötegezegenlerin kütle ve yarıçap arasındaki ilişki(Chen ve Kipping, 2016)



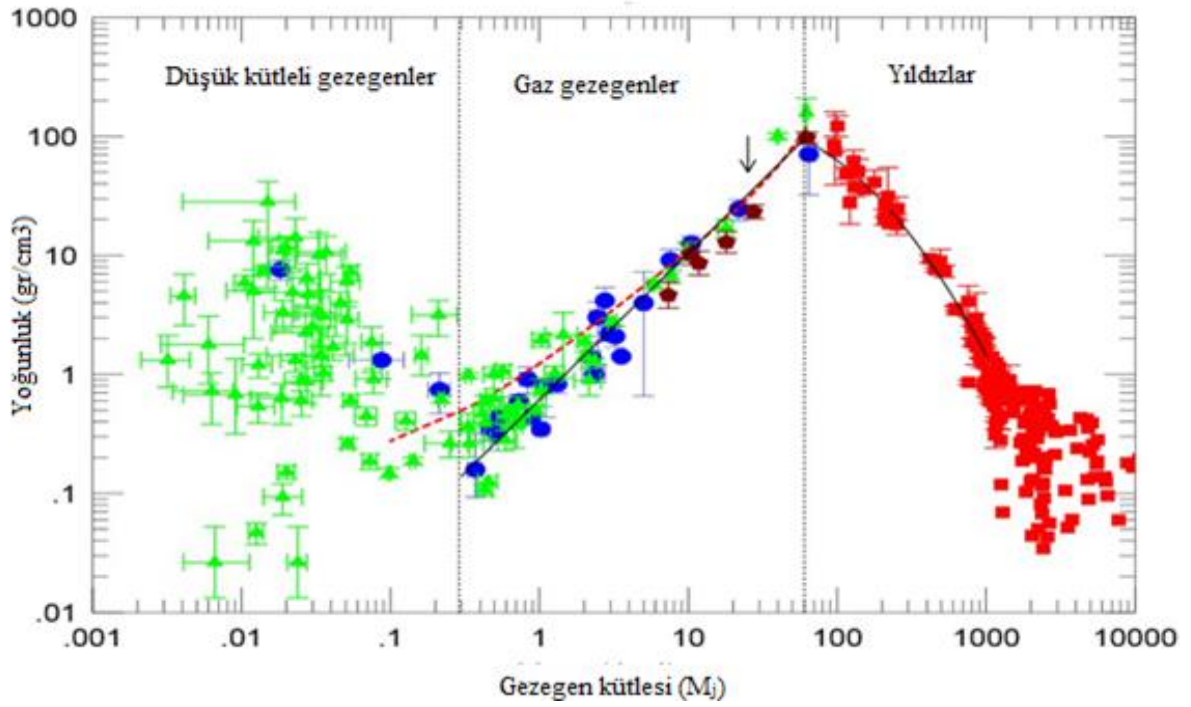
Şekil 4.6. Sıcak Jüpiterler için kütle-yarıçap ilişkisi(<http://exoplanet.eu>)

Şekil 4.7.'de Hatzes (2015)'in yaptığı çalışmada düşük kütleli gezegenlerde ve yıldızlarda kütle arttıkça yoğunluğun azaldığını ortaya koymuştur. Gaz devleri için kütle ve

yoğunluk arasındaki bağıntıyı ise

$$\log \rho = (1,15 \pm 0,03) \log M - (0,11 \pm 0,03) \quad (4.2)$$

şeklinde ifade etmiştir.

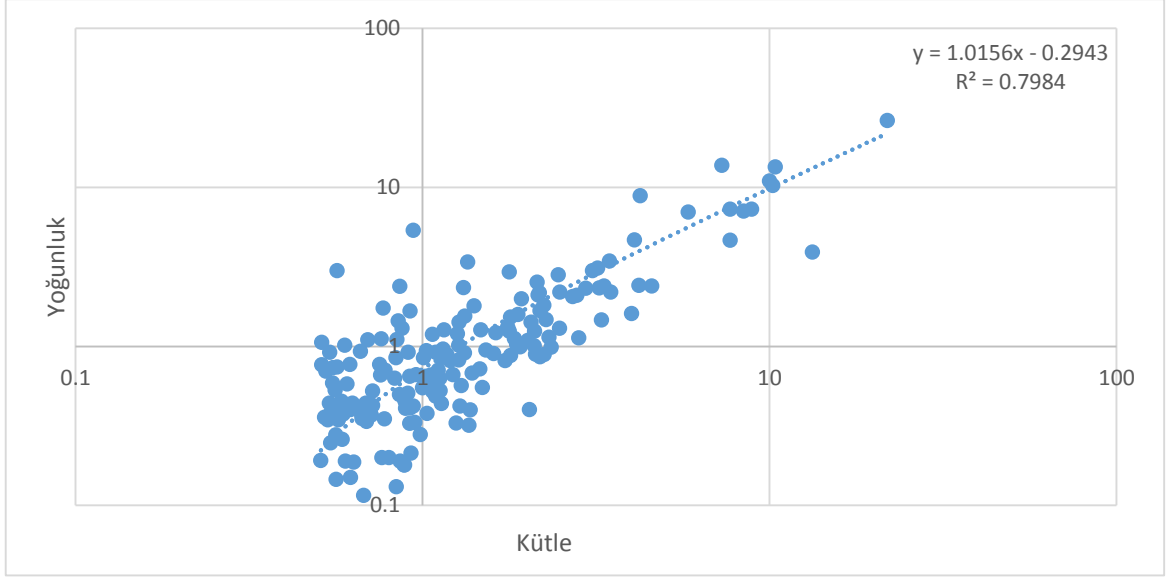


Şekil 4.7. Ötegezegenlerin kütle ve yoğunluk ilişkisi (Hatzes, 2015)

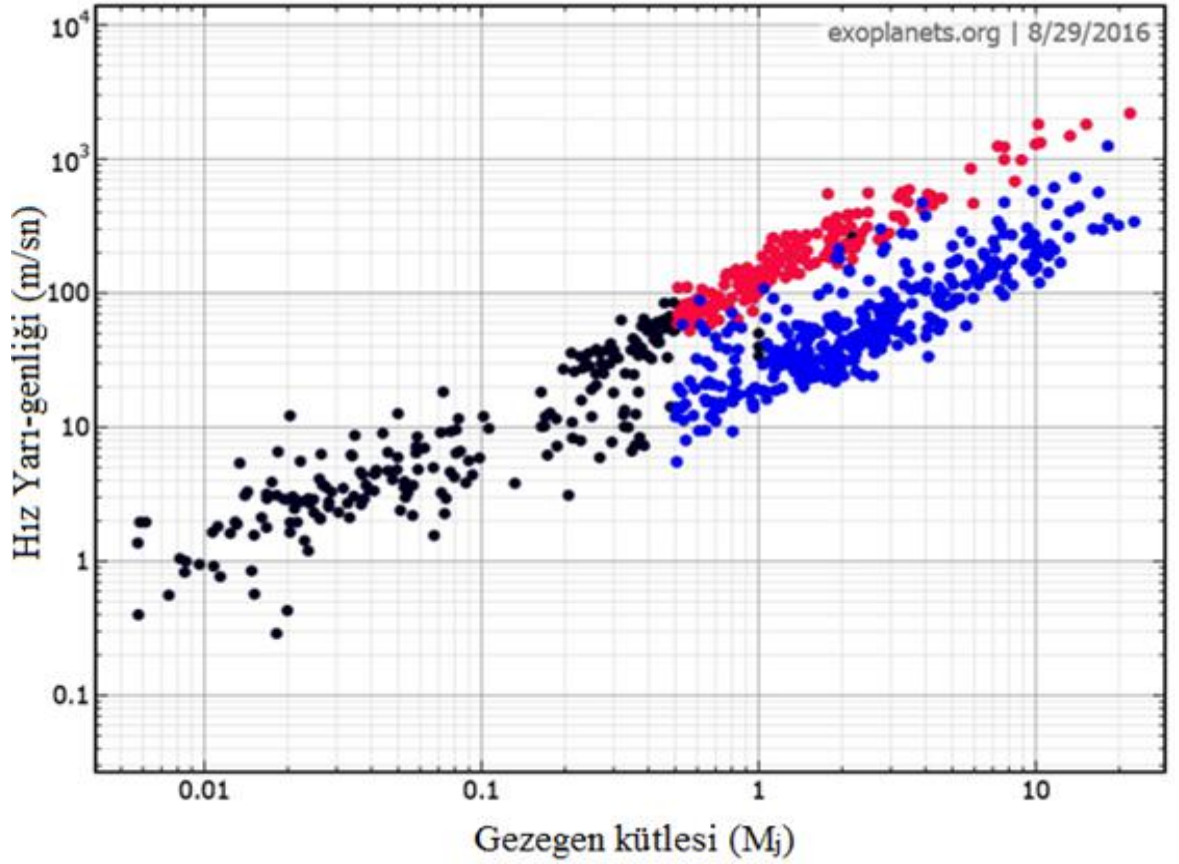
Gaz devlerinde ise kütle arttıkça yoğunluğun da arttığı görülmektedir. Bu çalışmada da kütle ve yoğunluk arasında Şekil 4.8.'deki gibi bir ilişki bulunmuştur. Burada yapılan fit ile aşağıdaki gibi bir bağıntı elde edilmiştir,

$$\log \rho_g = 1,0156 \cdot \log M_g - 0,2943 \quad (4.3)$$

Elde edilen bağıntıya bakarak yoğunluğun sıcak jüpiterlerde kütleyle bağlı olarak arttığı görülmektedir. Bu bağıntı ile kütle kullanılarak gezegen yoğunluğunu yaklaşık olarak bulabiliriz.



Şekil 4.8. Sıcak Jüpiterlerde kütle ve yoğunluk arasındaki ilişki



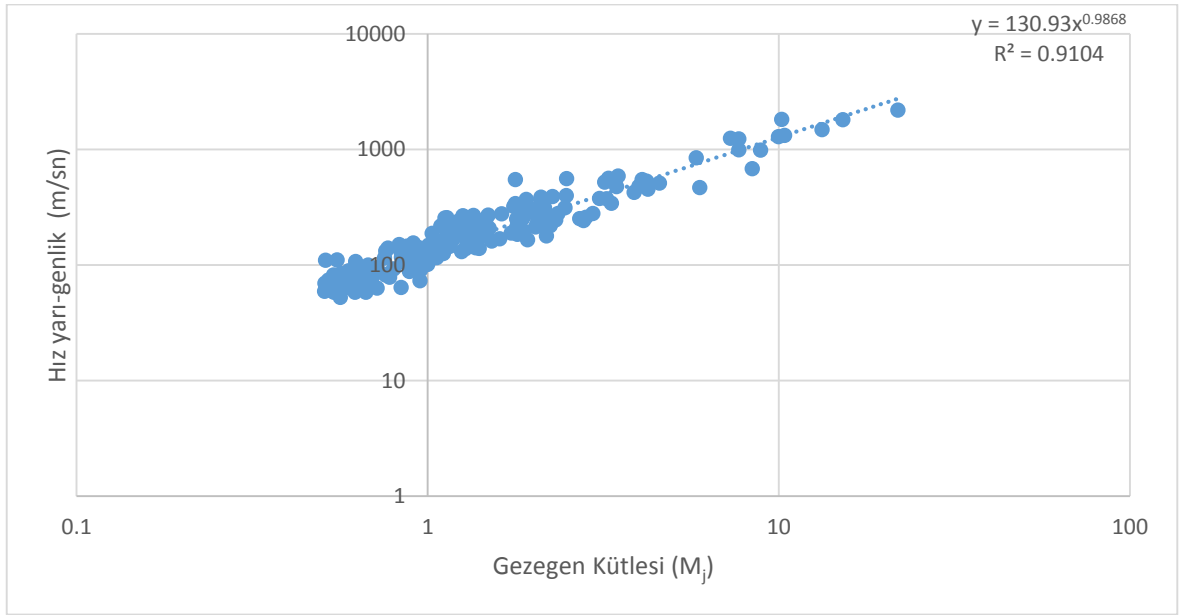
Şekil 4.9. Tüm ötegezegenlere ait kütle ve hız yarıgenliği ilişkisi

Şekil 4.9.'da gezegen kütlesi ve hız yarı genlik değişimi verilmiştir. Sıcak jüpiterler için belirleyici kütle olan $0,5 M_j$ kütesinde sonra şekil iki ana kola ayrılmaktadır. Üstte sıcak jüpiterlerin bulunduğu büyük hız yarıgenliğine sahip kısım ve altta kalan ise yakın olmayan

jüpter benzeri gezegenler bulunmaktadır. Hız yarı genliği bağıntısı:

$$\frac{K}{m.s^{-1}} = 203. \left(\frac{P}{gün} \right)^{-1/3} \cdot \frac{(M_p/M_j). \sin i}{\left((M_s/M_{\odot}) + 9,548.10^{-4} . (M_p/M_j) \right)^{2/3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-e^2}} \quad (4.4)$$

olarak verilmiştir. Bu bağıntıya göre sıcak jüpterlerin yörünge periyotları daha küçük olduğu için sıcak olmayan jüpterlerden ayrılmaktadır ve hız yarı genlikleri büyüktür. Kütle arttıkça hız yarıgenliği de artmaktadır.

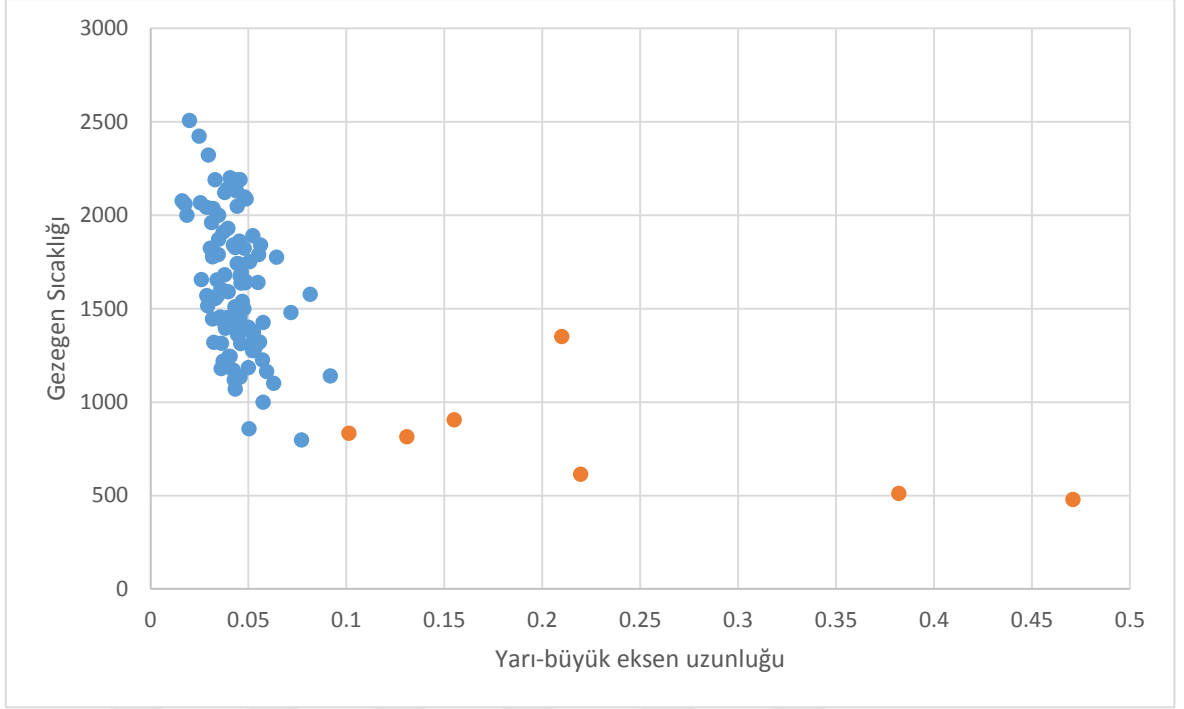


Şekil 4.10. Sıcak Jüpterlerde gezegen kütlesi ve hız yarı-genliği arasındaki ilişkisi

Şekil 4.10'daki grafiğe fit yaparsak aşağıdaki gibi bir bağıntı elde ederiz,

$$\log K_g = 130,93 (\log M_g)^{0,9868} \quad (4.5)$$

4.4'deki bağıntıda K'nin yörünge periyodu, yörünge dış merkezliği ve yıldız kütlesi gibi parametrelere de bağlı olduğu görülmektedir. 4.5'te ise K'nın gezegen kütlesi ile ilişkili bağıntısı verilmiştir. Bağıntıdan gezegen kütlesi ve K'nın doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir ve Kütle biliyorsak K hakkında yaklaşık tahmin yapabiliriz.

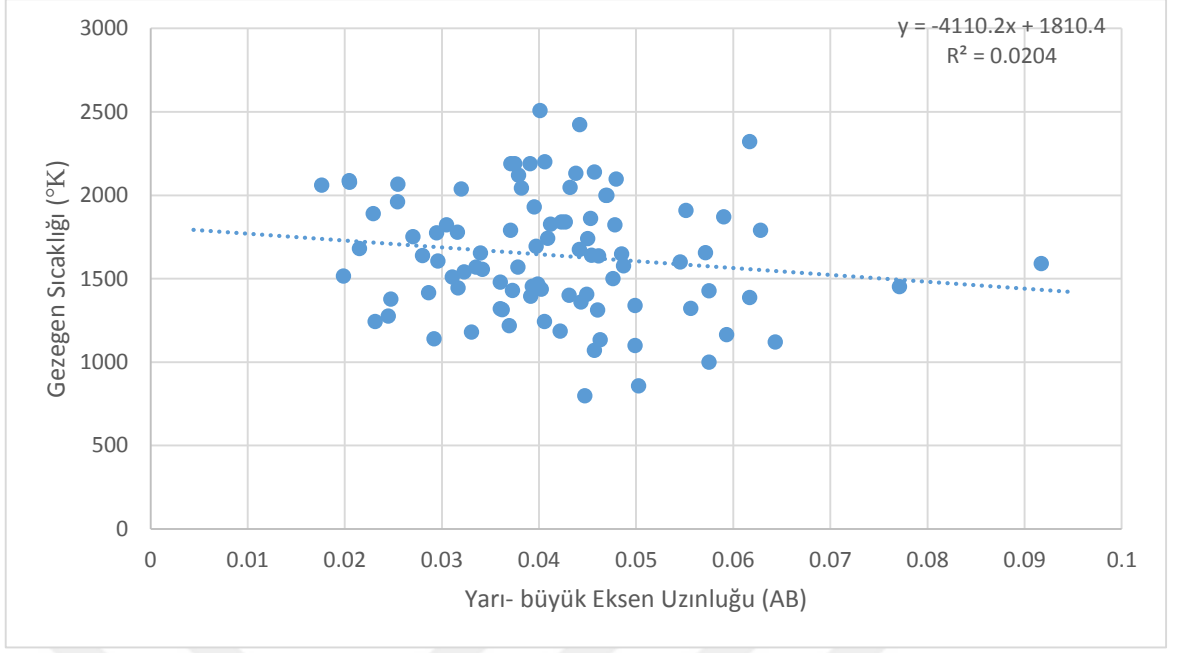


Şekil 4.11. Sıcaklığı bilinen ötegezegenlerin sıcaklık ve yarı – büyük eksen uzunluğu ile olan ilişkisi

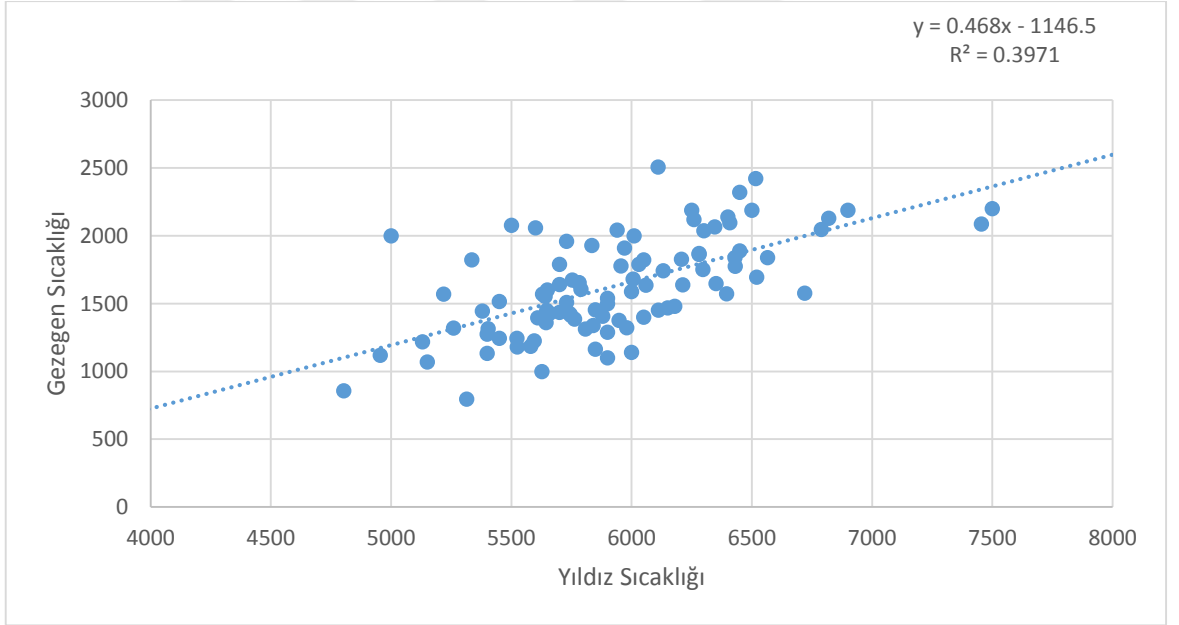
Şekil 4.11.'de yarı- büyük eksen uzunluğuna bağlı olarak sıcak Jüpiterlerin(mavi) ve soğuk Jüpiterlerin(turuncu) dağılımı verilmiştir. Sıcak Jüpiterlerin ortalama sıcaklığı 1939 K ve soğuk Jüpiterlerin ise 833 K olarak Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Doğal olarak yıldızına yakın olan gezegenler daha sıcaktır. Şekil 4.11'de iki grup dikkat çekmektedir: yıldızına yakın ve sıcak gezegenler ve yıldızına uzak ve soğuk gezegenlerdir. Sıcak Jüpiterler birinci grupta yer almaktadır. İki grubun arakesit noktası, yarı büyük eksen uzunluğu yaklaşık 0,08 AB ve sıcaklık yaklaşık 750 K'dir. Şekil 4.12'deki ilişkiden yola çıkılarak yarı-büyük eksen uzunluğu ve gezegen sıcaklığı arasında,

$$T_g = -4110,2 \log a + 1810,4 \quad (4.6)$$

şeklinde bir bağıntı bulunmuştur. Sıcak Jüpiterlerin yıldızı ile arasındaki yarı-büyük eksen uzunluğu arttıkça sıcaklıklarının azlaması beklenir. 4.6 bağıntısında da yarı büyük eksen uzunluğunun artması ile gezegen sıcaklığının azalacağı görülür. Yarı büyük eksen uzunluğu biliniyorsa gezegen sıcaklığı yaklaşık olarak tahmin edilebilir.



Şekil 4.12. Sıcak Jüpiterlerin yarı-büyük eksen uzunluğu ve sıcaklıkları arasındaki ilişki



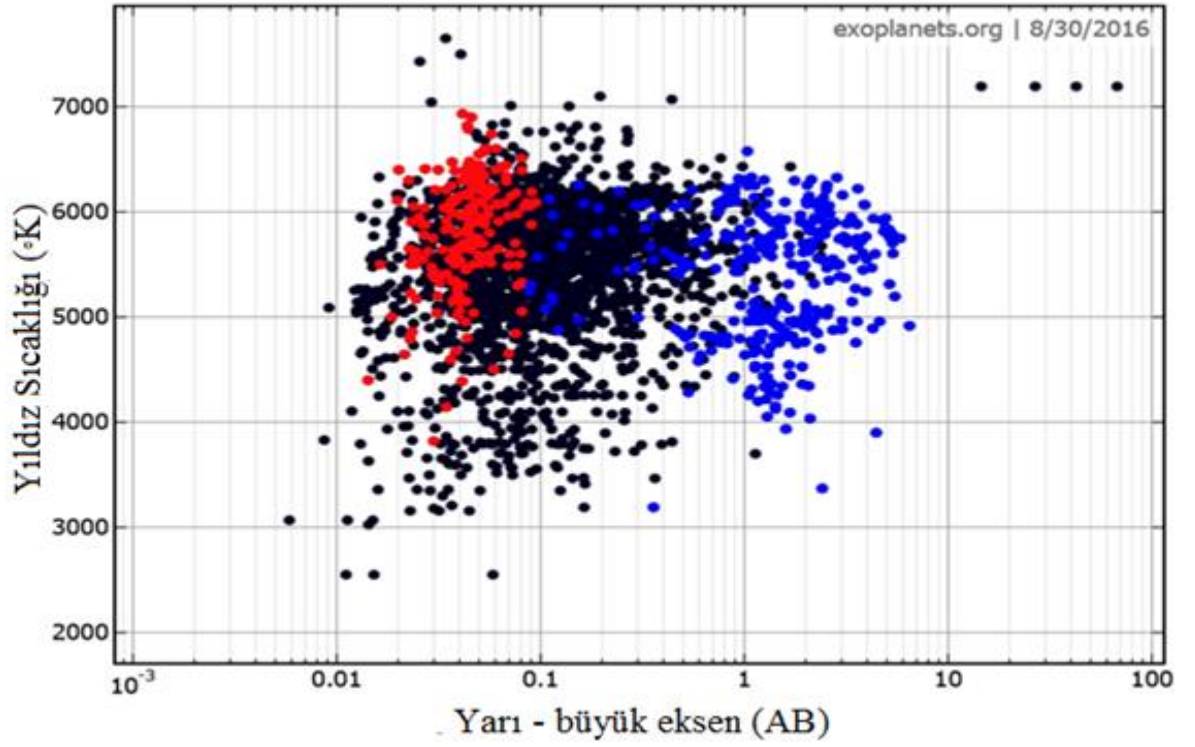
Şekil 4.13. Sıcak Jüpiterlerin sıcaklığı ve bağlı olduğu yıldızın sıcaklığı arasındaki ilişki

Ayrıca Şekil 4.12.'de Sıcak Jüpiterler ve bağlı olduğu yıldızın sıcaklığı arasındaki ilişki verilmiştir. Gezegen sıcaklığı yıldızın sıcaklığına bağlı olarak artmaktadır.

Sıcak jüpiterlerin ve yıldızlarının sıcaklıkları arasında,

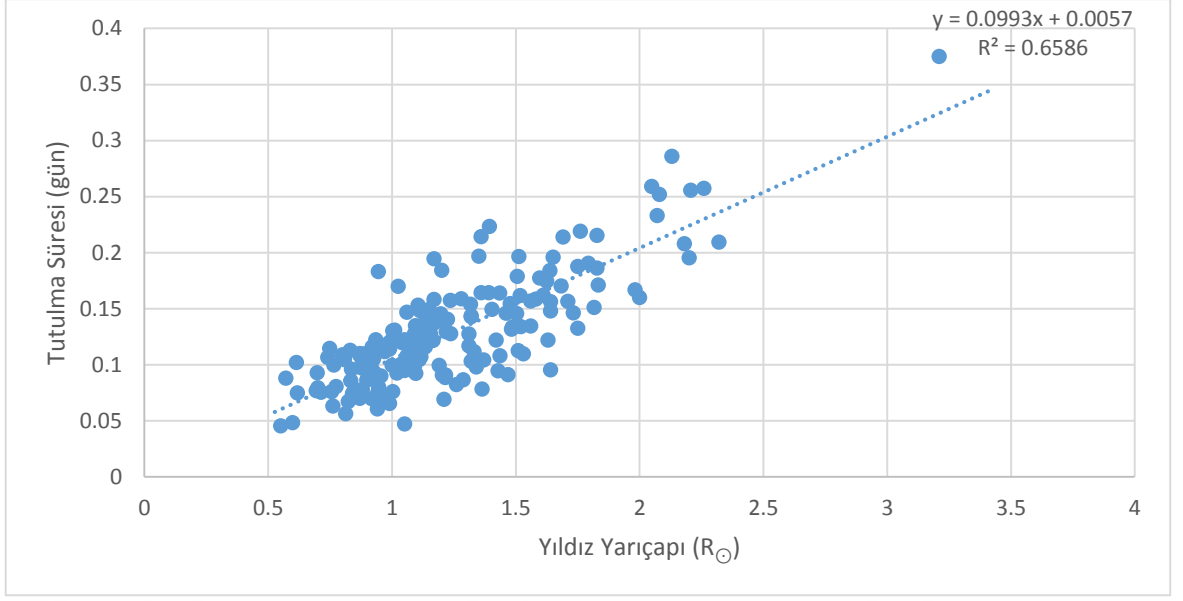
$$T_g = 0,468 T_{eff} - 1146,5 \quad (4.7)$$

şeklinde bir bağıntı elde edilmiştir. Yıldız sıcaklığının arttıkça gezegen sıcaklığının da artması beklenir. 4.7 bağıntısına bakılarak gezegen sıcaklığının yıldız sıcaklığı ile orantılı olduğu görülmektedir ve yıldız sıcaklığını biliyorsak gezegen sıcaklığı hakkında yaklaşık bir tahmin yapabiliriz. Yıldız uzaklık gibi bazı parametreler bu bağıntıya dahil olmadığı için saçılmalı bir dağılım görülmektedir.



Şekil 4.14. Yarı – büyük eksen uzunluğu ve yıldız sıcaklığı dağılımı (kırmızı: Sıcak Jüpiterler, mavi: sıcak olmayan Jüpiterler, siyah: kepler gezegenleri)

Yarı-büyük eksen uzunluğu ve yıldız sıcaklığı dağılımı Şekil 4.14.'te gösterilmiştir. Sıcak Jüpiterlerin yıldızlarının sıcaklıklarının diğer gezegen yıldızlarından daha sıcak olduğu görülmektedir.



Şekil 4.15. Sıcak Jüpiterlerin tutulma süresi ve yıldız yarıçapı arasındaki ilişkisi

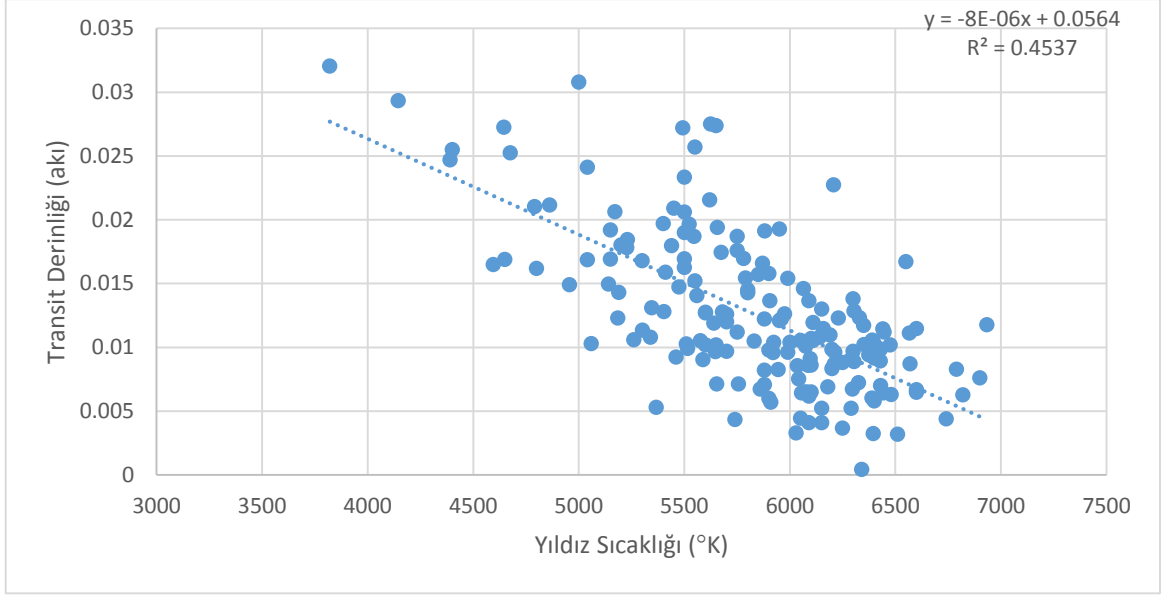
Şekil 4.15.'te ve 4.3.'deki bağıntıda görüldüğü üzere sıcak Jüpiterlerin yıldız yarıçapı arttıkça tutulma süresinin arttığı görülmektedir.

$$T_{\text{süre}} = \frac{P}{\pi} \sin^{-1} \left(\frac{\sqrt{(R_s + R_p)^2 - (a \cos i)^2}}{a} \right) \quad (4.8)$$

Bu çalışmada grafikten elde edilen bir fit ile aşağıdaki bağıntı elde edilmiştir,

$$T_{\text{sür}} = 0,0993 \log R_s + 0,0057 \quad (4.9)$$

Tutulma süresinin yıldız yarıçapı ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Yıldız yarıçapı arttıkça tutulma süresi artmaktadır. Tutulma süresi gezegen yarıçapı, yörünge periyodu ve yarı-büyük eksen uzunluğu gibi parametrelere de bağlı olduğu için grafik saçılmalı çıkmıştır. Yıldız yarıçapını biliyorsak tutulma süresini bu bağıntıdan yaklaşık olarak tahmin edebiliriz.



Şekil 4.16. Sıcak Jüpiterlerin yıldız sıcaklığı ve transit derinlik arasındaki ilişki

Şekil 4.16.'da yıldız sıcaklığı ve transit derinlik arasındaki ilişki gösterilmiştir. Yıldız sıcaklığı arttıkça transit derinlik azalmaktadır. Tutulma derinliği bağıntısı:

$$\Delta F \equiv \frac{F_{Transit\ yokken} - F_{Transit\ varken}}{F_{Transit\ yokken}} = \left(\frac{R_p}{R_s} \right)^2 \quad (4.10)$$

şeklinde verilmiştir. Bu çalışmada elde edilen tutulma derinliği bağıntısı ise,

$$T_{derinlik} = -8,10^{-6} T_{eff} + 0,0564 \quad (4.11)$$

şeklindedir. Yıldız sıcaklığını biliyorsak tutulma derinliğini yaklaşık olarak tahmin edebiliriz. Tutulma derinliği kenar kararırma sabiti gibi bazı parametrelerin etkisinde olduğu için grafik saçılmalı çıkmaktadır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde seçilen bazı sıcak Jüpiter olan HAT-P-8 b, HAT-P-16 b, HAT-P-28 b, Kelt-1 b, Qatar-1 b, Tres-3 b ve Tres-5 b ötegezegenlerinin ışık eğrileri ve ETAP programı ile analizleri verilmiştir.

Çizelge 5.1.'de verilen bu sistemler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi'nde gözlenmiştir. Seçilen bu sistemler gözlemevinin bulunduğu konuma göre yıldızın doğma ve batma zamanının uygunluğu nedeniyle gözlenmiştir. Sistemin parlaklığının 9-14 kadir arasında olması ve transit derinliğinin 0.005'ten küçük olamaması sebebiyle gözlemler gerçekleştirilmiştir.

Tüm gözlemler 60 cm çapa ve Apogee Alta U42 CCD dedektörüne sahip teleskopta odak bozularak ve Johnson R filtresinde yapılmıştır. Elde edilen ham verilerin MaxIm DL programında fotometrisi yapılmıştır. Elde edilen Jülien zamanları Heliosentrik Jülien zamanına, akı değerleri ise 1'e normalize edilmiştir. 1 numaralı eşitlik kullanılarak evre hesabı Çizelge 5.1.'de verilen T_0 ve P değerleri kullanılarak yapılmıştır.

$$T_0 = T - E.P \quad (5.1)$$

Çizelge 5.1. Sistemlerin indirgemesinde kullanılan mukayese ve denet yıldızları

Gezegenler	Mukayese	Denet	$T_0 - P$
HAT-P-8 b	TYC 2757 1212	-	2454437,67582 3,076339
HAT-P-16 b	TYC 2792 1737	TYC 2792 1220	2455027,59293 2,77596
HAT-P-28 b	GSC 2284 515	GSC 2284 175	2455417,59832 3,257215
Kelt-1 b	TYC 2785 1858	TYC 2781 2231	2455909,292797 1,217514
Qatar-1 b	GSC 4240 401	GSC 4240 606	2455518,4102 1,4200246

Çizelge 5.1.'in devamı

Gezegenerler	Mukayese	Denet	T ₀ - P
Tres-3 b	GSC 3089 741	TYC 3089 999	2454538,58069 1,30618608
Tres-5 b	GSC 3949 483	GSC 3949 1333	2455443,25153 1,4822446

Çizelge 5.2. Sistemlerin genel transit özellikleri

Gözlenen Cisimler	Parlaklık (kadir)	Transit Süresi (dak)	Transit Derinliği (kadir)	Nokta Sayısı	Gözlem Tarihi	Poz süleri (sn)
HAT-P-8 b	10,17	216	0,0070	185	17.09.2015	60
HAT-P-16 b	10,8	184	0,0101	197	13.11.2016	40
HAT-P-28 b	13,03	193,1	0,0162	177	01.11.2016	80
Kelt-1 b	10,07	153,245	0,0066	183	24.12.2015	100
Qatar-1 b	12,84	96,7	0,0204	133	10.09.2015	80
				115	17.09.2015	80
				130	27.06.2016	75
Tres-3 b	12,4	77,4	0,0291	130	14.09.2015	90
Tres-5 b	13,7	111,312	0,0215	76	07.12.2015	110

5.1. HAT-P-8 b

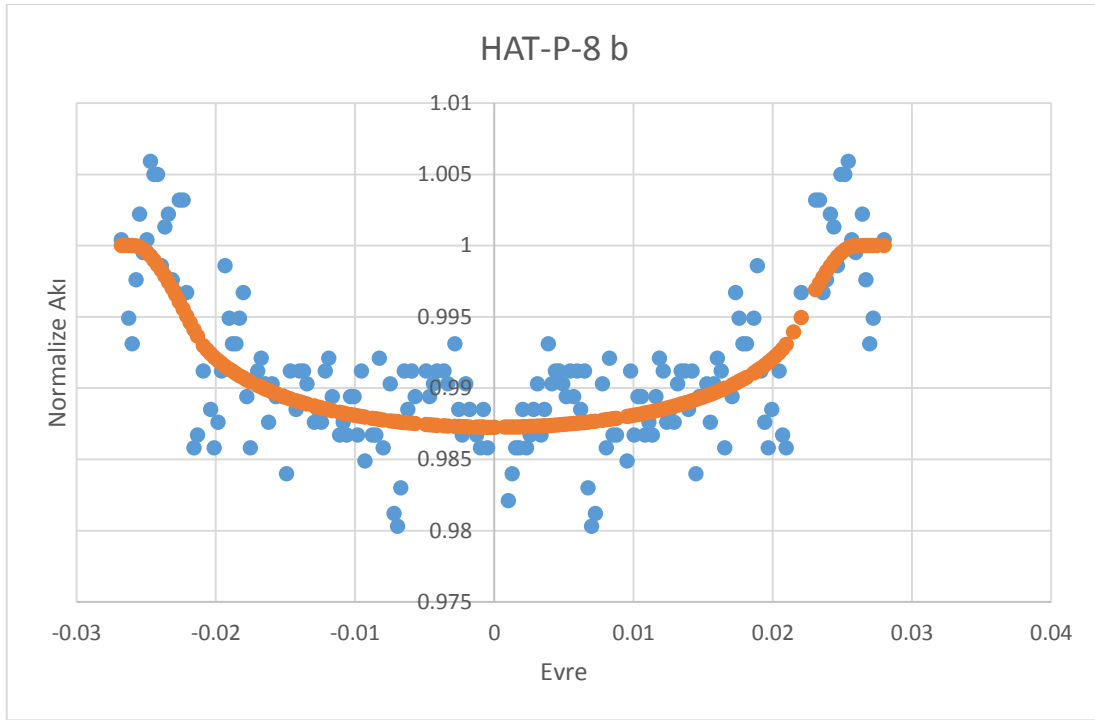
The Hungarian-made Automated Telescope Network (HATNet), 7 küçük teleskobun optimizasyonu ile ötegezegen keşfi yapılması amaçlanan Macar yapımı teleskoplardır. Teleskopların 5'i Arizona'daki Fred Lawrance Whipple Gözlemevi'nde diğer 2'si ise Hawaii'deki Mauna Kea Gözlemevi'de bulunmaktadır. Proje ilk ışık eğrisini 2003'te oluşturdu ve şimdi ise 60 ötegezegen keşfi yapılmıştır.

HATNet projesi kapsamında HAT-P-8b sistemi 2009 yılında keşfedilmiştir(Latham ve ark., 2009). Bu sisteme ait transit parametreleri Çizelge 5.3.'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. HAT-P-8 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler(Latham ve ark., 2009)

Parametreler	Değeri
T_0 (gün)	$2454437,67582 \pm 0,00034$
P (gün)	$3,0763776 \pm 0,000004$
$T_{sür}$ (gün)	$0,1587 \pm 0,0011$
i (derece)	$87,5^{+1.9}_{-0.9}$
e	0
ρ_s ($\rho_{\odot}$)	-
$\log g_p$ (cgs)	$3,23 \pm 0,03$
M_s ($M_{\odot}$)	$1,28 \pm 0,04$
M_p (Mj)	$1,52^{+0.18}_{-0.16}$
a (AU)	$0,0487 \pm 0,0026$
R_s ($R_{\odot}$)	$1,58^{+0.08}_{-0.06}$
R_p (R_j)	$1,50^{+0.08}_{-0.06}$
$\log g_s$ (cgs)	$4,15 \pm 0,03$
ρ_g (ρ_j)	$0,568 \pm 0,048$
T_{eff} (K)	6200 ± 80
[Fe/H]	$+0,01 \pm 0,08$
Yaş(Gyr)	$3,4 \pm 1,0$
T_p (K)	1700 ± 35
V (Mag)	10,4
RA(s:dk:sn)	22:52:09.862
DEC(der:dk:sn)	+35:26:49.5

Bu sistemin tez kapsamında 17 Ekim 2015 tarihinde yeni ışık eğrisi(Şekil 5.1.) gözlemi ve ETAP programı kullanılarak yörünge periyodu, kesirsel yarıçapları ve yörünge eğimi yeniden hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler ve önceki çalışma değerleri Çizelge 5.4.'te verilmiştir. Işık eğrisinin gözlem duyarlılığı 0,0069 olarak hesaplanmıştır. Fit yapılırken elde edilen χ^2 değeri ise 0,0003 hesaplanmıştır.



Şekil 5.1. HAT-P-8 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi

Çizelge 5.4. HAT-P-8 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları

Parametreler	Bu çalışmada	Latham ve ark., 2009	Todorov ve ark., 2012	Hong-bo ve ark., 2014
P	3,076359	3,0763776 $\pm 0,000004$	3,0763402 $\pm$ 0,0000015	3,0763461 $\pm 0,0000021$
a/R _s	0,1516261	0,1508754 $\pm 0,000913$	0,1615729	0.1579101 ^{+0.000360639} _{-0.000568818}
a/R _p	0,01499117	0,0143938 $\pm 0,00093388$	0,0156120	0,0136319 ^{+0.000415693} _{-0.000656905}
i	87,712	87,5 ^{+1.9} _{-0.9}	-	86,9 ^{+2.2} _{-0.9}
e	0	0	-	

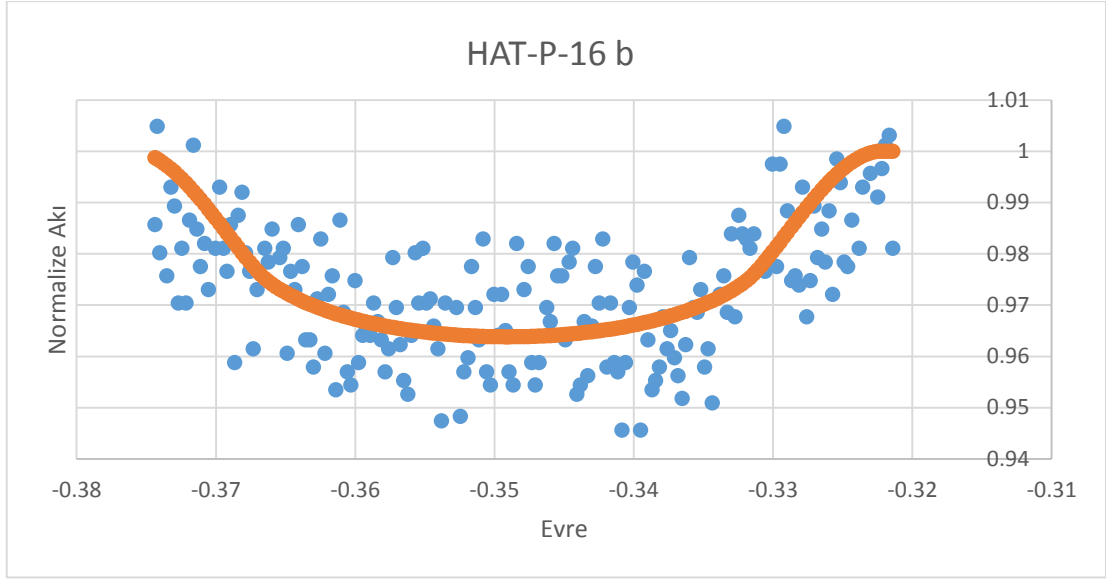
5.2. HAT-P-16 b

HAT-P-16 b ötegezegeni 2010 yılında Buchhave ve ark.(2010) tarafından HATNet projesi kapsamında keşfedilmiştir. Bu sistemin ilk transit parametreleri Çizelge 5.5.'te verilmiştir.

Çizelge 5.5. HAT-P-16 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler(Buchhave ve ark., 2010)

Parametreler	Değeri
T_0 (gün)	$2455027,59293 \pm 0,00031$
P (gün)	$2,775960 \pm 0,000003$
$T_{sür}$ (gün)	$0,1276 \pm 0,0013$
i (derece)	$86,6 \pm 0,7$
e	$0,036 \pm 0,004$
ω	214 ± 8
$\log g_p$ (cgs)	$3,80 \pm 0,04$
M_s ($M_{\odot}$)	$1,218 \pm 0,039$
M_p (M_j)	$4,193 \pm 0,094$
a (AU)	$0,0413 \pm 0,0004$
R_s ($R_{\odot}$)	$1,237 \pm 0,054$
R_p (R_j)	$1,289 \pm 0,066$
$\log g_s$ (cgs)	$4,34 \pm 0,03$
ρ_g (ρ_j)	$2,42 \pm 0,35$
T_{eff} (K)	6158 ± 80
[Fe/H]	$+0,17 \pm 0,08$
Yaş(Gyr)	$2,0 \pm 0,8$
T_p (K)	1626 ± 40
V (Mag)	$10,812$
RA(s:dk:sn)	$00:38:18.0$
DEC(der:dk:sn)	$+42:27:47$

Bu tez kapsamında ise HAT-P-16 b ötegezegeninin 13 Kasım 2016 tarihine ait ışık eğrisi Şekil 5.2.'de verilmiştir. Bu gözlemin duyarlılığı 0,0307 olarak hesaplanmıştır. ETAP programında yörünge periyodu, yörünge eğimi, kesirsel çapları, yörünge dışmerkezliği ve açısı yeniden hesaplanmış ve önceki çalışmalar ile Çizelge 5.6.'te karşılaştırılmıştır. Fit yapılırken elde edilen χ^2 değeri 0,033 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.2. HAT-P-16 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi

Çizelge 5.6. HAT-P-16 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları

Parametreler	Bu çalışmada	Buchhave ve ark., 2010	Ciceri ve ark., 2013
P	2,775997	2,775960 ±0,000003	-
R_s/a	0,1416857	0,1392863 ±0,0005333	0,13039139 ±0,00031242
R_p/a	0.0241747	0,0145853 ±0,0006088	0,01465138 ±0,00040791
i	$86,75 \pm 0,7$	$86,6 \pm 0,7$	
e	0,116	$0,036 \pm 0,004$	
ω	225,6	214 ± 8	

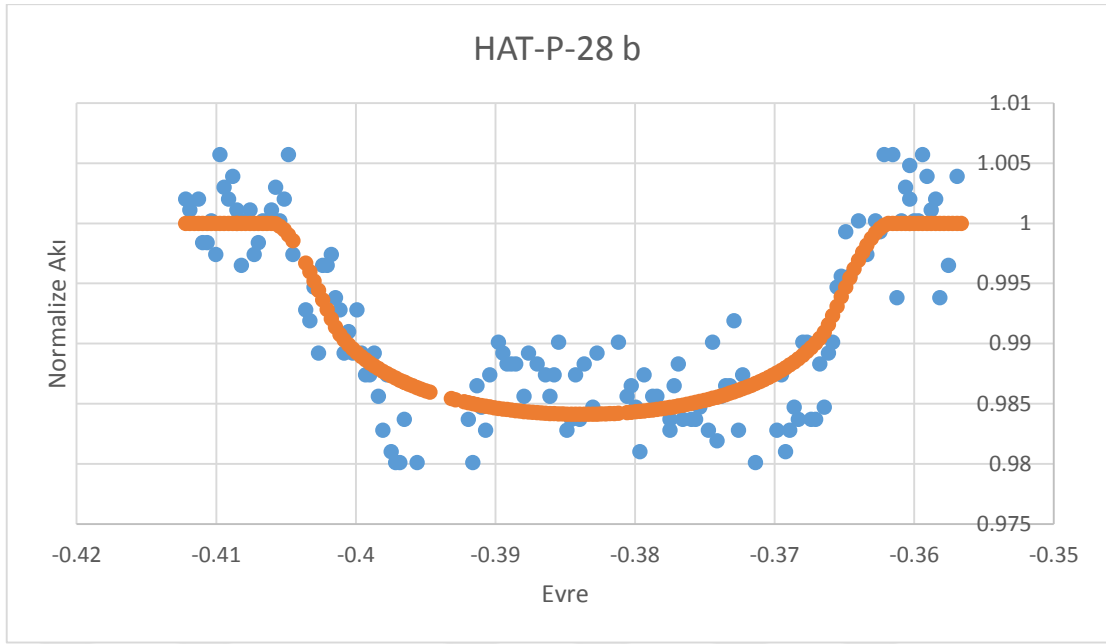
5.3. HAT-P-28 b

HAT-P-28 b ötegezegeni Buchhave ve ark.(2011) yılında HATNet projesi kapsamında keşfedilmiştir. İlk transit gözlemine ait transit parametreleri Çizelge 5.7.'te verilmiştir.

Çizelge 5.7. HAT-P-28 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler(Buchhave ve ark., 2011)

Parametreler	Değerler
T_0 (gün)	$2455417,59832 \pm 0,00053$
P (gün)	$3,257215 \pm 0,000007$
$T_{sür}$ (gün)	$0,1341 \pm 0,0020$
i (derece)	$88,0 \pm 0,9$
ω	233 ± 90
e	$0,051 \pm 0,033$
$\log g_p$ (cgs)	$3,02 \pm 0,06$
M_s ($M_{\odot}$)	$1,025 \pm 0,047$
M_p (M_j)	$0,626 \pm 0,037$
a (AU)	$0,0434 \pm 0,0007$
R_s ($R_{\odot}$)	$1,103^{+0.091}_{-0.069}$
R_p (R_j)	$1,212^{+0.113}_{-0.082}$
$\log g_s$ (cgs)	$4,36 \pm 0,06$
ρ_g (ρ_j)	$0,44 \pm 0,09$
T_{eff} (K)	5680 ± 90
[Fe/H]	$+0,12 \pm 0,08$
Yaş(Gyr)	$6,1^{+2.6}_{-1.9}$
T_p (K)	1384 ± 52
V (Mag)	13,3
RA(s:dk:sn)	00:52:00.0
DEC(der:dk:sn)	+34:43:42

Bu tez kapsamında 1 Kasım 2016 tarihinde yapılan transit gözleme ait ışık eğrisi Şekil 5.3.'te verilmiştir. Bu gözlemin duyarlılığı 0,009 olarak hesaplanmıştır. ETAP programında yörünge periyodu, kesirsel yarıçapları, yörünge eğimi, dış merkezliği ve ω yeniden hesaplanmış ve Çizelge 5.8.'de eski çalışmalar ile birlikte verilmiştir. Fit yapılırken elde edilen χ^2 değeri ise 0,004 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.3. HAT-P-28 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi

Çizelge 5.8. HAT-P-28 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları

Parametreler	Bu çalışmada	Buchhave ve ark., 2011
P	3,257198	3,257215 $\pm 0,000007$
R_s/a	0,1223705	$0,118188764^{+0,0009863129}_{-0,0010936335}$
R_p/a	0,0135595	0,013050489
i	88,8	$88 \pm 0,9$
e	0,067	$0,051 \pm 0,033$
ω	233	233 ± 90

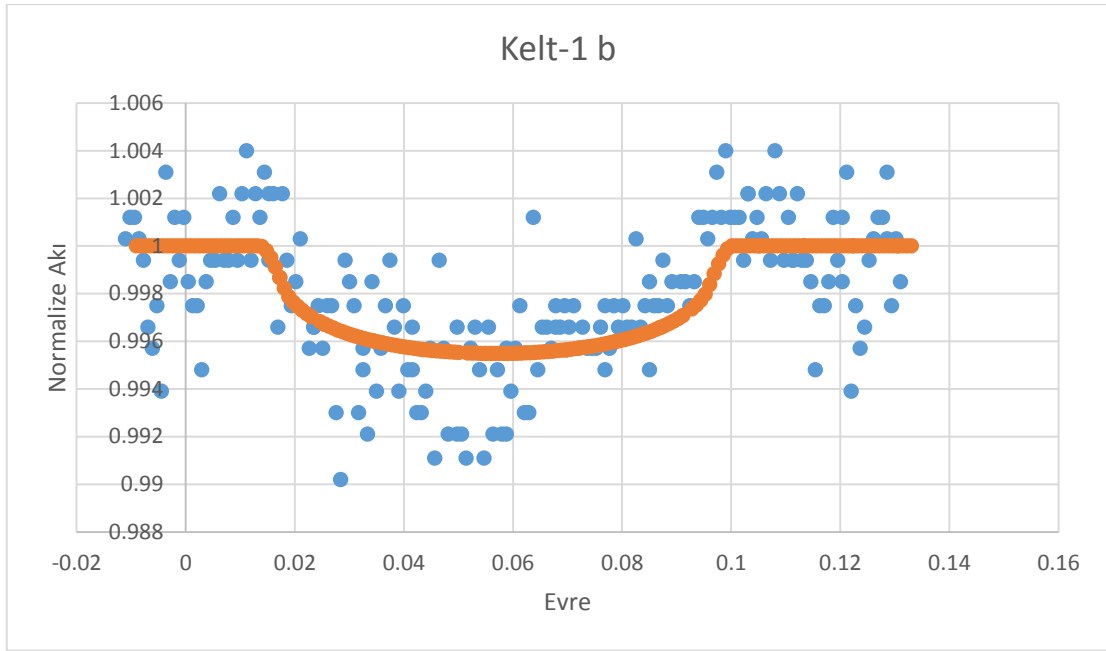
5.4. Kelt-1 b

Kelt – North (Kilodegree Extremely Little Telescope-North) projesi görel olarak parlak yıldızların etrafındaki ötegezegen transit geçişlerini tespit etmek için 2004 yılında Arizona'daki Winer Gözlemevi'nde tasarlanmıştır ve gözlemlere 2005 yılında başlamıştır. Aynı projenin güney yarım kürede yer alan kısmı Kelt – South ise Güney Afrika Astronomi Gözlemevi'nde kurulmuştur. Kelt – North projesi kapsamında 2012 yılında Siverd ve ark.(2012) tarafından keşfedilen Kelt- 1 b ötegezegenine ait transit gözlem parametreleri Çizelge 5.9.'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Kelt-1 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler(Siverd ve ark., 2012)

Parametreler	Değerler
T_0 (gün)	$2455914,1628 \pm 0,0023$
P (gün)	$1,217514 \pm 0,000015$
$T_{sür}$ (gün)	$0,11519^{+0.00066}_{-0.00058}$
i (derece)	$87,8^{+1.3}_{-1.9}$
e	$0,0099^{+0.010}_{-0.0069}$
ω	61^{+71}_{-79}
ρ_s ($\rho_{\odot}$)	$0,597^{+0.026}_{-0.039}$
$\log g_p$ (cgs)	$4,738^{+0.017}_{-0.023}$
M_s ($M_{\odot}$)	$1,324 \pm 0,026$
M_p (M_j)	$27,23^{+0.50}_{-0.48}$
a (AU)	$0,02466 \pm 0,00016$
R_s ($R_{\odot}$)	$1,462^{+0.037}_{-0.024}$
R_p (R_j)	$1,110^{+0.032}_{-0.022}$
$\log g_s$ (cgs)	$4,229^{+0.012}_{-0.019}$
ρ_g (ρ_j)	$24,7^{+1.4}_{-1.9}$
T_{eff} (K)	6518 ± 50
[Fe/H]	$0,008 \pm 0.073$
T_p (K)	2422^{+32}_{-26}
V (Mag)	$10,7$
RA(s:dk:sn)	$00:01:26.0$
DEC(der:dk:sn)	$+39:23:01$

Bu tez kapsamında Kelt – 1 b ötegezegeninin 24 Aralık 2015 tarihinde transit ışık eğrisi oluşturulmuştur(Şekil 5.4.). Bu gözlemin duyarlılığı 0,004 olarak hesaplanmıştır. Bu sisteme ait yörünge periyodu, kesirsel yarıçapları, yörünge eğimi, dış merkezliği ve enberi boylamı ETAP programı ile yeniden hesaplanıp önceki çalışma ile birlikte Çizelge 5.10.'da verilmiştir. Bu programda elde edilen χ^2 değeri ise 0,001 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.4. Kelt-1 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi

Çizelge 5.10. Kelt-1 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları

Parametreler	Bu çalışmada	Sivard ve ark., 2012
P	1,217511	1,217514 ± 0,000015
R_s/a	0,2713289	$0,275705043^{+0.00031796}_{-0.000229041}$
R_p/a	0,01599700	$0,021035063^{+0.0003531706}_{-0.000263081}$
i	87,53	$87,80^{+1.3}_{-1.9}$
e	0,080	$0,0099^{+0.010}_{-0.0069}$
ω	66,8	61^{+71}_{-79}

5.5. Qatar-1 b

K tayf türünden bir cüce yıldızın yörüngesinde Aralık 2010 yılında Alsubai projesiyle Qatar-1 b adı verilen ötegezegen keşfedilmiştir(Alsubai ve ark., 2011). Alsubai projesini ilk çalışma yeri New Mexico’da Kanaraya Adaları ve Güney Afrika’daki SuperWASP projesini tamamlamak için başlatılmıştır.

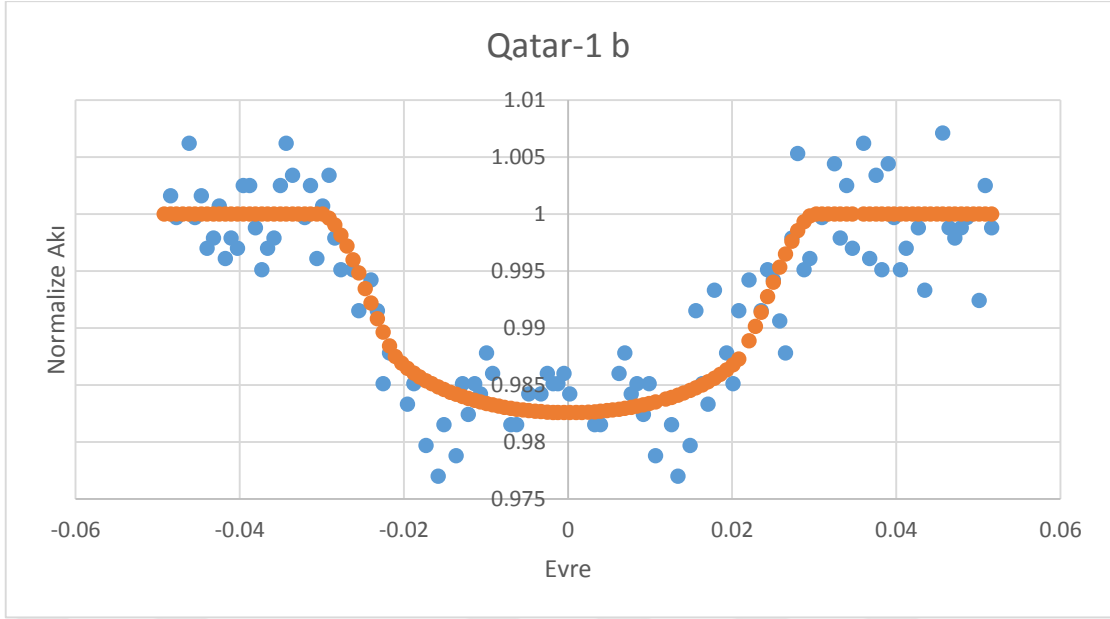
5 CCD kamera ile daha yüksek çözünürlüklü ve daha geniş aperture sahiptir. Bu da daha zayıf ışıklı yıldızların incelenmesi açısından önemli bir özelliktir.

Qatar-1 b gezegenin temel transit parametreleri Çizelge 5.11.’de verilmiştir.

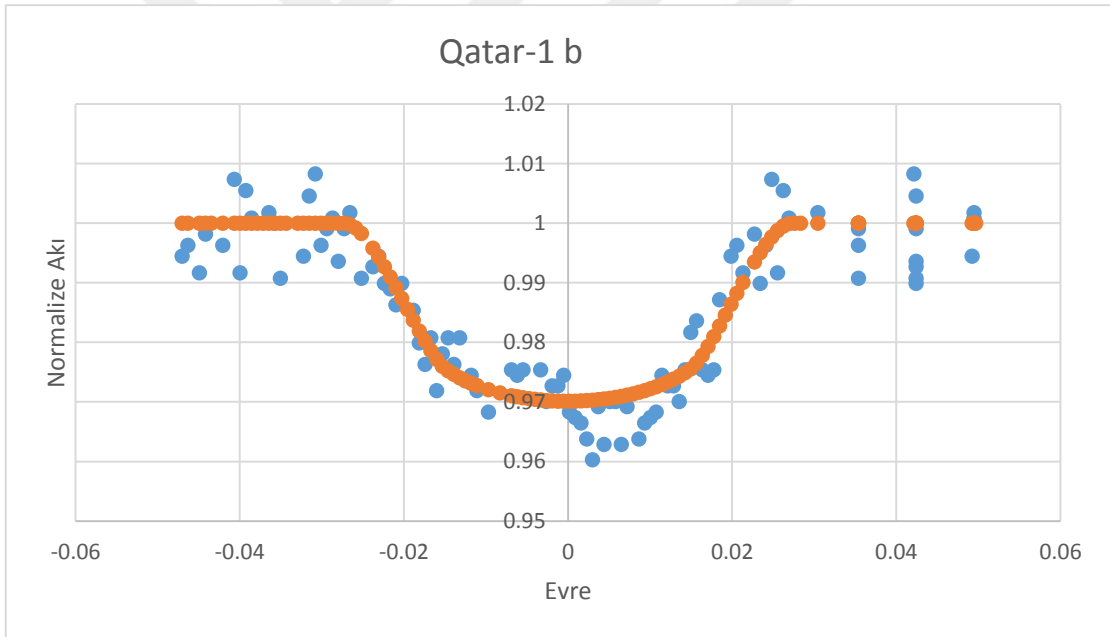
Çizelge 5.11. Qatar-1 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler(Alsubai ve ark., 2011)

Parametreler	Değerler
T_0 (gün)	$245518,4102 \pm 0,0002$
P (gün)	$1,420033 \pm 0,000016$
$T_{sür}$ (gün)	$0,06716 \pm 0,00077$
i (derece)	$83,47^{+0.40}_{-0.36}$
e	0
ρ_s ($\rho_{\odot}$)	$1,52 \pm 0,12$
$\log g_p$ (cgs)	$3,265^{+0.044}_{-0.045}$
M_s ($M_{\odot}$)	$0,85 \pm 0,03$
M_p (Mj)	$1,090^{0.084}_{-0.081}$
a (AU)	$0,02343^{+0.00026}_{-0.00025}$
R_s ($R_{\odot}$)	$0,823 \pm 0,025$
R_p (R_j)	$1,164 \pm 0,045$
$\log g_s$ (cgs)	$4,536 \pm 0,024$
ρ_g (ρ_j)	$0.690^{+0.098}_{-0.084}$
T_{eff} (K)	4861 ± 125
[Fe/H]	$0,20 \pm 0.10$
Yaş(Gyr)	> 6
T_p (K)	1399 ± 42
V (Mag)	$12,843 \pm 0.137$
RA(s:dk:sn)	20:13:32.0
DEC(der:dk:sn)	+65:09:43.48

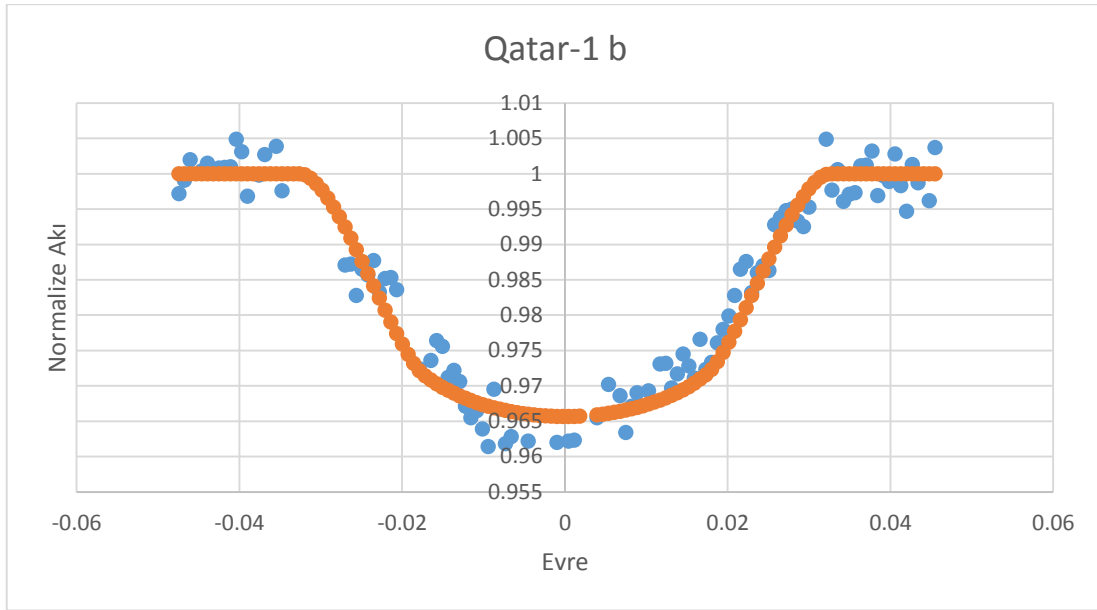
Üç farklı zamanda Qatar-1 b ötegezegeninin gözlem verileri Şekil 5.5., 5.6., ve 5.7.,’de verilmiştir. Gözlem duyarlılıkları sırası ile 0,012, 0,008 ve 0,004’tür. ETAP programı ile fit elde ederken hesaplanan χ^2 değerleri sırasıyla 0,004, 0,004 ve 0,005 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.5. Qatar-1 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi (gözlem tarihi: 10.09.2015)



Şekil 5.6. Qatar-1 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi (gözlem tarihi: 17.09.2015)



Şekil 5.7. Qatar-1 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi (gözlem tarihi: 27.06.2016)

Çizelge 5.12. Qatar-1 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları

Paramet	Bu çalışmada				
reler	(10.09.2015)	17.09.2015	27.06.201	Alsubai ve ark., 2011	Mislis ve ark., 2014
6					
P	1,4200216	1,42002504	1,4204342	1,420033 ± 0,000016	1,42002586 ±0,00000275
R _s /a	0,189349	0,170549	0,1991	0,163349555 ±0.00041260	0,160039743 ±0,00039123
2					
R _p /a	0,02343	0,02823	0,0352	0,023216386 ±0,00049543	0,023073017 ±0,0004179
3					
<i>i</i>	84,08	83,904	83,062	83,47 ^{+0.40} _{-0.36}	84,03 ± 0.16

5.6. Tres-3 b

The Transatlantic Exoplanet Survey (TrES), 3 farklı gözlemesinde 10 cm'lik çaplarda 3 geniş alanlı teleskop ile ötegezegen transit araştırmaları yapılmak üzere 2003'te başlatılan bir projedir(Alonso ve ark.,2007). İlk transit ötegezegeninin TrES-1 (Alonso ve ark., 2004) keşfetmiştir.

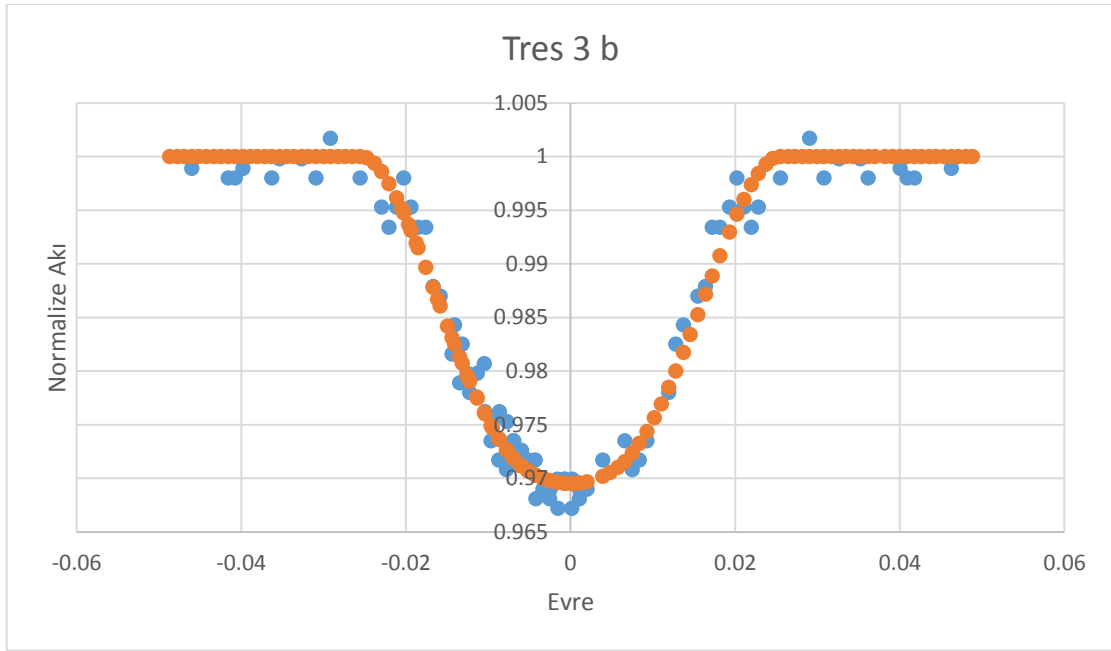
Tres projesi ile TRES-3 b ötegezegeni 2007 yılında O'donovan ve ark.(2007) yılında

keşfedilmiştir. İlk transit parametreler Çizelge 5.13.'te verilmiştir.

Çizelge 5.13. Tres-3 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler(O'donovan ve ark., 2007)

Parametreler	Değerler
T_0 (gün)	$2454185,9101 \pm 0,0003$
P (gün)	$1,30619 \pm 0,00001$
i (derece)	$82,15 \pm 0,21$
$\log g_p$ (cgs)	$4,6 \pm 0,3$
M_s ($M_{\odot}$)	$0,90 \pm 0,15$
M_p (Mj)	$1,92 \pm 0,23$
a (AU)	$0,0226 \pm 0,0013$
R_s ($R_{\odot}$)	$0,802 \pm 0,046$
R_p (R_j)	$1,295 \pm 0,081$
T_{eff} (K)	5720 ± 150
V (Mag)	$12,402 \pm 0,006$
RA(s:dk:sn)	17:52:07.03
DEC(der:dk:sn)	+37:32:46.1

Tres-3 b sisteminin 14 Eylül 2015 tarihindeki gözleminden ETAP programı ile yapılan analiz sonuçlarına göre yörünge periyodu, kesirsel yarıçapları ve yörünge eğiminin yeni değerleri ve önceki çalışmalardan elde edilen değerleri Çizelge 5.14'te verilmiştir. Bu tarihteki gözlem duyarlılığı 0,005 olarak hesaplanmıştır. ETAP programında fit yapılırken elde edilen χ^2 değeri ise 0,002 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.8. Tres-3 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi

Çizelge 5.14. Tres-3 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları

Paramet reler	Bu çalışmada	O'donovan ve ark., 2007	Sozzetti ve ark., 2008	Vanko ve ark., 2011
P	1,306185	1,30619 $\pm 0,00001$	1,3061858	1,30618595 $\pm 0,00000015$
R*/a	0,1777027	0,1650275 $\pm 0,001148$	0,1689387 $^{+0.0002}_{-0.0004}$	0,1785000 $^{+0.0021}_{-0.0022}$
R _p /a	0,0322797	0,0267778 $\pm 0,001200704$	0,0279593 $^{+0.000332}_{-0.000452}$	0,03175919 $^{+0.0021}_{-0.0022}$
<i>i</i>	81,932	82,150 ± 0.21	81,85 ± 0.40	80,9 ± 0.7

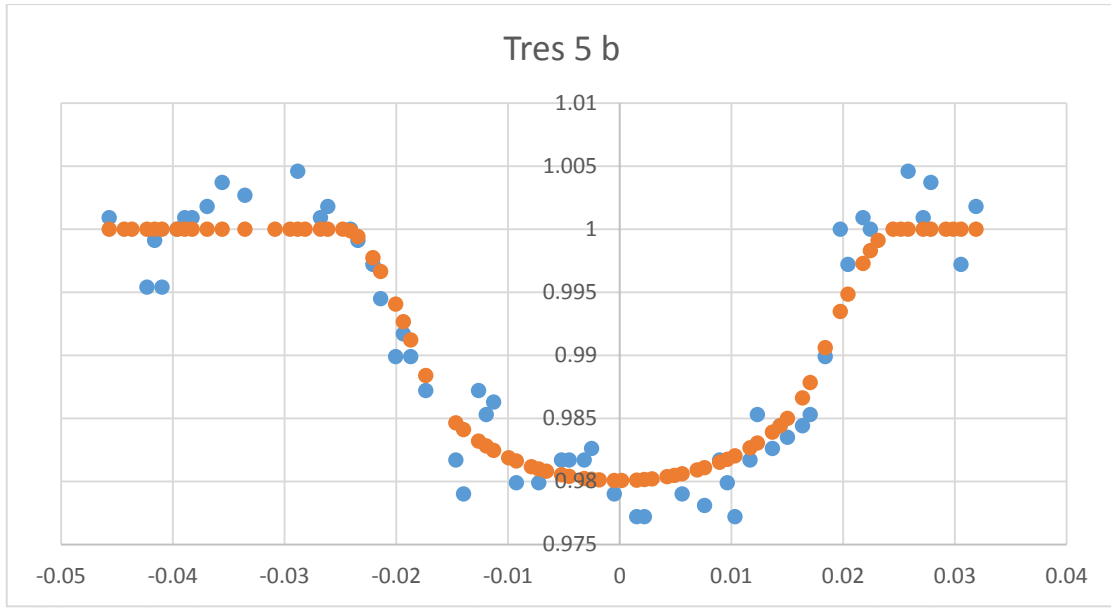
5.7. Tres-5 b

Tres projesi kapsamında 2011 yılında Mandushev ve ark.(2011) tarafından keşfedilmiştir. Tres – 5 b ötegezegenine ait transit parametre değerleri Çizelge 5.15'te verilmiştir.

Çizelge 5.15. Tres-5 b ötegezegeninin ve yıldızına ait parametreler(Mandushev ve ark., 2011)

Parametreler	Değerler
T_0 (gün)	$2455443,25153 \pm 0,0001069$
P (gün)	$1,4822446 \pm 0,0000007$
i (derece)	$84,529 \pm 0,005$
M_s ($M_{\odot}$)	$0,893 \pm 0,024$
M_p (M_j)	$1,778 \pm 0,063$
a (AU)	$0,02343 \pm 0,0012$
R_s ($R_{\odot}$)	$0,866 \pm 0,013$
R_p (R_j)	$1,209 \pm 0,021$
$\log g_s$ (cgs)	$4,513 \pm 0,013$
ρ_g (ρ_i)	$1,25 \pm 0,08$
T_{eff} (K)	5171 ± 36
[Fe/H]	$+0,20 \pm 0,08$
Yaş(Gyr)	$7,38 \pm 1,87$
T_p (K)	1484 ± 41
V (Mag)	13,718
RA(s:dk:sn)	20:20:53.24
DEC(der:dk:sn)	+59:26:55.6

Tres-5 b bu çalışmada 12 Aralık 2015 tarihinde gözlenmiştir. Gözlem duyarlılığı 0,004 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen transit parametreleri ETAP programında analiz edilip sonuçlar önceki çalışmalar ile birlikte Çizelge 5.16.'da verilmiştir. Analiz programında fit yapılırken elde edilen χ^2 değeri 0,001 olarak elde edilmiştir.



Şekil 5.9. Tres-5 b ötegezegeninin transit ışık eğrisi

Çizelge 5.16. Tres-5 b ötegezegeninin yeni ve eski gözlem sonuçları

Parametreler	Bu çalışmada	Mandushev ve ark., 2011	Mislis ve ark., 2014	Maciejewski ve ark., 2016
P	1,4822486	1,482822446 $\pm 0,0000007$	1,48224686	1,48224754 $\pm 0,00000017$
R_s/a	0,159443	0,161646252 $\pm 0,000662279$	0,164203838	0,16153025 $^{+0,0002643}_{-0,0002560}$
R_p	0,021141	0,023098499 $\pm 0,000685861$	0,022691317	0,02294634 $^{+0,0002543}_{-0,0002425}$
i	84,479	84,529 $\pm 0,005$	84,27	84,65+ -0 0. .24 2

Ötegezegenlerin ilk keşfinden bu yana geçen 20 yılda sayıları binlerle ifade edilmeye başlanılmıştır. Hiç şüphesiz sayıları, geliştirilen ve atmosfer dışına gönderilen teleskoplarla artacaktır. İnsanoğlu evrenin yapısını anlama ve farklı dünyalar araştırması içerisinde. The Extrasolar Planets Encyclopaedia verilerine göre Aralık 2016 tarihi itibarıyla 3557 ötegezegen ve bunların içerisinde 306 Sıcak Jüpiter bulunmaktadır. Sıcak Jüpiterler The Extrasolar Planets Encyclopaedia'ya göre periyodu 10 günden küçük, kütlesi 0.5 Jüpiter kütlesinden büyük olarak tanımlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında sıcak Jüpiterlerin daha iyi anlaşılması için önce ötegezegen keşif yöntemleri, ötegezegenlerin sınıflaması ve Jüpiter gezegeni hakkında bilgi verilmiş, sonra

bugüne kadar gözlenip fiziksel ve yörünge parametreleri belirlenmiş olan 306 kadar sıcak Jüpiterin istatistik özellikleri üzerine bu tez kapsamında yapılan çalışma özetlenmiştir. Bilinen sıcak Jüpiterlerin bir kataloğu EK-1’de verilmiştir. Tez çalışmasının sonraki iki bölümünde ötegezegenlerin ışık eğrisi analizi için geliştirilen özgün bir yöntem olan “Exoplanet Transit Analyser Program: ETAP” tanıtılmış ve yine tez kapsamında seçilen ve gözlenen ötegezegenler verilmiştir.

İstatiksel çalışma sonucunda Çizelge 5.17.’de elde edilen bağıntılar verilmiştir. Bu bağıntılara göre ötegezegenlerin bazı parametrelerinin yaklaşık değeri tahmin edilebilir. Kütleli biliyorsak gezegenin yarıçapı, yoğunluğu ve hız yarı-genliğini yaklaşık olarak hesaplayabiliriz. Yıldız sıcaklığı veya yörünge yarı- büyük eksen uzunluğu biliniyorsa gezegenin yaklaşık sıcaklık değerini hesaplayabiliriz. Yıldız yarıçapı biliniyorsa transit süresinin, yıldız sıcaklığı biliniyorsa transit derinliğini yaklaşık değeri tahmin edilebilir. Bu tez çalışmasında seçilen ve gözlenen HAT-P-8 b, HAT-P-16 b, HAT-P-28 b, Qatar-1 b, Kelt-1 b, Tres-3 b ve Tres-5 b sıcak Jüpiterlerinin ETAP programı ile analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucu sistemlere ait yörünge periyodu, yıldız ve gezegeninin kesirsel yarıçapları, yörünge eğimi, yörünge dışmerkezliği ve enberi boylamı yeniden hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 5.18.’de özetlenmiştir. Çizelgede verilmeyen çözüm hataları son iki basamaklardadır.

HAT-P-8 b sisteminin tutulma derinliği küçük ve tutulma süresi seçilen sistemlerden en uzun süreli olanıdır(Çizelge 5.1.). Gezegenin yörünge periyodu $P=3,076359$ gün, yıldızın ve gezegenin kesirsel yarıçapı sırasıyla 0,1516261, 0,01499117 ve yörünge eğimi $i=87,712$ olarak hesaplanmıştır. İlk keşif değerlerinden sonraki hesaplamalarda bu parametrelerde artan yönde değişim olduğu görülmüştür. Bu görelî artan değişim HAT-P-16 b, HAT-P-28 b, Qatar-1 b ve Tres-3 b sistemlerinde de görülmüştür fakat Kelt-1b ve Tres-5 b ötegezegenlerinde görelî olarak azalma tespit edilmiştir(Çizelge 5.18.).

Çizelge 5.17. Elde edilen yeni bağıntılar

Bağıntı	Formülizasyon
Yarıçap - Kütle	$\log R_g = 1,2286. (\log M_j)^{-0.08}$
Yoğunluk - Kütle	$\log \rho_g = 1,0156. \log M_g - 0,2943$
Yarı-hız genliği - Kütle	$\log K_g = 130,93 (\log M_g)^{0.9868}$
Gezegen sıcaklığı-Yıldız sıcaklığı	$T_g = 0,468 T_{eff} - 1146,5$
Transit süresi – Yıldız yarıçapı	$T_{sür} = 0,0993 \log R_s + 0,0057$
Transit derinliği – Yıldız Sıcaklığı	$T_{derinlik} = -8,10^{-6} T_{eff} + 0,0564$
Gezegen Sıcaklığı-yarı- büyük eksen uzunluğu	$T_g = -4110,2 \log a + 1810,4$

Uzun vadede gezegenlerin yörünge ve fiziksel parametrelerinde değişimler meydana gelebilir. Bu değişimin sebebi Sıcak Jüpiterlerin yıldızına yakınlığı nedeniyle yıldızına doğru göç etmesi olabilir(Masset, 2003). Bir diğer sebep ise yıldız ve gezegeninin olduğu sistemde üçüncü bir cisim bu bir öte ay(Kipping, 2009) (ing. exomoon) veya bilinmeyen diğer gezegenlerin etkileşimi nedeniyle olabilir. Bu nedenle ötegezegen gözlemlerinin sürekli(her yıl) tamamlanıp analizlerinin güncellenmesi, bilinmeyen diğer gezegenler hakkında bilgi çıkarılması açısından önemlidir.

Çizelge 5.18. Seçilen bazı sıcak Jüpiterlerin parametrelerinin yeni hesabı

Gezenler	P	R _s /a	R _p /a	i	e	ω
HAT-P-8 b	3,076359	0,1516261	0,01499117	87,712	-	-
HAT-P-16 b	2,775997	0,1416857	0,0241747	86,75	0,116	225,6
HAT-P-28 b	3,257198	0,1223705	0,0135595	88,8	0,067	233
Kelt-1 b	1,217511	0,2713289	0,01599700	87,5300	0,08	66,8
Qatar-1 b	1,4200216	0,189349	0,02343	84,08	-	-
	1,42002504	0,170549	0,02823	83,904	-	-
	1,4204342	0,1991	0,0352	83,062	-	-
Tres-3 b	1,306185	0,1777027	0,0322797	81,932	-	-
Tres-5 b	1,4822486	0,159443	0,021141	84,479	-	-

KAYNAKLAR

- Agustin S., Santiago P., Ricardo H., 2004. Clouds in planetary atmospheres: A useful application of the Clausius-Clapeyron equation. *American Journal of Physics*, 72(6). 767-774.
- Alonso R., Brown T. M., Charbonneau D., Dunham E. W., Belmonte J. A., Deeg H. J., Fernandez J. M., Latham D. W., Mandushev G., O'Donovan F. T., Rabus M., Torres G., the TrES collaborators, 2007. The Transatlantic Exoplanet Survey (TrES): A Review. *Transiting Extrasolar Planets Workshop ASP Conference Series*. Vol366
- Alsubai K. A., Parley N. R., Bramich D. M., West R. G., Sorensen P. M., Cameron A. C., Latham D. W., Horne K., Anderson D. R., Brown D. J. A., Buchhave L. A., Esquerdo G. A., Everett M. E., Furesz G., Hellier C., Miller G. M., Pollacco D., Quinn S. N., Smith J. C., Stefanik R. P., Szentgyorgyi A., 2010. Qatar-1b: a Hot Jupiter Orbiting a Metal-rich K Dwarf Star. *arXiv:1012.3027v2*
- Babul A., Weinberg D. H., Dekel A., Ostriker J. P., 1993. Testing The Gravitational Instability Hypothesis? *arXiv:astro-ph/9311052v1*
- Bond, I. A., Udalski, A., Jaroszyński, M., Rattenbury, N. J., Paczyński, B., Soszyński, I., Wyrzykowski, L., Szymański, M. K., Kubiak, M., Szewczyk, O., Żebruń, K., Pietrzyński, G., Abe, F., Bennett, D. P., Eguchi, S., Furuta, Y., Hearnshaw, J. B., Kamiya, K., Kilmartin, P. M., Kurata, Y., Masuda, K., Matsubara, Y., Muraki, Y., Noda, S., Okajima, K., Sako, T., Sekiguchi, T., Sullivan, D. J., Sumi, T., Tristram, P. J., Yanagisawa, T., Yock, P. C. M., OGLE Collaboration, 2004. OGLE 2003-BLG-235/MOA 2003-BLG-53: A Planetary Microlensing Event. *The Astrophysical Journal*, 606(2): L155-L158
- Bracewell R. N., 1978. Detecting Non-solar Planets by Spinning Infrared Interferometer. *Nature*, 274, 780–781.
- Buchhave L. A., Bakos G. A., Hartman J. D., Torres G., Kovacs G., Latham D. W., Noyes R. W., Esquerdo G. A., Everett M., Howard A. W., Marcy G. W., Fischer D. A., Johnson J. A., Andersen J., Fur G., Perumpilly G., Sasselov D. D., Stefanik R. P., Beky B., Lazar J., Papp I., Sari P., 2010. Hat-p-16b: a 4 Mj Planet Transiting a Bright Star On an Eccentric Orbit. *arXiv:1005.2009v1*

- Buchhave L. A., Bakos G. A., Hartman J. D., Torres G., Latham D. W., Andersen J., Kovacs G., Noyes R. W., Shporer A., Esquerdo G. A., Fischer D. A., Johnson J. A., Marcy G. W., Howard A. W., Beky B., Sasselov D. D., Füresz G., Quinn S. N., Stefanik R. P., Szklenar T., Berlind P., Calkins M. L., Lazar J., Papp I., Sari P., 2011. Hat-p-28b and Hat-p-29b: Two Sub-jupiter Mass Transiting Planets. *arXiv:1103.1813v2*
- Ciceri S., Mancini L., Southworth J., Nikolov N., Bozza V., Bruni I., Novati S. C., D'Ago G., Henning Th., 2013. Simultaneous Follow-up of Planetary Transits: Revised Physical Properties For The Planetary Systems HAT-P-16 and WASP-21. *Astronomy & Astrophysics*.
- Callisto: Facts About Jupiter's (Not So) Dead Moon*. (June 11, 2016) Retrieved January 2, 2017, from www.space.com
- Charbonneau D., Brown T. M., Latham D. W., Mayor M., 2000. Detection of Planetary Transits Across a Sun-like Star. *The Astrophysical Journal*, 529(1):45-48
- Chen J., Kipping ., 2016. Probabilistic Forecasting of The Masses And Radii of Other Worlds. *arXiv:1603.08614v2*
- Chauvin G., Lagrange A. M., Dumas C., Zuckerman B., Mouillet D., Song I., Beuzit J. L., Lowrence P., 2004. A Gaint Planet Candidate Near a Young Brown Dwarf. Direct VLT/NACO Observations Using IR Wavefront Sensing. *Astronomy and Astrophysics*, 425:29-32
- Chauvin G., (30 Nisan 2005). *Yes, it is the Image of an Exoplanet*. 26 Aralık 2016, <https://www.eso.org/public/turkey/news/eso0515/>
- Claret A., 2000. A new non-linear limb-darkening law for LTE stellar atmosphere models. Calculations for $-5.0 \leq \log[M/H] \leq +1$, $2000 \text{ K} \leq T_{\text{eff}} \leq 50000 \text{ K}$ at several surface gravities. *Astronomy and Astrophysics*, v.363, p.1081-1190.
- Clavin W., (15 Ekim 2012). NASA's WISE Colors in Unknowns on Jupiter Asteroids. 10 Kasım 2015, <http://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2012-322>
- Çelik Z., 2011. Gezegenli Yıldızların Yapısal ve Evrimsel Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Türkiye.s.31
- Demircan O., 2014. Basic Formulae for the Exoplanetary Transit Model Calculation.

- Demircan O., Bakış V., 2015. ETAP: An Exoplanetary Transit Analyzer Program. *Astronomical Society of the Pacific*.
- Diaz-Cordoves J., Gimenez A., 1992. A new nonlinear approximation to the limb-darkening of hot stars. *Astronomy and Astrophysics* (ISSN 0004-6361), vol. 259, no. 1, p. 227-231.
- Eastman, J., Gaudi B. S., Agol E., 2013. EXOFAST: A Fast Exoplanetary Fitting Suite in IDL. *Publications of the Astronomical Society of Pacific*, Volume 125, Issue 923, pp. 83-112.
- Europa*. (n.d.) Retrieved January 2, 2017, from <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
- Exoplanet Data Explorer*. (n.d.). Retrieved July 15, 2015, from <http://exoplanets.org/table>
- Ganymede*. (n.d.) Retrieved January 2, 2017, from <http://www.practicalspace.com/jupiter/ganymede/index.php>
- Gazak J. Z., Johnson J. A., Tonry J., Dragomir D., Eastman J., Mann A. W., Agol E., 2012. Transit Analysis Package: An IDL Graphical User Interface for Exoplanet Transit Photometry. *Advances in Astronomy*, vol. 2012.id. 697967
- Gehrels T., 1976. *Jupiter*. University of Arizona Press, Arizona. 1254 p
- Gunter M., Mensing T. M., 2007. *Introduction to Planetary Science*. Springer, Netherlands. 526 p.
- Habitable Exoplanet Catalog*. (December 5, 2016). Retrieved January 2, 2017, from <http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>
- Harland D. M., 2000. *Jupiter Odyssey*. Springer/Praxis, UK. 448 p.
- Hartman J. D., Gaudi B. S., Holman M. J., McLeod B. A., Stanek K. Z., Barranco J. A., Pinsonneault M. H., Meibom S., Kalirai J. S., 2008. Deep MMT Transit Survey of the Open Cluster M37. I. Observations and Cluster Parameters. *The Astrophysical Journal*, Volume 675, Issue 2, article id. 1233-1253, pp.
- Hartmann W. K., 2005. *Moons and planets*. (5th ed.). Cengage Learning, CA. 456p.

- Hatzes A. P., 2015. A Definition For Giant Planets Based on the Mass – Density Relationship. *arXiv:1506.05097v1*
- Hong-bo T., Xiao-bin W., Sheng-hong G., Cameron A. C., 2014. Photometric Observation and Study of the Transiting Exoplanetary System HAT-P-8. *Chinese Astronomy and Astrophysics*, 38:307–316
- IAU 2006 General Assembly: Result of the IAU Resolution Votes.(2006). Retrieved July 15, 2015, from <http://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0603/>
- Io. (n.d.). Retrieved August 20, 2015, from <http://volcano.oregonstate.edu/book/export/html/1006>
- JPL Solar System Dynamics. (n.d.). Retrieved August 20, 2015, from <http://ssd.jpl.nasa.gov/>
- Kepler Candidates.(n.d.). Retrieved July 15, 2015, from <http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>
- King of the Planets. (n.d.). Retrieved August 20, 2015, from <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter>
- Kipping M. D., 2009. Transit timing effects due to an exomoon. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 392, Issue 1, pp. 181-189.
- Kopal Z., Demircan O., 1979. *Language of the stars: A discourse on the theory of the light changes of eclipsing variables*. Astrophysics and Space Science Library. Manchester, England. 287 p.
- Kunde V. G., Flasar F. M., Jennings D. E., Bézard B., Strobel D. F., Conrath B. J., Nixon C. A., Bjoraker G. L., Romani P. N., Achterberg R. K., Simon-Miller A. A., Irwin, P., Brasunas J. C., Pearl J. C., Smith M. D., Orton G. S., Gierasch P. J., Spilker L. J., Carlson, R. C., Mamoutkine A. A., Calcutt S. B., Read P. L., Taylor F. W., Fouchet T., Parrish P., Barucci A., Courtin R., Coustenis A., Gautier D., Lellouch E., Marten A., Prangé R., Biraud Y., Ferrari C., Owen, T. C., Abbas M. M., Samuelson R. E., Raulin F., Ade, P., Césarsky C. J., Grossman K. U., Coradini, A., 2004. Jupiter's Atmospheric Composition from the Cassini Thermal Infrared Spectroscopy Experiment. *Science*.305(5690):1582-87.
- Latham D. W., Bakos G. A., Torres G., Stefanik R. P., Noyes R. W., Kovacs G., Pal A.,

- Marcy G. F., Fischer D. A., Butler R. P., Spocz B., Sasselov D. D., Esquerdo G. A., Vogt S. S., Hartman J. D., Kovacs G., Lazar J., Pap I., Sari P., 2009. Discovery of a Transiting Planet and Eight Eclipsing Binaries In Hatnet Field G205. *The Astrophysical Journal*, 704:1107–1119.
- Lewis J., 2004. *Physics and Chemistry of the Solar System* (2nd ed.). Academic Press, Tucson.7-49.
- List Of Jupiter Trojans*.(n.d.). Retrieved January 2, 2017, from <http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/JupiterTrojans.html>
- Maciejewski G., Dimitrov D., Mancini L., Southworth J., Ciceri S., D’ago G., Bruni I., Raetz St., Nowak G., Ohlert J., Puchalski D., Saral G., Derman E., Petrucci R., Jofre E., Seeliger M., Henning T., New Transit Observations for HAT-P-30 b, HAT-P-37 b, TrES-5 b, WASP-28 b, WASP-36 b, and WASP-39 b. *arXiv:1603.03268v1*
- Mandushev G., Quinn S. N., Buchhave L. A., Dunham E. W., Rabus M., Oetiker B., Latham D. W., Charbonneau D., Brown T. M., Belmonte J. A., O’Donovan F. T., 2011. TrES-5: A Massive Jupiter-sized Planet Transiting A Cool G-dwarf. *arXiv:1108.3572v1*
- Masset F. S., 2003. Runaway Migration and the Formation of Hot Jupiters. *arXiv:astro-ph/0301171v1*.
- Max C., (April 24,2014). *Lecture 7: Formation of the Solar System*. Retrieved July 15, 2015, from http://www.ucolick.org/~max/Astro18-014/Lectures/Lecture7%202014/Lecture7_2014_v3_sm.pdf
- Mayor M., Queloz D., 1995. A Jupiter-mass companion to a solar-type star, *Nature*, 378, 355 – 359.
- McAnally, J. W., 2008. *Jupiter and How to Observe It*. Springer-Verlag London Limited, England.8
- Mendez A.,(October 2, 2011). *A Mass Classification for both Solar and Extrasolar Planets*. Retrieved July 15, 2015 from <http://phl.upr.edu/library/notes>.
- Meschiari S., Wolf A. S., Rivera E., Laughlin G., Vogt S., Butler P., 2009. Systemic: A Testbed for Characterizing the Detection of Extrasolar Planets. I. The Systemic Console Package. *Publications of the Astronomical Society of Pacific*, Volume

121, Issue 883, pp. 1016-1027.

Mislis D., Heller R., Fernandez J., Seemann U., Ioannidis P., Avdellidou C., 2012. The Photometric Software for Transits (PhoS-T). *10th Hellenic Astronomical Conference, Proceedings of the conference held at Ioannina, Greece, 5-8 September 2011*. Edited by Iossif Papadakis and Anastasios Anastasiadis., pp.12-12.

Mislis D., Mancini L., Tregloan-Reed J., Ciceri S., Southworth J., D'ago G., Bruni I., Baştürk Ö., Alsubai K. A., Bachelet E., Bramich D. M., Henning Th., Hinse T. C., Ianella A. L., Parley N., Schroeder T., 2014. High-precision Multi-band Time-series Photometry of Exoplanets Qatar-1 b and TrES-5 b. *arXiv:1503.02246v1*.

Muterspaugh M. W., Lane B. F., Kulkarni S. R., Konacki M., Burke B. F., Colavita M M., Shao M., Hartkopf W. I., Boss A. P., Williamson M., 2010. *The Phases Differential Astrometry Data Archive. V. Candidate Substellar Companions to Binary Systems*. The Astronomical Journal, 140(6): 1657-1671

O'Donovan F. T., Charbonneau D., Bakos G. A., Mandushev G., Dunham E. W., Brown T. M., Latham D. W., Torres G., Sozzetti A., Kovacs G., Everett M. E., Baliber N., Hidas M. G.,

Orton G. S., Ingersoll A. P., 1976. *Pioneer 10 and 11 and ground-based infrared data on Jupiter: the thermal structure and the H₂/He ratio, in Jupiter*. University of Arizona Press, Arizona. 206-215.

Pal A., 2012. Light-curve modelling for mutual transits. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 420, Issue 2, pp. 1630-1635.

Prša A., Zwitter T., 2005. A Computational Guide to Physics of Eclipsing Binaries. I. Demonstrations and Perspectives. *The Astrophysical Journal*, Volume 628, Issue 1, pp. 426-438.

Planetary Microlensing: OGLE 2003-BLG-235/MOA 2003-BLG-53.(n.d.). Retrieved August 20, 2015, from <http://www3.nd.edu/~bennett/moa53-ogle235/>

Planet and Satellite Names and Discoverers. (n.d.). Retrieved August 20, 2015, from <https://planetarynames.wr.usgs.gov/Page/Planets>

Planet Character.(n.d.). Retrieved July 15, 2015 from

<https://solarsystem.nasa.gov/planets/charchart.cfm%2810082015%29>

Radial Velocity Method. (n.d.). Retrieved August 20, 2015, from

<https://lco.global/spacebook/radial-velocity-method>.

Robert F., 2001. Solar System Water D/H Ratio. *Eleventh Annual V. M. Goldschmidt Conference*, USA. 3570

Rogers R. H., 1995. *The Giant Planet Jupiter*. Cambridge University Press, England. 59-293.

Russell C. T., Luhmann J. G., 1997. Jupiter: Magnetic Field and Magnetosphere. *Encyclopedia of Planetary Sciences*, 372-373.

Serabyn G., Mawet D., Burruss R., 2010. Imaging The Exoplanets In HR8799 With A Vector Vortex Coronagraph On The Palomar 1.5 M Diameter Well-corrected Subaperture. *American Astronomical Society*, (42)587.

Siverd R. J., Beatty T.G., Pepper J., Eastman J. D., Collins K., Bieryla A., Latham D. W., Buchhave L. A., Jensen E. L. N., Crepp J. R., Street R., Stassun K. G., Gaudi B. S., Berlind P., Calkins M. L., DePoy D. L., Esquerdo G. A., Fulton B. J., Furesz G., Geary J. C., Gould A., Hebb L., Kielkopf J. F., Marshall J. L., Pogge R., Stanek K. Z., Stefanik R. P., Szentgyorgyi A. H., Trueblood M., Trueblood P., Stutz A. M., VanSaders J. L., 2012. Kelt-1b: a Strongly Irradiated, Highly Inflated, Short Period, 27 Jupiter-mass Companion Transiting a Mid-F Star. *arXiv:1206.1635v1*.

Smith E. G., (n.d.). *Science*. Retrieved 20 October, 2015, from <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solar/jupmag.html>

Southworth J., 2008. Homogeneous studies of transiting extrasolar planets - I. Light-curve analyses. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 386, Issue 3, pp. 1644-1666.

Sozzetti A., Torres G., Charbonneau D., Winn J. N., Korzennik S.G., Holman M. J., Latham D. W., Laird J. B., Fernandez J., O'Donovan F. T., Mandushev G., Dunham E., Everett M.E.,

Statistics. (n.d.). Retrieved July 15, 2015, from <http://www.openexoplanetcatalogue.com/>

The Formation and Evolution of the Solar System. (n.d.). Retrieved 20 October, 2015 from

<http://abyss.uoregon.edu/~js/ast121/lectures/lec19.html>

The Search for Extrasolar Planets. (October 13, 2009). Retrieved August 20, 2015, from <http://www.astro.wisc.edu/~townsend/static.php?ref=diploma-2>

This date in science: Uranus discovered, completely by accident. (March 13, 2015). Retrieved July 15, 2015 from <http://earthsky.org/space/this-date-in-science-uranus-discovered-completely-by-accident>

Todorov K. O., Deming D., Knutson H. A., Burrows A., Sada P. V., Cowan N. B., Agol E., Desert J., Fortney J. J., Charbonneau D., Laughlin G., Langton J., Showman A. P., Lewis N. K., 2012. *The Astrophysical Journal*, 746:111 (13pp)

Trojan Asteroids. (n.d.). Retrieved November 20, 2016, from <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/T/Trojan+Asteroids>

Wichmann, R., 2011. Nightfall: Animated Views of Eclipsing Binary Stars. *Astrophysics Source Code Library*, record ascl:1106.016.

Wolszczan A., Frail D. A., 1992. A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257 + 12. *Nature*, 355, 145 - 147

Vanko M., Jakubík M., Krejčová T., Maciejewski G., Budaj J., Pribulla T., Ohlert J., Raetz St., Krushevskaya V., Dubovsky P., 2011. New Photometric Observations of The Transiting Extrasolar Planet TrES-3b. *arXiv:1108.5255v1*

Voyager Images. (n.d.). Retrieved August 20, 2015, from <http://voyager.jpl.nasa.gov/gallery/images/jupiter/jupiter.gif>

Yoshida F., Nakamura T., 2005. Size Distribution of Faint Jovian L4 Trojan Asteroids. *The Astronomical Journal*, 130:2900–2911.

EKLERİ

EK 1. Sıcak Jüpiterlerin listesi (<http://exoplanet.eu/>)

Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
CL Tau b	12,31		8,9965			45,7			
CVSO 30 b	6,2	1,91	0,448413	0,00838		61,8			
CoRoT-1 b	1,03	1,49	1,5089557	0,0254	0	85,1			
CoRoT-11 b	2,33	1,43	2,994325	0,04351	0	81,41			
CoRoT-12 b	0,917	1,44	2,828042	0,04016	0,07	85,48	105		
CoRoT-13 b	1,308	0,885	4,03519	0,051	0	88,02			
CoRoT-14 b	7,6	1,09	1,51214	0,027	0	79,6		2454787,67	
CoRoT-15 b	63,4	1,12	3,06036	0,045	0	86,7			1740
CoRoT-16 b	0,535	1,17	5,35227	0,0618	0,33	85,01	168,41		
CoRoT-17 b	2,43	1,02	3,768125	0,0461	0	88,34			
CoRoT-18 b	3,47	1,31	1,9000693	0,0295	0,08	86,5			
CoRoT-19 b	1,11	1,29	3,89713	0,0518	0,047	87,61	86		
CoRoT-2 b	3,31	1,465	1,7429964	0,0281	0	87,84			
CoRoT-20 b	4,24	0,84	9,24285	0,0902	0,562	88,21	56,3		
CoRoT-21 b	2,26	1,3	2,72474	0,0417	0	86,8			
CoRoT-23 b	2,8	1,08	3,6314	0,0477	0,16	85,7	51,8		
CoRoT-26 b	0,52	1,26	4,20474	0,0526	0	86,8			
CoRoT-27 b	10,39	1,007	3,57532	0,0476	0,065	86,7			1500

EK 1'in devamı

	Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
III	CoRoT-29 b	0,85	0,9	2,85057	0,039	0,082	87,3	87		
	CoRoT-3 b	21,77	1,01	4,2567994	0,057	0	85,9			
	CoRoT-33 b	59,2	1,1	5,819143	0,0579	0,07	85,5	179,3		
	CoRoT-4 b	0,72	1,19	9,20205	0,09	0	90			
	CoRoT-6 b	2,96	1,166	8,886593	0,0855	0,1	89,07		2454595,614	
	EPIC 201637175 b	1,4	0,25	0,381071	0,0088					
	EPIC 219388192 b	36,5	0,937	5,292569	0,0593	0,1929	90	345,9		1164
	EPIC 220504338 b	1,28	0,91	5,817712	0,0575	0	86,44			1000
	HAT-P-1 b	0,525	1,319	4,46529976	0,05561	0,067	85,634	360		1322
	HAT-P-13 b	0,85	1,28	2,916243	0,0426	0,0142	83,3	223		
	HAT-P-14 b	2,2	1,2	4,627657	0,0594	0,095	83,2	99		
	HAT-P-16 b	4,193	1,289	2,77596	0,0413	0,036	86,6	214		
	HAT-P-2 b	8,74	0,951	5,6334729	0,0674	0,5171	90	185,22	2454213,479	
	HAT-P-20 b	7,246	0,867	2,875317	0,0361	0,015	81,9	317		
	HAT-P-21 b	4,063	1,024	4,124461	0,0494	0,228	87,2	300		
	HAT-P-22 b	2,147	1,08	3,21222	0,0414	0,016	73,6	156		
	HAT-P-23 b	2,09	1,368	1,212884	0,0232	0,106	85,1	118		
	HAT-P-24 b	0,685	1,242	3,35524	0,0465	0,067	88,6	197		

EK 1'in devamı

IV	Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
	HAT-P-25 b	0,567	1,19	3,652836	0,0466	0,032	87,6	271		
	HAT-P-27-WASP-40 b	0,66	1,055	3,0395803	0,0403	0,078	85,08	63		
	HAT-P-28 b	0,626	1,212	3,257215	0,0434	0,051	88	233		
	HAT-P-29 b	0,778	1,107	5,723186	0,0667	0,095	87,1	169		
	HAT-P-3 b	0,591	0,827	2,899703	0,03866	0	87,07			
	HAT-P-30 b	0,711	1,34	2,810595	0,0419	0,035	83,6	252		
	HAT-P-31 b	2,171	1,07	5,005425	0,055	0,245	87,1	274,3		
	HAT-P-32 b	0,941	2,037	2,150009	0,0344	0,163	88,7	52		
	HAT-P-33 b	0,763	1,827	3,474474	0,0503	0,148	86,7	96		
	HAT-P-34 b	3,328	1,107	5,452654	0,0677	0,441	87,1	20		
	HAT-P-35 b	1,054	1,332	3,646706	0,0498	0,025	87,3	248		
	HAT-P-36 b	1,832	1,264	1,327347	0,0238	0,063	86	95		
	HAT-P-37 b	1,169	1,178	2,797436	0,0379	0,058	86,9	164		
	HAT-P-39 b	0,599	1,571	3,54387	0,0509		87			
	HAT-P-4 b	0,68	1,27	3,0565114	0,0446	0	89,67			
	HAT-P-40 b	0,615	1,73	4,457243	0,0608		88,3			
	HAT-P-41 b	0,8	1,685	2,694047	0,0426		87,7			

EK 1'in devamı

	Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
♄	HAT-P-42 b	0,975	1,277	4,641876	0,0575	0	85,9			1427
	HAT-P-43 b	0,66	1,283	3,332688	0,0443	0	88,7			1361
	HAT-P-45 b	0,892	1,426	3,128992	0,0452	0,049	87,8			
	HAT-P-49 b	1,73	1,413	2,691548	0,0438	0	86,2			2131
	HAT-P-5 b	1,06	1,252	2,788491	0,04079	0	86,75			
	HAT-P-50 b	1,36	1,288	3,1220109	0,0453	0,115	83,65			1862
	HAT-P-52 b	0,819	1,009	2,7535953	0,03694	0,047	87,02			1218
	HAT-P-53 b	1,487	1,318	1,9616241	0,03159	0,134	86,2			1778
	HAT-P-54 b	0,76	0,944	3,799847	0,04117	0,074	87,04			
	HAT-P-55 b	0,582	1,182	3,5852467	0,04604	0,139	87,7			1313
	HAT-P-56 b	2,2	1,466	2,7908327	0,0423	0,246	82,13			1840
	HAT-P-57 b	1,85	1,413	2,465295	0,0406	0	88,26			2200
	HAT-P-6 b	1,057	1,33	3,853003	0,05235	0	85,51			
	HAT-P-65 b	0,527	1,89	2,6054552	0,03951	0,3	84,2			1930
	HAT-P-66 b	0,783	1,59	2,972086	0,04363	0	86,2			
	HAT-P-7 b	1,741	1,431	2,204735471	0,0379	0	84,1			2121
	HAT-P-8 b	1,34	1,5	3,0763402	0,0449	0	87,8			
	HAT-P-9 b	0,67	1,4	3,922814	0,053	0	86,5			

EK 1'in devamı

IV

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
HATS-1 b	1,855	1,302	3,446459	0,0444	0,12	85,6	60		
HATS-10 b	0,526	0,969	3,312846	0,0449	0,5	87,79			1407
HATS-11 b	0,85	1,51	3,6191613	0,04614	0,34	88,31			1637
HATS-12 b	2,4	1,35	3,142833	0,04795	0,085	82,7			2097
HATS-13 b	0,543	1,212	3,0440499	0,04057	0,18	88,55			1244
HATS-14 b	1,071	1,039	2,7667641	0,03815	0,142	88,83			
HATS-15 b	2,17	1,105	1,74748753	0,02712	0	87,13			
HATS-16 b	3,27	1,3	2,686502	0,03744	0	83,53			
HATS-18 b	1,98	1,337	0,8378434	0,01761	0,166	85,5			2060
HATS-2 b	1,345	1,168	1,354133	0,023	0	87,2			
HATS-22 b	2,74	0,953	4,7228124	0,05025	0,079	87,96	56		858
HATS-23 b	1,47	1,86	2,1605156	0,03397	0,114	81,02			1654
HATS-24 b	2,44	1,487	1,3484954	0,02547	0,24	86,6			2067
HATS-25 b	0,613	1,26	4,2986432	0,05163	0,088	86,93			
HATS-26 b	0,65	1,75	3,3023881	0,04735	0,122	86,2			
HATS-27 b	0,53	1,5	4,637038	0,0611	0,29	87,3			
HATS-28 b	0,672	1,194	3,1810781	0,04131	0,101	86,17			
HATS-29 b	0,653	1,251	4,6058749	0,05475	0,079	87,37			

EK 1'in devamı

IIA	Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
	HATS-3 b	1,071	1,381	3,547851	0,0485					1648
	HATS-30 b	0,706	1,175	3,1743516	0,04354	0,048	86,84			
	HATS-31 b	0,88	1,64	3,37796	0,0478	0,233	85			1823
	HATS-32 b	0,92	1,249	2,8126548	0,04024	0,471	87,1			1437
	HATS-33 b	1,192	1,23	2,5495551	0,03727	0,08	87,62			1429
	HATS-34 b	0,941	1,43	2,1061607	0,03166	0	82,28			1445
	HATS-35 b	1,222	1,464	1,8209933	0,03199	0	86,9			2037
	HATS-4 b	1,323	1,02	2,516729	0,0362	0,013	88,5	275		1315
	HATS-9 b	0,839	1,065	1,9153073	0,03048	0,129	86,5			1823
	HD 102956 b	0,96		6,495	0,081	0,048		12	2455346	
	HD 103720 b	0,62		4,5557	0,0498	0,086		262	2455387,46	
	HD 118203 b	2,14	1,05	6,13322	0,07	0,2943		332,7	2453351,2	
	HD 143105 b	1,21		2,1974	0,0379	0,07			2456531,344	
	HD 149143 b	1,33	1,05	4,07206	0,052	0,0123		204,8	2453413,1	
	HD 162020 b	14,4		8,428198	0,074	0,277		332,672	51990,677	
	HD 179949 b	0,92	1,05	3,0925	0,045	0,0104		189,3	2452419,1	
	HD 185269 b	0,94		6,838	0,077	0,3		173	2453154,1	
	HD 187123 b	0,52		3,0965828	0,0426	0,01		25	2452111,7	

EK 1'in devamı

VIII

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
HD 189733 b	1,142	1,138	2,21857312	0,03142	0,0041	85,51	90	2454037,612	
HD 209458 b	0,69	1,38	3,52472	0,04747	0,0082	86,59	43,8	2452968,399	
HD 217107 b	1,33		7,12689	0,073	0,132		22,7	2449998,5	
HD 285507 b	0,917		6,0881	0,0729	0,086		182	2456263,121	
HD 330075 b	0,62	1,06	3,6413	0,039	0,0187		38,2	2452968,399	
HD 41004 B b	18,4	1,06	1,32363	0,0177	0,058		149	2452532,699	
HD 68988 b	1,86		6,2771	0,0704	0,1249		31,4	2451548,84	
HD 73256 b	1,87		2,54858	0,037	0,029		337,3	2452500,18	
HD 86081 b	1,5	1,08	1,99809	0,039	0,0575		332,6	2453753,2	
HIP 14810 b	3,88		6,673855	0,0692	0,1427		159,32	2443694,598	
HIP 91258 b	1,068		5,0505	0,057	0,024		276	2456164,275	
J1433 b	57,1		0,054			84,36			2370
K2-29 b	0,73	1,19	3,2588321	0,04217	0,066	86,656	132		1171
K2-30 b	0,624	1,196	4,098507	0,04986	0,027	86,32	120		1185
K2-33 b	3,6	0,451	5,42513	0,0409	0	89,1			
K2-34 b	1,78	1,35	2,995607	0,04419	0	82,06			1742
KELT-1 b	27,38	1,116	1,217514	0,02472	0,01	87,6	61	2455914,08	2423
KELT-10 b	0,679	1,399	4,166285	0,0525		88,61			1377

EK 1'in devamı

	Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
X	KELT-12 b	0,95	1,79	5,03145	0,0671		84,46			
	KELT-15 b	0,92	1,443	3,329441	0,04613		79,67			
	KELT-16 b	2,75	1,415	0,9689951	0,02044					
	KELT-17 b	1,31	1,525	3,0801716	0,04881					2087
	KELT-2A b	1,486	1,306	4,1137914	0,05498	0,185		160	2455974,83	
	KELT-3 b	1,418	1,333	2,7033902	0,04117	0	84,6			
	KELT-4A b	0,884	1,706	2,9895933	0,04321	0,03	83,11	300	2456190,302	1827
	KELT-7 b	1,29	1,533	2,7347749	0,04415		83,76			2048
	KELT-8 b	0,874	1,86	3,24406	0,04571	0,035	82,65	85	2456870,47	1675
	KOI-830 b	1,27	1,08	3,52563254	0,0433	0,22	89,36			1070
	Kepler-13 A b	6,6	1,406	1,7633587			81,8			
	Kepler-14 b	8,4	1,136	6,790123		0,035	90			1573
	Kepler-15 b	0,66	0,96	4,942782	0,05714		87,44			1225
	Kepler-17 b	2,45	1,312	1,4857108	0,02591	0,011	87,2			1655
	Kepler-24 b	1,6	0,21	8,1453	0,08					
	Kepler-28 b	1,51	0,32	5,9123	0,062					
	Kepler-28 c	1,36	0,3	8,9858	0,081					
	Kepler-32 b	4,1	0,37	5,90124	0,05					

EK 1'in devamı

X

Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
Kepler-40 b	2,2	1,17	6,87349	0,08	0	89,7			
Kepler-412 b	0,939	1,325	1,720861232	0,02959	0,0038	80,89	125		
Kepler-423 b	0,595	1,192	2,6843285	0,03585	0,019		120,26		1605
Kepler-424 b	1,03	0,89	3,3118644	0,044					
Kepler-43 b	3,23	1,2	3,024095	0,0449	0,025	84,35			
Kepler-433 b	2,82	1,45	5,33408384	0,059	0,119	89,21			
Kepler-435 b	0,84	1,99	8,6001536	0,0948	0,114	85,51			
Kepler-44 b	1,02	1,24	3,24674	0,0455	0,021	83,78			
Kepler-447 b	1,37	1,65	7,79430132	0,0769		86,55			
Kepler-45 b	0,505	0,96	2,455239	0,027	0,11	87	230		
Kepler-5 b	2,114	1,431	3,54846	0,05064	0	86,3			1752
Kepler-52 b	8,7	0,19	7,8773565						
Kepler-57 b	18,86	0,2	5,7293196						
Kepler-6 b	0,669	1,323	3,234723	0,04567	0	86,8			1451
Kepler-74 b	0,68	1,32	7,340718	0,084	0,287	85,55	64	2454967,04	
Kepler-75 b	9,9	1,03	8,884924	0,08	0,569	89,1	63,6	2455002,841	
Kepler-76 b	1,96	1,25	1,54492875	0,028		78			
Kepler-8 b	0,603	1,419	3,52254	0,0483	0	84,07			1638

EK 1'in devamı

IX

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
Kepler-91 b	0,73	1,384	6,24658	0,072	0,066	68,5	316,8		
NLTT 41135	33,7	1,13	2,889475	0,024		87,42			
OGLE-TR-10 b	0,68	1,72	3,10129	0,04162	0	84,5			
OGLE-TR-111 b	0,54	1,077	4,01451	0,047	0	88,1			
OGLE-TR-113 b	1,24	1,11	1,4324772	0,0229	0	89,4			
OGLE-TR-132 b	1,17	1,23	1,689868	0,0306	0	83,4			
OGLE-TR-182 b	1,06	1,47	3,9791	0,051	0	85,7			
OGLE-TR-211 b	0,75	1,26	3,67724	0,051	0	87,2			
OGLE-TR-56 b	1,3	1,2	1,211909	0,0225	0	78,8			
OGLE2-TR-L9 b	4,34	1,614	2,4855335	0,0308		79,8			
POTS-1 b	2,31	0,941	3,1606296	0,03734		88,06			
PSR 0636 b	8		0,067						
PSR 1719-14 b	1	0,4	0,090706293	0,0044	0,06			2455235,517	
PSR B1957+20 b	22		0,38						
PSR J1807-2459 A b	9,4		0,07		0			2450851,887	
PSR J2051-0827 b	28,3		0,099110266		0			2449642,173	
PSR J2241-5236 b	12		0,14567224		0			2455044,158	
Pr 0201 b	0,54		4,4264					2455992,861	

EK 1'in devamı

IIIX

Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
Pr 0211 b	1,88		2,14609	0,03184	0,017		329	2456678,6	
Qatar-1 b	1,33	1,18	1,42002504	0,02343	0	83,82			
Qatar-2 b	2,487	1,144	1,3371182	0,02149	0	88,3			
Qatar-3 b	4,31	1,096	2,5079204	0,03783		86,8			1681
Qatar-4 b	5,85	1,552	1,8053949	0,02861		88,82			1570
Qatar-5 b	4,32	1,107	2,8792319	0,04127		88,74			1415
SWEEPS-04	3,8	0,81	4,2	0,055		87			
SWEEPS-11	9,7	1,13	1,796	0,03		84			
TrES-1	0,761	1,099	3,0300722	0,0393	0	88,4			
TrES-2	1,253	1,189	2,470613374	0,03555	0	83,908			1455
TrES-3	1,91	1,305	1,30618608	0,0226	0	82,15			
TrES-4	0,917	1,706	3,5539268	0,05084	0	82,81			
TrES-5	1,778	1,209	1,4822446	0,02446		84,529			
V830 Tau b	0,77		4,93	0,057	0	55			
WASP-1 b	0,86	1,484	2,5199464	0,0382	0	88,65			
WASP-10 b	3,16	1,08	3,0927616	0,0371	0,057	86,8	2,737		
WASP-100 b	2,03	1,69	2,849375	0,0457	0	82,6			2190
WASP-102 b	0,624	1,259	2,709813	0,0401		89,73			

EK 1'in devamı

III

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
WASP-103 b	1,49	1,528	0,925542	0,01985		86,3			2508
WASP-104 b	1,272	1,137	1,7554137	0,02918	0	83,63			1516
WASP-106 b	1,925	1,085	9,289715	0,0917	0	89,49			1140
WASP-108 b	1,167	1,215	2,6755463	0,0397	0	88,49			1590
WASP-109 b	0,91	1,443	3,3190233	0,0463	0	84,28			1695
WASP-110 b	0,515	1,238	3,7783977	0,0457	0	88,06			1134
WASP-111 b	1,85	1,442	2,310965	0,03914	0	81,61			2140
WASP-112 b	0,88	1,191	3,0353992	0,0382	0	88,68			1395
WASP-114 b	1,769	1,339	1,5487743	0,02851	0,012	83,96	289		2043
WASP-118 b	0,514	1,44	4,0460435	0,05453		88,7			
WASP-119 b	1,23	1,4	2,49979	0,0363	0,058	85			1600
WASP-12 b	1,404	1,736	1,0914222	0,02293	0	86			
WASP-120 b	5,06	1,515	3,6112706	0,0522	0,059	82,29	323		1890
WASP-121 b	1,184	1,865	1,2749255	0,02544	0	87,6			
WASP-122 b	1,401	1,792	1,7100567	0,03107	0	78,35			1960
WASP-123 b	0,92	1,327	2,977641	0,0431	0	85,79			1510
WASP-124 b	0,6	1,24	3,37265	0,0499	0,017	86,3			1400
WASP-129 b	1	0,93	5,748145	0,0628	0,096	87,7			1100

EK 1'in devamı

XIX

Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
WASP-133 b	1,16	1,21	2,176423	0,0345	0,17	87			1790
WASP-135 b	1,9	1,3	1,4013794	0,0243	0	82			
WASP-136 b	1,51	1,38	5,215357	0,0661		84,7			
WASP-138 b	1,22		3,634433	0,0494		88,5		2457326,622	
WASP-14 b	7,341	1,281	2,2437661	0,036	0,087	84,79	252,9		
WASP-140 b	2,44	1,44	2,2359835	0,0323	0,047	83,3	356		1320
WASP-141 b	2,69	1,21	3,310651	0,0469	0	87,6			1540
WASP-142 b	0,84	1,53	2,052868	0,0347	0	80,2			2000
WASP-15 b	0,542	1,428	3,7520656	0,0499	0	85,5			
WASP-157 b	0,576	1,045	3,9516205	0,0529	0	85,19			1339
WASP-16 b	0,855	1,008	3,1186009	0,0421	0	85,22			
WASP-18 b	10,43	1,165	0,9414518	0,02047	0,0088	86	269		
WASP-19 b	1,114	1,395	0,78884	0,01616	0,0046	79,4	3		2077
WASP-2 b	0,847	1,079	2,15222144	0,03138	0	84,73			
WASP-22 b	0,617	1,199	3,5327313	0,04698	0	88,26			
WASP-23 b	0,884	0,962	2,9444256	0,0376	0,062	88,39			
WASP-24 b	1,071	1,3	2,3412127	0,03651	0	83,64			
WASP-25 b	0,58	1,26	3,76483	0,0474	0	87,7			

EK 1'in devamı

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
WASP-26 b	1,028	1,281	2,7566004	0,03985	0	82,91			
WASP-28 b	0,907	1,213	3,40883	0,04469	0,046	88,61			1468
WASP-3 b	2,06	1,454	1,8468372	0,0313	0	85,06			
WASP-32 b	3,6	1,18	2,71865	0,0394	0,018	85,3	160		
WASP-33 b	2,1	1,603	1,21986967	0,02558	0	87,7			
WASP-34 b	0,59	1,22	4,3176782	0,0524	0,038	85,2	319,8		
WASP-35 b	0,72	1,32	3,161575	0,04317	0	87,96			
WASP-36 b	2,279	1,269	1,5373653	0,02624	0	83,65			
WASP-37 b	1,8	1,16	3,577471	0,04339	0	88,78			
WASP-38 b	2,712	1,079	6,871815	0,07551	0,0321	88,69	341		
WASP-4 b	1,237	1,395	1,33823187	0,02312	0	88,8			
WASP-41 b	0,94	1,18	3,052404	0,04	0,026	89,4			1244
WASP-43 b	2,052	1,036	0,81347753	0,01526	0,0035	82,33	328		
WASP-44 b	0,889	1,14	2,4238039	0,03473	0	86,02			
WASP-45 b	1,007	1,16	3,1260876	0,04054	0	84,47			
WASP-46 b	2,101	1,31	1,43037	0,02448	0	82,63			
WASP-47 b	1,13	1,17	4,15912	0,052	0,0028	89,02	51	2455764,346	1275
WASP-48 b	0,98	1,67	2,143634	0,03444	0	80,09			

EK 1'in devamı

XXI

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
WASP-5 b	1,637	1,171	1,6284246	0,02729	0	85,8			
WASP-50 b	1,437	1,138	1,9550959	0,02913	0,009	84,74	44		
WASP-53 b	2,132	1,074	3,3098443	0,04101	0	87,08			
WASP-54 b	0,6	1,4	3,7						
WASP-55 b	0,57	1,3	4,465633	0,0533	0	89,2			1290
WASP-56 b	0,6	1,2	4,6						
WASP-57 b	0,8	1,1	2,8						
WASP-58 b	0,89	1,37	5,01718	0,0561	0	87,4			
WASP-59 b	0,7	0,9	7,9						
WASP-6 b	0,503	1,224	3,361006	0,0421	0,054	88,47	1,7		
WASP-61 b	2,06	1,24	3,8559	0,0514	0	89,35			
WASP-62 b	0,57	1,39	4,411953	0,0567	0	88,3			
WASP-64 b	1,2	0,7	1,6						
WASP-65 b	1,55	1,112	2,3114243	0,0334		88,8			
WASP-66 b	2,32	1,39	4,086052	0,0546	0	85,9			
WASP-68 b	0,95	1,24	5,084298	0,06206	0	88,1			
WASP-7 b	0,96	1,33	4,9546416	0,0617	0	87,03			
WASP-70A b	0,59	1,164	3,7130203	0,04853	0	87,12			1387

EK 1'in devamı

II\X

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
WASP-71 b	2,258	1,5	2,9036747	0,04631	0	84,2			
WASP-72 b	1,461	1,27	2,2167421	0,03708					
WASP-73 b	1,88	1,16	4,08722	0,05512	0	87,4			1790
WASP-74 b	0,97	1,56	2,13775	0,037	0	79,81			1910
WASP-75 b	1,07	1,27	2,484193	0,0375	0	82			
WASP-76 b	0,92	1,83	1,809886	0,033	0	88			2190
WASP-77 A b	1,76	1,21	1,3600309	0,024		89,4			
WASP-78 b	1,16	1,75	2,17517656	0,0415	0	89			
WASP-79 b	0,9	1,7	3,6623817	0,0539	0	85,4			
WASP-8 b	2,244	1,038	8,158715	0,0801	0,31	88,55	274,27		
WASP-80 b	0,554	0,952	3,0678504	0,0346	0,07	89,92			
WASP-81 b	0,729	1,429	2,7164762	0,03908	0	88,69			
WASP-82 b	1,24	1,67	2,705782	0,0447	0	87,9			2190
WASP-84 b	0,694	0,942	8,5234865	0,0771	0	88,368			797
WASP-85 b	1,265	1,24	2,6556777	0,039		89,69			1452
WASP-86 b	0,821	0,632	5,031555	0,0617		89,85			
WASP-87A b	2,21	1,385	1,682795	0,02946	0	81,07			2322
WASP-88 b	0,56	1,7	4,954	0,06431	0	88			1775

EK 1'in devamı

XVIII

Gezegen Adı	M (M _j)	R (R _j)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
WASP-89 b	5,9	1,04	3,3564227	0,0427	0,193	89,4	28		1120
WASP-90 b	0,63	1,63	3,916243	0,0562	0	82,1			1840
WASP-93 b	1,47	1,597	2,7325321	0,04211		81,18			
WASP-94 B b	0,618		2,00839	0,0335					
WASP-95 b	1,13	1,21	2,184673	0,03416	0	88,4			1570
WASP-97 b	1,32	1,13	2,07276	0,03303	0	88			1555
WASP-98 b	0,83	1,1	2,96264	0,036	0	86,3			1180
WASP-99 b	2,78	1,1	5,75251	0,0717	0	88,8			1480
WTS-1 b	4,01	1,49	3,352059	0,047	0,1	85,5			
WTS-2 b	1,12	1,3	1,0187074	0,01855	0	83,43			2000
XO-1 b	0,9	1,184	3,9415128	0,0488	0	89,31			
XO-2N b	0,62	0,973	2,615838	0,0369	0,045	88,7			
XO-3 b	11,79	1,217	3,1915239	0,0454	0,26	84,2	345,8	2454024,84	
XO-4 b	1,616	1,317	4,12473	0,05485	0	88,47			1641
XO-5 b	1,077	1,03	4,1877537	0,0487	0	86,8			
XO-6 b	1,9	2,07	3,7650007	0,0815	0	86			1577
tau Boo b	5,84	1,06	3,31249	0,046	0,0787	45	218,4	2450529,2	
ups And b	0,62		4,61711	0,059	0,01186	90	44,519	2450034,058	

EK 1'in devamı

Gezegen Adı	M (M _J)	R (R _J)	P (gün)	a (AB)	e	i(°)	ω (°)	T _{enberi}	T (°K)
wasp-92 b	0,805	1,461	2,1746742	0,0348	0	83,75			1871

EK 2. Jüpiter'in uyduları ve uyduların temel parametreleri (https://en.wikipedia.org/wiki/Moons_of_Jupiter)

	Uydunun İsmi	Çap (km)	Kütle ($\times 10^{16}$ kg)	Yarı-büyük eksen (km)	Yörünge Periyodu (gün)	Keşif Yılı
XX	Metis	60×40×34	~3,6	127690	+7h 4m 29s	1979
	Adrastea	20×16×14	~0,2	128690	+7h 9m 30s	1979
	Amalthea	250×146×128	208	181366	+11h 57m 23s	1892
	Thebe	116×98×84	~43	221889	+16h 11m 17s	1979
	Io	3660,0×3637,4 ×3630,6	8900000	421700	+1,769137786	1610
	Europa	3121,6	4800000	671034	+3,551181041	1610
	Ganymede	5262,4	15000000	1070412	+7,15455296	1610
	Callisto	4820,6	11000000	1882709	+16,6890184	1610
	Themisto	8	0,069	7393216	+129,87	1975/2000
	Leda	16	0,6	11187781	+241,75	1974
	Himalia	170	670	11451971	+250,37	1904
	Lysithea	36	6,3	11740560	+259,89	1938
	Elara	86	87	11778034	+261,14	1905
	Dia	4	0,0090	12570424	+287,93	2001
	Carpó	3	0,0045	17144873	+458,62	2003
	S/2003 J 12	1	0,00015	17739539	-482,69	2003

EK 2'nin devamı

IXX

Uydunun İsmi	Çap (km)	Kütle ($\times 10^{16}$ kg)	Yarı-büyük eksen (km)	Yörünge Periyodu (gün)	Keşif Yılı
Euporie	2	0,0015	19088434	-538,78	2002
S/2003 J 3	2	0,0015	19621780	-561,52	2003
S/2003 J 18	2	0,0015	19812577	-569,73	2003
Thelxinoe	2	0,0015	20453753	-597,61	2003
Euanthe	3	0,0045	20464854	-598,09	2002
Helike	4	0,0090	20540266	-601,40	2003
Orthosie	2	0,0015	20567971	-602,62	2002
Iocaste	5	0,019	20722566	-609,43	2001
S/2003 J 16	2	0,0015	20743779	-610,36	2003
Praxidike	7	0,043	20823948	-613,90	2001
Harpalyke	4	0,012	21063814	-624,54	2001
Mneme	2	0,0015	21129786	-627,48	2003
Hermippe	4	0,0090	21182086	-629,81	2002
Thyone	4	0,0090	21405570	-639,80	2002
Ananke	28	3,0	21454952	-642,02	1951
Herse	2	0,0015	22134306	-672,75	2003
Aitne	3	0,0045	22285161	-679,64	2002

EK 2'nin devamı

IXX

Uydunun İsmi	Çap (km)	Kütle ($\times 10^{16}$ kg)	Yarı-büyük eksen (km)	Yörünge Periyodu (gün)	Keşif Yılı
Kale	2	0,0015	22409207	-685,32	2002
Taygete	5	0,016	22438648	-686,67	2001
S/2003 J 19	2	0,0015	22709061	-699,12	2003
Chaldene	4	0,0075	22713444	-699,33	2001
S/2003 J 15	2	0,0015	22720999	-699,68	2003
S/2003 J 10	2	0,0015	22730813	-700,13	2003
S/2003 J 23	2	0,0015	22739654	-700,54	2004
Erinome	3	0,0045	22986266	-711,96	2001
Aoede	4	0,0090	23044175	-714,66	2003
Kallichore	2	0,0015	23111823	-717,81	2003
Kalyke	5	0,019	23180773	-721,02	2001
Carme	46	13	23197992	-721,82	1938
Callirrhoe	9	0,087	23214986	-722,62	2000
Eurydome	3	0,0045	23230858	-723,36	2002
Pasithee	2	0,0015	23307318	-726,93	2002
Kore	2	0,0015	23345093	-776,02	2003
Cyllene	2	0,0015	23396269	-731,10	2003

EK 2'nin devamı

III

Uydunun İsmi	Çap (km)	Kütle ($\times 10^{16}$ kg)	Yarı-büyük eksen (km)	Yörünge Periyodu (gün)	Keşif Yılı
Eukelade	4	0,0090	23483694	-735,20	2003
S/2003 J 4	2	0,0015	23570790	-739,29	2003
Pasiphaë	60	30	23609042	-741,09	1908
Hegemone	3	0,0045	23702511	-745,50	2003
Arche	3	0,0045	23717051	-746,19	2002
Isonoe	4	0,0075	23800647	-750,13	2001
S/2003 J 9	1	0,00015	23857808	-752,84	2003
S/2003 J 5	4	0,0090	23973926	-758,34	2003
Sinope	38	7,5	24057865	-762,33	1914
Sponde	2	0,0015	24252627	-771,60	2002
Autonoe	4	0,0090	24264445	-772,17	2002
Megaclite	5	0,021	24687239	-792,44	2001
S/2003 J 2	2	0,0015	30290846	-1077,02	2003
S/2010 J 1	2	-	-	967	2010
S/2011 J 2	7			872,23	2011
S/2011 J 1	6			980	2011

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mert DOĞAN

Doğum Yeri : ŞİŞLİ

Doğum Tarihi : 29.11.1992

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Fen Bilgisi Öğretmenliği

Yüksek Lisans Öğrenimi :

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Uzay Bilimleri ve Teknolojileri

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer : -

b) Bildiriler - Ulusal :

Trakya Üniversiteler Birliği Öğrenci Kongresi - 2016

c) Katıldığı Projeler :

TÜBİTAK - Tek Yıldız Dönüşüm Yolundaki Değerli Çift Yıldızlar

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : -

İLETİŞİM

E-posta Adresi :mrtdgn24@gmail.com