

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VZ Psc'İN IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

Didem ÇINAR

ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ

ANKARA  
2007

Her Hakkı Saklıdır

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### VZ Psc'İN IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

Didem ÇINAR

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Berahitdin ALBAYRAK

Bu çalışmada, VZ Psc'in 2004, 2005 ve 2006 yıllarında Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde Johnson B ve V filtrelerinde gözlenen ışık eğrilerinin analizi yapıldı. Ayrıca, sistemin bu gözlemlerden elde edilen 21 tane minimum zamanı, yayınlanmış tüm minimum zamanlarıyla birlikte O-C eğrisi analizinde kullanıldı.

Işık eğrilerinin analizi Phoebe programı kullanılarak gerçekleştirildi. Bu analiz sonucunda sistemin geometrik ve fiziksel parametreleri hesaplandı ve yoldaş yıldız üzerinde olası iki soğuk lekeye ilişkin büyüklükler bulundu.

VZ Psc'in  $dP/dt = 3 \times 10^{-9}$  gün/yıl nispetinde bir dönem değişimi gösterdiği tespit edildi. Bu değişime yol açabilecek kütle transferi (küçük kütleli den daha büyük olana) için yaklaşık  $5 \times 10^{-8} M_{\odot}/yıl$  elde edildi.

**2007, 85 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** VZ Psc, W UMa türü, Dönem Analizi.

## ABSTRACT

Master Thesis

THE LIGHT CURVE ANALYSIS OF VZ Psc

Didem ÇINAR

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Astronomy and Space Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK

In this study, the Johnson B and V light curves of VZ Psc obtained at the Ankara University Observatory in 2004, 2005 and 2006 years were analysed. The derived 21 new minima times from the observations together with all published minima for VZ Psc were used in the (O-C) analysis of the system.

The light curves were analyzed by using Phoebe computer program. At the result, geometric and physical parameters of the system found and also for the two cold star spots located on the less massive component were presented.

From the (O-C) variation of VZ Psc, it was found that the system has an upward parabolic character indicating a period increase. The secular character which was represented, with a quadratic term in the light elements during the analysis corresponds to a rate of orbital period increase  $dP/dt = 3 \times 10^{-9} \text{ day yr}^{-1}$  which could be attributed to mass loss mechanism in the system. By assuming the conservative mass transfer phenomenon of the period increase, the direction of the mass transfer was found to be from the less massive to the more massive component with a rate of about  $dM/dt = 5 \times 10^{-8} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ .

**2007, 85 pages**

**Key Words:** VZ Psc, W Uma type, Period Analysis.

## TEŞEKKÜR

Bütün yaşamım boyunca her konuda benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme, annem Nesrin ÇINAR, babam Halil ÇINAR, kardeşlerim Özden ve Özge ÇINAR'a, birlikte hayatı paylaştığım tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim. Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri bölümünde lisans ve yüksek lisans eğitimim sırasında bilgilerini ve desteğini benden esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Berahitdin ALBAYRAK'a teşekkür ederim. Tez hazırlama sürecinde bilgilerini ve yardımlarını benden esirgemeyen Zahide TERZİOğLU, Erkan ATAMAN, Begüm UNCU'ya teşekkür ederim.

Didem ÇINAR

Ankara, Şubat 2007

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ VE GENEL KAVRAMLAR.....	1
1.1 Görsel Çift Yıldızlar.....	1
1.2 Tayfsal Çift Yıldızlar .....	1
1.3 Optik Çift Yıldızlar .....	2
1.4 Astrometrik Çift Yıldızlar.....	2
1.5 Örten Çift Yıldızlar .....	2
1.6 Işık eğrisine etki eden parametreler.....	5
1.6.1 Kenar karaması.....	5
1.6.2 Basıklaşma ve çekim etkisi.....	7
1.6.3 Çekim kararması etki.....	7
1.6.4 Yansıma etkisi (Albedo).....	8
1.7 Roche Modeli.....	8
1.8 W UMa Türü Örten Değişen Yıldızlar.....	11
1.8.1 W UMa' ların radyal hız eğrileri.....	13
1.8.2 W UMa' ların dönem değişimi.....	14
1.9 Phoebe Işık Eğrisi Analiz Programı.....	16
2. VZ Psc ÇİFT YILDIZ SİSTEMİ.....	19
2.1 VZ Psc'in Dönem Değişimi.....	33
3. BULGULAR.....	35
3.1 VZ Psc'in Yeni Gözlemleri.....	35
3.2 VZ Psc' in Dönem Analizi.....	40
3.3 VZ Psc' in Işık Eğrisi Analizi.....	45
4. SONUÇLAR.....	52
KAYNAKLAR.....	53
EKLER.....	56
Ek 1 VZ Psc'in 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....	57
Ek 2 VZ Psc'in 11.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....	60
Ek 3 VZ Psc'in 12.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....	62
Ek 4 VZ Psc'in 13.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....	65
Ek 5 VZ Psc'in 14.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....	68
Ek 6 VZ Psc'in 15.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....	71

<b>Ek 7 VZ Psc'ın 16.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....</b>	<b>74</b>
<b>Ek 8 VZ Psc'ın 06.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....</b>	<b>77</b>
<b>Ek 9 VZ Psc'ın 07.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....</b>	<b>80</b>
<b>Ek 10 VZ Psc'ın 30.10.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri.....</b>	<b>83</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>85</b>

## SİMGELER DİZİNİ

EA	Algol türü örten çift sistem
EB	Beta Lyrae türü örten çift sistem
EW	W UMa türü örten çift sistem
HJD	Güneş merkezli Julian günü
$T_0$	Başlangıç minimum zamanı
P (gün)	Sistemin yörünge dönemi
$q (= m_2/m_1)$	Bileşen yıldızların kütle oranı
$i (^\circ)$	Çift sistemin yörünge eğimi
$\Omega_1, \Omega_2$	Bileşen yıldızların potansiyelleri
$T_1, T_2$	Bileşen yıldızların yüzey sıcaklıkları
$L_1, L_2$	Bileşen yıldızların ışıma güçleri
$R_1, R_2$	Bileşen yıldızların yarıçapları
$g_1, g_2$	Bileşen yıldızların çekim kararım katsayıları
$A_1, A_2$	Bileşen yıldızların bolometrik albedoları
$X_1, X_2$	Bileşen yıldızların kenar kararım katsayıları
$M_\odot$	Güneş kütlesi $1.99 \times 10^{33}$ gr
$R_\odot$	Güneş yarıçapı $6.96 \times 10^5$ km
$L_\odot$	Güneşin ışıma gücü
$M_{bol}$	Bolometrik mutlak parlaklık
I	Yıldızın merkezinden salınan ışıma şiddeti
$I_c$	Yıldızın kenarlarından salınan ışıma şiddeti
$\gamma$	Gözlemcinin bakış doğrultusu ile yıldızın yarıçap vektörü arasındaki açı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çift yıldız sistemlerinin tutulma koşulu.....	3
Şekil 1.2 Örtün değişen yıldız türlerinin ışık eğrileri.....	4
Şekil 1.3 Kenar kararması etkisi .....	6
Şekil 1.4 Dönme ve çekim etkisiyle oluşan yıldız modeli .....	7
Şekil 1.5 Roche eş potansiyel yüzeyleri .....	10
Şekil 1.6 Yıldızların Roche geometrisine göre sınıflandırılması .....	11
Şekil 2.1 Eggen (1967) tarafından elde edilen ilk ışık eğrisi.....	19
Şekil 2.2 Poretti (1984) tarafından VZ Psc için elde edilen ikinci minimum gözlemi.....	20
Şekil 2.3 Davidge and Milone (1984) tarafından VZ Psc için elde edilen dağılık ışık eğrisi.....	20
Şekil 2.4 Bradstreet (1984)' in 1980 yılında VZ Psc için elde ettiği filtresiz gözlem....	21
Şekil 2.5 Bradstreet (1984)' in 1982 yılında VZ Psc için kırmızı filtrede aldığı ışık eğrisi.....	21
Şekil 2.6 Bradstreet (1985) tarafından VZ Psc için elde edilen ışık eğrisinin kuramsal çözümleri.....	22
Şekil 2.7 Bradstreet'in (1985) Model IV çözümünün üç boyutlu modeli.....	24
Şekil 2.8 Samec (1989) 'in VZ Psc için elde ettiği ışık eğrisi.....	25
Şekil 2.9 Samec (1989)'in düzeltilmiş ışık elemanlarını kullanarak elde ettiği (O-C) grafiği.....	25
Şekil 2.10 Bradstreet (1985)' in elde ettiği ışık elemanlarını kullanarak Samec (1989) tarafından VZ Psc için elde edilen (O-C) grafiği.....	26
Şekil 2.11 Bradstreet' in (1985) elde ettiği ışık eğrisinin Barone'in (1989) kuramsal çakışması.....	26
Şekil 2.12 Hrivnak and Milone (1989) tarafından VZ Psc için elde edilen radyal hız eğrisi.....	28
Şekil 2.13 Bradstreet (1985)' in ışık eğrisi ve Hrivnak and Milone (1989) tarafından bulunan kuramsal eğri .....	28
Şekil 2.14 Gözlemsel ışık eğrisi, kuramsal çözümü ve kuramsal ile gözlemsel ışık eğrilerinin uyumu (Maceroni 1990) .....	30
Şekil 2.15 Maceroni et al.' in (1990) soğuk lekeli modelinin üç boyutlu gösterimi.....	30



Şekil.2.16 VZ Psc' ın IUE ile elde edilen tayflardan belirlenen parlaklıklar (Hrivnak et al.1995).....	31
Şekil 2.17 VZ Psc' ın 1987 ve 1988 yılında Hrivnak and Milone (1989) tarafından gözlenen radyal hız eğrileri ve en olası teorik model.....	31
Şekil 2.18 VZ Psc'ın radyal hızlarının birleştirilmiş hali (Hrivnak and Milone 1989, Fouts 1987).....	32
Şekil 2.19 Samec (1989)' in B, V ışık eğrisi ve Model 4 ' ün kuramsal eğrisi .....	32
Şekil 2.20 Bradstreet (1985)'in ışık eğrisi ve Model 4 'ün kuramsal eğrisi .....	32
Şekil 2. 21 Hrivnak'ın (1985) Model 4 çözümünün üç boyutlu şeklinin 0.5 ve 0.75 evrelerindeki görünümü .....	33
Şekil 2.22 Qian (2004) tarafından elde edilen minimum zamanı.....	34
Şekil 2.23 Qian (2004) tarafından VZ Psc için oluşturulan (O-C) eğrisi.....	34
Şekil 3.1 2004 Eylül ayında B bandında elde edilen 6 farklı ışık eğrisi.....	37
Şekil 3.2 2004 Eylül ayında V bandında elde edilen 6 farklı ışık eğrisi.....	37
Şekil 3.3 Işık eğrisi analizi için 2004 yılı gözlemlerinden seçilen 13 ve 15 Eylül tarihli ışık eğrileri .....	38
Şekil 3.4 2005 yılı gözlemlerinde ışık eğrisi analizi için kullanılan 7 Eylül ve 30 Ekim tarihli ışık eğrileri.....	38
Şekil 3.5 VZ Psc'ın 2004 ve 2005 gözlem sezonunda elde edilen ışık eğrilerinin karşılaştırılması.....	39
Şekil 3.6 VZ Psc'ın (O-C) eğrisi. Sürekli çizgi sistemin dönem değişimini temsil etmektedir.....	43
Şekil 3.7 Gözlemsel (O-C) eğrisi ile kuramsal (O-C) eğrisi arasındaki farklar. Dağılım sistematik bir özellik göstermemektedir.....	43
Şekil 3.8 VZ Psc'ın 2004 yılına kadar tüm minimum zamanlarının ortaya koyduğu (O-C).....	44
Şekil 3.9 Qian et al. (2004) 'nın yayınladığı VZ Psc' ın (O-C) eğrisi.....	45
Şekil 3.10 a.VZ Psc'ın 2004 yılı B rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. gözlemsel ve kuramsal eğrilerin farkı.....	49

Şekil 3.11 a. VZ Psc'ın 2004 yılı V rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. gözlemsel ve kuramsal eğrilerin farkı.....	49
Şekil 3.12 a. VZ Psc'ın 2005 yılı B rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. gözlemsel ve kuramsal eğrilerin farkı.....	50
Şekil 3.13 a. VZ Psc'ın 2005 yılı V rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. gözlemsel ve kuramsal eğrilerin farkı.....	50
Şekil 3.14 VZ Psc'ın 2004 ışık eğrisi analizine göre üç boyutlu gösterimi (0.75 evresi için).....	51
Şekil 3.15 VZ Psc'ın 2005 ışık eğrisi analizine göre üç boyutlu gösterimi (0.75 evresi için).....	51

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.2 W UMa' ların alt grupları (Binnendijk 1970).....	12
Çizelge 2.1 Bradstreet (1985)' in Model I' ve Model IV çözümleri.....	23
Çizelge 2.2 Çözüm A ile ulaşılan sonuçlar (Barone <i>et al.</i> 1989).....	27
Çizelge 2.3 Çözüm B ile ulaşılan sonuçlar (Barone <i>et al.</i> 1989).....	27
Çizelge 2.4 Hrivnak and Milone'nin (1989) bulduğu sonuçların Maceroni <i>et al.</i> (1990)' nin kilerle karşılaştırılması.....	29
Çizelge 3.1 VZ Psc'ın yeni gözlemlerinden belirlenen minimum zamanları.....	36
Çizelge 3.2 2004 ve 2005 yılı ışık eğrilerinin genel özelliklerindeki değişimler.....	39
Çizelge 3.3 VZ Psc'ın (O-C) analizinde kullanılan minimum zamanları.....	41
Çizelge 3.4 (O-C) analizinden elde edilen parametreler (Bu çalışma).....	44
Çizelge 3.5 VZ Psc 'ın 2004 yılı için leke parametreleri.....	46
Çizelge 3.6 VZ Psc'ın 2005 yılı için leke parametreleri.....	46
Çizelge 3.7 VZ Psc'ın 2004 yılına ait ışık eğrilerinin çözümünden elde edilen sonuçlar.....	47
Çizelge 3.8 VZ Psc'ın 2005 yılına ait ışık eğrilerinin çözümünden elde edilen sonuçlar.....	48

## 1. GİRİŞ VE GENEL KAVRAMLAR

Genel olarak yıldızlar arasındaki uzaklık çok büyük olduğundan, birinin diğeri üzerindeki çekimsel ve ışımasal etkileri yok denecek kadar azdır. Fakat öyle yıldızlar vardır ki bunlar birbirlerine dinamik olarak bağlıdır. Böyle bir yapının en basiti çift yıldızdır. Çift yıldızlar, bileşen yıldızlarının yeterince yakınlığı ile birlikte Kepler Kanunlarına göre ortak kütle merkezi etrafında dolanırlar. Bu türden yıldızlar yıldız istatğine göre çok önemlidir, çünkü yapılan gözlemler yıldızların çoğunun iki veya daha fazla yıldızdan meydana gelmiş sistemler olduğunu göstermektedir. Çift yıldız sistemleri, fiziksel parametrelerinin belirlenebilmesi bakımından gökbilim çalışmalarında çok büyük öneme sahiptir. Bu tür sistemlerin gözlemlerinin analizleri sonucunda bileşen yıldızlara ilişkin büyüklükler (kütle, yarıçap, ışınım gücü vb.) hesaplanabilmektedir. Yıldızların bu tür fiziksel parametrelerinin bilinmesi, yıldızların birbirleriyle karşılaştırılmasıyla, yıldız evrim yollarının belirlenmesine önemli düzeyde bir katkı sağlar. Çift yıldızlar keşfedilme yöntemlerine göre gruplara ayrılmıştır.

### 1.1 Görsel Çift Yıldızlar

Uygun teleskoplarla bakıldığında ayrı görülebilen iki bileşenden meydana gelmiş çift yıldızlardır. Daha parlak olan dolayısıyla büyük kütleli olan yıldız “baş yıldız” diğlerine “yoldaş yıldız” denilmektedir. Bu çiftlerin gözlemleri odak uzaklığı büyük olan teleskoplarla yapılmaktadır. Yoldaşın başyıldızla oranla görelî yörüngesi bulunur, buradan gerçek yörüngeye geçilir. Daha sonra çift yıldızın yörünge elemanları ( $i$ ,  $a$ ,  $\Omega$ ,  $w$ ,  $t_0$ ,  $e$ ,  $P$ ) tayin edilebilir. Görsel çift yıldızların dolanma periyodu 25–100 yıl arasında değişmektedir. İlk gözlemlenen görsel çift Mizar’ dır.

### 1.2 Tayfsal Çift Yıldızlar

Bileşenleri birbirine çok yakın çift yıldızlardır. Teleskop ile tek bir yıldız gibi görünür. Çift oldukları ancak tayflarının incelenmesi sonucunda anlaşılır. Yörünge düzlemi, bakış doğrultusuna dik değilse yörünge hızlarının sıfırdan farklı bir radyal bileşeni vardır. Bu

durumda radyal hız dönemli olarak değişim gösterir, dolayısıyla tayf çizgileri dönemli olarak yer değiştirir. Bunlar birbirlerine çok yakın yıldızlar olduğu için yörünge dönemleri genellikle görsel çiftlere göre daha küçüktür. Çoğunun dolanma periyodu 5–50 gün arasındadır. İlk tayfsal çalışma Pickering (1889) tarafından yapılmış ve yine Mizar çift yıldızı gözlenmiştir.

### **1.3 Optik Çift Yıldızlar**

Aynı doğrultuda bulunmaları nedeniyle çift yıldızmış gibi görülen fakat fiziksel olarak birbirine bağlı olmayan iki yıldızın oluşturduğu sistemlere “optik çift yıldızlar“ denir. Bu tür den yıldızlar için fiziksel parametrelerin hesaplanması, çift yıldızların verilerinden yararlanarak ortaya konan bağıntılar kullanılmadan mümkün değildir. Bu bağıntıların güvenilirliği ise çok sayıda doğru ve duyarlı verinin ortaya konması ile mümkündür.

### **1.4 Astrometrik Çift Yıldızlar**

Gökyüzünde yaptıkları hareketler nedeni ile etraflarındaki görülmeyen bileşenleri ortaya çıkarılabilen çift yıldız sistemine “astrometrik çift yıldız” denir. Bu tür yıldızlar, uzay hareketleri sırasında belirli bir doğrultu etrafında salınım gösterirler. Bu salınım sebebi çevresinde bulunan bir başka cismin uyguladığı çekimsel etkiden kaynaklanır. Bu nedenle salınımdan sistem hakkında bilgiye ulaşmak mümkündür. Geçmişte bu yöntemle keşfedilmiş günümüzde ise gelişmiş gözlem teknikleri ile görsel olarak belirlenmiş yıldızlar mevcuttur. Bu türün temsilcisi olarak Sirius yıldızının beyaz cüce bileşeni olan Sirius B ‘dir.

### **1.5 Örtün Çift Yıldızlar**

Örtün değişen yıldızlar, çekim kuvvetleri ile birbirlerine bağlı olan ve kütle merkezi etrefinde Kepler yasalarına göre yörünge hareketi yapan en az iki yıldızdan oluşan sistemlerden, yörünge eğiminin uygun olması nedeniyle dönemli olarak birbirlerini örtmeleri sonucu ışık değişimi gösteren yıldız sistemleridir. Örtme ve örtülme gösteren

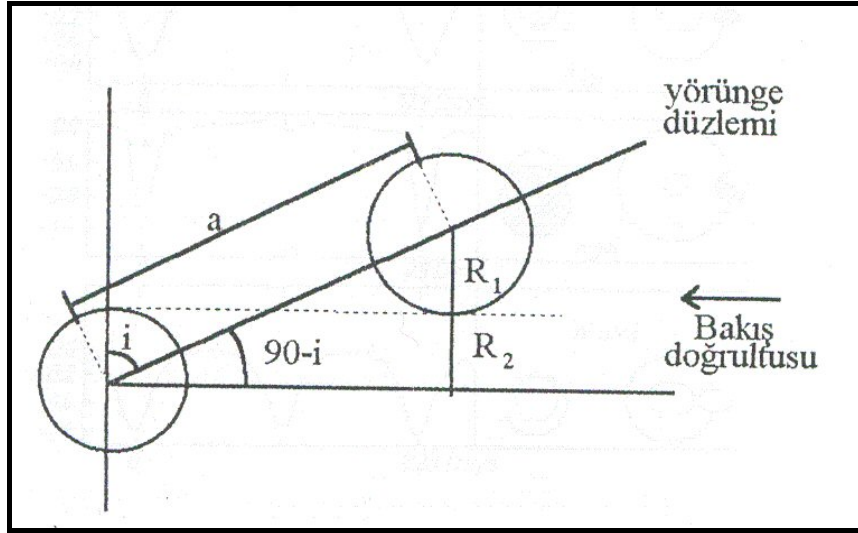
sistemlerin parlaklıkları görsel, fotoğrafik, fotoelektrik ve CCD yöntemleri kullanılarak ölçülebilir. Bir örten değişen yıldızın ışık eğrisi, bahsedilen yöntemlerle elde edilen sistemin parlaklığının zamana (ya da evreye) göre değişimidir. Işık eğrisi genellikle dönemli değişim gösteren sistemler için evreye göre çizilerek birden fazla gözlemin kullanılabilmesi sağlanır.

Bir çift yıldız sisteminde tutulma olayının gözlenebilirliği, yörünge düzleminin uzaydaki konumuna ve bileşen yıldızların yarıçaplarına bağlıdır (Şekil 1.1)

Tutulma koşulu

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

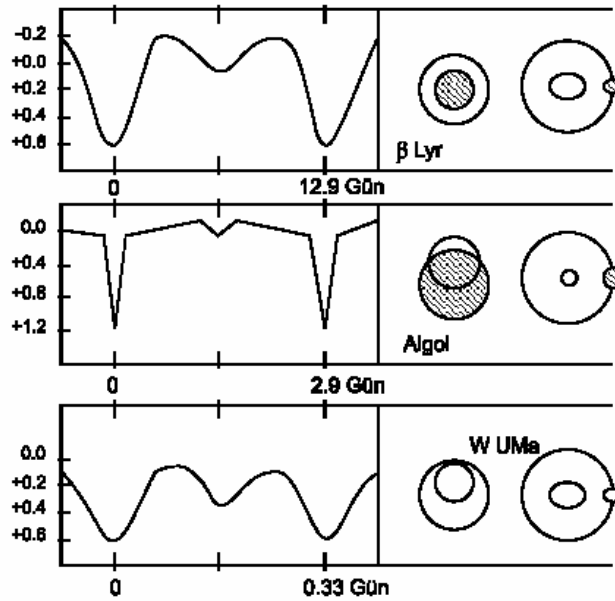
ile ifade edilmektedir. Burada “i” yörünge eğimi, “a” yörünge yarı büyük eksen ve “R<sub>1,2</sub>” ise birleşenlerin yarıçaplarıdır. Tutulma koşulu olarak bilinen bu denklemi sağlayan her türlü çift yıldız sistemi bir yörünge dönemi boyunca örtme ve örtülme gösterir.



Şekil 1.1 Çift yıldız sistemlerinin tutulma koşulu

Işık eğrilerinin biçimine göre (Şekil 1.2) örten çift yıldızlar üç ana gruba ayrılır:

- A) Algol Türü (EA):** Tutulmalar dışında ışık eğrilerinde hemen hemen hiç bir değişim yoktur. Birinci ile ikinci minimum arasında derinlik farkı büyüktür. Dönemleri 0.4 günden büyüktür. Genellikle sistemi oluşturan baş bileşen B veya erken A tayf türünden bir yıldızdan ve yoldaş Roche şişimini doldurmuş G ve K tayf türünden dev veya altdev bir yıldızdan oluşur.
- B)  $\beta$  Lyr Türü (EB):** Tutulmalar dışında da ışık değişimi gözlenir ve ardışık minimum derinlikleri birbirinden farklıdır. Bu bileşen yıldızların biçimlerinin küresellikten sapsmış olduğunu gösterir. Bileşen yıldızların biçimlerinin bozulması; yakınlık etkisiyle bileşenlerin birbirlerine uyguladığı çekimsel kuvvetler ve yıldızların kendi eksenleri etrafında dönmelerinin bir sonucudur. Dönemleri 0.4 günden büyük olan bu sistemlerin bileşenleri B8-G3 tayf türü aralığındadır.
- C) W UMa Türü (EW):** Işık eğrileri tutulmalar dışında eğriseldir ve her iki minimum derinliği yaklaşık birbirine eşittir.  $\beta$  Lyr türü ışık değişimine çok benzer yapıda ışık değişimi gösterirler. Dönemleri 0.2 ile 1.0 gün aralığında olan bu sistemlerin bileşenleri genellikle F0-K4 tayf türü aralığındadır.



Şekil 1.2 Örten değişen yıldız türlerinin ışık eğrileri

Bu alt sınıflara ayrılan örten değişen yıldızların gözlenen ışık eğrileri, mevcut gelişmiş ışık eğrisi analiz yöntemleri yardımıyla modellenerek çifti oluşturan yıldızların görelî yarıçapları, görelî parlaklıkları, yörünge eğimi ve yıldız disklerinin küresellikten sapma miktarları bulunabilmektedir. Fotometrik gözlemlerden bulunan yörünge eğikliği, dikine hız eğrisinin öğeleriyle birleştirilerek bileşenlerin kütleleri güneş kütlesi biriminde hesaplanabilmektedir. Çift yıldızlardan elde edilen bu bilgiler, yıldız evrimi, Galaksimizin evrimi ve yapısı hakkında bulunan bilgilerin temelini oluşturur.

Işık eğrileri kararsız olan W UMa türü yıldızlar için sistemin, tek bir ışık eğrisi ile sistemin modellenmesi ve yapısının incelenmesi zordur. Bu nedenle bu tür yıldızları modellemek için sistematik olarak ışık eğrilerinin gözlemek gerekir. Bu çalışmada geç tayf türüne sahip W UMa türü bir sistem olan VZ Psc çift yıldızının Ankara Üniversitesi Gözlemevinde yapılan 2004, 2005 ve 2006 yılı gözlemleri ile elde edilen ışık eğrileri modellenerek sisteme ilişkin yörüngesel parametrelerin belirlenmesi anlatılmaktadır.

## **1.6 Işık Eğrisine Etki Eden Parametreler**

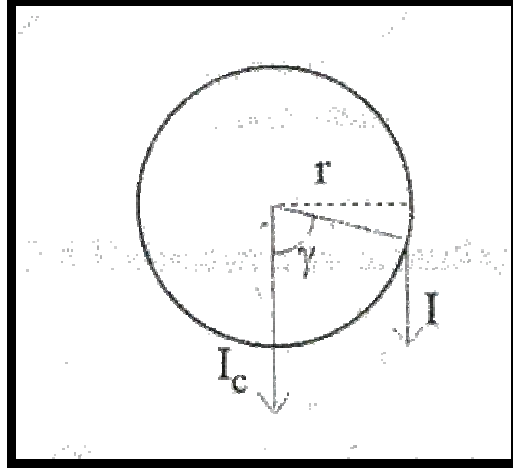
Bir çift yıldızda bileşenlerin birbirleriyle etkileşmesi durumunda, tek yıldızlarda görülmeyen bir çok etkinin ışık eğrilerine yansıdığı bilinmektedir. Işık eğrisinin biçiminin değişimine etki eden parametreler şunlardır:

### **1.6.1 Kenar kararması**

Yıldız diski üzerinde yüzey parlaklığı, merkezden kenara doğru gidildikçe azalmaktadır. Yıldız diskinin merkezi bölgelerine bakıldığında, fotosferin daha derin katmanlarından çıkan ışınım gözlenirken, yıldız diskinin kenarlarına doğru, fotosferin daha üst katmanlarından çıkan ışınım alınır. Yıldız diski boyunca gözlenen ışınımdaki bu değişime *kenar kararması* denir. Bunun en iyi örneği bize yakın olan Güneş'e ilişkin yapılan gözlemlerdir.



Kenar kararması, yıldızların sıcaklıklarına, gözlenen ışınımın dalga boyuna yıldız diski üzerinde parlaklık dağılımı, yarıçap vektörünün bakış doğrultusu ile yaptığı açı ile değişir (Şekil 1.3)



Şekil 1.3 Kenar kararması etkisi

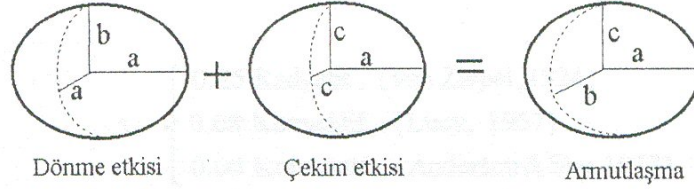
Yıldızın merkezinden salınan ışınım  $I_c$  , kenardan salınan ışınım  $I$  ile gösterilirse bakış doğrultusu ile yarıçap vektörü arasındaki açı  $\gamma$  olmak üzere , yıldızın merkezinden kenarına doğru gidildikçe gözlenecek ışınımdaki değişim,

$$I = I_c (1 - x + x \cos \gamma) \dots\dots\dots(1.2)$$

denklemini ile ifade edilir. Denkleminde  $x$  değeri kenar kararma katsayısıdır. Kenar kararması yokken  $x = 0$  dır ve bu durumda  $I = I_c$  dır, tam kararmada ise  $x = 1$  dir. Tutulma gösteren çift sistemlerde kenar kararmasının belirlenebilmesi için ışık eğrilerinin yeterince derin ve sistemde tam tutulma olması gerekmektedir. Farklı sıcaklıklar için kenar kararma katsayıları Al-Naimy (1978), Wade and Rucinski (1985), Van Hamme (1993), Diaz-Cordaves *et al.* (1995), Claret *et al.* (1995) tarafından hesaplanmış ve yayınlanmıştır. Kenar kararması, örten çift yıldızların ışık eğrilerinde, özellikle minimum yöresinde daha etkin olmaktadır. Bu etki, tutulmanın daha geç başlayıp daha erken bitmesine neden olmaktadır. Özellikle parçalı tutulma gösteren ışık eğrilerinde, minimum tabanlarının daha eğrisel olmasına neden olur. Sıcak yıldızlara gidildikçe bu etkiler zayıflamaktadır.

### 1.6.2 Basıklaşma ve çekim etkisi

Yıldızlar eksenleri etrafında dönmeleri sonucu küresel biçimden uzaklaşarak basıklaşırlar. Bu durumda yıldızların şekli elipsoidal olacağından, tutulma olmasa bile onların ışık eğrileri zamanla değişim gösterir. Böyle bir yıldızın yakınında ikinci bir bileşenin bulunması, çekim kuvvetleri nedeniyle yıldızların birbirine bakan kısımlarının daha da uzamasına neden olur. Küresellik ortadan kalktığından yarıçap artık tek değerle belirlenmemektedir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 Dönme ve çekim etkisiyle oluşan yıldız modeli

Üç eksenli elipsoid şeklini alan yıldızların kendi eksenleri etrafında dönme ve kütle merkezi etrafında dolanmaları dikkate alındığında sürekli olarak farklı yüzey alanı göstereceğinden gözlenecek ışınım gücü de değişim göstermektedir.

### 1.6.3 Çekim kararması etkisi

Çekimsel etkiler nedeniyle yıldız şeklinin küresellikten ayrılması durumunda, yüzey çekim ivmesi, merkezden yüzeye kadar olan uzaklık dikkate alınarak belirlendiğinden yıldızın kutupları ile ekvator bölgeleri arasında farklı değerler alır.

Bozulmamış küre üzerinde her noktada,  $I_0$  ışınım gücü,  $T_0$  sıcaklığı ve  $g_0$  çekim ivmesi aynıdır. Ancak biçim bozulmasına uğramış bir yıldız yüzeyinde, bu değerler yıldız yüzeyinin farklı her noktasında farklıdır.

Bolometrik veriler için geçerli olan ifade,

$$\frac{I - I_0}{I_0} = \frac{g - g_0}{g_0} = \frac{T^4 - T_0^4}{T_0^4} \dots\dots\dots(1.3)$$

olarak verilir. Von Zeipel (1924), küresel olmayan yıldızların iç yapılarının teorisinde, dönen veya çekimsel bozulmaya uğramış yıldız yüzeyinden çıkan toplam akının, yerel çekim sabiti ile orantılı olarak değiştiğini göstermiş ve ışıma yapan atmosfere sahip yıldızlar ( $T > 7200$  K) için çekim kararım sabitini,  $g = 1.0$  olarak bulmuştur. Konvektif atmosfere sahip yıldızlar ( $T < 7200$  K) için çekim kararım sabiti  $g = 0.32$  (Lucy 1967) olarak belirlenmiştir.

### 1.6.3.1 Yansıma etkisi (Albedo)

Bileşen yıldızları birbirine yeterince yakın ise sıcak olan bileşen soğuk olanın kendine dönük yüzeyini ısıtır. Yansıma etkisi, ana bileşen yoldaştan çok daha sıcak olduğunda kuvvetlidir ve soğuk bileşenin ışığında artmaya neden olur. Yansımanın maksimum etkisi, yıldızların birbirine bakan yüzeylerinde görülür ve diğer yönlere doğru gidildikçe azalır. Bu durumda soğuk bileşenin her iki küresi farklı ışımda bulunur. Yansımanın miktarı, yansıtan yıldızın atmosferik yapısına göre belirlenir. Bolometrik albedo (A), alınan ışığın tamamı yansıtıldığı zaman  $A=1$  dir. Bu durumda aydınlatılan atmosfer, ışımda dengesinde. Konvektif yıldızlar üzerine düşen ışığın yarısı yansıtılır ve bu nedenle  $A = 0.5$  (Rucinski 1973) dir. Genellikle ikinci minimuma girmeden ve ikinci minimumdan çıkarken ışık eğrisinde etkide bulunur.

## 1.7 Roche Modeli

Yakın çift yıldız bileşenlerinin biçimleri basıklaşma ve çekim kuvvetleri nedeni ile bozulmaktadır. Böyle yakın çift yıldız bileşenlerinin biçimleri en iyi ve ilk olarak Roche tarafından ortaya atılan “*Roche Modeli*” ile belirlenmektedir.

Bu modelde aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- 1) Bileşen yıldızların merkezi yoğunluklarının çok fazla olduğu bu nedenle bileşen yıldızların noktasal kütle olarak ele alınabileceği,
- 2) Işınım basıncı, manyetik etkiler, viskosite gibi etkilerin boşlanabilir olduğu,
- 3) Bileşen yıldızların dönme süreleri ile birbirleri etrafındaki dolanma sürelerinin birbirine eşit olduğu,
- 4) Bileşen yıldızların dönme eksenlerinin yörünge düzlemine dik olduğu,
- 5) Çekimsel gecikmenin olmadığı,
- 6) Yörünge dairesel olduğu,
- 7) Bileşen yıldızları oluşturan maddenin dönme ve dolanma hareketleri dışında hareketi olmadığını kabul edilir.

Ortak kütle merkezi etrafında dairesel yörüngede dolanan  $m_1$  ve  $m_2$  kütleleri yakınında, kütlesi ihmal edilebilecek çok küçük bir parçacığın hareketi

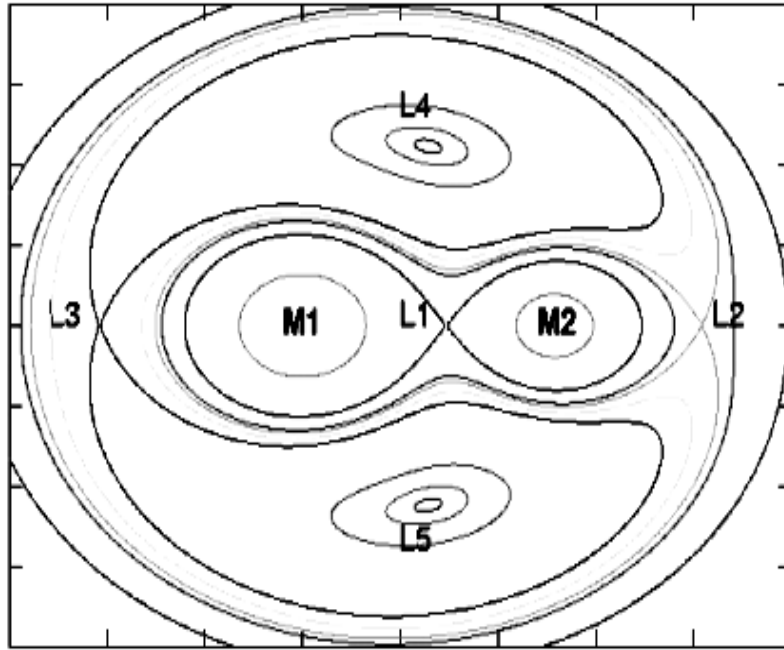
$$V^2 = \omega^2(x^2 + y^2) + \frac{2Gm_1}{r_1^2} + \frac{2Gm_2}{r_2^2} - 2C \dots\dots\dots(1.4)$$

denklemini ifade edilir. Burada  $V$ , kütlelerinin ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu kabul edilen parçacığın uzay hızı,  $C$  Jacobi integral sabiti,  $r_1$  ve  $r_2$  bileşen yıldızların kütle merkezine olan uzaklıkları,  $\omega$  ise kütlesi ihmal edilebilecek kadar küçük olan parçacığın açısal hızını ifade etmektedir.  $(xyz)$  koordinat sisteminin, başlangıç noktası  $m_1$  ile  $m_2$  nin ortak kütle merkezindedir ve  $xy$  düzlemi, yörünge düzlemidir. Bu koordinat sistemi  $z$  eksenini etrafında  $\omega$  açısal hızı ile dönmektedir. Denklem 1.4'de  $V=0$  alınarak, her bir  $C$  değeri için  $xy$  düzleminde hızın sıfır olduğu yüzeyler elde edilir. Buna göre "sıfır hız yüzeyleri",

$$C = \frac{\omega^2}{2}(x^2 + y^2) + \frac{Gm_1}{r_1} + \frac{Gm_2}{r_2} \dots\dots\dots(1.5)$$

ile belirlenir. Bu bağıntının sağ tarafındaki ilk terim dönme nedeniyle merkezkaç potansiyeli, son iki terim de iki noktasal kütleden ( $m_1$  ve  $m_2$ ) kaynaklanan çekim potansiyelleri toplamıdır. Denklem 1.5 de,  $r_1$  ve  $r_2$  nin çok büyük değerlerinde  $(x^2 + y^2 \cong$

C iken), yarıçapı  $\sqrt{C}$  olan asimptotik bir silindir verir. C nin büyük değerlerinde  $m_1$  ve  $m_2$  kütleleri etrafında ayrı ayrı, küresel şişimler oluşturan yüzeyler elde edilir. C azaldıkça küreler, birbirine bakan yüzeylerden uzayarak yumurtaya (ya da armuda) benzer şekilde bozulmaya başlarlar. Bir  $C_1$  değerinde, iki kütle etrafındaki şişimler (daha küçük kütleli cisme yakın olarak) birbirlerine değerler. Bu değme noktasına  $L_1$ , “Birinci Lagrange Noktası” denir, bu yüzeyde “iç kritik sıfır hız yüzeyi” denir.  $C < C_1$  olduğunda yüzeyler tek bir yüzey haline gelirler. Bir  $C_2$  değeri için, “İkinci Lagrange Noktası”  $L_2$  de, dışardan gelen asimptotik silindir ile (küçük cismin ötesinde) kesişen yüzey elde edilir. Bu yüzey “dış kritik sıfır hız yüzeyi” adını alır.  $C_3 < C_2$  için de, x eksenine göre simetrik iki noktada ( $L_4$  ve  $L_5$ ) yüzeyler tamamen kapanacaktır. Böylece sıfır hız yüzeyleri, yani “eş potansiyel yüzeyler” tanımlanır.



Şekil 1.5 Roche eş potansiyel yüzeyleri.

Kopal (1959) tarafından çift yıldızlar Roche şişimlerini doldurma durumları (Şekil 1.6) temel alınarak gruplara ayrılmıştır. Bu sınıflamaya göre:

**A) Ayrık çift yıldızlar:**

Bileşenlerin ikisi de Roche şişimini doldurmamıştır. Bu nedenle karşılıklı etkileşimleri hemen hemen yoktur. Bu tür yıldızların gözlemlerinden kütle ve yarıçap daha düzgün olarak bulunabilir.

**B) Yarı – ayırık çift yıldızlar:**

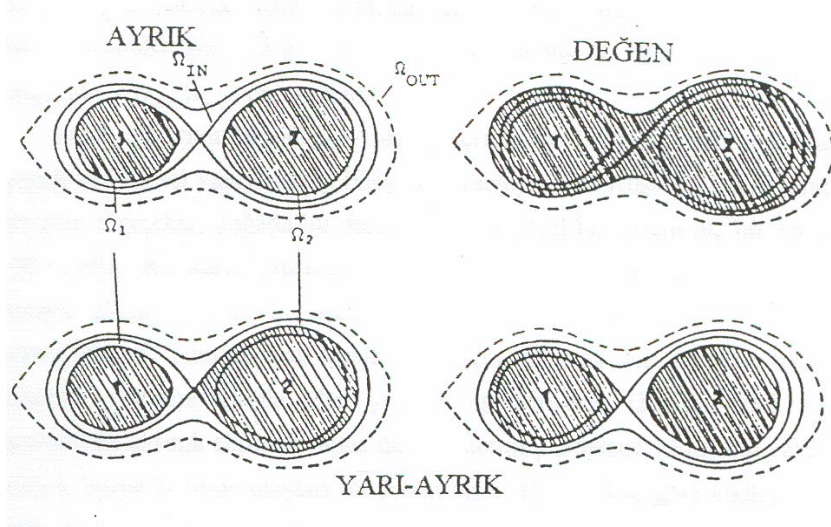
Bileşenlerden birinin Roche şişimini doldurduğu ve bileşenler arasında etkileşimin olduğu sistemlerdir. Roche şişimini dolduran bileşenden diğerine kütle aktarımı başlamıştır. Şişimi dolduran bileşene “değen”, diğerine de “ayrık” denir.

**C) Değen çift yıldızlar:**

Her ikisi de Roche şişimini doldurmuş bileşen yıldızlardan oluşan sistemlerdir.

**D) Fazla değen çift yıldızlar:**

Bileşenlerin ikisi de Roche şişiminin dışına taşmış ve ortak bir zarf ile örtülü yıldızlardır.



Şekil 1.6 Yıldızların Roche geometrisine göre sınıflandırılması

## 1.8 W UMa Türü Örten Değişen Yıldızlar

Bu grup örten değişen çift yıldızlar, ışık eğrilerinin tutulmalar dışında eğrisel olması ve minimum derinliklerinin de birbirine yaklaşık eşit olmasıyla karakterize edilir. Bunlar

aynı zamanda tayfsal çift yıldızlardır. Tayfları genellikle iki bileşenin de soğurma çizgilerini içerir. Bunun nedeni, her iki bileşen yıldızın ışıtmalarının (ya da sıcaklıklarının) yaklaşık olarak eşit olmasıdır. Işık eğrilerinin minimumlar arasında eğrisel olması, bu sistemlerin bileşenlerinin yakın olması nedeniyle karşılıklı çekim etkisi sonucu büyük oranda şekil bozulmalarına uğramış olmalarının ve kendi eksenleri etraflarında dönmelerinin, sürekli bir ışık değişimine yol açmış olmasıdır.

Binnendijk (1970), W UMa yıldızlarını inceleyerek W- türü ve A- türü olmak üzere iki alt gruba ayırmıştır. Bir W UMa türü örten değişen yıldızın hangi alt türe ait olduğunu belirlemek için minimum değerinin örtülme (transit) mi yoksa örtme (occultation) mi olduğunu bilmek gerekir. A-türü W UMa sistemlerde derin minimum (I. minimum) büyük kütleli sıcak yıldızın örtülmesi ile elde edilirken, W- türü sistemlerde büyük kütleli fakat soğuk yıldızın yoldaş yıldızı örtmesi ile elde edilir. Bu iki alt gruba ilişkin özellikler Çizelge 2.1’ de verilmiştir.

Çizelge 1.2 W UMa’ ların alt grupları (Binnendijk 1970)

<b>A – türü</b>	<b>W – türü</b>
Değme oranı daha fazla	Değme oranı daha düşük
A -F tayf türünden	G - K tayf türünden
Daha büyük kütleli bileşenler	Daha küçük kütleli bileşenler
I. minimum transit	I. minimum occultation
Evrimleşmiş	Daha az evrimleşmiş
Başyıldız daha sıcak	Yoldaş yıldız daha sıcak
Dönemi 0.5 gün	Dönemi 0.3 gün
Dönem değişimi daha az görülür	Dönem değişimi var

W UMa türü sistemlerin alt türlerinin evrimsel durumlarını, anakol yıldızlarına ilişkin fiziksel parametreler ile doğrudan karşılaştırılması zordur. Maceroni and Van't Veer (1996) , W UMa türü sistemler için yaptıkları çalışmalarda, W – türü sistemlerde bileşen yıldızların ZAMS yıldızları ve A – türü sistemlerdeki bileşen yıldızların TAMS yıldızları olduklarını ileri sürdüler. W UMa türü sistemler, kütle ve açısal momentum kaybı sonucu evrimleşerek “ Blue Stragglers “ olarak adlandırılan yaşlı ve büyük kütleli anakol yıldızlarına veya hızlı dönen çift çekirdekli FK Com türü dev yıldızlara dönüşecekleri düşünülmektedir.

### 1.8.1 W UMa' ların radyal hız eğrileri

Bu türden çift yıldızların radyal hız eğrileri sinüs biçimindedir. Bu bileşenlerin salt yörüngelerinin dairesel biçimde olduğunu gösterir. Bileşenlerin ayrı ayrı radyal hız eğrileri elde edilebilir.

W UMa yıldızlarının tayflarını duyarlı bir şekilde elde edebilmek genellikle çok zordur. Dolanma dönemleri gün kesrinde olduğu için alınan tayflarda poz süresinin kısa olması gerekir. Bu sistemlerin büyük kısmı aynı zamanda sönük olduklarından büyük çaplı teleskoplara ihtiyaç vardır. Ayrıca tayflarındaki çizgiler geniş ve yaygın olduğu için güvenilir ölçümler elde etmek zordur.

W UMa türü yıldızların alt grublarının radyal hız eğrileri şekil olarak farklılık gösterir. Bir sistemin hangi tür W UMa olduğunun belirlenmesi dikine hız eğrisi ile ışık eğrisinin karşılaştırılması ile mümkündür. W UMa türü bir sistemin dikine hız eğrisi dikkate alındığında, büyük kütleli bileşenin dikine hızı sıfır evresinde azalıyorsa bu sistem A-türü W UMa olarak sınıflandırılır. Bu sistemlerde daha büyük yarıçaplı daha kütleli ve daha sıcak olan baş bileşen yıldız küçük olan yoldaş yıldız tarafından örtülmektedir. Eğer bileşenler dairesel yörüngelerde hareket ediyorsa,

$$a_1 \sin i = 0.01375 K_1 P$$

$$a_2 \sin i = 0.01375 K_2 P$$



ve Kepler Kanununu da göz önüne alırsak, sonuç olarak

$$M_1 \sin^3 i = a_2 \sin i (a \sin i / 5P)^2$$

$$M_2 \sin^3 i = a_1 \sin i (a \sin i / 5P)^2$$

denklemlerinden (eğer “i” fotometrik çözümden biliniyorsa) ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  hesaplanabilir. Eğer tek bir bileşenin radyal hız eğrisi gözlenebiliyorsa, bu durumda yalnızca kütle fonksiyonu da denilen  $a \sin i$  elde edilebilir.

### 1.8.2 W UMa’ ların dönem değişimi

Çift yıldızlarda yörünge dönemi  $P$ , diğer parametrelere göre gözlemlerle daha duyarlı belirlenebilen yörüngeyi tanımlayan temel niceliklerden biridir. Örtünme ve örtülmenin oluşturduğu minimum zamanları kullanılarak bulunur. İyi belirlenmiş bir ışık eğrisinde daha derin olan birinci minimumdan hesaplanan zaman  $T_0$  “epoch” olarak bilinir ve yörünge dönemi  $P$  ile birlikte “ışık elemanları” olarak adlandırılır. Sistemin herhangi bir andaki,  $C$  minimum zamanı,  $C = T_0 + PE$  bağıntısından tahmin edilebilir. Burada  $E$  sayısı,  $T_0$  anından itibaren geçen çevrim sayısıdır. Gözlenen minimum zamanlarından hesaplanan minimum zamanlarının farkının (O-C) evreye (ya da Julian tarihine) göre işaretlenmesi ile oluşturulan (O-C) diyagramı dönem değişiminin incelenmesi için alışlagelmiş yöntemdir. Bu grafik bize dönem değişiminin toplam etkisini gösterecektir. O-C grafiği, eğimi sürekli olarak değişen bir eğri veriyorsa dönem değişiminden bahsedilir.

Dönem değişimine bileşenler arası kütle aktarımı, çift sisteme çekimsel olarak bağlı bir üçüncü cisim varlığı, bileşen yıldızların manyetik etkinliği, çift sistemin yörünge eksenlerinin hareketi neden olabilir. Dönem değişiminin nedeni (O-C) eğrisinin şekline bakılarak belirlenebilir. Şekil parabolik ise kütle aktarımından, çevrimli yapıya sahip ise üçüncü cisim etkisinden ve/veya manyetik çevrimin varlığından birinci ve ikinci minimumunun (O-C) eğrileri zıt fazlı sinüs eğrisi veriyorsa eksen dönmesinden bahsedilebilir. Kısa zaman aralıkları için (en fazla birkaç yıllık) (O-C) değişimi doğrusal kabul edilerek  $(O-C) = \Delta T_0 + \Delta PE$  denkleminde en küçük kareler yöntemi ile, bilinen  $O$ ,

$T_0$  ve  $P$  değerleri kullanılarak  $T_0$  ve  $P$  için  $\Delta T_0$  ve  $\Delta P$  düzeltmeleri bulunabilir. Burada  $\Delta T_0$  minimum zamanını belirleme hatası olarak küçük bir değerdir, fakat  $\Delta P$ ,  $P$ 'nin belirlenmesindeki hata yanında  $P$ 'nin zaman içerisindeki değişimini de içerir. İncelenen aralığın oldukça uzun olması halinde (O-C) değişimi genellikle doğrusal değildir ve  $E_i$  çevrimindeki dönem değişimi  $\Delta P(E_i)$  alınırsa  $P$  değişiminin (O-C) deki birikimli etkisi

$$\begin{aligned} \text{O-C} &= \Delta T_0 + \Delta P(E) + 2\Delta P(E-1) + 3\Delta P(E-2) + \dots + (E-2)\Delta P(3) + (E-1)\Delta P(2) + (E)\Delta P(1) \\ &= \Delta T_0 + \sum_{k=0}^{E-1} (E-k)\Delta P(k+1) \end{aligned}$$

şeklinde yazılabilir. Burada amaç gözlemsel (O-C) değerlerinden  $\Delta P = \dot{P}$  dönem değişimi fonksiyonunu belirlemektir.

W UMa'ların alt sınıfı olan W türünün hemen hemen hepsinde dönem değişimi gözlenir. W UMa türü sistemlerde bileşen yıldızlar birbirlerine değme durumunda olduklarından, etkileşen sistemler olarak bakılabilir (Lucy 1968a,b). Değme durumunda bulunan sistemlerde bileşenler arasında kütle alışverişi veya bir bileşenden uzaya kütle kaybı gerçekleşmesi mümkündür. Sistemde kütle aktarımı ve/veya kütle kaybı varsa bu durumda açısal momentumun korunabilmesi için yörünge döneminde ve yörünge yarı büyük eksen uzunluğunda değişimler söz konusu olacaktır. Bileşenler arasında kütle aktarımı varsa sistemin yörünge dönemi kısılacak, uzaya kütle kaybı gerçekleşiyorsa sistemin dönemi artacaktır (Huang 1956). Dönem değişimini de sistemler için elde edilen (O-C) diyagramlarını incelenerek belirlenir. Genellikle W UMa' lar için (O-C) eğrisi parabolik yapı yani kütle aktarımını gösterir. Ayrıca bazılarında üçüncü cismin varlığından kaynaklı çevrimsel yapıli dönem değişimleri ve manyetik etkinlik kökenli kaotik değişimler de izlenmektedir. Leke etkilerinin varlığı ışık eğrilerinde 0.25 ve 0.75 evrelerindeki parlaklık seviyeleri arasındaki farklılıktan çıkarılır ve O'Connell etkisi olarak adlandırılır (Mullan 1975).

## 1.9 Phoebe Işık Eğrisi Analiz Programı

Işık eğrileri, daha önceki bölümlerde ifade edildiği gibi birçok etkiyi içeren karmaşık yapılardır. Işık eğrilerinin çözümü için Roche modeline dayalı “sentetik ışık eğrisi” yöntemleri geliştirmiştir. Sentetik ışık eğrisi yöntemlerinde, bir yakın çift yıldız sistem modeli için pek çok parametre hesaplarda dikkate alınır. Daha sonra bu model bazen “sınama-yanılma” bazen de “diferansiyel düzeltme” yöntemi ile gözlenen ışık eğrisine karşılaştırılmaya çalışılır. İyi bir karşılaşma sağlandığında, sentetik eğrinin parametreleri çift yıldız sisteminin parametreleri olarak kabul edilir. Bu yaklaşımla ışık eğrisi çözümü yapan *Wilson-Devinney*, *Nightfall*, *Binary Maker* gibi birçok program geliştirilmiştir. Bunlardan biride *Phoebe* dir.

Phoebe, Unix işletim sistemi altında çalışan bir program olup Wilson-Devinney (WD) ışık eğrisi analiz programının bir arayüzüdür. WD, Fortran dilinde yazılmış bir programdır. Phoebe arayüzü ise kullanım kolaylığı sağlayarak kullanıcıyı kodlarla çalışmaktan kurtarmakta ve zaman kazandırmaktadır. Phoebe, ışık eğrilerindeki leke etkisi, kenar kararması, çekim kararması, üçüncü ışık katkısı gibi parametreleri modelleyebilmekte ve Roche geometrisini esas almaktadır. Program ışık eğrileri ile dikine hız eğrilerini eş zamanlı olarak çözebilmektedir. Phoebe programı WD programının en son versiyonunu kullanmaktadır. En son sürümün tarihi Ekim-2004 sonudur (Wilson and Van Hamme 2004). Phoebe arayüzü Wilson tarafından da desteklenmekte olup Andrej Prsa tarafından geliştirilmiştir (Prsa and Zwitter 2006). Program, örten değişen sistemlere ait farklı dalgalı boyundaki ışık ve dikine hız eğrilerini eş zamanlı çözer.

Phoebe'nin ana penceresi 9 ayrı sekmeye bölünmüştür:

- *Data* sekmesi, kullanıcı tarafından sağlanan deneysel veri bilgilerini kapsar. Light Curves ve RV Curves bölümlerinde kaç tane ışık eğrisi ve radyal hız eğrisi tanımlanacağı belirtilir.

- *System-related* sekmesi, sistemi karakterize eden bütün parametreleri bulundurur (dönem, evre kayması, yarı-büyük eksen, kütle oranı, yörünge eğimi, kütle merkezinin uzay hızı).
- *Component-related* sekmesi, her bir bileşenin birbirinden bağımsız olarak karakteristik parametrelerini kapsar (etkin sıcaklık, çekim potansiyeli v.b).
- *Orbit* sekmesi, yörüngeyi tanımlayan parametreleri kapsar.
- *Luminosities* sekmesi, bağımlı eğri parametrelerini kapsar (farklı filtreler için farklı değerler). Bu kategori içinde akı, üçüncü cisim ve model atmosfer veya karacisim ışınımı fonksiyonunda tipik parametreler olarak yer almaktadır.
- *Limb darkening ve Surface* sekmeleri, tedirginlikte payı olan, ışık eğrisinde etkileri gözlenen parametreleri barındırır.
- *Fitting* sekmesi diferansiyel düzeltme ve subset tanımlama fonksiyon ve parametrelerini kapsar.
- *Utilities* sekmesi, Phoebe'ye doğrudan bağlı olmayan fonksiyonları tutar ve çeşitli istatistik bilgiler barındırır.

WD programında kullanılan mod'lar *Data* sekmesinde yer alan yıldızın türü seçeneklerine denk gelir. Bu seçenekler şunlardır:

1) *X ray binary (Mod -1)* : X-ışın çiftleri için kullanılır. Sistemin ana bileşeni küçük yarıçaplı X-ışın yıldızı olmalıdır. Senkronize olan veya olmayan dönmeye sahip X-ışın çiftleri modellenebilir. Herhangi bir kısıtlama yoktur.

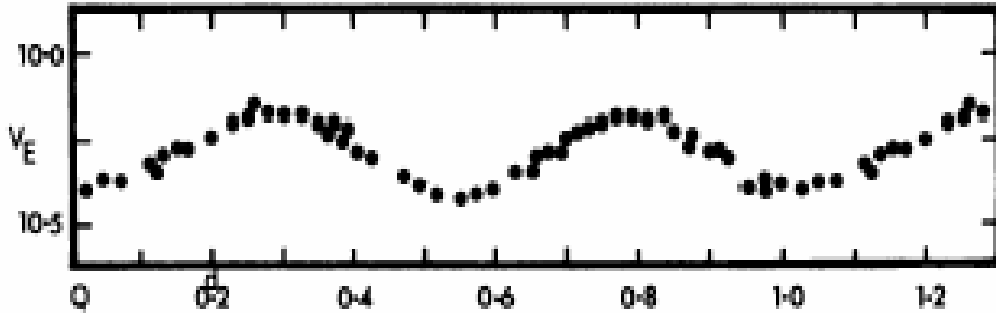
2) *General binary system (Mod 0)*: Bu modda herhangi bir kısıtlama yoktur. Bileşen ışınım gücü oranı yüzey sıcaklığı ile tutarlı olmak zorunda değildir.

3) *Over contact binary of the W UMa type (Mod 1)* : W UMa türü çiftyıldızları gibi aşırı değen sistemler için kullanılır. Bu moddaki bazı kısıtlamalar: her iki bileşenin yüzey potansiyelleri eşit kabul edilir. İkinci bileşenin kutup sıcaklığı tüm ortak zarfın çekim kararma yasasından hesaplanır. İkinci bileşenin çekim kararma, bolometrik albedo ve kenar kararma katsayıları birinci bileşeninki ile aynıdır. İkinci bileşenin ışınım gücü kenar kararma yasası ve yıldız atmosferi modellerinden program tarafından hesaplanmaktadır.

- 4) *Detached binary (Mod 2)*: Bu mod ayrıık çiftler içindir. Potansiyellerde herhangi bir kısıtlama yoktur. Bu moddaki kısıtlama ikinci bileşenin ışıınım gücünün karacisim veya model atmosferlerden hesaplanmasıdır.
- 5) *Over contact binary not in thermal contact (Mod 3)*: Mod1 deki gibi aşırı-değen çiftler için kullanılır. Mod 3 'te ve Mod 1 'de yüzey potansiyelleri eşit alınır. Mod 1 den farkı ise diğere değerlerin eşit alınmamasına olanak sağlamasıdır.
- 6) *Semi-detached binary, primary star fills Roche lobe (Mod 4)*: Birinci bileşenin Roche lobunu doldurduğu yarı-ayrık çiftler içindir.
- 7) *Semi-detached binary, secondary star fills Roche lobe (Mod 5)*: İkinci bileşenin Roche lobunu doldurduğu kabulü dışında Mod 4 ile aynıdır. Algol türü çift yıldızlar için kullanılabilir moddur.
- 8) *Double contact binary (Mod 6)*: Her iki bileşenin de Roche lobunu doldurduğu çift-değen (double-contact) yıldızlar içindir.

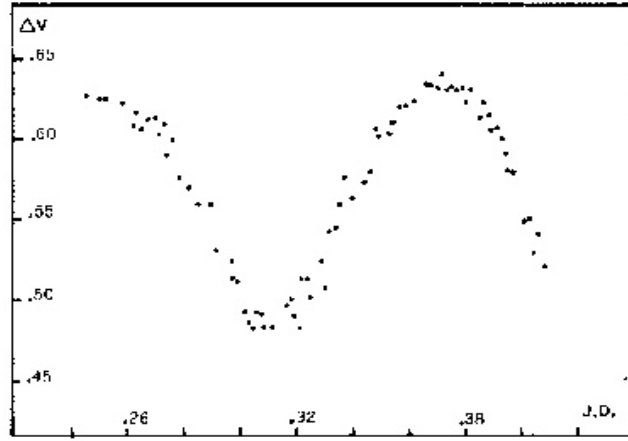
## 2. VZ Psc ÇİFT YILDIZ SİSTEMİ

VZ Psc (BD+04 5012, HIP 115819, G 29-37) parlaklığı 10.3 kadir olan K2 – K5 tayf türünden bileşenlere sahip kısa dönemli (0.26 gün) W UMa türü örten değişen bir çift yıldızdır. İlk fotometrik gözlemi Moorhead (Wolff *et al.* 1965) tarafından yapıldı. Bu gözlem sonucunda çift yıldız olduğu belirlendi. Giclas *et al.*(1959) tarafından yıldızların öz hareket tetkiki yapılırken Giclas 29-37 = G 29-37 olarak adlandırıldı. İlk tayfsal çalışması Wolff *et al.* (1965) tarafından yapıldı. Bu çalışmada görülen oldukça genişlemiş Ca II' nin H ve K çizgileri yıldızın W UMa türü bir çift yıldız olduğuna işaret eder. Bu durum Moorhead'in gözlemleriyle bir bakıma desteklenmektedir. İlk fotoelektrik ışık eğrisi Eggen (1967) tarafından elde edildi (Şekil 2.1).

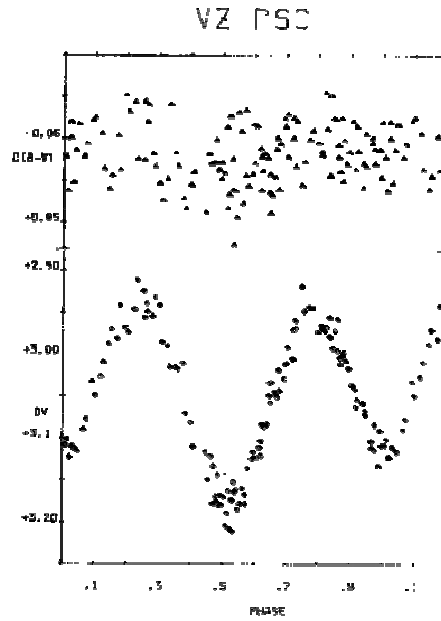


Şekil 2.1 Eggen (1967) tarafından elde edilen ilk ışık eğrisi

Eggen (1967) bu çalışmasında  $(B - V) = 1.10$  kadir ve  $P = 0.261$  gün olarak tespit etti. Ayrıca, birinci minimum derinliğini 0.26, ikinci minimum derinliğini 0.24 kadir olarak belirledi. Poretti (1984), VZ Psc'ı fotometrik olarak gözleyerek sadece ikinci minimumunu elde etti (Şekil 2.2). Davidge and Milone (1984), dört gece gözlem yaparak B, V ışık eğrisini hafif dağınık (saçılmış) olarak elde ettiler (Şekil 2.3). Davidge and Milone tarafından elde edilen bu ışık eğrisi ile Eggen (1967) tarafından elde edilen ilk ışık eğrisi arasında bir farklılık belirlendi. Birinci minimum derinliğini 0.24, ikinci minimum derinliğini 0.18 kadir olarak buldu. Maksimum değerleri arasında 0.02 (V bandında) ve 0.04 (B bandında) kadirlik fark olması O 'Connell etkisi olarak yorumlandı.

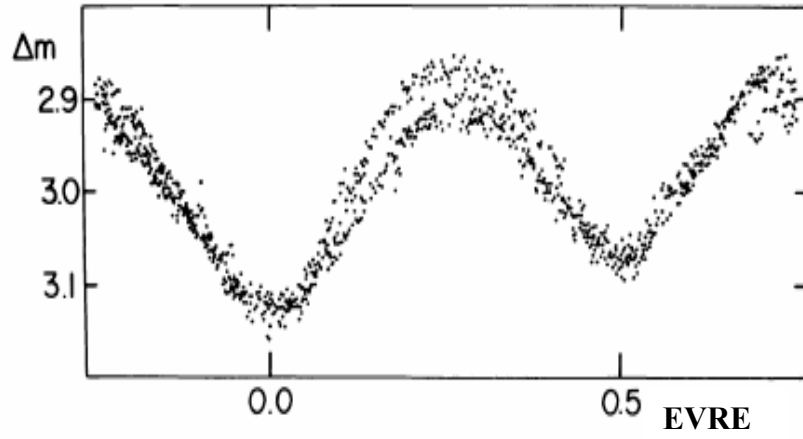


Şekil 2.2 Poretti (1984) tarafından VZ Psc için elde edilen ikinci minimum gözlemi

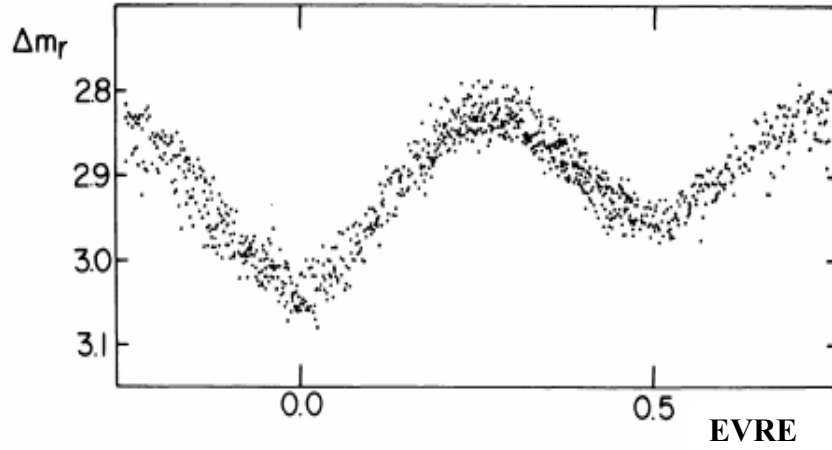


Şekil 2.3 Davidge and Milone (1984) tarafından VZ Psc için elde edilen dağılık ışık eğrisi

Bradstreet (1985), 1980 yılında yedi gece filtresiz (etkin dalga boyu 5500Å) gözlem yaptı. Bu gözlemler arasından iyi olan dört gecenin (8-9 Ekim, 12-13 Kasım geceleri ) verisini kullandı (Şekil 2.4). Kasım ve Ekim ayında yaptığı gözlemlerin maksimum değerleri arasında 0.07 kadırlık fark tespit etti. Böylece O'Connell etkisini teyit etti. 1982 yılında tekrar dört gece (16-17 Ekim ve 22-23 Ekim geceleri ) etkin dalga boyu 6510 Å olan kırmızı filtrede gözlem yaptı ( Şekil 2.5 ).



Şekil 2.4 Bradstreet (1985)' in 1980 yılında VZ Psc için elde ettiği filtresiz gözlem



Şekil 2.5 Bradstreet (1985)' in 1982 yılında VZ Psc için kırmızı filtrede aldığı ışık eğrisi

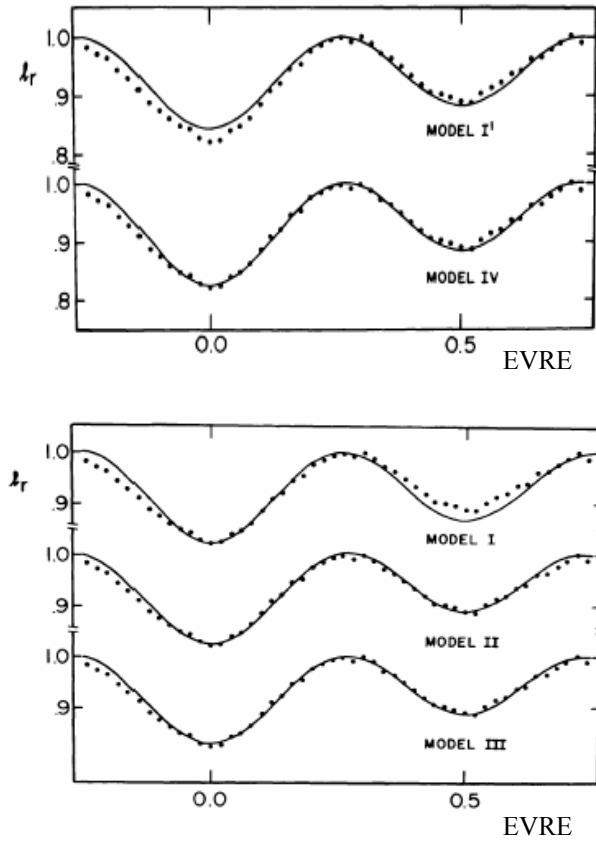
Bu gözlemler için olası hata 0.022 kadir, saçılma 0.05 kadir, maksimum ışık seviyeleri arasında 0.07 kadir fark bulundu. Gözlenen ışık eğrisinde birinci maksimum seviyesinin ikinci maksimum seviyesinden daha düşük seviyede olduğu ve birinci maksimumun 0.25 evresinden 0.26 evresine doğru kaydığı görülmüş. Ayrıca Bradstreet (1985) çalışmasında VZ Psc'ın ilk ışık elemanları

$$\text{Min I (HJD)} = 244556.5246 (\pm 5) + 0^d.26125902 (\pm 5) \times E \quad (2.1)$$

olarak belirlendi.



Bradstreet (1985), VZ Psc' ın ışık eğrisinin çözümünde başlangıç parametrelerini belirlemek için 1982 gözlemlerini üç farklı şekilde modelledi. Bu modellerden kütle oranı en düşük olan model I seçilerek yeni iterasyonlar yapıldı ve daha uygun bir çözüm olan model I' bulundu. Fakat Model I' 'nün Wilson-Devinney çözümünden sonra doldurma faktörü %100 olarak büyük olduğu görüldü. Bunun nedenin ışık eğrisindeki asimetrik yapının olduğu düşünüldü. Yeni bir model yapmaya gereksinim duyuldu. Bu nedenle Model IV olarak yeniden çözüldü. Bu çalışmada amaç elde etmek istedikleri en iyi kütle oranı değerini bulmaktı. Fakat birden fazla model ile farklı kütle oranı değerleri bulundu. Bu değerlerin hangisinin doğru sonucu ve modeli verdiği karar verilemedi. (Şekil 2.6).

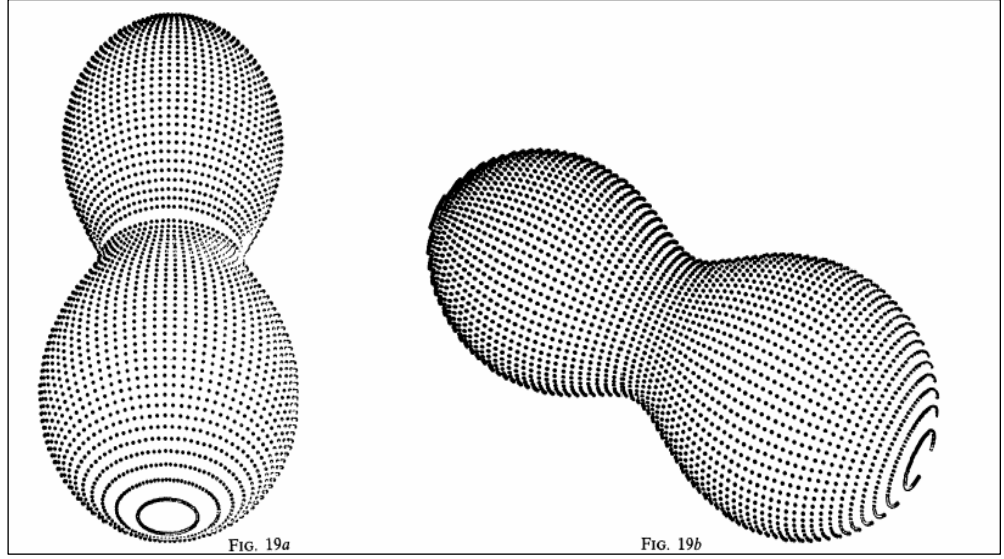


Şekil 2.6 Bradstreet (1985) tarafından VZ Psc için elde edilen ışık eğrisinin kuramsal çözümleri

İki modelden elde edilen değerler birbirine yakındır (Çizelge 2.1). Elde edilen q oranları da çok yakın değerlerdir. Bileşenler arasındaki sıcaklık farkı 1000 K civarında yüksek bir değerdir. Bu değer minimum ışıktaki derinlik farkını işaret ediyor. Bu yüksek sıcaklık farkı Rahunen (1981) tarafından bazı çiftlerin ZAMS'tan evrimleştiğinin kanıtı olarak görüldü. Model IV ( Şekil 2.7) ile bulunan yoğunlukların birinci ve ikinci bileşen için sırasıyla 1.39 gr/cm<sup>3</sup> ve 1.33 gr/cm<sup>3</sup> olması sistemin evrimleşmiş olduğunu işaret ediyor.

Çizelge 2.1 Bradstreet' in (1985) Model I' ve Model IV çözümleri

Parametreler	Model I'	Model IV
$A_1 = A_2$	0.500	0.500
$g_1 = g_2$	0.320	0.320
$L_3$	0.000	0.000
$T_1$ (K)	4500	4500
$T_2$ (K)	3743 ( $\pm 140$ )	3689 ( $\pm 356$ )
$i$ ( $^\circ$ )	37( $\pm 2.5$ )	37( $\pm 7$ )
$\Omega_1 = \Omega_2$	3.76( $\pm 30$ )	4.08( $\pm 7$ )
Q	1.37( $\pm 17$ )	1.55( $\pm 5$ )
Fillout	% 100	% 91
$L_1$	0.68( $\pm 10$ )	0.68( $\pm 14$ )
$L_2$	0.32( $\pm 10$ )	0.32( $\pm 18$ )
$X_1 = X_2$	0.600	0.600
$r_1$ (pole)	0.402	0.380
$r_1$ (side)	0.439	0.411
$r_1$ (back)	0.640	0.532
$r_2$ (pole)	0.452	0.451
$r_2$ (side)	0.497	0.492
$r_2$ (back)	0.595	0.566

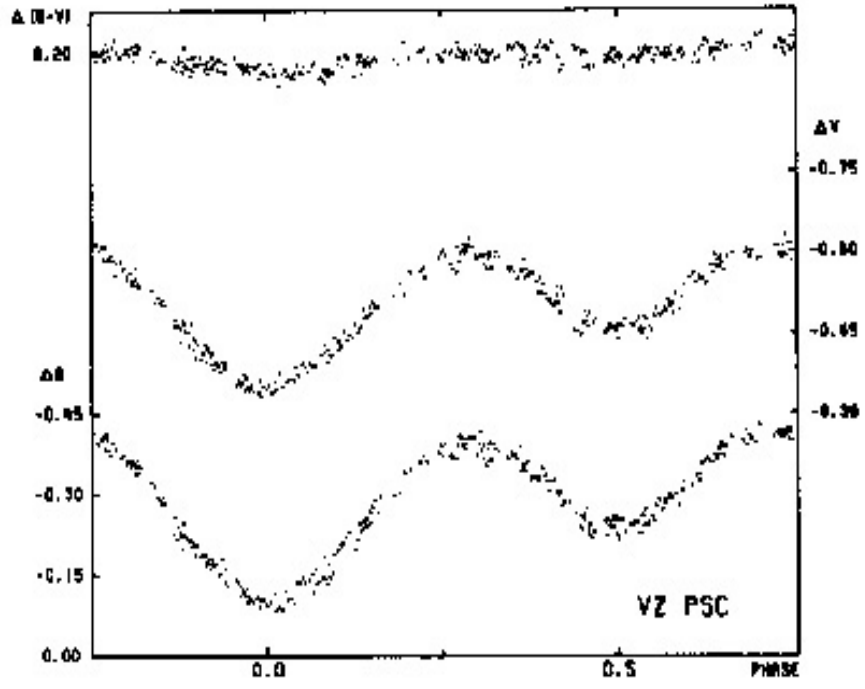


Şekil 2.7 Bardstreet'in (1985) Model IV çözümünün üç boyutlu modeli

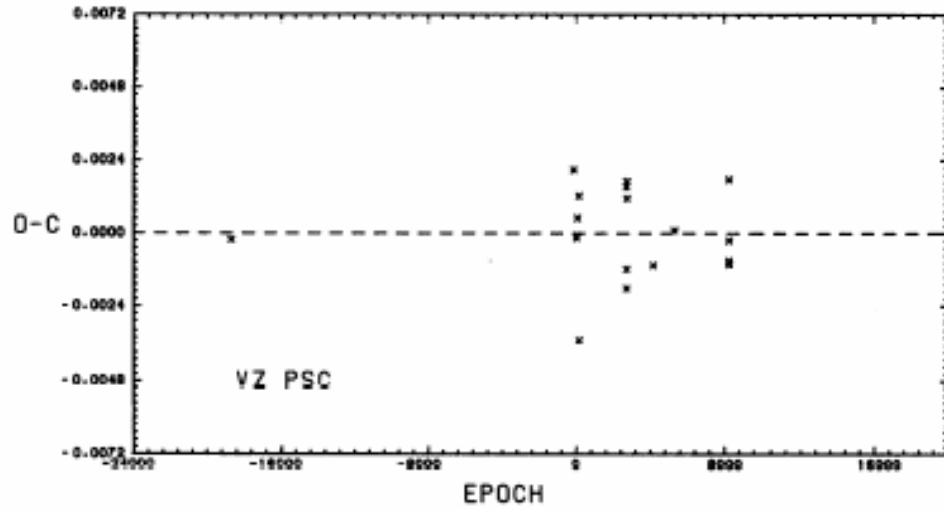
Samec (1989), 1987 yılında VZ Psc'nin ışık eğrisini elde etti (Şekil 2.8) ve (O-C) analizini de (Şekil 2.9) içeren bir çalışma yaptı. Işık eğrisinin şeklinden sistemin yörüngesinin elipsoidale yakın bir sistem olabileceğini belirtti. Birinci ve ikinci minimumlar için (B-V)'yi sırasıyla 0.05 ve 0.01 kadir olarak buldu. Işık eğrisinde büyük bir asimetri olduğunu gördü. Birinci maksimum yaklaşık 0.29 evresinde ikinci maksimum yaklaşık 0.72 evresinde gerçekleştiğini tespit etti.

Sistemin (O-C) değişimini inceledi fakat bir dönem değişimi belirleyemedi. Samec (1989) çalışmasında dört yeni minimum zamanı ile düzeltilmiş ışık elemanlarını yayınladı. Aşağıda düzeltilmiş minimum zamanı verildi.

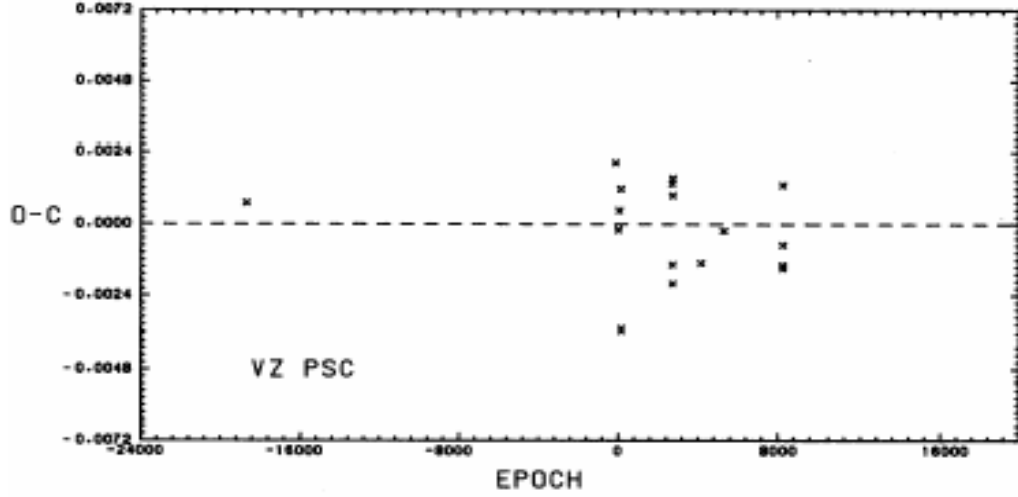
$$\text{MinI(HJD)} = 2444556.5246 (\pm 3) + 0^d .26125897 (\pm 4)E \dots\dots\dots(2.2)$$



Şekil 2.8 Samec'in (1989) VZ Psc için elde ettiği ışık eğrisi

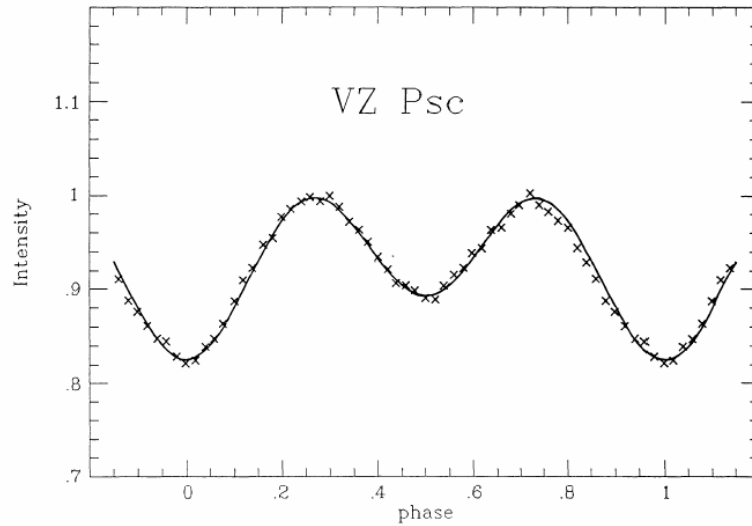


Şekil 2.9 Samec' in (1989) düzelttiği ışık elemanlarını kullanarak VZ Psc için elde ettiği (O-C) grafiği



Şekil 2.10 Bradstreet'in (1985) elde ettiği ışık elemanlarını kullanarak Samec (1989) tarafından VZ Psc için elde edilen (O-C) grafiği

Barone *et al.* (1989) tarafından elde edilen Bradstreet (1985)' in kırmızı ışık eğrisini kullanarak iki tür çözüm yapıldı (Şekil 2.11). Çözüm A için Price algoritması (Price 1976) ile verilen kütle oranı aralığı ( $0.6 \leq q \leq 2.0$ ), çözüm B için Hrivnak and Milone (1989) tarafından elde edilen tayfsal kütle oranı değeri ( $q=0.92$ ) kullanıldı. Çözüm A ve Çözüm B için bulunan parametreler birbirine yakın sonuçlar verdi (Çizelge2.2, Çizelge2.3).



Şekil 2.11 Bradstreet (1985)' in elde ettiği ışık eğrisine Barone *et al.* (1989)' in kuramsal çakışması

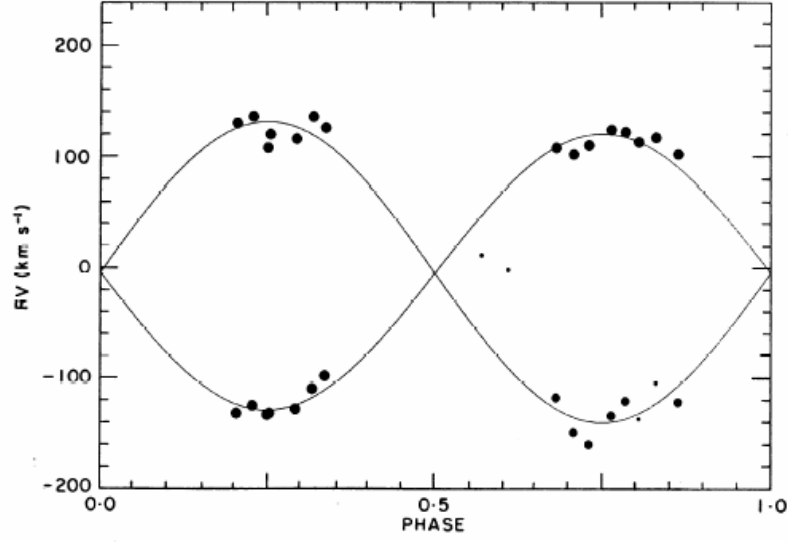
Çizelge 2.2 Çözüm A ile ulaşılan sonuçlar (Barone *et al.* 1989)

$i (^{\circ})$	$37.63 \pm 0.47$	$r_h(\text{pole})$	0.403
$\Omega_h = \Omega_c$	$3.330 \pm 0.028$	$r_h(\text{side})$	0.433
$q = m_c/m_h$	$0.92 \pm 0.01$	$r_h(\text{back})$	0.492
$g_h = g_c$	0.32	$r_c(\text{pole})$	0.389
$A_h = A_c$	$2.47 \pm 0.29$	$r_c(\text{side})$	0.417
$X_h = X_c$	0.75	$r_c(\text{back})$	0.480
$T_h$ (K)	$4516 \pm 41$	$r_c(\text{equiv})$	0.444
$T_c$ (K)	$3411 \pm 63$	$r_h(\text{equiv})$	0.430
$L_h$	$8.42 \pm 0.18$	S	0.000035
$L_c$	$1.53 \pm 0.21$		

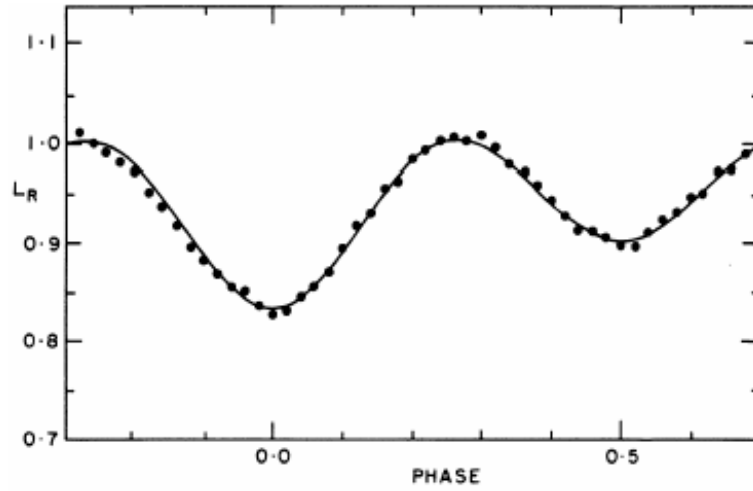
Çizelge 2.3 Çözüm B ile ulaşılan sonuçlar (Barone *et al.* 1989)

$i (^{\circ})$	$33.68 \pm 0.24$	$r_h(\text{pole})$	0.400
$\Omega_h = \Omega_c$	$3.730 \pm 0.205$	$r_h(\text{side})$	0.437
$q = m_c/m_h$	$1.33 \pm 0.14$	$r_h(\text{back})$	0.577
$g_h = g_c$	0.32	$r_c(\text{pole})$	0.445
$A_h = A_c$	0.5	$r_c(\text{side})$	0.489
$x_h = x_c$	0.74	$r_c(\text{back})$	0.581
$T_h$ (K)	$4547 \pm 74$	$r_c(\text{equiv})$	0.455
$T_c$ (K)	$3522 \pm 63$	$r_h(\text{equiv})$	0.499
$L_h$	$7.53 \pm 0.18$	S	0.000030
$L_c$	$2.17 \pm 0.21$		

Hrivnak and Milone (1989) tarafından 1981, 1983 ve 1984 yıllarında VZ Psc'nın tayfsal gözlemleri yapıldı (Şekil 2.12). Radyal hız eğrileri, degen çiftlerin hızlarını belirleme tekniği olan cross-correlation tekniği kullanılarak elde edildi. Radyal hız çözümleri sonucunda kütle oranı  $q = 0.92$  bulundu. Yüksek uzay hızına sahip olduğu belirlendi. Yüksek uzay hızına sahip sistemin yaşlı disk popülasyonuna bağlı olduğu yorumu yapıldı. Bu çalışmada ayrıca Bradstreet (1985)'in ışık eğrisi kullanılarak Wilson-Daviney çözümü gerçekleştirildi (Şekil 2.13).



Şekil 2.12 Hrivnak and Milone (1989) tarafından VZ Psc için elde edilen radyal hız eğrisi



Şekil 2.13 Bradstreet' in (1985) ışık eğrisi ve Hrivnak and Milone (1989) tarafından bulunan kuramsal eğri

Maceroni, van Hamme and Van't Veer (1990), Hrivnak and Milone(1989)' in bulduğu aşırı değme derecesi ve 1200 K civarında yüksek sıcaklık farkı ve bulunan parametrelerin fiziksel olarak açıklanmasının güç oluşu nedeniyle Bradstreet (1985)' in ışık eğrisi kullanılarak yıldızın ilk lekeli çözümünü yaptı (Şekil 2.14). Bu çözümde yoldaş yıldız üzerinde soğuk iki leke vardır. Tayfsal çalışmalarında Ca II çizgilerinin genişlemiş yapısı VZ Psc'in yüzeyinde manyetik aktivitenin olduğunu bir kanıttır. Bu nedenle soğuk leke koyma ihtiyacı hissettiler. Çözüm sonunda "i" (yörünge eğimi) değeri yükseldi.

Sistem için daha uygun salt parametreler elde edildi. Çalışmanın sonucunda daha farklı leke veya lekelerlede çözüm yapılabileceği sonucuna varıldı.

Maceroni *et al.* (1990) tarafından elde edilen sonuçlar aşağıda verildiği gibidir:

---

***Işık eğrisinin analiz sonuçları:***

$$i = 49^{\circ}.9 (\pm 1^{\circ}.3)$$

$$T_1 = 4500 \text{ K}$$

$$T_2 = 4305 \text{ K} (\pm 142 \text{ K})$$


---

***Leke parametreleri:***

Birinci leke için,

ikinci leke için,

$$\theta_1(\text{leke enlemi}) = 85^{\circ}$$

$$\theta_2(\text{leke enlemi}) = 85^{\circ}$$

$$\phi_1(\text{leke boylamı}) = 135^{\circ}$$

$$\phi_2(\text{leke boylamı}) = 210^{\circ}$$

$$T_{\text{leke}}/T_1 = 0.7$$

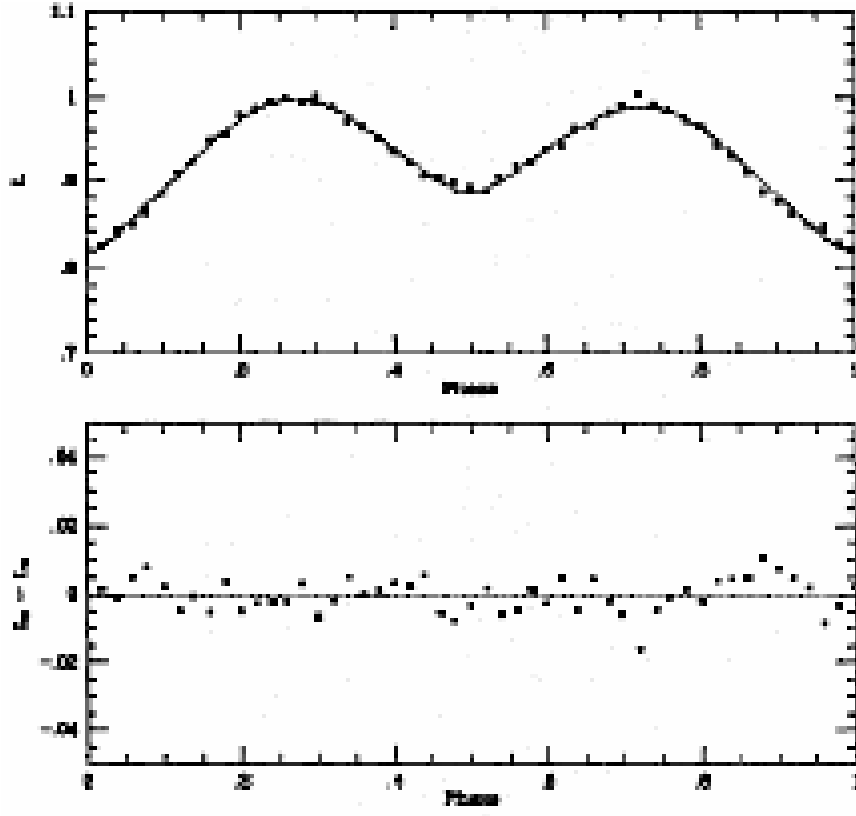
$$T_{\text{leke}}/T_1 = 0.7$$


---

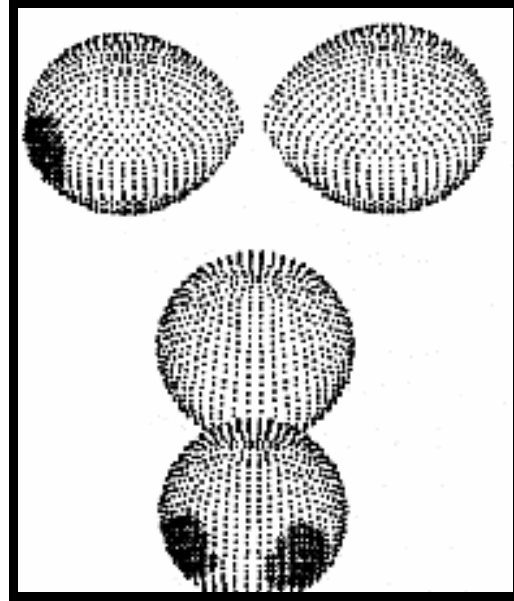
Çizelge 2.4 Hrivnak and Milone (1989)' nin bulduğu sonuçların Maceroni *et al.* (1990)' ninkilerle karşılaştırılması

	<b>Hrivnak and Milone(1989)</b>	<b>Maceroni et al.(1990)</b>
<b>a</b>	2.29 ± 0.10	1.76 ± 0.07
<b>r<sub>1</sub></b>	0.46 ± 0.01	0.38 ± 0.01
<b>r<sub>2</sub></b>	0.46 ± 0.01	0.37
<b>R<sub>1</sub>(R<sub>☉</sub>)</b>	1.05 ± 0.08	0.66 ± 0.03
<b>R<sub>2</sub>(R<sub>☉</sub>)</b>	1.03 ± 0.08	0.65
<b>M<sub>1</sub>(m<sub>☉</sub>)</b>	1.23 ± 0.10	0.56 ± 0.05
<b>M<sub>2</sub>(m<sub>☉</sub>)</b>	1.13 ± 0.10	0.52 ± 0.05



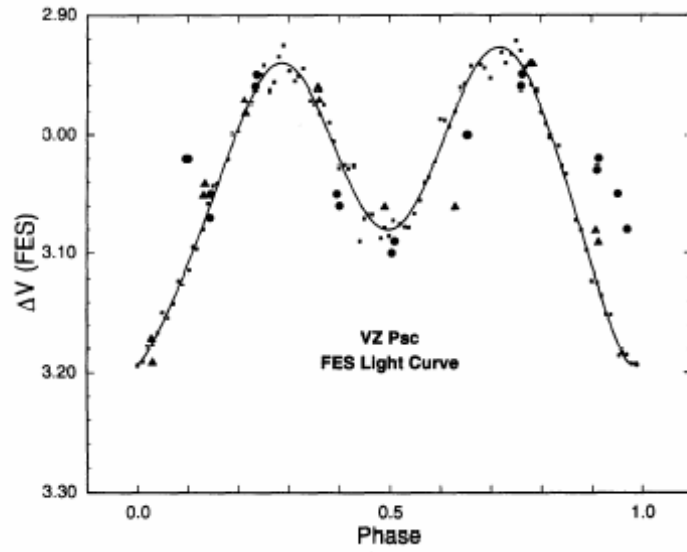


Şekil 2.14 Gözlemsel ışık eğrisi, kuramsal çözümü ve kuramsal eğriden gözlemsel ışık eğrilerinin uyumu (Maceroni *et al.* 1990)

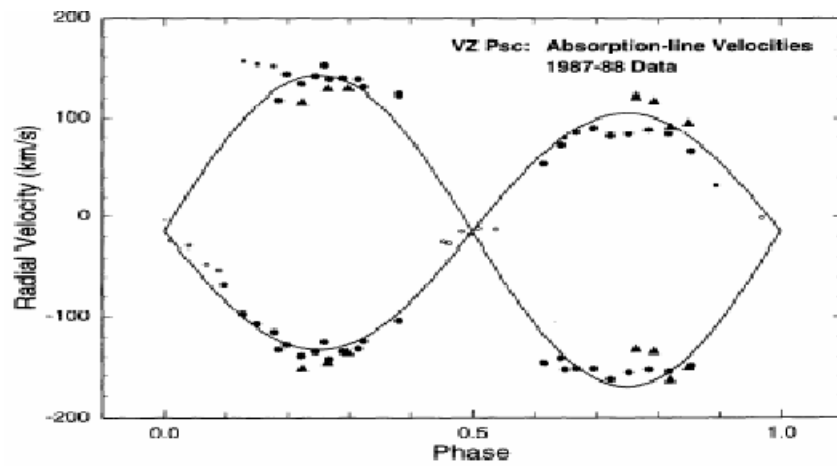


Şekil 2.15 Maceroni *et al.* (1990)'in soğuk lekeli modelinin üç boyutlu gösterimi

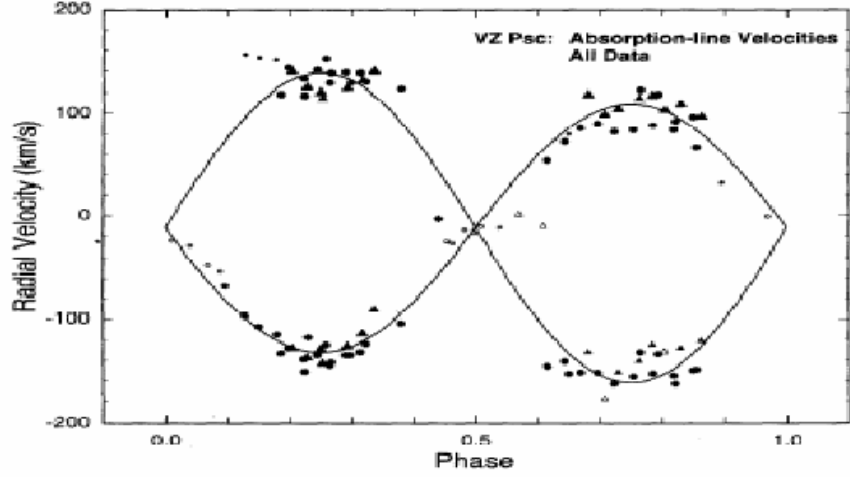
Hrivnak *et al.* (1995) tarafından Mg II h+k ve Ca II H ve K çizgilerini incelemek için yıldızın IUE ve görünür tayfı elde edildi. Ayrıca IUE ile ışık eğrisi belirlendi (Şekil 2.16). Tayfta görülen çift çizgili yapıların güçlü ve değişken olduğunu tespit edildi. Tayftan radyal hızlar ölçüldü ve bu hızlardan  $q = 0.80$  bulundu. Ölçülen radyal hız eğrileri ve bugüne kadar elde edilen radyal hızlar karşılaştırıldı (Şekil 2.17- 2.18) .



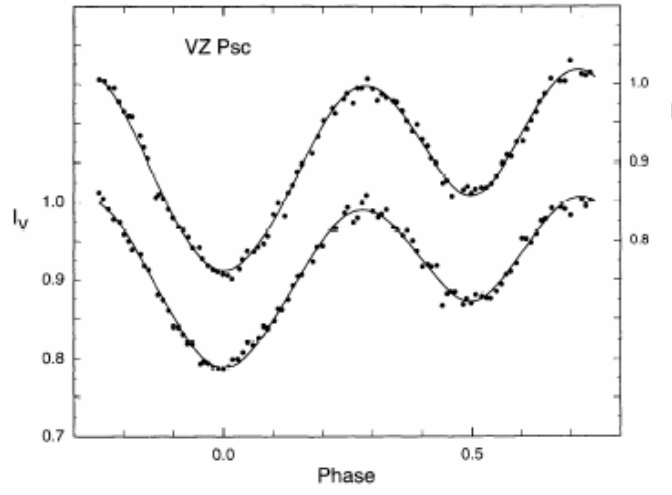
Şekil. 2.16 VZ Psc'nin IUE ile elde edilen tayflardan belirlenen parlaklıklar (Hrivnak *et al.* 1995)



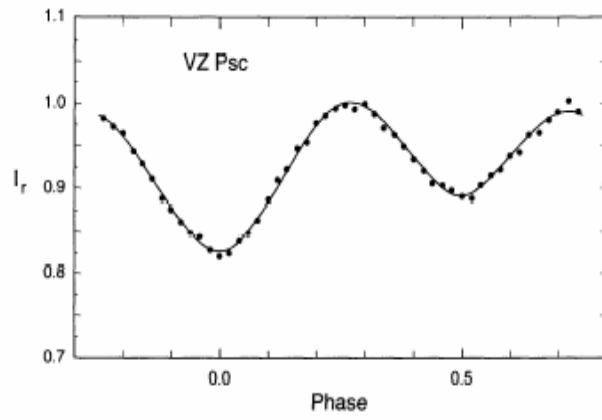
Şekil 2.17 VZ Psc 'in 1987 ve 1988 yılında Hrivnak and Milone (1989) tarafından gözlenen radyal hız eğrileri ve en olası teorik model.



Şekil 2.18 VZ Psc'in radyal hızların birleştirilmiş hali (Hrivnak and Milone (1989), Fouts (1987))

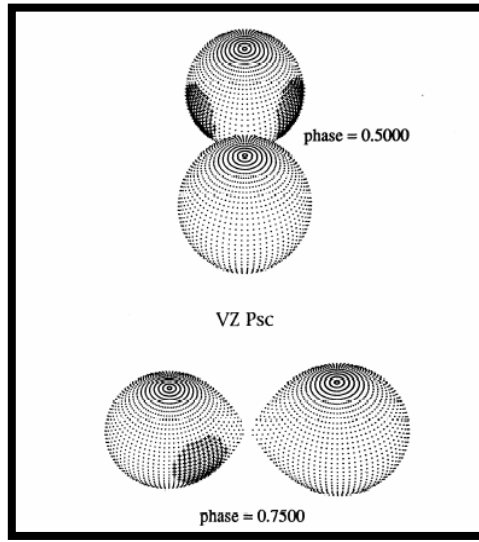


Şekil 2.19 Samec' in (1989) B, V ışık eğrisi ve Model 4' ün kuramsal eğrisi



Şekil 2.20 Bradstreet'in (1985), ışık eğrisi ve Model 4' ün kuramsal eğrisi

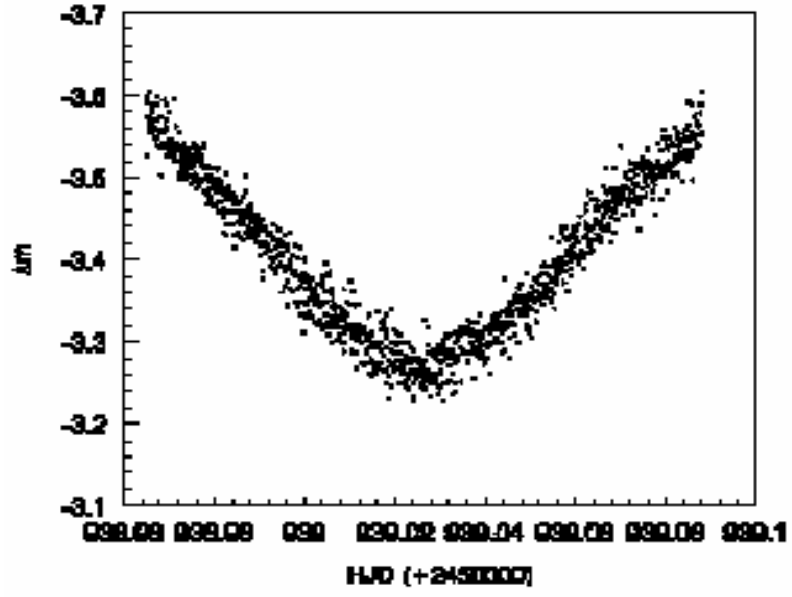
Hrivnak *et al.* (1995) tarafından ışık eğrisi dört ayrı leke modelli yaklaşımla çözüldü. Model 1, düşük kütleli bileşenin üstünde iki soğuk leke ile yapılan çözümdü. Model 2, büyük kütleli bileşenin üstünde iki soğuk leke ile yapılan çözümdü. Model 3, büyük kütleli bileşenin üstünde iki sıcak leke ile yapılan çözümdü. Model 4 ise küçük kütleli bileşenin üstünde iki sıcak leke ile yapılan çözümdü. Bu modellerden yoldaş yıldız üzerinde iki sıcak lekeli olan Model 4 fiziksel olarak daha uygun bulundu. Model 4 Samec' in (1989) B, V ışık eğrisi ve Bradstreet' in (1985) kırmızı ışık eğrisine uygulandı ve bu kuramsal eğri gözlemsel eğrilere uyum sağladı.



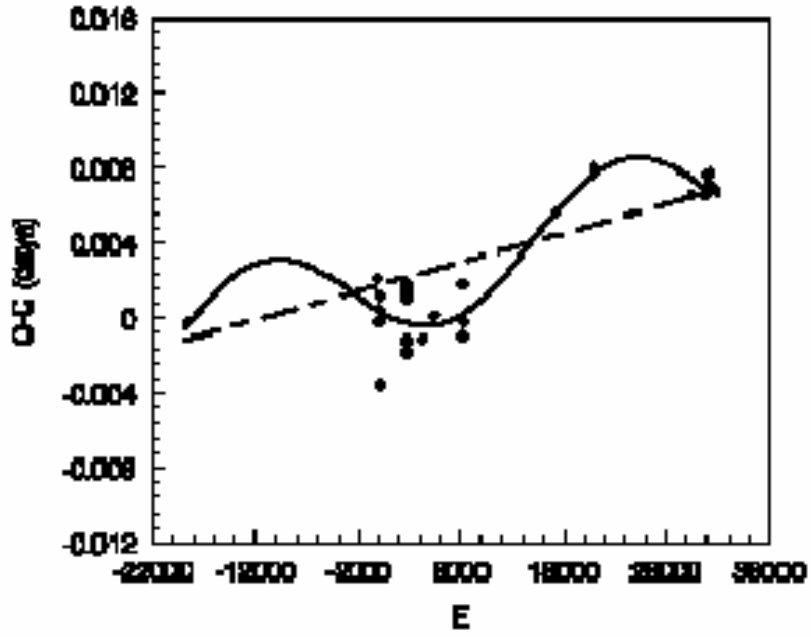
Şekil 2. 21 Hrivnak *et al.* (1995)'nin model 4 çözümünün üç boyutlu şeklinin 0.5 ve 0.75 evrelerindeki görünümü

## 2.1 VZ Psc'ın Dönem Değişimi

Sisteme ilişkin en son çalışma Qian *et al.* (2004) tarafından yayınlandı. VZ Psc 'ın yeni minimumu gözlemlendi. Literatürden minimum zamanları topladı ve yeni belirledikleri minimum zamanlarını da ekleyerek Samec'in (1989) hesaplamış olduğu ışık elemanlarından hareketle VZ Psc için yeni ışık elemanlarını elde etti. Bunu takiben VZ Psc'ın dönem değişimini irdelediler ve (O-C) eğrisinde üçüncü cisimden kaynaklanan bir çevrimli yapının varlığını ileri sürdüler. Qian et al. (2004) bu çalışmasındaki gözlenen birinci minimum ve elde edilen (O-C) grafiği şekil 2.22 - 2.23' de verilmektedir.



Şekil 2.22 Qian *et al.* (2004) tarafından elde edilen minimum zamanı



Şekil 2.23 Qian *et al.* (2004) tarafından VZ Psc için oluşturulan (O-C) eğrisi

### 3. BULGULAR

#### 3.1 VZ Psc'in Yeni Gözlemleri

VZ Psc' nin gözlemleri, Ankara Üniversitesi Gözlemevinde (AÜG) 30 cm'lik Maksutov teleskobu ile Johnson UBV filitrelerinde 10-16 Eylül 2004 tarihleri arasında 7 gece, 18-19 Kasım 2004 tarihlerinde 2 gece, 06-07 Eylül 2005 tarihlerinde 2 gece, 01-30 Ekim 2005 tarihlerinde 2 gece, 27 Kasım 2005 tarihinde bir gece ve 16 Aralık 2006 tarihinde bir gece olarak gerçekleştirildi. Mukayese (C<sub>1</sub>) ve Denet (C<sub>2</sub>) yıldızı olarak sırasıyla BD+04 5010 ve BD+03 4861 kullanıldı. Bu yıldızlara ilişkin parametreler aşağıda verildi:

	VZ Psc	Mukayese Yıldızı	Denet Yıldızı
<b>Parlaklık</b>	10 <sup>m</sup> .3	10 <sup>m</sup> .7	9 <sup>m</sup> .89
<b>B-V</b>	+1.09	+1.33	+1.21
<b>Tayf türü</b>	K2 - K5	K0	K0
<b>Dönem</b>	0.2611865 gün	–	–
<b>α(2000)</b>	23 <sup>sa</sup> 27 <sup>dk</sup> 48 <sup>sn</sup> .39	23 <sup>sa</sup> 27 <sup>dk</sup> 19 <sup>sn</sup> .70	23 <sup>sa</sup> 27 <sup>dk</sup> 04 <sup>sn</sup> .04
<b>δ(2000)</b>	+04° 51' 24'' .0	+04° 53' 48'' .4	+04° 46' 59'' .4

Yapılan tüm bu gözlemler AÜG' de kullanılan programlar yardımıyla atmosferik sönmüleme etkilerinden arındırıldı. Gözlenen tüm minimum zamanları hesaplandı. Kwee and van Woerden (1959) metodu ile elde edilen toplam 21 tane yeni minimum zamanı hataları ile birlikte Çizelge 3.1' de verildi. Bazı gözlemler, yüksek derecedeki saçılma etkisi nedeniyle minimum zamanı hesabında kullanılmadı. Yeni minimum zamanları kullanılarak Bradstreet (1985) tarafından verilen ışık elemanları

$$\text{Min I (HJD)} = 2444556.5246 (5) + 0.26125902 (1) E \dots\dots\dots(3.1.1)$$

aşağıdaki şekliyle düzeltildi.

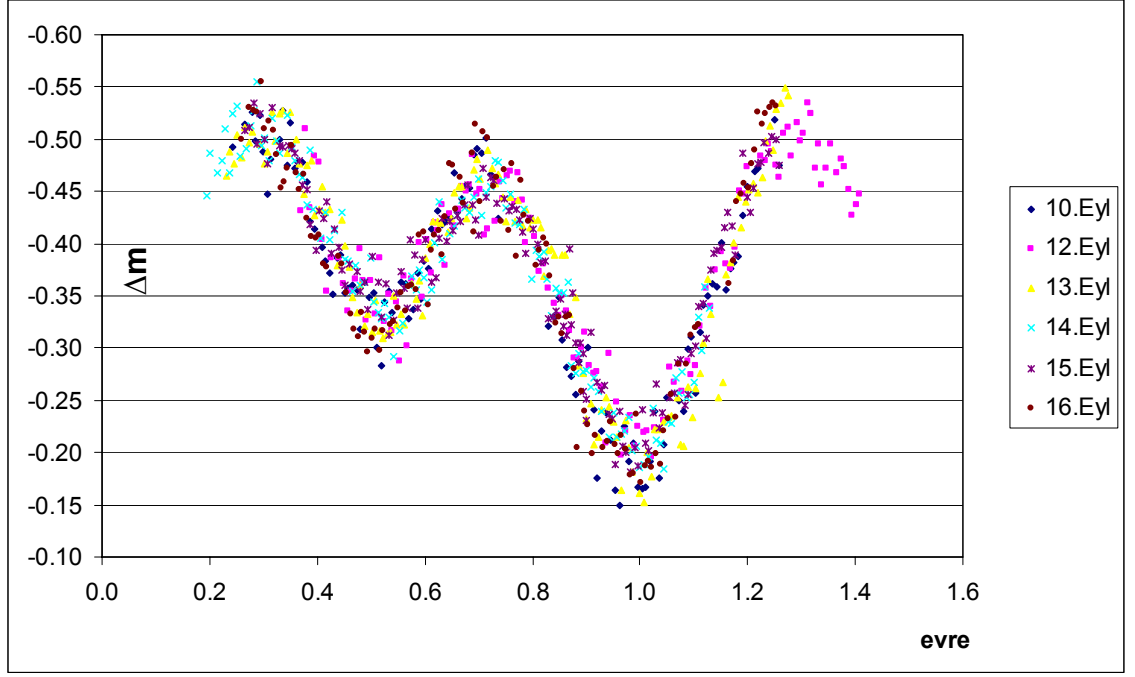
$$\text{Min I(HJD)} = 2444552.5239 (\pm 0.0011) + 0.26125906 (\pm 4 \times 10^{-8}) \times E \dots\dots\dots( 3.1.2)$$

Çizelge 3.1 VZ Psc’ın yeni gözlemlerinden belirlenen minimum zamanları

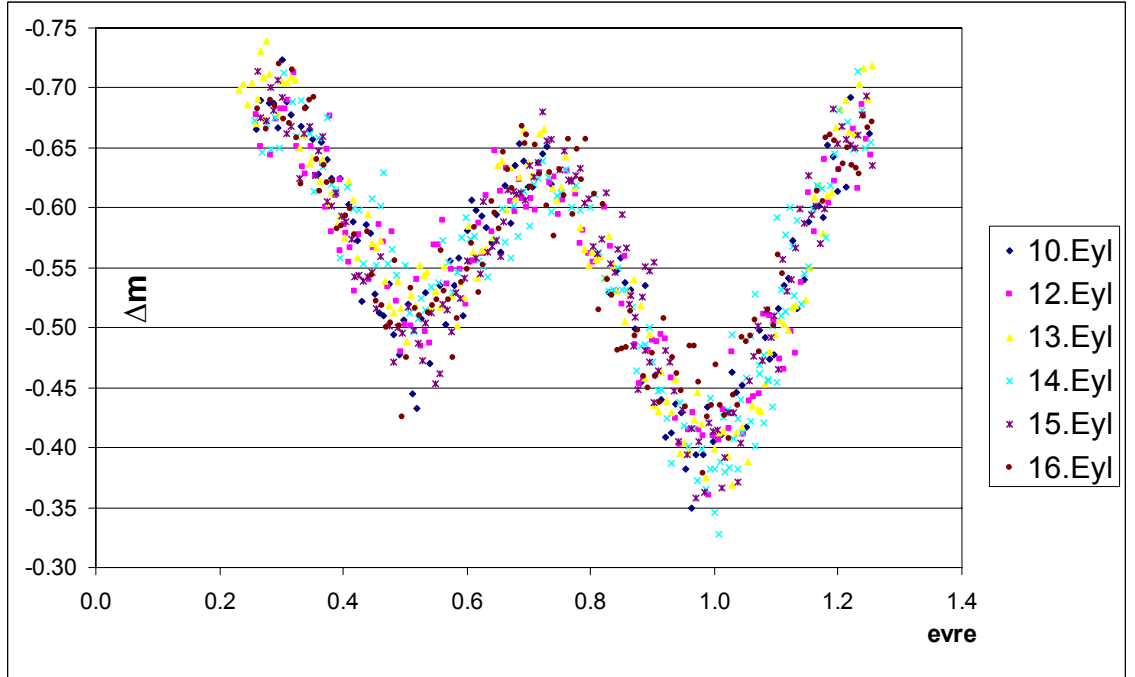
Minimum zamanı (HJD)	Olası Hatası	Minimum Türü	Renk
2453259.3266	± 0.004	I	BV
2453259.4661	± 0.0003	I	BV
2453260.3717	± 0.0005	I	BV
2453261.2961	± 0.0006	I	BV
2453261.4206	± 0.0005	I	BV
2453262.3438	± 0.0004	I	BV
2453262.4650	± 0.0004	I	BV
2453263.3902	± 0.0004	I	BV
2453263.5103	± 0.0004	I	BV
2453264.2935	± 0.0003	II	BV
2453264.4339	± 0.0006	II	BV
2453265.3358	± 0.0005	II	BV
2453265.4764	± 0.0008	II	BV
2453329.2265	± 0.0016	II	BV
2453329.4765	± 0.0004	II	BV
2453620.5187	± 0.0006	II	BV
2453620.3896	± 0.0007	II	BV
2453621.4362	± 0.0007	II	BV
2453621.3176	± 0.0004	II	BV
2453674.3429	± 0.0005	II	BV
2454086.2210	± 0.0006	I	BV

Elde edilen düzeltilmiş ışık elemanları kullanılarak VZ Psc’ın ışık eğrileri oluşturuldu. İlk etapta VZ Psc’ın bir gözlem sezonu içerisinde ışık eğrisinin değişim özelliği olup olmadığı irdelendi. Bu amaçla 2004 yılında elde edilen birden fazla ışık eğrisi farklı renklerde olmak üzere üst üste çizildi (Şekil 3.1 - 3.2). Bu karşılaştırmalarda B ve V renklerinde bir mevsim (2004 yılı) için ışık eğrilerinde değişimin çok az olduğu görüldü. Ancak ışık eğrilerinde belirlenen değişimin gözlemlerin içerdiği saçılma bandı (0.05 kadir) içerisinde kaldığı görüldü.

2004 ışık eğrilerinden saçılma ve gözlem gecesinin kalitesi göz önüne alınarak ışık eğrisi analizi için uygun olanlar belirlendi. Bu amaçla seçilen 13 ve 15 Eylül tarihli ışık eğrileri Şekil 3.3' te verilmektedir.

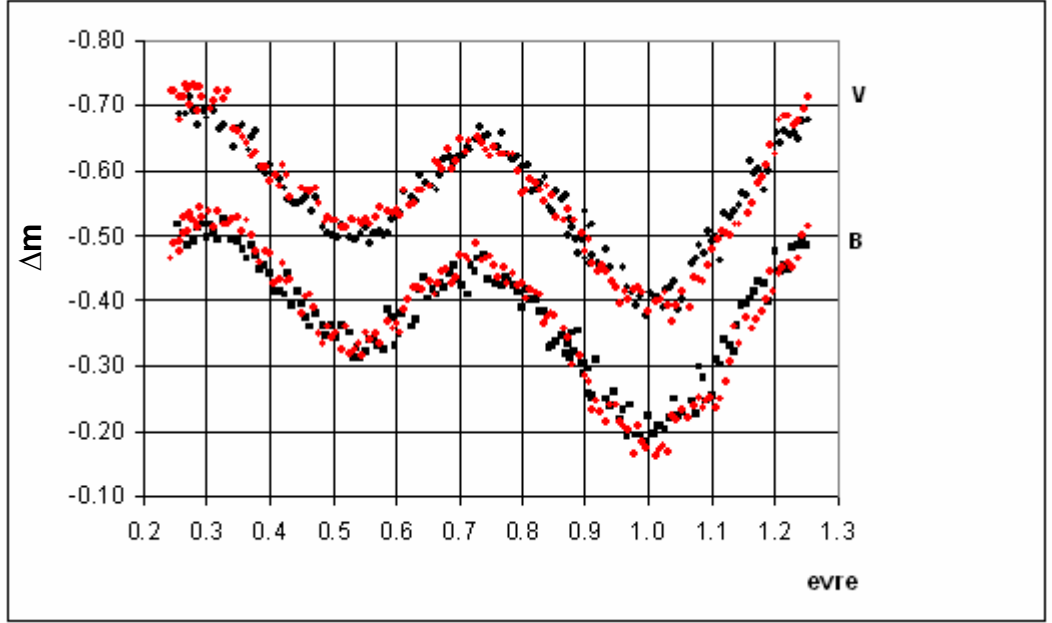


Şekil 3.1 2004 Eylül ayında B bandında elde edilen 6 farklı ışık eğrisi

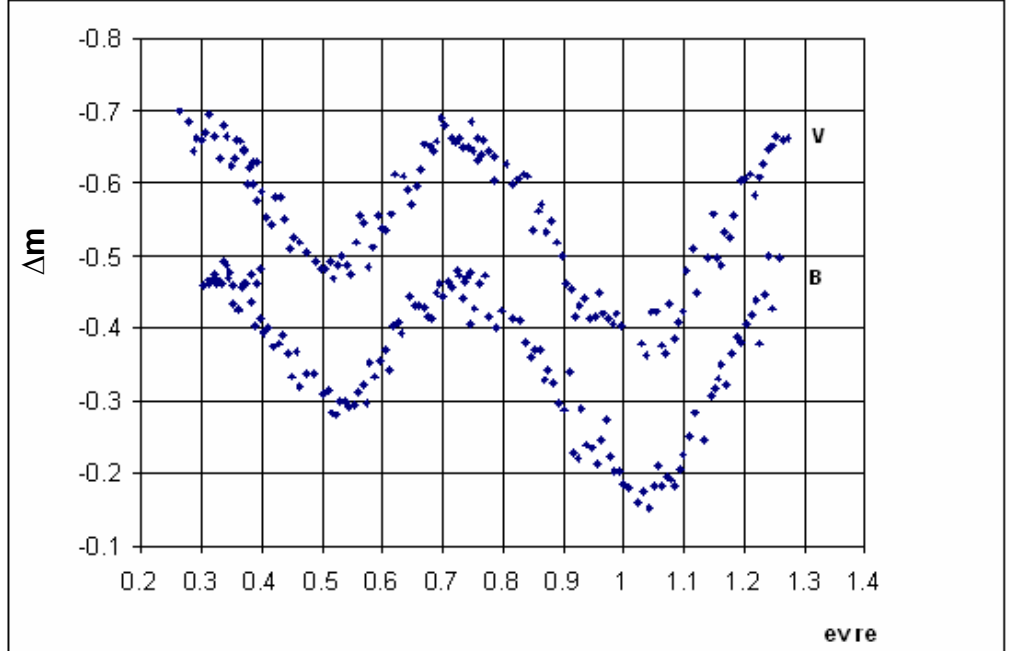


Şekil 3.2 2004 Eylül ayında V bandında elde edilen 6 farklı ışık eğrisi





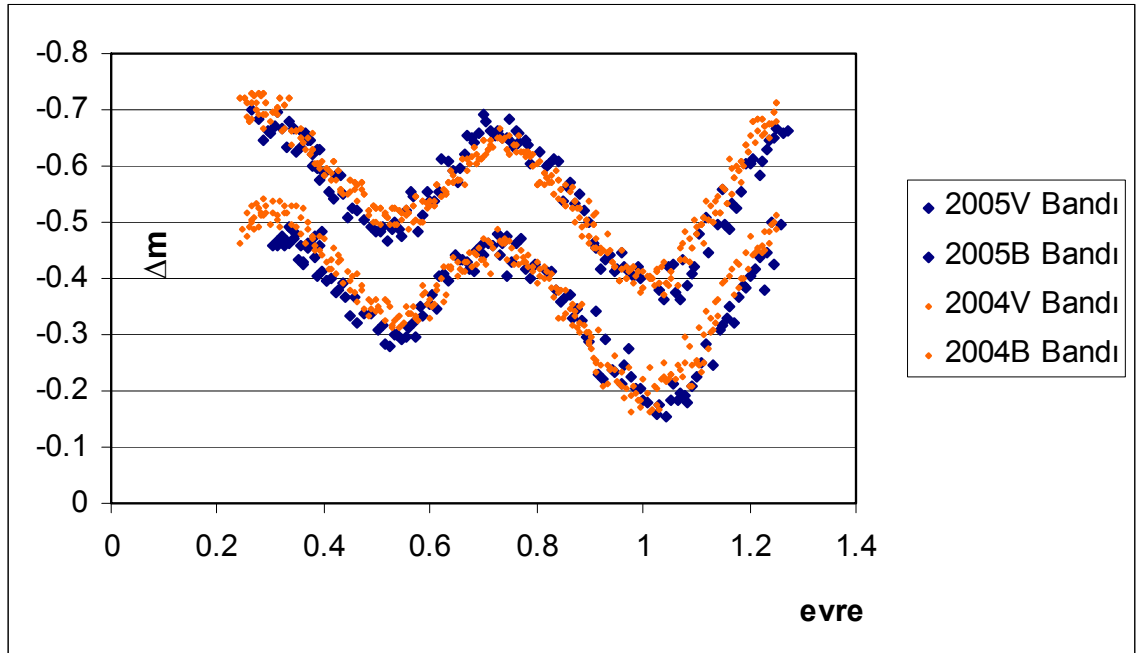
Şekil 3.3 Işık eğrisi analizi için 2004 yılı gözlemlerinden seçilen 13 ve 15 Eylül tarihli ışık eğrileri



Şekil 3.4 2005 yılı gözlemlerinde ışık eğrisi analizi için kullanılan 07 Eylül ve 30 Ekim tarihli ışık eğrileri

2005 ışık eğrilerinden saçılma ve gözlem gecesinin kalitesi göz önüne alınarak ışık eğrisi analizi için uygun olanlar da belirlendi. Bu amaçla seçilen 7 Eylül ve 30 Ekim tarihli ışık eğrileri Şekil 3.4' te verilmektedir.

VZ Psc'nin takibeden gözlem sezonlarında olası ışık eğrisi kararsızlığının varlığının tespiti için Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 deki veriler tek bir grafikte çizildi (Şekil 3.5). Ayrıca saçılma etkisinin en az olduğu bu ışık eğrilerine ilişkin değişim özellikleri hesaplanarak Çizelge 3.2'de verildi. Çizelge 3.2' den görüleceği gibi VZ Psc'nin B ve V bandı ışık eğrilerinin, 2004 ve 2005 gözlem dönemlerinde önemli bir değişim gösterdikleri ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.5 VZ Psc'nin 2004 ve 2005 gözlem sezonunda elde edilen ışık eğrilerinin karşılaştırılması

Çizelge 3.2 2004 ve 2005 yılı ışık eğrilerinin genel özelliklerindeki değişimler

	2004 Işık Eğrisi		2005 Işık Eğrisi	
	V Bandı	B Bandı	V Bandı	B Bandı
<b>Max I</b>	-0.713 ( $\pm 2.9 \times 10^{-4}$ )	-0.522 ( $\pm 2.3 \times 10^{-4}$ )	-0.671 ( $\pm 1.9 \times 10^{-4}$ )	-0.465 ( $\pm 4.7 \times 10^{-5}$ )
<b>Min II</b>	-0.506 ( $\pm 8.3 \times 10^{-5}$ )	-0.322 ( $\pm 9.9 \times 10^{-5}$ )	-0.484 ( $\pm 8.9 \times 10^{-5}$ )	-0.291 ( $\pm 6.9 \times 10^{-5}$ )
<b>Max II</b>	-0.648 ( $\pm 1.7 \times 10^{-4}$ )	-0.469 ( $\pm 1.1 \times 10^{-4}$ )	-0.662 ( $\pm 2.1 \times 10^{-4}$ )	-0.465 ( $\pm 1.9 \times 10^{-4}$ )
<b>Min I</b>	-0.395 ( $\pm 2.3 \times 10^{-4}$ )	-0.187 ( $\pm 1.9 \times 10^{-4}$ )	-0.393 ( $\pm 7.9 \times 10^{-4}$ )	-0.169 ( $\pm 1.5 \times 10^{-4}$ )

Çizelge 3.2 2004 ve 2005 yılı ışık eğrilerinin genel özellikleri (devam)

	2004 Işık Eğrisi		2005 Işık Eğrisi	
	V Bandı	B Bandı	V Bandı	B Bandı
<b>MİN I derinliği</b>	0.207	0.200	0.187	0.174
<b>MİN II derinliği</b>	0.253	0.282	0.269	0.296
<b>MİN I – MİN II</b>	- 0.046	- 0.082	- 0.082	- 0.122

2004 – 2005 Işık eğrilerindeki derinlik farkları :

	V BANDI	B BANDI
<b>MİN I</b>	0.020	0.026
<b>MİN II</b>	-0.016	-0.014

### 3.2 VZ Psc' in Dönem Analizi

Sistemin dönem değişimi gösterip göstermediğini saptamak için öncelikle literatürde yer alan tüm minimum zamanları toplandı. Elde edilen 47 adet minimum zamanı Çizelge 3.3' te listelenmektedir. Bu çalışma kapsamında elde edilen 21 yeni minimum zamanı da bu 47 minimum zamanına ilave edilerek (O-C) grafiği yardımıyla VZ Psc' in dönem değişiminin varlığı irdelendi. Bu amaçla (3.1.2) denklemiyle verilen ışık elemanlarıyla oluşturulan (O-C) grafiği Şekil 3.6 daki gibidir. Bu şekilden görüleceği gibi VZ Psc' in (O-C) eğrisi en olası yaklaşımla bir parabolik değişim göstermektedir. Parabolik yapının yarı genişliği (A)  $5 \times 10^{-12}$  dir. Bu değişime neden olabilecek etki bileşenler arası korunumlu kütle aktarımı (küçük kütleli bileşenden daha büyük kütleliye) ışığında incelenerek ilgili fiziksel nicelikler hesaplanarak Çizelge 3.4' te verilmektedir. Böylece VZ Psc' in dönem değişimi  $3 \times 10^{-9}$  gün/yıl olarak bulundu. Buna karşılık gelen kütle aktarımı ise  $5.35 \times 10^{-8} M_{\square}$ /yıl dır. Sistem için dönem değişimi incelenirken kütle oranı  $q = 0.8 M_{\square}$  (Hrivnak *et al.* 1995) olarak alındı. Gözlemsel ile kuramsal hesaplamanın uyumunu gösteren fark kareler toplamı 0.0015 gün dır.

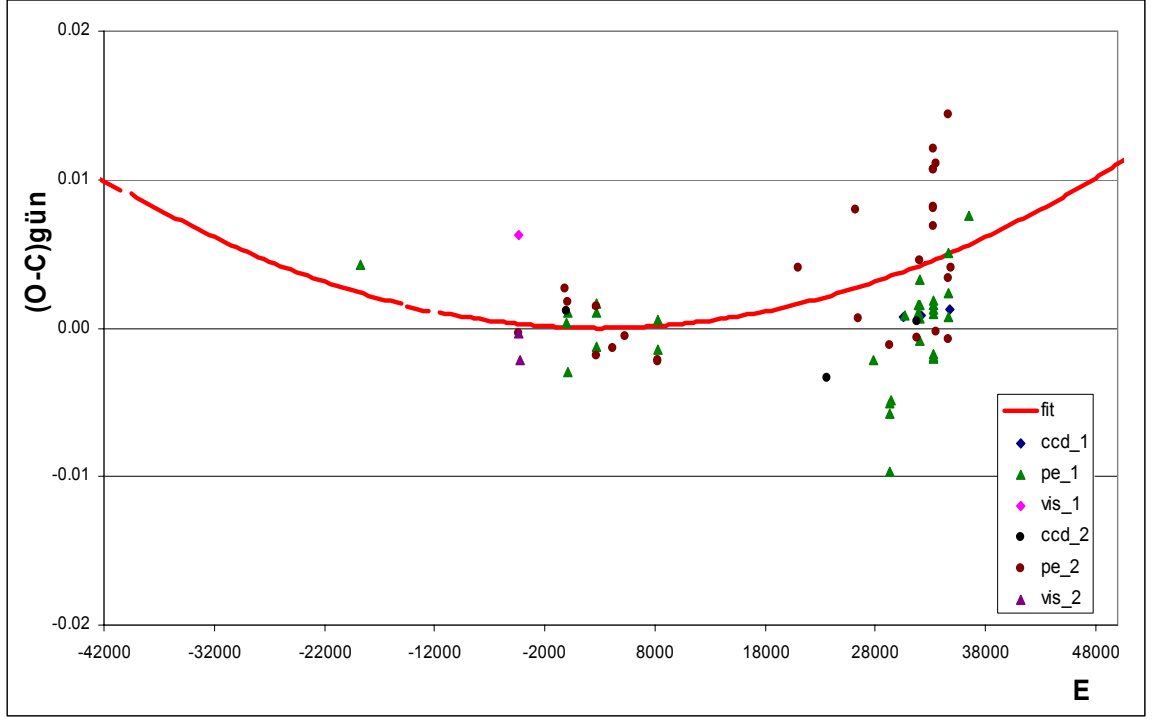
Çizelge 3.3 VZ Psc'in (O-C) analizinde kullanılan minimum zamanları

<b>MİN(HJD)</b> <b>(2400000+)</b>	<b>Min.Türü</b>	<b>Metod</b>	<b>Kaynak</b>
52545.6999	I	CCD	1
52947.6473	I	CCD	2
53626.7909	I	CCD	3
39677.2518	I	Pe	4
44556.5244	I	Pe	5
44569.5880	I	Pe	5
44591.5298	I	Pe	5
45260.6163	I	Pe	5
45264.5375	I	Pe	5
45265.5831	I	Pe	5
46709.8228	I	Pe	6
46710.8658	I	Pe	6
51814.0407	I	Pe	7
52209.0617	I	Pe	8
52217.9438	I	Pe	8
52229.9578	I	Pe	8
52237.0166	I	Pe	8
52574.9611	I	Pe	9
52900.0988	I	Pe	9
52905.0622	I	Pe	9
52922.0422	I	Pe	9
52939.0264	I	Pe	10
52940.0706	I	Pe	10
53615.1687	I	Pe	11
53259.3266	I	Pe	12
53260.3717	I	Pe	12
53261.4206	I	Pe	12
53262.4650	I	Pe	12
53263.5103	I	Pe	12
53264.2935	I	Pe	12
53265.3358	I	Pe	12
53620.3896	I	Pe	12
53621.4362	I	Pe	12
43431.2870	I	Vis	13
50715.3140	II	CCD	14
52877.2375	II	CCD	10
53674.3400	II	CCD	3

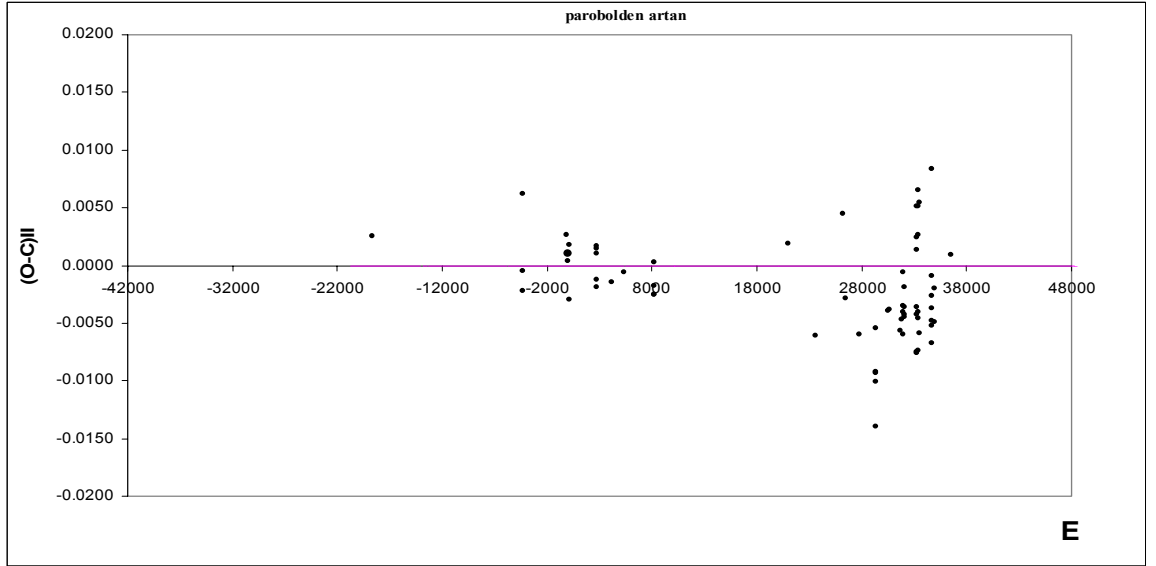
Çizelge 3.3 VZ Psc'nin (O-C) analizinde kullanılan minimum zamanları (devam)

<b>MİN(HJD)</b> <b>(2400000+)</b>	<b>Min.Türü</b>	<b>Metod</b>	<b>Kaynak</b>
44588.5300	II	Pe	5
45259.7046	II	Pe	5
45262.5751	II	Pe	5
45639.3113	II	Pe	15
45939.4990	II	Pe	15
46709.6894	II	Pe	6
46710.7344	II	Pe	6
50042.3178	II	Pe	7
51422.1620	II	Pe	16
51461.9967	II	Pe	16
52854.2456	II	Pe	8
52913.0341	II	Pe	8
53616.0814	II	Pe	8
53259.4661	II	Pe	12
53261.2961	II	Pe	12
53262.3438	II	Pe	12
53263.3902	II	Pe	12
53264.4339	II	Pe	12
53265.4764	II	Pe	12
53329.2265	II	Pe	12
53329.4765	II	Pe	12
53620.5187	II	Pe	12
53621.3176	II	Pe	12
53674.3429	II	Pe	12
43432.4560	II	Vis	13
43446.3010	II	Vis	13
45915.5640	II	Vis	17
54086.2215	I	Pe	12

Referans:1) Dvorak (2003), 2) Nelson (2004), 3) Dvorak (2006),4)Eggen (1967), 5)Bradstreet (1985) , 6) Samec (1987), 7) Nagai K. (2001), 8) Nagai K. (2002) , 9) Nagai K. (2003), 10) Qian S. B. (2004) ,11) Nagai K. (2003), 12) Bu Çalışma , 13) Diethelm R. (1977) , 14) Bisstler E. (1998), 15) Poretti E. (1984) 16)Nagai K. (2000) , 17) Rousselot P. (1984).



Şekil 3.6 VZ Psc'nin (O-C) eğrisi. Semboller gözlemleri, sürekli çizgi kuramsal çakıştırmayı temsil etmektedir

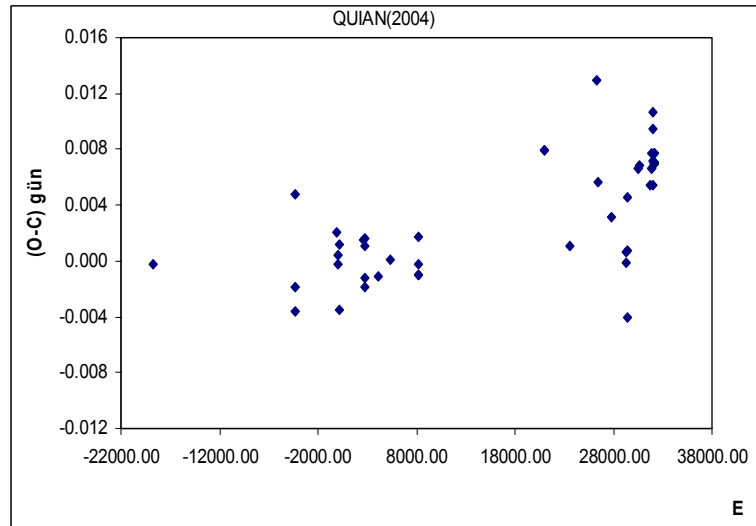


Şekil 3.7 Gözlemsel (O-C) eğrisi ile kuramsal (O-C) eğrisi arasındaki farklar. Dağılım sistematik bir özellik göstermemektedir

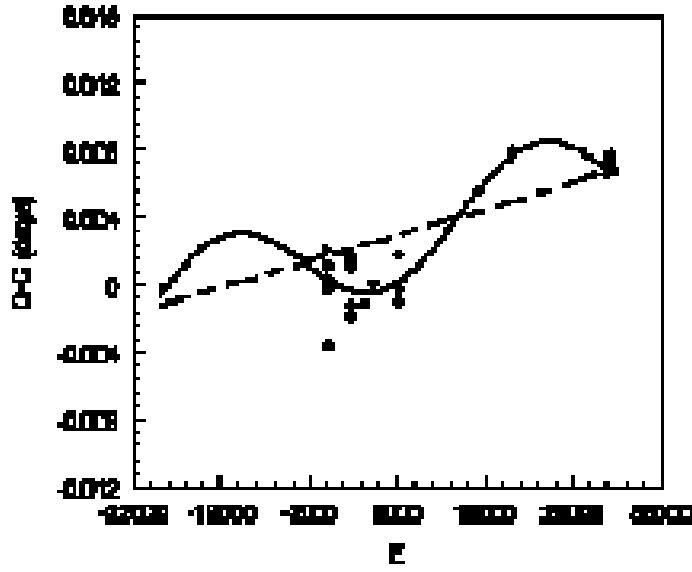
Çizelge 3.4 (O-C) analizinden belirlenen parametreler

<b>A</b>	$5 \times 10^{-12}$
$\Delta P$	$3 \times 10^{-9}$ gün/yıl
$\Delta T_0$	0.0002 sa/yıl
$\Delta m$	$5.35 \times 10^{-8} M_{\oplus}/yıl$
$\sum(O-C)^2$	0.0015
<b>q</b>	0.8

Qian *et al.* (2004), VZ Psc’ın çevrimsel yapıda bir (O-C) değişimi gösterdiğini (Şekil 3.9) ileri sürdü. Ancak sisteme atfedilen bu tür değişim eksik 15 minimum zamanı olmasından kaynaklanmaktadır. Qian *et al.* (2004)’ in tüm kullandığı minimum zamanı aralığına ilişkin topladığımız verilerin ortaya koyduğu (O-C) değişimi (Şekill 3.8) Qian *et al.* (2004)’nın (O-C) grafiğine benzer bir çevrimsel yapı göstermemektedir. Çevrimsel yapının olmadığını destekleyen sonuç zaten mevcut tüm minimum zamanlarıyla elde edilen (O-C) grafiğinden de (Şekil 3.6) görülmektedir.



Şekil 3.8 VZ Psc ‘ın 2004 yılına kadar olan tüm minimum zamanlarının ortaya koyduğu (O-C) eğrisi



Şekil 3.9 Qian *et al.* (2004)'nın yayınladığı VZ Psc'nin (O-C) eğrisi

### 3.3 VZ Psc' in Işık Eğrisi Analizi

VZ Psc örten çift yıldızının ışık eğrisi analizi ile ilgili geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda sistem için farklı çözümlere ulaşıldı. Sistemin ışık eğrilerinin modellenmesi ile ilgili ilk yapılan çalışmada bileşenlerin lekesiz ve değen çifler olduğu sonucuna varıldı (Bradstreet 1985). Daha sonra yapılan analizlerde sistemin değmeye yakın (near contact) bir çift yıldız olduğu ve yoldaş yıldız üzerinde soğuk ve sıcak leke, baş bileşen üzerinde de soğuk ve sıcak lekenin olduğu bir çok çözümü yapıldı (Bradstreet 1985, Barone *et al.* 1989, Hrivnak and Milone 1989, Macerone *et al.* 1990, Hrivnak *et al.* 1995). Her analizde farklı fiziksel sonuçlar bulunmasına rağmen hepsi sistemin çözümü için uygun bulundu. Bu sorunları ortadan kaldırıp sistemi doğru olarak tanımlayabilmek için VZ Psc'nin sistematik gözlemlerinin yapılması ve fotosferik olguların (leke) tam olarak belirlenmesi gerekir.

VZ Psc'nin AÜG' de 2004 ve 2005 gözlem dönemlerinde elde edilen ışık eğrileri, WD'in arayüzü olan *Phoebe* programı kullanılarak çözüldü. Analiz için gerekli kütle oranı tayfsal gözlemlerden belirlenmiş  $q = 0.80$  ve  $T_1 = 4500$  °K (Hrivnak *et al.* 1995) değerleri kullanıldı. Analiz süresince  $T_2$ ,  $i$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $\Omega_{1,2}$  parametreleri serbest bırakıldı ve her ışık



eğrisi için en uygun çözüme yoldaş yıldız üzerinde iki soğuk lekenin varlığı dikkate alınarak ulaşıldı. Söz konusu gözlem döneminin her birine ilişkin ışık eğrisi analizinden belirlenen en olası leke parametreleri Çizelge 3.5-3.6’ da listelendi. Işık eğrisi analiziyle ulaşılan sonuçlar 2004 ve 2005 yılı için sırasıyla Çizelge 3.7–3.8’ de verilmektedir. Ayrıca modellenen her bir gözlemsel ışık eğrisinin kuramsal olarak elde edilen ile bir karşılaştırması Şekil 3.10– 3.11–3.12-3.13’ de gösterilmektedir.

Çizelge 3.5 VZ Psc ‘ın 2004 yılı için leke parametreleri

<b>Parametreler</b>	<b>I. Leke</b>	<b>II. Leke</b>
<b>Enlem (<math>\alpha</math>)</b>	30°	90°
<b>Boylam (<math>\beta</math>)</b>	180°	330°
<b><math>R_1/R_*</math></b>	0.90	0.48
<b><math>T_{\text{leke}}/T_2</math></b>	0.85	0.80

Çizelge 3.6 VZ Psc’ın 2005 yılı için leke parametreleri

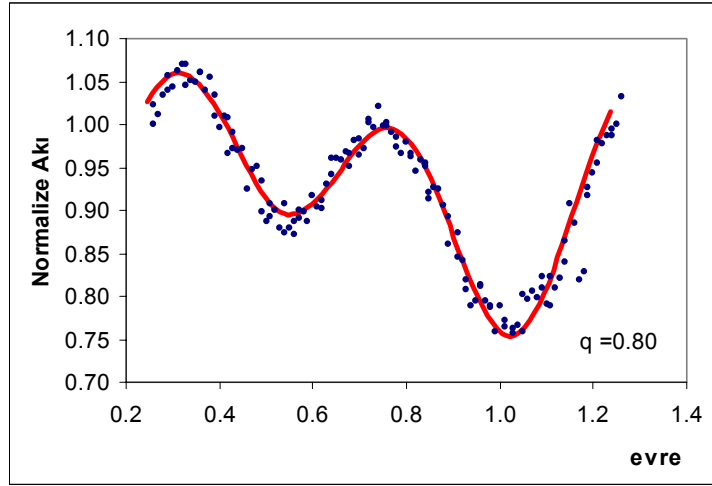
<b>Parametreler</b>	<b>I. Leke</b>	<b>II. Leke</b>
<b>Enlem (<math>\alpha</math>)</b>	24°	90°
<b>Boylam (<math>\beta</math>)</b>	156°	276°
<b><math>R_1/R_*</math></b>	0.89	0.53
<b><math>T_{\text{leke}}/T_2</math></b>	0.86	0.80

Çizelge 3.7 VZ Psc'ın 2004 yılına ait ışık eğrisinin çözümünden elde edilen sonuçlar

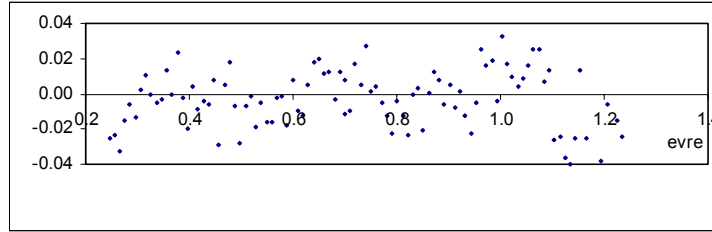
Parametreler	Değer
$T_1$	4500
$T_2$	4800
$a$	2.01
$i$ ( $^\circ$ )	46.9
$A_1 = A_2$	0.5
$\Omega_1 = \Omega_2$	3.36
$q$	0.8
$x_1(\text{bol})$	0.309
$x_2(\text{bol})$	0.303
$y_1(\text{bol})$	0.373
$y_2(\text{bol})$	0.384
$L_1(\text{B})$	5.327
$L_2(\text{B})$	7.996
$x_1(\text{B})$	1.177
$y_1(\text{B})$	-0.384
$x_2(\text{B})$	1.049
$y_2(\text{B})$	-0.231
$L_1(\text{V})$	5.666
$L_2(\text{V})$	7.473
$x_1(\text{V})$	0.791
$x_2(\text{V})$	0.689
$y_1(\text{V})$	0.013
$y_2(\text{V})$	0.134
$M_1(\text{M}_\odot)$	0.899
$M_2(\text{M}_\odot)$	0.719
$R_1(\text{R}_\odot)$	0.870
$R_2(\text{R}_\odot)$	0.800
$\Sigma(\text{O-C})^2 (\text{B})$	0.019
$\Sigma(\text{O-C})^2 (\text{V})$	0.014

Çizelge 3.8 VZ Psc'nin 2005 yılına ait ışık eğrilerinin çözümünden elde edilen sonuçlar

Parametreler	Değer
$T_1$	4500
$T_2$	4600
$a$	2.01
$i$ (°)	46.5
$A_1 = A_2$	0.5
$\Omega_1 = \Omega_2$	3.25
$q$	0.8
$x_1(\text{bol})$	0.313
$x_2(\text{bol})$	0.309
$y_1(\text{bol})$	0.370
$y_2(\text{bol})$	0.378
$L_1(\text{B})$	6.523
$L_2(\text{B})$	6.270
$x_1(\text{B})$	1.000
$y_1(\text{B})$	-0.391
$x_2(\text{B})$	1.000
$y_2(\text{B})$	-0.318
$L_1(\text{V})$	6.543
$L_2(\text{V})$	6.320
$x_1(\text{V})$	0.794
$x_2(\text{V})$	0.742
$y_1(\text{V})$	0.014
$y_2(\text{V})$	0.074
$M_1(\text{M}\odot)$	0.899
$M_2(\text{M}\odot)$	0.719
$R_1(\text{R}\odot)$	0.870
$R_2(\text{R}\odot)$	0.800
$\Sigma(\text{O-C})^2(\text{B})$	0.010
$\Sigma(\text{O-C})^2(\text{V})$	0.009

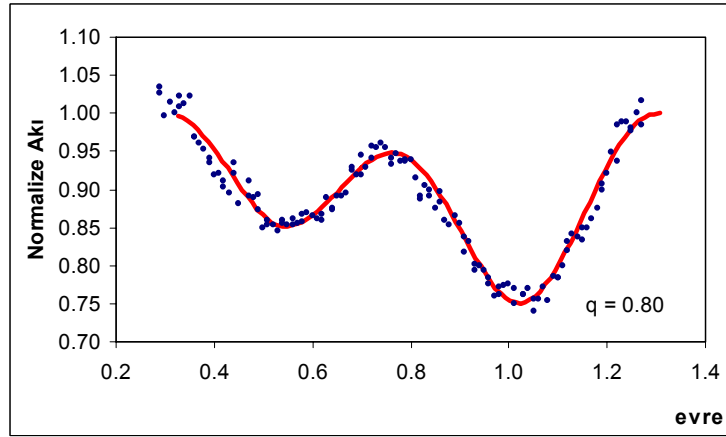


a

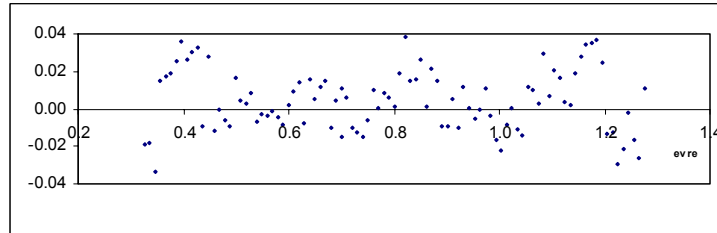


b

Şekil 3.10 a. VZ Psc'nin 2004 yılı B rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. Gözlemsel ve kuramsal eğrilerin farkıdır

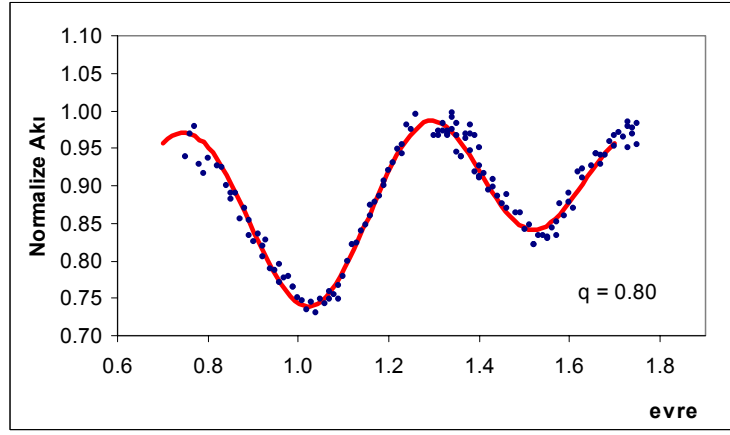


a

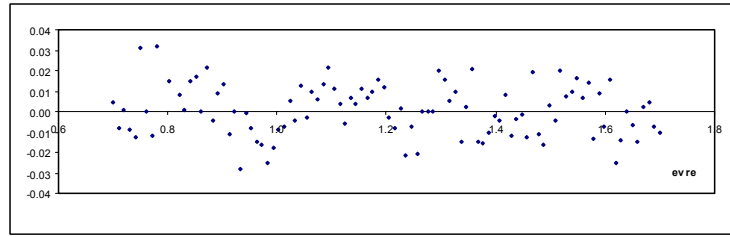


b

Şekil 3.11 a. VZ Psc'nin 2004 yılı V rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. Gözlemsel ve kuramsal eğrinin farkıdır

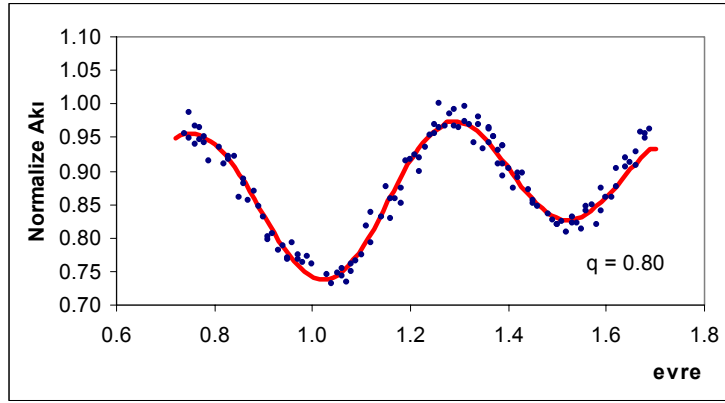


a

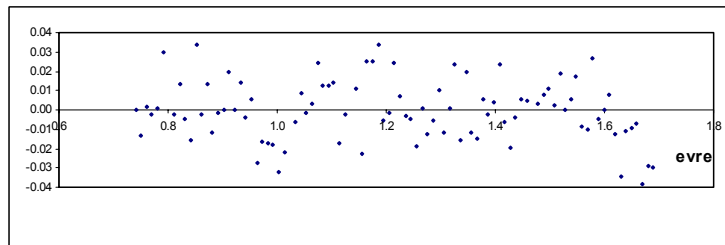


b

Şekil 3.12 a. VZ Psc'nin 2005 yılı B rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. Gözlemsel ve kuramsal eğrinin farkıdır

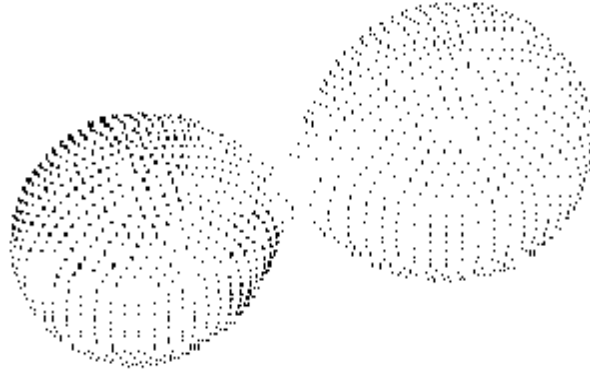


a

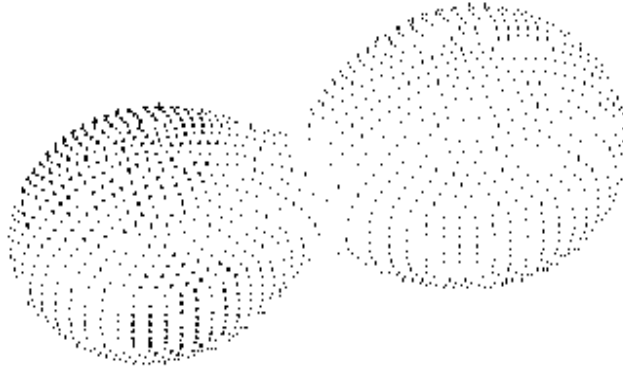


b

Şekil 3.13 a. VZ Psc'nin 2005 yılı B rengi gözlemsel ve kuramsal (sürekli çizgi) ışık eğrilerinin bir karşılaştırması, b. Gözlemsel ve kuramsal eğrinin farkıdır



Şekil 3.14 VZ Psc'nin 2004 ışık eğrisi analizine göre üç boyutlu gösterimi (0.75 evresi için)



Şekil 3.15 VZ Psc'nin 2005 ışık eğrisi analizine göre üç boyutlu gösterimi (0.75 evresi için)

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, kısa dönemli bir örten çift yıldız olan VZ Psc'ın Ankara Üniversitesi Gözlemevin'de 2004, 2005 ve 2006 gözlem dönemlerinde elde edilen fotometrik gözlemlere dayalı ışık eğrisi ve dönem değişim analizi sunuldu. 2004 ve 2005 gözlem dönemlerinin her birinde elde edilen birden fazla ışık eğrisinin kendi aralarında karşılaştırılmasından VZ Psc'ın ışık eğrisinin bir gözlem döneminde önemli bir değişim göstermediği görüldü. Ardışık iki yıl için aynı karşılaştırma yapıldığında aynı şekilde önemli bir değişim görülmemektedir. Ancak ifade etmek gerekir ki mevcut gözlemlerdeki saçılmanın çok yüksek olması ( $\sim 0.1$  kadir) bu olası değişimi perdelemiş de olabilir.

Bu çalışmada sunulan gözlemlerin minimum zamanları da dikkate alınarak yapılan (O-C) analizi, VZ Psc için  $3 \times 10^{-9}$  gün/yıl mertebesinde bir dönem değişiminin varlığını ortaya koydu. Bileşenler arası korunumlu kütle transferi yaklaşımı altında bu değişim miktarı  $5.35 \times 10^{-8} M_{\odot}/yıl$  oranında bir kütle aktarımının varlığını göstermektedir.

Sistemin 2004 ve 2005 gözlem dönemlerine ilişkin B ve V rengi ışık eğrileri modellenerek VZ Psc'ın ilgili fiziksel parametreleri belirlendi (bkz. Çizelge 3.8 - 3.9). Her iki ışık eğrisi soğuk leke yaklaşımıyla incelendi ve sistemdeki leke aktivitesinin incelenen gözlem aralığı süresince ve gözlemlerin kalitesi nispetinde çok çok az değiştiği belirlendi (bkz. Çizelge 3.6 - 3.7).

## KAYNAKLAR

- Al-Naimy, H.M. 1978. Linearized Limb-Darkening Coefficients for Use in Analysis of Eclipsing Binary Light Curves. *Ap&SS*, 53, 181.
- Barone, F., Milano, L., Russo, G. and Sarna, M. J. 1989. UU Cnc and VZ Psc, contact systems before the common envelope phase. *Ap&SS*, 159, 67.
- Bradstreet, D. H. 1985. K-type overcontact binaries. *ApJS*, 58, 413
- Binnendijk, L. 1970. The orbital elements of W Ursae Majoris systems. *VA*, 12, 217.
- Bisstler, E. 1998. List of Minima of Eclipsing Binaries. *BBSAG*, 116.
- Claret, A. Diaz-Cordaves, J. and Gimenez, A. 1995. Linear and non-linear limb-darkening coefficients for the photometric bands RIJHK. *A&AS*, 114, 247.
- Davidge, T. J. and Milone, E.F. 1984. B and V photometry of VZ Psc. *IBVS*, 2639.
- Diaz-Cordaves, J., Claret, A. and Gimenez, A. 1995. Linear and non-linear limb-darkening coefficients for LTE model atmospheres. *A&AS*, 110, 329.
- Diethelm, R. 1977. List of Minima of Eclipsing Binaries. *BBSAG*, 35.
- Dvorak, S. W. 2003. Times of minima for neglected eclipsing binaries in 2002. *IBVS*, 5378.
- Dvorak, S. W. 2006. Times of Minima for Neglected Eclipsing Binaries in 2005. *IBVS*, 5677.
- Eggen, O. J. 1967. A High-Velocity Contact Binary. *ApJ*, 150, 111.
- Fouts, G. and Sandage, A. 1987. New subdwarfs. V - Radial velocities for 889 high-proper-motion stars measured with the Mount Wilson 100 inch reflector. *PASP*, 99, 986.
- Giclas, H. L., Slaughter, C. D. and Burnham, R. 1959. Lowell proper motions II : proper motion survey of the Northern Hemisphere with the 13-inch photographic telescope of the Lowell Observatory. *Lowell Obs. Bull.*, 4, 136.
- Giclas, H. L., Burnham, R. and Thomas, N.G. 1961. Lowell proper motions III : proper motion survey of the Northern Hemisphere with the 13-inch photographic telescope of the Lowell Observatory. *Lowell.Obs.Bull.*, 5, 61.
- Huang, S.S. 1956. A dynamical problem in binary systems and its bearing on stellar evolution. *AJ*, 61, 49.



- Huang, S.S. and Struve, O. 1956. The radii and masses of eclipsing binary stars. *A.J.*, 61, 300.
- Hrivnak, B. J. and Milone, E. F. 1989. The unusual, high-mass-ratio contact binary VZ Piscium. *AJ*, 97, 2.
- Hrivnak, B. J., Guinan, E. F. And Lu, W. 1995. A study of the chromospherically active, short-period binary VZ Piscium. *ApJ*, 455, 300.
- Kwee K. K. and van Woorden, H. 1959. A method of computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable. *BAN*, 12, 327.
- Kopal, Z. 1959, Close binary systems. The International Astrophysics Series. Chapman & Hall, London.
- Lucy, L.B. 1968a. The structure of Contact Binaries. *ApJ*, 151, 1123.
- Lucy, L.B. 1968b. The light Curves of W Ursae Majoris Stars. *ApJ*, 153, 877.
- Lucy, L.B. 1967. Gravity – Darkening for stars with convective envelope. *Zeitschrift für Astrophysik*, 65, 89.
- Milone, E.F., Fry, D. J. I., Davidge T.J. and Hrivnak, B.J. 1985. Preliminary Analyses of VZ Psc Photometry. *BAAS*, 17, 754M.
- Maceroni, C. and van't Veer, F. 1996. The properties of W Ursae Majoris contact binaries: new result and old problems. *A&A*, 311,523.
- Maceroni,C.,Milone, L. and Russo, G. 1985. General properties of W Ursae Majoris systems. *MNRAS*, 217, 843.
- Maceroni, C., Van Hamme, W. and Van't Veer, F. 1990. A spotted component in the very close late-type binary system VZ Piscium *A&A*, 234, 177.
- Mullan, D. J. 1975. On the possibility of magnetic starspots on the primary components of W Ursae Majoris type binaries. *ApJ*, 198, 563.
- Nagai, K. 2000. Visual and CCD minima of eclipsing binaries during 2000. *VSOLJ*, 37.
- Nagai, K. 2001. Visual and CCD minima of eclipsing binaries during 2000. *VSOLJ*, 38.
- Nagai, K. 2002. Visual and CCD minima of eclipsing binaries during 2001. *VSOLJ*, 39.
- Nagai, K. 2003. Visual and CCD minima of eclipsing binaries during 2002. *VSOLJ*, 40.
- Nelson, R.H. 2004. CCD Minima for Selected Eclipsing Binaries in 2003. *IBVS*, 5493.

- Pickering, E. C. 1889. A photographic determination of the atmospheric absorption. *AnHar*, 19, 247.
- Poretti, E. 1984. Photoelectric observations of the EW-variable VZ Psc. *IBVS*, 2487.
- Poretti, E. 1985. A new photoelectric time of minimum for VZ Psc. *IBVS*, 2671.
- Prsa, A. and Zwitter R. 2006. A Computational Guide to Physics of Eclipsing Binaries. I. Demonstrations and Perspectives. *ApJ*, 628,426-428.
- Rousselot, P. 1984. List of Minima of Eclipsing Binaries. *BBSAG*, 73.
- Qian, S. B. Soonthornthum, B., Xiang, F. Y., Zhu, L.Y. and He, J. J., 2004. Possible connection between period change and magnetic activity of the very short-period binary VZ Piscium. *AN*, 325, 9.
- Rahunen, T. 1981. Evolution of W UMa systems and angular momentum loss. *A&A*, 102, 81.
- Rucinski, S. M. 1973. The Photometric Proximity Effects in Close Binary Systems. VI. The Exact Solution for the Source Function in Monodirectional Illumination of the Grey Atmosphere. *AcA*, 23, 79
- Samec, R. G. 1989. B and V light curves of the very short-period binary VZ Piscium. *PASP*, 101, 661.
- Samec, R.G. and Bookmayer, B.B. 1987. Photoelectric light curves of VZ Piscium. *IBVS*, 2990.
- Van Hamme, W. 1993. New limb-darkening coefficients for modeling binary star light curves. *AJ*, 106, 2096.
- Von Zeipel, H. 1924. The radiative equilibrium of a rotating system of gaseous masses. *MNRAS*, 84, 665.
- Wade, R. A. and Rucinski, S.M. 1985. Linear and quadratic limb-darkening coefficients for a large grid of LTE model atmospheres. *A&AS*, 60, 471.
- Wolff, S. C. and Wallerstein, G. , Sandage A. R. 1965. Low-Dispersion spectroscopic observation of proper motion stars with ultraviolet excesses. *PASP*, 77, 370.
- Wilson, R.E. and Van Hamme W. 2004. Computing Binary Observables.
- Wood, D. B. 1971. An Analytic model of eclipsing binary star systems. *AJ*, 76, 701.

## **EKLER**

- EK 1** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 2** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 3** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 4** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 5** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 6** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK7** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 8** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 9** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri
- EK 10** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

**Ek 1.** VZ Psc'nin 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53259.3041	-0.63	1	53259.3043	-0.88
2	53259.3472	-0.67	2	53259.3474	-0.89
3	53259.3947	3.46	3	53259.3950	4.73
4	53259.4364	-0.65	4	53259.4367	-0.91
5	53259.4745	-0.70	5	53259.4747	-0.91
6	53259.2866	-0.32	6	53259.2868	-0.53
7	53259.2896	-0.33	7	53259.2898	-0.55
8	53259.2919	-0.35	8	53259.2921	-0.56
9	53259.2937	-0.31	9	53259.2939	-0.54
10	53259.2959	-0.28	10	53259.2961	-0.53
11	53259.2976	-0.27	11	53259.2978	-0.50
12	53259.2999	-0.26	12	53259.3002	-0.45
13	53259.3017	-0.29	13	53259.3019	-0.54
14	53259.3062	-0.30	14	53259.3065	-0.46
15	53259.3087	-0.24	15	53259.3089	-0.44
16	53259.3107	-0.18	16	53259.3109	-0.41
17	53259.3130	-0.22	17	53259.3132	-0.41
18	53259.3149	-0.24	18	53259.3151	-0.44
19	53259.3173	-0.21	19	53259.3175	-0.43
20	53259.3191	-0.16	20	53259.3194	-0.38
21	53259.3214	-0.15	21	53259.3217	-0.35
22	53259.3234	-0.23	22	53259.3236	-0.39
23	53259.3262	-0.19	23	53259.3264	-0.39
24	53259.3280	-0.21	24	53259.3283	-0.43
25	53259.3304	-0.17	25	53259.3306	-0.41
26	53259.3323	-0.17	26	53259.3325	-0.41
27	53259.3344	-0.17	27	53259.3347	-0.41
28	53259.3364	-0.19	28	53259.3366	-0.43
29	53259.3387	-0.24	29	53259.3389	-0.46
30	53259.3405	-0.18	30	53259.3407	-0.45
31	53259.3428	-0.21	31	53259.3431	-0.45
32	53259.3446	-0.25	32	53259.3448	-0.42
33	53259.3505	-0.25	33	53259.3507	-0.50
34	53259.3526	-0.24	34	53259.3528	-0.49
35	53259.3544	-0.30	35	53259.3547	-0.47
36	53259.3565	-0.31	36	53259.3567	-0.48
37	53259.3583	-0.26	37	53259.3585	-0.52
38	53259.3605	-0.31	38	53259.3608	-0.54
39	53259.3623	-0.34	39	53259.3625	-0.54
40	53259.3644	-0.35	40	53259.3646	-0.57
41	53259.3662	-0.36	41	53259.3665	-0.52
42	53259.3689	-0.36	42	53259.3691	-0.54
43	53259.3707	-0.40	43	53259.3709	-0.59
44	53259.3733	-0.36	44	53259.3735	-0.60
45	53259.3750	-0.38	45	53259.3752	-0.60
46	53259.3771	-0.38	46	53259.3773	-0.59
47	53259.3791	-0.39	47	53259.3793	-0.65

**EK 1. VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)**

48	53259.3812	-0.43	48	53259.3814	-0.64
49	53259.3832	-0.45	49	53259.3834	-0.61
50	53259.3868	-0.47	50	53259.3870	-0.62
51	53259.3888	-0.47	51	53259.3890	-0.69
52	53259.3967	-0.52	52	53259.3969	-0.66
53	53259.3990	-0.48	53	53259.3993	-0.67
54	53259.4008	-0.51	54	53259.4010	-0.69
55	53259.4043	-0.53	55	53259.4045	-0.69
56	53259.4061	-0.50	56	53259.4063	-0.69
57	53259.4081	-0.52	57	53259.4083	-0.67
58	53259.4098	-0.49	58	53259.4100	-0.72
59	53259.4118	-0.45	59	53259.4120	-0.69
60	53259.4135	-0.48	60	53259.4137	-0.68
61	53259.4177	-0.50	61	53259.4179	-0.67
62	53259.4194	-0.53	62	53259.4196	-0.68
63	53259.4213	-0.48	63	53259.4215	-0.66
64	53259.4230	-0.52	64	53259.4232	-0.66
65	53259.4250	-0.47	65	53259.4252	-0.63
66	53259.4267	-0.48	66	53259.4269	-0.66
67	53259.4288	-0.48	67	53259.4291	-0.64
68	53259.4306	-0.46	68	53259.4309	-0.62
69	53259.4326	-0.42	69	53259.4328	-0.61
70	53259.4345	-0.41	70	53259.4347	-0.62
71	53259.4382	-0.40	71	53259.4384	-0.60
72	53259.4400	-0.38	72	53259.4402	-0.59
73	53259.4417	-0.37	73	53259.4419	-0.57
74	53259.4438	-0.35	74	53259.4440	-0.52
75	53259.4455	-0.39	75	53259.4457	-0.59
76	53259.4475	-0.39	76	53259.4477	-0.58
77	53259.4492	-0.35	77	53259.4494	-0.53
78	53259.4511	-0.36	78	53259.4513	-0.51
79	53259.4528	-0.36	79	53259.4530	-0.51
80	53259.4554	-0.36	80	53259.4556	-0.54
81	53259.4571	-0.32	81	53259.4573	-0.49
82	53259.4593	-0.36	82	53259.4595	-0.48
83	53259.4610	-0.35	83	53259.4612	-0.51
84	53259.4630	-0.35	84	53259.4633	-0.52
85	53259.4649	-0.30	85	53259.4651	-0.44
86	53259.4670	-0.28	86	53259.4672	-0.43
87	53259.4687	-0.34	87	53259.4690	-0.51
88	53259.4707	-0.35	88	53259.4709	-0.53
89	53259.4724	-0.33	89	53259.4726	-0.47
90	53259.4764	-0.36	90	53259.4767	-0.53
91	53259.4788	-0.36	91	53259.4790	-0.50
92	53259.4805	-0.33	92	53259.4807	-0.56
93	53259.4827	-0.34	93	53259.4830	-0.54
94	53259.4844	-0.37	94	53259.4847	-0.56
95	53259.4863	-0.35	95	53259.4866	-0.51

**EK 1.** VZ Psc'ın 10.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

96	53259.4880	-0.38	96	53259.4883	-0.58
97	53259.4900	-0.38	97	53259.4902	-0.61
98	53259.4917	-0.41	98	53259.4920	-0.60
99	53259.4943	-0.43	99	53259.4945	-0.59
100	53259.4962	-0.42	100	53259.4964	-0.58
101	53259.4983	-0.42	101	53259.4985	-0.57
102	53259.5003	-0.43	102	53259.5005	-0.59
103	53259.5022	-0.47	103	53259.5024	-0.56
104	53259.5042	-0.43	104	53259.5044	-0.62
105	53259.5063	-0.44	105	53259.5065	-0.59
106	53259.5080	-0.46	106	53259.5082	-0.63
107	53259.5101	-0.45	107	53259.5103	-0.65
108	53259.5118	-0.49	108	53259.5120	-0.64
109	53259.5138	-0.49	109	53259.5140	-0.62
110	53259.5155	-0.52	110	53259.5157	-0.62
111	53259.5182	-0.53	111	53259.5184	-0.64
112	53259.5199	-0.47	112	53259.5201	-0.65
113	53259.5219	-0.46	113	53259.5221	-0.65
114	53259.5237	-0.42	114	53259.5239	-0.62

**Ek 2.** VZ Psc'nin 11.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

No	HJD+2400000	DMB	No	HJD+2400000	DMV
1	53260.2684	-0.38	1	53260.2911	-0.87
2	53260.2710	-0.38	2	53260.3339	-0.86
3	53260.2734	-0.40	3	53260.3819	-0.87
4	53260.2770	-0.45	4	53260.4231	-0.86
5	53260.2799	-0.40	5	53260.4645	-0.87
6	53260.2820	-0.49	6	53260.2686	-0.52
7	53260.2854	-0.46	7	53260.2712	-0.52
8	53260.2882	-0.48	8	53260.2736	-0.59
9	53260.2927	-0.47	9	53260.2772	-0.65
10	53260.2949	-0.38	10	53260.2801	-0.64
11	53260.2970	-0.45	11	53260.2822	-0.59
12	53260.2991	-0.48	12	53260.2856	-0.58
13	53260.3019	-0.47	13	53260.2884	-0.61
14	53260.3040	-0.45	14	53260.2930	-0.66
15	53260.3058	-0.47	15	53260.2951	-0.62
16	53260.3079	-0.41	16	53260.2972	-0.59
17	53260.3097	-0.44	17	53260.2993	-0.58
18	53260.3123	-0.43	18	53260.3022	-0.62
19	53260.3141	-0.43	19	53260.3042	-0.62
20	53260.3163	-0.38	20	53260.3060	-0.68
21	53260.3185	-0.40	21	53260.3081	-0.60
22	53260.3217	-0.42	22	53260.3099	-0.64
23	53260.323	-0.41	23	53260.3125	-0.60
24	53260.3257	-0.39	24	53260.3144	-0.59
25	53260.3275	-0.41	25	53260.3187	-0.57
26	53260.3296	-0.39	26	53260.3220	-0.55
27	53260.3314	-0.41	27	53260.3238	-0.58
28	53260.3361	-0.35	28	53260.3259	-0.58
29	53260.3397	-0.28	29	53260.3277	-0.57
30	53260.3417	-0.30	30	53260.3298	-0.57
31	53260.3445	-0.28	31	53260.3317	-0.55
32	53260.3463	-0.29	32	53260.3363	-0.59
33	53260.3485	-0.27	33	53260.3399	-0.53
34	53260.3506	-0.27	34	53260.3419	-0.55
35	53260.3529	-0.22	35	53260.3448	-0.49
36	53260.3549	-0.28	36	53260.3465	-0.48
37	53260.3580	-0.21	37	53260.3487	-0.43
38	53260.3601	-0.24	38	53260.3508	-0.46
39	53260.3625	-0.19	39	53260.3531	-0.38
40	53260.3643	-0.17	40	53260.3551	-0.42
41	53260.3665	-0.17	41	53260.3582	-0.41
42	53260.3683	-0.18	42	53260.3603	-0.42
43	53260.3706	-0.15	43	53260.3625	-0.41
44	53260.3736	-0.20	44	53260.3646	-0.42
45	53260.3764	-0.19	45	53260.3667	-0.40
46	53260.3787	-0.22	46	53260.3685	-0.41
47	53260.3835	-0.28	47	53260.3708	-0.39

**Ek 2. VZ Psc'ın 11.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)**

48	53260.3855	-0.24	48	53260.3736	-0.38
49	53260.3873	-0.24	49	53260.3766	-0.37
50	53260.3894	-0.22	50	53260.3789	-0.40
51	53260.3912	-0.31	51	53260.3837	-0.38
52	53260.3936	-0.31	52	53260.3856	-0.39
53	53260.3953	-0.28	53	53260.3875	-0.41
54	53260.3976	-0.28	54	53260.3896	-0.42
55	53260.3996	-0.32	55	53260.3914	-0.49
56	53260.4024	-0.30	56	53260.3938	-0.49
57	53260.4041	-0.27	57	53260.3955	-0.48
58	53260.4061	-0.29	58	53260.3978	-0.46
59	53260.4079	-0.34	59	53260.3998	-0.50
60	53260.4099	-0.33	60	53260.4026	-0.49
61	53260.4116	-0.39	61	53260.4043	-0.45
62	53260.4137	-0.38	62	53260.4064	-0.45
63	53260.4156	-0.39	63	53260.4081	-0.59
64	53260.4176	-0.39	64	53260.4101	-0.54
65	53260.4207	-0.43	65	53260.4118	-0.54
66	53260.4248	-0.48	66	53260.4139	-0.55
67	53260.4269	-0.47	67	53260.4158	-0.56
68	53260.4289	-0.47	68	53260.4178	-0.58
69	53260.4310	-0.46	69	53260.4210	-0.57
70	53260.4327	-0.53	70	53260.4250	-0.61
71	53260.4350	-0.54	71	53260.4271	-0.64
72	53260.4367	-0.57	72	53260.4291	-0.60
73	53260.4387	-0.57	73	53260.4312	-0.62
74	53260.4404	-0.58	74	53260.4330	-0.68
75	53260.4433	-0.58	75	53260.4352	-0.63
76	53260.4454	-0.47	76	53260.4369	-0.67
77	53260.4472	-0.49	77	53260.4389	-0.65
78	53260.4490	-0.49	78	53260.4406	-0.69
79	53260.4509	-0.52	79	53260.4436	-0.69
80	53260.4526	-0.54	80	53260.4456	-0.66
81	53260.4546	-0.52	81	53260.4474	-0.69
82	53260.4564	-0.51	82	53260.4492	-0.68
83	53260.4604	-0.49	83	53260.4511	-0.68
84	53260.4621	-0.52	84	53260.4529	-0.63
85	53260.4662	-0.54	85	53260.4548	-0.67
			86	53260.4566	-0.58
			87	53260.4606	-0.58
			88	53260.4623	-0.66
			89	53260.4664	-0.62
			90	53260.3165	-0.56



**Ek 3.** VZ Psc'nin 12.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53261.2570	-0.43	1	53261.2572	-0.60
2	53261.2592	-0.51	2	53261.2594	-0.68
3	53261.2613	-0.43	3	53261.2615	-0.61
4	53261.2633	-0.48	4	53261.2635	-0.62
5	53261.2655	-0.48	5	53261.2658	-0.58
6	53261.2674	-0.40	6	53261.2676	-0.57
7	53261.2695	-0.36	7	53261.2697	-0.53
8	53261.2713	-0.39	8	53261.2715	-0.58
9	53261.2753	-0.39	9	53261.2755	-0.54
10	53261.2775	-0.36	10	53261.2778	-0.57
11	53261.2795	-0.34	11	53261.2797	-0.59
12	53261.2814	-0.35	12	53261.2816	-0.57
13	53261.2832	-0.37	13	53261.2835	-0.53
14	53261.2853	-0.39	14	53261.2855	-0.58
15	53261.2868	-0.36	15	53261.2871	-0.52
16	53261.2888	-0.33	16	53261.2890	-0.48
17	53261.2905	-0.37	17	53261.2908	-0.50
18	53261.2932	-0.33	18	53261.2934	-0.50
19	53261.2953	-0.39	19	53261.2955	-0.54
20	53261.2975	-0.33	20	53261.2977	-0.49
21	53261.2993	-0.35	21	53261.2996	-0.50
22	53261.3012	-0.32	22	53261.3014	-0.49
23	53261.3030	-0.34	23	53261.3033	-0.57
24	53261.3050	-0.29	24	53261.3052	-0.57
25	53261.3067	-0.37	25	53261.3069	-0.59
26	53261.3086	-0.30	26	53261.3088	-0.54
27	53261.3103	-0.37	27	53261.3106	-0.55
28	53261.3141	-0.40	28	53261.3143	-0.55
29	53261.3161	-0.35	29	53261.3163	-0.52
30	53261.3179	-0.40	30	53261.3181	-0.55
31	53261.3199	-0.37	31	53261.3201	-0.56
32	53261.3216	-0.42	32	53261.3218	-0.59
33	53261.3235	-0.41	33	53261.3238	-0.56
34	53261.3252	-0.44	34	53261.3254	-0.61
35	53261.3270	-0.38	35	53261.3272	-0.58
36	53261.3287	-0.43	36	53261.3289	-0.65
37	53261.3310	-0.42	37	53261.3313	-0.61
38	53261.3332	-0.43	38	53261.3334	-0.63
39	53261.3351	-0.45	39	53261.3353	-0.61
40	53261.3368	-0.45	40	53261.3371	-0.60
41	53261.3387	-0.46	41	53261.3389	-0.62
42	53261.3404	-0.49	42	53261.3406	-0.61
43	53261.3422	-0.45	43	53261.3424	-0.60
44	53261.3439	-0.45	44	53261.3441	-0.61
45	53261.3458	-0.41	45	53261.3460	-0.60
46	53261.3477	-0.41	46	53261.3479	-0.63

**EK 3.** VZ Psc'nin 12.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

47	53261.3515	-0.42	47	53261.3517	-0.62
48	53261.3535	-0.46	48	53261.3537	-0.63
49	53261.3552	-0.44	49	53261.3554	-0.59
50	53261.3571	-0.47	50	53261.3573	-0.61
51	53261.3588	-0.47	51	53261.3591	-0.63
52	53261.3607	-0.44	52	53261.3610	-0.62
53	53261.3625	-0.47	53	53261.3627	-0.61
54	53261.3643	-0.44	54	53261.3646	-0.57
55	53261.3660	-0.40	55	53261.3662	-0.58
56	53261.3685	-0.42	56	53261.3687	-0.56
57	53261.3702	-0.41	57	53261.3705	-0.55
58	53261.3727	-0.37	58	53261.3729	-0.56
59	53261.3748	-0.38	59	53261.3750	-0.60
60	53261.3771	-0.36	60	53261.3773	-0.57
61	53261.3799	-0.34	61	53261.3801	-0.53
62	53261.3821	-0.33	62	53261.3823	-0.52
63	53261.3838	-0.35	63	53261.3840	-0.56
64	53261.3858	-0.34	64	53261.3860	-0.53
65	53261.3875	-0.32	65	53261.3878	-0.49
66	53261.3896	-0.29	66	53261.3898	-0.45
67	53261.3913	-0.29	67	53261.3916	-0.46
68	53261.3932	-0.30	68	53261.3935	-0.48
69	53261.3950	-0.31	69	53261.3953	-0.49
70	53261.3971	-0.28	70	53261.3973	-0.49
71	53261.3988	-0.28	71	53261.3990	-0.49
72	53261.4007	-0.28	72	53261.4009	-0.49
73	53261.4028	-0.26	73	53261.4030	-0.46
74	53261.4047	-0.21	74	53261.4050	-0.42
75	53261.4064	-0.30	75	53261.4067	-0.40
76	53261.4103	-0.25	76	53261.4106	-0.42
77	53261.4124	-0.20	77	53261.4126	-0.43
78	53261.4148	-0.22	78	53261.4150	-0.42
79	53261.4167	-0.23	79	53261.4169	-0.41
80	53261.4190	-0.21	80	53261.4192	-0.36
81	53261.4208	-0.23	81	53261.4210	-0.41
82	53261.4231	-0.22	82	53261.4234	-0.41
83	53261.4250	-0.22	83	53261.4252	-0.43
84	53261.4272	-0.20	84	53261.4274	-0.42
85	53261.4289	-0.22	85	53261.4292	-0.48
86	53261.4333	-0.23	86	53261.4335	-0.41
87	53261.4361	-0.28	87	53261.4363	-0.44
88	53261.4379	-0.27	88	53261.4382	-0.44
89	53261.4402	-0.28	89	53261.4404	-0.45
90	53261.4421	-0.26	90	53261.4423	-0.51
91	53261.4445	-0.29	91	53261.4447	-0.51
92	53261.4464	-0.27	92	53261.4467	-0.50
93	53261.4486	-0.28	93	53261.4488	-0.47
94	53261.4506	-0.32	94	53261.4508	-0.47
95	53261.4539	-0.36	95	53261.4541	-0.50

**EK 3. VZ Psc'nin 12.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)**

96	53261.4558	-0.34	96	53261.4560	-0.48
97	53261.4581	-0.38	97	53261.4583	-0.54
98	53261.4611	-0.39	98	53261.4614	-0.61
99	53261.4635	-0.38	99	53261.4637	-0.58
100	53261.4656	-0.38	100	53261.4658	-0.62
101	53261.4678	-0.40	101	53261.4680	-0.64
102	53261.4696	-0.45	102	53261.4698	-0.60
103	53261.4719	-0.45	103	53261.4722	-0.62
104	53261.4737	-0.47	104	53261.4739	-0.63
105	53261.4802	-0.48	105	53261.4804	-0.67
106	53261.4821	-0.48	106	53261.4823	-0.62
107	53261.4837	-0.49	107	53261.4839	-0.69
108	53261.4856	-0.49	108	53261.4859	-0.66
109	53261.4874	-0.47	109	53261.4876	-0.64
110	53261.4893	-0.46	110	53261.4895	-0.68
111	53261.4909	-0.50	111	53261.4912	-0.65
112	53261.4932	-0.51	112	53261.4934	-0.67
113	53261.4952	-0.48	113	53261.4955	-0.64
114	53261.4976	-0.52	114	53261.4978	-0.67
115	53261.4993	-0.50	115	53261.4995	-0.68
116	53261.5010	-0.51	116	53261.5013	-0.68
117	53261.5027	-0.53	117	53261.5029	-0.69
118	53261.5047	-0.52	118	53261.5050	-0.71
119	53261.5064	-0.47	119	53261.5067	-0.65
120	53261.5083	-0.50	120	53261.5086	-0.63
121	53261.5100	-0.46	121	53261.5102	-0.63
122	53261.5121	-0.47	122	53261.5123	-0.65
123	53261.5138	-0.50	123	53261.5140	-0.63
124	53261.5173	-0.47	124	53261.5175	-0.64
125	53261.5192	-0.48	125	53261.5194	-0.65
126	53261.5210	-0.47	126	53261.5212	-0.58
127	53261.5229	-0.45	127	53261.5231	-0.61
128	53261.5246	-0.43	128	53261.5248	-0.56
129	53261.5265	-0.44	129	53261.5267	-0.59
130	53261.5282	-0.45	130	53261.5284	-0.55

**Ek 4.** VZ Psc'nin 13.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53262.2656	-0.46	1	53262.2658	-0.72
2	53262.2674	-0.49	2	53262.2676	-0.72
3	53262.2693	-0.48	3	53262.2696	-0.71
4	53262.2711	-0.50	4	53262.2713	-0.71
5	53262.2730	-0.51	5	53262.2732	-0.72
6	53262.2747	-0.53	6	53262.2749	-0.73
7	53262.2765	-0.51	7	53262.2767	-0.69
8	53262.2782	-0.53	8	53262.2785	-0.71
9	53262.2818	-0.54	9	53262.2821	-0.70
10	53262.2838	-0.51	10	53262.2841	-0.71
11	53262.2855	-0.54	11	53262.2858	-0.72
12	53262.2876	-0.52	12	53262.2878	-0.71
13	53262.2892	-0.52	13	53262.2895	-0.72
14	53262.2913	-0.53	14	53262.2915	-0.66
15	53262.2930	-0.53	15	53262.2932	-0.66
16	53262.2951	-0.51	16	53262.2954	-0.65
17	53262.2969	-0.52	17	53262.2971	-0.64
18	53262.2995	-0.50	18	53262.2997	-0.62
19	53262.3011	-0.48	19	53262.3013	-0.63
20	53262.3031	-0.46	20	53262.3033	-0.60
21	53262.3048	-0.48	21	53262.3051	-0.60
22	53262.3068	-0.47	22	53262.3070	-0.59
23	53262.3085	-0.43	23	53262.3087	-0.59
24	53262.3103	-0.43	24	53262.3106	-0.58
25	53262.3120	-0.45	25	53262.3122	-0.62
26	53262.3138	-0.43	26	53262.3141	-0.61
27	53262.3155	-0.43	27	53262.3157	-0.56
28	53262.3197	-0.38	28	53262.3199	-0.59
29	53262.3215	-0.41	29	53262.3217	-0.57
30	53262.3233	-0.41	30	53262.3235	-0.57
31	53262.3251	-0.39	31	53262.3254	-0.57
32	53262.3269	-0.35	32	53262.3271	-0.55
33	53262.3290	-0.33	33	53262.3293	-0.52
34	53262.3307	-0.36	34	53262.3309	-0.53
35	53262.3325	-0.34	35	53262.3327	-0.52
36	53262.3342	-0.35	36	53262.3344	-0.52
37	53262.3366	-0.32	37	53262.3368	-0.51
38	53262.3383	-0.36	38	53262.3385	-0.53
39	53262.3401	-0.32	39	53262.3403	-0.53
40	53262.3417	-0.32	40	53262.3420	-0.52
41	53262.3435	-0.33	41	53262.3438	-0.52
42	53262.3452	-0.31	42	53262.3454	-0.53
43	53262.3469	-0.35	43	53262.3472	-0.53
44	53262.3486	-0.34	44	53262.3488	-0.54
45	53262.3505	-0.35	45	53262.3508	-0.53

**EK 4. VZ Psc'nin 13.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)**

46	53262.3521	-0.33	46	53262.3524	-0.54
47	53262.3555	-0.37	47	53262.3558	-0.54
48	53262.3576	-0.36	48	53262.3578	-0.53
49	53262.3592	-0.36	49	53262.3594	-0.54
50	53262.3610	-0.35	50	53262.3612	-0.53
51	53262.3627	-0.39	51	53262.3629	-0.57
52	53262.3645	-0.40	52	53262.3647	-0.55
53	53262.3662	-0.42	53	53262.3664	-0.55
54	53262.3681	-0.42	54	53262.3683	-0.57
55	53262.3697	-0.42	55	53262.3699	-0.57
56	53262.3730	-0.43	56	53262.3732	-0.57
57	53262.3749	-0.41	57	53262.3751	-0.61
58	53262.3767	-0.43	58	53262.3769	-0.61
59	53262.3784	-0.44	59	53262.3786	-0.60
60	53262.3802	-0.45	60	53262.3805	-0.63
61	53262.3819	-0.43	61	53262.3822	-0.60
62	53262.3839	-0.43	62	53262.3841	-0.61
63	53262.3855	-0.47	63	53262.3857	-0.65
64	53262.3874	-0.47	64	53262.3877	-0.63
65	53262.3891	-0.46	65	53262.3894	-0.65
66	53262.3927	-0.49	66	53262.3930	-0.65
67	53262.3945	-0.46	67	53262.3947	-0.64
68	53262.3962	-0.46	68	53262.3965	-0.63
69	53262.3980	-0.47	69	53262.3982	-0.62
70	53262.3997	-0.45	70	53262.3999	-0.64
71	53262.4015	-0.44	71	53262.4017	-0.62
72	53262.4033	-0.45	72	53262.4036	-0.63
73	53262.4054	-0.43	73	53262.4057	-0.62
74	53262.4072	-0.44	74	53262.4074	-0.63
75	53262.4095	-0.42	75	53262.4098	-0.60
76	53262.4112	-0.43	76	53262.4115	-0.57
77	53262.4130	-0.40	77	53262.4133	-0.57
78	53262.4147	-0.42	78	53262.4150	-0.59
79	53262.4166	-0.41	79	53262.4168	-0.58
80	53262.4183	-0.41	80	53262.4185	-0.57
81	53262.4200	-0.37	81	53262.4202	-0.55
82	53262.4217	-0.37	82	53262.4219	-0.58
83	53262.4234	-0.38	83	53262.4237	-0.56
84	53262.4251	-0.38	84	53262.4253	-0.53
85	53262.4286	-0.36	85	53262.4289	-0.52
86	53262.4304	-0.34	86	53262.4306	-0.54
87	53262.4321	-0.30	87	53262.4323	-0.52
88	53262.4354	-0.32	88	53262.4356	-0.50
89	53262.4371	-0.28	89	53262.4373	-0.48
90	53262.4388	-0.28	90	53262.4390	-0.49
91	53262.4405	-0.23	91	53262.4407	-0.46

**EK 4. VZ Psc'nin 13.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)**

92	53262.4423	-0.25	92	53262.4425	-0.45
93	53262.4439	-0.21	93	53262.4441	-0.45
94	53262.4462	-0.21	94	53262.4464	-0.44
95	53262.4479	-0.24	95	53262.4482	-0.43
96	53262.4497	-0.24	96	53262.4499	-0.42
97	53262.4517	-0.21	97	53262.4519	-0.40
98	53262.4535	-0.21	98	53262.4537	-0.42
99	53262.4554	-0.20	99	53262.4556	-0.40
100	53262.4576	-0.16	100	53262.4578	-0.42
101	53262.4593	-0.21	101	53262.4595	-0.42
102	53262.4611	-0.18	102	53262.4614	-0.41
103	53262.4628	-0.17	103	53262.4630	-0.38
104	53262.4665	-0.16	104	53262.4667	-0.40
105	53262.4683	-0.17	105	53262.4685	-0.40
106	53262.4699	-0.18	106	53262.4702	-0.41
107	53262.4718	-0.17	107	53262.4720	-0.39
108	53262.4735	-0.22	108	53262.4737	-0.37
109	53262.4753	-0.22	109	53262.4755	-0.39
110	53262.4777	-0.23	110	53262.4779	-0.41
111	53262.4802	-0.22	111	53262.4804	-0.39
112	53262.4820	-0.24	112	53262.4822	-0.43
113	53262.4844	-0.25	113	53262.4847	-0.43
114	53262.4860	-0.21	114	53262.4863	-0.43
115	53262.4880	-0.21	115	53262.4882	-0.45
116	53262.4896	-0.25	116	53262.4898	-0.48
117	53262.4919	-0.23	117	53262.4922	-0.49
118	53262.4937	-0.25	118	53262.4939	-0.51
119	53262.4956	-0.28	119	53262.4958	-0.50
120	53262.4973	-0.31	120	53262.4975	-0.50
121	53262.4992	-0.36	121	53262.4994	-0.52
122	53262.5008	-0.33	122	53262.5010	-0.52
123	53262.5046	-0.25	123	53262.5048	-0.53
124	53262.5066	-0.26	124	53262.5069	-0.55
125	53262.5084	-0.37	125	53262.5087	-0.58
126	53262.5103	-0.38	126	53262.5105	-0.59
127	53262.5120	-0.40	127	53262.5122	-0.61
128	53262.5138	-0.44	128	53262.5140	-0.64
129	53262.5156	-0.41	129	53262.5159	-0.62
130	53262.5177	-0.44	130	53262.5180	-0.68
131	53262.5195	-0.45	131	53262.5197	-0.68
132	53262.5218	-0.46	132	53262.5220	-0.68
133	53262.5234	-0.45	133	53262.5236	-0.67
134	53262.5256	-0.46	134	53262.5258	-0.67
135	53262.5274	-0.50	135	53262.5277	-0.70
136	53262.5294	-0.51	136	53262.5296	-0.71
137	53262.5311	-0.49	137	53262.5313	-0.68

**Ek 5.** VZ Psc'nin 14.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53263.2482	-0.16	1	53263.2484	-0.44
2	53263.2503	-0.24	2	53263.2505	-0.38
3	53263.2523	-0.24	3	53263.2525	-0.33
4	53263.2539	-0.26	4	53263.2542	-0.43
5	53263.2558	-0.19	5	53263.2561	-0.43
6	53263.2576	-0.35	6	53263.2578	-0.49
7	53263.2597	-0.29	7	53263.2599	-0.42
8	53263.2614	-0.29	8	53263.2616	-0.44
9	53263.2653	-0.35	9	53263.2655	-0.49
10	53263.2672	-0.33	10	53263.2674	-0.53
11	53263.2689	-0.35	11	53263.2691	-0.46
12	53263.2709	-0.33	12	53263.2711	-0.42
13	53263.2727	-0.41	13	53263.2730	-0.46
14	53263.2746	-0.36	14	53263.2749	-0.43
15	53263.2765	-0.34	15	53263.2768	-0.59
16	53263.2785	-0.31	16	53263.2787	-0.53
17	53263.2802	-0.41	17	53263.2805	-0.58
18	53263.2831	-0.33	18	53263.2833	-0.57
19	53263.2847	-0.37	19	53263.2850	-0.59
20	53263.2866	-0.40	20	53263.2868	-0.52
21	53263.2883	-0.39	21	53263.2885	-0.54
22	53263.2901	-0.40	22	53263.2903	-0.55
23	53263.2918	-0.44	23	53263.2920	-0.60
24	53263.2937	-0.40	24	53263.2939	-0.62
25	53263.2955	-0.43	25	53263.2958	-0.62
26	53263.2974	-0.44	26	53263.2977	-0.57
27	53263.2992	-0.45	27	53263.2994	-0.62
28	53263.3011	-0.45	28	53263.3013	-0.65
29	53263.3028	-0.49	29	53263.3030	-0.68
30	53263.3066	-0.47	30	53263.3069	-0.67
31	53263.3086	-0.48	31	53263.3088	-0.65
32	53263.3103	-0.51	32	53263.3106	-0.71
33	53263.3122	-0.47	33	53263.3124	-0.68
34	53263.3139	-0.52	34	53263.3141	-0.65
35	53263.3158	-0.53	35	53263.3161	-0.66
36	53263.3175	-0.48	36	53263.3177	-0.67
37	53263.3200	-0.49	37	53263.3202	-0.65
38	53263.3222	-0.51	38	53263.3224	-0.67
39	53263.3241	-0.53	39	53263.3244	-0.65
40	53263.3258	-0.55	40	53263.3261	-0.67
41	53263.3278	-0.49	41	53263.3280	-0.65
42	53263.3295	-0.50	42	53263.3297	-0.71
43	53263.3314	-0.48	43	53263.3316	-0.75
44	53263.3331	-0.52	44	53263.3333	-0.69
45	53263.3350	-0.50	45	53263.3352	-0.66
46	53263.3367	-0.49	46	53263.3369	-0.69
47	53263.3405	-0.52	47	53263.3407	-0.66
48	53263.3425	-0.49	48	53263.3427	-0.61

**EK 5.** VZ Psc'ın 14.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

49	53263.3441	-0.48	49	53263.3444	-0.66
50	53263.3460	-0.47	50	53263.3462	-0.63
51	53263.3477	-0.46	51	53263.3479	-0.68
52	53263.3495	-0.44	52	53263.3497	-0.62
53	53263.3513	-0.49	53	53263.3515	-0.61
54	53263.3531	-0.43	54	53263.3534	-0.56
55	53263.3564	-0.40	55	53263.3566	-0.62
56	53263.3590	-0.43	56	53263.3592	-0.60
57	53263.3612	-0.40	57	53263.3614	-0.60
58	53263.3632	-0.41	58	53263.3635	-0.55
59	53263.3666	-0.43	59	53263.3668	-0.61
60	53263.3684	-0.39	60	53263.3686	-0.55
61	53263.3701	-0.38	61	53263.3703	-0.60
62	53263.3719	-0.35	62	53263.3721	-0.63
63	53263.3736	-0.38	63	53263.3738	-0.55
64	53263.3754	-0.36	64	53263.3756	-0.57
65	53263.3771	-0.36	65	53263.3774	-0.54
66	53263.3808	-0.39	66	53263.3811	-0.55
67	53263.3826	-0.34	67	53263.3828	-0.51
68	53263.3843	-0.33	68	53263.3845	-0.50
69	53263.3861	-0.33	69	53263.3863	-0.51
70	53263.3877	-0.34	70	53263.3880	-0.52
71	53263.3895	-0.33	71	53263.3898	-0.51
72	53263.3915	-0.29	72	53263.3917	-0.53
73	53263.3947	-0.32	73	53263.3949	-0.54
74	53263.3965	-0.32	74	53263.3967	-0.57
75	53263.3989	-0.36	75	53263.3991	-0.55
76	53263.4006	-0.37	76	53263.4008	-0.53
77	53263.4027	-0.36	77	53263.4029	-0.55
78	53263.4044	-0.37	78	53263.4046	-0.58
79	53263.4064	-0.37	79	53263.4066	-0.59
80	53263.4081	-0.34	80	53263.4083	-0.57
81	53263.4102	-0.36	81	53263.4104	-0.58
82	53263.4119	-0.40	82	53263.4121	-0.56
83	53263.4139	-0.44	83	53263.4141	-0.55
84	53263.4157	-0.38	84	53263.4159	-0.54
85	53263.4194	-0.41	85	53263.4197	-0.57
86	53263.4214	-0.42	86	53263.4216	-0.60
87	53263.4232	-0.43	87	53263.4234	-0.57
88	53263.4251	-0.44	88	53263.4253	-0.56
89	53263.4268	-0.44	89	53263.4270	-0.60
90	53263.4287	-0.43	90	53263.4289	-0.58
91	53263.4310	-0.44	91	53263.4312	-0.61
92	53263.4331	-0.46	92	53263.4333	-0.58
93	53263.4348	-0.43	93	53263.4350	-0.62
94	53263.4371	-0.45	94	53263.4373	-0.62
95	53263.4389	-0.45	95	53263.4391	-0.64
96	53263.4409	-0.48	96	53263.4411	-0.63
97	53263.4427	-0.48	97	53263.4429	-0.60
98	53263.4446	-0.46	98	53263.4448	-0.61



**EK 5.** VZ Psc’ın 14.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

99	53263.4465	-0.43	99	53263.4467	-0.61
100	53263.4485	-0.45	100	53263.4488	-0.63
101	53263.4508	-0.42	101	53263.4510	-0.60
102	53263.4530	-0.42	102	53263.4533	-0.62
103	53263.4549	-0.43	103	53263.4551	-0.60
104	53263.4589	-0.37	104	53263.4591	-0.60
105	53263.4609	-0.39	105	53263.4611	-0.61
106	53263.4627	-0.39	106	53263.4629	-0.56
107	53263.4649	-0.39	107	53263.4651	-0.54
108	53263.4666	-0.37	108	53263.4668	-0.53
109	53263.4686	-0.33	109	53263.4688	-0.53
110	53263.4705	-0.36	110	53263.4707	-0.55
111	53263.4724	-0.35	111	53263.4726	-0.53
112	53263.4742	-0.35	112	53263.4744	-0.53
113	53263.4765	-0.36	113	53263.4767	-0.52
114	53263.4783	-0.28	114	53263.4785	-0.46
115	53263.4801	-0.28	115	53263.4803	-0.48
116	53263.4818	-0.29	116	53263.4820	-0.49
117	53263.4836	-0.28	117	53263.4839	-0.50
118	53263.4854	-0.28	118	53263.4856	-0.47
119	53263.4874	-0.26	119	53263.4876	-0.45
120	53263.4891	-0.27	120	53263.4893	-0.45
121	53263.4910	-0.26	121	53263.4912	-0.42
122	53263.4929	-0.24	122	53263.4931	-0.39
123	53263.4967	-0.22	123	53263.4969	-0.44
124	53263.4987	-0.24	124	53263.4989	-0.42
125	53263.5004	-0.21	125	53263.5007	-0.40
126	53263.5022	-0.22	126	53263.5025	-0.42
127	53263.5040	-0.22	127	53263.5043	-0.37
128	53263.5059	-0.23	128	53263.5061	-0.40
129	53263.5076	-0.20	129	53263.5079	-0.37
130	53263.5096	-0.21	130	53263.5098	-0.38
131	53263.5114	-0.19	131	53263.5116	-0.35
132	53263.5138	-0.19	132	53263.5140	-0.39
133	53263.5154	-0.20	133	53263.5157	-0.38
134	53263.5176	-0.24	134	53263.5178	-0.38
135	53263.5193	-0.21	135	53263.5195	-0.41
136	53263.5214	-0.21	136	53263.5216	-0.38
137	53263.5230	-0.18	137	53263.5232	-0.41
138	53263.5251	-0.23	138	53263.5253	-0.46
139	53263.5267	-0.23	139	53263.5270	-0.42
140	53263.5287	-0.27	140	53263.5289	-0.40
141	53263.5303	-0.26	141	53263.5306	-0.47
142	53263.5321	-0.28	142	53263.5323	-0.48
143	53263.5338	-0.25	143	53263.5340	-0.46
144	53263.5358	-0.26	144	53263.5360	-0.50
145	53263.5376	-0.27	145	53263.5378	-0.45
146	53263.5397	-0.33	146	53263.5399	-0.51
147	53263.5414	-0.30	147	53263.5416	-0.51
148	53263.5433	-0.36	148	53263.5435	-0.60

**Ek 6.** VZ Psc'nin 15.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53264.2592	-0.33	1	53264.2594	-0.50
2	53264.2608	-0.40	2	53264.2610	-0.51
3	53264.2627	-0.35	3	53264.2630	-0.47
4	53264.2644	-0.30	4	53264.2646	-0.49
5	53264.2661	-0.30	5	53264.2663	-0.46
6	53264.2677	-0.26	6	53264.2679	-0.46
7	53264.2695	-0.25	7	53264.2697	-0.41
8	53264.2711	-0.31	8	53264.2713	-0.46
9	53264.2746	-0.25	9	53264.2749	-0.48
10	53264.2765	-0.24	10	53264.2768	-0.45
11	53264.2783	-0.26	11	53264.2786	-0.42
12	53264.2802	-0.22	12	53264.2804	-0.39
13	53264.2818	-0.23	13	53264.2820	-0.45
14	53264.2836	-0.19	14	53264.2838	-0.42
15	53264.2853	-0.24	15	53264.2855	-0.41
16	53264.2871	-0.19	16	53264.2873	-0.39
17	53264.2887	-0.19	17	53264.2889	-0.41
18	53264.2910	-0.18	18	53264.2912	-0.38
19	53264.2926	-0.22	19	53264.2928	-0.41
20	53264.2944	-0.20	20	53264.2947	-0.41
21	53264.2962	-0.24	21	53264.2964	-0.40
22	53264.2980	-0.21	22	53264.2982	-0.39
23	53264.2996	-0.20	23	53264.2998	-0.42
24	53264.3014	-0.22	24	53264.3016	-0.42
25	53264.3031	-0.25	25	53264.3033	-0.43
26	53264.3048	-0.22	26	53264.3051	-0.39
27	53264.3065	-0.23	27	53264.3067	-0.40
28	53264.3100	-0.25	28	53264.3102	-0.45
29	53264.3117	-0.23	29	53264.3119	-0.46
30	53264.3134	-0.30	30	53264.3136	-0.48
31	53264.3152	-0.28	31	53264.3155	-0.47
32	53264.3169	-0.24	32	53264.3171	-0.50
33	53264.3187	-0.26	33	53264.3190	-0.49
34	53264.3203	-0.31	34	53264.3206	-0.50
35	53264.3221	-0.30	35	53264.3223	-0.46
36	53264.3238	-0.34	36	53264.3240	-0.54
37	53264.3260	-0.33	37	53264.3262	-0.53
38	53264.3276	-0.32	38	53264.3278	-0.54
39	53264.3294	-0.36	39	53264.3296	-0.55
40	53264.3311	-0.39	40	53264.3313	-0.56
41	53264.3329	-0.39	41	53264.3331	-0.56
42	53264.3346	-0.40	42	53264.3348	-0.61
43	53264.3363	-0.42	43	53264.3366	-0.59
44	53264.3380	-0.43	44	53264.3382	-0.60
45	53264.3400	-0.43	45	53264.3402	-0.57
46	53264.3417	-0.40	46	53264.3419	-0.60
47	53264.3453	-0.48	47	53264.3455	-0.66

**EK 6.** VZ Psc'ın 15.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

48	53264.3472	-0.44	48	53264.3474	-0.64
49	53264.3489	-0.45	49	53264.3491	-0.66
50	53264.3507	-0.45	50	53264.3509	-0.65
51	53264.3524	-0.48	51	53264.3526	-0.66
52	53264.3541	-0.48	52	53264.3544	-0.65
53	53264.3559	-0.50	53	53264.3561	-0.68
54	53264.3577	-0.49	54	53264.3579	-0.68
55	53264.3594	-0.52	55	53264.3596	-0.69
56	53264.3616	-0.50	56	53264.3618	-0.64
57	53264.3632	-0.49	57	53264.3634	-0.71
58	53264.3650	-0.49	58	53264.3652	-0.69
59	53264.3669	-0.51	59	53264.3671	-0.67
60	53264.3688	-0.52	60	53264.3690	-0.69
61	53264.3705	-0.50	61	53264.3707	-0.68
62	53264.3724	-0.52	62	53264.3726	-0.70
63	53264.3741	-0.51	63	53264.3743	-0.69
64	53264.3759	-0.49	64	53264.3761	-0.66
65	53264.3776	-0.53	65	53264.3778	-0.67
66	53264.3813	-0.49	66	53264.3815	-0.64
67	53264.3833	-0.49	67	53264.3835	-0.66
68	53264.3857	-0.48	68	53264.3860	-0.67
69	53264.3876	-0.46	69	53264.3878	-0.63
70	53264.3893	-0.49	70	53264.3896	-0.65
71	53264.3911	-0.47	71	53264.3914	-0.66
72	53264.3929	-0.45	72	53264.3931	-0.61
73	53264.3947	-0.45	73	53264.3949	-0.60
74	53264.3964	-0.44	74	53264.3966	-0.61
75	53264.3990	-0.42	75	53264.3992	-0.59
76	53264.4007	-0.42	76	53264.4010	-0.59
77	53264.4029	-0.41	77	53264.4031	-0.57
78	53264.4046	-0.44	78	53264.4048	-0.56
79	53264.4065	-0.39	79	53264.4067	-0.55
80	53264.4082	-0.41	80	53264.4084	-0.55
81	53264.4101	-0.40	81	53264.4103	-0.55
82	53264.4118	-0.37	82	53264.4120	-0.56
83	53264.4136	-0.36	83	53264.4139	-0.54
84	53264.4154	-0.38	84	53264.4157	-0.56
85	53264.4189	-0.36	85	53264.4192	-0.51
86	53264.4208	-0.34	86	53264.4210	-0.48
87	53264.4228	-0.36	87	53264.4230	-0.50
88	53264.4247	-0.34	88	53264.4249	-0.50
89	53264.4268	-0.36	89	53264.4271	-0.52
90	53264.4295	-0.35	90	53264.4297	-0.50
91	53264.4311	-0.31	91	53264.4313	-0.48
92	53264.4329	-0.33	92	53264.4331	-0.47
93	53264.4345	-0.31	93	53264.4347	-0.50
94	53264.4367	-0.32	94	53264.4369	-0.51
95	53264.4384	-0.34	95	53264.4386	-0.46
96	53264.4402	-0.34	96	53264.4404	-0.47
97	53264.4419	-0.33	97	53264.4421	-0.51

**EK 6** VZ Psc'ın 15.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

98	53264.4437	-0.32	98	53264.4439	-0.50
99	53264.4453	-0.39	99	53264.4456	-0.50
100	53264.4471	-0.37	100	53264.4473	-0.53
101	53264.4488	-0.33	101	53264.4490	-0.53
102	53264.4505	-0.35	102	53264.4508	-0.54
103	53264.4522	-0.38	103	53264.4524	-0.57
104	53264.4555	-0.36	104	53264.4557	-0.56
105	53264.4573	-0.37	105	53264.4575	-0.55
106	53264.4590	-0.42	106	53264.4592	-0.59
107	53264.4608	-0.44	107	53264.4610	-0.58
108	53264.4624	-0.40	108	53264.4626	-0.57
109	53264.4642	-0.42	109	53264.4645	-0.58
110	53264.4659	-0.41	110	53264.4661	-0.57
111	53264.4676	-0.43	111	53264.4678	-0.59
112	53264.4693	-0.42	112	53264.4696	-0.62
113	53264.4714	-0.44	113	53264.4717	-0.62
114	53264.4730	-0.45	114	53264.4733	-0.61
115	53264.4749	-0.43	115	53264.4751	-0.62
116	53264.4766	-0.42	116	53264.4768	-0.62
117	53264.4784	-0.41	117	53264.4786	-0.64
118	53264.4800	-0.45	118	53264.4802	-0.63
119	53264.4820	-0.44	119	53264.4822	-0.65
120	53264.4837	-0.47	120	53264.4839	-0.67
121	53264.4856	-0.47	121	53264.4858	-0.65
122	53264.4873	-0.43	122	53264.4875	-0.65
123	53264.4908	-0.43	123	53264.4911	-0.64
124	53264.4928	-0.42	124	53264.4931	-0.66
125	53264.4945	-0.44	125	53264.4947	-0.62
126	53264.4963	-0.43	126	53264.4965	-0.62
127	53264.4978	-0.42	127	53264.4981	-0.61
128	53264.4997	-0.41	128	53264.4999	-0.62
129	53264.5014	-0.39	129	53264.5016	-0.60
130	53264.5032	-0.42	130	53264.5035	-0.61
131	53264.5049	-0.40	131	53264.5051	-0.57
132	53264.5071	-0.40	132	53264.5073	-0.57
133	53264.5087	-0.38	133	53264.5089	-0.58
134	53264.5107	-0.38	134	53264.5109	-0.59
135	53264.5123	-0.33	135	53264.5125	-0.54
136	53264.5142	-0.33	136	53264.5144	-0.54
137	53264.5158	-0.34	137	53264.5160	-0.57
138	53264.5176	-0.34	138	53264.5179	-0.59
139	53264.5193	-0.32	139	53264.5196	-0.56
140	53264.5212	-0.31	140	53264.5215	-0.53
141	53264.5231	-0.32	141	53264.5233	-0.49
142	53264.5270	-0.29	142	53264.5272	-0.54
143	53264.5289	-0.29	143	53264.5291	-0.55
144	53264.5307	-0.25	144	53264.5309	-0.52

**Ek 7.** VZ Psc'nin 16.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53265.2600	-0.41	1	53265.2602	-0.65
2	53265.2626	-0.55	2	53265.2629	-0.73
3	53265.2693	-0.45	3	53265.2695	-0.60
4	53265.2709	-0.46	4	53265.2711	-0.63
5	53265.2728	-0.42	5	53265.2730	-0.58
6	53265.2747	-0.47	6	53265.2749	-0.63
7	53265.2765	-0.41	7	53265.2768	-0.61
8	53265.2783	-0.48	8	53265.2785	-0.66
9	53265.2803	-0.39	9	53265.2805	-0.59
10	53265.2822	-0.46	10	53265.2825	-0.65
11	53265.2843	-0.43	11	53265.2846	-0.62
12	53265.2860	-0.42	12	53265.2863	-0.66
13	53265.2897	-0.38	13	53265.2899	-0.61
14	53265.2916	-0.39	14	53265.2919	-0.51
15	53265.2933	-0.40	15	53265.2936	-0.60
16	53265.2951	-0.40	16	53265.2954	-0.54
17	53265.2968	-0.37	17	53265.2970	-0.53
18	53265.2992	-0.32	18	53265.2995	-0.48
19	53265.3010	-0.33	19	53265.3012	-0.48
20	53265.3028	-0.31	20	53265.3031	-0.48
21	53265.3046	-0.33	21	53265.3048	-0.51
22	53265.3064	-0.33	22	53265.3067	-0.49
23	53265.3082	-0.28	23	53265.3084	-0.50
24	53265.3101	-0.20	24	53265.3103	-0.46
25	53265.3119	-0.26	25	53265.3122	-0.45
26	53265.3137	-0.24	26	53265.3140	-0.48
27	53265.3154	-0.23	27	53265.3156	-0.46
28	53265.3172	-0.20	28	53265.3174	-0.44
29	53265.3189	-0.22	29	53265.3191	-0.51
30	53265.3226	-0.20	30	53265.3228	-0.47
31	53265.3245	-0.21	31	53265.3247	-0.46
32	53265.3261	-0.23	32	53265.3264	-0.45
33	53265.3280	-0.21	33	53265.3282	-0.43
34	53265.3296	-0.20	34	53265.3299	-0.49
35	53265.3316	-0.22	35	53265.3318	-0.48
36	53265.3332	-0.20	36	53265.3334	-0.45
37	53265.3356	-0.18	37	53265.3358	-0.38
38	53265.3372	-0.18	38	53265.3374	-0.43
39	53265.3390	-0.24	39	53265.3392	-0.43
40	53265.3411	-0.17	40	53265.3413	-0.47
41	53265.3428	-0.19	41	53265.3431	-0.44
42	53265.3445	-0.19	42	53265.3447	-0.43
43	53265.3463	-0.19	43	53265.3466	-0.41
44	53265.3482	-0.20	44	53265.3484	-0.44
45	53265.3501	-0.19	45	53265.3504	-0.43
46	53265.3518	-0.22	46	53265.3520	-0.49
47	53265.3538	-0.23	47	53265.3540	-0.49
48	53265.3554	-0.26	48	53265.3557	-0.49

**EK 7. VZ Psc'nin 16.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)**

49	53265.3575	-0.23	49	53265.3577	-0.51
50	53265.3592	-0.28	50	53265.3594	-0.48
51	53265.3630	-0.28	51	53265.3632	-0.52
52	53265.3653	-0.31	52	53265.3655	-0.50
53	53265.3670	-0.32	53	53265.3672	-0.56
54	53265.3690	-0.32	54	53265.3693	-0.55
55	53265.3836	-0.36	55	53265.3838	-0.61
56	53265.3858	-0.38	56	53265.3860	-0.61
57	53265.3875	-0.44	57	53265.3877	-0.66
58	53265.3893	-0.45	58	53265.3895	-0.66
59	53265.3909	-0.46	59	53265.3912	-0.66
60	53265.3928	-0.45	60	53265.3930	-0.63
61	53265.3945	-0.48	61	53265.3947	-0.64
62	53265.3963	-0.49	62	53265.3965	-0.65
63	53265.3979	-0.53	63	53265.3982	-0.64
64	53265.3998	-0.51	64	53265.4000	-0.63
65	53265.4014	-0.52	65	53265.4016	-0.63
66	53265.4032	-0.53	66	53265.4034	-0.68
67	53265.4049	-0.53	67	53265.4051	-0.67
68	53265.4068	-0.53	68	53265.4070	-0.67
69	53265.4084	-0.50	69	53265.4086	-0.68
70	53265.4119	-0.53	70	53265.4122	-0.66
71	53265.4140	-0.53	71	53265.4143	-0.69
72	53265.4157	-0.53	72	53265.4159	-0.68
73	53265.4176	-0.55	73	53265.4178	-0.72
74	53265.4193	-0.51	74	53265.4195	-0.67
75	53265.4217	-0.52	75	53265.4219	-0.67
76	53265.4233	-0.51	76	53265.4236	-0.71
77	53265.4253	-0.48	77	53265.4255	-0.66
78	53265.4270	-0.45	78	53265.4272	-0.62
79	53265.4288	-0.46	79	53265.4290	-0.68
80	53265.4305	-0.47	80	53265.4307	-0.69
81	53265.4323	-0.49	81	53265.4325	-0.69
82	53265.4346	-0.47	82	53265.4349	-0.61
83	53265.4364	-0.45	83	53265.4367	-0.64
84	53265.4381	-0.47	84	53265.4383	-0.62
85	53265.4402	-0.42	85	53265.4404	-0.62
86	53265.4421	-0.41	86	53265.4423	-0.58
87	53265.4442	-0.40	87	53265.4444	-0.58
88	53265.4459	-0.41	88	53265.4462	-0.59
89	53265.4478	-0.38	89	53265.4480	-0.60
90	53265.4495	-0.38	90	53265.4497	-0.58
91	53265.4551	-0.39	91	53265.4553	-0.58
92	53265.4571	-0.38	92	53265.4573	-0.54
93	53265.4588	-0.35	93	53265.4591	-0.52
94	53265.4612	-0.33	94	53265.4614	-0.52
95	53265.4629	-0.32	95	53265.4631	-0.50
96	53265.4646	-0.31	96	53265.4649	-0.50
97	53265.4663	-0.33	97	53265.4665	-0.56
98	53265.4681	-0.31	98	53265.4684	-0.50

**EK 7** VZ Psc'ın 16.09.2004 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

99	53265.4697	-0.30	99	53265.4700	-0.43
100	53265.4717	-0.31	100	53265.4719	-0.47
101	53265.4733	-0.32	101	53265.4735	-0.53
102	53265.4751	-0.30	102	53265.4753	-0.52
103	53265.4767	-0.32	103	53265.4770	-0.51
104	53265.4804	-0.32	104	53265.4806	-0.51
105	53265.4823	-0.32	105	53265.4825	-0.52
106	53265.4840	-0.34	106	53265.4842	-0.52
107	53265.4859	-0.35	107	53265.4861	-0.56
108	53265.4875	-0.34	108	53265.4878	-0.53
109	53265.4894	-0.36	109	53265.4896	-0.52
110	53265.4911	-0.36	110	53265.4913	-0.47
111	53265.4930	-0.36	111	53265.4932	-0.51
112	53265.4947	-0.41	112	53265.4949	-0.54
113	53265.4970	-0.41	113	53265.4972	-0.55
114	53265.4987	-0.34	114	53265.4989	-0.57
115	53265.5004	-0.39	115	53265.5006	-0.58
116	53265.5020	-0.41	116	53265.5023	-0.53
117	53265.5038	-0.41	117	53265.5040	-0.55
118	53265.5055	-0.39	118	53265.1724	-0.64
119	53265.5073	-0.43	119	53265.5075	-0.61
120	53265.5089	-0.48	120	53265.5091	-0.60
121	53265.5107	-0.47	121	53265.5109	-0.58
122	53265.5124	-0.43	122	53265.5126	-0.65
123	53265.5143	-0.46	123	53265.5145	-0.63
124	53265.5160	-0.44	124	53265.5162	-0.62
125	53265.5200	-0.49	125	53265.5202	-0.67
126	53265.5219	-0.51	126	53265.5221	-0.66
127	53265.5237	-0.44	127	53265.5239	-0.62
128	53265.5255	-0.51	128	53265.5257	-0.65
129	53265.5273	-0.50	129	53265.5276	-0.63

**Ek. 8** VZ Psc'nin 06.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53620.2775	-0.36	1	53620.2778	-0.51
2	53620.2793	-0.33	2	53620.2796	-0.55
3	53620.2815	-0.30	3	53620.2818	-0.54
4	53620.2832	-0.34	4	53620.2835	-0.55
5	53620.2852	-0.32	5	53620.2855	-0.58
6	53620.2869	-0.39	6	53620.2872	-0.57
7	53620.2889	-0.34	7	53620.2892	-0.54
8	53620.2906	-0.38	8	53620.2909	-0.55
9	53620.2926	-0.39	9	53620.2929	-0.55
10	53620.2942	-0.41	10	53620.2945	-0.55
11	53620.2962	-0.38	11	53620.2965	-0.54
12	53620.2978	-0.40	12	53620.2981	-0.67
13	53620.3001	-0.36	13	53620.3004	-0.59
14	53620.3018	-0.43	14	53620.3021	-0.57
15	53620.3036	-0.38	15	53620.3040	-0.46
16	53620.3054	-0.53	16	53620.3057	-0.62
17	53620.3073	-0.42	17	53620.3076	-0.64
18	53620.3092	-0.49	18	53620.3095	-0.63
19	53620.3117	-0.40	19	53620.3120	-0.58
20	53620.3133	-0.35	20	53620.3136	-0.59
21	53620.3175	-0.39	21	53620.3179	-0.58
22	53620.3196	-0.39	22	53620.3199	-0.60
23	53620.3213	-0.38	23	53620.3217	-0.61
24	53620.3234	-0.40	24	53620.3237	-0.60
25	53620.3253	-0.40	25	53620.3256	-0.59
26	53620.3274	-0.35	26	53620.3277	-0.63
27	53620.3292	-0.47	27	53620.3295	-0.63
28	53620.3313	-0.41	28	53620.3316	-0.57
29	53620.3331	-0.47	29	53620.3334	-0.65
30	53620.3351	-0.45	30	53620.3354	-0.63
31	53620.3371	-0.46	31	53620.3374	-0.62
32	53620.3394	-0.42	32	53620.3397	-0.57
33	53620.3412	-0.41	33	53620.3415	-0.56
34	53620.3432	-0.35	34	53620.3435	-0.54
35	53620.3452	-0.38	35	53620.3456	-0.56
36	53620.3474	-0.27	36	53620.3478	-0.52
37	53620.3491	-0.28	37	53620.3495	-0.51
38	53620.3526	-0.33	38	53620.3529	-0.49
39	53620.3544	-0.31	39	53620.3547	-0.49
40	53620.3589	-0.22	40	53620.3592	-0.45
41	53620.3610	-0.27	41	53620.3613	-0.45
42	53620.3632	-0.25	42	53620.3635	-0.48
43	53620.3655	-0.28	43	53620.3658	-0.47
44	53620.3673	-0.27	44	53620.3676	-0.49
45	53620.3699	-0.26	45	53620.3702	-0.46
46	53620.3723	-0.21	46	53620.3727	-0.43
47	53620.3746	-0.20	47	53620.3749	-0.43
48	53620.3763	-0.21	48	53620.3767	-0.45



**EK 8.** VZ Psc'ın 06.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

49	53620.3784	-0.23	49	53620.3787	-0.44
50	53620.3803	-0.22	50	53620.3806	-0.42
51	53620.3827	-0.20	51	53620.3830	-0.42
52	53620.3845	-0.20	52	53620.3848	-0.42
53	53620.3866	-0.18	53	53620.3869	-0.41
54	53620.3885	-0.20	54	53620.3889	-0.36
55	53620.3905	-0.16	55	53620.3908	-0.34
56	53620.3923	-0.14	56	53620.3926	-0.38
57	53620.3950	-0.16	57	53620.3953	-0.40
58	53620.3973	-0.26	58	53620.3976	-0.41
59	53620.4017	-0.25	59	53620.4020	-0.37
60	53620.4040	-0.20	60	53620.4043	-0.37
61	53620.4062	-0.30	61	53620.4065	-0.48
62	53620.4081	-0.23	62	53620.4084	-0.45
63	53620.4098	-0.22	63	53620.4101	-0.41
64	53620.4118	-0.21	64	53620.4121	-0.45
65	53620.4135	-0.22	65	53620.4138	-0.48
66	53620.4159	-0.19	66	53620.4162	-0.50
67	53620.4176	-0.31	67	53620.4179	-0.54
68	53620.4195	-0.33	68	53620.4199	-0.50
69	53620.4213	-0.29	69	53620.4216	-0.52
70	53620.4235	-0.28	70	53620.4238	-0.49
71	53620.4251	-0.29	71	53620.4254	-0.47
72	53620.4270	-0.30	72	53620.4274	-0.49
73	53620.4291	-0.30	73	53620.4294	-0.50
74	53620.4315	-0.36	74	53620.4318	-0.57
75	53620.4332	-0.35	75	53620.4335	-0.50
76	53620.4356	-0.38	76	53620.4359	-0.50
77	53620.4371	-0.45	77	53620.4375	-0.63
78	53620.4410	-0.45	78	53620.4413	-0.62
79	53620.4439	-0.44	79	53620.4442	-0.63
80	53620.4455	-0.46	80	53620.4459	-0.67
81	53620.4478	-0.45	81	53620.4481	-0.63
82	53620.4495	-0.47	82	53620.4498	-0.61
83	53620.4518	-0.46	83	53620.4521	-0.59
84	53620.4534	-0.51	84	53620.4537	-0.60
85	53620.4557	-0.46	85	53620.4560	-0.58
86	53620.4573	-0.50	86	53620.4576	-0.61
87	53620.4594	-0.49	87	53620.4597	-0.66
88	53620.4610	-0.47	88	53620.4614	-0.64
89	53620.4631	-0.49	89	53620.4634	-0.65
90	53620.4648	-0.46	90	53620.4651	-0.61
91	53620.4669	-0.48	91	53620.4672	-0.61
92	53620.4685	-0.48	92	53620.4688	-0.67
93	53620.4709	-0.53	93	53620.4713	-0.64
94	53620.4726	-0.50	94	53620.4729	-0.62
95	53620.4754	-0.51	95	53620.4757	-0.66
96	53620.4771	-0.48	96	53620.4774	-0.57
97	53620.4821	-0.42	97	53620.4824	-0.56
98	53620.4844	-0.47	98	53620.4847	-0.59

**EK 8.** VZ Psc'nin 06.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

99	53620.4860	-0.42	99	53620.4863	-0.51
100	53620.4881	-0.43	100	53620.4884	-0.49
101	53620.4899	-0.43	101	53620.4902	-0.59
102	53620.4919	-0.43	102	53620.4922	-0.56
103	53620.4936	-0.36	103	53620.4939	-0.53
104	53620.4956	-0.38	104	53620.4959	-0.51
105	53620.4972	-0.36	105	53620.4975	-0.57
106	53620.4995	-0.31	106	53620.4998	-0.54
107	53620.5011	-0.27	107	53620.5014	-0.54
108	53620.5031	-0.34	108	53620.5034	-0.53
109	53620.5050	-0.38	109	53620.5053	-0.46
110	53620.5070	-0.40	110	53620.5073	-0.45
111	53620.5088	-0.36	111	53620.5091	-0.46
112	53620.5110	-0.32	112	53620.5113	-0.42
113	53620.5127	-0.32	113	53620.5131	-0.45
114	53620.5150	-0.31	114	53620.5154	-0.50
115	53620.5168	-0.24	115	53620.5171	-0.52
116	53620.5188	-0.32	116	53620.5192	-0.48
117	53620.5205	-0.28	117	53620.5208	-0.45
118	53620.5228	-0.25	118	53620.5231	-0.46
119	53620.5244	-0.20	119	53620.5247	-0.35
120	53620.5265	-0.21	120	53620.5268	-0.43
121	53620.5281	-0.36	121	53620.5284	-0.48
122	53620.5304	-0.27	122	53620.5307	-0.44
123	53620.5320	-0.32	123	53620.5324	-0.48
124	53620.5341	-0.38	124	53620.5344	-0.49
125	53620.5358	-0.32	125	53620.5362	-0.51
126	53620.5382	-0.27	126	53620.5385	-0.46
127	53620.5399	-0.38	127	53620.5402	-0.53
128	53620.5419	-0.52	128	53620.5423	-0.56
129	53620.5437	-0.34	129	53620.5440	-0.56
130	53620.5457	-0.44	130	53620.5460	-0.59
131	53620.5473	-0.46	131	53620.5476	-0.67
132	53620.5496	-0.41	132	53620.5499	-0.62
133	53620.5512	-0.38	133	53620.5515	-0.63
134	53620.5536	-0.40	134	53620.5539	-0.68
135	53620.5554	-0.44	135	53620.5557	-0.71
136	53620.5576	-0.40	136	53620.5579	-0.64
137	53620.5596	-0.43	137	53620.5599	-0.71
138	53620.5617	-0.42	138	53620.5620	-0.73
139	53620.5634	-0.47	139	53620.5637	-0.69
140	53620.5657	-0.44	140	53620.5660	-0.73
141	53620.5673	-0.49	141	53620.5676	-0.76

**Ek. 9** VZ Psc'ın 07.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

No	HJD+2400000	DMB	No	HJDV	DMV
1	53621.2961	-0.32	1	53621.2964	-0.61
2	53621.2979	-0.40	2	53621.2982	-0.63
3	53621.3000	-0.35	3	53621.3003	-0.57
4	53621.3017	-0.34	4	53621.3020	-0.50
5	53621.3047	-0.34	5	53621.3050	-0.50
6	53621.3065	-0.39	6	53621.3068	-0.56
7	53621.3095	-0.30	7	53621.3098	-0.57
8	53621.3112	-0.31	8	53621.3116	-0.54
9	53621.3134	-0.32	9	53621.3137	-0.49
10	53621.3153	-0.37	10	53621.3156	-0.47
11	53621.3173	-0.34	11	53621.3176	-0.46
12	53621.3190	-0.32	12	53621.3193	-0.48
13	53621.3211	-0.31	13	53621.3215	-0.51
14	53621.3227	-0.34	14	53621.3231	-0.53
15	53621.3249	-0.33	15	53621.3252	-0.57
16	53621.3266	-0.30	16	53621.3269	-0.47
17	53621.3290	-0.32	17	53621.3294	-0.45
18	53621.3309	-0.37	18	53621.3312	-0.58
19	53621.3335	-0.32	19	53621.3338	-0.54
20	53621.3353	-0.46	20	53621.3356	-0.68
21	53621.3377	-0.42	21	53621.3380	-0.67
22	53621.3394	-0.45	22	53621.3397	-0.60
23	53621.3432	-0.43	23	53621.3435	-0.61
24	53621.3459	-0.41	24	53621.3462	-0.58
25	53621.3478	-0.45	25	53621.3482	-0.66
26	53621.3503	-0.44	26	53621.3506	-0.69
27	53621.3520	-0.47	27	53621.3523	-0.64
28	53621.3542	-0.47	28	53621.3545	-0.59
29	53621.3559	-0.43	29	53621.3562	-0.60
30	53621.3580	-0.44	30	53621.3583	-0.60
31	53621.3597	-0.47	31	53621.3600	-0.59
32	53621.3619	-0.46	32	53621.3622	-0.60
33	53621.3642	-0.41	33	53621.3645	-0.63
34	53621.3665	-0.43	34	53621.3668	-0.60
35	53621.3681	-0.46	35	53621.3685	-0.64
36	53621.3705	-0.47	36	53621.3708	-0.63
37	53621.3724	-0.42	37	53621.3728	-0.64
38	53621.3755	-0.40	38	53621.3758	-0.64
39	53621.3772	-0.42	39	53621.3775	-0.64
40	53621.3827	-0.41	40	53621.3830	-0.63
41	53621.3860	-0.41	41	53621.3863	-0.60
42	53621.3879	-0.38	42	53621.3882	-0.61
43	53621.3901	-0.36	43	53621.3904	-0.61
44	53621.3921	-0.37	44	53621.3924	-0.61
45	53621.3943	-0.37	45	53621.3946	-0.54
46	53621.3963	-0.33	46	53621.3966	-0.61
47	53621.3982	-0.34	47	53621.3985	-0.57
48	53621.4006	-0.32	48	53621.4009	-0.58

**EK 9.** VZ Psc'ın 07.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

49	53621.4029	-0.30	49	53621.4032	-0.55
50	53621.4045	-0.29	50	53621.4048	-0.52
51	53621.4070	-0.34	51	53621.4074	-0.57
52	53621.4087	-0.23	52	53621.4091	-0.46
53	53621.4108	-0.22	53	53621.4111	-0.45
54	53621.4125	-0.29	54	53621.4128	-0.42
55	53621.4149	-0.24	55	53621.4152	-0.43
56	53621.4168	-0.23	56	53621.4171	-0.44
57	53621.4195	-0.21	57	53621.4198	-0.41
58	53621.4211	-0.25	58	53621.4214	-0.42
59	53621.4231	-0.27	59	53621.4234	-0.45
60	53621.4247	-0.22	60	53621.4250	-0.42
61	53621.4268	-0.20	61	53621.4271	-0.41
62	53621.4288	-0.20	62	53621.4291	-0.41
63	53621.4309	-0.19	63	53621.4312	-0.42
64	53621.4326	-0.18	64	53621.4329	-0.46
65	53621.4367	-0.16	65	53621.4371	-0.34
66	53621.4389	-0.17	66	53621.4393	-0.36
67	53621.4416	-0.15	67	53621.4419	-0.42
68	53621.4438	-0.18	68	53621.4442	-0.42
69	53621.4455	-0.21	69	53621.4458	-0.38
70	53621.4475	-0.18	70	53621.4479	-0.36
71	53621.4491	-0.20	71	53621.4495	-0.43
72	53621.4511	-0.19	72	53621.4514	-0.39
73	53621.4528	-0.18	73	53621.4531	-0.41
74	53621.4548	-0.21	74	53621.4551	-0.42
75	53621.4567	-0.22	75	53621.4570	-0.48
76	53621.4597	-0.25	76	53621.4600	-0.51
77	53621.4613	-0.28	77	53621.4617	-0.45
78	53621.4654	-0.25	78	53621.4657	-0.50
79	53621.4681	-0.31	79	53621.4684	-0.56
80	53621.4697	-0.32	80	53621.4700	-0.50
81	53621.4716	-0.33	81	53621.4719	-0.49
82	53621.4733	-0.35	82	53621.4736	-0.53
83	53621.4752	-0.32	83	53621.4755	-0.53
84	53621.4772	-0.36	84	53621.4775	-0.55
85	53621.4799	-0.39	85	53621.4802	-0.60
86	53621.4814	-0.38	86	53621.4817	-0.61
87	53621.4833	-0.41	87	53621.4837	-0.61
88	53621.4860	-0.42	88	53621.4863	-0.58
89	53621.4880	-0.44	89	53621.4883	-0.61
90	53621.4896	-0.38	90	53621.4900	-0.58
91	53621.4917	-0.45	91	53621.4920	-0.57
92	53621.4933	-0.50	92	53621.4936	-0.69
93	53621.4951	-0.43	93	53621.4954	-0.66
94	53621.4983	-0.50	94	53621.4986	-0.66
95	53621.5006	-0.48	95	53621.5009	-0.66
96	53621.5023	-0.46	96	53621.5026	-0.70
97	53621.5063	-0.46	97	53621.5067	-0.68
98	53621.5084	-0.46	98	53621.5088	-0.64

**EK 9.** VZ Psc'ın 07.09.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

99	53621.5100	-0.46	99	53621.5104	-0.66
100	53621.5121	-0.46	100	53621.5124	-0.66
101	53621.5136	-0.47	101	53621.5139	-0.67
102	53621.5156	-0.46	102	53621.5159	-0.69
103	53621.5174	-0.46	103	53621.5177	-0.67
104	53621.5195	-0.49	104	53621.5198	-0.63
105	53621.5213	-0.48	105	53621.5216	-0.68
106	53621.5231	-0.46	106	53621.5235	-0.67
107	53621.5249	-0.43	107	53621.5252	-0.70
108	53621.5268	-0.45	108	53621.5271	-0.73
109	53621.5286	-0.46	109	53621.5289	-0.66
110	53621.5308	-0.48	110	53621.5311	-0.64
111	53621.5324	-0.46	111	53621.5327	-0.62
112	53621.5345	-0.48	112	53621.5348	-0.63
113	53621.5361	-0.40	113	53621.5364	-0.63

**Ek. 10** VZ Psc'nin 30.10.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri

<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMB</b>	<b>No</b>	<b>HJD+2400000</b>	<b>DMV</b>
1	53674.2500	-0.33	1	53674.2503	-0.54
2	53674.2518	-0.35	2	53674.2521	-0.57
3	53674.2539	-0.35	3	53674.2542	-0.55
4	53674.2558	-0.39	4	53674.2561	-0.53
5	53674.2578	-0.41	5	53674.2581	-0.55
6	53674.2595	-0.41	6	53674.2598	-0.54
7	53674.2619	-0.40	7	53674.2623	-0.53
8	53674.2644	-0.47	8	53674.2647	-0.68
9	53674.2666	-0.45	9	53674.2669	-0.67
10	53674.2684	-0.48	10	53674.2688	-0.65
11	53674.2705	-0.46	11	53674.2708	-0.65
12	53674.2723	-0.44	12	53674.2726	-0.61
13	53674.2753	-0.47	13	53674.2756	-0.60
14	53674.2770	-0.48	14	53674.2773	-0.60
15	53674.2790	-0.47	15	53674.2793	-0.61
16	53674.2806	-0.56	16	53674.2809	-0.62
17	53674.2826	-0.54	17	53674.2830	-0.62
18	53674.2843	-0.47	18	53674.2846	-0.59
19	53674.2868	-0.47	19	53674.2871	-0.62
20	53674.2887	-0.48	20	53674.2890	-0.60
21	53674.2908	-0.47	21	53674.2911	-0.60
22	53674.2928	-0.49	22	53674.2931	-0.66
23	53674.2948	-0.47	23	53674.2951	-0.67
24	53674.2971	-0.43	24	53674.2974	-0.59
25	53674.2993	-0.43	25	53674.2996	-0.63
26	53674.3018	-0.46	26	53674.3021	-0.66
27	53674.3049	-0.44	27	53674.3052	-0.65
28	53674.3066	-0.40	28	53674.3069	-0.60
29	53674.3088	-0.41	29	53674.3091	-0.60
30	53674.3105	-0.39	30	53674.3108	-0.58
31	53674.3127	-0.40	31	53674.3130	-0.59
32	53674.3149	-0.37	32	53674.3152	-0.55
33	53674.3168	-0.38	33	53674.3171	-0.54
34	53674.3185	-0.39	34	53674.3188	-0.58
35	53674.3204	-0.37	35	53674.3207	-0.58
36	53674.3221	-0.33	36	53674.3224	-0.55
37	53674.3243	-0.37	37	53674.3246	-0.51
38	53674.3259	-0.32	38	53674.3262	-0.53
39	53674.3290	-0.34	39	53674.3293	-0.52
40	53674.3322	-0.34	40	53674.3325	-0.58
41	53674.3361	-0.31	41	53674.3364	-0.49
42	53674.3380	-0.31	42	53674.3383	-0.48
43	53674.3398	-0.28	43	53674.3401	-0.48
44	53674.3417	-0.28	44	53674.3421	-0.49
45	53674.3437	-0.30	45	53674.3440	-0.47
46	53674.3457	-0.30	46	53674.3460	-0.49
47	53674.3473	-0.29	47	53674.3476	-0.50
48	53674.3493	-0.30	48	53674.3496	-0.49

**EK 10.** VZ Psc'ın 30.10.2005 tarihinde gözlenen B ve V Bandında alınan differansiyel parlaklık değerleri (Devam)

49	53674.3510	-0.31	49	53674.3513	-0.48
50	53674.3530	-0.32	50	53674.3533	-0.52
51	53674.3546	-0.30	51	53674.3549	-0.55
52	53674.3566	-0.35	52	53674.3569	-0.54
53	53674.3583	-0.33	53	53674.3586	-0.48
54	53674.3609	-0.35	54	53674.3612	-0.51
55	53674.3628	-0.37	55	53674.3632	-0.55
56	53674.3647	-0.34	56	53674.3651	-0.54
57	53674.3664	-0.40	57	53674.3667	-0.54
58	53674.3687	-0.41	58	53674.3690	-0.56
59	53674.3703	-0.39	59	53674.3706	-0.61
60	53674.3741	-0.44	60	53674.3744	-0.61
61	53674.3760	-0.43	61	53674.3764	-0.59
62	53674.3776	-0.43	62	53674.3779	-0.57
63	53674.3796	-0.43	63	53674.3799	-0.59
64	53674.3812	-0.42	64	53674.3815	-0.62
65	53674.3832	-0.41	65	53674.3835	-0.65
66	53674.3847	-0.45	66	53674.3851	-0.70
67	53674.3867	-0.46	67	53674.3870	-0.74
68	53674.3883	-0.44	68	53674.3886	-0.66
69	53674.3904	-0.46	69	53674.3907	-0.69
70	53674.3923	-0.46	70	53674.3926	-0.68
71	53674.3946	-0.48	71	53674.3949	-0.66
72	53674.3963	-0.44	72	53674.3966	-0.80
73	53674.3982	-0.47	73	53674.3985	-0.83
74	53674.3998	-0.48	74	53674.4001	-0.65
75	53674.4020	-0.48	75	53674.4023	-0.65
76	53674.4036	-0.51	76	53674.4039	-0.69
77	53674.4063	-0.50	77	53674.4067	-0.69
78	53674.4084	-0.51	78	53674.4087	-0.70
79	53674.4132	-0.52	79	53674.4135	-0.60

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı :** Didem ÇINAR

**Doğum Yeri :** Elazığ

**Doğum Tarihi :** 17.06.1980

**Yabancı Dili :** İngilizce

**Öğrenim Durumu :**

Lise : Başkent Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı) (1994-1998)

Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri  
Bölümü (1998-2003)

Yüksek lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay  
Bilimleri (2004 Şubat – 2007 Şubat)

### **Katıldığı Bilimsel Toplantılar**

XI. Ulusal Astronomi Toplantısı (Dinleyici), 1999.

XII. Ulusal Astronomi Toplantısı (Dinleyici), 2002.

IV. Astronomi Günleri (Dinleyici), 2002.

Amatör Astronomi Sempozyumu (Dinleyici), 2005.

### **Yayınlar:**

Şenavcı, H. V., Tanrıverdi, T., Elmaslı, A., Kılıçoğlu, T., **Çınar, D.**, Sipahioğlu, S., Alan, N., Çolak, T., Yılmaz, M., Uluş, N.D., Baştürk, Ö., Çalışkan, Ş., Aydın, G., Ekmekçi, F., Albayrak, B., Selam, S.O. 2007. Photoelectric minima of some eclipsing binary stars. IBVS, 5754.

Albayrak, B., Yüce, K., Selam, S. O., Tanrıverdi, T., Okan, A., **Çınar, D.**, Topal, S., Özgür, E., Şener, H. T., Ergün, I., Civelek, E., 2005. Photoelectric Minima of Some Eclipsing Binary Stars. IBVS, 5649.

Aksu, O., Özavcı, I., Yüce, K., Tanrıverdi, T., Şenavcı, H. V., Yılmaz, M., Kara, A., Kaya, F., Helvacı, M., Çetintaş, C., **Çınar, D.**, Özuyar, D., Baştürk, Ö., Aydın, E., Atlagan, Ö., Şener, H. T., Kabadayı, Ö., Yelkenci, K., Evin, B., 2005. Photoelectric minima of Some Eclipsing Binary Stars. IBVS, 5588.

Tanrıverdi, T.; Kutdemir, E., Elmaslı, A., Şenavcı, H. V., Albayrak, B., Selam, S. O., Aydın, C., Aksu, O., Bulca, I., **Çınar, D.**, Kara, A., Demirhan, M., Yılmaz, M., Çetintaş, C., Gözler, A. P., Karakaş, T., Sezgin, A. S., Turhanoglu, B., 2003. Photoelectric minima of Some Eclipsing Binary Stars. IBVS, 5407.

Selam, S. O., Albayrak, B., Şenavcı, H. V., Tanrıverdi, T., Elmaslı, A., Kara, A., Aksu, O., Yılmaz, M., Karakaş, T., **Çınar, D.**, Demirhan, M., Şahin, S., Çeviker, S., Gözler, A. P., 2003. Photoelectric minima of Some Eclipsing Binary Stars. IBVS, 5471.