

Sıcak Jüpiterlerden TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin Fotometrik Çözümleri

Çağlar Püsküllü^{1,2}★, Faruk Soyduğan^{1,2}

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale

Özet

Bu çalışmada, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde kurulu İST 0,6 m ve 1,2 m çaplı teleskoplar ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi 1,0 m çaplı teleskop kullanılarak farklı alıcılara R süzgecinde ışıkölçümü yapılan TrES-3 b ve Qatar-1 b geçişlerinin WINFITTER yazılımıyla gerçekleştirilen analiz sonuçları sunulmaktadır. Bu sistemlerde yer alan ilgili gezegenlerin yarıçapları, farklı tarihlerde elde edilmiş geçiş eğrilerinin analizlerinden, TrES-3 b için $1,34 - 1,43R_J$, Qatar-1 b için $1,16 - 1,32R_J$ aralığında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: planets and satellites: fundamental parameters, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Yarı-büyük eksen uzunlukları, yaklaşık 0,023 AB olan TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin dönemleri sırasıyla, $P_{\text{TrES-3 b}} = 1,30$ gün ve $P_{\text{Qatar-1 b}} = 1,42$ gün olarak verilmektedir. Geçiş süreleri ise sırasıyla; yaklaşık 80 ve 100 dk'dır. Yörünge özellikleri birbirine benzer fakat yapıları ve yıldızlarının özellikleri farklıdır: TrES-3, metal fakiri ve G-türü iken Qatar-1, metal zengini ve K-türü bir yıldızdır.

2 CCD Gözlemleri ve Fotometri

Gözlemler, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi (ÇOMÜG)nde kurulu 0,6 m (İST60) ve 1,2 m (T122) teleskopları ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi 1,0 m (TUG100) teleskobuyla yapıldı. ÇOMÜG'te Apogee Alta U42 CCD (AP42) ve STL1001-E CCD'si (STL1001E); TUG100'de Spectral Instruments 1100 (SI1100) CCD kamerası kullanıldı. İndirgeme aşamasında sıfır-akım, kara-akım düzeltmesi yapıldı fakat düz alan düzeltmesi uygulanmadı. Fotometride değişken açıklık kullanıldı. Yıldızın etkinliği, atmosferik etkiler ve aletsel etkiler kaynaklı, ışık eğrisine yansımış olabilecek sistematik (kırmızı) gürültülerin derecesi, zaman ortalaması yöntemiyle β katsayısı bulunarak belirlendi (Winn et al. 2008). β 'nin, 1'den büyük olduğu durumlarda gözlemsel hata ile çarpılarak ağırlıklandırıldı ve geçiş ışık eğrisinin duyarlılığı olarak verildi. Gözlemlere ilişkin bilgiler, Çizelge 1'de yer almaktadır.

3 Geçiş Işık Eğrileri ve Çözümleri

Analizde WINFITTER (Budding & Najim 1980; Budding & Zeilik 1987; Rhodes & Budding 2014) yazılımı kullanıldı. Kenar kararına katsayısı (u), Claret & Bloemen (2011)'den alındı. Yörünge dairesel olduğu kabul edildi. Her iki sistemin çözüm sonuçları ortalama değerleri Çizelge 2'de gösterilmekte; gözlemler ile modellerin çizimi, Şekil 2a (üst) ve 2b (alt)'da sunulmaktadır.

3.1 TrES-3 b ve Qatar-1 b

Keşfi, O'Donovan et al. (2007) tarafından yapılan TrES-3 b, $M_* = 0.915 M_\odot$ kütlelerinde, $T_e = 5650$ K sıcaklığında Güneş

benzeri bir yıldızın çevresinde dolanmaktadır. Yıldızın parlaklığı $V = 12,40$ kadirdir. Ortalama geçiş derinliği $(R_g/R_*)^2 = 0,028$ olarak ölçülmüştür.

Yüzey sıcaklığı 4860 K, $V = 12,84$ kadir parlaklığında ve $M_* = 0.850 M_\odot$ kütlelerinde bir yıldız olan Qatar-1'in gezegeni, Alsubai et al. (2011) tarafından keşfedilmiştir. Ortalama geçiş derinliği, $(R_g/R_*)^2 = 0,021$ olarak verilmektedir.

4 Sonuç ve Tartışma

Yakınlık etkileri nedeniyle TrES-3 b, izlenmesi gereken ilginç bir örnektir. Yıldızlarına hemen hemen aynı uzaklıkta dolanan iki gezegenden TrES-3 b'nin, Qatar-1 b'ye göre daha sıcak ve daha yoğun olduğu bulunmuştur. Bu, gezegen oluşum kuramlarının testi için önemli örnekler olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca yıldızlarının metal bollukları da farklıdır: $[\text{Fe}/\text{H}]_{\text{TrES-3}} = -0,2 < [\text{Fe}/\text{H}]_{\text{Qatar-1}} = 0,2$ (Torres et al. 2008; Alsubai et al. 2011). Bu durum, metal bolluğu ile gezegen yarıçapı arasındaki ilişkinin ısınma mekanizmasına katkısı üzerine düşünülmesi gerektiğini göstermektedir (Yıldız et al. 2014). Şekil 2'de gezegenlerin kütle ve yarıçap değerleri, Southworth TEP¹ kataloğundan (TEPCat) alınan çeşitli ötegezegen kütle-yarıçap değerleri ile birlikte gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere, bulunan gezegenler Jüpiter benzeri olsa da önemli bölümünün, bu çalışmadaki Qatar-1 b ve TrES-3 b'de dahil olmak üzere, daha büyük yarıçaplı ve dolayısıyla daha düşük yoğunluklu oldukları açıktır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK-MFAG 113F353 no'lu proje ile desteklenmiştir. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne 523 projesi kapsamında T100 teleskobunun ve ÇOMÜG'e tez ve proje çalışmalarında T122 ve İST60 teleskoplarının kullanımı için gözlem zamanı sağladıklarından dolayı teşekkür ederiz. Bu çalışma, ayrıca Çağlar Püsküllü'nün doktora tezi çalışması kapsamındadır.

Kaynaklar

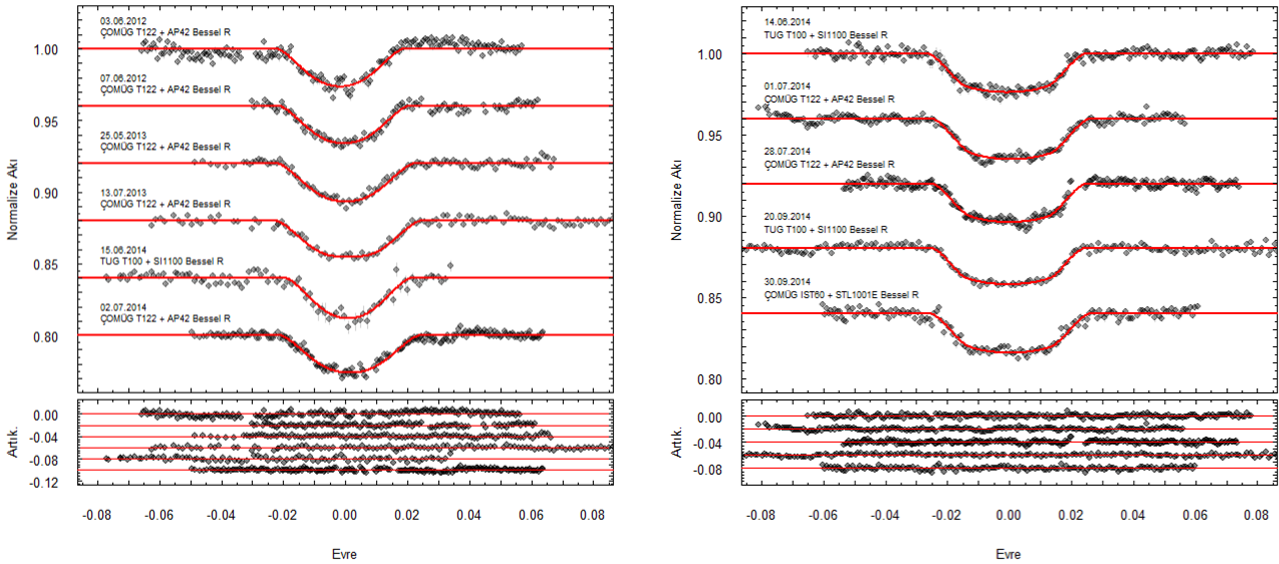
Alsubai K. A., et al., 2011, *MNRAS*, 417, 709

★ cpuskullu@comu.edu.tr

¹ <http://www.astro.keele.ac.uk/jkt/tepcat/>

Çizelge 1. TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin Bessel R filtresi gözlem bilgileri

Tarih	Teleskop + CCD	Nokta Sayısı	Binning	Poz Süresi (s)	Hava Kütlesi	Duyarlılık
TrES-3 b						
03.06.2012	T122+AP42	178	1	20	1,019 – 1,340	7,4
07.06.2012	T122+AP42	109	1	20	1,019 – 1,093	3,1
27.05.2013	T122+AP42	110	1	100	1,440 – 1,004	2,4
13.07.2013	T122+AP42	123	1	60	1,019 – 2,550	2,8
15.06.2014	TUG100+SI1100	91	2	40	1,220 – 1,001	3,9
02.07.2014	T122+AP42	216	2	45	1,001 – 1,075	3,6
Qatar-1 b						
14.06.2014	TUG100+SI1100	217	2	60	1,540 – 1,105	2,3
01.07.2014	T122+AP42	195	2	80	1,350 – 1,160	2,9
28.07.2014	T122+AP42	261	2	52	1,104 – 1,220	2,6
20.09.2014	TUG100+SI1100	245	2	100	1,140 – 2,450	3,4
30.09.2014	İST60+STL1001E	159	1	90	1,105 – 1,550	3,3

**Şekil 1.** Geçiş ışık eğrileri, WINFITTER modelleri ve artıkları

- Budding E., Najim N. N., 1980, *ApSS*, 72, 369
 Budding E., Zeilik M., 1987, *ApJ*, 319, 827
 Claret A., Bloemen S., 2011, *A&A*, 529, A75
 O'Donovan F. T., et al., 2007, *ApJ*, 663, L37
 Rhodes M. D., Budding E., 2014, *ApSS*, 351, 451
 Sozzetti A., et al., 2009, *ApJ*, 691, 1145
 Torres G., Winn J. N., Holman M. J., 2008, *ApJ*, 677, 1324
 Winn J. N., et al., 2008, *ApJ*, 683, 1076
 Yıldız M., Çelik Orhan Z., Kayhan C., Turkoglu G. E., 2014, *MNRAS*, 445, 4395

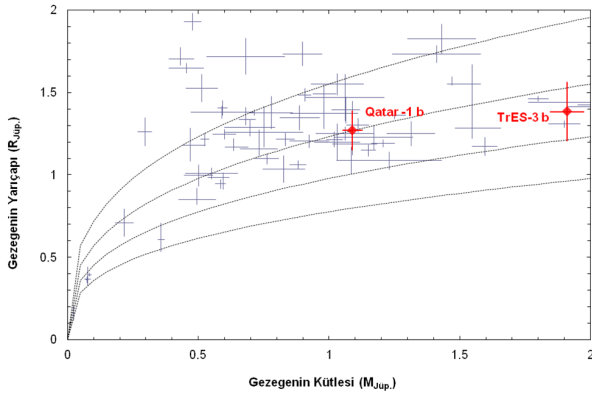
Erişim:

O14-1730: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A](#).

Çizelge 2. TrES-3 b ve Qatar-1 b'nin geçiş ışık eğrilerinin analizinden elde edilen parametreleri

Parametre	TrES-3 b	Qatar-1 b
Fotometrik parametreler		
Yarıçaplar oranı, k	$0,173 \pm 0,014$	$0,152 \pm 0,004$
Kesirsel yarıçaplar toplamı, $r_1 + r_2$	$0,197 \pm 0,012$	$0,196 \pm 0,012$
Yörünge eğimi, $i(^{\circ})$	$81,9 \pm 0,8$	$83,3 \pm 0,9$
Kesirsel yarı-büyük eksen uzunluğu, a/R_*	$5,95 \pm 0,33$	$5,89 \pm 0,35$
Geçiş parametresi, $b = a \cos i / R_*$	$0,836 \pm 0,063$	$0,688 \pm 0,063$
Geçiş süresi, t_{14} (gün)	$0,039 \pm 0,007$	$0,056 \pm 0,007$
Yıldızın fiziksel nicelikleri		
Kütle, $M_*(M_{\odot})$	$0,92 \pm 0,05^a$	$0,85 \pm 0,03^b$
Yarıçap, $R_*(R_{\odot})$	$0,82 \pm 0,02$	$0,86 \pm 0,03$
Yüzey Çekim İvmesi, $\log g_*(cgs)$	$4,57 \pm 0,02$	$4,50 \pm 0,03$
Etkin Sıcaklık, $T_e(K)$	5650 ± 75^a	4860 ± 125^b
Gezegenin fiziksel nicelikleri		
Kütle, $M_g(M_J)$	$1,91 \pm 0,08^a$	$1,09 \pm 0,04^b$
Yarıçap, $R_g(R_J)$	$1,35 \pm 0,08$	$1,27 \pm 0,05$
Yüzey Çekim İvmesi, $\log g_g(cgs)$	$3,40 \pm 0,04$	$3,22 \pm 0,04$
Ortalama yoğunluk, $\rho_g(cgs)$	$0,95 \pm 0,10$	$0,60 \pm 0,05$
Etkin Sıcaklık, $T_e(K)$	1640 ± 90	1420 ± 87

^a Sozzetti et al. (2009), ^b Alsubai et al. (2011)



Şekil 2. Gezegenlerin kütle-yarıçap ilişkisi. Mavi hata çubuklarıyla gösterilen veriler, TEPcat'den alınmıştır. Bu çalışmadaki gezegenler ise kırmızı renkte işaretlenmiş ve gezegenin adı yanına yazılmıştır. Eğriler ise yukarıdan aşağıya doğru, $\rho = 0,25; 0,5; 1,0$ ve $2,0\rho_J$ değerlerini göstermektedir.