

HD65498 ÖRTEN ÇİFT YILDIZININ İLK IŞIK EĞRİSİ ÇÖZÜMÜ

Yahya DEMİRCAN¹, Gökhan GÖKAY¹, Ethem DERMAN¹

Özet

HD65498 Simbad veritabanında G tayf türü olarak kayıtlıdır. Maciejewski ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmayla F5V tayf türü ve Algol türü örten değişen olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, Maciejewski ve ark. (2003) elde ettikleri minimum zamanları ve bizim gözlediğimiz 2 minimum zamanı ile sistemin dönem analizi yapıldı. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) 15-21 Mart 2005 tarihlerinde 6 gecede yapılan CCD gözlemi ile BVR süzgeçlerinde elde edilen ışık eğrisi, Phoebe arayüzü kullanılarak Wilson-Devinney'de analiz edildi. Sisteme ilişkin fiziksel ve geometrik parametreler ilk kez bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yıldızlar, örten çift yıldızlar, HD65498

Abstract

HD65498 is recorded in Simbad database as a star of spectral type G. It is determined as an Algol type eclipsing binary with spectral type of F5V by Maciejewski et al. Period variability of the system is analyzed in this study with using the minimum times published by Maciejewski et al (2003) and two new minima observed by us. New CCD BVR light curves have been observed during 6 nights in the period 15-21 March 2005 at the Tubitak National Observatory (TUG) and they have been analyzed by Wilson & Devinney's (1971) code with Phoebe interface. Physical and geometrical parameters of the system is derived here for the first time.

Key words: Stars, eclipsing binary stars, HD65498

1.Giriş

HD 65498 (BD+42 1795, GSC 02976-01077) sistemi, Simbad veritabanında $\alpha=08^{\text{sa}}00^{\text{d}}45^{\text{s}}95$, $\delta=+42^{\circ}10'33''.07$, $B=10^{\text{m}}.23$, $V=9^{\text{m}}.75$ parlaklığında ve G tayf türü olarak sınıflandırılmıştır. Sistemin değişen olduğu SAVS robotik teleskopu [1] ile saptanmıştır. Daha sonra 2003 yılında 13 gece Maciejewski ve ark. [2] tarafından aynı teleskopla V süzgecinde gözlenmiştir. Elde ettikleri ışık eğrisinden sistemin Algol türü bir değişen ve döneminin de yaklaşık 31.5 saat olduğunu ortaya koymuşlardır.

Birinci minimum genliğinin $0^{\text{m}}.43$ ve ikinci minimumun $0^{\text{m}}.05$ daha az derinliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir. İkinci minimumun 0.5 evresini gösterdiğinden yörüngenin dairesel olduğunu ifade etmişlerdir.

¹ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri, Beşevler Ankara
Tel:312-2126720/1366, Faks:312-2232395, e-posta:demircan@ankara.edu.tr

İlk ışık elemanı

$$\begin{aligned} \text{Min I} = & \text{HJD } 2542704.48836 + 1^d.31324 \times E \\ & \pm 0.00054 \quad \pm 0.00006 \end{aligned}$$

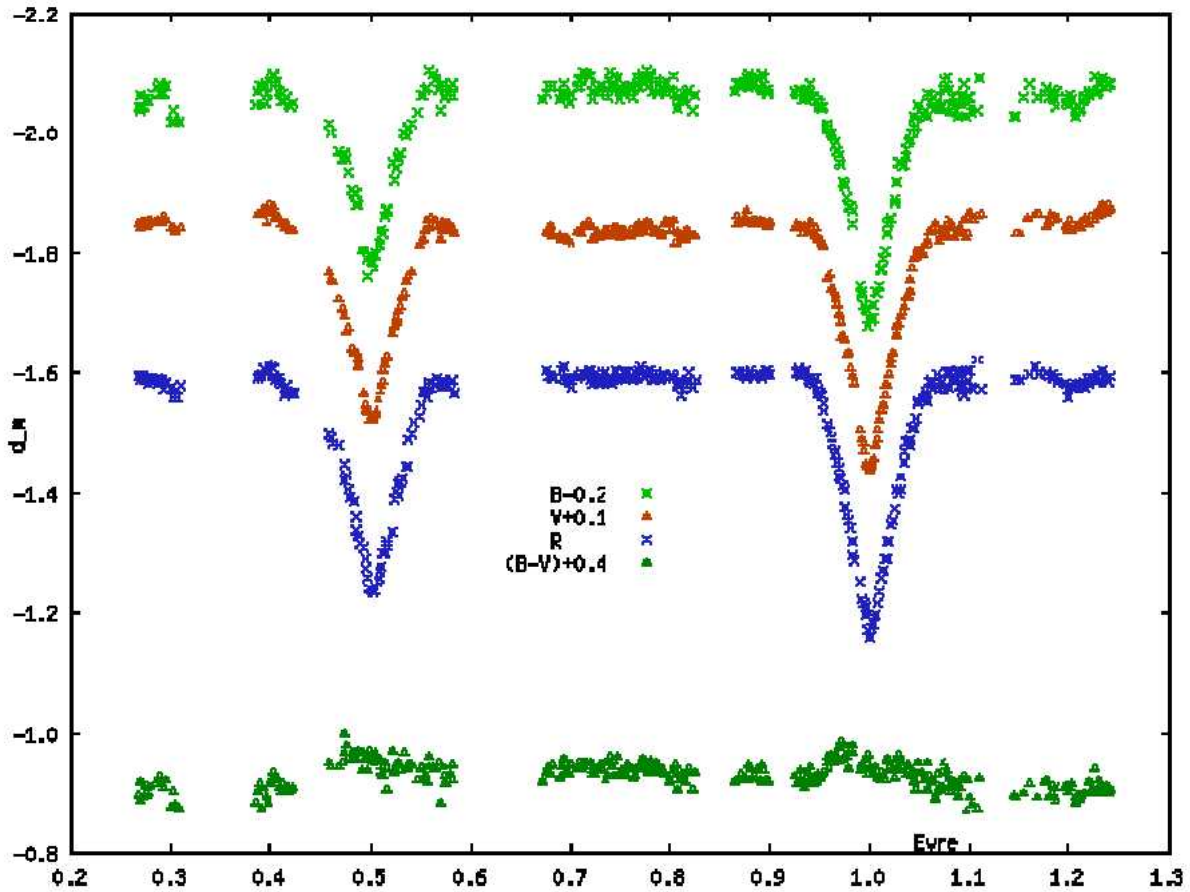
olarak vermişlerdir.

Sistemin çizgi tayfindan, F5V tayf türüne sahip bir yıldızın karakteristik özelliklerini taşıdığından, HD 65498 sisteminin tayf türünü F5V olarak belirtmişlerdir.

2.Gözlemler

HD 65498 sistemi, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan 40 cm'lik Cassegrain türü teleskop ile AP7p CCD'si kullanılarak 15, 16, 17, 18,19 ve 21 Mart 2005 tarihlerinde B, V, ve R süzgeçlerinde gözlenerek ışık eğrileri elde edildi. Şekil 1'de sistemin ışık eğrileri B-V eğrisi ile birlikte verildi.

Gözlemlerde mukayese yıldızı olarak GSC 2976-461 ($\alpha=08^{\text{sa}} 00^{\text{d}} 44^{\text{sn}}.42$, $\delta=+42^{\circ}13'00''.2$) alındı. Gözlemlerin indirgenmesi MaxIm DL. programıyla yapıldı.



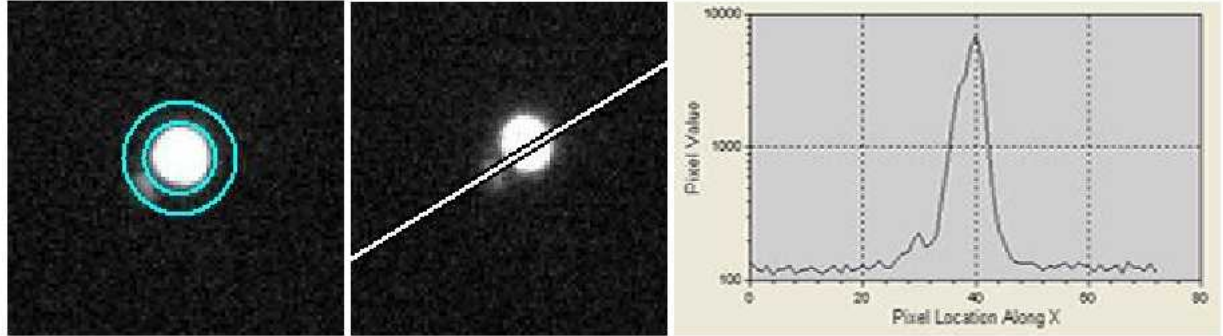
Şekil 1. HD 65498 Örtün çift yıldızının B, V ve R süzgeçlerinde elde edilmiş ışık eğrileri görülmektedir.

CCD ölçümlerinde, değişenin yakınında bulunan bir yıldızın varlığı göze çarpmaktadır. B, V ve R süzgeçlerinde alınan CCD görüntülerinin Değişen yıldızı içeren parçası Şekil 2 de verilmektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi söz konusu ışık kaynağı B bandında daha az etki etmektedir. Bu yıldız CCD ölçümleri sırasında açıklık (annulus) içinde değil dış halka (dannulus, gök) içine girmektedir (Şekil 3a). Değişen ve üçüncü ışık kaynağından geçirilen çizgi boyunca okunan piksel değerleri de Şekil 3b'de görülmektedir.

Bu yıldız, değişenin ölçüm değerlerine değil, gök değerlerine etki etmektedir. Aynı açıklık çaplarında, üç süzgeçte de, değişenin gök değerlerinin (dış halka içine giren ölçümlerin) ortalaması sırasıyla 119, 131 ve 138 adu'dur. En düşük etki B süzgecinde olduğundan ışık eğrisinin analizi B süzgecinde yapıldı. Işık eğrilerindeki saçılmaların da bu ek kaynaktan kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 1).



Şekil 2. B, V ve R süzgeçlerinde alınan CCD görüntülerinde değişen yıldızın hemen yanında soğuk bir yıldızın varlığı görülmektedir.



Şekil 3. a) CCD görüntüsü (R süzgeci) üzerinde açıklık ve halka çapları, b) Değişen ve üçüncü yıldızdan geçen çizgi ve bu çizgi boyunca ADU değerleri

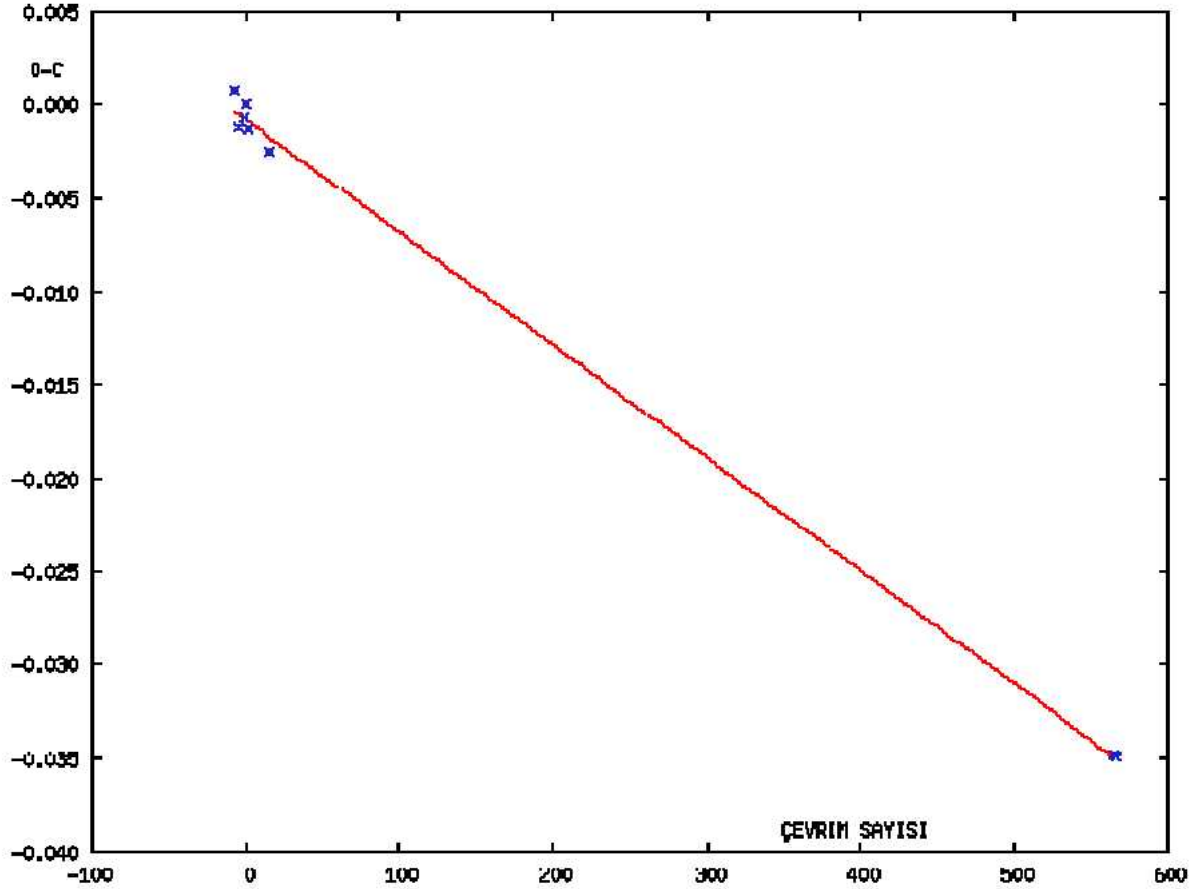
3.Yörünge Dönemi Analizi

HD 65498 sisteminin TUG da yapılan gözlemlerinin sonucunda, B, V ve R süzgeçlerinde elde edilen verilerden Kwee van Woerden [3] yöntemi kullanılarak minimum zamanları bulundu. Her süzgeçte bulunan bu üç Min I ve üç Min II zamanının ortalaması alınarak bir Min I ve bir tanede Min II zamanı elde edildi. Maciejewski ve ark. tarafından verilen minimum zamanına ek olarak yine onların verilerinden elde edilmiş beş tane minimum zamanı da eklenerek (Çizelge 1), sistemin O-C grafiği oluşturuldu (Şekil 4).

Çizelge 1. HD 65498 sisteminin minimum zamanları

Minimum Zamanları (HJD+2450000)	Tür	Kaynak
2695.29646	1	Maciejewski ve ark verilerinden(2003)
2697.26438	2	Maciejewski ve ark verilerinden(2003)
2702.51781	2	Maciejewski ve ark verilerinden(2003)
2704.48836	1	Maciejewski ve ark (2003)
2706.45691	2	Maciejewski ve ark verilerinden(2003)
2725.49767	1	Maciejewski ve ark verilerinden(2003)
3446.43409	1	Bu Çalışma
3448.40386	2	Bu çalışma

Sisteme ilişkin O-C analizi için Maciejewski'nin ışık elemanları kullanıldı.



Şekil 4. HD 65498 sisteminin O-C grafiği.

O-C artıkları doğal olarak doğrusal bir değişim gösterdiğinden, sistemin O-C verilerine doğru denklemi uyguladı ve sistemin yeni ışık elemanı hesaplandı.

$$\text{Min I HJD} = 2453446.43331 + 1^g.31318 \times E$$
$$\pm 1 \quad \pm 3$$

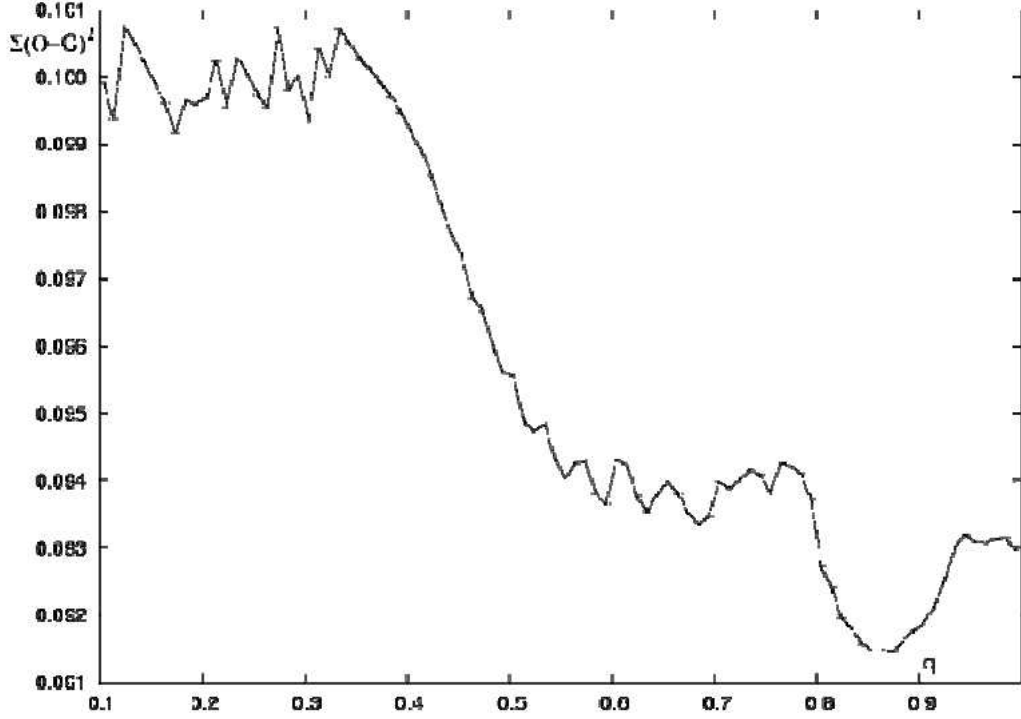
4. Işık Eğrisi Analizi

HD 65498 sisteminin 2005 de TUG'da B, V ve R süzgeçlerinde elde edilen gözlem noktaları analizi için Phoebe 0.29c arayüzü [4] ile Wilson-Devinney [5] programının 2005 sürümü kullanıldı.

Baş bileşenin sıcaklığı F5V tayf türü (Maciejewski ve ark. 2003) için Straižys ve Kuriliene'nin [6] çizelgelerinden 6500 °K olarak alındı. Kenar kararma katsayıları, Phoebe arayüzü tarafından Van Hamme'nin tablolarından alınmaktadır. Çekim kararma üsleri $g_{1,2}=0.32$ (konvektif atmosferler), yansıma katsayıları Lucy 1967 [7]'den $A_{1,2}=0.5$ (konvektif atmosferler) olarak alındı. Analiz sırasında dairesel yörünge ($e=0$) ve senkronize dönme $F_{1,2}=1$ varsayılmıştır.

Sisteme ait daha önceden bir çalışma yapılmadığından öncelikle fotometrik kütle oranı taraması yapıldı. Bu tarama, Phoebe 0.30pre5 sürümündeki script dili ile yazdığımız program ile "Detached binary" modda yapıldı. B süzgeci verileri kullanılarak q değeri $0.10 < q < 1.0$ aralığında, ve 0.01 artımlarla $i, T_2, \Omega_1, \Omega_2$ ve L_1 parametreleri serbest bırakılarak çözümler elde

edildi. Bu çözümlerde fark kareler toplamı $\sum(O-C)^2$ ile q değerleri Şekil 5 de verilmektedir. Bu tarama sonucunda en iyi q değerinin 0.85 yöresinde olduğu görülmektedir.



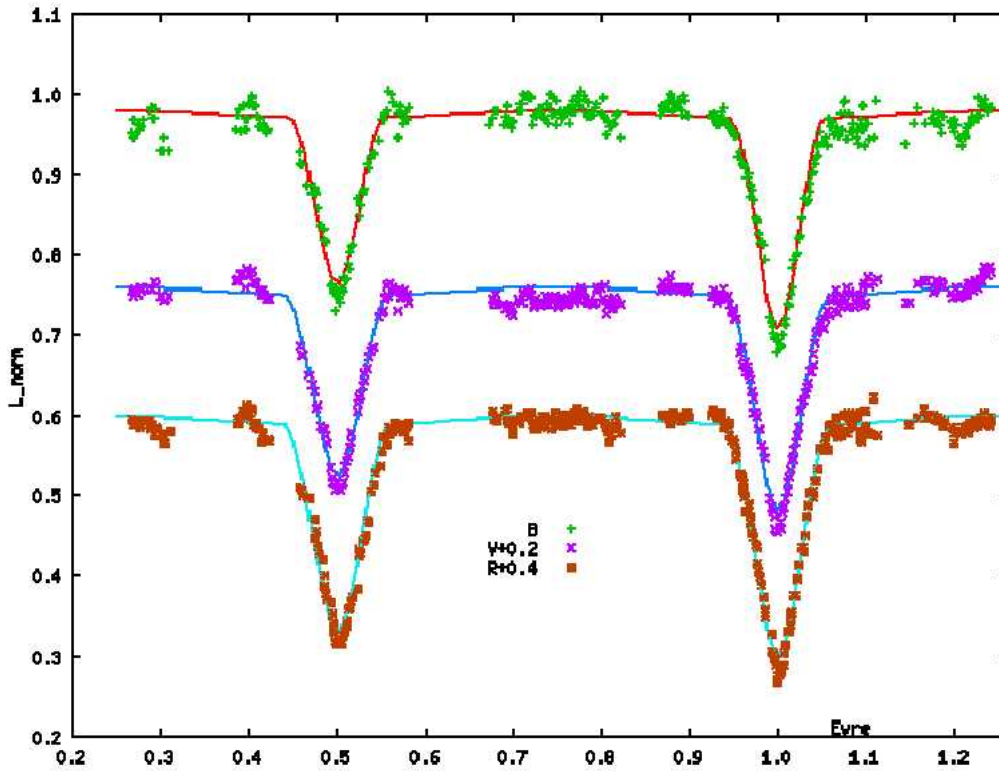
Şekil 5. Kütle oranı taraması sonucu, $\sum(O-C)^2$ değişiminin $q=0.85$ yöresinde minimum değere sahip olduğu görülmektedir.

Sistemin kütle oranı taramasında, B süzgecinde en küçük $\sum(O-C)^2$ ye karşılık $q=0.85$ değerinde elde edilen parametreler alınarak Phoebe'de "Mode 2" ye karşılık gelen "Detached binary" modunda çözüldü. Değişenin yanındaki ışık kaynağının etkisi V ve R süzgeçlerinde çok belirgin olmasına karşın, aynı şekilde $q=0.85$ değeri alınarak V ve R süzgeçleri için de ayrı ayrı çözümler yapıldı. Bulunan sonuçlar Çizelge 2 de verilmiştir. Bu analiz sonucunda, sistemin parametreleri olarak B süzgecinde elde edilen değerler kabul edilmiştir.

Bu analiz sonucu elde edilen kuramsal verilerle gözlemsel verilerinden oluşan eğri Şekil 6'da verilmiştir.

Çizelge 2. HD 65498 sisteminin B, V ve R süzgeçlerinde elde edilen ışık eğrisi analiz sonuçları. B süzgecindeki çözüm doğru olarak kabul edilmiştir.

Parametre	B		V		R		
i°	81.575	± 0.132	81.475		± 0.106	82.482	± 0.105
$T_1(K)$	6500		6500			6500	
$T_2(K)$	6231	± 16	6245		± 15	6281	± 17
Ω_1	6.2321	± 0.0432	5.9549		± 0.0304	5.6333	± 0.0259
Ω_2	6.4499	± 0.0551	5.7119		± 0.0347	6.1588	± 0.0379
q	0.86405	± 0.01039	0.82066		± 0.00735	0.83562	± 0.00731
$L_1/(L_1+L_2)$	0.6339	± 0.0025	0.5895		± 0.0021	0.6451	± 0.0017
$L_2/(L_1+L_2)$	0.3661	± 0.0014	0.4105		± 0.0015	0.3549	± 0.0009
$g_{1,2}$	0.32		0.32			0.32	
$A_{1,2}$	0.50		0.50			0.50	
$r_1(\text{pole})$	0.186	± 0.002	0.194		± 0.001	0.208	± 0.001
$r_1(\text{point})$	0.189	± 0.002	0.198		± 0.001	0.212	± 0.001
$r_1(\text{side})$	0.187	± 0.002	0.196		± 0.001	0.209	± 0.001
$r_1(\text{back})$	0.188	± 0.002	0.197		± 0.001	0.212	± 0.001
$r_2(\text{pole})$	0.160	± 0.002	0.177		± 0.001	0.164	± 0.001
$r_2(\text{point})$	0.162	± 0.002	0.180		± 0.001	0.167	± 0.001
$r_2(\text{side})$	0.161	± 0.002	0.178		± 0.001	0.165	± 0.001
$r_2(\text{back})$	0.162	± 0.002	0.180		± 0.001	0.166	± 0.001
r_1	0.187	± 0.002	0.196		± 0.001	0.210	± 0.001
r_2	0.161	± 0.002	0.178		± 0.001	0.165	± 0.001
$\Sigma(O-C)^2$	0.09153		0.057337			0.045596	



Şekil 6. HD 65498 sisteminin kuramsal ışık eğrileri üç süzgeç için gözlem noktaları ile beraber verilmiştir.

5.Sonuçlar

Bu çalışmada, sistemin kütle oranı taraması, phoebe 0.30pre5 sürümünde yazdığımız program ile gerçekleştirildi. Programı daha önce yapay ışık eğrileri ile test ettikten sonra kullandık. Yapılan bu testler ve sonuçları Terzioğlu ve ark. [8] tarafından bu toplantıda sunuldu. Fotometrik kütle oranını büyük bir doğrulukla verdiği saptandı.

Sistemin daha önce bulunan minimum zamanlarına bu çalışmadaki minimum zamanları da eklenerek ilk kez O-C analizi yapıldı. Yeni bulunan ışık elemanlarının gözlediğimiz ışık eğrisini çok daha iyi temsil ettiği görüldü.

HD 65498 Algol türü örtlen çift sistemin 2005 yılında TUG da yapılan gözlemlerinden elde edilen ışık eğrileri Wilson-Devinney programı ile çözülerek sistemin fiziksel ve geometrik parametreleri ilk kez elde edildi.

Teşekkür. *Bu çalışma, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi tarafından gözlem projesi (TUG-T40.05.005 nolu proje) olarak desteklenmiştir.*

Kaynaklar

- [1] Maciejewski, G.; Niedzielski, A., (2004), "A Semi-Automatic Variability Search", BaltA..13..700M
- [2] Maciejewski, Gracjan; Czart, Krzysztof; Niedzielski, Andrzej; Karska, Agata,(2003) "Four New Short-Period Eclipsing Binary Stars", IBVS,5431
- [3] Kwee, K.K., van Woerden, H., (1956), "A method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable",BAN, V12, 327.
- [4] Prša, A., Zwitter T., (2005), "A Computational Guide to Physics of Eclipsing Binaries. I. Demonstrations and Perspectives", ApJ, 628, 426 [5] Wilson, R.E., Devinney, E.J.,(1971), "Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni", The Astrophysical Journal, 166, 605
- [6] Straizys V., Kuriliene G., (1981), "Fundamental Stellar Parameters Derived FromThe Evolutionary Tracks", Astrophysics and Space Science,80.353S
- [7] Lucy, L.B., (1967), "Gravity-Darkening for Stars with Convective Envelopes", Zeitschrift für Astrophysik, 65, 89
- [8] Zahide Terzioğlu, Gökhan Gökay, Ethem Derman, (2006) "Parçalı Tutulma Gösteren Sistemlerde Kütle Oranı Taraması Sonuç Veriyor mu?", XV. Ulusal Astronomi Kongresi.

