

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**ŞEÇİLEN DEĞEN ÇİFT YILDIZLARIN
FOTOMETRİK ÇALIŞMASI**

Oğuzhan KÖSE

Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü
Bilim Dalı Kodu: 402.02.01
Sunuş Tarihi: 25.07.2008

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Varol KESKİN

Bornova - İZMİR

III

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI JÜRİ TUTANAĞI

Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Varol KESKİN Danışmanlığında Oğuzhan Köse tarafından hazırlanan “**Seçilen Değeri Çift Yıldızların Fotometrik Çalışması**” adlı yüksek lisans tezini değerlendirmek ve adayın tez savunmasına tabi tutmak üzere, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nca oluşturulan jüri .../.../..... tarihinde saat’da Anabilim Dalı’nda Başkanlığında toplanmıştır.

Jüri üyeleri tarafından hazırlanan ve ekte sunulan raporlar ayrıntılı şekilde tartışılmış ve adayın tez savunma sınavına alınmıştır. Sonuçta tez oybirliği/oyçokluğu ile **başarılı bulunarak kabul edilmiştir/ başarısız bulunarak red edilmiştir/ düzeltme yapılmasına karar verilmiştir.**

Jüri Başkanı (*)

.....

Üye

Üye

.....

.....

ÖZET**SEÇİLEN DEĞEN ÇİFT YILDIZLARIN
FOTOMETRİK ÇALIŞMASI****KÖSE, Oğuzhan****Yüksek Lisans Tezi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü****Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Varol KESKİN****Temmuz 2008, 57 Sayfa**

Bu tez çalışması, V453 Mon ve V523 Cas değen çift yıldızlarının dönem değişim ve fotometrik analizlerini içermektedir. Söz konusu analizler V453 Mon için literatürde yapılan ilk çalışma olması bakımından önem taşımaktadır. Her iki sisteminde B,V ve R bandlarındaki ışık eğrileri TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne (TUG) ait TUG-T40 teleskopu ile Aralık 2006 ve Ocak 2007 tarihlerinde yapılan gözlemlerden elde edilmiştir. Her iki sistem de değen çift sistem olduğundan bileşenler arasındaki kütle aktarımının parabolik bir dönem değişimine neden olacağı varsayım ile dönem değişim analizi yapılmıştır. V453 Mon sistemine ait kütle oranı (q) literatürde bulunmadığından, q taramasına gidilerek uygun q değerinin bulunması ile fotometrik analize başlanmıştır. V523 Cas sisteminin fotometrik analizi literatürden alınan dikine hız eğrisi ve elde ettiğimiz üç renk ışık eğrileri ile birlikte ortak çözüme gidilerek yapılmıştır. Her iki sisteminde

ışık eğrisi analizinde Wilson-Devinney programının 2003 sürümü kullanılmıştır. Sonuç olarak V453 Mon sisteminin ışık eğrilerinden fiziksel parametreleri bulunmuş olup, bu sistemin fiziksel parametreleri hakkında daha kesin yargıya varmak ve değen dizgelerin hangi alt türüne ait olduğunu söylemek için dikine hız eğrisine ihtiyaç olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz ışık eğrilerinden ve literatürden aldığımız dikine hız eğrilerinden V523 Cas sisteminin bileşenlerinin fiziksel parametrelerini belirledik. V523 Cas sistemi benzer çift sistemler ile H-R ve Kütle-Yarıçap diyagramlarında karşılaştırıldı.

Anahtar Sözcükler: Değen Çift Yıldızlar, Işık Eğrisi Analizi, Dönem Değişim Analizi, V453 Mon, V523 Cas

VII

ABSTRACT

THE PHOTOMETRIC ANALYSIS OF SELECTED CONTACT BINARY STARS

KÖSE, Oğuzhan

**Master OF Science Thesis, Dept. Of Astronomy and Space
Sciences**

Supervisor: Prof. Dr. Varol KESKİN

July 2008, 57 Pages

This thesis includes the period change and photometric analysis of the contact binary stars V453 Mon and V523 Cas. Because of this study is the first in literature on V453 Mon, these analysis is very important. The light curves of both system in B, V and R bands obtained from observations made with the TUG-T40 telescope of TUBITAK National Observatory (TUG) between December 2006 and January 2007. Period analysis have been made assuming the mass transfer between the components will arise a parabolic period change due to the both systems are contact binary system. Due to the mass ratio (q) for the V453 Mon system can not be found in literature, q search procedure was applied and the photometric analysis was started after obtaining a convenient q value. The photometric analysis of V523 Cas system have been made with the common solution using tree-band light curves obtained by us and radial velocity curve obtained from the literature. The 2003 version of Wilson-

Devinney program have been used during the light curve analysis of both systems. As a result, physical parameters of V453 Mon systems have been found from it's light curves. However we understood that we need radial velocity curve to pass judgment on more absolute physical parameters of this system. From the light curves that we have obtained and radial velocity curves, we determined the physical parameters of V523 Cas's components. V523 Cas system has been compared with the similar binary systems in H-R and Mass-Radius diagrams.

Key Words: Contact Binary Stars, Light Curve Analysis, Period Analysis, V453 Mon, V523 Cas

IX

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı bana öneren ve bana her türlü konuda zaman ayırıp yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocalarım Prof. Dr. Varol KESKİN'E ve Dr. Kadri YAKUT'A ilgilerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Gözlemler sırasında yardımlarından dolayı tüm TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi ve EGE Üniversitesi Gözlemevi çalışanlarına ve Mali İşler Daire Başkanlığı Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğüne (2007/Fen/017 Nolu Proje) teşekkür ederim.

Ayrıca tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak beni destekleyen aileme ve İlknur GEZER'e teşekkür ederim.

XI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XV
1. GİRİŞ.....	1
2. SEÇİLEN SİSTEMLER.....	12
3. YENİ GÖZLEMLER.....	15
4. DÖNEM DEĞİŞİM ANALİZİ.....	21
5. IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ.....	31
6. FİZİKSEL PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ.....	38
7. SONUÇ VE TARTIŞMALAR.....	43
KAYNAKLAR DİZİNİ	47
EKLER.....	52
Ek.A V532 Cas Sisteminin Minimum Zamanları.....	52

XII

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
ÖZGEÇMİŞ.....	57

XIII

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
1.1.	Işık eğrilerine göre örten çift yıldızlar.	2
1.2.	Bir çift sistemdeki Roche lobu geometrisinin üç boyutlu temsili.	3
1.3.	Roche lobu sınıflamasına göre örten çift sistemler	4
1.4.	A ve W türü deĝen çift sistemlere ait ışık eğrileri	6
1.5.	Deĝen çift sistemler için minimum derinlileri oranının dönemlerinin fonksiyonu olarak gösterimi.	11
3.1.	V453 Mon' un TUG-T40 teleskopuna takılı ST-8 CCD çipi ile elde edilmiş bir görüntü.	16
3.2.	V453 Mon'un BVR süzgeçlerindeki ışık eğrisi.	17
3.3.	V523 Cas' ın TUG-T40 teleskopuna takılı ST-8 CCD çipi ile elde edilmiş bir görüntü.	19
3.4.	V523 Cas' ın B,V,R süzgeçlerindeki ışık eğrileri.	20
4.1.	Sırasıyla V781 Tau ve V836 Cyg sistemlerine ait $Q < 0$ ve $Q > 0$ için (O-C) ye karşı Evre grafikleri.	23
4.2.	V453 Mon sistemine ait O-C grafiğı.	27
4.3.	V523 Cas sistemine ait O-C grafiğı.	30

XIV

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
5.1.	V453 Mon sistemi için kütle oranı taraması	32
5.2.	V453 Mon sisteminin gözlenmiş ve hesaplanmış ışık eğrileri	33
5.3.	V523 Cas sisteminin gözlenmiş ve hesaplanmış ışık eğrileri	36
6.1.	BB Peg ve AP Leo sistemine ait dikine hız eğrileri	38
7.1.	W-türü değen sistemler için oluşturulmuş H-R diyagramı.	45
7.2.	W-türü değen sistemler için oluşturulmuş M-R diyagramı.	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>		<u>Sayfa</u>
3.1.	V453 Mon ve sistemin indirgeme işlemlerinde kullanılan mukayese ve kontrol yıldızlarına ait koordinatlar ve GSC numaraları.	16
3.2.	V523 Cas ve sistemin indirgeme işlemlerinde kullanılan mukayese ve kontrol yıldızlarına ait koordinatlar ve GSC numaraları.	18
4.1.	V453 Mon sistemine ait HJD* (HJD-2400000) de birinci (I) ve ikinci (II) minimum zamanları.	26
5.1.	V453 Mon'un fotometrik elemanları ve onların hataları	34
5.2.	V523 Cas'ın fotometrik elemanları ve onların hataları	37
6.1.	V523 Cas sisteminin dikine hız eğrilerinden ve ışık eğrisi çözümlerinden hesaplanmış salt parametreler	42

1. GİRİŞ

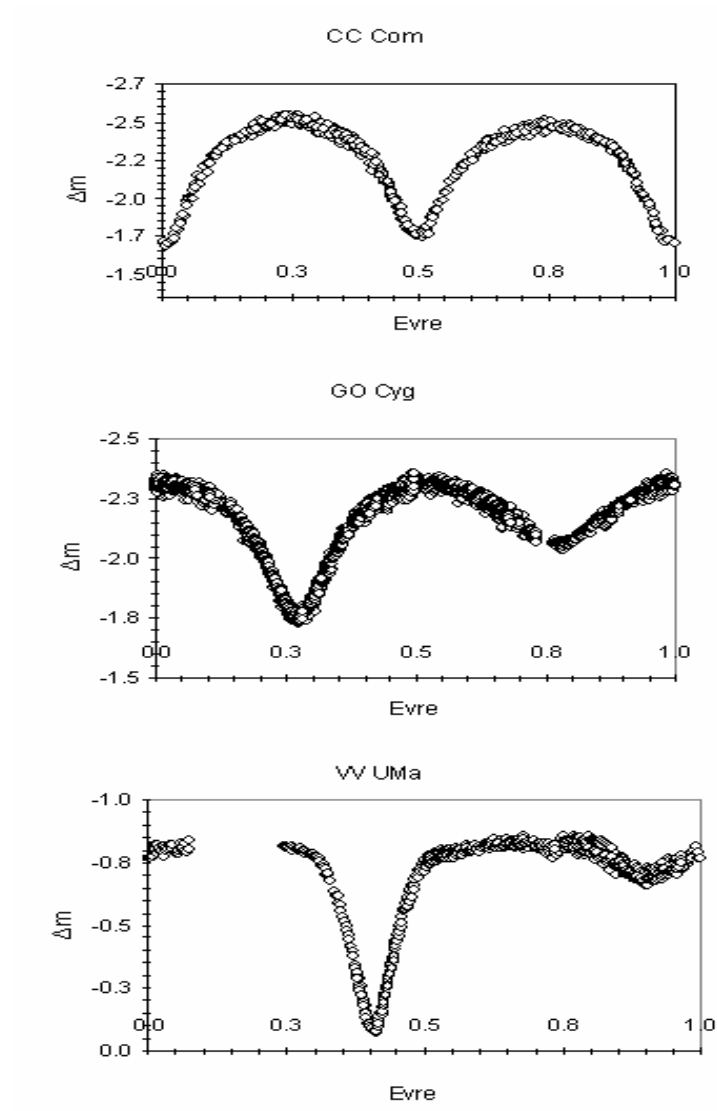
Ortak kütle merkezi etrafında bir yörüngede dolanan yıldız sistemlerine çift yıldızlar adı verilmektedir. Bilinen bütün yıldızların yaklaşık yarısı çoklu sistemlerden oluştuğu düşünülmektedir.

Çift yıldızların çalışılması, astrofizik açısından oldukça önemlidir. Çünkü bir çift sistemin bileşenlerinin kütlelerinin hesaplanabilmesi mümkündür ve bu sayede astronominin en önemli ilişkilerinden olan kütle-ışıtma bağıntısına ulaşılabilmektedir. Kütlenin yanında, bileşenlerin yarıçap, sıcaklık, ışıyım gücü gibi temel fiziksel parametreleri de hesaplanabilmektedir. Ayrıca, örten çift yıldızların çalışılması ile yıldız içyapıları ile ilgili önemli bilgiler elde edilerek, yıldız evrim kuramlarının doğruluğu sınanabilmektedir.

Çift yıldızlar, görsel çift, tayfsal çift, astrometrik çift ve örten çift yıldızlar şeklinde sınıflandırılmaktadırlar.

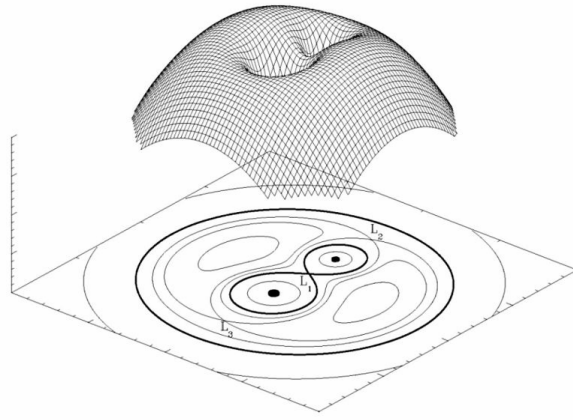
Örten çift yıldızlar, her iki yıldızın da tutulma göstereceği biçimde, sistemin yörünge düzleminin gözlemcinin bakış doğrultusuyla belli bir açı yaptığı çift sistemlerdir.

Önceleri ışıık eğrilerine göre Algol, Beta Lyrae, W UMa şeklinde sınıflanan örten çift sistemler (Şekil 1.1), daha sonraları bu şekilde sınıflamanın kullanışlı olmamasından dolayı, Roche lobu (Şekil 1.2) geometrilerine göre sınıflama tercih edilmiştir (Kopal Z., 1955).

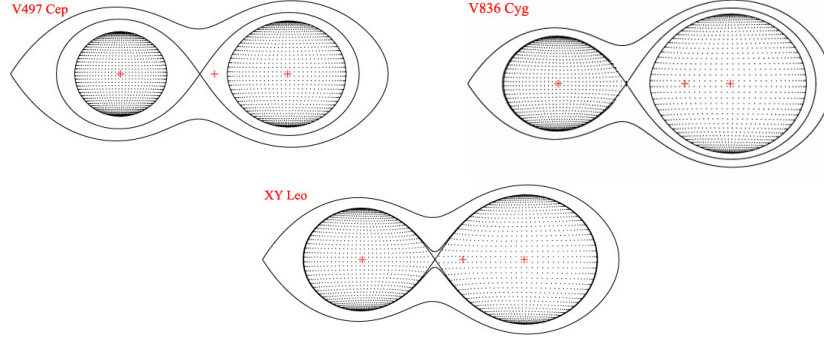


Şekil 1.1. Işık eğrilerine göre örten çift yıldızlar. Sırasıyla W UMa, Beta Lyrae ve Algol türü ışık eğrilerine sahip sistemler, R filtresindeki parlaklıkları farkı evreye karşı çizdirilmiştir. (TUG-T40 gözlemleri 2007-2008)

Roche lobu sınıflamasına göre, her iki bileşenin de Roche loblarını doldurmadığı sistemlere “ayrık”, sadece bir bileşenin Roche lobunu doldurduğu sistemlere “yarı-ayrık”, her iki bileşenin de Roche lobunu doldurduğu sistemlere ise “değer” sistemler adı verilmiştir (Şekil 1.3).



Şekil 1.2. Bir çift sistemdeki Roche lobu geometrisinin üç boyutlu temsili. Altteki figürde her bir bileşeni sarmış olan eş potansiyel yüzeyleri görülmekte. Eğer bileşenlerden biri Roche lobunu doldurmuş ise, L_1 noktasından diğer bileşene kütle aktarılacaktır. (van der Sluys, 2006)



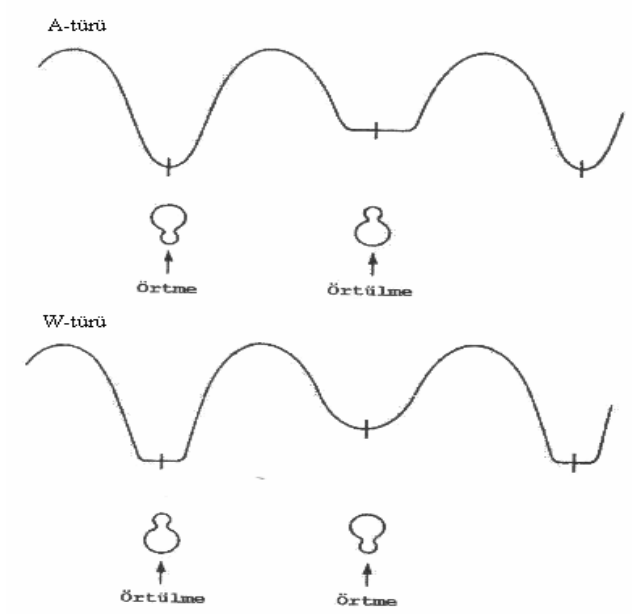
Şekil 1.3. Roche lobuna göre sırasıyla; ayırık (v497 Cep), yarı ayırık (V836 Cyg), değen (XY Leo) örten çift sistemler.

Son yapılan gökyüzü tarama projelerinden ASAS (All Sky Automated Survey) projesinin gözlediği bütün yıldızlar (17000000) içinde değişen yıldız kategorisine 50099 yıldız girmiş ve bunların 5384 tanesi değen çift sistem, 2949 tanesi yarı-ayırık çift sistem ve 2743 tanesi ise ayırık çift sistem olarak belirlenmiştir (Paczynski, B. ve ark., 2006).

Değen çift sistemler, sürekli değişim gösteren maksimum ve eşit derinlikte minimumlara sahip ışık eğrileri bulunan örten çift sistemlerdir. Bu sistemler, ayrıca tayfsal çift yıldızlardır ve genellikle tayf her iki bileşenden de soğurma çizgileri içerir. Işık eğrilerinde minimum derinliklerine bakılarak, EW ve EB türü olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar.

EW türü ışık eğrileri minimum derinlikleri eşit W UMa sistemleri, EB sistemleri ise farklı minimum derinliklerine sahip Beta Lyr sistemleri olarak adlandırılırlar. W UMa türü yıldızlar, iç ve dış Lagrange eş potansiyel yüzeyleri arasındaki ortak zarf tarafından çevrelenmiş, her iki bileşeni F0-K5 tayf aralığında bulunan sistemlerdir (Mochnecki, 1981). W UMa türleri, kendi içinde minimum derinliklerine göre iki sınıfa ayrılır (Binnendijk, 1970). Daha büyük kütleli bileşenin örtülmesinden kaynaklanan minimumun daha derin ise A-türü, daha kütleli bileşenin örtülmesinden oluşan minimum daha sığ ise W-türü olarak adlandırılırlar. Basitçe, sadece ışık eğrilerine bakılarak A-türü ya da W-türü değen dizgeler olup olmadıkları hakkında fikir sahibi olunabilir (Şekil 1.4). Bu durum, bir sıcaklık farklılığının sonucu olabilir: A-türü sistemlerde daha büyük kütleli bileşen, küçük kütleli bileşenden daha sıcak iken, W-türü sistemlerde tersi durum söz konusudur. Tipik olarak bileşenler arasındaki sıcaklık farkı birkaç Kelvin'dir. Ayrıca birçok çift sistemin sıcaklık farkı sıfıra çok yakındır fakat, burada A-türü ile W-türü sistemler arasında bir fark vardır. Mevcut bileşenler arasında enerji aktarım modelleri, baş bileşenin daha sıcak olduğunu önermektedirler. (Lucy, 1968; Kähler, 2002, 2004). Şimdiye kadarki W-türü sistemler için kabul edilebilir açıklama, ortalama yüzey sıcaklığının düşmesinin bir sonucu olarak, büyük kütleli bileşenin yüzeyinde soğuk, karanlık lekelerin var olduğu şeklindedir. (Binnendijk, 1970; Eaton ve ark., 1980; Stepień, 1980). Aynı biçimde bu etkinin nedeni, küçük kütleli bileşendeki sıcak lekeler de olabilir. A-türü sistemler, uzun yörünge dönemleri, daha erken tayf türleri ve daha düşük kütle oranları ile, W-

türü sistemlere göre daha sıradandır. A-türü sistemlerin tayf türleri, A ile G ve W-türü sistemlerin tayf türleri ise F ile K arasındadır.



Şekil 1.4. A ve W türü örnek ışık eğrileri. (Rucinski, 1985)

Değen dizgelerin ışık eğrilerinin analizleri, hemen hemen eşit sıcaklıktaki bileşenlerden meydana geldiklerini göstermektedir. Eşit sıcaklıkları

$$L \cong R^2 T_e^4 \quad (1)$$

bağıntısı yardımı ile her iki yıldızda da uygular ve taraf tarafa bölersek;

$$\frac{L_1}{L_2} \cong \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 \quad (2)$$

bağıntısını elde ederiz. Burada L_1 ve L_2 sırasıyla baş ve yoldaş bileşenlerin yüzey parlaklıklarıdır. Aynı şekilde R_1 ve R_2 de, baş ve yoldaş bileşenlerin yarıçaplarını ifade etmektedir.

Değme koşulu, iki yıldızın aynı yüzey eşpotansiyeline sahip olmasıdır. Bu geometrik koşul, kütle-yarıçap bağıntısı olarak,

$$\frac{R_1}{R_2} \cong \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^\beta \quad (3)$$

şeklinde gösterilebilir (Smith, 1984). Eşpotansiyel geometri, yukarıdaki bağıntıda olduğu gibi, Roche lobu yarıçapları ve kütleleri oranları ($q = M_2/M_1$) arasında basit bir ilişki verir. Burada β değeri, küresel yapıları bozulmuş yıldızların yarıçaplarına ve q değerine bağlıdır. İç Roche lobu için β değeri, yaklaşık 0.45–0.50 yöresindedir (Kuiper, 1941; Kopal, 1978; Rucinski, S. M., 1985). Denklem (3)'ü (2). denklemde yerine yazarsak, kütle-ışıtma bağıntısı,

$$\frac{L_1}{L_2} \cong \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^\alpha \quad (4)$$

olur. Burada $\alpha = 2\beta$ olduğundan, α 'nın değeri yaklaşık 0.9–1.0 yöresindedir. Anakol yıldızları için elde edilen kütle-ışıtma

bağıntılarında $\alpha \cong 4$ tür. Görüldüğü gibi, değen çift sistemler ile anakol yıldızlarının kütle-ısıtma ve ısıtma-yarıçap ilişkileri biraz farklıdır. Bu fark ise, sadece $M_1 = M_2$ durumunda açıklanabilmektedir. Fakat eşit kütleli hiçbir değen çift sistemin gözlenmemesinden dolayı bu durum paradoks olarak gözükmekte ve bu paradoks ilk olarak Kuiper (1941) tarafından ortaya konduğu için **Kuiper Paradoksu** olarak adlandırılmaktadır.

Lucy (1968) böyle bir konfigürasyonun, sıfır yaş ayırık sistemlerin bir alt evrim basamağı olabileceğini veya dengede bulunmayan sistemler olduğunu vurgulamıştı. Kuiper (1941)'den sonra, ortak konvektif zarf ile sıfır yaş değen sistemler kuramını doğru olarak varsaymış ve geliştirmiştir. Bu kuram, değen sistemlerin gözlenen ışık eğrilerini açıklamakta fakat bu yıldızların diğer gözlemsel özellikleri ile karşılaştırıldığı zaman bazı sorunlar içermektedir.

Lucy (1968), anormal bir kütle-ısıtma bağıntısına sahip W UMa türü sistemlerinin, bileşenleri arasında meydana gelen enerji aktarımı ile açıklanabileceğini göstermiştir. Denge modeli, ne W türü değen sistemlerin ışık eğrilerini, ne de gözlenmiş Dönem-Renk ilişkisini açıklayabilmekteydi. Lucy (1968)'nin bu çalışmasını yeniden yapılandırılan birçok modeller izledi (Bierman ve Thomas, 1972,1973; Whelan, 1972; Kähler, 1989; Kähler ve ark., 1991). Fakat bu modeller de gözlemler ile uyum sağlamadı. Shu ve ark., (1976, 1979) değme süreksizliği (contact discontinuity (DSC)) kuramını oluşturdu. Bu kuram, değen sistemlerin birçok gözlemsel karakteristiklerine uyuyordu. Ne

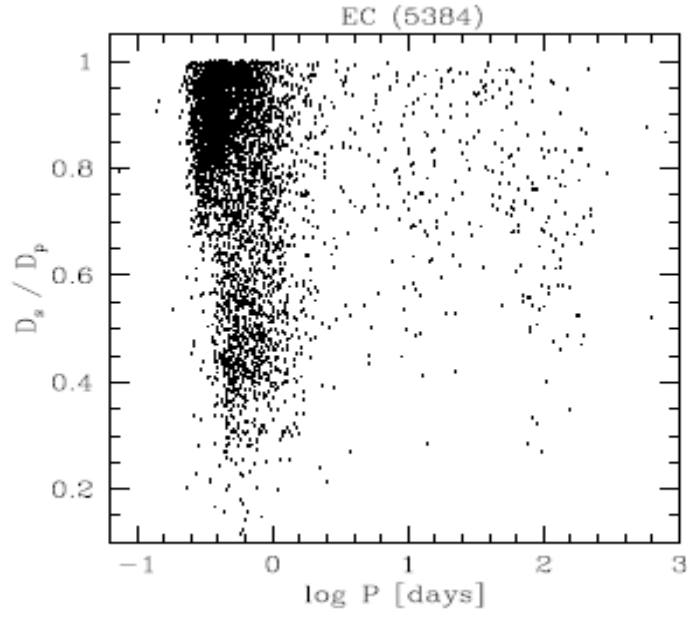
yazık ki, ortak zarf ile ikinci bileşenin konvektif zarfı arasındaki sıcaklık süreksizliği ısısal zaman ölçeğinden daha uzun korunamayacağından, bu kuram ile bir denge modeli oluşturulamazdı (Hazlehurst ve Refsdal, 1978; Papaloizou ve Pringle, 1979; Smith ve ark., 1980).

Bu tür sistemlerin dönem değişimleri ve ışık eğrisi değişimlerinde çok açık bir salınımın var olduğu görülmekte ve Lucy (1976), Flannery (1976), Robertson ve Eggleton (1977) ve Yakut ve Eggleton (2005) yazarları, W UMa sistemlerinin toplam kütle ve açısal momentum korunduğu sürece, marjinal bir değme durumu yöresinde, ısısal durulma salınımları (TRO) olarak adlandırılan, çevrimli salınımlara başlaması şeklinde dönemli bir modeli önermektedirler. Bu gibi salınımlar, ısısal dengedeki değen dizgelerin uygun kütle oranındaki kararsızlıklarından dolayı ortaya çıkmaktadırlar (Lucy ve Wilson, 1979; Hazlehurst, 1985). Bu modelde, değme durumunda, yoldaş bileşenden başyıldıza net bir kütle aktarımı vardır. Bu yüzden, evrim sırasında bileşenlerin arasındaki ayrıklığın artması nedeniyle, değme durumu ortadan kalkar. Değme durumunun ortadan kalkmasından sonra sistem, başyıldızdan yoldaş yıldıza kütle aktarımı yaparak gelişir (yarı-ayrık evre).

Bu konuda gözlemsel temeller altında istatistik açıdan yapılmış olan Paczynski (2006) çalışmasında da, değen çift sistemlerin minimum derinliklerinin direk olarak TRO modeli ile ilgili olduğu düşünülerek bu modele gözlemsel açıdan katkıda bulunulmuştur. Paczynski (2006) çalışması kısaca ASAS projesi kapsamında gözlenmiş olan 5384 değen çift sistemin ikinci minimum derinliğinin birinci minimum derinliğine

oranın sistemin dönemine göre incelenmesine dayanmaktadır. Bu çalışmada görülmüştür ki; bazı değen çift sistemler eşit minimum derinlikleri ile uygun bir ısısal denge sergilemektedirler. Bunun dışında birçok değen çift sistemin minimum derinlikleri eşit değildir. Bu durum bazı sistemlerin ısısal dengede olmadıklarını ve sistemin geometrisinin değme durumunda olmadığı işaret etmektedir. Sonuç olarak bu sistemler geometrileri farklı ve minimum derinlikleri farklı olan yarı-ayrık sistemlerdir. Nitelik olarak bu durum tam olarak TRO modelinden (Lucy, 1976; Flannery, 1976; Robertson ve Eggleton, 1977; Yakut ve Eggleton, 2005) beklenen durumdur (Şekil 1.5).

Bununla birlikte, bazı araştırmacılar (Van't Veer, 1979; Rahunen, 1981; Vilhu, 1982; Rucinski, 1985; Guinan ve Bradstreet, 1988; Hilditch ve ark., 1988; Van't Veer ve Maceroni, 1989 ve diğerleri) TRO kuramından farklı olarak, manyetik frenleme sonucu açısal momentum kaybının (AMK), değen sistemlerin evriminde önemli bir rol oynayacağına işaret ettiler. Bu durumda bazı araştırmacılar (Rahunen, 1981; vd.), değen sistemlerin evriminde iki kuramın da (TRO+AMK) etkili olduğunu düşündüler. Rahunen (1981) tarafından yapılan kuramsal bir çalışmada, açısal momentum kaybının (AMK) $\cong 2 \times 10^{-9} \text{ yz}$ gibi bir kritik değerde, sistemin sıkı değme durumunu korumakta olduğunu gösterdi. AMK bu değerden küçük ise, sistem değme durumunu koruyamamakta ve yarı-ayrık bir sistem durumuna gelmektedir ve TRO modelinin öngördüğü gibi, bu olay dönemi olarak yinelemektedir.



Şekil 1.5. Değeri çift sistemler (5384) için minimum derinlikleri oranının dönemlerinin fonksiyonu olarak gösterimi. Isısal dengede değeri sistemlerin minimum derinlikleri oranı 1'e yakındır. (Paczynski, B. ve ark., 2006)

2. SEÇİLEN SİSTEMLER

2.1 V453 Monocerotis

V453 Mon (GSC 04804-01104, TYC 4804-1104-1, α (2000)= 06:50:39, δ (2000)= -02:22:07, $V_{\text{mag}}=10.52$, $B-V = 0.36$, F2V) düşük sıcaklıklı değen bir sistemdir. Sistemin mevcut minimum zamanları dışında, başka çalışması yoktur. Bu nedenle literatürde sistemin dikine hız çalışması bulunmamaktadır. İlkönce alana (SA 98) ait olduğu düşünülen V453 Mon, Wachamn (1964) tarafından çalışılmıştır. Skif (1999), sistemi, gökyüzünün bu alanındaki sönük bir cisim olarak listelemiştir.

2.2. V523 Cassiopeiae

V523 Cas (Wr 16, CSV 5867, GSC 03257-00167) Weber (1957) tarafından örten çift olarak keşfedildi. Yaklaşık 0.23 günlük (336.5 dakika) dönemi ile, en kısa dönemli geri tür değen sistemlerden biridir. Hussler (1974 a,b) ilk ışık eğrisini ve dönemini yayınladı; ayrıca fotoğraflık gözlemleri ile elde edilmiş ışık eğrisinden, W-UMa türü bir yıldız olduğunu belirtti. Lavrov ve Zhukrov (1976) ilk fotoelektrik ışık eğrisini elde etti.

Lavrov ve Zhukrov (1976), ışık eğrisi analizinden kütle oranını 0.77 olarak buldular. Daha sonraki analizlerde, kütle oranı 0.60–0.63 arasında bulundu (Bradstreet, 1981; Giuricin, Mardirossian ve Mezetti, 1982).

V523 Cas, bir çok grup tarafından (Bradstreet, 1981; Hoffman, 1981a; Samec ve ark., 1989) fotometrik olarak ve dikine hız gözlemleri ile (Milone, Hrivnak, Fisher, 1985; Samec ve ark., 1989; Rucinski ve ark., 2003) ele alınmıştır. Fotometrik kütle oran tahmini 0.5 ile 0.6 araların da iken, tayfsal olarak 0.42 (Maceroni, 1986) bulunmuştur. Bu sonuç Samec ve ark., (1989) ve Lister ve ark., (2000) tarafından gözden geçirilmiştir. En yeni tayfsal bir çalışmada ise, V523 Cas'ın kütle oranı 0.516 ± 0.008 (Rucinski ve ark., 2003) olarak bulunmuştur. Bu sonuç, Lister ve ark., (2000)'in verdiği sonuca yakındır.

V523 Cas sisteminde ışık eğrisi değişimleri ve büyük dönem değişimleri görülmüştür. Zhukov (1985) ışık eğrisi değişimini ilk defa belirtmiş ve bu değişimleri 10–12 yıllık, baş bileşende görünen bir leke çevrimi şeklinde değerlendirmiştir. Bu çevrimli ışık eğrisi değişimleri, Samec ve Bookmyer (1987) tarafından da doğrulandı ve çevrimlerin belli olmadığı yaklaşık 5 yıllık olası bir dönem ile, O'Connell etkisinin (O'Connell, 1951) bu değişimlere yol açtığını önerdiler. Daha sonraları, ışık eğrisinin asimetrisi üzerine modelleme çalışmaları yapıldı (Samec ve ark., 1989; Elias ve Koch, 2000). En son Zhang ve Zhang (2004) tarafından yapılan çalışmada, kendi gözlemledikleri ışık eğrisi değişimlerini de ekleyerek, ışık eğrisindeki maksimumların son 30 yılda, tam olarak dönemli olmayan fakat bir dereceye kadar çevrimli gözükten, sistematik ve devamlı bir değişime uğradığını önerdiler.

Birçok yazar tarafından, V523 Cas sisteminin dönem değişim çalışması yapılmıştır (Hoffman, 1981; Samec ve Bookmyer, 1987; Lister ve ark., 2000; Elias ve Koch 2000; Samec ve ark., 2001; Zahng ve Zahng, 2004; Samec ve ark., 2004). Son yıllarda yapılan çalışmalar, daha uzun zaman aralığını kapsamaktadır. Bunlardan Samec ve ark., (2001) ve (2004) çalışmaları yaklaşık 100 yıllık veri içermekte ve dönem değişiminin bir sinüs biçimli değişim gösterdiğini önermektedirler. Buradan hareket ile, sistemin bir üçlü sistem olduğunu söylemektedirler.

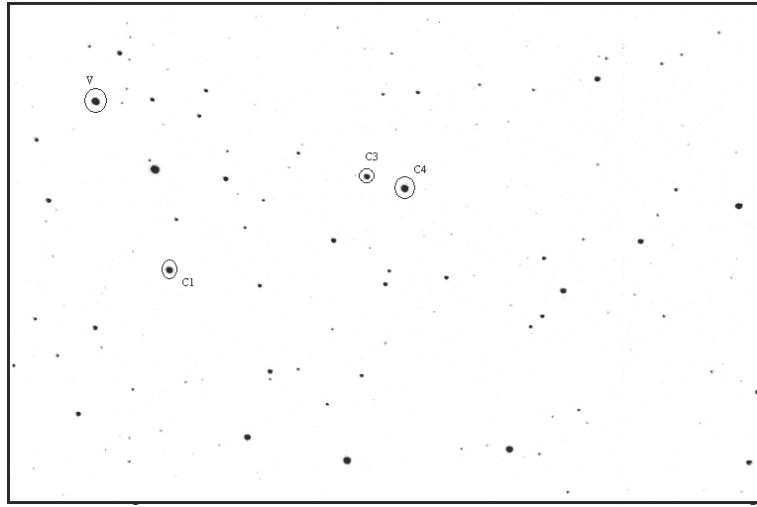
3. YENİ GÖZLEMLER

3.1. V453 Mon

Sistemin fotometrik gözlemleri, Aralık 2006 ve Ocak 2007 ayları arasında, 6 gece boyunca TÜBİTAK Ulusal Gözlemevine (TUG) ait 40-cm (TUG-T40) teleskobu ile ST-8 (1530X1020) CCD çipi kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca sistem minimum zamanları için, EGE Üniversitesi Gözlemevinin 40-cm (EÜG-T40) teleskobu ile, EÜG-T40 daki Alta-Apogee (1024x1024) CCD çipi kullanılmıştır. Çizelge 3.1’de listelenmiş yıldızlar mukayese ve kontrol yıldızları olarak kullanılmıştır. Değişen yıldız ve mukayese yıldızları, Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Gözlemler süresince değişen yıldız ile mukayeseler aynı karede olduklarından, aynı hava kütesinden etkilenmektedir. Bu nedenle, gözlemlere atmosfer sönükleştirmesi uygulanmamıştır. Gözlemler, IRAF (Image Reduction and Analysis Facilities) paket programı ile indirgenmiştir. Yıldızların parlaklık ölçümleri, IRAF paketi içinde bulunan DIGIPHOT-APPHOT paketi ile yapılmıştır. Bütün gözlem noktaları Güneş merkezli zamana (HJD) indirgenmiştir. Mukayese ve kontrol yıldızları için alanda bulunan uygun yıldızlar denetlenmiş ve parlaklığı sabit olan iki yıldız mukayese ve kontrol yıldızı olarak seçilmiştir. Sistemin Bessel B,V ve R filtrelerinde elde edilen ışık eğrileri Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Sırasıyla B,V ve R filtrelerinde, her bir fark gözlemi için standart sapma değerleri, 0.011, 0.009 ve 0.011 olarak hesaplanmıştır.

Sistemin ışık eğrisi, baş ve yan minimum şeklinde iki tane tutulma göstermektedir. Tutulmalar, yaklaşık olarak 0.5 ve 1.0 evrelerine denk gelmektedir. B ve V bantlarının maksimumlarının arasındaki farklar, O'Connell etkisinden kaynaklanıyor olmalıdır.

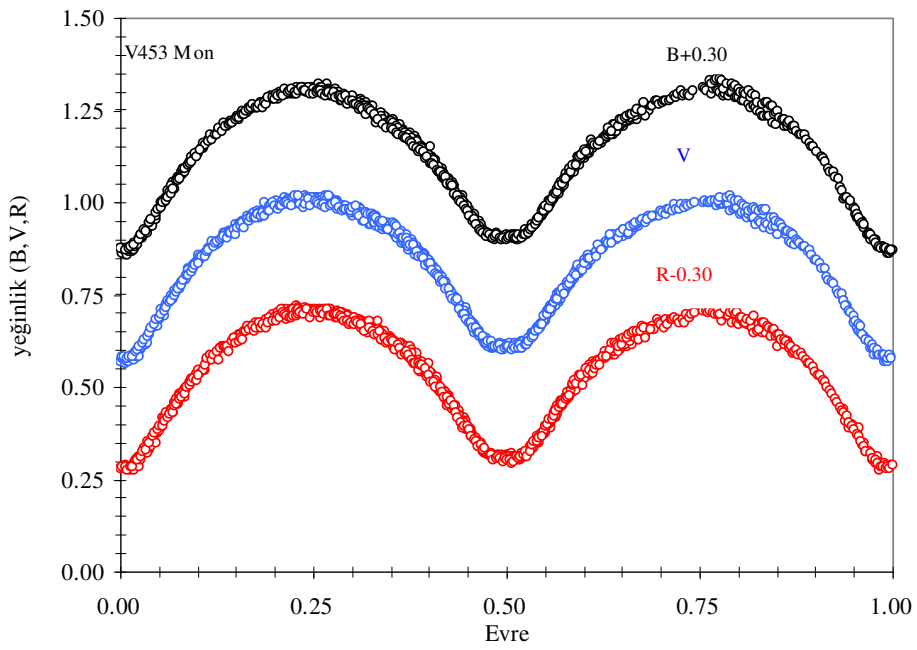
Şimdiye kadar sistemin dönem çalışması yapılmamıştır. Diğer bir taraftan, literatürde 0.61 gün civarında farklı bir dönem bulunmaktadır.



Şekil 3.1. V453 Mon' un TUG-T40 teleskobuna takılı ST-8 CCD çipi ile elde edilmiş bir görüntü. Burada V453 Mon (V), mukayese yıldızları (C1,C3,C4) ile gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. V453 Mon ve sistemin indirgeme işlemlerinde kullanılan mukayese ve kontrol yıldızlarına ait koordinatlar ve GSC numaraları.

YILDIZ	α (2000)	δ (2000)	GSC...
V453 Mon	06 50 38.9978	-02 22 07.248	GSC 4804 1104
Mukayese	06 50 58.1493	-02 20 22.861	GSC 4804 1034
Kontrol 1	06 50 42.81	-02 19 20.3	GSC 4804 1138
Kontrol 2	06 50 55.7892	-02 20 36.929	GSC 4804 580



Şekil 3.2. V453 Mon'un B,V,R süzgeçlerindeki ışıık eğrisi.

3.2. V523 Cas

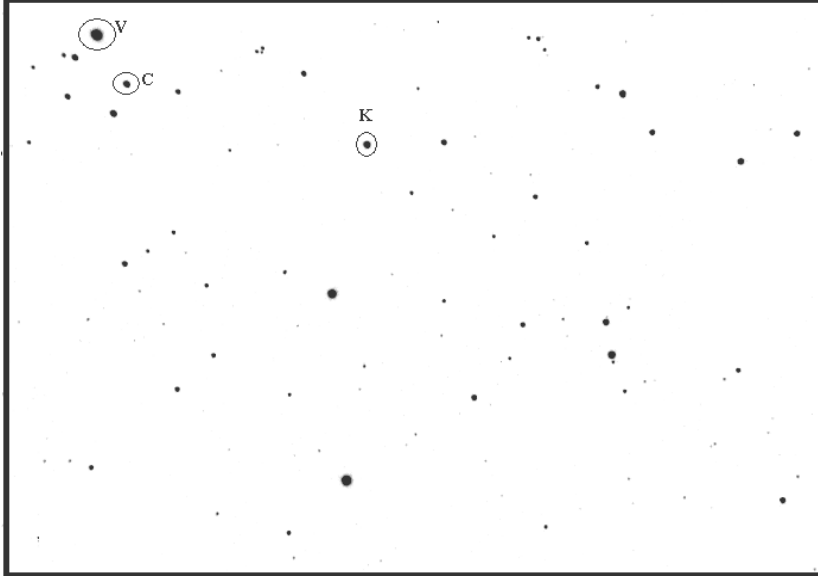
Sistemin fotometrik gözlemleri, Aralık 2006 ve Ocak 2007 ayları arasında, 6 gece boyunca TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne (TUG) ait 40-cm (TUG-T40) teleskobu ile ST-8 (1530x1020) CCD çipi kullanılarak elde edilmiştir. Çizelge 3.2'de V523 Cas, kullanılan mukayese yıldızı ve kontrol yıldızına ait GSC numaraları ve koordinatlar verilmiştir. Şekil 3.3'de ise, Çizelge 3.2'deki yıldızlara ait CCD görüntüsü yer almaktadır.

Çizelge 3.2. V523 Cas ve sistemin indirgeme işlemlerinde kullanılan mukayese ve kontrol yıldızlarına ait koordinatlar ve GSC numaraları.

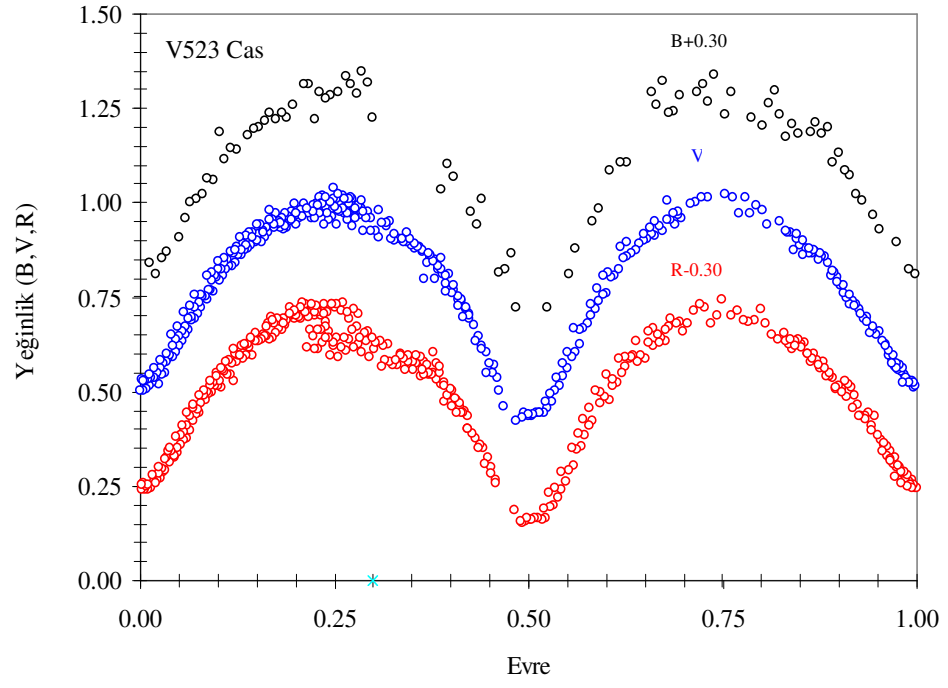
YILDIZ	α (2000)	δ (2000)	GSC...
V523 Cas	00:40:16.80	+50:16:59.0	GSC 3257 167
Mukayese	00:40:28.09	+50:15:58.1	GSC 3257 221
Kontrol	00:40:08.59	+50:14:56.4	GSC 3257 1506

Bu gözlemlerde beş minimum zamanı edilmiştir. Bu minimum değerleri, Güneş merkezli zamana indirgenmiş olarak (HJD) EK-A'da literatürdeki diğer minimum zamanları ile birlikte verilmiştir. Gözlem verilerinin indirgenmesi ve sistemin parlaklık ölçüm metotların da V453 Mon'da uygulanan indirgeme ve ölçüm yolları izlenmiştir. B,V ve R süzgeçlerinden elde edilen parlaklık farkları birim ısıtmaya dönüştürülerek, evreye göre değişimleri Şekil 3.4'de verilmiştir.

Sırasıyla B,V ve R filtrelerinde, her bir fark gözlemi için standart sapma değerleri 0.04, 0.017 ve 0.015 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. V523 Cas' ın TUG-T40 teleskobuna takılı ST-8 CCD çipi ile elde edilmiş bir görüntü. Burada V523 Cas (V), mukayese yıldızı (C) ve kontrol yıldızı (K) ile gösterilmiştir.



Şekil 3.4. V523 Cas' ın BVR süzgeçlerindeki ışık eğrileri.

4. DÖNEM DEĞİŞİMİ ANALİZİ

Oluşum biçimleri, yapıları ve evrimleri hakkında bilgi vermesi açısından, çift sistemlerin dönem değişimlerinin incelenmesi çok önemlidir. Bu dönem değişimleri, dönemin artması ve azalması şeklinde olabilir. Çift sistemlerin dönemlerinde meydana gelen değişimleri açıklayan çeşitli kuramlar vardır.

Bu değişimler kendini, net bir değişim veya dönemli değişimler şeklinde gösterebilir. Örneğin dönemli değişimler, eksen dönmesi veya üçüncü cisim etkisinden kaynaklanmaktadır. Eksen dönmesi ve üçüncü cisim etkisi, sistemin gözlemciye göre konumunu ve uzaklığını değiştirerek, minimumlar arasındaki geçen süreyi değiştirirler. Bu tür değişimler, dönemin değişiyormuş gibi görünmesine neden olur. Daha sonraları manyetik etkinlik (Applegate and Patterson, 1987; Applegate, 1992), sistemin dönemini görünüşte değiştiren etkiler arasında yerini almıştır.

Kütle ve açısal momentum aktarımları (Huang, 1956; Landau ve Lifshitz, 1965; Piotrowski, 1964; Kruszewski, 1966; vd.), sistemin dönemini gerçek anlamda değiştirmektedir.

Dönem değişimini belirlemek için, gözlenen (O) ve hesaplanan (C) minimum zamanlarının farkını alarak, zamana göre (O-C) farkı çizdirilir. O-C, gözlenen minimum zamanları ile sabit bir dönem kullanılarak

hesaplanan değerler arasındaki fark olduğu için, eğer sistemin döneminde bir değişim varsa, O-C eğrisinde bu değişim gözlenecektir. Yukarıda anlatılan çeşitli değişim mekanizmalarına karşılık, O-C eğrileri de farklı yapılar göstermektedir.

Eğer bileşenler arasında korunumlu kütle aktarımı varsa, sistemin O-C grafiğinde parabolik bir değişim meydana gelir. Gözlenen (O) minimum zamanları ile hesaplanan (C) minimum zamanlarının bağıntıları

$$O = T_{0_g} + P_0 \cdot E + Q \cdot E^2 \quad (5)$$

$$C = T_0 + P \cdot E \quad (6)$$

şeklinde olup, sistemin O-C eğrisi

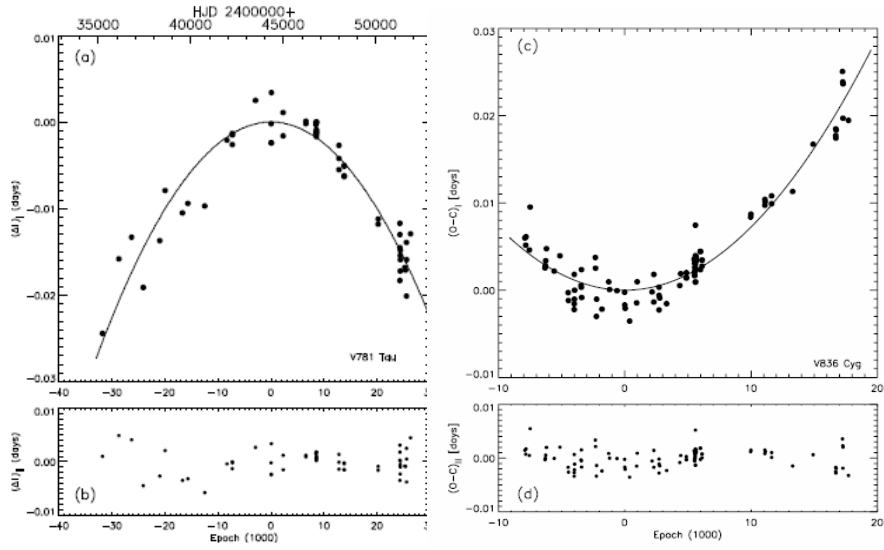
$$O - C = (T_{0_g} - T_0) + (P_0 - P) \cdot E + Q \cdot E^2 \quad (7)$$

$$O - C = \Delta T_0 + \Delta P \cdot E + Q \cdot E^2 \quad (8)$$

bağıntısı ile gösterilebilir. ΔT_0 ; T_0 zamanının yanlışlığından kaynaklanan düzeltme, ΔP ; dönemdeki değişim miktarı ve Q ; kütle aktarımı sonucunda dönemde meydana gelen değişimi temsil eden katsayıdır.

Burada Q değerinin işaretine göre, kütle aktarımının hangi bileşenden diğerine doğru gerçekleştiği belirlenebilir. Eğer $Q > 0$ ise; kütle aktarımı küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru

olan, artan bir parabol, $Q < 0$ ise; kütle aktarımı büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru olan, azalan bir parabol şeklinde O-C grafikleri gözlenmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Sırasıyla V781 Tau ve V836 Cyg sistemlerine ait $Q < 0$ ve $Q > 0$ için (O-C) ye karşı Evre grafikleri. (Yakut, 2005)

O-C değerlerine (8) denklemi fit edilerek, ΔT_0 , ΔP ve Q değerleri belirlenir. Evre başına dönem değişimi

$$\frac{dP}{dE} = 2Q(\text{gün / evre}) \quad (9)$$

ile elde edilir. (9) bağıntısı sistemin dönemine bölünürse, gün başına dönem değişimi

$$\dot{P} = \frac{dP/dE}{P} = \frac{2Q}{P}(\text{gün / gün}) \quad (10)$$

bulunurken, dönemin bir yıldaki değişimi ise

$$\dot{P} = \frac{2Q}{P} 365.25(\text{gün / yıl}) \quad (11)$$

bağıntısı ile verilir. Korunumlu kütle transferi koşulu altında, bileşenler arasındaki kütle aktarım miktarı ise

$$\dot{M} = \frac{1}{3} \frac{\dot{P}}{P} \left[\frac{M_c \cdot M_h}{M_c - M_h} \right] (M_\odot / \text{yıl}) \quad (12)$$

şeklindedir. Burada M_c soğuk bileşenin kütesini, M_h sıcak bileşenin kütesini ifade etmektedir.

4.1. V453 Mon

V453 Mon sistemine ait, literatürde çalışılmış dönem analizi bulunmamaktadır. Bu çalışmada, gözlemlerden elde ettiğimiz minimum zamanları kullanarak, doğrusal ışık elemanları;

$$HJD\ MinI = 2454109.3472 + 0.51100014 \times E \quad (13)$$

olarak bulundu ve gözlem verilerinin indirgenme işlemlerinde kullanıldı. Bu yeni ışık elemanları, gelecekte V453 Mon üzerine yapılacak olan çalışmalar için kullanışlı olacaktır. Literatürden bütün kullanılabilir minimum zamanları toplanarak ve Kwee-van Woerden (Kwee K. K., van Woerden H.; 1956) yöntemi ile elde ettiğimiz 6 minimum zamanı da eklenerek Çizelge 4.1’de listelenmiştir. Sistem değen çift sistem olduğundan, bileşenler arasındaki kütle aktarımı O-C değişimini etkilemektedir. Eğer kütle aktarımı yeterince büyük ise, parabolik O-C değişimi beklenmektedir.

Gözlem ile hesaplanan minimum zamanların arasındaki fark noktalandığında, sistemin döneminin zamanla azaldığını görürüz. Denklem 2’deki öğeleri elde etmek için, diferansiyel düzeltme yöntemi kullanılmıştır. Bu denklemin uygulanması ile hesaplanan minimum zamanları, Şekil 4.2’de verilmiştir ve en küçük kareler yöntemi kullanılarak hesaplanan ışık elemanları ve hataları aşağıda verilmiştir:

$$HJD\ Min = 2454109.3471(3) + 0.51100060(5) \times E - 1.6 \times 10^{-10} E^2 \quad (14)$$

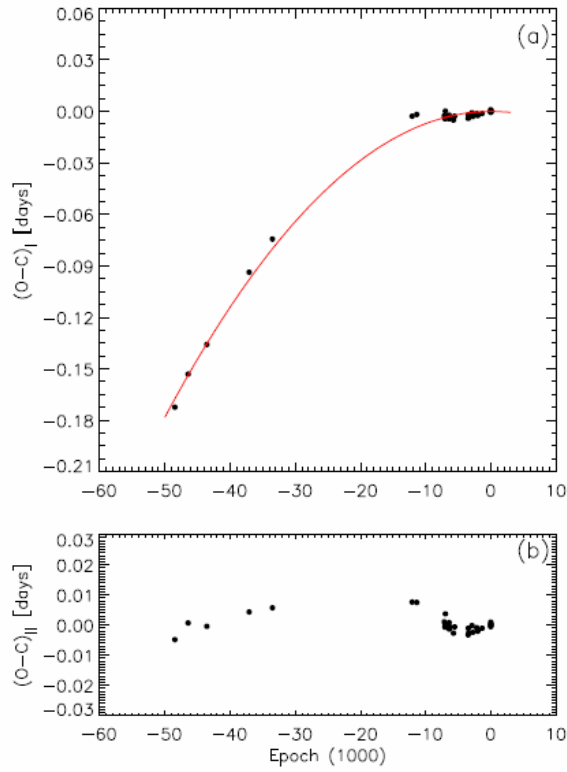
Çizelge 4.1. V453 Mon sistemine ait HJD* (HJD-2400000) de birinci (I) ve ikinci (II) minimum zamanları.

HJD* Min	Tür	Ref.	HJD* Min	Tür	Ref.	HJD* Min	Tür	Ref.
2429344.2970	II	1	2450508.3218	I	4	2452354.0567	I	8
2430382.4140	I	1	2450519.3087	II	4	2452619.2686	I	8
2431846.4480	I	1	2450530.2991	I	4	2452690.2955	I	9
2433220.5040	I	1	2450743.6388	II	5	2452981.5676	I	10
2433220.5116	I	1	2450799.5922	I	5	2453062.3045	I	10
2433220.5130	I	1	2450824.3763	II	5	2453068.4369	I	11
2434768.3790	I	1	2450825.3996	II	5	2453410.2971	I	12
2435161.3510	I	1	2450839.4500	I	5	2454080.4757	II	13
2436983.3430	II	1	2450855.2917	I	5	2454083.5426	II	13
2447928.2810	I	2	2451165.4676	I	5	2454084.5634	II	13
2448290.3260	II	3	2451252.3399	I	6	2454085.5851	II	13
2450444.4482	I	4	2452321.3520	I	7	2454109.3472	I	13
2450508.3216	I	5	2452327.9971	I	8	2454109.3476	I	13

Kaynaklar 1-Wachmann (1964), 2-Huebscher(1990), 3-Hubscher(1991), 4-Agerer ve Huebscher (1998), 5-Agerer ve ark. (1999), 6-Agerer ve ark. (2000), 7-Brat ve ark. (2007), 8-Nagai(2003), 9-Hubscher ve Joachim (2005) 10-Kotkova ve ark..(2006), 11-Zejda ve Miloslav (2004) 12-Zejda ve ark.. (2006), 13-Bu çalışma

Fotoelektrik gözlem noktaları (pe) için 5, fotoğrafikler (pg) için 1 ve beklenen normal konumlarından büyük sapma gösteren birkaç durum (pg) için de 0 ağırlıkları kullanılmıştır. O-C değişimi Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Bu grafikte gözlenen O-C değerleri, denklem 13’de

verilen T_0 ve P_0 doğrusal ışıık elemanları ile elde edilmiştir. Şekil 4.2(a)'daki sürekli çizgi, çift sistemin yörünge dönemindeki seküler artışı temsil etmektedir. Şekil 4.2(b), parabolik değişimden arta kalanları göstermektedir. Denklem 14 kullanılarak, $Q = -1.6 \times 10^{-10}$ ile dönemdeki azalma $dP/dt = -2.30 \times 10^{-7} \text{ gün yıl}^{-1}$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2. (a) V453 Mon'un O-C grafiğine yapılan 2. dereceden polinom fiti, (b) fitten kalan artıklar.

4.2. V523 Cas

V523 Cas sisteminin dönem değişimi çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmış ve sisteme ait literatürde oldukça fazla minimum zamanı bulunmaktadır. Samec ve ark., (2001) dönem değişimi çalışmasında, dönemi yaklaşık 101 yıl ve genliği 0.036 gün olan bir sinüs benzeri bir salınımın olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca bu salınıma, $0.37 M_{\odot}$ kütleli bir üçüncü cismin neden olduğunu önermişlerdir. Zahng ve Zahng (2004) çalışmasında, Samec ve ark. (2001)'deki kadar uzun bir zaman aralığına sahip minimum zamanı kullanmadılar. Ancak 1986–2000 yılları arası gözlemiş oldukları 47 minimum zamanından faydalananarak, sistemin dönem değişiminin artan bir parabolik değişim olduğunu söylediler. Bu çalışmada $dP/dt = 8.84 \times 10^{-11} \text{ gün yıl}^{-1}$ mertebesinde bir dönem artışına ve bileşenler arasında korunumlu bir kütle aktarımını varsayarak, $dM/dt = 9.17 \times 10^{-8} M_{\odot} \text{ yıl}^{-1}$ mertebesinde yoldaş bileşenden baş bileşene doğru bir kütle aktarımına işaret edilmektedir.

Son olarak Samec ve ark. (2004)'te, Zahng ve Zahng (2004)'teki yeni minimum zamanlarını da kullanarak, sistemin dönem değişiminin geçmişte ne şekilde olduğu ve gelecekte ise ne şekilde gelişebileceğini içeren bir çalışma yapmıştır. 2001'deki çalışmasında olduğu gibi Samec ve ark., bu çalışmada da çok uzun bir zaman aralığı kullanarak (yaklaşık 102 yıl), sistemin dönem değişiminin, dönemi yaklaşık 101 ± 7 yıl ve

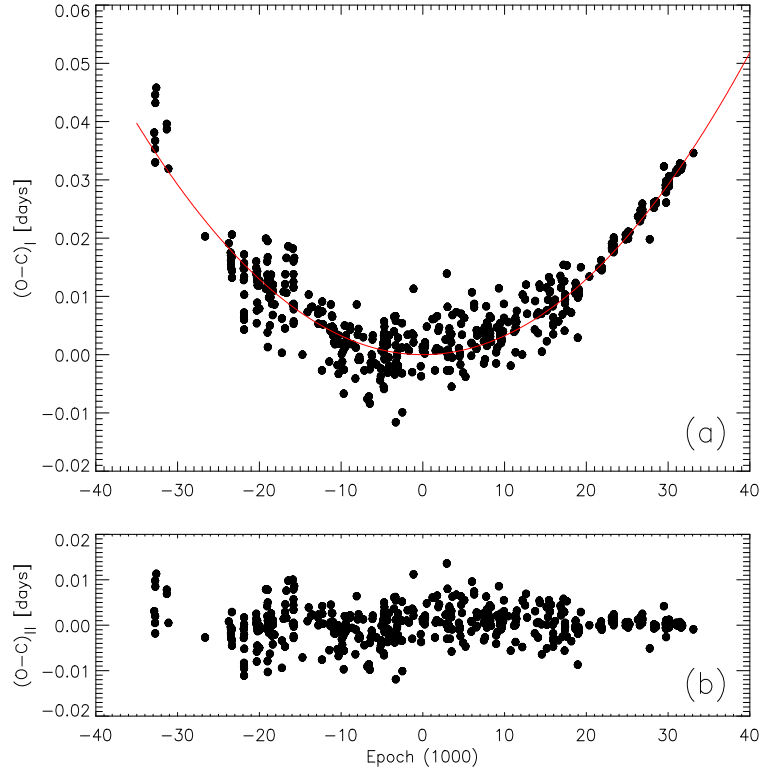
genliği de 0.038 ± 0.005 gün olan sinüs benzeri bir salınım gösterdiğini önermiştir. Bu salınıma ise, $0.41 M_{\odot}$ kütleli, değen sistemin etrafında dolanan üçüncü bir cismin neden olduğunu söylemiştir.

Bu çalışmamızda, 6 gecelik gözlem süresi boyunca, Kwee-van Woerden (Kwee K. K., van Woerden H.; 1956) yöntemi ile toplam 5 minimum zaman hesaplanmış ve literatürdeki diğer minimum zamanları ile EK-A'da sunulmuştur. Dönem değişim analizi, toplam 499 minimum zamanı ile yapılmış ve gözlem ile hesaplanan minimum zamanları arasındaki fark noktalandığında, sistemin döneminin zamanla arttığı görülmüştür. Denklem 15'deki ışık elemanlarını elde etmek için, diferansiyel düzeltme yöntemi kullanılmıştır. EK-A'da verilen minimum zamanlarına bu denklemi uygulayarak ve en küçük kareler yöntemini kullanarak ışık elemanları elde edilmiştir:

$$HJD MinI = 2446708.7700(1) + 0.23369171(1) \times E + 3.24(3) \times 10^{-11} E^2 \quad (15)$$

Şekil 4.3'te, sistemin O-C diyagramı verilmiştir. Şekil 4.3(a), ikinci dereceden fitin, doğrusal O-C farklarına uyumunu göstermektedir. Şekil 4.3(b) ise, parabolik değişimden artakalanları ifade etmektedir. Son 30 yıl içinde, sistemin tam anlamıyla sürekli artan bir dönem değişimi gösterdiği önerilmektedir. Işık elemanlarındaki kareli terim ile temsil edilen seküler karakter, yörünge dönemindeki artışa karşılık gelmektedir ve $dP/dt = 1.012 \times 10^{-7} \text{ gün yıl}^{-1}$ mertebesinde bir dönem artışını işaret etmektedir. Bu durumun, bileşenler arası kütle aktarımı veya sistemden kütle kaybı sonucu ortaya çıktığı düşünülebilir. Bileşenler arasındaki

kütle aktarımının korunumlu olduğu düşünülürse, kütle aktarımı, küçük kütleli yoldaş bileşenden büyük kütleli baş bileşene doğru ve $dM/dt = 1.15 \times 10^{-7} M_{\odot} \text{ yıl}^{-1}$ mertebesinde olmalıdır.



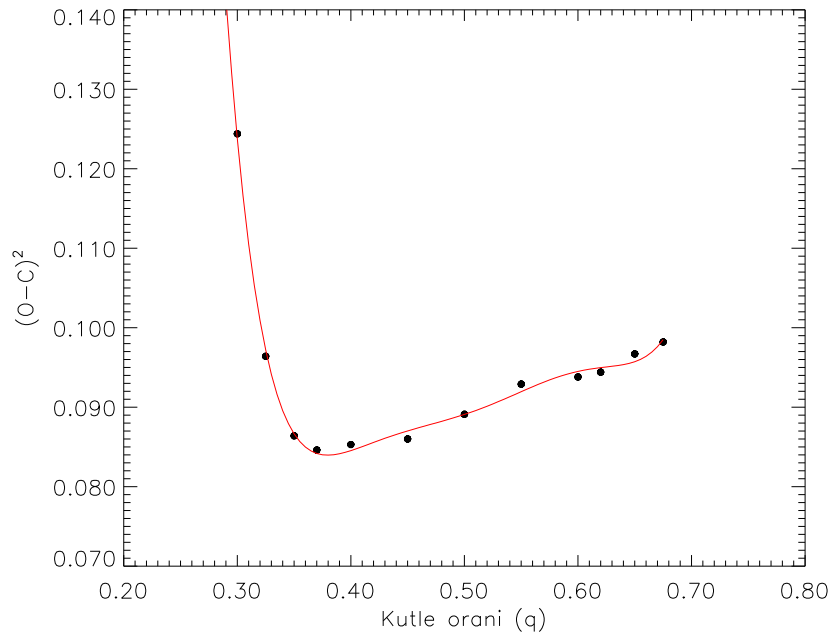
Şekil 4.3. (a) V523 Cas'ın gözlenen ve hesaplanan minimum zamanları arasındaki fark ve sürekli çizgi ikinci dereceden Denklem 15'den elde edilmiştir. **(b)** Gözlemler ve ikinci dereceden polinom fiti arasındaki fark.

5. IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

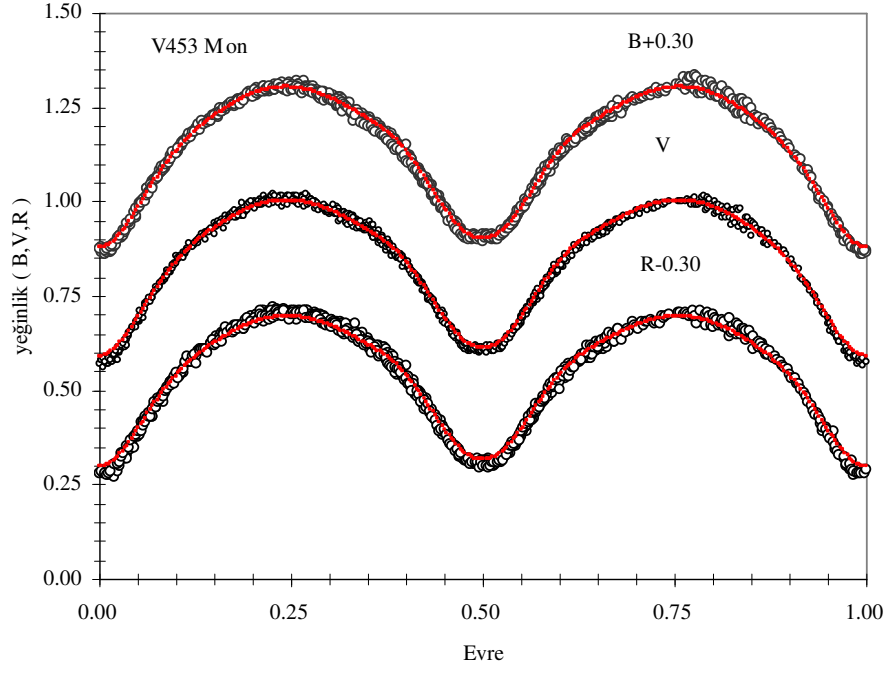
5.1. V453 Mon

Sistemin ışık eğrisi bu güne kadar elde edilmemişti. Bu nedenle ışık eğrisi analizi uygulanmamıştı. Bu çalışmada, V453 Mon'un elde edilmiş üç renk ışık eğrilerinin eş zamanlı analizi yapılmıştır. Işık eğrisi analizi için, Wilson-Devinney 2003 sürüm kodu (Wilson ve Devinney 1971; Wilson, 1994) kullanılmıştır. Her iki bileşenin de Roche lobunu doldurduğu varsayılan, WD'in 3. modu seçildi. B-V rengine dayanarak $T_1 = 7000 K$, çekimsel kararma katsayıları ve yansıma katsayıları konvektif atmosfer varsayımı benimsenerek sırasıyla $g_1 = g_2 = 0.32$ (Lucy, 1967) ve $A_1 = A_2 = 0.5$ (Rucinski, 1969) olarak alınmış, logaritmik kenar-kararma yasası, Van Hamme (1993) Güneş'in kimyasal yapısı varsayımı katsayısı ile kullanılmıştır. Eğiklik i , ikinci bileşenin sıcaklığı T_2 , birinci bileşenin tek renkli parlaklığı L_1 (B,V,R) ve ortak yüzeyin potansiyeli Ω , serbest bırakılan parametrelerdir. Diferansiyel düzeltme (DC) kodunda, girdi parametrelerindeki düzeltmeler, onların hatalarından küçük oluncaya kadar çalıştırılır. Sonuçlar Çizelge 5.1'de verilmiştir. Şimdiye kadar sistemin dikine hız eğrisi elde edilmediğinden dolayı, çözümler boyunca q parametresinin değeri aranmıştır. V süzgeci verileri kullanılarak, fotometrik kütle oranı (q) taraması boyunca 0.275, 0.3, 0.325, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60 ve 0.62 değerleri kullanılmış ve i , T_2 , Ω_1, Ω_2 ve L_1 değerleri serbest bırakılarak çözümler elde edilmiştir. Bu çözümlerde, fark kareler toplamı $\Sigma(O - C)^2$ ile q değerleri

izdirilerek (Şekil 5.1), q değerinin 0.35–0.40 arasında minimum olduğu ve özmlerimize çok daha yakın olduğu görülmüştür. Diğer bir taraftan, WD özmleri sırasında $T_1 = 6500, 6750, 7000, 7250$ ve 7500 K gibi farklı sıcaklıklar test edilmiş ve sonuçlar, en iyi özm 7000 K’in verdiğini işaret etmiştir. Çizelge 5.1’deki parametreler ile elde edilmiş model ışık eğrisi (sürekli izgi), Şekil 5.2’de gözlenen ışık eğrisi ile karşılaştırılmıştır. Model yardımı ile oluşturulan ışık eğrisi, LC programı kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 5.1. Ktle oranı taraması sonucu, $\Sigma(O-C)^2$ değışiminin $q=0.35-0.40$ arasında minimum değere sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 5.2. V453 Mon'un gözlenmiş ve hesaplanmış ışık eğrileri. B ve R ışık eğrilerinin değerlerine, daha iyi görülebilirlik açısından, sırasıyla +0.3 ve -0.3 eklenmiştir.

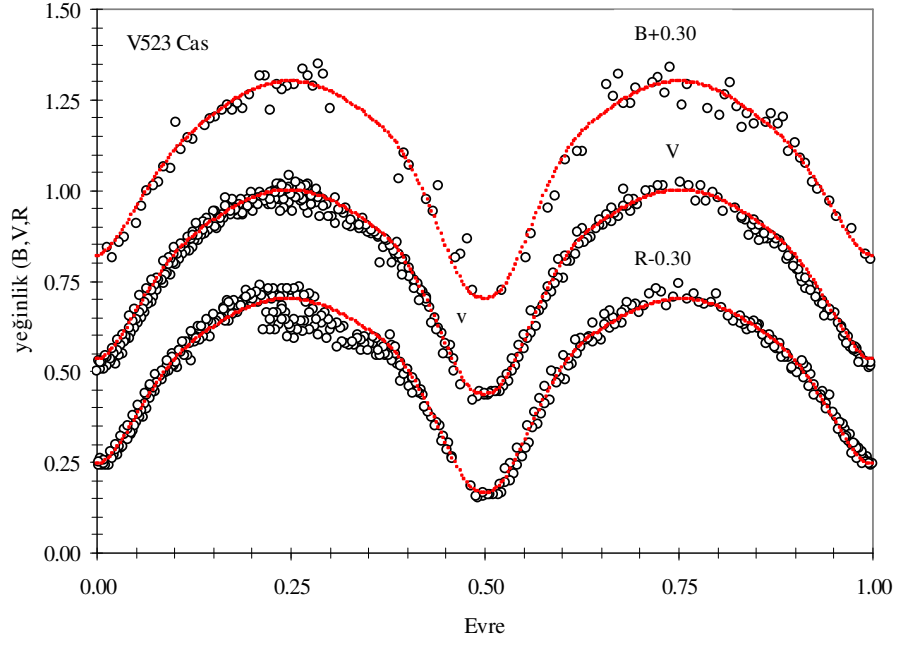
Çizelge 5.1. V453 Mon'un fotometrik elemanları ve onların 1σ hataları.

Parametreler	Değer
Geometrik parametreler:	
$i(^{\circ})$	78.3(8)
$\Omega_{1,2}$	2.617(4)
q^*	0.388(3)
Filling factor (f %)	17
Sıcak bileşenin kesirsel yarıçapı	
r_1 kutup	0.4438(07)
r_1 kenar	0.4758(09)
r_1 arka	0.5046(13)
Soğuk bileşenin kesirsel yarıçapı	
r_2 kutup	0.2846(11)
r_2 kenar	0.2975(14)
r_2 arka	0.3351(25)
Işınımsal parametreler:	
$T_1^*(K)$	7000
$T_2 (K)$	6980(75)
$(A_1=A_2)^*$	0.5
$(g_1=g_2)^*$	0.32
Görelî parlaklık oranı: $L_1/L_1 + L_2$	
B	70
V	71
R	71

* Sabit alınan parametre

5.2 V523 Cas

Işık eğrisi analizi için Wilson-Devinney (WD) 2003 sürüm kodu (Wilson ve Devinney, 1971; Wilson, 1994) kullanılmıştır. Çözüm sırasında, sistemin ışık eğrisi ile birlikte dikine hız eğrisi (Rucinski ve ark., 2003) ortak olarak ele alınmıştır. Her iki bileşenin de Roche lobunu doldurduğu varsayılan, WD'in 3. modu kullanılmıştır. Çözüm süresince, aşağıdaki değerler benimsenmiştir: B-V rengine dayanarak $T_1 = 4200 K$, çekimsel kararım katsayıları ve albedolar sırasıyla $g_1 = g_2 = 0.32$ (Lucy, 1967) ve $A_1 = A_2 = 0.5$ (Rucinski, 1969) olarak alınmış, logaritmik kenar-kararım yasası Van Hamme (1993) Güneş'in kimyasal yapısı varsayımı katsayısı ile kullanılmıştır. Eğiklik i , ikinci bileşenin sıcaklığı T_2 , birinci bileşenin tek renkli parlaklığı L_1 (B,V,R) ve ortak yüzeyin potansiyeli Ω , serbest bırakılan parametrelerdir. Programın DC alt programı, her çalıştırmada tek bir iterasyon yapmakta ve böylelikle kullanıcıya her iterasyonda sonuçları kontrol ederek, girdi parametrelerindeki düzeltmeler, hatalarından küçük oluncaya kadar iterasyona devam etme olanağı vermektedir. WD programı ile yapılan ortak çözümlerin sonuçları, Çizelge 5.2'de verilmiştir. Çizelge 5.2'deki parametreler ile elde edilmiş model ışık eğrisi (sürekli çizgi), Şekil 5.3'de gözlenen ışık eğrisi ile karşılaştırılmıştır. Model yardımı ile oluşturulan ışık eğrisi, WD programının alt programı olan LC (ışık eğrisi) programı kullanılarak oluşturulmuştur. Bu şekilde de görüldüğü üzere, ortak çözümden elde edilen kuramsal eğri, gözlem noktaları ile oldukça uyumludur.



Şekil 5.3. V523 Cas'un gözlenmiş ve hesaplanmış ışık eğrileri. B ve R ışık eğrilerinin değerlerine, daha iyi görülebilirlik açısından, sırasıyla +0.3 ve -0.3 eklenmiştir.

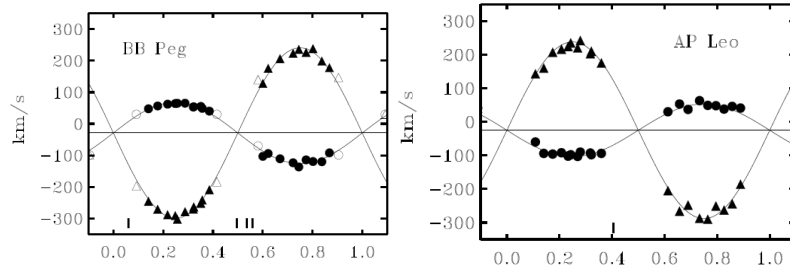
Çizelge 5.2. V523 Cas'un fotometrik elemanları ve onların 1σ hataları.

Parametreler	Değer
Geometrik parametreler:	
$i \text{ (}^\circ\text{)}$	83.57(1.04)
$\Omega_{1,2}$	2.891(24)
q	0.519(11)
Filling factor (f %)	7
Sıcak bileşenin kesirsel yarıçapı	
r_1 kutup	0.4131(44)
r_1 kenar	0.4389(57)
r_1 arka	0.4685(79)
Soğuk bileşenin kesirsel yarıçapı	
r_2 kutup	0.3072(55)
r_2 kenar	0.3212(67)
r_2 arka	0.3557(110)
Işınımsal parametreler:	
$T_1^*(K)$	4200
$T_2 (K)$	4429(24)
$(A_1=A_2)^*$	0.5
$(g_1=g_2)^*$	0.32
Görelî parlaklık oranı: $L_1 / L_1 + L_2$ (%)	
B	51
V	54
R	56

*Sabit alınan parametre

6. FİZİKSEL PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ

Değen sistemler, çok küçük yörünge dönemlerinden dolayı büyük dönme hızlarına sahip bileşenlerden oluşmaktadır; bu nedenle tayf çizgilerindeki soğurma çizgileri oldukça geniştir ve gözlenen çizgilerin üzerlerini örtmektedir. Özellikle zengin tayf çizgilerine sahip F-G aralığındaki sistemlerde bu etki görülmektedir.



Şekil 6.1. BB Peg ve AP Leo sistemine ait dikine hız eğrileri (Lu ve Rucinski, 1999).

Değen sistemlerin ışık eğrilerinde olduğu gibi, dikine hız eğrilerinde de W-türü ve A-türü alt sınıf ayrımını görmek mümkündür. Fakat ışık eğrilerine bakarak değen sistemin hangi alt türe ait olduğunu söylemek çok doğru değildir. Kesin bilgi için dikine hız eğrilerine ihtiyaç duyarız. Şekil 6.1’de BB Peg ve AP Leo sistemlerine ait (Lu ve Rucinski, 1999) dikine hız eğrileri görülmektedir. BB Peg sistemine ait

dikine hız eğrisine baktığımızda, 0–0.25 evreleri arasında büyük kütleli bileşenin hızının pozitif olduğunu, yani birinci minimum sırasında önde olduğunu söyleyebiliriz. Yani küçük kütleli bileşenin daha sıcak olduğunu buradan anlamış oluruz. Bu da bize, BB Peg sisteminin W-türü bir sistem olduğunu gösterir. Aynı şekilde Ap Leo sisteminin dikine hız eğrisine baktığımızda, 0–0.25 evreleri arasında kütleli bileşenin hızının negatif olduğunu, yani birinci minimum sırasında arkada olduğunu söyleyebiliriz. AP Leo sisteminin daha derin minimumunda büyük kütleli bileşenin küçük kütleli bileşen tarafından örtüldüğü ve buradan hareketle AP Leo sisteminin A-türü bir sistem olduğunu söyleyebiliriz.

Bu şekilde elimizde dikine hız eğrileri olan sistemlerin fiziksel parametrelerine ulaşmamız mümkündür. Her iki bileşenin dikine hız eğrilerinin yarı genişliklerinden (K_1 ve K_2) ve ışık eğrisi analizinden bulduğumuz dönem (P) ve yörünge eğikliği açısını (i) kullanarak, sistemin bileşenlerinin kütle ve yarıçap değerlerine ulaşabiliriz. Işık eğrisi analizinden sisteme ait sıcaklıkları belirlediğimizden, bileşenlerin ışıyım güçlerine ulaşmak mümkündür.

Öncelikle tayf ölçümlerinden $a \sin i$ değerini, yani yarı büyük eksen uzunluğunun izdüşüm büyüklüklerini

$$\begin{aligned}
 a_1 \sin i (km) &= 13751 K_1 (km/s) P(gün) \sqrt{1-e^2} \\
 a_2 \sin i (km) &= 13751 K_2 (km/s) P(gün) \sqrt{1-e^2} \\
 a \sin i (km) &= 13751 K (km/s) P(gün) \sqrt{1-e^2}
 \end{aligned} \tag{16}$$

elde ederiz. Burada $K = K_1 + K_2$ şeklinde her iki bileşenin dikine hız eğrilerinin yarı genişliklerinin toplamı, P gün biriminde dönem, e ise yörünge dışmerkezliliğidir. Değen sistemler çember yörüngeli sistemler olarak kabul edildiği için, e değeri sıfır alınabilir. Her bir bileşenin kütesini

$$M_1 \sin^3 i(M_\odot) = \frac{(a_2 \sin i(AB))(a \sin i(AB))^2}{P^2(\text{yıl})} \quad (17)$$

$$M_2 \sin^3 i(M_\odot) = \frac{(a_1 \sin i(AB))(a \sin i(AB))^2}{P^2(\text{yıl})}$$

bağıntıları yardımı ile hesaplayabiliriz. Denklemlerde yarı büyük eksen uzunluğunun izdüşüm büyüklükleri astronomik birim cinsinden, dönem yıl cinsinden alınmalıdır. Burada $\sin^3 i$ değerini, ışık eğrisi analizleri sonucu bulduğumuz “i” açısı yardımıyla bularak, her iki bileşene ait kütle değerlerini güneş kütesi cinsinden hesaplayabiliriz. Bileşenlerin yarıçap değerleri

$$R_1 = r_1 \cdot a(R_\odot) \quad (18)$$

$$R_2 = r_2 \cdot a(R_\odot)$$

bağıntıları yardımı ile bulunabilir. Burada r_1 ve r_2 değerleri, ışık eğrisi analizi sonucu bulduğumuz görelî yarıçaplar, a ise yarı büyük

eksen uzunluğunun güneş yarıçapı birimindeki değeridir. Her bir bileşenin ısıtma değerlerini

$$\frac{L_{1,2}}{L_{\odot}} = \left(\frac{R_{1,2}(R_{\odot})}{R_{\odot}} \right)^2 \cdot \left(\frac{T_{1,2}(K)}{T_{\odot}} \right)^4 \quad (19)$$

denklemini yardımı ile hesaplayabiliriz. Burada bileşenlerin yarıçapları güneş yarıçapı biriminde ve sıcaklıkları ise Kelvin birimindedir. Güneşin sıcaklığı 5780 K alınmıştır.

Bu çalışmamızda V523 Cas sisteminin bileşenlerinin dikine hız eğrilerinin yarı genişlikleri, Rucinski (2003)'ten $K_1 = 121.64 \text{ km/s}$ ve $K_2 = 235.95 \text{ km/s}$ olarak alındı. Ayrıca elde ettiğimiz ışık eğrisi analizleri sonucunda, $i = 83^\circ.519$ ve bileşenlerin göreceli yarıçaplarını $r_1 = 0.4402$, $r_2 = 0.3280$ olarak bulduk. Elde ettiğimiz bu değerleri, Denklem 16, 17, 18 ve 19'da uygulayarak, Çizelge 6.1'deki V523 Cas sistemine ait fiziksel parametreleri elde ettik.

Çizelge 6.1. V523 Cas sisteminin dikine hız eğrilerinden ve ışık eğrisi çözümlerinden hesaplanmış salt parametreleri.

	SOĞUK BİLEŞEN	SICAK BİLEŞEN
$M/M_{\odot}$	0.75 (3)	0.39 (2)
$R/R_{\odot}$	0.73 (4)	0.54 (3)
$L/L_{\odot}$	0.15	0.084
$T_e(K)$	4200	4429

7. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında ilk kez çalışılan V453 Mon sistemi ile, daha önce çalışılmış bir sistem olan V523 Cas sistemine ait ışık eğrileri ve analizleri sonucu fiziksel parametreleri sunulmuştur. V453 Mon sistemine ait, literatürde herhangi bir ışık eğrisi ya da dikine hız çalışması bulunmadığından, ışık eğrisi analizlerinde sadece üç bant (B,V ve R süzgeçleri) ortak çözüme gidilmiştir. V523 Cas sisteminin literatürdeki dikine hız eğrisi ve elde ettiğimiz üç bant ışık eğrisi ile birlikte ortak çözüme gidilerek sonuca ulaşılmıştır.

Her iki sistem de degen sistem olduğundan, kütle aktarımının dönem değişimine neden olacağını düşünerek, literatürdeki minimum zamanlarını toplayarak, her iki sistemin de dönem değişim analizi yapıldı. Sonuç olarak, parabolik değişim gösterdiği görülen V453 Mon ve V523 Cas sistemlerine parabolik fit uygulandı. Yapılan analizler sonucu, V453 Mon sisteminin dönemindeki azalma $dP/dt = -2.30 \times 10^{-7} \text{ gün yıl}^{-1}$ olarak bulundu. V523 Cas sisteminin döneminde ise, $dP/dt = 1.012 \times 10^{-7} \text{ gün yıl}^{-1}$ olarak bulunan artış görüldü. Bu sonuçlardan hareket ile, V453 Mon sisteminin büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru bir kütle aktarımının olduğu ve V523 Cas sisteminin de küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru kütle aktarımının gerçekleştiği söylenebilir.

Dikine hız ölçümlerinden elde edilmiş olan parametreler ve ışık eğrisi analiziyle ortaya koyduğumuz sonuçlar yardımıyla bulunun V523

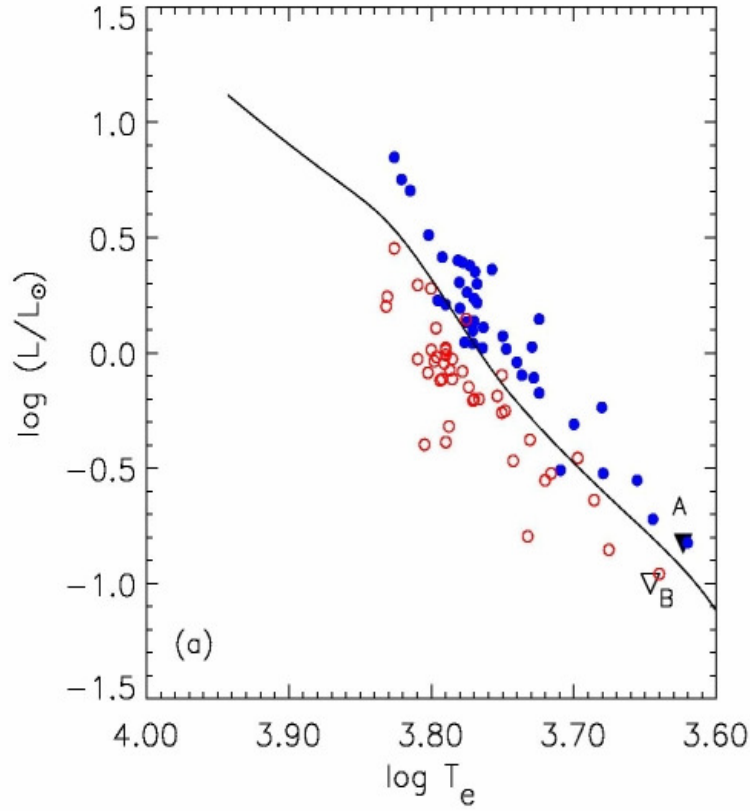
Cas sisteminin bileşenlerine ait kütle değerleri ile, sistemin küçük kütleli bileşeninden büyük kütleli bileşene kütle aktarım miktarı $dM/dt = 1.15 \times 10^{-7} M_{\odot} \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplandı. V453 Mon sisteminin dikine hız eğrisi olmadığı için, böyle bir çalışmaya gidilemedi.

V523 Cas sisteminin elde ettiğimiz ışık eğrisinin biçimine bakarak W-türü degen sistem sınıfına girdiğini, ayrıca sistemin dikine hız eğrisine baktığımızda, sistemin W-türü degen sistem olduğu daha iyi görülmektedir. Her tür analiz sonuçlarından sistemin fiziksel parametreleri belirlenmiş olup, V523 Cas sisteminin soğuk bileşeninin sıcak bileşene göre daha büyük kütle, yarıçap ve ışıınım gücüne sahip olduğunu gördük. Bu sonuçlar, bir kez daha sistemin W-türü degen sistem olduğunu gösterirken, aynı zamanda büyük kütleli bileşende soğuk lekelerin varlığından veya sıcak bileşende sıcak lekelerin olduğundan söz edebilmemizi sağlamaktadır.

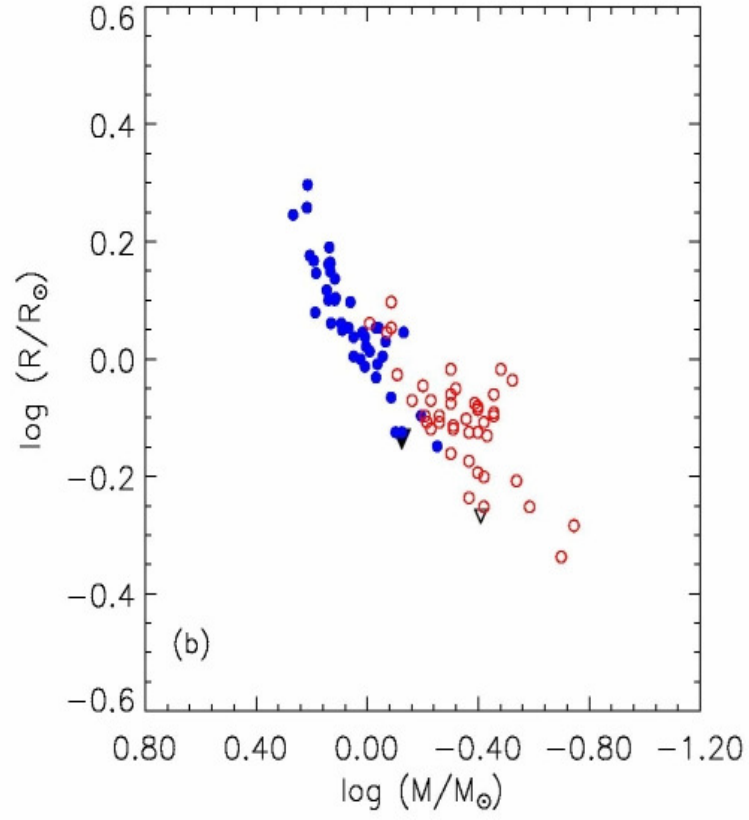
V523 Cas sistemi için elde ettiğimiz sonuçları, literatürde parametreleri iyi bilinen W-türü degen sistemler ile H-R (Şekil 7.1) ve kütle-yarıçap (Şekil 7.2) grafiklerinde karşılaştırdık ve literatürdeki bu sistemler ile tutarlı olduğunu gördük.

Bu çalışmada elde edilen yeni fotometrik gözlemleri kullanarak ışık eğrisi analizine gidildi ve V523 Cas sisteminin salt fiziksel parametreleri oluşturulurken, V453 Mon sisteminin literatürdeki ilk ışık eğrisi analiz sonuçlarına ulaşıldı. Bu bakımdan tez çalışmamızın amacına uygun olarak degen dizgelerin oluşum, yapı ve evrim kuramlarına

katkıda bulunmak amacı ile yeni bir sistem daha literatüre katılırken, daha önceleri çalışılmış bir değen sistemin yeni gözlemler sonucu fiziksel parametreleri bulunmuş oldu.



Şekil 7.1. W-türü değen sistemler için oluşturulmuş H-R diyagramı. Mavi içi dolu noktalar birinci bileşeni, kırmızı içi boş noktalar ise ikinci bileşeni göstermektedir. Sıfır yaş anakolu (ZAMS) Pols ve ark., (1995)'den alınmıştır. A (içi dolu siyah üçgen) ve B (içi boş siyah üçgen) ile gösterilen bileşenler, V523 Cas sistemine aittir.



Şekil 7.2. W-türü değen sistemler için oluşturulmuş M-R diyagramı. Mavi içi dolu noktalar birinci bileşeni, kırmızı içi boş noktalar ise ikinci bileşeni göstermektedir. A (içi dolu siyah ugen) ve B (içi boş siyah ugen) ile gösterilen bileşenler, V523 Cas sistemine aittir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Agerer F., 1992, BAV-M, 60
- Agerer, F. ve Hubscher, J., 1998, IBVS, 4562
- Agerer, F. ve Hubscher, J., 1999, IBVS, 4711
- Agerer, F. ve Hubscher, J., 2000, IBVS, 4912
- Applegate, J. H., 1992, AJ, 385, 621
- Applegate, J. H., Patterson, J. 1987, AJ, 322, 99
- Biermann, P. ve Thomas, H. C., 1972, A&A, 16, 60
- Biermann, P. ve Thomas, H. C. ,1973, A&A, 23, 55
- Binnendijk, L., 1970. Vistas Astr., 12, 217.
- Bisttler, E., 1999, BBSAG No.119
- Blaettler, E., 1990, BBSAG No.93
- Bradstreet D. H., 1981, AJ, 86, 98
- Brat. L, ve ark., 2007, OEJV, 74
- Copeland, H. Jensen, J. O. & Jørgensen, H. E., 1970, A&A, 5, 12
- Csizmadia, Sz. Ve ark., 2006, IBVS, 5736
- Dogru, S. S. Ve ark., 2007, IBVS, 5746
- Dogru, S. S. Ve ark., 2007, IBVS, 5795
- Dvorak, S. W., 2008, IBVS, 5814
- Eaton, J.A., Wu, C.-C., Rucinski, S.M., 1980, ApJ, 239, 919.
- Elias N. M., Koch R. H., 2000, AJ, 120, 1548
- Elias, N. M., Koch, R. H., 2000, AJ, 120, 1548
- Flannery, B. P., 1976, ApJ, 205, 217
- Giurincin G., Mardirossian F., Mezzetti M., 1982, A&AS, 49, 89

KAYNAKLAR (devam)

- Guinan, E. F. ve Bradstreet, 1988, Formation and Evolution of Low Mass Star, Kluwer Acad. Yayınevi, s. 345
- Gürol, B. Ve ark., 2003, IBVS, 5443
- Haussele K., 1974a, IBVS, No. 887
- Haussele K., 1974b, Mitt. Bruno H. Burgel Stermourte Hartha, 7, 12
- Hazlehurst, J. ve Resdal, S., 1978, A&A, 62, L9
- Hazlehurst, J., A&A, 145, 25
- Hilditch, R. W. ve ark., 1988, MNRAS, 231, 341
- Hoffman M., 1981, IBVS, 1976
- Huang, S. S., 1956, AJ, 61, 49
- Hübscher, J. ve ark., 1990, B.A.V. Mitt. 56
- Hübscher, J., Agerer, F., ve Wunder, E., 1991, B. A. V. Miit., 59
- Hübscher, J. 2005, IBVS, 5643
- Hübscher, J. ve ark., 2005, IBVS, 5657
- Hübscher, J. ve ark., 2006, IBVS, 5731
- Kähler, H. ve Fehlberg, H. J., 1991, A&A, 252, 137
- Kähler, H., 1989, A&A, 209, 67
- Kähler, H., 2002, A&A, 395, 907.
- Kähler, H., 2004, A&A, 414, 317.
- Kim, C., 2006, IBVS, 5694
- Kopal, Z., 1955, Ann. d'Astrophys., 18, 37/
- Kopal, Z., 1978, assl. 68.

KAYNAKLAR (devam)

- Krajci, T., 2005, IBVS, 5592
- Kruszewski, A., 1966, *Advances in Astron. Astrophys.*, 4, 233
- Kuiper, G. P., 1941, *ApJ*. 93, 133.
- Kwee K. K., van Woerden H., 1956, *Bull. Astron. Inst. Neth.*, 12, 327
- Landau, L. D., Lifshitz, E. M., 1965, *Quantum Mechanics* (Pergamon Press, Oxford)
- Lavrov, M. I., ve Zhukov, G. V., 1975, *ATsir.*, 873, 1L
- Lavrov, M. I., ve Zhukov, G. V., 1976, *Publ. Kazan Univ Obs.*, 42, 46
- Lister T. A., McDermid R. M., Hilditch R. W., 2000, *MNRAS*, 317, 111
- Lenka, K. ve Marek, W., 2006, IBVS, 5676
- Locher, K. 1977, 1982, 1983, 1985, 1995, 1998, *BBSAG* No.33, 35, 62, 66, 72, 78, 108, 116
- Locher, K., 2005, *OEJV*, 3, 1L
- Lu, Wenxian ve ark., 1999, *AJ*, 118, 515
- Lucy L. B., 1967, *Z.*, *Astrophys.*, 65, 89
- Lucy, L. B. ve Wilson, R. E., 1979, *ApJ*, 216, 517
- Lucy, L. B., 1976, *ApJ*, 205, 208
- Lucy, L.B., 1968, *ApJ*, 151, 1123.
- Maceroni C., 1986, *A&A*, 170, 43
- Milone E. F., Hrivnak B. J., Fisher W. A., 1985, *AJ*, 90, 354
- Miloslav, Z., 2004, IBVS, 5583
- Miloslav, Z., ve ark., 2006, IBVS, 5741
- Mochnacki, S.W., 1981, *Astrophys. J.*, 245, 650
- Nagai, K., 2003, *VSOLJ Variable Star Bulletin*, 40

KAYNAKLAR (devam)

- N/A, 1977, MitVS, 8, 24
- O'Connell D. J. K., 1951, Publ. Riverview College Obs., 2, 85
- Paczynski, B. ve ark., 2006, MNRAS, 368, 1311
- Papaloizou, J. ve Pringle, J. E., 1979, MNRAS, 189, 5P
- Parimucha, S. ve ark., 2007, IBVS, 5777
- Peter, H., 1988, BBSAG No.87
- Piotrowski, S. L., 1964, AA, 14, 4&251
- Pribulla, T. ve ark., 2001, IBVS, 5056
- Pribulla, T. ve ark., 2002, IBVS, 5341
- Pribulla, T. ve ark., 2005, IBVS, 5668
- Rahunen, T., 1981, A&A, 102, 81
- Robertson, J. A. ve Eggleton, P. P., 1977, MNRAS, 179, 359
- Rucinski S. M. ve ark., 2003, AJ, 125, 3258
- Rucinski S. M., 1969, Acta Astron., 19, 245
- Rucinski, S. M., 1985, ibs. Book
- Samec R. G., Bookmyer B. B., 1987, PASP, 99, 1310
- Samec R. G., van Hamme W., Bookmyer B. B., 1989, AJ, 98, 2287
- Samec, R. G. ve ark., 2001, IBVS, 5175
- Samec, R. G. ve ark., 2004, AJ, 128, 2997
- Sarounova, L., Wolf, M., 2005, IBVS, 5594
- Shu, F. H. ve Lubow, S. H., 1981, ARA&A, 19, 277
- Shu, F. H., Lubow, S. H. & Anderson, L., 1976, ApJ, 209, 536
- Smith, D. H., Robertson, J. A. & Smith, R. C., 1980, MNRAS, 190, 177
- Smith, R. C., 1984, Q. Jr. R. Astron. Soc., 25, 405.

KAYNAKLAR (devam)

- Stepie, K., 1980, AcA, 30, 315.
- van der Sluys, M.V., 2006, Ph.D. Thesis
- van Hamme, W., 1993, AJ 106, 2096
- Van't Veer, F. ve Maceroni, C., 1989, A&A, 220, 128
- Van't Veer, F., 1979, A&A, 80, 287
- Vilhu, O., 1982, A&A, 109, 17
- Wachmann, A. A., 1964, Astron. Abh. Hamburg. Sternw., 7, 155-201
- Webber, R., 1957, Bull. Soc. Astron. Fr., 71, 36
- Webbink, R. F., 2003, ASPC, 293, 76
- Whelan, J. A. J., 1972, MNRAS, 156, 115
- Wilson R. E., 1994, PASP, 106, 921.
- Wilson, R. E. ve Devinney, E. J., 1971, ApJ, 166, 605.
- Yakut, K. ve Eggleton, P. P., 2005, ApJ, 629, 1055
- Yakut, K. ve ark., 2005, MNRAS, 363, 1272
- Zhang, X.-B., Zhang, R. X., 2004, MNRAS, 347, 307
- Zhukov G. V., 1985, Sov. Astron. Lett., 11, 42

EK-A

HJD*Min	Min	Ref	HJD Min	Min	Ref	HJD Min	Min	Ref
2439029.4650	I	1	2445214.4270	II	7	2448918.2122	I	14
2439052.3640	I	1	2445244.3410	II	1	2448918.3284	I	14
2439056.3460	I	1	2445255.5580	II	1	2448946.0206	I	14
2439056.4550	II	1	2445268.2970	I	1	2448946.1384	I	14
2439057.3860	II	1	2445276.3600	II	1	2448946.2555	I	14
2439061.3690	II	1	2445330.3380	II	1	2448946.9553	I	14
2439088.3630	I	1	2445383.2690	I	1	2448947.0714	I	14
2439387.5990	II	1	2445486.5580	I	8	2448947.1892	I	14
2439388.4160	I	1	2445504.5530	I	1	2448947.3049	I	14
2439436.3160	I	1	2445508.5270	I	1	2448970.3240	II	1
2440483.4770	I	1	2445524.5380	II	1	2449003.2760	II	1
2441159.4290	II	1	2445569.4080	II	1	2449024.3130	II	1
2441213.5271	I	1	2445583.4280	II	1	2449026.2970	I	1
2441220.3028	I	1	2445586.5770	I	1	2449145.4790	I	1
2441220.3036	I	2	2445595.4660	I	1	2449219.4350	II	1
2441223.4570	I	1	2445598.3780	II	1	2449316.3060	I	1
2441225.4430	I	1	2445600.3760	I	1	2449356.0360	I	14
2441226.4944	I	1	2445603.4120	I	1	2449356.1522	I	14
2441249.2850	I	1	2445604.3440	I	1	2449356.9686	I	14
2441249.3980	II	1	2445609.3700	II	1	2449357.0817	I	14
2441251.2640	II	1	2445609.4890	I	1	2449359.0724	I	14
2441251.3820	I	1	2445611.3530	I	1	2449384.3120	I	1
2441585.4447	I	1	2445611.4700	II	1	2449393.3110	II	1
2441588.2470	I	1	2445613.3430	II	1	2449550.5780	II	1
2441593.3901	I	1	2445613.4570	I	1	2449558.4170	I	1
2441595.3690	I	1	2445625.6110	I	1	2449567.4140	II	1
2441596.3030	I	1	2445634.2590	I	1	2449631.3280	I	1
2441598.2890	II	1	2445635.3070	II	1	2449657.5040	I	1
2441598.4170	I	1	2445649.3280	II	1	2449689.2810	I	18
2441598.5210	II	1	2445680.2950	I	1	2449905.5600	II	1
2441599.3480	I	1	2445694.3160	I	1	2449918.4180	II	1
2441599.3503	I	1	2445701.3220	I	1	2449967.3740	I	1

2441602.2660	II	1	2445731.3540	II	9	2450001.3730	II	1
2441942.5247	I	1	2445739.2980	II	9	2450006.2840	II	1
2441945.3300	I	1	2445743.2760	II	1	2450040.2910	I	1
2441945.4480	I	1	2445882.5570	II	1	2450054.3120	I	1
2441950.3535	I	1	2445887.4670	II	1	2450099.4100	I	1
2441959.3420	II	1	2445889.4450	I	1	2450110.3870	I	1
2441960.2790	II	1	2445891.5470	I	1	2450244.5370	I	1
2441966.3606	I	1	2445903.4650	I	1	2450250.4870	II	1
2441968.4640	I	1	2445925.4420	I	9	2450251.4270	II	1
2441972.5531	I	1	2445931.5130	I	9	2450285.4310	I	1
2441973.3670	II	1	2445932.4520	I	1	2450313.3610	II	1
2441973.4876	I	1	2445934.4210	II	1	2450335.6760	I	1
2441975.5925	I	1	2445944.4800	II	1	2450343.3880	I	1
2441983.4188	I	1	2445946.4650	I	1	2450370.3810	II	1
2442036.3460	I	1	2445972.5240	II	1	2450423.3080	I	1
2442036.4668	I	1	2445974.3940	II	1	2450434.9907	I	14
2442037.1687	I	1	2445998.4670	II	1	2450435.1062	I	14
2442220.5070	I	1	2445999.3970	II	1	2450435.2233	I	14
2442221.5500	II	1	2446046.2510	I	1	2450436.0394	I	14
2442258.4780	II	1	2446109.3520	I	10	2450436.1577	I	14
2442260.5790	II	1	2446113.3290	I	10	2450436.3950	I	1
2442266.5360	I	1	2446114.3720	II	10	2450486.2890	II	1
2442267.4630	I	1	2446121.3760	II	10	2450586.5390	II	1
2442272.5030	II	1	2446246.5290	I	11	2450639.4780	I	1
2442273.4310	II	1	2446269.4330	I	1	2450658.4050	I	1
2442273.4350	II	1	2446311.3780	II	12	2450678.3870	II	1
2442275.4060	I	1	2446402.2870	II	1	2450700.4650	I	1
2442308.3650	I	1	2446403.3320	I	1	2450727.3480	I	1
2442312.3390	I	1	2446441.3120	II	13	2450753.2850	I	1
2442334.3000	I	1	2446441.4300	I	13	2450759.7030	II	19
2442334.3080	I	1	2446441.4380	I	13	2450770.6912	I	20
2442354.2870	II	1	2446647.4240	I	13	2450770.8094	I	20
2442354.6360	I	1	2446657.4710	II	1	2450772.6782	I	20
2442371.2320	I	1	2446706.6682	I	1	2450772.7956	I	20
2442390.6260	I	1	2446707.7191	I	1	2450773.7307	I	20
2442396.2320	I	1	2446707.8367	I	1	2450774.6647	I	20
2442417.4960	I	1	2446707.9531	I	1	2450774.7814	I	20

2442424.5120	I	1	2446708.6544	I	1	2450824.3300	I	1
2442425.2120	I	1	2446708.7714	I	1	2450825.2570	I	1
2442470.4290	II	1	2446749.3160	II	1	2450951.5670	II	1
2442678.6400	II	1	2446764.2720	II	1	2451071.6881	I	1
2442679.3470	I	1	2446769.9989	I	14	2451071.6881	I	21
2442725.2720	I	1	2446770.1154	I	14	2451071.8047	I	21
2442768.2650	I	1	2446770.2329	I	14	2451071.8047	I	1
2442770.2590	II	1	2446771.0505	I	14	2451071.9222	I	21
2442775.2850	I	1	2446771.1674	I	14	2451071.9222	I	1
2442806.2520	II	1	2446771.2847	I	14	2451072.7395	I	21
2442809.2840	II	1	2446819.3110	I	1	2451072.7395	I	1
2442859.3020	II	1	2446982.5460	II	1	2451072.8566	I	21
2442990.3930	II	1	2447039.4500	I	1	2451072.8566	I	1
2442992.3890	I	1	2447055.4490	II	1	2451073.7928	I	1
2443009.3260	II	1	2447069.3570	I	1	2451073.7928	I	21
2443009.4386	I	3	2447102.3080	I	1	2451073.9081	I	21
2443010.3789	I	3	2447116.3350	I	1	2451073.9081	I	1
2443010.4935	II	3	2447149.2830	I	1	2451136.2960	I	22
2443012.3630	II	3	2447176.2750	II	15	2451142.2620	II	1
2443012.4843	I	3	2447195.3170	I	1	2451142.2632	II	22
2443013.4084	I	3	2447353.5280	I	1	2451146.4695	II	1
2443014.3465	I	3	2447381.4520	II	1	2451146.5855	I	1
2443014.4604	II	3	2447392.4490	II	1	2451162.2431	I	22
2443015.3973	II	3	2447396.5220	I	1	2451162.2431	I	23
2443015.5147	I	3	2447412.4240	I	1	2451162.3609	II	1
2443033.6340	II	1	2447424.2178	I	14	2451162.4768	I	1
2443266.6080	II	4	2447424.3348	I	14	2451171.3579	I	1
2443409.4010	II	5	2447425.1521	I	14	2451224.2930	II	1
2443444.2240	II	5	2447425.2696	I	14	2451468.3824	I	24
2443506.2670	I	1	2447426.2043	I	14	2451747.8792	I	1
2443544.2420	II	1	2447426.3200	II	1	2451804.0833	I	14
2443715.4200	I	1	2447450.2740	I	1	2451804.1987	I	14
2443717.4070	II	1	2447456.3500	I	1	2451822.4264	I	24
2443719.3910	I	1	2447466.4030	I	1	2451822.4267	I	24
2443823.2590	II	1	2447471.3100	I	1	2451822.4269	I	24
2443831.4500	II	1	2447481.4690	II	1	2452110.4553	II	25
2443836.2390	I	1	2447483.3440	II	1	2452110.4561	II	25

2443854.2310	I	1	2447522.2530	I	1	2452113.4930	II	25
2444033.5830	II	1	2447526.3440	II	1	2452113.4937	II	25
2444060.8134	I	1	2447529.3730	II	1	2452159.4134	I	26
2444062.8004	I	1	2447545.2690	II	1	2452164.3205	I	25
2444077.4100	I	1	2447552.2870	II	1	2452164.3217	I	25
2444092.4790	II	1	2447662.5900	II	1	2452164.4381	II	25
2444102.7609	I	1	2447737.4820	I	1	2452164.4383	II	25
2444105.5680	II	1	2447758.3960	II	1	2452164.5562	I	25
2444117.7180	I	1	2447769.3800	II	16	2452164.5567	I	25
2444121.3420	I	1	2447782.3480	I	1	2452504.4610	II	27
2444132.6742	I	1	2447803.3890	I	1	2452504.5786	I	27
2444133.8424	I	1	2447804.3220	I	16	2452577.3729	II	25
2444136.6469	I	1	2447826.4040	II	1	2452577.3730	II	25
2444136.7633	I	1	2447859.3480	II	1	2452577.4907	I	25
2444136.8802	I	1	2447895.3460	II	1	2452577.4910	I	25
2444140.7352	I	1	2447929.3380	I	1	2452618.2700	I	28
2444154.6409	I	1	2448091.4090	II	1	2452854.5350	II	29
2444154.7573	I	1	2448093.5100	II	1	2452910.0360	I	30
2444162.5858	I	1	2448106.4820	II	1	2452922.4218	I	31
2444162.7030	I	1	2448112.4500	II	1	2452929.3175	II	29
2444167.2580	II	1	2448175.3110	II	1	2452981.3129	I	29
2444191.3291	II	1	2448176.3620	I	1	2452982.3666	II	29
2444194.4828	I	1	2448241.0877	I	14	2452984.3520	I	29
2444195.5363	II	1	2448241.2044	I	14	2452984.4684	II	29
2444200.3262	I	1	2448243.0771	I	14	2453193.5010	I	32
2444202.3130	II	1	2448243.1908	I	14	2453316.4290	II	33
2444264.3530	I	1	2448258.3830	I	1	2453316.5451	I	33
2444297.3020	I	1	2448404.5580	II	1	2453316.6628	II	33
2444299.2950	II	1	2448449.4250	II	1	2453369.0099	I	30
2444304.3180	I	1	2448453.3940	II	1	2453369.1264	II	30
2444375.5940	I	1	2448475.4840	I	1	2453599.4360	I	32
2444388.5620	II	1	2448486.4620	I	1	2453648.5080	II	34
2444406.5550	II	1	2448503.4086	II	17	2453648.6237	I	34
2444421.5100	II	1	2448503.4087	II	17	2453650.3771	II	34
2444437.5210	II	1	2448503.4087	I	17	2453661.4767	I	34
2444441.4950	I	1	2448503.5245	I	17	2453661.5948	II	34
2444445.5760	II	1	2448503.5245	I	17	2453662.2965	II	34

2444452.4740	I	1	2448503.5245	I	17	2453662.4097	I	34
2444470.3590	II	1	2448518.3700	II	1	2453662.5295	II	34
2444474.3280	II	1	2448538.2288	I	14	2453669.1890	II	30
2444503.3060	II	1	2448541.1482	I	14	2453669.3070	I	30
2444512.3050	I	1	2448541.2660	I	14	2453745.2570	II	34
2444533.3360	I	1	2448541.2690	II	1	2453745.3730	I	34
2444565.2350	II	1	2448573.4010	I	1	2453745.4916	II	34
2444626.3480	I	1	2448619.4400	I	1	2453930.4592	II	35
2444637.3310	I	1	2448629.0171	I	14	2453943.4294	I	35
2444686.2870	II	1	2448629.1354	I	14	2453943.5460	II	35
2444779.5240	II	1	2448630.0704	I	14	2453947.5188	II	35
2444793.4340	I	1	2448634.9775	I	14	2453985.3774	II	36
2444816.4600	II	6	2448635.0939	I	14	2453987.3632	I	37
2444844.3810	I	6	2448653.3250	I	1	2454019.3796	I	36
2444865.4090	I	1	2448662.3180	II	1	2454055.4858	II	37
2444869.3870	I	6	2448803.4660	II	1	2454080.2562	II	39
2444895.3220	I	1	2448803.5810	I	1	2454084.2291	II	39
2444906.3050	I	1	2448820.4130	I	1	2454086.4499	I	38
2445003.2910	I	1	2448837.4690	I	1	2454093.2261	I	39
2445035.3010	I	1	2448882.3410	I	1	2454123.2562	II	39
2445119.5420	II	1	2448882.3480	I	1	2454123.3729	I	39
2445164.5280	I	1	2448916.1082	I	14	2454441.6632	I	40
2445192.3420	I	1	2448916.2249	I	14			
2445192.4530	II	7	2448918.0968	I	14			

Kaynaklar: 1-Samec, R. G. (2001); 2-Lavrov ve Zhukov, (1975); 3-1977, MitVS, 8, 24; 4-BBSAG 33; 5-BBSAG 35; 6-BAAVSSC 59; 7-BBSAG 62; 8-BBSAG 66; 9-BAAVSSC 61; 10- BAAVSSC 63 11-BBSAG 77; 12-BBSAG 78; 13-BAAVSSC 66; 14-Zhang ve Zhang, (2004); 15-BBSAG 87; 16-BBSAG 93; 17-Agerer, (1992); 18-BBSAG 108; 19-BBSAG 116; 20-Elias ve Koch, (2000) 21-Samec, R. G., (2004); 22-BBSAG 119; 23-Blatter, (1999); 24-Pribulla, (2001); 25-Gürol, (2003); 26-Sarounova, (2005); 27-Pribulla, (2002); 28-Pribulla, (2005); 29-Hübscher, (2005); 30-Kim, (2006); 31-Krajci, (2005); 32-Locher, (2005); 33-Hübscher, (2005); 34-Hübscher, (2006); 35-Parimucha, (2007); 36-Csizmadia, (2006); 37-Dogru, (2007); 38-Dogru, (2007); 39-Bu Çalışma; 40-Dvorak, (2008)

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ankara’da doğdu. İlköğrenimini Ankara, Sarıkamış ve Kıbrıs’ta tamamladı. Ortaokul öğrenimine Kıbrıs’ta başladı. Orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. Adana Ticaret Odası Anadolu Lisesi’nden 2000 yılında mezun oldu. 2001 yılında girdiği Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü’nden 2006 yılında birincilik ile astronom unvanı alarak mezun oldu. 2006 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine hak kazandı.

Yayınlar:

1. Kalomeni, B., Yakut, K., Keskin, V., Değirmenci, Ö. L., Ulaş, B., Köse, O. “Absolute Properties of the Binary System BB Pegasi” 2007AJ....134..642K
2. Khamitov, I., Kose, O., Yakut, K., Eker, Z., Kiziloglu, U., Gogus, E., Bikmaev, I., Sakhibullin, N., Burenin, R., Pavlinsky, M., “GRB080207: RTT150 optical observations.” 2008GCN..7270....1K