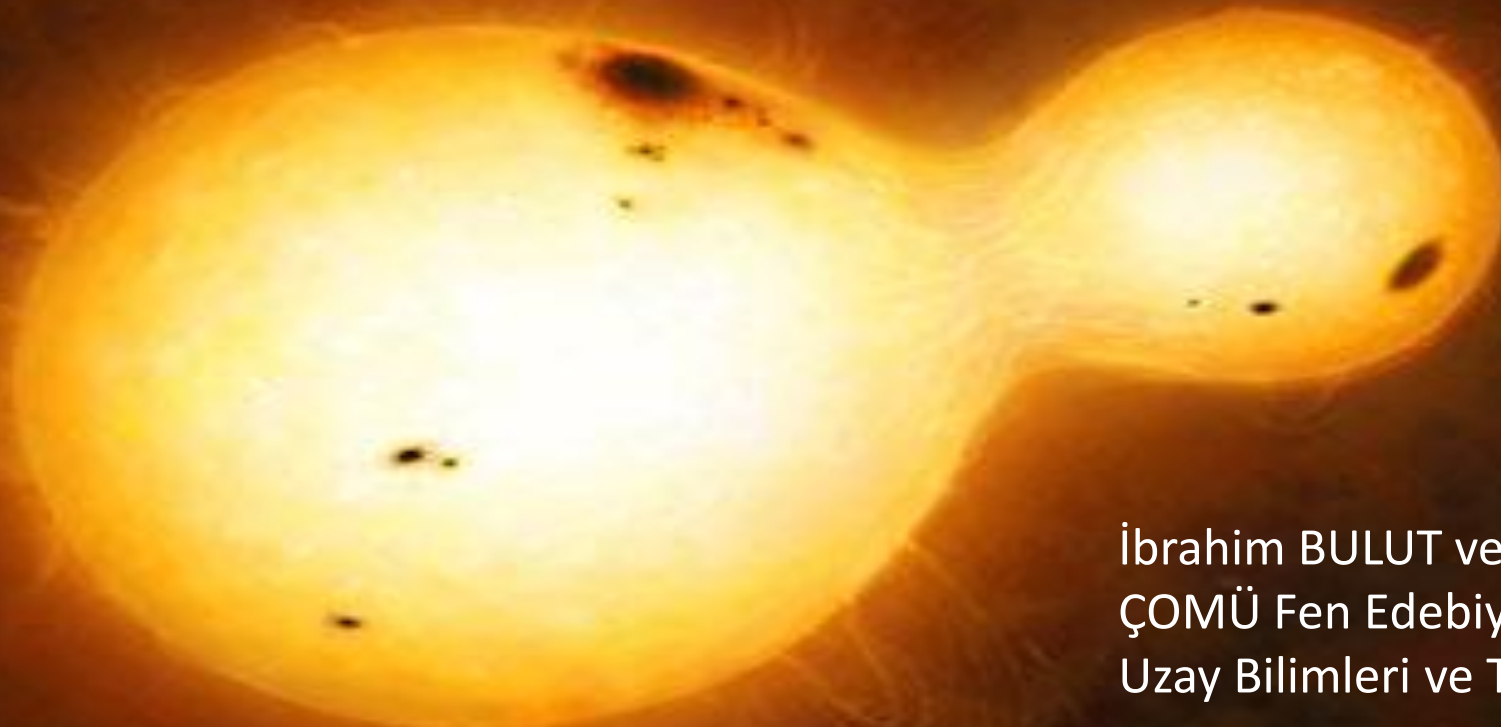
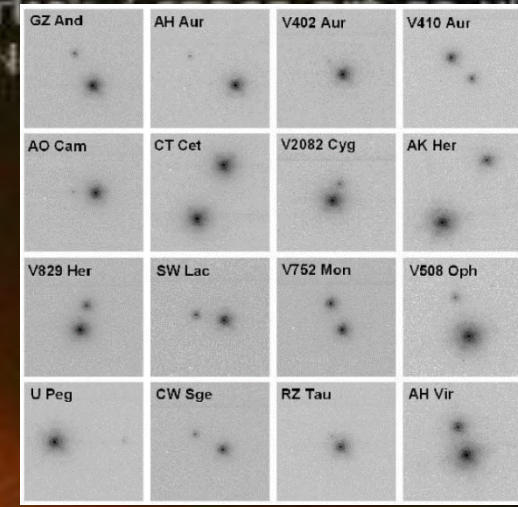
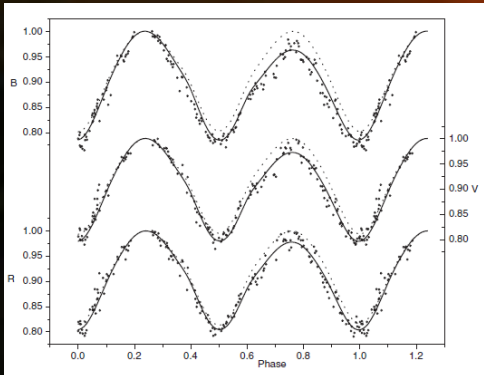


W UMa'ların Bileşen Yıldızları



İbrahim BULUT ve Osman DEMİRCAN
ÇOMÜ Fen Edebiyat Fakültesi
Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü



Çift Yıldızlarda Üçüncü Bileşen

Bir çift sistemde üçüncü bir bileşenin görülme sıklığı çift sistemin dönemine bağlı olduğu bulunmuştur (Tokovinin ve ark., 2006). Buna göre Üçüncü bileşenin görülme sıklığı

- $12d < P < 30d$ için %34 seviyesinden
- $P = 9d$ de %50 seviyesine
- $P = 1 d$ için ise büyük olasılıkla % 100 seviyesine kadar artmaktadır.

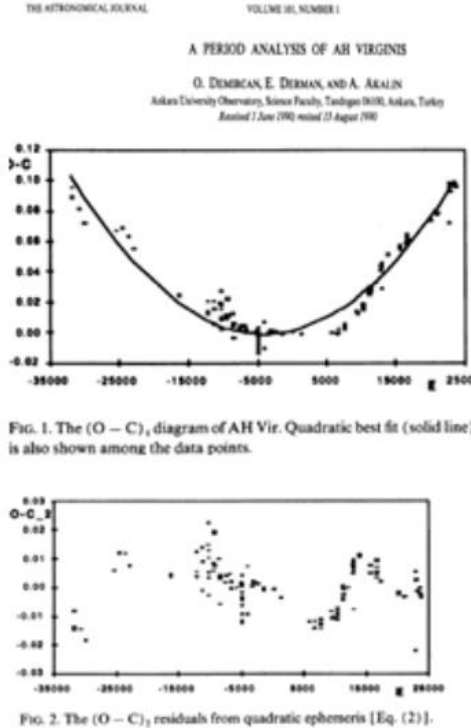
Rucinski, Pribulla ve Kerkwick (2007) $V = 10$ kadirten daha parlak değen çift yıldızlar içinde üçlü sistemlerin görülme sıklığının kuzey yarım küredeki değen çift yıldızları için % 61 olduğunu bulundular.

Çift Yıldızlarda Üçüncü Bileşen

Çift yıldızlarda O-C eğrilerindeki sinüzoidal değişimler, genelde görünmeyen üçüncü bir bileşenden kaynaklı ışık-zaman etkisinin (LITE) sebep olduğu düşünülür. Ancak bu değişimin LITE den olduğunu kesin belirtmek için başka gözlemlerle de desteklenmelidir.

Değen çift yıldızlarda LITE yorumlanması 1990 ların başlarına kadar uzanır (bkz örneğin Demircan vd. (1992) ve Demircan (1994)).

Sonraki yıllarda bu tür çalışmalar bir çok değen çift sisteme uygulanmıştır.



A period study of SS Arietis of the system

O. Demircan and S.O. Selam
Ankara University Observatory, Science Faculty, 06
Received April 1, accepted June 30, 1992

THE ASTRONOMICAL JOURNAL VOLUME 103, NUMBER 2 FEBRUARY 1992

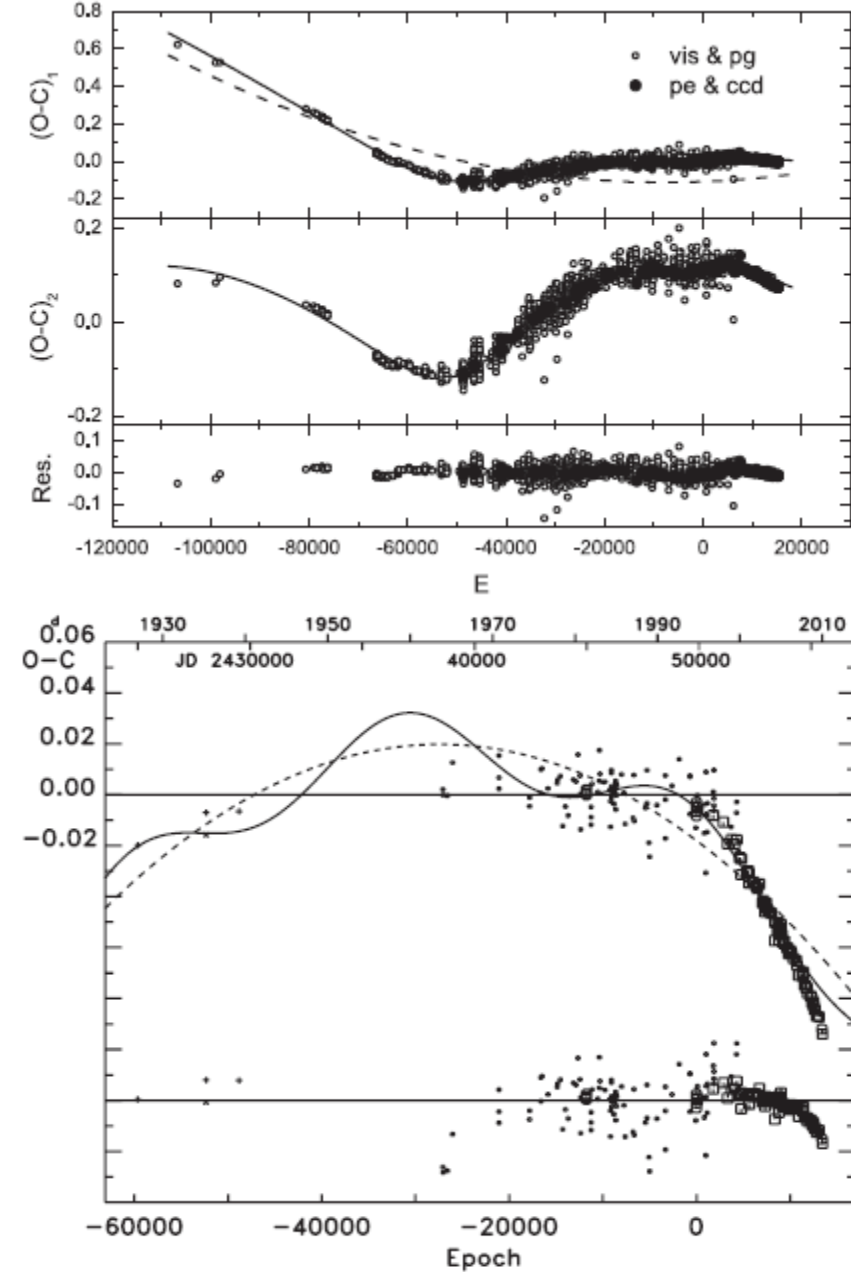
A PERIOD STUDY OF GK CEPHEI

ETHEM DERMAN AND ÖSMAN DEMİRCAN
Ankara University Observatory, Science Faculty Tandoğan 06100, Ankara, Turkey
Received 3 July 1991; revised 30 August 1991

Pribulla ve Rucinski (2008) tarafından duyarlı gözlemleri olan 20 değen çift yıldız üzerinde yapılan çalışmada, çoklu sistemlerinin oranı yaklaşık % 60 olarak bulunmuştur.

Değen Çift Yıldızlarda Dönem Değişimi

- Değen çift yıldızlarda minimum zamanları kullanılarak oluşturulan O-C eğrileri çoğunlukla karmaşık bir yapı sergiler.
- Bunlar çoğunlukla kütle aktarımından kaynaklanan bir değişim üstünde binmiş bir kaç çevrimsel değişimi gösterirler. Büyük olasılıkla bu çevrimsel değişimler, değen çift sistemin etrafında dönen üçüncü hata dördüncü, beşinci bileşenlerden kaynaklanır.
- Bu çalışmada bir değen çift yıldız sistemi olan CK Boo'in dönem değişimi ayrıntılı olarak incelenmiş, dönem değişiminin nedenleri araştırılmıştır.



CK Boo

Genel Bilgiler

- Bond (1975) tarafından değişen olduğu keşfedilen A tipi W UMa sistemi
- Tayf türü F7/F5 (Rucinski ve Lu, 1999)
- Maksimum parlaklık 9^m.029 (V)
- Dönemi yaklaşık 0.355 gün

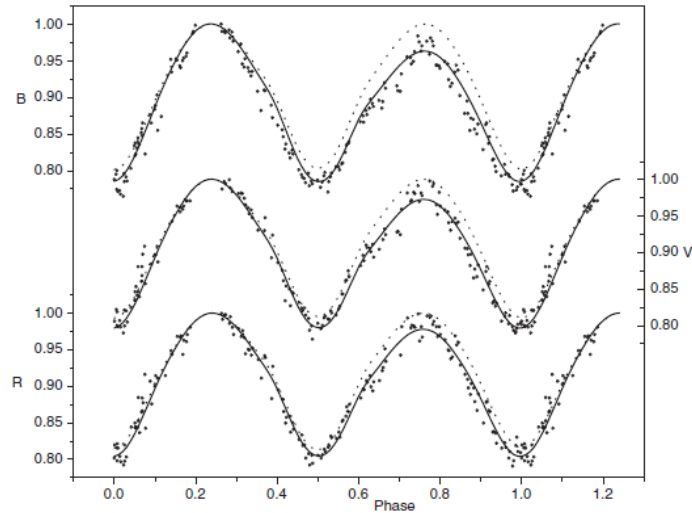


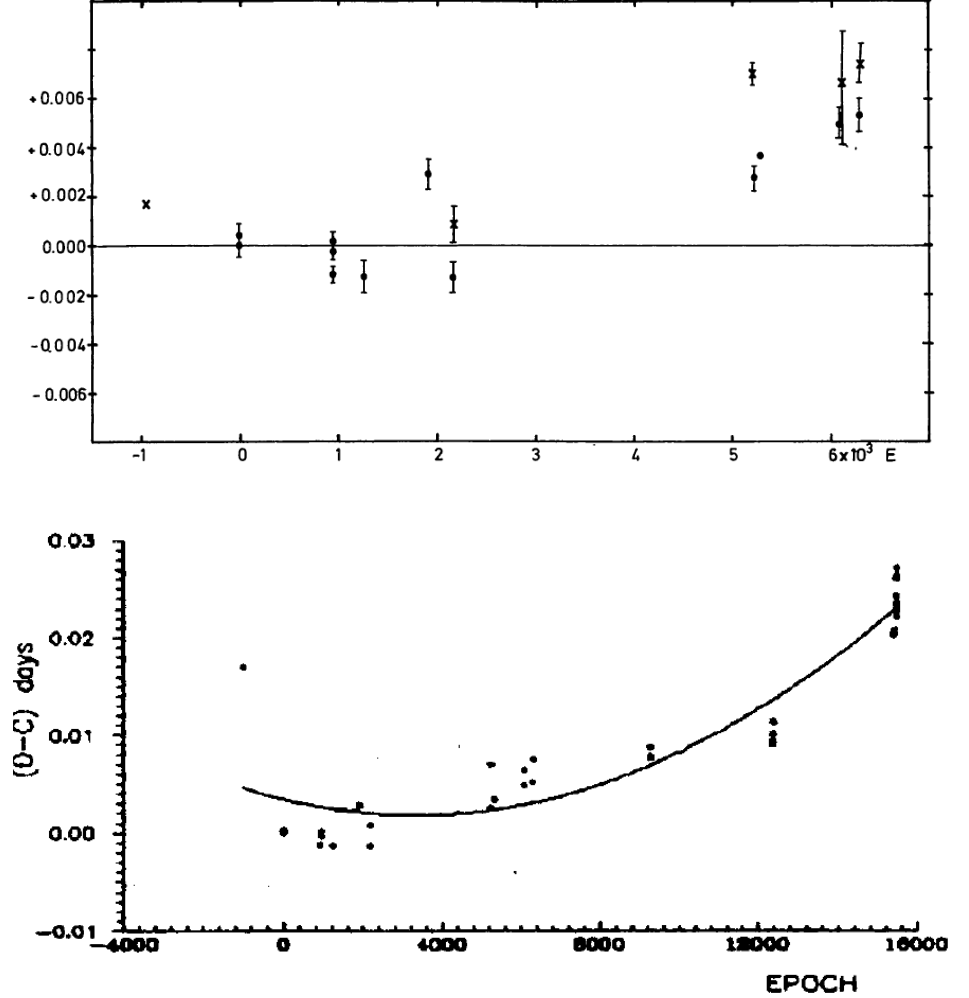
Table 2. Absolute parameters of CK Boo

Parameters	Solution
$M_1 (M_{\odot})$	1.415 ± 0.014
$M_2 (M_{\odot})$	0.154 ± 0.002
$R_1 (R_{\odot})$	1.439 ± 0.003
$R_2 (R_{\odot})$	0.555 ± 0.012
$L_1 (L_{\odot})$	2.74 ± 0.01
$L_2 (L_{\odot})$	0.41 ± 0.02
$M_{bol1} (M_{\odot})$	3.65 ± 0.01
$M_{bol2} (M_{\odot})$	5.73 ± 0.05

CK Boo

Önceki Çalışmalar

- Aslan ve Derman (1986) ve Demircan (1987) sistemde dönem değişimini olduğunu belirttiler
- Jia et al. (1992): yörünge dönemi ilk kez doğrusal olmayan bir artış gösterdiğini belirtti.

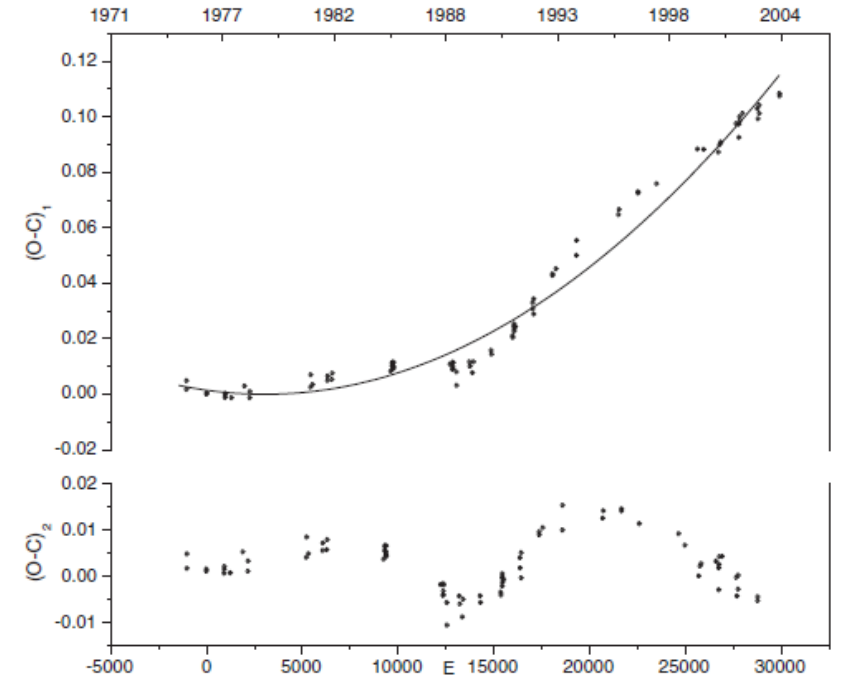
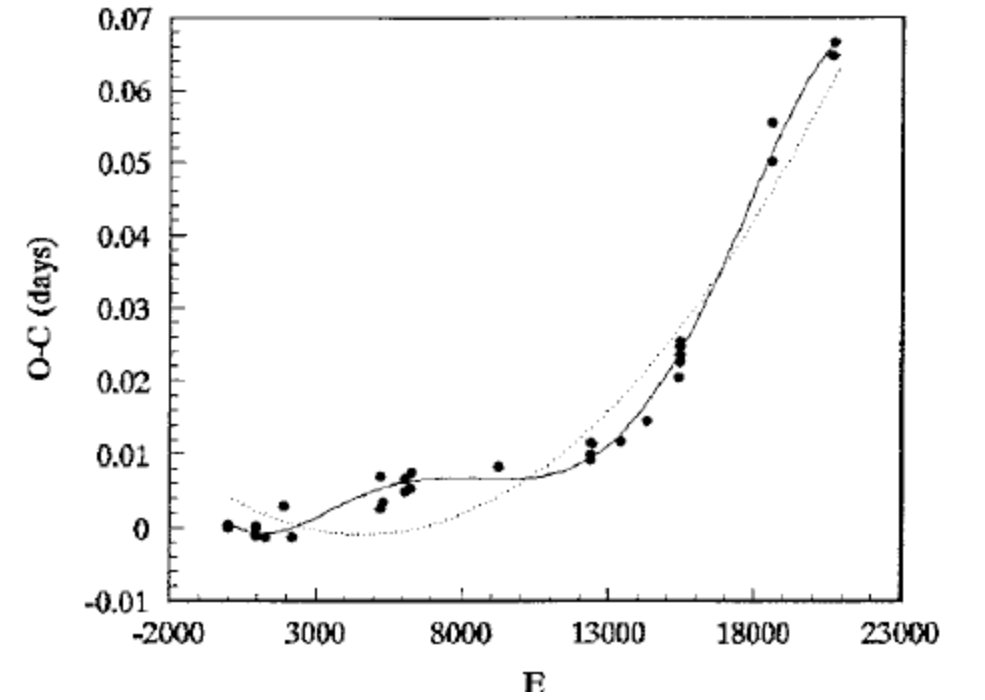


CK Boo

Önceki Çalışmalar

Qian ve Liu (2000) O-C eğrisinde parabolik bir trendin varlığını gösterdi. Ayrıca, bu trendin üstünde dönemi yaklaşık 14 yıl olan küçük genlikli bir modülasyon buldular. Bunu ikinci bileşenin manyetik aktivitesine bağlayarak Applegate (1992) mekanizmasıyla açıkladılar.

Kalci ve Derman (2005) da son görüşü destekleyerek yörünge modülasyonunun dönemini 15.75 yıl olarak buldular. Sistemde Üçüncü cisim olamayacağını belittiler.



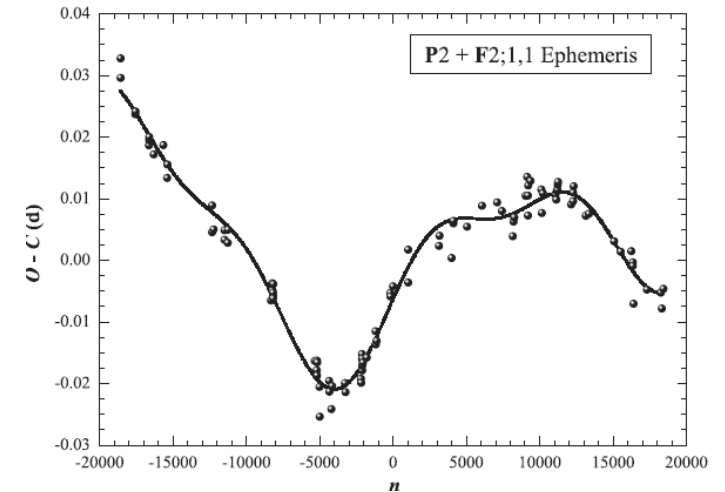
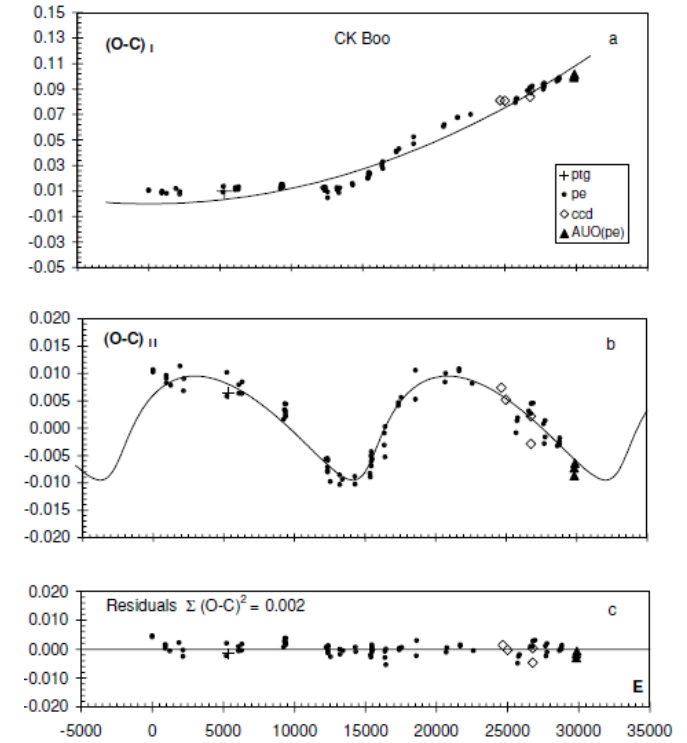
CK Boo

Önceki Çalışmalar

Yüce (2006) O-C eğrisinde parabolik + sinüsel bir değişim olduğunu gösterdiler. Üçüncü cismin kütlesini 0.48 Mgüneş, dönemini 17.41 yıl hesapladılar.

Pop ve Vamoş (2012) O-C eğrisinde iki sinüsel değişim belirledi ve bunların sisteme bağlı ilave bileşenlerde olması durumunda

$$\begin{aligned} P_{S1} &= 24.14 \text{ yr} : M_3 = 0.492 M_{\text{Sun}}, & a_3 &= 8.16 \text{ AU}; \\ P_{S2} &= 10.62 \text{ yr} : M_3 = 0.272 M_{\text{Sun}}, & a_3 &= 5.08 \text{ AU}, \end{aligned}$$



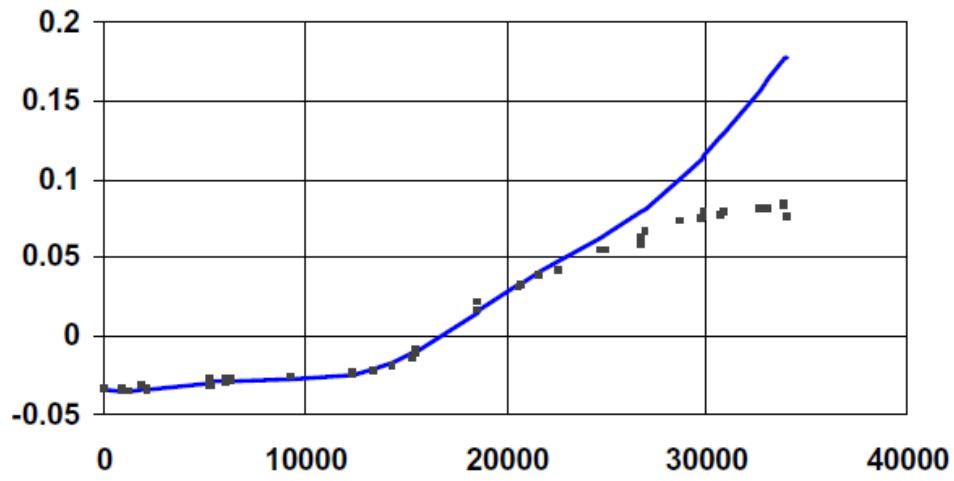


Fig. 9a. CK Boo – [42896.7, 0.3551501].

Sinus + parabol dönem artıyor (Qian ve Liu, 2000)

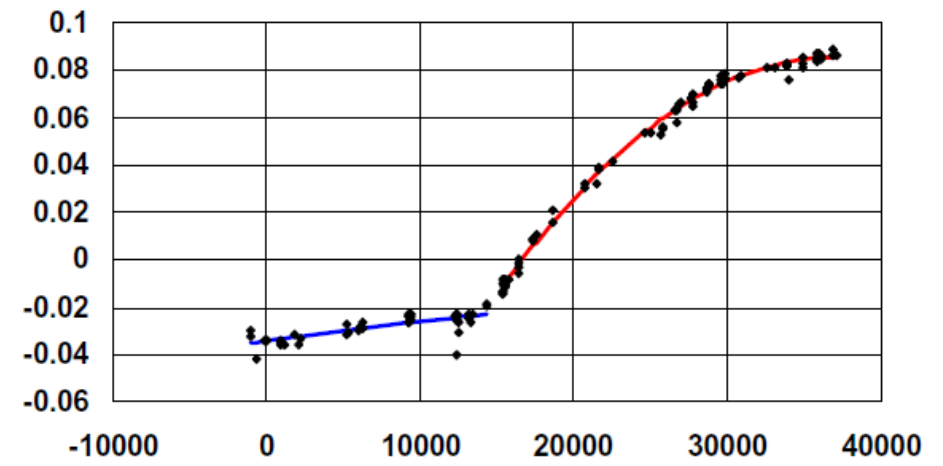


Fig. 9c. CK Boo – [42896.7, 0.3551501].

Sinus + parabol dönem azalıyor (Kalci and Derman, 2005)

Doğru + parabol dönem azalıyor (Nelson ve ark., 2014)

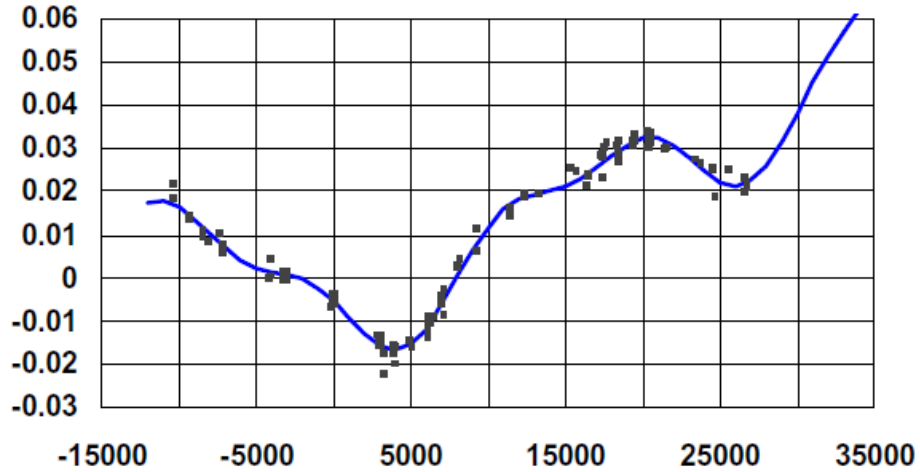


Fig. 9b. CK Boo – [46183.595, 0.3551532].

2 Sinus + parabol (Pop ve Vamos, 2012)

CK Boo

Önceki Çalışmalar

D'Angelo vd. (2006) sistemin görsel üçüncü bir bileşenin olduğunu tayfsal gözlemlerden belirlediler.

Üçüncü bileşenin ;

Tayf türü M0 V

T = 3900 K

M = 9^m.2 (V)

Kütlesi 0.48 M_☉

Çift sisteme uzaklığı yaklaşık 5 AB

652

D'ANGELO, VAN KERKWIJK, & RUCINSKI

Vol. 132

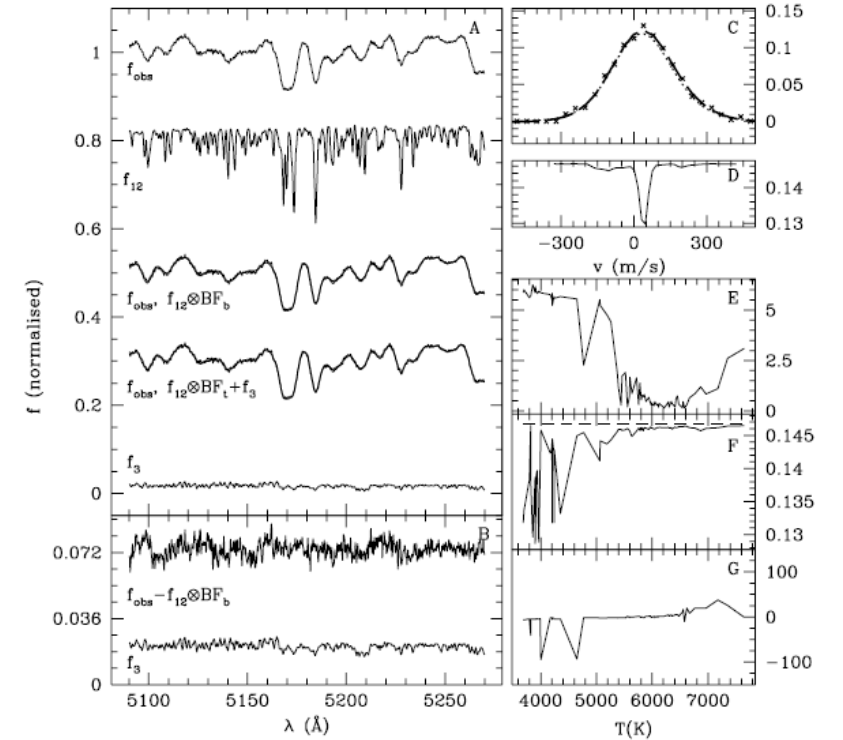


FIG. 1.—Search for a tertiary component in the spectra of the WUMa system CK Boo. (a) From top to bottom are f_{obs} : the observed, average spectrum; f_{12} : a template of similar spectral type used to represent the contact binary; $f_{\text{obs}} \otimes f_{12} \otimes \text{BF}_b$: the observed spectrum plotted with the template convolved with a best-fit broadening function (thick line); $f_{\text{obs}} \otimes \text{BF}_b$: the observed spectrum plotted with the template convolved with a refit broadening function, plus a tertiary spectrum; and f_3 : the best-fit tertiary contribution. (b) Comparison between the residuals from fitting the observed spectrum without including a third star (offset by a constant value) and the best-fit tertiary spectrum. (c) Broadening function used to represent the line profiles of the contact binary. Crosses indicate the empirical broadening function found from least-squares decomposition (see Rucinski 2002), and the dashed line the fit to those points with our three-Gaussian model shape. This fit is used as an initial guess for the line profile; the dotted line represents the final shape, after convergence of our procedure. (d) Variance of the fit residuals as a function of the velocity of the tertiary. For CK Boo this shows only one minimum, which is close to the systemic velocity of the contact binary, as expected for a real tertiary. (e, f) Variance of the residuals as a function of temperature of the template used for the contact binary and the tertiary, respectively. For CK Boo the best-fit tertiary is substantially cooler than the binary, as expected if it is much fainter. (g) Best-fit relative velocity between the tertiary and contact binary as a function of tertiary temperature. For CK Boo this is close to zero, as expected for a physically associated component. [See the electronic edition of the Journal for Figs. 1.1–1.75.]

CK Boo

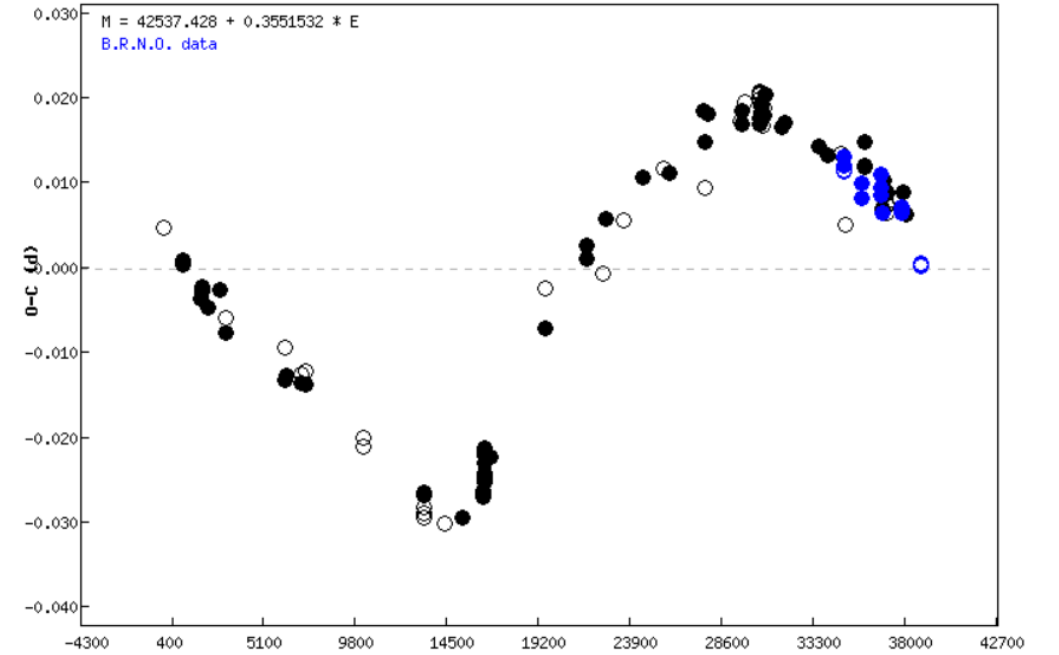
O-C Analizi

Literatürden tüm minimum zamanları toplandı.

130 tane fotometrik/CCD gözlemlerinden elde edilmiş

Bunların yaklaşık 60 tanesi birinci minimum zamanıdır.

Veriler 1975-2013 yılları aralığını kapsamaktadır.



Yöntem

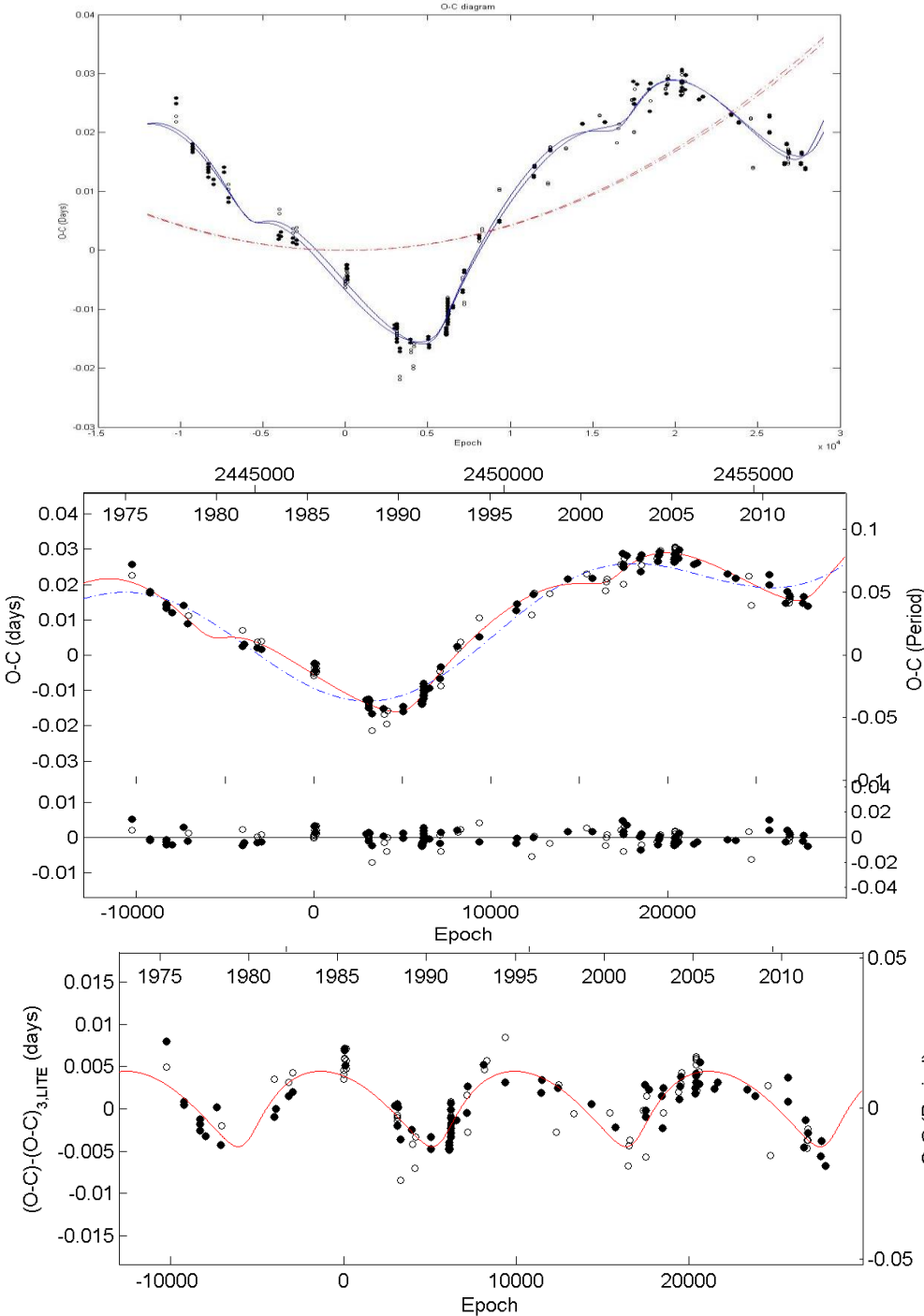
Sistemdeki üçüncü cismin varlığından dolayı meydana gelen ışık - zaman etkisinin (LTE),

O-C eğrisinde oluşturduğu sinüsel değişim (1) bağıntısı ile verilmektedir (Irwin 1959, Mayer 1990).

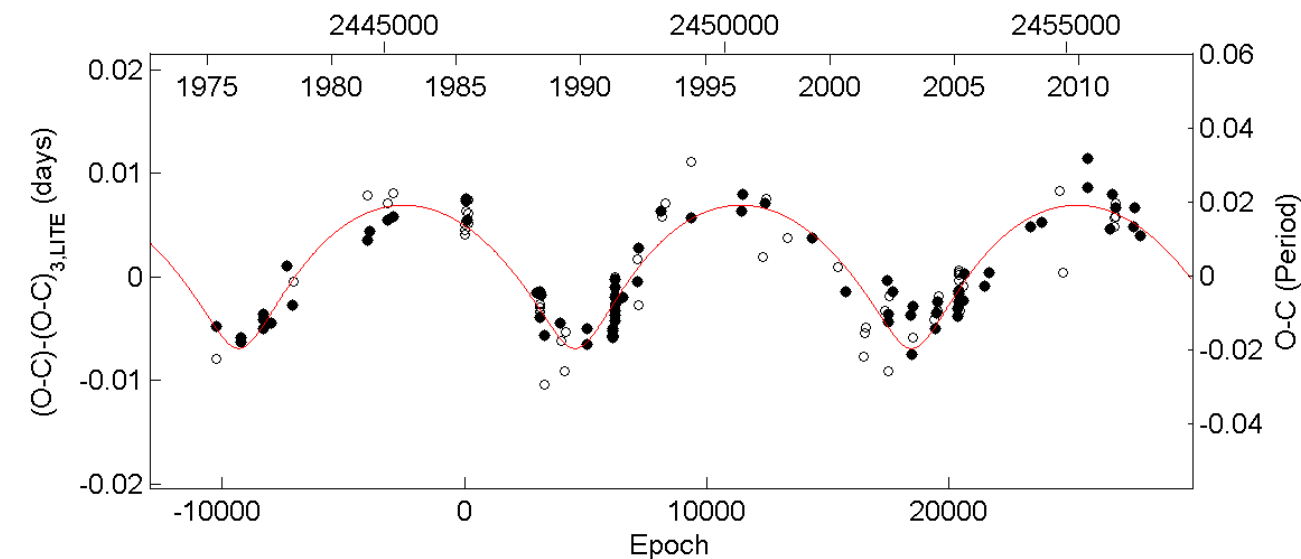
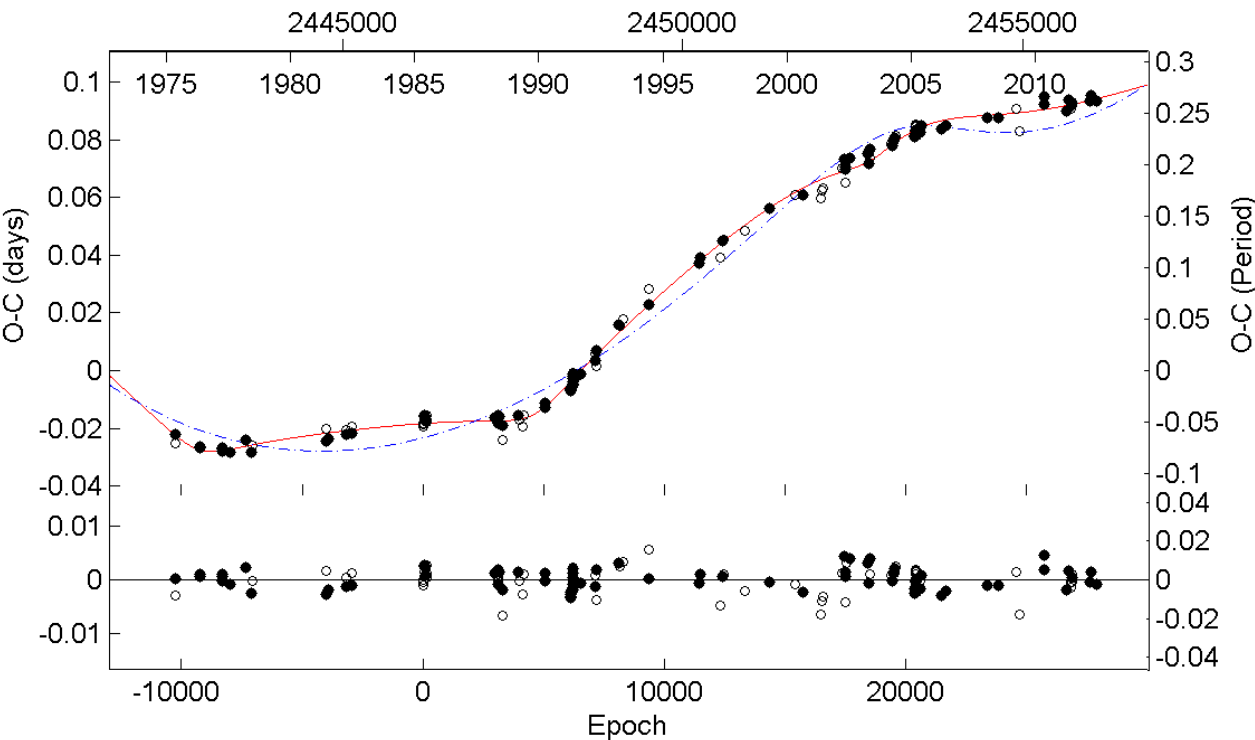
$$O - C = \frac{A_{LTE}}{\sqrt{(1 - e_3^2 \cos^2 \omega_3)}} \left\{ \left[\frac{1 - e_3^2}{1 + e_3 \cdot \cos \nu} \sin(\nu + \omega_3) \right] + e_3 \sin \omega_3 \right\} \dots\dots\dots (1)$$

CK Boo

Parameter	Unit	T3	T4
T_0	HJD	2446183.5933(17)	
P	day	0.355153459(12)	
Q	day	0.432(1) X 10 ⁻¹⁰	
$P_{3,4}$	day	9115(248)	3987(69)
$P_{3,4}$	yr	25(1)	10.9(2)
$T_{\text{per}3,4}$	HJD	2451268(8293)	2452167(110)
A	day	0.0135(3)	0.0045(8)
ω	deg	63(33)	302(17)
e		0.024(10)	0.50(12)
$f(m_{3,4})$	M _⊙	0.0204	0.0043
$m_{\text{min}3,4}$	M _⊙	0.43	0.28
$a_{3,4}$	AB	8.2	5.1



CK Boo (Çözüm II)



Parameter	Unit	T3	T4
T_0	HJD	2446183.6068(49)	
P	day	0.35515013(36)	
Q	day	$1.37(1) \times 10^{-10}$	
$P_{3,4}$	day	15797(437)	4932(59)
$P_{3,4}$	yr	43(1)	13.5(2)
$T_{\text{per}3,4}$	HJD	2453494(204)	2462628(186)
A	day	0.0324(4)	0.0069(3)
ω	deg	129(5)	266(10)
e		0.49(2)	0.50(8)
$f(m_{3,4})$	$M_{\odot}$	0.1107	0.0094
$m_{\text{min}3,4}$	$M_{\odot}$	0.86	0.42
$a_{3,4}$	AB	12.4	6.1

SONUÇLAR

Dönem değişiminde;

- Parabolik değişim, ikinci bileşenden birinci bileşene doğru $1.65 \times 10^{-8} M_{\odot} / \text{yıl}$ olan kütle aktarımından kaynaklıdır.
- Üst üste binmiş iki Sinüsel değişimin dönmeleri sırasıyla 25 ve 10.9 yıl olarak belirlendi.
- Mevcut gözlem verileri birinci değişimin yaklaşık 1.5 çevrimini, diğerinin ise yaklaşık 3.4 çevrimini kapsamaktadır.
- Bu değişimlerin sebebi olduğu varsayılan ilave bileşenlerin kütleleri sırasıyla 0.43 ve $0.28 M_{\odot}$ olarak hesaplandı. Bunlar CK Boo nun ikinci bileşeninin kütlesinden ($0.155 M_{\odot}$) daha büyüktür.
- CK Boo nun görsel bileşeninin çift sistemin yörünge döneminin değişimine dahil olmadığı görülüyor.

TEŞEKKÜRLER