

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

ÖRTEN ÇİFT SİSTEMLERDE ÜÇÜNCÜ CİSİM
ETKİSİ VE BİRKAÇ ÖRNEK ANALİZİ

Tülin BEDEL

Fizik Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 16/09/2011

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Caner ÇİÇEK

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

TÜLİN BEDEL tarafından **DOÇ. DR. CANER ÇİÇEK** yönetiminde hazırlanan “**ÖRTEN ÇİFT SİSTEMLERDE ÜÇÜNCÜ CİSİM ETKİSİ VE BİRKAÇ ÖRNEK ANALİZİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Caner ÇİÇEK

Danışman

Prof. Dr. İsmail TARHAN

Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. İbrahim BULUT

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 16/09/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

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.

Tülin BEDEL

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Caner IEK ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Tülin BEDEL

SİMGELER VE KISALTMALAR

$A(\text{gün})$	Dönem değişim genliği
AU	Astronomi birimi
$a(R_{\odot})$	Yörünge yarı büyük eksen uzunluğu
a_{12}	Çift sistemin, üçüncü bileşen ile olan ortak kütle merkezine uzaklığı
a_3	Üçüncü bileşenin, çift sistem ile olan ortak kütle merkezine olan uzaklığı
d	Çift sistemin uzaklığı
e	Dış merkezlik
E	Çevrim sayısı (Epok)
EA	Algol türü örten çift yıldızlar
EB	β -Lyrea türü örten çift yıldızlar
EW	W-UMa türü örten çift yıldızlar
$f(m_3)$	Üçüncü cisim için kütle fonksiyonu
HJD	Güneş merkezli Julien günü
$i(^{\circ})$	Yörünge eğim açısı
L_{\odot}	Güneş' in ışınım gücü
M_{\odot}	Güneş kütlesi
$M_{1,2,3} (M_{\odot})$	Bileşen yıldızların kütleleri
(O-C)	Gözlenen ve hesaplanan minimum zamanları arasındaki fark
P	Çift yıldız sisteminin dolanma dönemi
P_3	Üçüncü cismin ortak kütle merkezi etrafında dolanma dönemi
pc	Uzaklık birimi, $1\text{pc}(\text{parsek}) = 3.26 \text{ ışık yılı} = 206265 \text{ AB}$
pe	Fotoelektrik gözlem
pg	Fotografik gözlem
q	Kütle oranı, M_2/M_1
R_{\odot}	Güneş yarıçapı
$r_{1,2}$	Bileşen yıldızların kesirsel yarıçapları
T_o	Dönemli değişimin başlangıç zamanı, örten çift sistemlerde geçmişteki bir minimum zamanı

v	Görsel gözlem
$v(^{\circ})$	Gerçel anomali açısı
$\omega(^{\circ})$	Yarı büyük eksen doğrultusu ile düğümler doğrultusu arasındaki açı

ÖZET

ÖRTEN ÇİFTLERDE ÜÇÜNCÜ CİSİM ETKİSİ VE BİRKAÇ ÖRNEK UYGULAMA

Tülin BEDEL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. Caner ÇİÇEK

16/09/2011, 95

Bu çalışmada örten çiftlerdeki dönem değişimi ele alınmış ve dönem değişiminin sebepleri açıklanarak ilgili formüller verilmiştir. Uygulama için örten çift yıldız sistemlerinden RR Dra, RW Leo, AH Tau, BO Vul ve XZ UMa seçilmiştir. Seçilen bu yıldızların gözlemleri yapılarak yeni minimum zamanları elde edilmiştir. Yapılan gözlemlerden bulunan minimum zamanları Kwee van Woerden yöntemi (Kwee ve Woerden, 1956) kullanılarak elde edilmiştir. Literatür araştırması yapılarak sistemlere ait gerekli bilgiler toplanmış ve O-C eğrileri çizdirilerek analiz edilmiştir. Analiz için Pribulla (2005) tarafından yazılan 3T programı kullanılmıştır. Sistemlerin O-C diyagramları 2. dereceden polinom üstüne oturtulmuş bir sinüsel değişimi göstermektedir. Bu sistemlerin O-C diyagramlarındaki 2. dereceden polinom kütle aktarımı/kaybı olarak ele alınmış ve sinüsel değişim de çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü cisim ile açıklanmıştır. Analiz sonucunda sistemlerin üçüncü bir cisimle ortak kütle merkezi etrafında çizdikleri yörüngeye ait parametreler elde edilmiştir. Analizden elde edilen parametreler kullanılarak bileşenler arasındaki kütle aktarımı miktarı ve sistemlerdeki üçüncü cisme ait kütle değerleri bulunmuş ve yorumlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Örten Çift Yıldızlar, Üçüncü Cisim Etkisi, RR Dra, RW Leo, AH Tau, BO Vul, XZ UMa

ABSTRACT

THIRD BODY EFFECT IN ECLIPSING BINARY SYSTEM AND SOME SAMPLE ANALYSIS

Tülin BEDEL

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Physics Department, Master of Science

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Caner ÇİÇEK

16/09/2011, 95

In this thesis, we studied third body effect of five eclipsing binary systems (RR Dra, RW Leo, AH Tau, BO Vul and XZ UMa). Observations of these systems were made and new minimum times were obtained by Kwee Van Woerden (1956) method. Minima times of the systems were collected from the literature and O-C diagrams were plotted. 3T programme of Pribulla (2005) was used for analysis. The parameters of the third bodies were obtained by analysis. O-C variations of these systems contain parabolic and periodic changes. These changes show us presence of a probable third bodies and mass transfers. Finally, parameters of third bodies were obtained and masses of the third bodies was calculated.

Keywords: eclipsing binary stars, third body effect, RR Dra, RW Leo, AH Tau, BO Vul, XZ UMa

İÇERİK	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
1.1. Çift Yıldızlar	1
1.2. Örtlen Çift Yıldızlar	1
1.2.1. Algol Türü Örtlen Çift Yıldızlar	2
1.2.2. β Lyrae Türü Örtlen Çift Sistemler	3
1.2.3. W UMa Türü Örtlen Çift Sistemler	3
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Örtlen Çiftlerde Yörünge Dönem Değişimi	5
2.1.1. Kütle Aktarımı ve Kütle Kaybı	6
2.1.2. Eksen Dönmesi.....	8
2.1.3. Manyetik Etkinlik.....	10
2.1.4. Üçüncü Cisim Etkisi.....	13
BÖLÜM 3- MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3. 1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem	17
3.2.1. O-C Diyagramı Analizi.....	17
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	20
4.1. RR Dra	20
4.2. RW Leo	22
4.3. AH Tau	23
4.4. BO Vul	25

4.5. XZ UMa	28
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER	31
KAYNAKLAR.....	34
EKLER	39
EK 1 RR Dra sisteminin minimum zamanları	40
EK 2 RW Leo sisteminin minimum zamanları	47
EK 3 AH Tau sisteminin minimum zamanları	49
EK 4 BO Vul sisteminin minimum zamanları	56
EK 5 XZ UMa sisteminin minimum zamanları	68
Minimum Zamanlar İçin Kaynaklar	80
Çizelgeler.....	I
Şekiller.....	II
Özgeçmiş.....	III

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Çift Yıldızlar

Çift yıldızlar, karşılıklı çekim etkisiyle ortak kütle merkezi etrafında kepler yasalarına göre dolanan ve iki yada daha fazla yıldızdan oluşan sistemlerdir (İbanoğlu, 2000). Yıldızların büyük bir bölümünü çift yıldızlar (çoklu sistemler) oluşturmaktadır ve çift yıldız gözlemleriyle yapılan analizler sonucunda bileşenlerin kütle, yarıçap, ışınım gücü gibi temel fiziksel parametrelerini bulmak mümkündür. Bu yüzden de çift yıldız gözlemleri önemlidir. Özellikle kütle çok önemli bir parametredir. Kütlenin belirlenmesi, yıldızların birbirleriyle karşılaştırılmasında ve evrimlerinin anlaşılmasında büyük önem taşır. Çift yıldız kavramı Mayer ve Herschel tarafından literatüre sokulmuştur ve Herschel (1831) tarafından kataloglara girmiştir. Çoğu çiftlerden biri parlak diğeri ise ona göre daha sönüktür. Parlak olan bileşene “baş yıldız”, daha sönük olan bileşene de “yoldaş yıldız” denilir. Çift yıldızlar gözlem yöntemine göre 4 sınıfa ayrılırlar. Bunlar; görsel çiftler, astrometrik çiftler, tayfsal çiftler ve bu çalışmada üzerinde durulacak olan örten çiftlerdir.

1.2 Örten Çift Yıldızlar

Yıldızların yörünge düzlemleri gözlemcinin bakış doğrultusuna yakınsa, iki yıldız birbirini örter ve yıldızların toplam parlaklıklarında dönemli değişimler olur. Yıldızların birbirlerini örtmesiyle tutulmalar oluşur. Tutulma koşulu olarak bilinen;

$$|\sin(90 - i)| = |\cos i| \leq \frac{R_1 + R_2}{a} \quad (1.1)$$

denklemini sağlıyorsa bunlara örten çift yıldızlar denir. Buradaki i ; yörünge eğim açısı, R_1 ve R_2 ; bileşen yıldızların yarıçapları, a ; bileşenler arası uzaklıktır. Sistemlerin gözlemlerden bulunan parlaklıkları zamana göre grafike edildiğinde sistemin ışık eğrisi elde edilir. Bu ışık eğrilerine bakıldığında iki bölgede ışık değerlerinin azaldığı görülür. Bunun sebebi bileşen yıldızların birbirlerinin önünden geçmesi ve bu geçiş sırasında arkada kalan bileşenin gözlemciye gelen ışığının tamamını yada bir kısmını engellemesidir. Böylece örten çift yıldızların bir dönemi boyunca ışık eğrisinde iki tane minimum görülür. Bunlardan derin olanı daha sıcak olan bileşenin örtülmesiyle gerçekleşir

ve birinci minimum ya da baş minimum olarak adlandırılır. Sığ olan minimum ise daha soğuk olan bileşenin örtülmesiyle oluşur ve bu minimum da ikinci minimum ya da yan minimum olarak adlandırılır. Sistemdeki bu iki baş minimum ya da iki yan minimum arası geçen zaman yörünge dönemini verir. Bir çift yıldızın baş veya yan minimum bölgesi gözlendiğinde minimumların orta noktası bu çift yıldızın minimum zamanını verir. Baş minimumun gözlenmesiyle elde edilen minimum zamanı birinci minimum, yan minimumun gözlenmesiyle elde edilen minimum zamanı ise ikinci minimum olarak adlandırılır. Sistemin seçilen bir minimum zamanı kullanılarak diğer bir minimum zamanı bulunabilir. Gözlemlerden elde edilen minimum zamanlarıyla, hesaplanan minimum zamanları arasındaki fark O-C eğrisini verir. O-C analizi ile örten çiftlerdeki yörünge dönemi değişimi ve nedenleri belirlenebilir. Baş ve yan minimum derinlikleri arasındaki fark çok fazla olabileceği gibi birbirine çok yakın da olabilir. Eğer bileşenlerin sıcaklıkları birbirine yakınsa minimum derinlikleri neredeyse birbirine eşit olur. Bileşenlerin sıcaklık farkı büyük olduğunda ise minimum derinlikleri arasındaki fark da büyük olacaktır. Örten çiftler ışık eğrilerindeki bu farklılıklara göre üç sınıfa ayrılırlar. Bunlar; algol türü örten çift yıldızlar, β Lyrae türü örten çift yıldızlar ve W UMa türü örten çift yıldızlardır ve sırasıyla EA, EB, EW olarak gösterilirler.

1.2.1 Algol Türü Örten Çift Yıldızlar

Algollerde bileşenlerden biri daha küçük diğeri daha büyüktür ve genellikle küçük olan bileşen daha parlak büyük olan bileşen ise daha sönüktür. Küçük olan bileşenin büyük tarafından örtülmesiyle derin I.minimum (baş minimum) oluşur ve buna örtülme denir. Küçük olan bileşenin büyüğü örtmesiyle de sığ II.minimum (yan minimum) oluşur ve buna da örtme denir. Örtülme tam tutulma ise minimumun ortası düz, tam tutulma yoksa minimumun ortası sivridir. Bileşenler arası sıcaklık farkından dolayı minimumlar arasında büyük fark vardır. Bileşenler birbirlerine çok yakın olmadığından dolayı çekim etkisiyle küresel yapıları bozulmaz. Bu yüzden de tutulmaların dışındaki evrelerde ışık değişimi olmaz ve ışık eğrisi düzdür. Gözlenen ilk algol B Perseidir ve 1667 yılında G. Montanari tarafından gözlenmiştir. Parlaklık değişiminin nedeni J. Goodricke (1783)' in çalışmaları sonucunda anlaşılmıştır.

1.2.2 β Lyrae Türü Örtlen Çift Yıldızlar

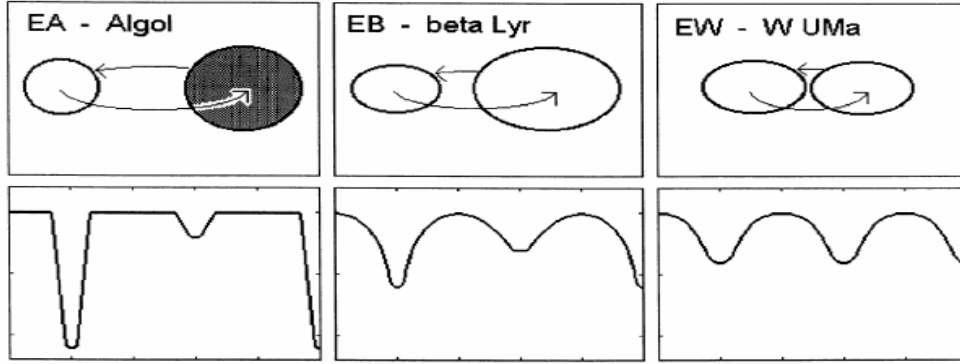
Bu tür örtlen çift sistemlerde bileşenler birbirlerine yakındır. Bileşenlerin birbirine uyguladıkları çekim etkisinden ve bileşenlerin kendi etrafında dönme hareketinden dolayı küresel yapıları bozulmuştur. Bu yüzden ışık eğrisi sürekli olarak bir değişim gösterir. Işık eğrisinde I.minimum II.minimuma göre daha derindir fakat II.minimum algollerdeki kadar sığ değildir. Minimum derinlikleri arasındaki fark bileşenlerin sıcaklıklarının farklı olduğunu gösterir. Yıldızlar çekim etkisinden dolayı armutlaştığı için iki yıldızın da ışığını aldığımız sürede yani minimumlar dışında da ışık eğrisinde sürekli bir değişim görülür. Bundan dolayı da minimumların başlangıcını kestirmek oldukça zordur. Bu tür örtlen çift yıldızlarda keşfedilen ilk sistem 1784 yılında J. Goodrich tarafından keşfedilen β Lyrae dir.

1.2.3 W UMa Türü Örtlen Çift Yıldızlar

Bu tür sistemlerin bileşenleri birbirine çok yakındır. Birbirlerine uyguladıkları aşırı çekim etkisinden dolayı bileşenlerin küresellikleri çok fazla bozulmaya uğramıştır. Minimum derinlikleri neredeyse eşittir. Bu da bileşenlerin parlaklıklarının birbirine çok yakın olduğunu gösterir. Bu tür sistemlerin ışık eğrisinde de β Lyrae türünde olduğu gibi tutulmalar dışında da değişim gözlenir. Bu sistemlerdeki bileşenlerin kütle oranları 1 den farklıdır. Bu durumda anakol yıldızları için kullanılan kütle-ışınım-yarıçap formülü dikkate alındığında bileşenlerin yüzey sıcaklıklarının farklı olması gerekir. Fakat minimum derinlikleri neredeyse eşittir. Bu, değme ve bileşenlerin etrafında iki bileşenide içine alan konvektif bir zarf olması durumuyla açıklanır. Bu zarf sayesinde bileşenler arasında etkin bir ısı dağıtımı olur ve bileşenlerin yüzey sıcaklıkları neredeyse aynı görünür. W UMa ların yörünge dönemleri kısadır, bu yüzden gözlem için daha çok tercih edilirler. Bu sistemler fiziksel olarak iki gruba ayrılırlar: A türü ve W türü sistemler. Bu tür sistemlerin ilk örneği ise G. Muller ve P. Kempf tarafından 1903 yılında gözlenen W UMa yıldızdır.

Çizelge 1.1 A ve W türü W UMa sistemlerin genel özellikleri (Rucinski, 1973, 1974)

A türü sistemler	W türü sistemler
Değme derecesi daha fazla	Değme derecesi daha az
A-G (erken) tayf türünden	F-K (geri) tayf türünden
Bileşenler daha büyük kütleli	Bileşenler daha küçük kütleli
Kütle oranı küçük (daha fazla evrimleşmiş)	Kütle oranı büyük (daha az evrimleşmiş)
Ana bileşen daha büyük kütleli ve sıcak	Ana bileşen daha küçük kütleli ve sıcak
Yörünge dönemi < 0.5 gün	Yörünge dönemi > 0.5 gün

Şekil 1.1 Algol, β Lyrea ve W UMa türü örten çift sistemlerin ışık eğrisi görüntüleri (Molik, 1998).

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Örten Çift Yıldızlarda Yörünge Dönem Değişimi

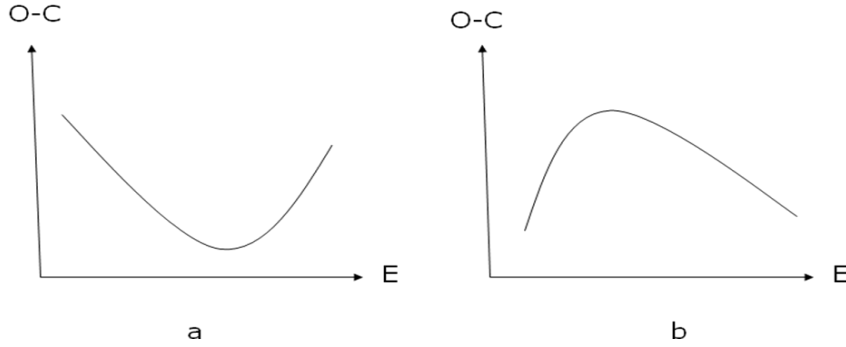
Minimum zamanı gözlemleri astrofizikte önemli bir yere sahiptir. Örten çiftlerde minimum zamanı gözlemleriyle sistemlere ait önemli parametrelere ulaşılabilmektedir. Gözlemlerden ve hesaplamalardan elde edilen bu minimum zamanları arasındaki farkla oluşturulan O-C eğrisi kullanılarak sistemdeki dönem değişimleri ve bu değişimin nedenleri açıklanabilmektedir. Dönem değişimine neden olan modellerden 4 tanesi:

- i. Bileşenler arası kütle aktarımı ve sistemden kütle kaybı
- ii. Eksen dönmesi
- iii. Manyetik etkinlik
- iv. Üçüncü cisim etkisi

olarak verilmektedir. O-C eğrisindeki değişimler parabolik ya da sinüsel olabileceği gibi her ikisi birlikte de görülebilir. Parabolik değişim sistemde bileşenler arası kütle aktarımını veya sistemden kütle kaybını gösterir. Küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene kütle aktarımı olması durumunda parabolün kolları yukarı doğrudur ve sistemin dönemi sürekli artar. Büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene kütle aktarımı olması durumunda ise parabolün kolları aşağı doğru olur ve sistemin dönemi sürekli azalır. Sistemdeki sinüsel değişim manyetik etkinlik, eksen dönmesi veya üçüncü cismin varlığından kaynaklanabilir. Sistemde üçüncü cisim varsa sinüs eğrisinde uzun dönemli bir değişim görülür. Eksen dönmesi varsa birinci minimumların oluşturduğu bir sinüs ve ikinci minimumların oluşturduğu zıt bir sinüs oluşur. Manyetik etkinlikte ise sinüs kısa dönemli ve küçük genliklidir. Sistemde dönem değişimi mekanizmalarından birkaç tanesi bir arada görülebilir. Örneğin parabol üstünde uzun dönemli bir sinüs eğrisi olabilir ve bu, parabolün kollarının yukarı ya da aşağı doğru olmasına göre kütle aktarımı veya kütle kaybı, aynı zamanda da sistemdeki üçüncü cismin varlığını gösterebilir.

2.1.1 Kütle Aktarımı Ve Kütle Kaybı

Örten çiftlerde O-C eğrisindeki parabolik değişim kütle aktarımı veya kütle kaybının bir sonucudur (Huang, 1963) ve bu yörünge dönemi gerçekte olan bir değişimdir. Parabolün artan ya da azalan olmasına göre sistemin dönemi de artar ya da azalır.



Şekil.2.1 a) Küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru olan kütle aktarımı b) Büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru olan kütle aktarımı.

Bir örten çift yıldız sisteminde büyük kütleli bileşen Roche lobunu doldurup küçük kütleli bileşene kütle aktarmaya başladığında yörünge döneminin zamanla kısaldığı gözlenir ve sistemin O-C diyagramına bakıldığında kolları aşağı doğru olan yani azalan bir parabol görülür. Bu dönem azalması küçük kütleli bileşenin evrimleşerek Roche lobunu doldurmasına ve büyük kütleli bileşene kütle aktarmaya başlamasına kadar devam eder. Bu noktadan sonra artık küçük kütleli bileşen büyük kütleli bileşene madde aktarıyor duruma gelir ve bu da yörünge döneminde artışa neden olarak O-C diyagramına da kolları yukarı doğru olan yani artan bir parabol olarak yansır. Sistemin yörünge döneminin artması ya da azalması durumunda minimum zamanları;

$$O = T_0 + E.P + Q.E^2 \quad (2.1)$$

şeklinde bulunur.

$$C = T_0 + E.P \quad (2.2)$$

ise hesaplamalardan bulunan değerdir. Bu iki denklemi kullanarak O-C hesaplanırsa;

$$O - C = +Q \cdot E^2 \quad (2.3)$$

elde edilir. Buradaki Q quadratik terimdir ve bileşenler arasındaki kütle aktarımı durumunu gösterir. Bu denklemin çevrim sayısı E' ye göre türevi alınırsa;

$$\Delta P = \frac{d(O - C)}{dE} = 2QE \quad (2.4)$$

bulunur. Bu eşitliğin tekrar türevi alınırsa;

$$\frac{dP}{dE} = 2Q \quad (2.5)$$

elde edilir. Bundan dolayı Q nun pozitif olması dönemin arttığını ve kütle aktarımının küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru olduğunu, negatif olması da dönemin azaldığını ve kütle aktarımının büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru olduğunu gösterir.

Kütle aktarımı korunumlu ve korunumsuz kütle aktarımı olarak iki şekilde incelenir. Korunumlu kütle aktarımında bir bileşenden aktarılan kütlelerin tamamı diğer bileşen üzerinde toplanır. Böylece sistemde toplam kütle sabit kalır ve sistemin toplam açısal momentumu korunur. Sistemin toplam açısal momentumu;

$$L = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} a^2 \omega \quad (2.6)$$

olarak yazılır. 3. Kepler yasasından;

$$m_1 + m_2 = \frac{4\pi^2 a^3}{G P^2} \quad (2.7)$$

P' yi çekersek;

$$P = \frac{2\pi}{G^{1/2}} \frac{a^{3/2}}{(m_1 + m_2)^{1/2}} \quad (2.8)$$

olur. Toplam açısal momentum burada yerine yazılırsa;

$$\frac{\Delta P}{P} = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} - 3 \right) \frac{\Delta m_1}{m_1} + \left(\frac{m_2}{m_1 + m_2} - 3 \right) \frac{\Delta m_2}{m_2} + 3 \frac{\Delta L}{L} \quad (2.9)$$

elde edilir. Korunumlu kütle aktarımında toplam kütle korunacağı ve açısal momentum sabit alınacağı için;

$$\frac{\Delta P}{P} = 3 \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 \cdot m_2} \right) \Delta m_1 \quad (2.10)$$

olur. Sistemde bir bileşenden diğerine kütle aktarımı sırasında aktarılan kütlelerin bir kısmının manyetik kökenli yıldız rüzgarları sebebiyle uzaya gönderilmesi;

$$\frac{\Delta P}{P} = 3 \left(\frac{r_A}{a} \right)^2 \frac{\delta M}{M} + 3 \frac{M_1 - M_2}{M_1 \cdot M_2} \Delta M \quad (2.11)$$

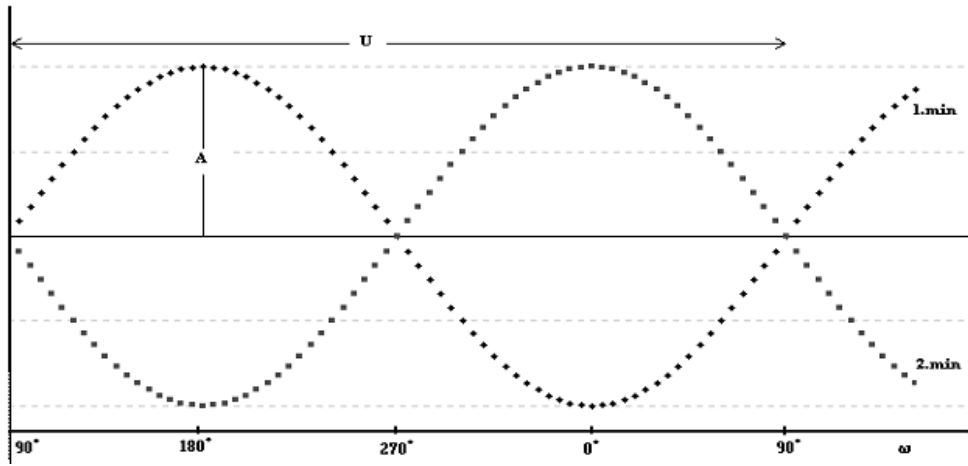
denklemleri ile korunumsuz kütle aktarımı durumu olarak açıklanır. Buradaki δM ; manyetik kökenli yıldız rüzgarları ile uzaya gönderilen kütle, r_A ; Alfven yarıçapı, a ise yörünge yarı büyük eksen uzunluğudur. Bu denklemde sistemde kütle kaybı olmadığını yani manyetik kökenli yıldız rüzgarları ile uzaya kütle gönderilmediğini varsayılırsa $\delta M = 0$ kabul edilir ve böylece korunumsuz kütle aktarımına ulaşılır.

2.1.2 Eksen Dönmesi

Eksen dönmesi ilk olarak Duner (1892) tarafından Y Cyg sisteminde farkedilmiştir. Russell (1928), Cowling (1938), Sterne (1939), Claret ve Gimenez (1989) gibi birçok kişi eksen dönmesi konusunda çalışmalar yapmıştır. Bu konudaki ilk katalog çalışmalarını Hegedüs (1988, 1989) ve Petrova (1999) yapmışlardır.

Eksen dönmesi çalışmaları yıldızların iç yapılarının araştırılmasında önemli bilgilere

ulaşılmasını sağlar. Eksen dönmesinin neden olduğu dönem değişimi görünürde olan bir değişimdir. Çift sistemlerde bileşenler birbirine yakın olduğundan aralarında karşılıklı bir çekim kuvveti vardır. Bu çekim kuvveti ve bileşenlerin kendi eksenleri etrafında dönüyor olması şekillerinin bozulmasına neden olur. Yıldızlar armutlaşır ve artık nokta kütle olarak kabul edilemez. Böylece enberi boylamı ω zamanla değişir ve bunun sonucunda yan minimumun baş minimuma göre kayması, baş ve yan minimumun sürelerinin farklı olması ve iki minimumun da simetrik olmaması durumları ortaya çıkar. Bu etki O-C diyagramında birinci ve ikinci minimumların ayrı ayrı oluşturduğu zıt fazlı iki sinüs şeklinde kendini gösterir.



Şekil 2.2 Eksen dönmesi görülen bir örten çift sistemin O-C eğrisi. (Sağır 2006)

Eksen dönmesine dönme etkisi, çekimsel etki ve relativistik etki etki eder. Relativistik etkiden ilk olarak Levi-Civita (1937) bahsetmiştir. Enberi noktası ω nın değişmesi eksen dönmesinin miktarını belirler ve şu şekilde ifade edilir:

$$\dot{\omega}_{toplam} = (\dot{\omega}_{dönme} + \dot{\omega}_{çekimsel}) + \dot{\omega}_{relativistik} \quad (2.12)$$

Eksen dönme dönemi P' ve yörünge dönemi P arasında;

$$\frac{P}{P'} = \frac{P}{P'_{obs}} - \frac{P}{P'_{rel}} \quad (2.13)$$

şeklinde bir bağlantı vardır. Burada

P'_{obs} : O-C diyagramında görülen sinüzoidal eğrinin dönemi,

P'_{rel} : Eksen dönme döneminin relativistik bileşenidir.

Freundlich (1958) bu relativistik bileşeni;

$$\frac{P}{P'_{rel}} = \frac{12\pi^2 a^2}{c^2 P^2 (1 - e^2)} \quad (2.14)$$

şeklinde tanımlamıştır. Burada;

a : Bileşenler arası uzaklık

c : Işık hızı

e : Yörünge dış merkezliğidir.

$$P'_{obs} = \frac{2\pi P}{\dot{\omega} 365.25} \quad (2.15)$$

şeklinde verilir. Buradaki $\dot{\omega}$ bir dönemdeki ω değişimini temsil eder. İç yapı sabitleri k_1 ve k_2 ;

$$\frac{P}{P'} = c_1 k_1 + c_2 k_2 \quad (2.16)$$

olarak gösterilir. Buradaki c_1 ve c_2 ; bileşenlerin açısız dönme hızlarına, dış merkezliğine ve kesirsel yarıçaplara bağlıdır.

2.1.3 Manyetik Alan Etkisi

Yıldızın merkezinde üretilen enerji, merkezde ışınım yoluyla, yüzeye yakın yerlerde ise konveksiyon yoluyla yüzeye taşınır. Yüzeyin hemen altında konvektif bir zarf oluşur. Basınçtan dolayı zarfa bir tork uygulanır ve bu da zarfın, iç kısımdan daha hızlı dönmesine neden olur. O-C eğrisindeki maksimum, ısıtma değişiminin minimumuna karşılık geliyorsa yıldızın dış kısmı iç kısmından daha hızlı dönüyor demektir. Bu nedenle yıldız basıklaşır ve açısız momentumunda değişiklik olur. Böylece yörünge döneminde çevrimli bir

değişim gözlenir. Bu durum Applegate (1992) tarafından açıklanmıştır ve Applegate Mekanizması olarak bilinir. Bu tür yıldızlarda, bileşen yıldızlardan birisi ya da her ikisi derin konvektif zarfa sahiptir, kütleleri birbirine yakındır ve bileşenler Roche loblarından küçüktür. Bileşenler Roche loblarını doldurmadıkları için kütle aktarımı ve kütle kaybından söz edilemez. Yörüngeleri genelde çemberdir. Yörünge dönemlerindeki değişmeden kaynaklanan O-C değişimi üçüncü cisimden kaynaklanan değişime benzer. Bu tür yıldızların O-C eğrilerinde uzun dönemli bir değişimin üzerine daha kısa dönemli bir değişim biner. İncelenen sistemde manyetik etkinliğin varlığı araştırılırken, Applegate mekanizması parametreleri O-C eğrisi kullanılarak bulunur.

Applegate mekanizması için hesaplanan ve bu hesaplamalar için kullanılan parametreleri şu şekilde özetleyebiliriz:

Amod : O-C analizinden bulunan genliktir. Analizinden asini olarak AU biriminde elde edilir ve güne çevrilir.

Pmod : O-C analizinden bulunan periyottur ve yıl birimindedir.

Porb : O-C analizinden bulunan çift sistemin periyodudur ve gün birimindedir.

G : $6.67 * 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ gr}^{-1} \text{ s}^{-2}$ evrensel çekim sabiti

M : Manyetik etkinliğe sahip bileşenin güneş kütlesi cinsinden kütlesidir.

R : Manyetik etkinliğe sahip bileşenin güneş yarıçapı cinsinden yarıçapıdır.

$\frac{a}{R}$: Bileşenler arası uzaklıktır.

M : $1.9 * 10^{33}$ gr , Güneş'in kütlesi

R : $6.96 * 10^{10}$ cm , Güneş'in yarıçapı

L : $3.9 * 10^{33} \text{ erg. s}^{-1}$ Güneş'in ışıması

Ms : 0.1M

L : Manyetik etkinlik gösteren bileşenin Güneş cinsinden ışımasıdır.

$\frac{\Delta\Omega}{\Omega}$: Kabuk ile iç kısım arasındaki diferensiyel dönme

$$\frac{M_s}{M} \frac{\Delta\Omega}{\Omega} = \frac{GM}{2R^3} \left(\frac{a}{R}\right)^2 \left(\frac{P}{2\pi}\right)^2 \quad (2.17)$$

ΔP : sn cinsinden yörünge dönemi değişimi

$$\frac{\Delta P}{P} = 2\pi \frac{O - C}{P_{mod}} \quad (2.18)$$

Açısal momentum transferi;

$$\Delta J = -\frac{GM^2}{R} \left(\frac{a}{R}\right)^2 \frac{\Delta\pi}{6\pi} \quad (2.19)$$

ile verilir. Kabuğun eylemsizlik momenti ise;

$$I_s = \frac{2}{3} M_s R^2 \quad (2.20)$$

formülü ile bulunur. ($\Delta\Omega \leq \Omega_{dr}$, $d\Omega = dJ/I_s$, $2I_{eff} \cong I_s$)

Açısal momentum transferi için gerekli ΔE enerji koşulu;

$$\Delta E = \Omega_{dr} \Delta J + \frac{(\Delta J)^2}{2I_{eff}} \quad (2.21)$$

şeklinde ifade edilir. Yıldızda oluşan ısıtma değişimi ΔE enerji koşulu yalnızca yıldızın nükleer ısıtmasından sağlanıyorsa;

$$\Delta L = \pi \frac{\Delta E}{P_{mod}} \quad (2.22)$$

olur ve sistemin toplam parlaklığındaki değişim;

$$\Delta m = -2.5 \log \frac{L}{L + \Delta L} \quad (2.23)$$

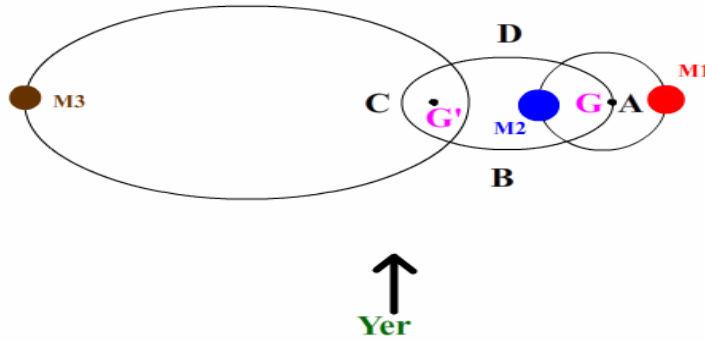
şeklinde gösterilir. Yıldızın dış kısmı ile iç kısmı arasındaki periyodik olarak ΔJ açısal momentum alışverişi için gerekli torku sağlayan yüzeyaltı manyetik alan yeglinliği ise;

$$B^2 \cong 10 \frac{GM^2}{R^4} \left(\frac{a}{R}\right)^2 \frac{\Delta P}{P_{mod}} \quad (2.24)$$

olarak verilir.

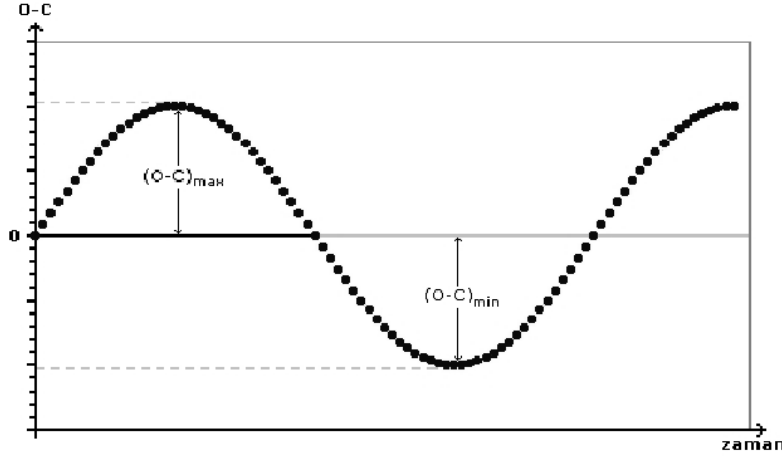
2.1.4 Üçüncü Cisim Etkisi

Çift yıldız sistemi bu sisteme bağlı üçüncü bir cisim ile ortak kütle merkezi etrafında hareket ediyorsa çift sistemin yörünge döneminde bir değişim gözlenir. Üçüncü cisim etkisine ışık-zaman etkisi de denir. Işık zaman etkisinin çözümü ilk olarak Woltjer (1922) tarafından düşünülmüştür ve bu yöntem Irwin (1952) tarafından geliştirilmiştir.



Şekil 2.3 M_1 ve M_2 den oluşan çiftli sistemin, üçüncü cisim olan M_3 ile ortak kütle merkezi etrafında dolanma hareketi. (Sağır 2006)

Çift sistem üçüncü cisim ile ortak kütle merkezi etrafında çizdiği yörüngede dolanırken, gözlemciden uzaklaşır yada gözlemciye yaklaşır. Gözlemci A noktasından D noktasına giden çift sistemi gözlerken, sistem uzaklaştığı için minimumunu, hesaplanarak bulunan minimum zamanından daha geç gözler. C noktasından B noktasına gelen çift sistemi gözlerken, sistem gözlemciye yaklaştığı için minimumunu, hesaplanarak bulunan minimum zamanından daha erken gözler. Bu yüzden O-C eğrisi bir sinüs verir. Düzgün bir sinüs veriyorsa sistem çembersel bir yörüngede, bozuk bir sinüs veriyorsa sistem eliptik bir yörüngede hareket ediyordur.



Şekil 2.4 Üçüncü cisim etkisi gösteren bir örten çift sistemin O-C grafiği. (Sağır 2006)

Dönemde gerçekte bir değişiklik olmadığı için dönem değişimi görünürdedir. (zaman = yol/hız) formülüne bakılarak, ikili sistemin üçüncü cisim ile ortak kütle merkezi etrafındaki dolanma hareketi sırasında uzaklık değişeceğinden, zamanında periyodik olarak değişeceği görülebilir. Irwin (1959) bu değişimden kaynaklanan zaman gecikmesini;

$$\Delta t = \frac{A}{1 - e^2 \cos^2 \omega} \left[\frac{1 - e^2}{1 + \cos \vartheta} \sin(\vartheta + \omega) + e \sin \omega \right] \quad (2.25)$$

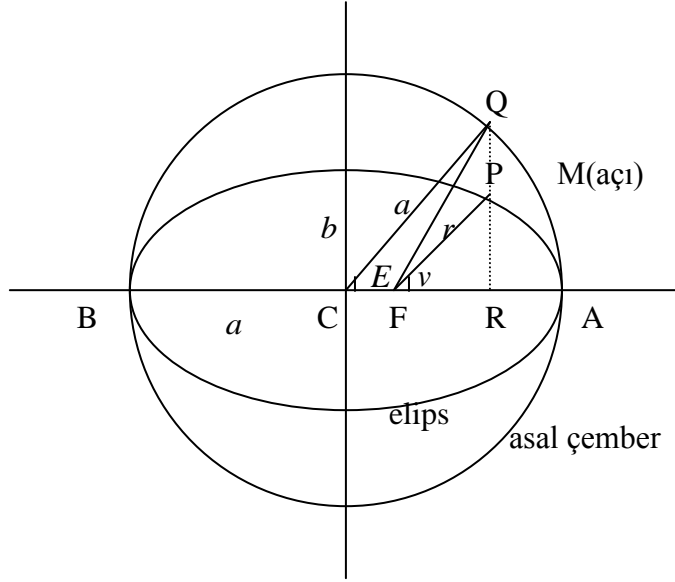
olarak vermiştir. Buradaki A; O-C eğrisindeki sinüsün genliğidir ve

$$A = \frac{a_{1,2}(1 - e^2 \cos^2 \omega) \sin i}{173.15} \quad (2.26)$$

ile verilir. $a_{1,2} \sin i$; çift yıldızın üçüncü cisim ile oluşturduğu ortak kütle merkezi etrafındaki hareketinin izdüşüm uzaklığıdır. Zaman gecikmesinin de eklenmesiyle minimum zamanı;

$$T = T_0 + E.P + \frac{A}{1 - e^2 \cos^2 \omega} \left[\frac{1 - e^2}{1 + e \cos \vartheta} \sin(\vartheta + \omega) + e \sin \omega \right] \quad (2.27)$$

olur.



Şekil 2.5 Çift sistemin üçüncü cisimle oluşturduğu ortak kütle merkezi etrafındaki yörüngesi. F : odak noktası, C : merkez, M : ortalama ayırıklık, v : gerçek ayırıklık, E : dış ayırıklık açısı, r : konum vektörü, $\overline{QR} = a \sin E$, $\overline{CF} = ae$.

Gerçek ayırıklık için ortalama ayırıklık ve dış ayırıklığa bakmak gerekir. Ortalama ayırıklık;

$$M = E - e \sin E \quad (2.28)$$

ortalama hareket;

$$n = \frac{\Delta M}{\Delta t} \quad (2.29)$$

olur. Buradan;

$$\Delta M = n \Delta t \quad (2.30)$$

$$M = n(t - T_s) \quad (2.31)$$

$$n = \frac{2\pi}{P_s} \quad (2.32)$$

$$M = \frac{2\pi}{P_s} (t - T_s) = E - e \sin E \quad (2.33)$$

bulunur. Bunlar kullanılarak, v gerçek ayrıklık;

$$\tan \frac{v}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \frac{E}{2} \quad (2.34)$$

şeklinde bulunur. Bulunan bu gerçek ayrıklık minimum zamanı hesaplamak için kullanılır.

Çiftli sistemi etkileyen üçüncü cismin kütesini bulmak mümkündür. Bunun için kütle fonksiyonu Kopal (1978) tarafından;

$$f(m_3) = \frac{m_3^3 \sin^3 i}{(m_{1,2} + m_3)^2} = \frac{(a_{12} \sin i)^3}{P_s^2} \quad (2.35)$$

olarak verilmiştir. Burada m_1, m_2, m_3 , sırasıyla birinci, ikinci ve üçüncü bileşenin kütleleridir. Çift sistemin yöünge eğimi ile üçlü sistemin yöünge eğimi aynı ise, i yöünge eğimi literatürden alınabilir ve üçüncü cismin kütlesi;

$$\frac{m_3^3 \sin^3 i}{f(m_3)} - (m_{1,2} + m_3)^2 = 0 \quad (2.36)$$

ile bulunur. Üçüncü cismin yarı büyük eksen uzunluğu ise;

$$(a_3 + a) \sin i = \frac{(m_{1,2} + m_3)}{m_3} a \sin i \quad (2.37)$$

ile hesaplanır.

BÖLÜM 3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmadaki sistemlerin literatürde bulunan minimum zamanları Walter (2011)' dan alınmıştır. Yeni minimum zamanları ise Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi' nde yapılan birer gecelik gözlemlerden elde edilmiştir. Sistemlerin minimum zamanlarının hesaplanmasında Kwee Van Woerden (1956) yöntemi kullanılmıştır. Çizelge 3.1' de yapılan gözlemlerden elde edilen minimum zamanları, hataları, I. yada II. minimum olduğu ve gözlemin hangi filtrede yapıldığı listelenmiştir.

Çizelge 3.1 Yapılan gözlemlerden elde edilen minimum zamanları

Sistem	Min. Zamanı HJD+2400000	Hatası	Türü	Filtre
RR Dra	55344.3710	0.0001	I	V
RW Leo	55326.2871	0.0004	II	V
AH Tau	55156.5556	0.0001	II	V
BO Vul	55366.3583	0.0003	I	V
XZ UMa	55317.3878	0.0001	I	V

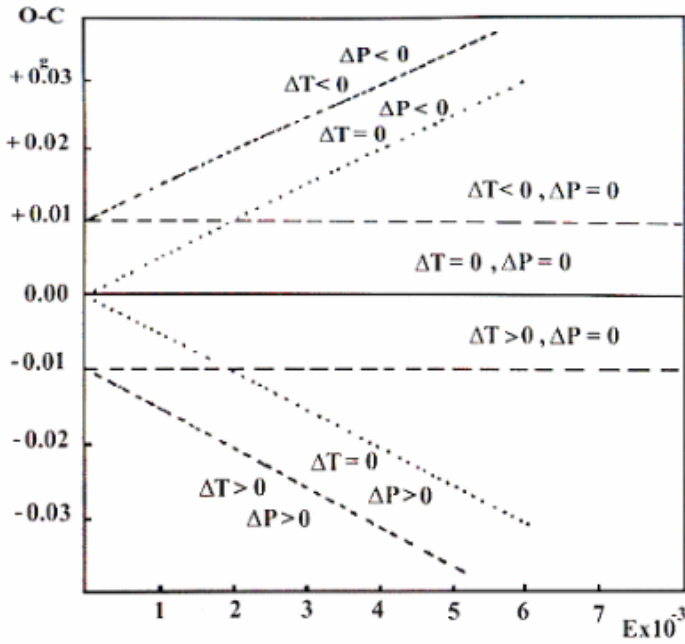
3.2 Yöntem

3.2.1 O-C Diyagramı Analizi

O-C diyagramının oluşturulmasında araştırılan sisteme ait gözlenen minimum zamanlarına ihtiyaç vardır. Bu minimum zamanları da literatürden bulunabilir. O- C diyagramının x ekseninde epoklar (çevrim sayıları) ya da Julien günü cinsinden zamanlar, y ekseninde ise O-C ile gösterilen, sisteme ait gözlenen minimum değerleri ile hesaplanan minimum değerleri arasındaki fark yer alır. Sistemin ışık eğrisindeki iki baş minimum ya da iki yan minimum arasında geçen zaman yörünge dönemini verir. Bir sistemin yörünge dönemi (P) ve başlangıç minimum zamanı (T_0) biliniyorsa istenilen herhangi bir minimumun ne zaman görüleceği;

$$C = T = T_0 + E.P \quad (3.1)$$

denklemleri ile hesaplanabilir. Buradaki E ; T_0 dan itibaren çevrim sayısıdır. Minimum zamanı Julien günü, dönem ise gün olarak alınır. Gözlenen ve hesaplanan minimum değerlerinin farklı çıkmasını “sistemin dönemi değişiyor” olarak yorumlamadan önce dikkat edilmesi gereken bir nokta vardır. Çünkü görülen bu değişimin sebebi gözlemciden kaynaklanan P veya T_0 değerlerinin ya da her ikisinin birden yanlış alınması olabilir. Bu sebeple O-C eğrisi yorumlanmadan önce P ve T_0 düzeltmeleri yapılmalıdır. Şekil 3.1 de ışık öğelerindeki yanılığın nedeniyle O-C’ lerde zamanla beklenen değişimler gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Işık öğelerindeki yanılığın nedeniyle O-C’ lerde zamanla beklenen değişimler (İbanoğlu, 2000).

O-C eğrisindeki değişimlere bakıldığında parabolik veya sinüsel değişimler görülebilir. Genel olarak parabolik değişim sistemde bileşenler arası kütle aktarımını veya kütle kaybını, sinüsel değişim ise çift sisteme bağlı üçüncü bir cismin varlığını veya eksen dönmesini gösterir. Bazı sistemlerde birden fazla değişim görülebilir. Parabolik değişimde artan bir parabol söz konusu ise yörünge dönemi artıyordur ve kütle aktarımı küçük kütleli

bileşenden büyük kütleli bileşene doğrudur. Azalan bir parabol var ise sistemin yörünge dönemi azalıyordur ve sistemdeki kütle aktarımı büyük kütleliye küçük kütleliye doğrudur. Sinüsel değişimlerde O-C grafiğinde tek bir sinüs görülüyorsa, sistemde bir üçüncü cisim vardır. Ancak sistemin birinci ve ikinci minimumları zıt fazlı iki sinus oluşturuyorsa bu eksen dönmesini gösterir. Manyetik etkinlikte ise küçük genlikli salınımlar vardır. Örneğin; artan bir parabol üzerindeki sinüs eğrisi, sistemde kütle aktarımı olduğunu ve bu kütle aktarımının küçük kütleliye büyük kütleliye doğru olduğunu ayrıca sistemde var olan bir üçüncü cismi gösterir.

Dönem analizi sonucunda bulunacak parametreleri şu şekilde özetleyebiliriz;

P_{12} (yıl) → yörünge dönemi

$a_{12} \sin i(AB)$ → i yörünge eğim açısı olmak üzere, çift sistemin ortak kütle merkezine uzaklığı

$w^{(0)}$ → enberi boylamı

$T_{12}(HJD)$ → çift sistemin enberiden geçiş zamanı

e → yörünge dış merkezliği

$f(m_3)(M_{\odot})$ → üçüncü cismin kütle fonksiyonu

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 RR Dra

RR Dra algol türü yarı ayırık bir örten çift yıldızdır. Görünür parlaklığı 9.8 kadir ve A2+G8IV tayf türündendir (Svechnikov ve Kuznetsova, 1990). Çift sistemin periyodu 2.8 gündür. Ceraski (1905) tarafından keşfedilmiştir. Period değişiminden ilk olarak Nijland bahsetmiştir. Minimumu oldukça derindir, bu yüzden yapılan görsel gözlemler güvenilirdir. Sistemin tüm minimumları Kreiner (1971) tarafından toplanmıştır. Svechnikov ve Kuznetsova (1990) tarafından bileşenlerin kütleleri $M_1 = 2.15M_{\odot}$ ve $M_2 = 0.6M_{\odot}$ olarak verilmiştir. Qian ve ark. (2002) sistemin period çalışmasını yapmış ve sistemin bileşenleri arasındaki kütle transferi dışında sistemin O-C diyagramında belirli çıkışlar olduğunu belirtmiştir. En son çalışma Zasche (2008) tarafından yapılmış ve üçüncü cismin periyodu 84.3 yıl, kütlesi ise $M_{\min} = 1.85M_{\odot}$ olarak bulunmuştur.

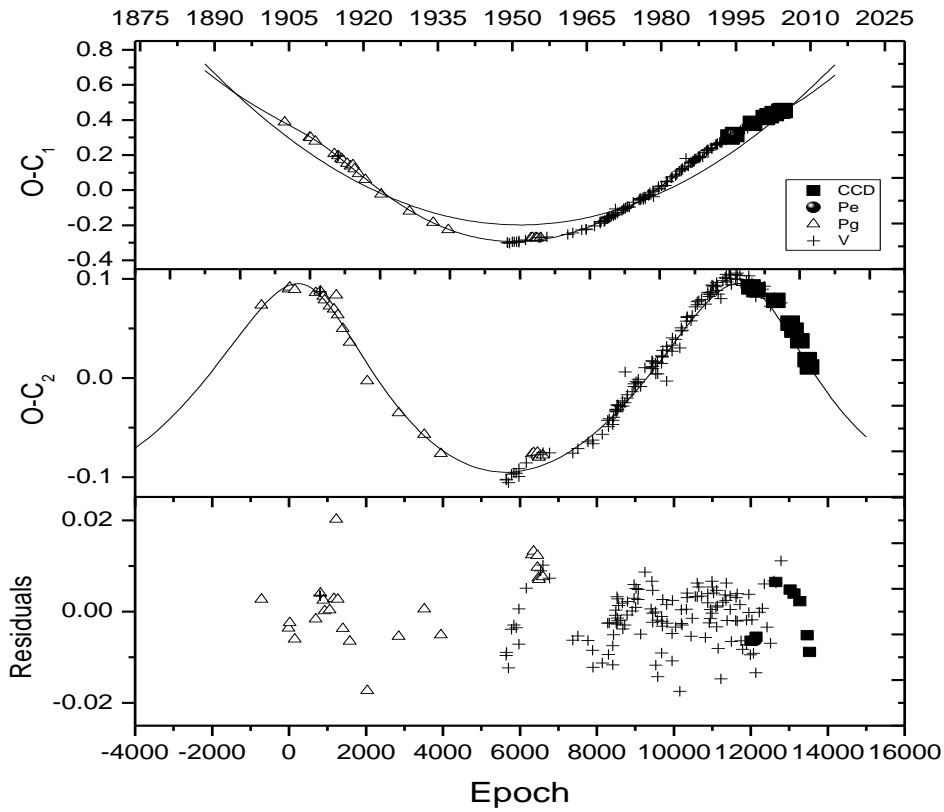
Bu çalışmada, literatürden alınan minimum zamanları kullanılmıştır. Bu minimumlar Ek-1 de verilmiştir. Ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi' nde 2010 yılının yaz döneminde yapılan bir gecelik gözlemden elde edilen minimum zamanı da literatürden alınan minimum zamanlarına eklenerek sistemin O-C diyagramı çizdirilmiş ve analiz edilmiştir. Üniversitemizin gözlemevinde yapılan gözlemden elde edilen minimum zamanı Kwee ve Van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Analizde kullanılan T_0 ve P parametreleri Kreiner (2001)' den alınmıştır. Çizdirilen O-C diyagramında değişim, bir parabol ve bu parabolün üstüne oturtulmuş sinüsel bir eğri şeklindedir. Görülen bu parabol sistemde bileşenler arasında kütle aktarımı olduğunu gösterir. Sinüsel değişimin sebebi ise sistemde görülmeyen bir üçüncü cismin varlığı olabilir. Çizelge 4.1' de O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler verilmiştir. Şekil 4.1' de ise RR Dra için O-C diyagramı ve atıkları gösterilmiştir.

O-C diyagramına uydurulan parabolik eğriye göre çift sistemin dönemi $\Delta P = 2.89 * 10^{-6}$ gün/yıl kadar artmaktadır. Dönem değişim miktarı $\Delta P / P = 1.3 * 10^{-6} \text{ yıl}^{-1}$ dir. Kütle aktarımı küçük kütleli büyük kütleliye doğrudur. Bu durumda aktarılan kütle miktarı $\Delta m = -2.85 * 10^{-7} M_{\odot}/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Sistemdeki üçüncü cismin kütlesi,

yörünge eğimi i 'nin 30° , 60° ve 90° lik durumları için sırasıyla; $8.18M_\odot$, $3.12M_\odot$ ve $2.51M_\odot$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1 RR Dra sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler

Parameter	değer	birim
P(3.Cisim):	$88.68(\pm 1.35)$	yıl
e:	$0.36(\pm 0.3)$	
w:	$104.85(\pm 45.2)$	derece
T(enberi):	$50868.3442(\pm 299.16)$	JD
asini:	$16.531(\pm 0.7)$	AU
To:	$17026.5941(\pm 0.005)$	JD
P:	$2.83106963(\pm 0.000003)$	gün
$Q(10^{-10})$:	$113(\pm 2.9)$	gün
Sigma:	0.033	
f(m3):	$0.573(\pm 0.08)$	



Şekil 4.1 RR Dra için O-C diyagramı ve atıkları.

4.2 RW Leo

RW Leo algol türü yarı ayırık bir örten çift yıldız sistemidir. Görünür parlaklığı 11.9 kadirdir. Çift sistemin periyodu 1.68 gündür. Sistemin spektroskopik gözlemleri Halbedel (1984) ve Kaitchuck ve ark. (1985) tarafından yayınlanmıştır. İlk fotoelektrik ışık eğrisi Walker (1992) tarafından verilmiştir. Walker (1992) sistemin yarı ayırık bir örten çift sistem olduğunu ve birinci ve ikinci bileşenlerinin tayf türünü sırasıyla A3V ve F4 olduğunu belirtmiştir. Qian (2003) sistemin toplam kütesini 4.2 olarak vermiş ve üçüncü cismin minimum kütesini $0.98M_{\odot}$ olarak bulunmuştur.

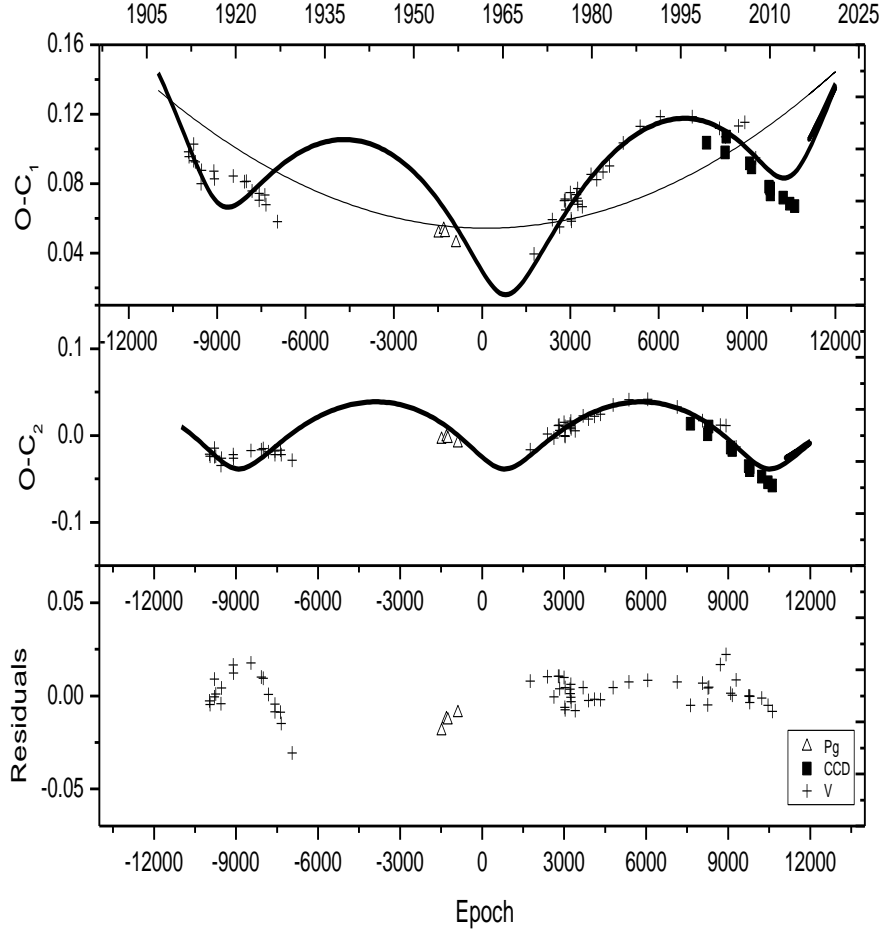
Bu çalışmada, literatürden alınan minimum zamanları kullanılmıştır. Bu minimumlar Ek-2 de verilmiştir. Ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi' nde 2010 yılının yaz döneminde yapılan bir gecelik gözlemden elde edilen minimum zamanı da literatürden alınan minimum zamanlarına eklenerek sistemin O-C diyagramı çizdirilmiş ve analiz edilmiştir. Üniversitemizin gözleminde yapılan gözlemden elde edilen minimum zamanı Kwee ve Van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Analizde kullanılan T_0 ve P parametreleri Kreiner (2001)' den alınmıştır. Çizdirilen O-C diyagramında değişim, bir parabol ve bu parabolün üstüne oturtulmuş sinüsel bir eğri şeklindedir. Görülen bu parabol sistemde bileşenler arasında kütle aktarımı olduğunu gösterir. Sinüsel değişimin sebebi ise sistemde görülmeyen bir üçüncü cismin varlığı olabilir. Çizelge 4.2' de O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler verilmiştir. Şekil 4.2' de ise RW Leo için O-C diyagramı ve atıkları gösterilmiştir.

O-C diyagramına uydurulan parabolik eğriye göre çift sistemin dönemi $\Delta P = 2.7 * 10^{-7}$ gün/yıl kadar artmaktadır. Dönem değişim miktarı $\Delta P / P = 1.66 * 10^{-7}$ yıl⁻¹ dir. Kütle aktarımı küçük kütleli den büyük kütleliye doğrudur. Sistemdeki üçüncü cismin kütle, yörünge eğimi i ' nin 30° , 60° , 90° lik durumları için sırasıyla $4.05M_{\odot}$, $1.92M_{\odot}$ ve $1.6M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2 RW Leo sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler

Parameter	değer	birim
P(3.Cisim):	44.22(±0.6)	yıl
e:	0.35(±0.13)	
w:	248.66(±17)	derece
T(enberi):	54367.62(±1028.12)	JD
asini:	6.21(±0.5)	AU

To:	37732.791(± 0.005)	JD
P:	1.68254(± 0.0000002)	gün
Q(10^{-10}):	6.4(± 0.7)	gün
Sigma:	0.0132	
f(m3):	0.122(± 0.03)	



Şekil 4.2 RW Leo için O-C diyagramı ve atıkları.

4.3 AH Tau

AH Tau WUMa türü bir örten çift sistemdir. Görünür parlaklığı 11.9 kadirdir. Çift sistemin periyodu 0.33 gündür. AH Tau Shapley ve Hughes tarafından keşfedilmiştir. Bu sistemin fotografik gözlemleri Binnendijk (1950) ve Romano (1962) tarafından yapılmıştır. Binnendijk (1950) sistemi W-UMa olarak sınıflandırmış ve periyodunu 0.33267447 gün olarak vermiştir. Romano (1962) ise β -Lyrae türü olarak sınıflandırmıştır.

Sistemin fotoelektrik gözlemleri Bookmyer (1971), Magalashvili ve Kumsishvili (1980) ve Liu ve ark. (1991) tarafından yapılmıştır. Bookmyer (1971) sistemin periyodunu 0.33267557 gün olarak düzeltmiştir. Magalashvili ve Kumsishvili (1980) sistemin ışık eğrisinin asimetrik olduğunu bildirmiştir. Liu ve ark. (1991) sistemin fotometrik çözümünü yapmıştır ve bu çözüme göre AH Tau sistemi A sınıfı W UMa türü sistem olarak sınıflandırılmıştır. Yang ve Liu (2002) periyot analizi yapmış ve 1944 ve 1976 yılları arasında çift sistemin periyodunun $\Delta P/P = -1.4 * 10^{-11}$ oranında azaldığını, 1976 yılından sonra ise $\Delta P/P = +1.5 * 10^{-10}$ oranında arttığını bulmuştur. Zasche ve ark. (2009) sistemin O-C eğrisini vererek ışık-zaman etkisiyle açıklamıştır. Yarıgenliği $A = 0.0319(\pm 0.0023)$, dışmerkezliği $e = 0.31(\pm 0.12)$ ve üçüncü cismin periyodunu $P_3 = 77.6(\pm 7.3)$ yıl olarak vermiştir. Yang (2010) sistemin periyot değişimi ve ışık eğrisi çalışmasını yapmış, üçüncü cismin periyodunu $P_3 = 45.8(1.1)$ yıl, yörünge eğim açısını ise $i^\circ = 85.95(\pm 0.22)$ olarak bulmuştur.

Bu çalışmada, literatürden alınan minimum zamanları kullanılmıştır. Bu minimumlar Ek-3 de verilmiştir. Ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi'nde 2009 yılının güz döneminde yapılan bir gecelik gözlemden elde edilen minimum zamanı da literatürden alınan minimum zamanlarına eklenerek sistemin O-C diyagramı çizdirilmiş ve analiz edilmiştir. Üniversitemizin gözlemevinde yapılan gözlemden elde edilen minimum zamanı Kwee ve Van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Analizde kullanılan T_0 ve P parametreleri Kreiner (2001)'den alınmıştır. Çizdirilen O-C diyagramında değişim, bir parabol ve bu parabolün üstüne oturtulmuş sinüsel bir eğri şeklindedir. Görülen bu parabol sistemde bileşenler arasında kütle aktarımı olduğunu gösterir. Sinüsel değişimin sebebi ise sistemde görülmeyen bir üçüncü cismin varlığı olabilir. Çizelge 4.3' de O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler verilmiştir. Şekil 4.3' de ise AH Tau için O-C diyagramı ve atıkları gösterilmiştir.

O-C diyagramına uydurulan parabolik eğriye göre çift sistemin dönemi $\Delta P = -0.67 * 10^{-8}$ gün/yıl kadar azalmaktadır. Dönem değişim miktarı $\Delta P/P = -2.03 * 10^{-7} \text{ yıl}^{-1}$ dir. Kütle aktarımı küçük kütleli den büyük kütleliye doğrudur. Bu durumda aktarılan kütle miktarı $\Delta m = 7.04 * 10^{-8} M_\odot/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Sistemdeki üçüncü cismin kütlesi, yörünge eğimi i 'nin 30° , 60° ve 90° lik durumları için sırasıyla; $0.67M_\odot$, $0.34M_\odot$ ve $0.29M_\odot$ olarak hesaplanmıştır. Yang (2010) sistemin yörünge eğimini $i^\circ = 85.95$ olarak vermiştir. Buna göre $i^\circ = 85.95$ için üçüncü cismin

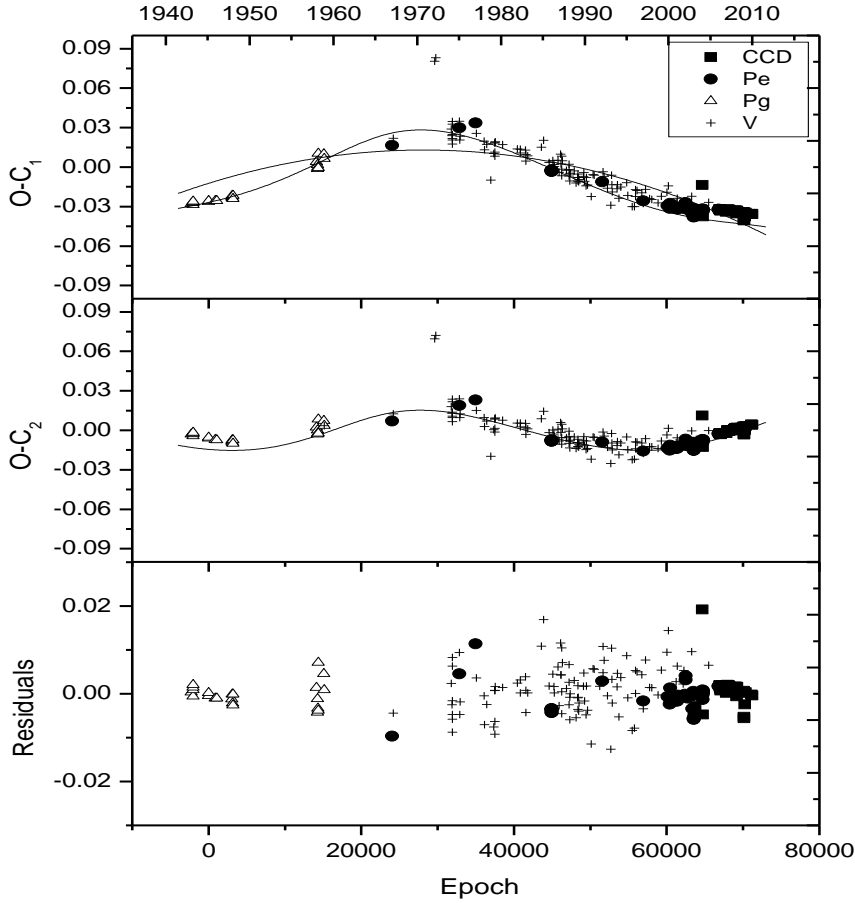
kütlesi $m_3 = 0.29M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3 AH Tau sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler

parametre	değer	birim
P(3.Cisim):	47.9(± 4.5)	yıl
e:	0.17(± 0.13)	
w:	30.48(± 26.9)	derece
T(enberi):	21018.3079(± 1467.8)	JD
asini:	2.577(± 0.32)	AU
To:	31822.3529(± 0.003)	JD
P:	0.332675(± 0.0000004)	gün
Q(10^{-10}):	-0.308(± 0.07)	gün
Sigma:	0.017	
f(m3):	0.0074(± 0.003)	

4.4 BO Vul

BO Vul algol türü yarı ayırık bir örten çift yıldızdır. Görünür parlaklığı 10.5 kadir ve F0+G0IV tayf türündendir. Sistemin periyodu yaklaşık 1.94 gündür. Hoffmeister (1935) tarafından keşfedilmiştir. İlk olarak Schneller (1937), BO Vul adıyla kataloğa koymuştur. Nassau (1939) ışık eğrisini elde etmiş ve analizini yapmıştır. Sistemin periyodundaki değişim ilk olarak Ahnert (1973) tarafından ortaya atılmıştır. Ashbrook (1952 ve 1953), Szafraniec (1956, 1957, 1958, 1959 ve 1966), Kreiner (1976), Mallama (1980), Diethelm (2003), Locher (2005), Samolyk (2008) sistemin minimum zamanlarını vermişlerdir. Brancewicz (1980), Budding (1984), Budding ve ark. (2004), Malkov ve ark. (2006) katalog çalışmalarında bu yıldıza yer vermiştir. Budding ve ark. (2004) sistemin yörünge eğimini $i = 89^{\circ}$, bileşenlerin kütlelerini $m_1 = 1.840M_{\odot}$, $m_2 = 0.460M_{\odot}$, sistemin mutlak parlaklığını $M_v = 2^m,86$, bileşenlerin ışınım gücünü $L_1 = 5.260L_{\odot}$, $L_2 = 0.930L_{\odot}$ ve uzaklığı $d = 233pc$ olarak vermişlerdir. Doğru (2005) tarafından Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi'nde 2003 yılında yapılan gözlemlerden elde edilen minimum zamanları eklenmiş O-C grafiği çizdirilerek analiz edilmiştir.



Şekil 4.3 AH Tau için O-C diyagramı ve atıkları.

Bu analize göre sistemdeki üçüncü cismin periyodu $P_3 = 41.5(\pm 0.5)$, dönem değişim miktarı $\Delta P/P = -5.07 \cdot 10^{-7} \text{ yıl}^{-1}$ ve kütle aktarım miktarı $\Delta m = 1.04 \cdot 10^{-7} M_{\odot}/\text{yıl}$ olarak verilmiştir. Li ve ark. (2006) yaptığı analiz çalışmasında sistemde sürekli periyot artışı sırasında üst üste birçok ani sıçrama bulmuştur. Sistemdeki sürekli periyot artışının sebebinin, manyetik yıldız rüzgarlarıyla ikinci bileşenden kütle kaybı olduğunu ve bu kaybın birinci bileşenin etrafında büyüyen bir yığılma diski oluşturduğunu öne sürmüşlerdir. Zasche (2008) tarafından M. Wolf'un gözlemini yaptığı bir minimum zamanı eklenerek O-C analizi yapılmış, analiz sonucunda üçüncü cismin minimum kütlesi $0.73 M_{\odot}$ ve üçüncü cismin periyodu $P_3 = 42.2(\pm 1.3)$ olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, literatürden alınan minimum zamanları kullanılmıştır. Bu minimumlar Ek-4 de verilmiştir. Ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi'nde

2010 yılının yaz döneminde yapılan bir gecelik gözlemden elde edilen minimum zamanı da literatürden alınan minimum zamanlarına eklenerek sistemin O-C diyagramı çizdirilmiş ve analiz edilmiştir. Üniversitemizin gözlemevinde yapılan gözlemden elde edilen minimum zamanı Kwee ve Van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Analizde kullanılan T_0 ve P parametreleri Kreiner (2001)' den alınmıştır. Çizdirilen O-C diyagramında değişim, bir parabol ve bu parabolün üstüne oturtulmuş sinüsel bir eğri şeklindedir. Görülen bu parabol sistemde bileşenler arasında kütle aktarımı olduğunu gösterir. Sinüsel değişimin sebebi ise sistemde görülmeyen bir üçüncü cismin varlığı olabilir. Çizelge 4.4 de O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler verilmiştir. Şekil 4.4 de BO Vul için O-C diyagramı ve atıkları gösterilmiştir.

O-C diyagramına uydurulan parabolik eğriye göre çift sistemin dönemi $\Delta P = -8.1 * 10^{-7}$ gün/yıl kadar azalmaktadır. Dönem değişim miktarı $\Delta P / P = -4.16 * 10^{-7}$ yıl⁻¹ dir. Kütle aktarımı büyük kütleli den küçük kütleliye doğrudur. Bu durumda aktarılan kütle miktarı $\Delta m = 0.85 * 10^{-7} M_{\odot}$ /yıl olarak hesaplanmıştır. Sistemdeki üçüncü cismin kütlesi, yörünge eğimi i 'nin 30° , 60° ve 90° lik durumları için sırasıyla; $1.84M_{\odot}$, $0.89M_{\odot}$ ve $0.75M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Budding ve ark. (2004) sistemin yörünge eğimini $i^{\circ} = 89$ olarak vermiştir. Buna göre $i^{\circ} = 89$ için üçüncü cismin kütlesi $m_3 = 0.75M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Sistemdeki üçüncü cismin çift sistemle aynı düzlemde olduğu varsayılarak üçlü sistemin kütle merkezine olan uzaklığı 12.66AU olarak hesaplanmıştır. Budding ve ark (2004)' nin sistem için verdiği yörünge eğimi de 89° olduğundan yine aynı sonuca ulaşılmıştır.

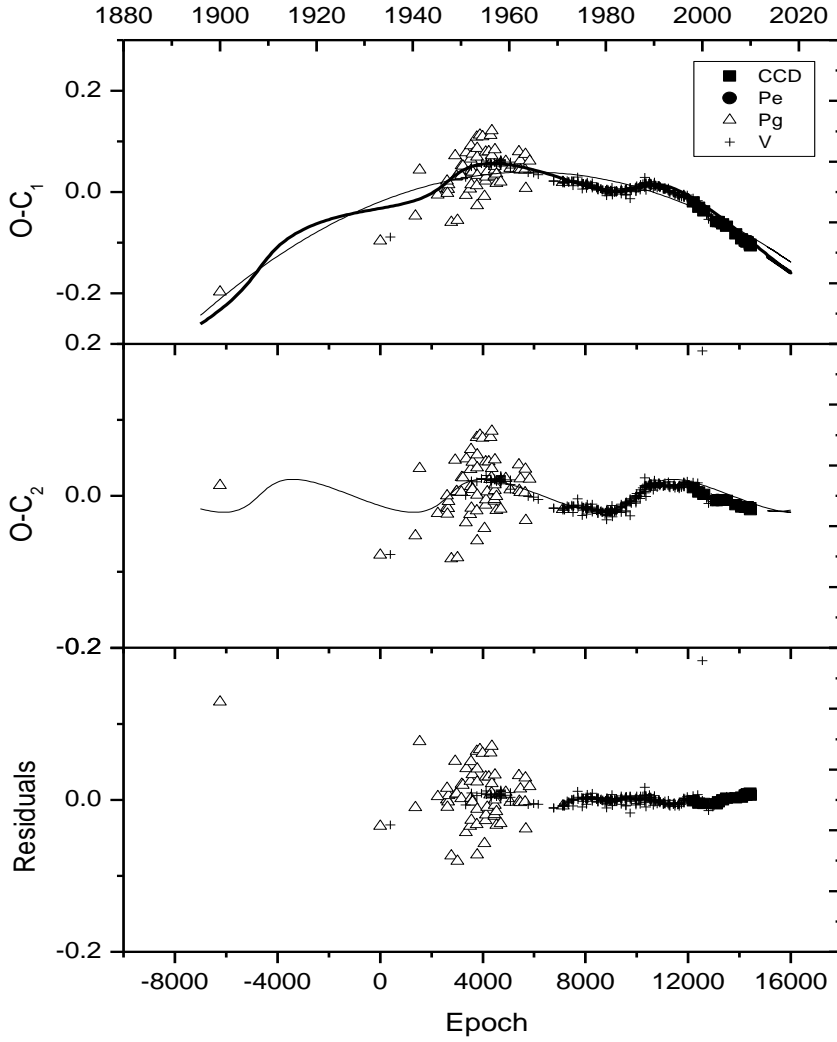
Çizelge 4.4 BO Vul sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler

Parameter	değer	birim
P(3.Cisim):	39.37(± 0.87)	yıl
e:	0.42(± 0.07)	
w:	2.005(± 11.4)	derece
T(enberi):	46923.184(± 466.72)	JD
asini:	4.13(± 0.24)	AU
To:	27304.8509(± 0.005)	JD
P:	1.9459092(± 0.0000014)	gün
Q(10^{-10}):	- 216(± 0.9)	gün
Sigma:	0.206	
f(m3):	0.045(± 0.008)	

4.5 XZ UMa

XZ UMa algol türü yarı ayrıık bir örten çift yıldızdır. Görünür parlaklığı 10.1 kadirdir ve tayf türü A5+F9 olarak verilmiştir. Sistemin periyodu yaklaşık 1.22 gündür. İlk detaylı çalışmayı Nelson ve ark. (2006) yapmış ve bileşenlerin mutlak parametrelerine ulaşmıştır. Nelson ve ark (2006) bileşenlerin kütlelerini $m_1 = 1.92M_{\odot}$ ve $m_2 = 1.20M_{\odot}$ olarak vermiştir. Yakın zamanda Soyduğan ve ark. (2011) detaylı bir çalışma yapmış, sistemin yörünge eğimini $i^{\circ} = 86.5$, dönem değişim miktarını $\Delta P/P = -6.5 * 10^{-8} \text{ yıl}^{-1}$, üçüncü cismin periyodunu $P_3 = 29.4$ yıl, sistemdeki üçüncü cismin kütlelerini, yörünge eğimi i 'nin 60° ve 90° lik durumları için sırasıyla; $0.60M_{\odot}$ ve $0.51M_{\odot}$ olarak vermiştir. Aynı zamanda üçüncü cismin, sistemin toplam ışınımına V filtresinde %5 oranında katkı sağladığını tespit etmişlerdir. Bu tespit XZ UMa sisteminde görülmeyen bir üçüncü cismin varlığının kanıtı olmuştur.

Bu çalışmada, literatürden alınan minimum zamanları kullanılmıştır. Bu minimumlar Ek-5 de verilmiştir. Ayrıca Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi' nde 2010 yılının bahar döneminde yapılan bir gecelik gözlemden elde edilen minimum zamanı da literatürden alınan minimum zamanlarına eklenerek sistemin O-C diyagramı çizdirilmiş ve analiz edilmiştir. Üniversitemizin gözleminde yapılan gözlemden elde edilen minimum zamanı Kwee ve Van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Analizde kullanılan T_0 ve P parametreleri Kreiner (2001)' den alınmıştır. Çizdirilen O-C diyagramında değişim, bir parabol ve bu parabolün üstüne oturtulmuş sinüsel bir eğri şeklindedir. Görülen bu parabol sistemde bileşenler arasında kütle aktarımı olduğunu gösterir. Sinüsel değişimin sebebi ise sistemde görülmeyen bir üçüncü cismin varlığı olabilir. Çizelge 4.5' de O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler verilmiştir. Şekil 4.5' de XZ UMa için O-C diyagramı ve atıkları gösterilmiştir.

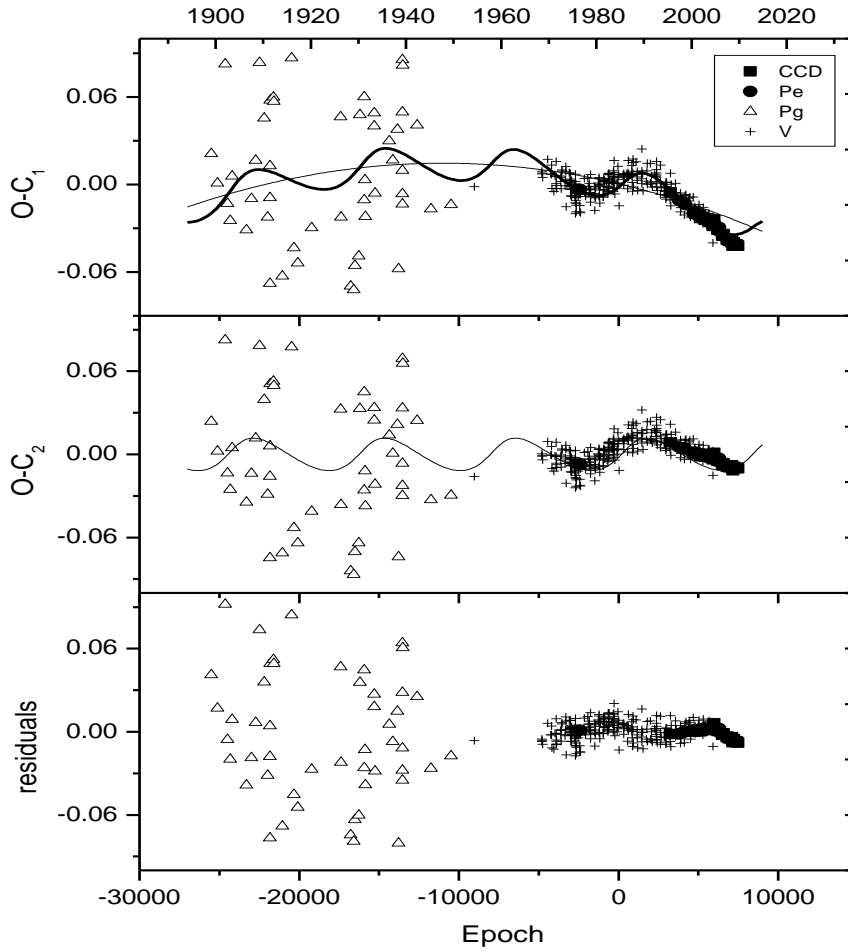


Şekil 4.4 BO Vul için O-C diyagramı ve atıkları.

O-C diyagramına uydurulan parabolik eğriye göre çift sistemin dönemi $\Delta P = -6.9 \cdot 10^{-8}$ gün/yıl kadar azalmaktadır. Dönem değişim miktarı $\Delta P / P = -5.7 \cdot 10^{-8} \text{ yıl}^{-1}$ dir. Kütle aktarımı büyük kütleli den küçük kütleliye doğrudur. Bu durumda aktarılan kütle miktarı $\Delta m = 6.1 \cdot 10^{-8} M_{\odot}/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Sistemdeki üçüncü cismin kütlesi, yörünge eğimi i 'nin 30° , 60° ve 90° lik durumları için sırasıyla; $1.22M_{\odot}$, $0.64M_{\odot}$ ve $0.55M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Soyduğan ve ark. (2011) sistemin yörünge eğimini $i^{\circ} = 86.5$ olarak vermiştir. Buna göre $i^{\circ} = 86.5$ için üçüncü cismin kütlesi $m_3 = 0.75M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5 XZ UMa sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler

Parameter	değer	birim
P(3.Cisim):	27.47(± 0.5)	yıl
e:	0.27(± 0.2)	
w:	383.3(± 44)	derece
T(enberi):	46889.1609(± 1332.6)	JD
asini:	2.09(± 0.2)	AU
To:	46168.4247(± 0.001)	JD
P:	1.222309(± 0.0000001)	gün
Q(10^{-10}):	-1.17(± 0.11)	gün
Sigma:	0.347	
f(m3):	0.0122(± 0.004)	



Şekil 4.5 XZ UMa için O-C diyagramı ve atıkları.

BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada örten çift yıldızlarda dönem değişimi ve bu değişime neden olan olaylardan manyetik etkinlik, kütle kaybı ve kütle aktarımı, eksen dönmesi ve üçüncü cisim etkisi diğer adıyla ışık-zaman etkisi anlatılmıştır. Bu etkilerden özellikle kütle aktarımı ve üçüncü cisim etkisi üzerinde durulmuş ve uygulama için seçilen yıldızlarda bu etkiler tartışılmıştır. Sistemlerin minimum zamanları literatürden alınmıştır ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi' nde sistemlerin birer gecelik gözlemleri yapılarak minimum zamanları elde edilmiştir. Elde edilen bu minimum zamanları literatürden toplanan minimum zamanlarına eklenerek sistemlerin O-C grafikleri çizdirilmiş ve analizleri yapılmıştır.

İlk sistem olan RR Dra çift sisteminin O-C eğrisi bir parabol vermiştir ve bu parabolün üzerine oturmuş sinüsel bir değişim gözlenmiştir. Sistemdeki yukarı parabolik eğri; sistemin yörünge döneminin $2.86 \cdot 10^{-6}$ gün/yıl oranında sürekli bir artış gösterdiğini belirtmektedir. Bu durumun sebebi; küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru olan kütle aktarımı olabilir. Böylece aktarılan kütle miktarı $\Delta m = -2.85 \cdot 10^{-7} M_{\odot}/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer klasik algoller için Richards ve Albright (1999) tarafından verilen ortalama değerın üst sınırına yakın olmakla birlikte oldukça büyüktür. Diğer taraftan sinüslü O-C değişiminin sistemin yörünge döneminde görünürde bir değişim (gerçekte bir değişim değil) verdiği, dolayısıyla; üçüncü cisim nedeniyle oluşan ışık-zaman etkisinin geçerli olduğu belirtilmiştir. RR Dra sisteminin olası üçüncü bileşeni için hesaplanan minimum kütle değeri $2.51 M_{\odot}$ 'dir. Çift sistemin toplam kütlelerinin $2.75 M_{\odot}$ olduğu ve olası üçüncü bileşenin de anakol yıldızı olabileceği düşünülürse üçüncü bileşenin ışınımına katkısı çift sistemle kıyaslanabilir boyutta olmalıdır ve üçüncü bileşenin ışığının ışık eğrisi analizinde ve tayfsal verilerde bulunması gerekir. Ancak literatürde sisteme ilişkin etkili bir tayfsal ve fotometrik çalışma bulunmamaktadır. Bu sebeple sistemin hem fotometrik, hem de tayfsal gözlemleri olası bir üçüncü bileşenin varlığı ve yapısının araştırılmasına olanak tanınması bakımından oldukça önemlidir.

Analizi yapılan diğer bir sistem olan RW Leo' nun O-C eğrisi bir parabol vermiştir ve bu parabolün üzerine oturmuş sinüsel bir değişim gözlenmiştir. Sistemdeki yukarı parabolik eğri; sistemin yörünge döneminin $2.7 \cdot 10^{-7}$ gün/yıl oranında sürekli bir artış gösterdiğini belirtmektedir. Bu durumun sebebi; küçük kütleli bileşenden büyük kütleli

bileşene doğru olan kütle aktarımı olabilir. Sinüslü O-C değişiminin sistemin yörünge döneminde görünürde bir değişim (gerçekte bir değişim değil) verdiği, dolayısıyla; üçüncü cisim nedeniyle oluşan ışık-zaman etkisinin geçerli olduğu belirtilmiştir. RW Leo sisteminin olası üçüncü bileşeni için hesaplanan minimum kütle değeri $1.6M_{\odot}$ 'dir. Üçüncü bileşenin bir anakol yıldızı olabileceği düşünülürse Harmanec (1988) kalibrasyonuna göre, hesaplanan kütle değerine karşılık üçüncü bileşenin tayf türü A8 olmalıdır. Üçüncü bileşenin ışığının ışık eğrisi analizinde ve tayfsal verilerde görünmesi mümkündür. Ayrıca üçüncü bileşenin sistemin toplam ışınımına katkısı vardır.

AH Tau çift sistemi de analizi yapılan yıldızlardan biridir. Bu sistemin de O-C eğrisi bir parabol vermiştir ve bu parabolün üzerine oturmuş sinüsel bir değişim gözlenmiştir. Sistemdeki aşağı parabolik eğri; sistemin yörünge döneminin $-0.67*10^{-8}$ gün/yıl oranında sürekli bir azalış gösterdiğini belirtmektedir. Bu durumun sebebi; büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru olan kütle aktarımı olabilir. Sinüslü O-C değişiminin sistemin yörünge döneminde görünürde bir değişim (gerçekte bir değişim değil) verdiği, dolayısıyla; üçüncü cisim nedeniyle oluşan ışık-zaman etkisinin geçerli olduğu belirtilmiştir. AH Tau sisteminin olası üçüncü bileşeni için hesaplanan minimum kütle değeri $0.29M_{\odot}$ 'dir.

Sistemlerden bir diğeri ise BO Vul' dur. Diğer sistemlerde olduğu gibi bu sistemin de O-C eğrisi bir parabol vermiştir ve bu parabolün üzerine oturmuş sinüsel bir değişim gözlenmiştir. Sistemdeki aşağı parabolik eğri; sistemin yörünge döneminin $-8.1*10^{-7}$ gün/yıl oranında sürekli bir azalış gösterdiğini belirtmektedir. Bu durumun sebebi; büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru olan kütle aktarımı olabilir. Sinüslü O-C değişiminin sistemin yörünge döneminde görünürde bir değişim (gerçekte bir değişim değil) verdiği, dolayısıyla; üçüncü cisim nedeniyle oluşan ışık-zaman etkisinin geçerli olduğu belirtilmiştir. BO Vul sisteminin olası üçüncü bileşeni için hesaplanan minimum kütle değeri $0.75M_{\odot}$ 'dir. Üçüncü bileşenin bir anakol yıldızı olabileceği düşünülürse Harmanec (1988) kalibrasyonuna göre, hesaplanan kütle değerine karşılık üçüncü bileşenin tayf türü K3 olmalıdır. Üçüncü bileşenin ışığının ışık eğrisi analizinde ve tayfsal verilerde görünmesi mümkündür. Ayrıca üçüncü bileşenin sistemin toplam ışınımına katkısı vardır.

Analizi yapılan son sistem de XZ UMa' dır. Sistemin O-C eğrisi bir parabol vermiştir ve bu parabolün üzerine oturmuş sinüsel bir değişim gözlenmiştir. Sistemdeki aşağı parabolik eğri; sistemin yörünge döneminin $-6.9*10^{-8}$ gün/yıl oranında sürekli bir azalış gösterdiğini belirtmektedir. Bu durumun sebebi; büyük kütleli bileşenden küçük kütleli

bileşene doğru olan kütle aktarımı olabilir. Sinüslü O-C değişiminin sistemin yörünge döneminde görünürde bir değişim (gerçekte bir değişim değil) verdiği, dolayısıyla; üçüncü cisim nedeniyle oluşan ışık-zaman etkisinin geçerli olduğu belirtilmiştir. BO Vul sisteminin olası üçüncü bileşeni için hesaplanan minimum kütle değeri $0.55M_{\odot}$ 'dir. Üçüncü bileşenin bir anakol yıldızı olabileceği düşünülürse Harmanec (1988) kalibrasyonuna göre, hesaplanan kütle değerine karşılık üçüncü bileşenin tayf türü M0 olmalıdır. Bu sonuçlara göre üçüncü bileşenin ışığının ışık eğrisi analizinde ve tayfsal verilerde görünmesi mümkündür. Ayrıca üçüncü bileşenin sistemin toplam ışınımına katkısı vardır. Soydugan ve ark. (2011)' nin, ışık eğrisi çalışmasıyla üçüncü cismin, sistemin toplam ışınımına katkı sağladığını kanıtlamış olmasına rağmen yine de bu bilginin yüksek çözünürlüklü tayfsal verilerle desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ahnert P., 1973. BO Vulpeculae. *MitVS*, 6, 77.

Applegate James H. 1992. A mechanism for orbital period modulation in close binaries. *Apj*, 358, 621.

Ashbrook J., 1952. Observed times of minimum of eclipsing variables. *AJ*, 57, 63.

Ashbrook J., 1953. Observed times of minima of eclipsing variables. *AJ*, 58, 171.

Binnendijk L., 1950. Photographic light-curves of AH Tauri and a new variable He 556. *BAN*, 11, 209.

Bookmyer Beverly B., 1971. Photoelectric observation of AH Tauri. *PASP*, 83, 211.

Brancewicz H. K.; Dworak T. Z. 1980. A catalogue of parameters for eclipsing binaries. *AcA*, 30, 501.

Budding E. 1984. A Catalogue of Classical Evolved Algol-Type Binary Candidate Stars. *BICDS*, 27, 91.

Budding E.; Erdem A.; Çiçek C.; Bulut I.; Soydugan F.; Soydugan E.; Bakiş V.; Demircan O. 2004. Catalogue of Algol type binary stars. *A&A*, 417, 263.

Ceraski W., 1905. Une nouvelle variable 188.1904 Draconis. *AN*, 167, 41.

Claret A. ; Gimenez A. 1989. The moment of inertia of main sequence stars. *A&AS*, 81, 37.

Cowling T.G., 1938. On the motion of the apsidal line in close binary systems. *MNRAS*, 98, 734.

Diethelm R., 2003. 162-nd list of minima of eclipsing binaries (Diethelm, 2003). *yCap*, 018543800.

Duner N. C., 1892. Observations of variable stars at the observatory in Upsala, I. *AJ*, 11, 109.

Freundlich Erwin 1958. Celestial mechanics. QB351, F68

- Goodricke John, 1783. A series of observations on, and a discovery of, the period of the variation of the light of the bright star in the head of medusa, called Algol. in a letter from John Goodricke, Esq. to the Rev. Anthony Shepherd, D. D. F. R. S. and plumian professor at Cambridge. *RSPT*, 73,474.
- Guthnick P.; Schneller, H., 1937. Benennung von veranderlichen sternern 35. Liste. *AN*, 263, 293.
- Halbedel E. M., 1984. Spectral Types of Eclipsing Binaries. *IBVS*, 2549, 1.
- Harmanec Petr, 1988, Stellar masses and radii based on modern binary data. *BAICz*, 39, 329.
- Hegedüs T., 1988. An updated list of eclipsing binaries showing apsidal motion. *BICDS*, 35, 15.
- Hegedüs T., 1989. Errata and supplement to the list of eclipting binaries showing apsidal motion. *BICDS*, 36, 23.
- Herschel Carolina, 1831. Erreta, mithetgeilt durch Miss Carolina Herschel. *AN*, 9, 397.
- Irwin John B., 1952. The determination of a light-time orbit.
- Irwin John B., 1959. Standart light- time curves, *AJ*, 64, 149.
- İbanoğlu C., 2000. Yıldız astrofiziğine giriş, Cilt 1.
- Kaitchuck R. H.; Honeycutt, R. K.; Schlegel, E. M., 1985. A survey for transient accretion disks in short-period Algol systems. II. *PASP*, 97, 1178.
- Kopal Z., 1978. Dynamics of close binary systems. *ASSL*, 68.
- Kreiner J. M., 1971. Investigation of changes in periods of eclipsing variables. *AcA*, 21, 365.
- Kreiner J. M., 1976. Changes in the Period of XZ Andromedae. *IBVS*, 1122, 1.
- Kreiner Jerzy M.; Kim C. H.; Nha I. S., 2001. An Atlas of O-C Diagrams of Eclipsing

Binary Stars. aocd.book.

Kwee K.K, van Woerden H., 1956. A method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable. *BAN*, 12, 327.

Levi-Civita T., 1937. *Am.J. Math.* 59, 225.

Li L.; Jiang D.; Zhang F., 2006. BO Vulpeculae: Is the primary surrounded by an accretion disk?

Liu Q. Y.; Yang Y. L.; Zhang Y. L.; Wang B., 1991. The contact binary system AH Tauri. *AcApS*, 11, 143.

Locher K., 2005. Minima Kurt Locher 2004-2005. *OEJV*, 3, 1.

Magalashvili N. L.; Kumsishvili J. I., 1980. An Eclipsing Variable Star Ah-Taurii. *AbaOB*, 53, 23.

Malkov O. Y.; Oblak E.; Snegireva E. A.; Torra J., 2006. A catalogue of eclipsing variables. *A&A*, 446, 785.

Mallama A. D., 1980. New ephemerides for 120 eclipsing binary stars. *ApJS*, 44, 241.

Molik P. 1998. A Contribution on the Cognition of Eclipsing Binaries of the W-UMa Type. *Stel.conf.*, 81.

Nassau J. J., 1939. Light elements and orbit of BO Vulpeculae. *AJ*, 48, 89.

Nelson R. H.; Terrell D.; Gross J., 2006. The Classical Algol XZ UMa - Observations and Analysis. *IBVS*, 5715, 1.

Petrova A. V.; Orlov V. V., 1999. Apsidal Motion in Double Stars. I. Catalog. *AJ*, 117, 587.

Pribulla T., Chochol D., Tremko J., Kreiner J. M., 2005. In *The Light-Time Effect in Astrophysics*, ed. C. Sterken, Publ. Astron. Soc. Pac., San Francisco, 103.

Qian S. B.; Zhu L. Y.; Boonruksar S., 2002. Interior structural variations in the secondary

- components of two Algol-type eclipsing binary systems: SW Cygni and RR Draconis. *A&A*, 396, 609.
- Qian Shengbang, 2003. Orbital Period Studies of Three Algols: TW And, RW Leo, and AY Vul. *PASJ*, 55, 289.
- Richards Mercedes T.; Albright G. E., 1999. Morphologies of H α Accretion Regions in Algol Binaries. *ApJS*, 123, 537.
- Romano G., 1962. New Variables. *IBVS*, 3, 1.
- Rucinski S. M. 1973. The W UMa-type Systems as Contact Binaries. I. Two Methods of Geometrical Elements Determination. Degree of Contact. *AcA*, 23, 79.
- Rucinski S. M. 1974. Binaries. II. A- and W-type Systems. The W UMa-type Systems as Contact. *AcA*, 24, 119.
- Russell H. N., 1928. On the advance of periastron in eclipsing binaries. *MNRAS*, 88, 641.
- Samolyk G., 2008. Recent Minima of 184 Eclipsing Binary Stars. *JAVSO*, 36, 186.
- Soydugan F.; Erdem A.; Doğru S. S.; Aliçavuş F.; Soydugan E.; Çiçek C.; Demircan O., 2011. Period studies of classical Algol-type binaries II: UX Leo, RW Mon, EQ Ori, XZ UMa and AX Vul. *NewA*, 16, 253.
- Sterne T.E., 1939. Apsidal motion in binary stars. *MNRAS*, 99, 451.
- Svechnikov M. A.; Kuznetsova E. F., 1990. Katalog priblizhennykh fotometricheskikh i absolutnykh elementov zatmennykh peremennykh zvezd. kpfa. book, S.
- Szafraniec R., 1956. Minima of eclipsing variables observed in 1955. *AcA*, 6, 141.
- Szafraniec R., 1957. Minima of eclipsing variables observed in 1956. *AcA*, 7, 188.
- Szafraniec R., 1958. Minima of eclipsing variables observed in 1957. *AcA*, 8, 189.
- Szafraniec R., 1959. Minima of eclipsing variables observed in 1958. *AcA*, 9, 48.
- Szafraniec R., 1966. Minima and elements of eclipsing variables. *AcA*, 16, 157.

- Doğru S. S., 2005. Etkileşen çift yıldızlarda dönem analizi. Yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Sağır U., 2006. Örten değişen yıldızlarda dönem değişiminin yıldızların fiziksel parametrelerine bağımlılığının araştırılması. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi.
- Yang Yulan; Liu Q., 2002. Period behavior of the W Ursae Majoris contact binary AH Tauri. *A&A*, 390, 555.
- Yang Y. G.; Wei J. Y.; Kreiner J. M.; Li H. L., 2010. Orbital period changes and their evolutionary status for the weak-contact binaries. III. AO Camelopardalis and AH Tauri. *AJ*, 139, 195.
- Walker R. L., 1992. The Algol Paradox: RW Leonis. *AAS*, 181, 1208.
- Wolter F., (1.Şubat.2011). Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne. e.V. <http://www.bav-astro.de/LkDB/index.php?lang=en>.
- Woltjer J., Jr., 1922. On a special case of orbit determination in the theory of eclipsing variables. *BAN*, 1, 93.
- Zasche P.; Liakos A.; Niarchos P.; Wolf M.; Manimanis V.; Gazeas K., 2009. Period changes in six contact binaries: WZ And, V803 Aql, DF Hya, PY Lyr, FZ Ori, and AH Tau. *NewA*, 14, 121.
- Zasche P.; Liakos A.; Wolf M.; Niarchos P., 2008. Period changes in six semi-detached Algol-type binaries. *NewA*, 13, 405.

EKLER

Ek.1 RR Dra sisteminin minimum zamanları

Ek.2 RW Leo sisteminin minimum zamanları

Ek.3 AH Tau sisteminin minimum zamanları

Ek.4 BO Vul sisteminin minimum zamanları

Ek.5 XZ UMa sisteminin minimum zamanları

Ek.1 RR Dra sisteminin minimum zamanları

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2414988.303	Pg	Dugan & Wright	1
2416998.373	Pg	Dugan & Wright	1
2417026.686	V	F.H.Seares	2
2417040.826	V	F.H.Seares	2
2417043.702	V	F.H.Seares	2
2417077.649	V	F.H.Seares	2
2417091.802	V	F.H.Seares	2
2417145.586	V	F.H.Seares	2
2417445.681	V	F.H.Seares	2
2417462.668	V	F.H.Seares	2
2417479.656	V	F.H.Seares	2
2419008.434	Pg	Dugan & Wright	1
2419291.544	V	R.Lehnert	3
2419325.517	V	R.Lehnert	3
2419328.348	V	R.Lehnert	3
2419574.650	V	H.Shapley [Licht.]	4
2419778.483	V	A.A.Nijland	5
2419829.440	V	A.A.Nijland	5
2419832.272	V	A.A.Nijland	5
2420027.607	V	A.A.Nijland	5
2420030.440	V	A.A.Nijland	5
2420044.605	V	A.A.Nijland	5
2420047.435	V	A.A.Nijland	5
2420214.464	V	A.A.Nijland	5
2420245.603	V	A.A.Nijland	5
2420313.550	V	A.A.Nijland	5
2420316.373	V	A.A.Nijland	5
2420330.543	V	A.A.Nijland	5
2420333.371	V	A.A.Nijland	5
2420347.522	V	A.A.Nijland	5
2420364.512	V	A.A.Nijland	5
2420398.478	V	A.A.Nijland	5
2420401.318	V	A.A.Nijland	5
2420508.910	Pg	Dugan & Wright	1

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2420520.219	V	A.A.Nijland	5
2420534.313	V	A.A.Nijland	5
2420537.215	V	A.A.Nijland	5
2420582.505	V	A.A.Nijland	5
2420585.332	V	A.A.Nijland	5
2420596.651	V	A.A.Nijland	5
2420599.483	V	A.A.Nijland	5
2420616.469	V	A.A.Nijland	5
2420684.407	V	A.A.Nijland	5
2420735.375	V	A.A.Nijland	5
2420749.531	V	A.A.Nijland	5
2420885.418	V	A.A.Nijland	5
2420888.252	V	A.A.Nijland	5
2420899.573	V	A.A.Nijland	5
2420984.501	V	A.A.Nijland	5
2421001.489	V	A.A.Nijland	5
2421018.467	V	A.A.Nijland	5
2421083.582	V	A.A.Nijland	5
2421499.748	Pg	Dugan & Wright	1
2422802.020	Pg	Dugan & Wright	1
2425095.199	Pg	Dugan & Wright	1
2426227.645	Pg	Dugan & Wright	1
2428209.419	Pg	Dugan & Wright	1
2433005.408	V	A.Szczepanowska	6
2433039.383	V	A.Szczepanowska	6
2433172.446	V	A.Szczepanowska	7
2433390.457	V	A.Szczepanowska	7
2433557.499	V	A.Szczepanowska	7
2433744.358	V	A.Szczepanowska	7
2433928.383	V	A.Szczepanowska	7
2433945.378	V	A.Szczepanowska	7
2434480.482	V	A.Szczepanowska	8
2434913.666	Pg	B.S.Whitney	9
2435029.747	Pg	B.S.Whitney	9
2435298.710	Pg	B.S.Whitney	9

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2435315.700	Pg	B.S.Whitney	9
2435333.683	Pg	B.S.Whitney	9
2435400.632	Pg	B.S.Whitney	9
2435417.619	Pg	B.S.Whitney	9
2435553.520	V	A.Szczepanowska	10
2435703.574	Pg	B.S.Whitney	9
2435720.564	V	W.Zessewitsch	11
2436207.532	V	R.Rudolph	12
2436207.534	V	W.Quester	12
2436207.535	V	A.Jahn	12
2436207.536	V	W.Braune	12
2436847.387	V	R.Rudolph	12
2436847.390	V	W.Quester	12
2437903.437	V	B.Czerlunczakiewicz	13
2437903.444	V	A.Slowik	13
2438288.493	V	K.Kordylewski	14
2439027.454	V	W.Braune	15
2439364.374	V	H.Peter	16
2439381.358	V	H.Peter	16
2440066.530	V	H.Peter	17
2440485.570	V	J.Silhan	18
2440522.370	V	R.Polloczek	18
2440522.370	V	J.Silhan	18
2440590.328	V	H.Peter	19
2440839.473	V	H.Peter	20
2440856.465	V	H.Peter	20
2440890.443	V	H.Peter	21
2441057.494	V	H.Peter	22
2441074.483	V	W.Braune	23
2441091.468	V	H.Peter	22
2441159.419	V	R.Diethelm	24
2441159.425	V	H.Peter	24
2441193.396	V	H.Peter	25
2441210.388	V	H.Peter	25
2441227.371	V	H.Peter	25

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2441261.350	V	H.Peter	26
2441411.406	V	H.Peter	27
2441561.469	V	H.Peter	28
2441595.439	V	H.Peter	29
2441742.668	V	K.Locher	30
2441762.518	V	Z.Urban	31
2441895.561	V	H.Peter	32
2441932.371	V	H.Peter	33
2442266.464	V	H.Peter	34
2442402.370	V	R.Diethelm	35
2442402.373	V	K.Locher	35
2442535.440	V	H.Peter	36
2442569.420	V	H.Peter	37
2442688.333	V	H.Peter	38
2442739.299	V	W.Braune	39
2442886.518	V	H.Peter	40
2443203.640	V	K.Locher	41
2443659.476	V	H.Peter	42
2443727.434	V	J.Mracek	43
2443727.435	V	J.Hudec	43
2443795.377	V	R.Germann	44
2443795.379	V	W.Braune	45
2443795.384	V	H.Peter	44
2443979.416	V	K.Locher	46
2444010.549	V	K.Locher	46
2444129.475	V	H.Peter	47
2444166.270	V	R.Germann	47
2444432.429	V	H.Peter	48
2444449.409	V	K.Locher	48
2444466.404	V	H.Peter	48
2444483.391	V	D.Elias	48
2444534.361	V	K.Locher	49
2444817.457	V	K.Chyzy	50
2444817.461	V	L.Barski	50
2444817.491	V	J.Mrazek	51

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2444817.494	V	V.Urminnsky	51
2444817.496	V	R.Pliska	51
2444817.497	V	N.Machkova	51
2444817.497	V	J.Silhan	51
2444834.478	V	K.Locher	52
2445222.364	V	R.Germann	53
2445222.370	V	K.Locher	53
2445236.534	V	K.Locher	53
2445471.530	V	K.Locher	54
2445771.639	V	K.Locher	55
2445893.402	V	K.Locher	56
2445893.405	V	D.Elias	56
2445944.366	V	H.Peter	56
2446261.481	V	H.Peter	57
2446329.436	V	K.Locher	58
2446329.437	V	H.Peter	58
2446612.563	V	K.Locher	59
2446700.339	V	K.Locher	60
2446932.515	V	K.Locher	61
2447068.420	V	K.Locher	61
2447068.423	V	H.Peter	61
2447170.351	V	E.Blättler	62
2447368.544	V	M.Kohl	63
2447456.360	V	H.Peter	64
2447654.502	V	K.Locher	65
2447824.391	V	H.Peter	66
2447824.393	V	K.Locher	66
2447954.629	V	K.Locher	67
2448042.402	V	H.Peter	68
2448042.404	V	K.Locher	68
2448144.332	V	K.Locher	69
2448144.339	V	H.Peter	69
2448178.314	V	H.Peter	69
2448260.422	V	K.Locher	70
2448444.457	V	H.Peter	71

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2448495.417	V	K.Locher	71
2448495.425	V	H.Peter	71
2448546.386	V	H.Peter	72
2448597.341	V	H.Peter	72
2448795.529	V	K.Locher	73
2448934.282	V	K.Locher	74
2449132.478	V	H.Peter	75
2449166.453	V	H.Peter	75
2449217.421	V	H.Peter	76
2449251.389	V	K.Locher	76
2449251.389	V	H.Peter	76
2449486.393	V	H.Peter	77
2449486.396	V	K.Locher	77
2449568.495	V	M.Kohl	78
2449888.441	V	H.Peter	79
2449905.434	V	H.Peter	80
2449990.369	V	K.Locher	80
2449990.375	V	H.Peter	80
2450188.566	V	K.Locher	81
2450290.486	V	H.Peter	81
2450392.412	V	K.Locher	82
2450678.377	V	H.Peter	83
2450692.539	V	K.Locher	83
2450862.420	V	K.Locher	84
2450862.424	V	M.Kohl	85
2450961.507	V	K.Locher	85
2451043.6183	Pe	Smith & Caton	86
2451080.430	V	J.Gensler	87
2451199.338	V	K.Locher	88
2451315.4247	Pe	F.Agerer	89
2451315.4247	Pe	F.Agerer	89
2451363.550	V	K.Locher	90
2451414.5215	Pe	K.& M.Rätz	89
2451615.550	V	K.Locher	91
2451864.706	V	K.Locher	92

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2452000.614	V	K.Locher	93
2452190.302	V	K.Locher	94
2452456.441	V	K.Locher	95
2452722.597	V	K.Locher	96
2452858.499	V	K.Locher	97
2452858.4992	Pe	L.Kotková & M.Wolf	98
2453226.573	V	K.Locher	99
2453900.4166	Pe	Agerer	100
2454200.5341	C	F.Agerer	101
2454613.9033	C	P.Zasche (ESA INTEGRAL)	102
2455160.3391	C	N.Erkan ve ark.	103
2455344.3710	C	T.Bedel	104

Ek.2 RW Leo sisteminin minimum zamanları

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2420960.434	V	C.Hoffmeister	105
2420987.352	V	C.Hoffmeister	105
2421251.518	V	C.Hoffmeister	105
2421256.556	V	C.Hoffmeister	105
2421342.365	V	C.Hoffmeister	105
2421665.400	V	C.Hoffmeister	105
2421697.376	V	C.Hoffmeister	105
2422412.455	V	C.Hoffmeister	105
2422429.276	V	C.Hoffmeister	105
2423514.516	V	A.A.Nijland	106
2424150.513	V	A.A.Nijland	106
2424261.561	V	A.A.Nijland	106
2424584.603	V	A.A.Nijland	106
2424993.459	V	A.A.Nijland	106
2425326.601	V	A.A.Nijland	106
2425375.389	V	A.A.Nijland	106
2426038.300	V	A.A.Nijland	106
2435241.788	Pg	B.S.Whitney	107
2435549.695	Pg	B.S.Whitney	107
2435623.725	Pg	B.S.Whitney	107
2436249.624	Pg	B.S.Whitney	107
2440698.254	V	J.Silhan	108
2441751.544	V	K.Locher	30
2442165.397	V	K.Locher	109
2442424.571	V	K.Locher	110
2442478.413	V	K.Locher	111
2442510.375	V	K.Locher	36
2442774.544	V	K.Locher	112
2442828.370	V	K.Locher	113
2442838.464	V	H.Peter	113
2442838.476	V	K.Locher	113
2443139.654	V	K.Locher	114
2443161.525	V	K.Locher	41
2443188.444	V	K.Locher	41

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2443188.451	V	H.Peter	41
2443210.315	V	K.Locher	115
2443457.647	V	K.Locher	116
2443957.380	V	K.Locher	117
2444290.520	V	K.Locher	118
2444650.588	V	K.Locher	119
2445022.433	V	J.Silhan	51
2445791.367	V	J.Silhan	51
2446770.615	V	K.Locher	120
2447921.477	V	A.Dedoch	121
2447921.480	V	J.Borovicka	121
2449055.50	Pe	A.Paschke	122
2449743.669	V	K.Locher	78
2450571.4637	Pe	E.Blättler	83
2451303.377	V	K.Locher	90
2451626.4107	Pe	M.Zejda	123
2451636.515	V	K.Locher	91
2451685.3088	Pe	M.Zejda	123
2452395.347	V	K.Locher	95
2452750.365	V	K.Locher	96
2453029.6429	Pe	M.Zejda	124
2453135.6407	Pe	S.Dvorak	125
2453374.567	V	K.Locher	99
2453771.63309	C	P.Svoboda	126
2453771.63378	C	P.Svoboda	126
2453771.63448	C	P.Svoboda	126
2454138.4234	C	S.Dogru et al.	127
2454150.2001	C	K.Nakajima	128
2454202.3591	C	T.Borkovits ve ark.	129
2454207.4032	C	U.Schmidt	101
2454207.4065	C	F.Agerer	101
2454207.4071	C	M.Lehky	130
2454939.3062	C	S.Dogru ve ark.	127
2455326.2869	C	T.Bedel	104
2454939.3062	C	R.Diethelm	131

Ek.3 AH Tau sisteminin minimum zamanları

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2431062.5106	Pg	L.Binnendijk	132
2431142.3516	Pg	L.Binnendijk	132
2431143.3511	Pg	L.Binnendijk	132
2431144.3497	Pg	L.Binnendijk	132
2431145.3483	Pg	L.Binnendijk	132
2431822.3390	Pg	L.Binnendijk	132
2431824.3357	Pg	L.Binnendijk	132
2432118.7518	Pg	L.Binnendijk	132
2432172.6451	Pg	L.Binnendijk	132
2432832.6723	Pg	L.Binnendijk	132
2432852.6339	Pg	L.Binnendijk	132
2432864.6082	Pg	L.Binnendijk	132
2432880.5786	Pg	L.Binnendijk	132
2432883.5702	Pg	L.Binnendijk	132
2436522.383	Pg	G.Romano	133
2436574.278	Pg	G.Romano	133
2436578.267	Pg	G.Romano	133
2436581.262	Pg	G.Romano	133
2436596.232	Pg	G.Romano	133
2436598.239	Pg	G.Romano	133
2436599.237	Pg	G.Romano	133
2436843.419	Pg	G.Romano	133
2436867.368	Pg	G.Romano	133
2439824.8471	Pe	B.B.Bookmyer	134
2439876.417	V	K.Locher	135
2441664.264	V	R.Diethelm	136
2441719.324	V	R.Diethelm	137
2442403.247	V	R.Diethelm	35
2442433.349	V	K.Locher	110
2442439.338	V	R.Diethelm	110
2442446.332	V	K.Locher	111
2442447.332	V	K.Locher	111
2442448.317	V	R.Diethelm	111
2442450.309	V	R.Diethelm	111

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2442450.312	V	K.Locher	111
2442452.308	V	R.Diethelm	111
2442743.578	V	K.Locher	38
2442748.3969	Pe	Magalashv ve Kumsis	138
2442750.3929	Pe	Magalashv ve Kumsis	138
2442772.340	V	K.Locher	112
2442777.333	V	R.Diethelm	112
2443462.3183	Pe	Magalashv ve Kumsis	138
2443491.253	V	A.Royer	139
2443832.404	V	K.Locher	140
2443848.532	V	K.Locher	141
2443936.362	V	R.Diethelm	117
2444116.644	V	K.Locher	142
2444252.395	V	R.Diethelm	118
2444291.326	V	R.Diethelm	118
2444295.308	V	R.Diethelm	118
2444298.305	V	R.Diethelm	118
2444299.310	V	R.Diethelm	118
2444304.301	V	R.Diethelm	143
2444628.323	V	R.Diethelm	144
2445269.382	V	K.Locher	145
2445401.284	V	R.Germann	146
2445404.281	V	R.Germann	146
2445635.322	V	R.Germann	147
2445641.307	V	R.Germann	147
2445647.290	V	R.Germann	147
2445730.296	V	K.Locher	148
2446321.630	V	R.Germann	149
2446413.287	V	R.Germann	150
2446661.611	V	K.Locher	60
2446771.0538	Pe	L.Qingyao ve ark.	151
2446771.0544	Pe	L.Qingyao ve ark.	151
2446771.2208	Pe	L.Qingyao ve ark.	151
2446771.2210	Pe	L.Qingyao ve ark.	151
2446772.0524	Pe	L.Qingyao ve ark.	151

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2446772.0527	Pe	L.Qingyao ve ark.	151
2446772.2182	Pe	L.Qingyao ve ark.	151
2446772.2182	Pe	L.Qingyao ve ark.	151
2446827.284	V	K.Locher	120
2446862.378	V	E.Blättler	61
2446876.345	V	E.Blättler	61
2446892.317	V	E.Blättler	61
2447041.526	V	K.Locher	152
2447097.406	V	K.Locher	153
2447151.313	V	E.Blättler	62
2447169.270	V	R.Germann	62
2447174.260	V	R.Germann	62
2447205.371	V	E.Blättler	154
2447206.359	V	H.Peter	62
2447209.348	V	H.Peter	62
2447231.316	V	H.Peter	154
2447415.610	V	K.Locher	63
2447526.395	V	H.Peter	64
2447528.387	V	H.Peter	155
2447535.368	V	H.Peter	155
2447555.330	V	H.Peter	155
2447566.303	V	H.Peter	155
2447573.295	V	K.Locher	155
2447757.598	V	K.Locher	65
2447840.591	V	K.Locher	66
2447895.320	V	H.Peter	67
2447912.289	V	H.Peter	67
2447918.438	V	H.Peter	67
2447932.413	V	H.Peter	67
2447945.384	V	K.Locher	67
2447956.364	V	H.Peter	67
2448153.642	V	K.Locher	69
2448179.427	V	H.Peter	69
2448205.369	V	H.Peter	70
2448260.423	V	K.Locher	70

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2448290.370	V	H.Peter	70
2448329.287	V	H.Peter	70
2448489.627	V	K.Locher	71
2448571.315	V	K.Locher	72
2448625.374	V	H.Peter	156
2448867.555	V	K.Locher	74
2448968.522	Pe	A.Paschke	122
2449001.292	V	K.Locher	122
2449002.296	V	H.Peter	122
2449056.352	V	H.Peter	122
2449057.345	V	H.Peter	122
2449198.561	V	K.Locher	75
2449340.267	V	K.Locher	76
2449384.369	V	H.Peter	77
2449393.344	V	K.Locher	77
2449418.289	V	H.Peter	77
2449615.567	V	K.Locher	157
2449631.372	V	H.Peter	78
2449694.237	V	K.Locher	78
2449781.406	V	H.Peter	78
2450042.392	V	H.Peter	158
2450079.309	V	K.Locher	158
2450279.570	V	K.Locher	159
2450370.390	V	H.Peter	159
2450421.463	V	K.Locher	82
2450422.300	V	H.Peter	82
2450486.339	V	H.Peter	82
2450691.597	V	K.Locher	83
2450754.466	Pe	A.Paschke	83
2450761.284	V	K.Locher	160
2450855.275	V	H.Peter	84
2451033.581	V	K.Locher	85
2451138.539	V	K.Locher	88
2451411.495	V	K.Locher	161
2451549.227	V	K.Locher	91

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2451797.571	V	K.Locher	162
2451823.8420	Pe	R.H.Nelson	163
2451855.461	V	K.Locher	92
2451926.3034	Pe	R.Diethelm	92
2451932.6279	Pe	B.Krobusek	92
2451955.4131	Pe	F.Agerer	164
2451956.2455	Pe	T.Pribulla ve ark.	165
2451956.2459	Pe	T.Pribulla ve ark.	165
2452145.5354	Pe	M.Zejda	124
2452193.611	V	K.Locher	94
2452195.4372	Pe	S.Parimucha ve ark.	166
2452195.6032	Pe	S.Parimucha ve ark.	166
2452203.4208	Pe	S.Parimucha ve ark.	166
2452229.5353	Pe	F.Agerer	164
2452237.361	V	K.Locher	167
2452246.3351	Pe	SZ.Csizmadia ve ark.	168
2452278.2731	Pe	S.Parimucha ve ark.	166
2452278.4389	Pe	S.Parimucha ve ark.	166
2452501.499	V	K.Locher	95
2452532.607	V	K.Locher	96
2452555.7219	C	S.Dvorak	169
2452565.7021	C	S.Dvorak	169
2452578.5104	Pe	V.Bakis ve ark.	170
2452607.9552	Pe	Nakajima	171
2452608.1225	Pe	Nakajima	171
2452689.2896	Pe	F.Agerer	172
2452876.595	V	K.Locher	97
2452891.8882	Pe	R.Nelson	173
2452904.5265	Pe	T.Pribulla ve ark.	174
2452929.4800	Pe	K. & M. Rätz	175
2452947.2789	Pe	C.-H.Kim ve ark.	176
2452957.2588	Pe	T.Pribulla ve ark.	174
2452957.4246	Pe	T.Pribulla ve ark.	174
2452964.7438	C	S.Dvorak	169
2452971.3916	Pe	T.Pribulla ve ark.	174

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2452972.2230	Pe	T.Pribulla ve ark.	174
2452972.3895	Pe	T.Pribulla ve ark.	174
2452993.5200	C	S.Dvorak	169
2452997.6735	Pe	K.N.Byboth ve ark.	177
2453004.8272	Pe	K.N.Byboth ve ark.	177
2453005.6595	Pe	K.N.Byboth ve ark.	177
2453298.581	V	K.Locher	99
2453313.7179	C	S.Dvorak	169
2453328.7072	C	W.Ogloza ve ark.	178
2453347.6456	C	W.Ogloza ve ark.	178
2453349.3137	Pe	F.Agerer	179
2453349.4809	Pe	F.Agerer	179
2453349.6461	Pe	F.Agerer	179
2453360.2906	Pe	F.Agerer	179
2453360.4589	Pe	F.Agerer	179
2453360.6249	Pe	F.Agerer	179
2453613.629	V	K.Locher	99
2454050.4241	Pe	Sz.Csizmadia ve ark.	180
2454057.4103	Pe	S. Dogru ve ark.	181
2454099.32718	C	P.Zasche ve ark.	182
2454115.29518	C	P.Zasche ve ark.	182
2454116.29366	C	R.Ehrenberger	126
2454126.6057	C	R.Nelson	183
2454145.5677	C	S.Dvorak	184
2454388.585	C	A.Paschke	185
2454423.1847	C	H.Itoh	128
2454434.4958	C	S.Parimucha ve ark.	166
2454455.4535	C	F.Agerer	186
2454475.5807	C	S.Dvorak	187
2454475.7472	C	S.Dvorak	187
2454505.3542	C	M.Wischnewski	186
2454513.3391	C	G.Marino ve ark.	188
2454720.5937	C	S.Parimucha ve ark.	166
2454736.8952	C	S.Dvorak	187
2454781.3074	C	F.Agerer	189

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2454833.7012	C	R.Diethelm	190
2454848.6737	C	S.Dvorak	191
2455133.1085	C	K.Shiokawa	192
2455133.2746	C	K.Shiokawa	192
2455156.5557	C	T.Bedel	104
2455192.6539	C	R.Diethelm	193
2455216.2765	C	S.Parimucha ve ark.	194
2455482.5810	C	S.Parimucha ve ark.	194
2455501.3768	C	S.Parimucha ve ark.	194

Ek.4 BO Vul sisteminin minimum zamanları

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2415162.40	Pg	N.Grigorieva	195
2427304.803	Pg	J.J.Nassau	196
2428065.651	V	J.Piegza	197
2429984.332	Pg	S.Gaposckin	198
2430313.277	Pg	E.Starick	199
2431671.453	Pg	E.Starick	199
2432379.766	Pg	J.Ashbrook	200
2432381.727	Pg	J.Ashbrook	200
2432416.729	Pg	J.Ashbrook	200
2432463.438	Pg	J.Ashbrook	200
2432500.419	Pg	J.Ashbrook	200
2432710.500	Pg	E.Starick	199
2432998.622	Pg	E.Starick	199
2433060.848	Pg	J.Ashbrook	200
2433099.767	Pg	J.Ashbrook	200
2433185.299	Pg	E.Starick	199
2433461.702	Pg	J.Ashbrook	200
2433506.477	Pg	E.Starick	199
2433586.258	Pg	E.Starick	199
2433792.499	V	R.Szafraniec	201
2433827.489	Pg	E.Starick	199
2433831.465	Pg	E.Starick	199
2434150.518	Pg	E.Starick	199
2434152.523	Pg	E.Starick	199
2434183.635	Pg	J.Ashbrook	202
2434191.467	Pg	E.Starick	199
2434224.470	Pg	E.Starick	199
2434224.506	V	R.Szafraniec	203
2434290.655	Pg	J.Ashbrook	202
2434304.276	Pg	E.Starick	199
2434304.312	Pg	E.Starick	199
2434623.374	Pg	E.Starick	199
2434623.412	V	R.Szafraniec	204
2434627.362	Pg	E.Starick	199

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2434660.306	Pg	E.Starick	199
2434662.312	Pg	E.Starick	199
2434662.348	Pg	E.Starick	199
2434664.311	Pg	E.Starick	199
2434872.547	Pg	E.Starick	199
2434979.514	V	R.Szafraniec	205
2435063.240	Pg	E.Starick	199
2435226.576	Pg	E.Starick	199
2435304.442	Pg	E.Starick	199
2435306.445	Pg	E.Starick	199
2435339.507	V	R.Szafraniec	206
2435343.367	Pg	E.Starick	199
2435376.474	V	R.Szafraniec	206
2435419.267	Pg	E.Starick	199
2435551.627	Pg	E.Starick	199
2435664.465	Pg	E.Starick	199
2435701.437	V	W.Zessewitsch	207
2435701.438	V	W.Zonn	208
2435701.492	Pg	E.Starick	199
2435703.379	V	W.Zessewitsch	207
2435742.299	V	R.Szafraniec	199
2435742.303	Pg	E.Starick	199
2435779.287	Pg	E.Starick	199
2435781.282	Pg	E.Starick	209
2435985.508	Pg	E.Starick	199
2435985.510	Pg	H.Huth	210
2435989.429	V	R.Szafraniec	211
2436022.494	Pg	E.Starick	199
2436024.447	Pg	E.Starick	199
2436024.480	Pg	H.Huth	210
2436133.421	V	R.Szafraniec	211
2436135.329	Pg	E.Starick	199
2436137.293	Pg	H.Huth	210
2436349.417	V	R.Szafraniec	212
2436452.546	V	J.Kordylewski	208

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2436452.5476	V	K.Kordylewski	213
2436452.5503	V	J.Kordylewska	208
2436454.4948	V	J.Kordylewska	208
2436454.4948	V	K.Kordylewski	208
2436454.495	V	P.Flin	214
2436454.495	V	M.Mazur	214
2436454.498	V	B.Kubica	214
2436456.402	Pg	H.Huth	210
2436456.4363	V	J.Kordylewska	208
2436456.4386	V	J.Kordylewski	213
2436456.439	V	Z.Szpor	214
2436456.441	V	B.Kubica	214
2436456.444	V	J.Swiercz	214
2436456.445	V	L.Wilkosz	214
2436456.446	V	T.Wierzbicki	214
2436460.331	Pg	H.Huth	210
2436816.431	Pg	H.Huth	210
2437172.514	V	J.Rodzinski	208
2437172.520	V	E.Szeligiewicz	215
2437172.526	V	P.Flin	214
2437174.459	Pg	H.Huth	210
2437820.525	Pg	H.Huth	210
2437857.463	Pg	H.Huth	210
2437933.368	Pg	H.Huth	210
2437935.296	Pg	H.Huth	210
2438289.446	Pg	H.Huth	210
2438328.395	Pg	H.Huth	210
2438367.245	Pg	H.Huth	210
2438538.514	V	J.Zidu	216
2438538.514	V	V.Znojil	216
2438651.398	Pg	H.Huth	210
2438935.473	V	R.Szafraniec	217
2439293.512	V	R.Szafraniec	218
2440447.407	V	J.Kalinak	18
2440447.407	V	J.Silhan	18

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2440447.408	V	Z.Gomory	18
2440447.408	V	L.Kulcar	18
2441126.518	V	H.Peter	24
2441163.489	Pg	P.Ahnert	219
2441165.434	V	H.Peter	220
2441202.407	V	H.Peter	25
2441241.326	V	H.Peter	25
2441243.272	V	H.Peter	25
2441276.349	V	H.Peter	26
2441490.401	V	R.Diethelm	27
2441560.450	V	H.Peter	28
2441562.396	V	H.Peter	28
2441599.367	V	R.Diethelm	29
2441599.369	V	H.Peter	29
2441848.442	V	H.Peter	32
2441848.443	V	K.Locher	32
2441920.431	V	A.Pas	31
2441920.431	V	Z.Urban	31
2441959.356	V	S.Paschke	31
2441959.357	V	I.Kohoutek	31
2441959.357	V	K.Locher	221
2441961.302	V	K.Locher	221
2441996.329	V	K.Locher	221
2442276.544	V	K.Locher	34
2442319.342	V	V.Znojil	222
2442319.345	V	J.Dokoupil	222
2442601.496	V	H.Peter	37
2442634.563	V	K.Locher	37
2442638.466	V	K.Locher	37
2442679.329	V	K.Locher	38
2442681.271	V	K.Locher	38
2442716.301	V	K.Locher	38
2442718.246	V	K.Locher	38
2442885.590	V	K.Locher	223
2442922.562	V	K.Locher	223

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2442926.454	V	K.Locher	223
2442926.456	V	H.Peter	223
2442961.472	V	H.Peter	224
2442961.479	V	K.Locher	224
2442996.506	V	K.Locher	224
2442996.507	V	H.Peter	224
2442998.451	V	K.Locher	224
2443021.800	V	D.Ruokonen	225
2443021.807	V	G.Samolyk	225
2443076.286	V	K.Locher	226
2443284.496	V	K.Locher	115
2443344.817	V	G.Samolyk	225
2443346.762	V	D.Ruokonen	225
2443393.469	V	K.Locher	116
2443397.353	V	K.Locher	116
2443399.296	V	K.Locher	116
2443712.585	V	K.Locher	227
2443718.421	V	K.Locher	227
2443741.772	V	G.Samolyk	225
2443755.394	V	H.Peter	44
2443790.415	V	H.Peter	44
2443794.312	V	H.Peter	44
2443831.283	V	K.Locher	140
2443831.284	V	H.Peter	140
2443833.224	V	K.Locher	140
2444002.518	V	K.Locher	46
2444072.570	V	K.Locher	142
2444115.377	V	H.Peter	142
2444189.320	V	H.Peter	47
2444189.321	V	K.Locher	47
2444360.554	V	K.Locher	143
2444395.583	V	K.Locher	228
2444438.391	V	R.Diethelm	48
2444463.691	V	G.Hanson	225
2444469.516	V	R.Pliska	51

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2444469.526	V	J.Manek	43
2444473.420	V	D.Elias	48
2444475.359	V	N.Stoikidis	229
2444475.363	V	A.Parris	229
2444510.389	V	H.Peter	229
2444512.337	V	H.Peter	229
2444512.339	V	K.Locher	229
2444586.279	V	H.Peter	144
2444586.281	V	K.Locher	144
2444679.680	V	K.Locher	119
2444755.571	V	K.Locher	230
2444757.515	V	K.Locher	231
2444761.407	V	K.Locher	231
2444786.706	V	G.Samolyk	225
2444831.458	V	K.Locher	52
2444835.351	V	K.Locher	52
2444835.352	V	H.Peter	52
2444872.330	V	N.Stoikidis	232
2444907.341	V	N.Stoikidis	232
2444909.291	V	N.Stoikidis	232
2444911.240	V	H.Peter	232
2445043.558	V	K.Locher	233
2445078.584	V	K.Locher	234
2445080.531	V	K.Locher	234
2445080.533	V	T.Schildknecht	234
2445115.557	V	H.Peter	235
2445191.448	V	H.Peter	53
2445193.391	V	H.Peter	53
2445193.394	V	K.Locher	53
2445224.528	V	H.Peter	53
2445228.418	V	H.Peter	53
2445230.364	V	K.Locher	53
2445230.365	V	H.Peter	53
2445232.311	V	K.Locher	53
2445269.282	V	K.Locher	145

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2445541.707	V	G.Samolyk	225
2445586.466	V	K.Locher	236
2445588.407	V	N.Kesslerova	51
2445588.407	V	J.Mrazek	51
2445588.408	V	P.Lutcha	51
2445588.409	V	V.Wagner	51
2445588.410	V	Z.Mikulasek	51
2445590.347	V	N.Stoikidis	236
2445590.354	V	A.Parris	236
2445629.272	V	K.Locher	147
2445874.454	V	H.Peter	237
2445911.428	V	H.Peter	56
2445913.373	V	K.Locher	56
2445915.317	V	K.Locher	56
2445944.496	V	M.Kohl	238
2445946.443	V	M.Kohl	238
2445946.453	V	H.Peter	238
2445975.643	V	D.Williams	225
2445977.588	V	D.Williams	225
2445987.313	V	K.Locher	238
2446263.635	V	G.Samolyk	225
2446269.451	V	R.Germann	57
2446269.469	V	M.Kohl	57
2446269.473	V	H.Peter	57
2446271.417	V	H.Peter	57
2446308.387	V	K.Locher	58
2446345.356	V	K.Locher	58
2446627.514	V	A.Paschke	60
2446701.452	V	R.Germann	60
2446705.342	V	R.Germann	60
2446705.350	V	H.Peter	60
2446707.297	V	H.Peter	60
2446732.594	V	M.Baldwin	225
2446734.538	V	M.Baldwin	225
2446742.320	V	K.Locher	120

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2446742.326	V	H.Peter	120
2446769.565	V	G.Samolyk	225
2446913.559	V	K.Locher	239
2446987.505	V	K.Locher	61
2447024.478	V	H.Peter	152
2447028.362	V	K.Locher	152
2447061.453	V	H.Peter	153
2447063.394	V	H.Peter	153
2447234.638	V	K.Locher	154
2447347.501	V	K.Locher	63
2447384.463	V	I.Lizalova	240
2447384.465	V	P.Troubil	240
2447384.465	V	M.Znojilova	240
2447384.467	V	H.Peter	63
2447384.468	V	P.Kucera	240
2447384.483	V	P.Svoboda T.	240
2447413.658	V	M.Baldwin	225
2447423.390	V	H.Peter	63
2447448.685	V	M.Baldwin	225
2447460.347	V	K.Locher	64
2447462.308	V	H.Peter	64
2447670.516	V	K.Locher	65
2447707.491	V	J.Dusek	240
2447736.675	V	M.Baldwin	225
2447742.510	V	H.Peter	92
2447808.668	V	M.Baldwin	225
2447810.617	V	R.Hill	225
2447810.620	V	M.Baldwin	225
2447818.399	V	H.Peter	66
2447822.294	V	K.Locher	66
2447857.317	V	H.Peter	66
2447859.266	V	H.Peter	66
2448028.548	V	K.Locher	68
2448069.421	V	H.Peter	68
2448106.396	V	H.Peter	69

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2448143.359	V	K.Locher	69
2448143.362	V	H.Peter	69
2448176.440	V	H.Peter	69
2448178.388	V	H.Peter	69
2448312.648	V	K.Locher	70
2448429.404	V	K.Locher	71
2448429.406	V	H.Peter	71
2448454.702	V	M.Baldwin	225
2448460.538	V	H.Peter	71
2448460.539	V	K.Hornoch	121
2448466.375	V	H.Peter	71
2448491.671	V	M.Baldwin	225
2448499.455	V	H.Peter	71
2448503.345	V	H.Peter	72
2448530.589	V	M.Baldwin	225
2448538.372	V	H.Peter	72
2448773.822	V	G.Samolyk	225
2448783.549	V	K.Locher	73
2448789.386	V	H.Peter	73
2448851.655	V	M.Baldwin	225
2448859.439	V	H.Peter	74
2448888.626	V	M.Baldwin	225
2448888.630	V	G.Samolyk	225
2448890.572	V	M.Baldwin	225
2449133.805	V	M.Baldwin	225
2449147.431	V	K.Locher	75
2449147.431	V	H.Peter	75
2449211.640	V	M.Baldwin	225
2449219.421	V	H.Peter	76
2449221.368	V	H.Peter	76
2449260.283	V	K.Locher	76
2449285.583	V	D.Williams	225
2449534.653	V	M.Baldwin	225
2449544.381	V	K.Locher	157
2449577.462	V	W.Kriebel	241

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2449581.355	V	H.Peter	157
2449602.758	V	M.Baldwin	225
2449653.347	V	K.Locher	78
2449680.592	V	M.Baldwin	225
2449865.447	V	K.Locher	79
2449927.715	V	M.Baldwin	242
2449935.500	V	H.Peter	80
2449964.688	V	J.McKenna	242
2449978.305	V	K.Locher	80
2450003.606	V	J.McKenna	242
2450013.333	V	H.Peter	80
2450145.651	V	K.Locher	158
2450285.758	V	M.Baldwin	242
2450291.594	V	K.Locher	81
2450320.783	V	G.Samolyk	242
2450320.785	V	D.Williams	242
2450326.617	V	M.Baldwin	242
2450332.461	V	K.Locher	159
2450334.404	V	H.Peter	159
2450336.352	V	M.Kohl	82
2450363.591	V	M.Baldwin	242
2450369.426	V	H.Peter	159
2450410.294	V	K.Locher	82
2450573.745	V	M.Baldwin	242
2450583.478	V	K.Locher	83
2450649.633	V	J.McKenna	242
2450684.658	V	J.McKenna	242
2450692.442	V	H.Peter	83
2450719.682	V	M.Baldwin	242
2450723.575	V	M.Baldwin	242
2450731.359	V	H.Peter	160
2450941.508	V	K.Locher	85
2451015.4486	V	M.Netolicky	243
2451015.4506	V	J.Barton	243
2451015.4534	V	J.Cechal	243

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2451015.4576	V	J.Cerny	243
2451015.4576	V	L.Filipenska	243
2451015.4576	V	S.Macuchova	243
2451040.746	V	M.Baldwin	242
2451044.6383	C	G.Samolyk	242
2451079.664	V	M.Baldwin	242
2451167.229	V	K.Locher	88
2451334.568	V	K.Locher	90
2451367.649	V	J.McKenna	244
2451375.4339	V	S.Macuchova	243
2451375.4353	V	J.Gozdal	243
2451375.4360	V	J.Cechal	243
2451375.4408	V	L.Filipenska	243
2451412.399	V	K.Locher	161
2451435.754	V	M.Baldwin	244
2451437.699	V	M.Baldwin	244
2451439.646	V	M.Baldwin	244
2451439.646	V	D.Williams	244
2451476.6134	C	G.Samolyk	244
2451659.522	V	K.Locher	91
2451696.494	V	K.Locher	162
2451727.631	V	J.McKenna	244
2451741.436	V	J.Gozdal	126
2451836.5941	C	G.Samolyk	244
2451838.540	V	M.Baldwin	244
2451846.324	V	K.Locher	92
2452056.471	V	K.Locher	93
2452085.661	V	M.Baldwin	244
2452165.440	V	K.Locher	94
2452196.566	V	J.McKenna	244
2452198.521	V	W.Anthony	244
2452412.564	V	K.Locher	95
2452513.743	V	R.Hill	244
2452517.638	V	M.Baldwin	244
2452601.307	V	K.Locher	96

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2452815.3521	C	A.Erdem ve ark.	245
2452875.675	V	D.Williams	244
2452885.404	V	K.Locher	97
2452893.1873	Pe	T.Krajci	246
2452951.5633	C	G.Samolyk	244
2453206.470	V	K.Locher	99
2453274.5755	C	G.Samolyk	169
2453566.456	V	K.Locher	99
2453589.8033	C	G.Samolyk	169
2454274.7387	C	J.Bialozynski	169
2454708.6609	C	G.Samolyk	247
2454988.8636	C	R.Nelson	248
2455041.4015	C	J.Schirmer	249
2455062.8061	C	G.Samolyk	250
2455105.6149	C	G.Samolyk	251
2455154.2614	C	N.Erkan ve ark.	103
2455366.3584	C	T.Bedel	104
2455398.4621	C	S.Dogru ve ark.	252

Ek.5 XZ UMa sisteminin minimum zamanları

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2414995.821	Pg	H.Bauernfeind	253
2415462.724	Pg	H.Bauernfeind	253
2416051.960	Pg	H.Bauernfeind	253
2416226.655	Pg	H.Bauernfeind	253
2416447.882	Pg	H.Bauernfeind	253
2416583.589	Pg	H.Bauernfeind	253
2417683.633	Pg	H.Bauernfeind	253
2418073.572	Pg	H.Bauernfeind	253
2418409.734	Pg	H.Bauernfeind	253
2418679.932	Pg	H.Bauernfeind	253
2419036.809	Pg	H.Bauernfeind	253
2419317.873	Pg	H.Bauernfeind	253
2419492.618	Pg	H.Bauernfeind	253
2419497.566	Pg	H.Bauernfeind	253
2419497.588	Pg	H.Bauernfeind	253
2419513.523	Pg	H.Bauernfeind	253
2419751.876	Pg	H.Bauernfeind	253
2419794.654	Pg	H.Bauernfeind	253
2420439.915	Pg	H.Bauernfeind	253
2421142.894	Pg	H.Bauernfeind	253
2421323.666	Pg	H.Bauernfeind	253
2421626.789	Pg	H.Bauernfeind	253
2422687.780	Pg	H.Bauernfeind	253
2424908.797	Pg	H.Bauernfeind	253
2424919.729	Pg	H.Bauernfeind	253
2425672.626	Pg	H.Bauernfeind	253
2425893.862	Pg	H.Bauernfeind	253
2425941.899	Pg	H.Bauernfeind	253
2425981.885	Pg	H.Bauernfeind	253
2426300.915	Pg	H.Bauernfeind	253
2426387.796	Pg	H.Bauernfeind	253
2426690.871	Pg	H.Bauernfeind	253
2426711.721	Pg	H.Bauernfeind	253
2426750.778	Pg	H.Bauernfeind	253

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2426776.573	Pg	H.Bauernfeind	253
2426782.533	Pg	H.Bauernfeind	253
2427459.756	Pg	H.Bauernfeind	253
2427459.765	Pg	H.Bauernfeind	253
2427530.604	Pg	H.Bauernfeind	253
2428635.610	Pg	H.Bauernfeind	253
2428878.837	Pg	H.Bauernfeind	253
2429235.773	Pg	H.Bauernfeind	253
2429339.574	Pg	H.Bauernfeind	253
2429612.805	Pg	H.Bauernfeind	253
2429620.849	Pg	H.Bauernfeind	253
2429631.758	Pg	H.Bauernfeind	253
2429631.774	Pg	H.Bauernfeind	253
2429631.814	Pg	H.Bauernfeind	253
2429658.737	Pg	H.Bauernfeind	253
2430763.666	Pg	H.Bauernfeind	253
2431814.797	Pg	H.Bauernfeind	253
2433358.580	Pg	H.Bauernfeind	253
2435127.278	V	W.Reim	254
2439521.609	V	L.Hazel	255
2440291.557	V	J.Bortle	256
2440302.556	V	J.Bortle	256
2440319.669	V	J.Bortle	256
2440363.669	V	J.Bortle	256
2440725.486	V	R.Diethelm	257
2440988.273	V	K.Locher	258
2441027.393	V	R.Diethelm	259
2441028.609	V	R.Diethelm	259
2441050.601	V	E.Mayer	260
2441215.611	V	R.Diethelm	220
2441302.406	V	R.Diethelm	26
2441379.411	V	H.Peter	261
2441390.407	V	H.Peter	261
2441395.293	V	Z.Klimek	262
2441401.423	V	H.Peter	27

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2441434.407	V	H.Peter	27
2441434.409	V	R.Diethelm	27
2441748.546	V	E.Mayer	263
2441753.438	V	H.Peter	30
2441764.431	V	H.Peter	30
2441765.662	V	E.Mayer	263
2441819.448	V	K.Locher	264
2441830.448	V	K.Locher	264
2442073.678	V	E.Mayer	265
2442105.462	V	K.Locher	266
2442132.359	V	H.Peter	266
2442132.362	V	R.Diethelm	266
2442149.447	V	K.Locher	109
2442402.489	V	K.Locher	35
2442463.599	V	G.Samolyk	267
2442469.707	V	K.Simmons	267
2442469.709	V	R.Harvin	267
2442474.601	V	R.Harvin	267
2442480.708	V	R.Harvin	267
2442485.595	V	G.Fortier	267
2442486.822	V	G.Wedemayer	267
2442486.823	V	G.Samolyk	267
2442491.709	V	M.Baldwin	267
2442491.717	V	R.Harvin	267
2442507.592	V	G.Wedemayer	267
2442507.598	V	E.Mayer	267
2442518.597	V	R.Harvin	267
2442518.602	V	W.Farrar	267
2442529.600	V	E.Mayer	267
2442561.384	V	H.Peter	36
2442572.374	V	K.Locher	37
2442572.379	V	H.Peter	37
2442815.615	V	G.Samolyk	268
2442830.281	V	R.Germann	113
2442831.506	V	M.Winiarski	269

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2442832.729	V	G.Samolyk	268
2442832.735	V	C.Hesseltine	268
2442858.399	V	H.Peter	40
2442859.613	V	W.Farrar	268
2442869.384	V	R.Germann	223
2442869.406	V	M.Winiarski	269
2442869.411	V	H.Peter	223
2442870.624	V	K.Locher	223
2442880.403	V	H.Peter	223
2442881.626	V	G.Samolyk	268
2442881.627	V	C.Hesseltine	268
2442908.507	V	K.Locher	223
2442909.740	V	G.Samolyk	268
2442913.393	V	H.Peter	223
2442913.394	V	R.Germann	223
2442925.625	V	B.Krobusek	270
2442931.737	V	G.Samolyk	268
2442931.739	V	G.Wedemayer	268
2442935.390	V	R.Germann	223
2443069.855	V	G.Wedemayer	268
2443069.859	V	G.Samolyk	268
2443101.638	V	K.Locher	114
2443182.310	V	K.Locher	41
2443193.298	V	K.Locher	41
2443204.303	V	K.Locher	115
2443211.647	V	E.Mayer	268
2443211.6481	Pe	D.Skillman	272
2443228.761	V	M.Baldwin	268
2443244.647	V	G.Samolyk	268
2443254.413	V	R.Germann	115
2443254.427	V	R.Diethelm	115
2443420.663	V	K.Locher	116
2443503.781	V	G.Samolyk	268
2443534.346	V	K.Locher	271
2443573.450	V	D.Lichtenknecker	45

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2443622.342	V	K.Locher	42
2443629.674	V	E.Mayer	268
2443662.679	V	D.Ruokonen	268
2443827.701	V	K.Locher	140
2443849.697	V	M.Winiarski	269
2443925.476	V	J.Silhan	43
2443931.592	V	J.Silhan	43
2443931.594	V	R.Polloczek	43
2443941.368	V	H.Peter	117
2443948.700	V	G.Samolyk	268
2444007.368	V	K.Locher	46
2444007.373	V	H.Peter	46
2444013.482	V	M.Winiarski	269
2444029.366	V	A.Parris	142
2444029.385	V	N.Stoikidis	142
2444337.383	V	R.Germann	143
2444337.393	V	H.Peter	143
2444359.401	V	K.Locher	143
2444370.394	V	J.Manek	43
2444370.397	V	H.Peter	228
2444403.397	V	H.Peter	228
2444410.737	V	G.Hanson	268
2444608.755	V	G.Samolyk	268
2444635.645	V	G.Samolyk	268
2444679.648	V	P.Goodwin	268
2444679.653	V	K.Locher	119
2444683.307	V	R.Germann	119
2444683.319	V	K.Locher	119
2444705.313	V	K.Locher	230
2444711.420	V	K.Locher	230
2444733.429	V	K.Locher	230
2444744.418	V	R.Germann	230
2444755.430	V	H.Peter	230
2444986.440	V	M.Andrakakou	273
2444986.440	V	I.Nikolaou	273

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2444986.445	V	G.Mavrofridis	273
2445002.330	V	K.Locher	233
2445013.342	V	M.Kohl	233
2445013.343	V	K.Locher	233
2445086.681	V	D.Williams	268
2445097.681	V	P.Goodwin	268
2445101.342	V	D.Elias	235
2445112.349	V	G.Mavrofridis	234
2445262.690	V	K.Locher	145
2445294.466	V	M.Kohl	274
2445349.469	V	G.Mavrofridis	274
2445370.261	V	G.Mavrofridis	236
2445370.262	V	K.Locher	146
2445380.296	V	D.Elias	146
2445399.594	V	G.Chaple	268
2445403.264	V	N.Stoikidis	146
2445404.477	V	H.Peter	146
2445405.703	V	G.Samolyk	268
2445409.367	V	A.Parris	146
2445409.369	V	N.Stoikidis	146
2445409.372	V	P.Wils	146
2445416.698	V	G.Samolyk	268
2445436.267	V	N.Stoikidis	54
2445646.499	V	M.Kohl	147
2445711.282	V	K.Locher	148
2445762.618	V	D.Williams	268
2445762.625	V	G.Samolyk	268
2445766.279	V	R.Germann	55
2445783.401	V	M.Kohl	55
2445783.403	V	K.Locher	55
2445805.403	V	R.Germann	55
2445805.407	V	M.Kohl	55
2445816.399	V	R.Germann	55
2445816.402	V	H.Peter	237
2445817.618	V	E.Mayer	268

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2445817.637	V	B.Krobusek	237
2445839.628	V	D.Williams	268
2445871.396	V	M.Kohl	56
2446047.416	V	M.Kohl	275
2446059.636	V	J.Silhan	276
2446118.322	V	A.Paschke	57
2446120.755	V	P.Atwood	268
2446125.648	V	M.Baldwin	268
2446168.431	V	H.Peter	275
2446201.412	V	R.Germann	57
2446494.788	V	P.Atwood	268
2446553.452	V	L.Sedlak	277
2446553.458	V	J.Horky	277
2446553.459	V	R.Polloczek	277
2446553.460	V	A.Paschke	277
2446560.790	V	G.Samolyk	268
2446807.701	V	K.Locher	120
2446868.806	V	R.Hill	268
2446879.818	V	P.Atwood	268
2446895.706	V	R.Hill	268
2446910.374	V	J.Safar	240
2446910.384	V	P.Lutcha	240
2446911.595	V	E.Mayer	268
2446916.486	V	O.Rehacek	240
2447169.507	V	K.Locher	62
2447170.727	V	G.Samolyk	268
2447197.617	V	M.Baldwin	268
2447197.624	V	G.Samolyk	268
2447203.724	V	P.Atwood	268
2447235.498	V	H.Peter	154
2447262.411	V	G.Mavrofridis	154
2447273.402	V	H.Peter	154
2447295.411	V	A.Dedoch	240
2447306.395	V	K.Locher	154
2447516.650	V	K.Locher	64

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2447592.423	V	H.Peter	155
2447597.310	V	H.Peter	155
2447597.316	V	E.Blättler	155
2447597.316	V	K.Locher	155
2447621.749	V	R.Hill	268
2447922.446	V	H.Peter	67
2447944.451	V	H.Peter	67
2447944.453	V	Ma.Kolarik	121
2447944.468	V	M.Ruzicka	121
2447955.445	V	H.Peter	67
2448010.456	V	K.Locher	68
2448033.668	V	R.Crumrine	268
2448297.694	V	G.Samolyk	268
2448340.482	V	G.Mavrofridis	70
2448356.363	V	H.Peter	70
2448362.489	V	K.Locher	70
2448587.381	V	M.Kohl	156
2448598.395	V	K.Locher	72
2448653.385	V	H.Peter	156
2448686.393	V	H.Peter	73
2448763.391	V	H.Peter	73
2448940.635	V	H.Peter	74
2449005.416	V	H.Peter	122
2449043.303	V	H.Peter	122
2449060.421	V	H.Peter	122
2449061.639	V	G.Samolyk	278
2449065.302	V	H.Peter	122
2449065.314	V	K.Locher	122
2449066.531	V	K.Koss	121
2449066.534	V	P.Stepan	121
2449066.542	V	R.Galia	121
2449076.303	V	H.Peter	75
2449137.416	V	H.Peter	75
2449361.105	V	Y.Sekino	279
2449374.562	V	K.Locher	77

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2449383.098	V	Y.Sekino	279
2449439.329	V	H.Peter	77
2449677.678	V	K.Locher	78
2449754.683	V	G.Samolyk	278
2449769.354	V	H.Peter	78
2449769.357	V	M.Kohl	79
2449795.014	V	R.Naito	279
2449813.350	V	H.Peter	79
2449830.4727	V	L.Brat	243
2449830.4727	V	P.Sobotka	243
2449861.027	V	Y.Sekino	279
2450110.374	V	M.Kohl	158
2450122.5930	V	A.Dedoch	243
2450133.599	C	S.Cook	278
2450148.280	V	H.Peter	158
2450161.703	V	R.Hill	278
2450200.827	V	R.Hill	278
2450209.388	V	H.Peter	81
2450249.719	V	G.Samolyk	278
2450376.837	V	G.Samolyk	278
2450397.617	V	K.Locher	82
2450517.400	V	M.Kohl	82
2450517.402	V	H.Peter	82
2450517.405	V	M.Dietrich	280
2450532.079	V	H.Maehara	279
2450540.625	V	M.Baldwin	278
2450546.736	V	M.Baldwin	278
2450579.740	V	M.Baldwin	278
2450594.4103	V	J.Cechal	243
2450605.407	V	K.Locher	83
2450825.4220	Pe	L.Kral	243
2450902.420	V	H.Peter	84
2450918.323	V	K.Locher	84
2450936.651	V	R.Berg	278
2450941.537	V	K.Locher	85

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2451199.4479	Pe	M.Kolasa	243
2451200.662	V	K.Locher	88
2451261.791	V	R.Berg	278
2451270.340	V	K.Locher	90
2451270.3409	Pe	Cauteren ve Wils	281
2451320.4627	V	M.Brhel	243
2451551.477	V	K.Locher	91
2451601.590	V	C.Stephan	278
2451629.697	V	R.Berg	278
2451629.701	V	D.Williams	278
2451629.706	V	G.Samolyk	278
2451672.473	V	L.Král	126
2451672.4756	V	O.Pejcha	243
2451672.4763	V	L.Brat	243
2451672.4798	V	P.Marek	243
2451892.503	V	K.Locher	92
2451937.7179	C	C.Hesseltine	282
2451964.6098	C	J.A.Howell	282
2451992.726	V	C.Stephan	282
2452025.726	V	R.Hays	282
2452040.390	V	P.Hejduk	126
2452041.617	V	C.Stephan	282
2452063.6151	C	S.Dvorak	282
2452200.513	V	K.Locher	94
2452250.631	V	K.Locher	167
2452300.747	V	M.Simonsen	282
2452305.6323	C	S.Dvorak	282
2452316.640	V	G.Samolyk	282
2452404.6390	C	S.Dvorak	282
2452404.639	V	R.Hays	282
2452448.6404	C	C.Hesseltine	282
2452527.5348	Pe	U.Schmidt	172
2452618.538	V	K.Locher	96
2452656.441	V	J.Virtanen	282
2452707.7708	Pe	R.Nelson	173

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2452716.3265	Pe	L.Kotková ve M.Wolf	283
2452722.4387	Pe	R.Diethelm	96
2452723.662	V	C.Stephan	284
2452744.4398	Pe	K.& M. Rätz	175
2452748.1072	Pe	Nakajima	285
2452756.662	V	D.Williams	284
2452811.6658	C	G.Samolyk	282
2453002.349	V	J.Virtanen	284
2453030.464	V	K.Locher	97
2453048.7928	Pe	R.Nelson	286
2453080.579	V	G.Chaple	284
2453387.3717	Pe	M.Zejda ve ark.	287
2453387.377	V	K.Locher	99
2453394.7053	C	S.Dvorak	284
2453398.360	V	Hirosawa	288
2453421.595	V	G.Chaple	284
2453432.5961	C	G.Samolyk	284
2453441.1548	Pe	Nakajima	288
2453460.710	C	S.Cook	284
2453471.713	V	R.Hill	284
2453492.49402	C	P.Svoboda	126
2453492.49402	C	P.Svoboda	126
2453492.49402	C	P.Svoboda	126
2453492.49402	C	P.Svoboda	126
2453667.275	V	Hirosawa	288
2453769.953	V	K.Nagai ve ark.	289
2453779.7303	C	V.Petrew	290
2453800.509	Pe	S.Dogru ve ark.	291
2453807.8435	C	R.Nelson	292
2453812.7333	C	V.Petrew	290
2453849.4038	Pe	R.Diethelm	293
2454125.6411	C	R.Poklar	290
2454129.3080	C	S.Dogru ve ark.	294
2454154.976	V	K.Hirosawa	128
2454158.6429	C	J.Bialozynski	290

Minimum [HJD]	Metot	Gözlemci	Kaynak
2454170.8662	C	G.Samolyk	290
2454174.5332	C	M.& C.Rätz	186
2454174.5341	C	G.Marino ve ark.	188
2454493.5538	C	G.Samolyk	296
2454514.3335	C	H.Jungbluth	186
2454521.6668	C	R.Nelson	297
2454521.6669	C	J.Bialozynski	296
2454524.114	V	Y.Maeda	295
2454631.674	C	G.Samolyk	247
2454797.9078	C	G.Samolyk	298
2454844.3556	C	S.Dogru ve ark.	294
2454852.9131	C	R.Diethelm	299
2454911.5821	C	J.Hambsch	300
2454912.8045	C	G.Samolyk	301
2454927.4703	C	S.Dufoer	300
2454954.3627	C	S.Dogru ve ark.	294
2454954.3630	C	J.Trnka	302
2454998.3666	C	S.Dogru ve ark.	294
2455195.1576	C	K.Shiokawa	303
2455209.8248	C	K.Menzies	304
2455247.7165	C	K.Menzies	304
2455317.3778	C	T.Bedel	104

Minimum Zamanlar İçin Kaynaklar

1. Dugan ve Wright *CPRI* 19.41
2. Seares F. H., *LAWS* 1.139
3. Lehnert R., *AN* 192.201
4. Shapley H., [Licht] *APJ* 37.154
5. Nijland A. A., *AN* 203.404
6. Szczepanowska A., *AAC* 4.117
7. Szczepanowska A., *AAC* 5.75
8. Szczepanowska A., *AAC* 6.144
9. Whitney B. S., *AJ* 62.373
10. Szczepanowska A., *AA* 9.46
11. Zessewitsch W., *AC* 174.17
12. Rudolph R., Quester W., Jahn A., Braune W., *BAVM* 13
13. Czerlunczakiewicz B., Slowik A., *AA* 17.61
14. Kordylewski K., *IBVS* 35
15. Braune W., *BAVM* 18
16. Peter H., *ORI* 100
17. Peter H., *ORI* 109
18. Silhan J., Polloczek R., Kalinak J., Gomory Z., Kulcar L., *BRNO* 9
19. Peter H., *ORI* 118

20. Peter H., *ORI* 121
21. Peter H., *ORI* 122
22. Peter H., *ORI* 125
23. Braune W., *BAVM* 25
24. Diethelm R., Peter H., *ORI* 126
25. Peter H., *ORI* 129
26. Peter H., Diethelm R., *BBS* 1
27. Peter H., Diethelm R., *BBS* 3
28. Peter H., *BBS* 5
29. Peter H., Diethelm R., *BBS* 6
30. Locher K., Peter H., *BBS* 8
31. Urban Z., Pas A., Paschke S., Kohoutek I., *BRNO* 17
32. Peter H., *BBS* 10
33. Peter H., *BBS* 11
34. Peter H., Locher K. *BBS* 17
35. Diethelm R., Locher K., *BBS* 19
36. Peter H., Locher K., *BBS* 22
37. Peter H., Locher K., *BBS* 23
38. Peter H., Locher K., *BBS* 24
39. Braune W., *BAVM* 29
40. Peter H., *BBS* 27

41. Locher K., Peter H., *BBS* 32
42. Peter H., Locher K., *BBS* 37
43. Mracek J., Silhan J., Hudeck J., Manec J., Polloczec R., *BRNO* 23
44. Germann R., Peter H., *BBS* 39
45. Braune W., Lichtenknecker D., *BAVM* 31
46. Locher K., Peter H., *BBS* 43
47. Peter H., Locher K., Germann R., *BBS* 45
48. Peter H., Locher K., Diethelm R., Elias D., *BBS* 49
49. Locher K., *BBS* 51
50. Chyzy K., Barski L., *MVS* 9.90
51. Mrazek J., Urminsky V., Pliska R., Machkova N., Silhan J., Kesslerova M., Lutcha P.,
Wagner V., Mikulasek Z., *BRNO* 26
52. Locher K., Peter H., *BBS* 56
53. Germann R., Locher K., Peter H., *BBS* 62
54. Locher K., Stoikidis N., *BBS* 66
55. Locher K., Germann R., Kohl M., *BBS* 71
56. Locher K., Peter H., Elias D., *BBS* 73
57. Peter H., Germann R., Paschke A., *BBS* 77
58. Locher K., Peter H., *BBS* 78
59. Locher K., *BBS* 80
60. Locher K., Peter H., Germann R., Paschke A., *BBS* 81

61. Locher K., Peter H., Blattler E., *BBS* 84
62. Blattler E., Germann R., Peter H., Locher K., *BBS* 87
63. Kohl M., Locher K., Peter H., *BBS* 89
64. Peter H., Locher K., *BBS* 90
65. Locher K., Peter H., *BBS* 92
66. Locher K., Peter H., *BBS* 93
67. Locher K., Peter H., *BBS* 94
68. Locher K., Peter H., *BBS* 95
69. Locher K., Peter H., *BBS* 96
70. Locher K., Peter H., *BBS* 97
71. Locher K., Peter H., *BBS* 98
72. Locher K., Peter H., *BBS* 99
73. Locher K., Peter H., *BBS* 101
74. Locher K., Peter H., *BBS* 102
75. Locher K., Peter H., *BBS* 104
76. Locher K., Peter H., *BBS* 105
77. Locher K., Peter H., *BBS* 106
78. Locher K., Peter H., Kohl M., *BBS* 108
79. Locher K., Peter H., Kohl M., *BBS* 109
80. Locher K., Peter H., *BBS* 110
81. Locher K., Peter H., *BBS* 112

82. Locher K., Peter H., Kohl M., *BBS* 114
83. Locher K., Peter H., Bluttler E., *BBS* 115
84. Locher K., Peter H., *BBS* 117
85. Locher K., Kohl M., *BBS* 118
86. Smith ve Caton, *IBVS* 5745
87. Gensler J., *BAVM* 122
88. Locher K. *BBS* 119
89. Agerer F., Ratz K. ve M., *BAVM* 133
90. Locher K., *BBS* 120
91. Locher K., *BBS* 122
92. Locher K., Diethelm R., Krobusek B., *BBS* 124
93. Locher K., *BBS* 125
94. Locher K., *BBS* 126
95. Locher K., *BBS* 128
96. Locher K., Diethelm R., *BBS* 129
97. Locher K., *BBS* 130
98. Kotkova I., Wolf M., *IBVS* 5676
99. Locher K., *OEJV* 0003
100. Agerer F., *BAVM* 78
101. Agerer F., Schmidt U., *BAVM* 186
102. Zasche P., (*ESA INTEGRAL*) *IBVS* 5931

103. Erkan N., Erdem A., Akın T., Aliçavuş F., Soyduğan F., *IBVS* 5924
104. Bedel T., bu çalışma
105. Hoffmeister C., *AN* 214.1
106. Nijland A.A., *AN* 242.11
107. Whitney B.S., *AJ* 64.261
108. Silhan J., *BRNO* 12
109. Locher K., *BBS* 15
110. Locher K., Diethelm R., *BBS* 20
111. Locher K., Diethelm R., *BBS* 21
112. Locher K., Diethelm R., *BBS* 25
113. Locher K., Germann R., Peter H., *BBS* 26
114. Locher K., *BBS* 31
115. Locher K., Diethelm R., Germann R., *BBS* 33
116. Locher K., *BBS* 35
117. Locher K., Diethelm R., Peter H., *BBS* 42
118. Locher K., Diethelm R., *BBS* 46
119. Locher K., Germann R., *BBS* 53
120. Locher K., Peter H., *BBS* 82
121. Dedoch A., Boroxicka J., Hornoch K., Kolarik M., Galia R., Ruzicka M., Koss K.,
Stepan P., *BRNO* 31
122. Paschke A., Locher K., Peter H., *BBS* 103

123. Zejda M., *IBVS* 5287
124. Zejda M., *IBVS* 5583
125. Dvorak S., *IBVS* 5603
126. Hejduk P., Svoboda P., Kral L., Ehrenberg R., Gozdal J., *OEJV* 0074
127. Doğru S. S., Erdem A., Dönmez A., Bulut A., Akın T., Doğru D., Çiçek C., Soydugan F., *IBVS* 5893
128. Nakajima, Itoh H., Hirosawa K., *VSB* 46
129. Borkovits T., Van Cauteren P., Lampens P., Dufoer S., Kleidis S., Van Leenhove M., Csizmadia S., Regaly Z., Patkos L., Klagyivik P., Biro I. B., T. Hegedüs T., Kiss Z. T., *IBVS* 5835
130. Lehky M., *ORJV* 0107
131. Diethelm R., *IBVS* 5992
132. Binnendijk I., *BAN* 11.212
133. Romano G., *MSAI* 33.25
134. Bookmyer B. B., *PASP* 83.212
135. Locher K., *ORI* 106
136. Diethelm R., *BBS* 7
137. Diethelm R., *BBS* 8
138. Magalash ve Kumsis, *AAOB* 53.27
139. Royer A., *GEOS* 13
140. Locher K., Peter H., *BBS* 40
141. Locher K., *BBS* 41

142. Locher K., Stoikidis N., Peter H., Parris A., *BBS* 44
143. Diethelm R., Locher K., *BBS* 47
144. Diethelm R., Peter H., *BBS* 52
145. Locher K., *BBS* 63
146. Germann R., K. Locher K., Elias D., Peter H., Parris A., Wils P., Stoikidis N., *BBS* 65
147. Germann R., Kohl M., Locher K., *BBS* 69
148. Locher K., *BBS* 70
149. Germann R., *BBS* 78
150. Germann R., *BBS* 79
151. Qingyao I., *AAS* 11.44
152. Locher K., Peter H., *BBS* 85
153. Locher K., Peter H., *BBS* 86
154. Blattler E., Peter H., Mavrofridis G., *BBS* 88
155. Locher K., H. Peter H., Blattler E., *BBS* 91
156. Peter H., Kohl M., *BBS* 100
157. K. Locher K., *BBS* 107
158. Locher K., Peter H., Kohl M., *BBS* 111
159. Locher K., Peter H., *BBS* 113
160. Locher K., Peter H., *BBS* 116
161. Locher K., *BBS* 121
162. Locher K., *BBS* 123

163. Nelson R. H., *IBVS* 5040
164. Agerer F., *BAVM* 152
165. Pribulla T., Vanko M., Parimucha S., Chochol D., *IBVS* 5056
166. Parimucha S., Dubovski P., Baludansky D., Pribulla T., Hambalek L., Vanko M., Ogloza W., *IBVS* 5898
167. Locher K., *BBS* 127
168. Csizmadia Sz., Zhou A. Y., Könyves V., Varga Z., Zandor Zs., *IBVS* 5230
169. Dvorak S., Samolyk G., Bialozynski J., *AOEB* 12
170. Bakış V., Tüysüz M., Zejda M., Soydugan F., Soydugan E., Kabaş A., Doğru S. S., Erdem A., Budding E., Demircan O., Özdemir S., Çiçek C., Bulut A., *IBVS* 5399
171. Nakajima, *VSB* 40
172. Agerer F., *BAVM* 158
173. Nelson R., *IBVS* 5493
174. Pribulla T., Baludansky D., Chochol D., Chrastina M., Parimucha S., Petrik K., Szasz G., Vanko M., Zboril M., *IBVS* 5668
175. Ratz K. ve M., *BAVM* 172
176. Kim C. H., Lee U. C., Yoon Y. N., Park S. S., Kim D. H., Cha S. M., Won C. H., *IBVS* 5694
177. Byboth K. N., Markworth N. L., Bruton W. B., *IBVS* 5554
178. Oglaza W., Niewiadomski W., Barnacka A., Biskup M., Malek K., Sokolowski M., *IBVS* 5843
179. Agerer F., *BAVM* 173

180. Csizmadia Sz., Klagyivik P., Borkovits T., Patkos L., Kelemen J., Marschalko G., Marton G., *IBVS* 5736
181. Doğru S. S., Dönmez A., Tüysüz M., Doğru D., Özkardeş B., Soydugan E., Soydugan F., *IBVS* 5746
182. Zsche P., *NewA* 14; 121
183. Nelson R., *IBVS* 5820
184. Dvorak S., *IBVS* 5814
185. Paschke A., *OEJV* 0116
186. Agerer F., Ratz M. ve C., Wischnewski M., Jungbluth H., *BAVM* 201
187. Dvorak S., *IBVS* 5870
188. Marino G., Arena C., Bellia I., Benintende G., Cremaschini C., Foglia S., Lo Savio E., Milani G., Papini R., Salvaggio F., Spampinato S. A., Zara F., *IBVS* 5917
189. Agerer F., *BAVM* 203
190. Diethelm R., *IBVS* 5894
191. Dvorak S., *IBVS* 5938
192. Shiokawa K., *VSB* 50
193. Diethelm R., *IBVS* 5920
194. Parimucha S., Dubovsky P., Vanko M., Pribulla T., Kudzej I., Barsa R., *IBVS* 5980
195. Grigorieva N., *PZ* 5.178
196. Nassau J. J., *AJ* 48.90
197. Piegza J., *AAC* 2.125
198. Gaosckin S., *HA* 113

199. Starick E., *MVS* 364
200. Ashbrook J., *AJ* 57.63
201. Szafraniec R., *AAC* 5.12
202. Ashbrook J., *AJ* 58.171
203. Szafraniec R., *AAC* 5.54
204. Szafraniec R., *AAC* 5.192
205. Szafraniec R., *AAC* 5.195
206. Szafraniec R., *AA* 6.143
207. Zessewitsch W., *AC* 174.18
208. Zonn W., Kordylewski K., Kordylewski J., Rodzinski J., *EBC* 1.32
209. Szafraniec R., *AA* 7.191
210. Huth H., *MVS* 3.122
211. Szafraniec R., *AA* 8.192
212. Szafraniec R., *AA* 9.49
213. Kordylewski K., Kordylewski J., *SAC* 30.109
214. Flin P., Szpor Z., Wierzbicki T., Mazur M., Kubica B., Swiercz J., *AA* 17.63
215. Szeligiewicz E., *AA* 18.332
216. Zidu J., Znojil V., *BRNO* 6
217. Szafraniec R., *AA* 16.158
218. Szafraniec R., *SAC* 44.105
219. Ahnert P., *MVS* 6.65

220. Peter H., Diethelm R., *ORI* 127
221. Locher K., *BBS* 12
222. Dokoupil J., Znojil V., *BRNO* 20
223. Locher K., Peter H., Germann R., *BBS* 28
224. Peter H., Locher K., *BBS* 29
225. Ruukonen D., Samolyk G., Hanson G., Williams D., Baldwin M., Hill R., *AOEB* 2
226. Locher K., *BBS* 30
227. Locher K., *BBS* 38
228. Locher K., Peter H., *BBS* 48
229. Stoikidis N., Parris A., Peter H., Locher K., *BBS* 50
230. Locher K., Germann R., *BBS* 54
231. Locher K., *BBS* 55
232. Stoikidis N., Peter H., *BBS* 57
233. Locher K., Kohl M., *BBS* 59
234. Locher K., Schildknecht T., Mavrofridis G., *BBS* 60
235. Peter H., Elias D., *BBS* 61
236. Locher K., Parris A., Stoikidis N., Mavrofridis G., *BBS* 68
237. Peter H., Krobusek B., *BBS* 72
238. Kohl M., Locher K., Peter H., *BBS* 74
239. Locher K., *BBS* 83
240. Lizalova I., Troubil P., Svoboda P., Dusek J., Safar J., Lutcha P., Rehacek O.,

- Znojilova M., Kucen P., Dedoch A., *BRNO* 30
241. Kriebel W., *BAVM* 79
242. Baldwin M., McKenna J., Samolyk G., Williams D., *AOEB* 5
243. Neblicky M., Barton J., Filipenska L., Macochova S., Gozdal J., Brat L., Kral L.,
Brhel M., Cechal J., Cerny J., *BRNO* 32
244. McKenna J., Baldwin M., Williams D., Samolyk G., Anthony W., Hill R., *AOEB* 9
245. Erdem A., *AN* 328
246. Krajci T., *IBVS* 5592
247. Samolyk G., *JAASO* 36 (2); 186
248. Nelson R., *IBVS* 5929
249. Schirmer J., *BAVM* 209
250. Samolyk G., *JAASO* 38; 85
251. Samolyk G., *JAASO* 38; 120
252. Doğru S. S., Erdem A., Aliçavuş F., Akın T., Kanvermez Ç., *IBVS* 5988
253. Bauennfeind H., *VB* 7.72
254. Reim W., *KVB* 12
255. Hazel L., *IBVS* 221
256. Bortle J., *AVSJ* 3.69
257. Diethelm R., *ORI* 119
258. Locher K., *ORI* 123
259. Diethelm R., *ORI* 124

260. Mayer E., *AVSJ* 5.40
261. Peter H., *BBS* 2
262. Klimek Z., *IBVS* 779
263. Mayer E., *AVSJ* 5.89
264. Locher K., *BBS* 9
265. Mayer E., *AVSJ* 6.32
266. Locher K., Peter H., Diethelm R., *BBS* 14
267. Samolyk G., Simmons K., Harvin R., Fortier G., Wedemayer G., Baldwin M., Mayer E., *AVSJ* 7.41
268. Samolyk G., Farrar W., Hanson C., Goodwin P., Chaple G., Williams D., Atwood P., Hill R., Crumrine R., *AOEB* 1
269. Winiarski M., *AN* 301
270. Krobusek B., *IBVS* 1249
271. Locher K., *BBS* 36
272. Skillman D., *AVSJ* 7.25
273. Andrakakou M., Nikolaou I., Mavrofridis G., *BBS* 58
274. Kohl M., Mavrofridis G., *BBS* 64
275. Kohl M., Peter H., *BBS* 76
276. Silhan J., *BRNO* 27
277. Sedlak L., Horky J., Polloczec R., Paschke A., *BRNO* 28
278. Samolyk G., *AOEB* 6

279. Sekino Y., Naito R., Maehara H., *VSB* 47
280. Dietrich M., *BAVM* 101
281. Cauteran ve Wils, *IBVS* 4872
282. Hasseltine C., Stephan C., Hays R., Dvorak S., Simonsen M., Virtanen J., Samolyk G., *AOEB* 8
283. Kotkova I., Wolf M., *IBVS* 5676
284. Stephan C., Virtanen J., Williams D., Dvorak S., Chaple G., Samolyk G., Cook S., Hill R., *AOEB* 11
285. Nakajima, *VSB* 42
286. Nelson R., *IBVS* 5602
287. Zejda M., *IBVS* 5741
288. Hirosawa, Nakajima, *VSB* 44
289. Nagai K., *VSB* 45
290. Petriew V., Poklar R., Samolyk G., *AOEB* 12
291. Doğru S. S., *IBVS* 5707
292. Nelson R., *IBVS* 5760
293. Diethelm R., *IBVS* 5713
294. Doğru S. S., *IBVS* 5893
295. Maeda Y., *VSB* 48
296. Samolyk G., Bralozynski J., *JAAVSO* 36 (2); 171
297. Nelson R., *IBVS* 5875

298. Samolyk G., *JAAVSO* 37 (1); 44
299. Diethelm R., *IBVS* 5894
300. Hamsch J., Dufoer S., *IBVS* 5933
301. Samolyk G., *JAAVSO* 38; 85
302. Trnka J., *OEJV* 0107
303. Shiokawa K., *VSB* 50
304. Menzies K., *JAAVSO* 38; 120

ÇİZELGELER

	Sayfa No
Çizelge 1.1 A ve W türü W UMa sistemlerin genel özellikleri	4
Çizelge 3.1 Yapılan gözlemlerden elde edilen minimum zamanları	17
Çizelge 4.1 RR Dra sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler	21
Çizelge 4.2 RW Leo sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler	22
Çizelge 4.3 AH Tau sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler	25
Çizelge 4.4 BO Vul sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler	27
Çizelge 4.5 XZ UMa sistemi için O-C eğrisine uydurulan teorik eğriye ilişkin parametreler	30

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1.1 Algol, β Lyrea ve W UMa türü örten çift sistemlerin ışık eğrisi görüntüleri	4
Şekil 2.1 a) Küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru olan kütle aktarımı.	6
Şekil 2.1 b) Büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru olan kütle aktarımı	6
Şekil 2.2 Eksen dönmesi görülen bir örten çift sistemin O-C eğrisi	9
Şekil 2.3 M_1 ve M_2 den oluşan çiftli sistemin, üçüncü cisim olan M_3 ile ortak kütle merkezi etrafında dolanma hareketi	13
Şekil 2.4 Üçüncü cisim etkisi gösteren bir örten çift sistemin O-C grafiği.	14
Şekil 2.5 Çift sistemin üçüncü cisimle oluşturduğu ortak kütle merkezi etrafındaki yörüngesi	15
Şekil 2.6 Işık öğelerindeki yanılıgılar nedeniyle O-C' lerde zamanla beklenen değişimler	18
Şekil 4.1 RR Dra için O-C diyagramı ve atıkları	21
Şekil 4.2 RW Leo için O-C diyagramı ve atıkları	23
Şekil 4.3 AH Tau için O-C diyagramı ve atıkları	26
Şekil 4.4 BO Vul için O-C diyagramı ve atıkları	29
Şekil 4.5 XZ UMa için O-C diyagramı ve atıkları	30

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Tülin BEDEL
Doğum Yeri : SOMA
Doğum Tarihi : 09/02/1985

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fizik Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı
Bildiği yabancı diller : İngilizce.

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

XVII. Ulusal Astronomi Kongresi, VI. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, 31 Ağustos -
4 Eylül 2010, ADANA
Turkish Physical Society 27th International Physics Congress, 14-17 September 2010,
Istanbul University, Istanbul/Turkey

İLETİŞİM

E-posta adresi : tulinbedel@gmail.com