

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ETKİLEŞEN BİR ÇİFT YILDIZIN IŞIK EĞRİSİ GÖZLEMİ VE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selami KALKAN

Fizik Anabilim Dalı

**EYLÜL 2012
SAMSUN**



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



FİZİK ANABİLİM DALI

ETKİLEŞEN BİR ÇİFT YILDIZIN IŞIK EĞRİSİ GÖZLEMİ VE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Selami KALKAN
07210272**

Tezin Savuma Tarihi : 25 Eylül 2012

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Şehriman ATALAY
İkinci Danışman : Prof. Dr. İ. Ethem DERMAN**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalında

Selami Kalkan Tarafından Hazırlanan

**ETKİLEŞEN BİR ÇİFT YILDIZIN IŞIK EĞRİSİ GÖZLEMİ VE
ANALİZİ**

**başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 25/09/2012 tarihinde yapılan sınav ile
YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.**

Başkan : Prof. Dr. İ. Ethem DERMAN
Ankara Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet ERDÖNMEZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. İsmet ŞENEL
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Doç. Dr. Nazan OCAK İSKELELİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Şehriman ATALAY
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

..../..../...2012

Prof. Dr. Recep TAPRAMAZ

Enstitü Müdürü

ETKİLEŞEN BİR ÇİFT YILDIZIN IŞIK EĞRİSİ GÖZLEMİ VE ANALİZİ

ÖZ

Bu çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi'nde 36 cm çaplı MEADE 14" LX200GPS teleskop ve ona bağlı SBIG STL-4020M CCD kamera ile 2MASS J00532822+2536229 sisteminin B, V, R ve I filtrelerindeki gözlemleri yapılmıştır. Sistemin gözlemlerinden elde edilen 8 minimum zamanı ve ROTSE kataloğundaki gözlem verilerinden elde edilen 2 minimum zamanı ile birlikte O-C analizlerinden geçirilerek, gözlenen sistem için yeni ışık elemanları hesaplanmıştır.

Hesaplanan yeni ışık elemanları ile 2MASS J00532822+2536229 sistemin ilk ışık eğrisi analizi yapılmıştır. Işık eğrilerinin analizi Phoebe programı kullanılarak gerçekleştirilmiş, sistemin i , q , T_1 ve T_2 parametreleri hesaplanmıştır.

Analizler sonucunda 2MASS J00532822+2536229 sisteminin W UMa türü bir örten çift yıldız sistemi olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Örten çift yıldız sistemleri, Işık eğrisi analizi, Dönem analizi, 2MASS J00532822+2536229

THE OBSERVATION AND LIGHT CURVE ANALYSIS OF AN INTERACTING BINARY STARS

ABSTRACT

In this study, observations of 2MASS J00532822+2536229 system in B, V, R and I filters were made using a 36 cm MEADE 14" LX200GPS telescope attached to SBIG STL-4020 CCD camera at Ondokuz Mayıs University Observatory. O-C analysis of 8 minimum times obtained from observation of the system and 2 minimum times obtained from observation data in ROTSE catalog were performed and new light elements for observed system were calculated.

Initial light curve analysis of 2MASS J00532822 +2536229 system was done through calculated new light element. Light curve analysis was performed using a Phoebe program, and i , q , T_1 and T_2 parameters of the system were calculated.

As a result of the analysis, it was revealed that 2MASS J00532822 +2536229 was an W-UMa type eclipsing binary star system.

Keywords: Eclipsing binary stars, Light curve analysis, Period analysis, 2MASS J00532822+2536229

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamı yönlendiren, bana destek ve yol gösterici olan, sorularıma sabırla cevap veren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen çok değerleri hocalarım Prof. Dr. Ethem DERMAN ve Yrd. Doç. Dr. Şehriman ATALAY'a teşekkür ederim.

Ondokuz Mayıs Üniversitesinde astronomi alanında çalışmaların başlamasına olanak sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Ahmet ERDÖNMEZ'e teşekkür ederim.

Gözlemevindeki çalışmalarımda her zaman yanımda olan Ali ASLANTÜRK'e, tez çalışmamda yardımcı olan Zahide TERZİOĞLU ve Gökhan GÖKAY'a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, ilgi ve desteklerini hep hissettiğim aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Öz	i
Abstract	ii
Teşekkür	iii
İçindekiler	iv
Simge ve Kısaltmalar	vi
Şekiller Listesi	vii
Çizelgeler Listesi	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Çift Yıldızlar	2
2.2. Örtlen Çift Yıldızlar	3
2.2.1. Örtlen Çift Yıldızlarda Işık Eğrisi	5
2.2.1.1. Parlaklık Birimi (Kadir)	5
2.2.1.2. Güneş-merkezli Jülyen Günü (Heliocentric Julian Day (HJD))	6
2.2.1.3. Evre Hesabı	7
2.2.1.4. Minimumlar	8
2.2.2. Örtlen Çift Yıldızların Işık Eğrilerine Göre sınıflandırılması	9
2.2.2.1. Algol Türü Örtlen Çift Yıldızlar (EA)	9
2.2.2.2. β Lyrae Türü Örtlen Çift Yıldızlar (EB)	10
2.2.2.3. W Uma Türü Örtlen Çift Yıldızlar (EW)	10
2.3. Işık Eğrisine Etki Eden Faktörler	12
2.3.1. Kenar Kararması	13
2.3.2. Çekim Kararması	14
2.3.3. Basıklaşma ve Armutlaşma	14
2.3.4. Yansıma (Albedo)	15
2.4. Roche Modeli ve Roche Modeline Göre Yıldızların Sınıflandırılması	15
2.4.1. Ayırık Çift Yıldızlar	17
2.4.2. Yarı Ayırık Çift Yıldızlar	18
2.4.3. Değen Çift Yıldızlar	18
2.4.4. Aşırı Değen Çift Yıldızlar	19
2.5. Örtlen Çift Yıldızlarda Dönem Analizi	20
2.5.1. Gözlemcinin Yaptığı Hatalar	21
2.5.2. Sistemin Yörünge ve Fiziksel Özelliklerinden Kaynaklanan Değişimler	23
2.5.2.1. Kütle Aktarımı	23
2.5.2.2. Üçüncü Cisim Etkisi	24
2.5.2.3. Manyetik Aktivite	25
2.5.2.4. Eksen Dönmesi	25
2.6. Gözlem Verilerin İşlenmesi	26
2.6.1. Bias Görüntüleri	26
2.6.2. Dark Görüntüleri	27
2.6.3. Flat Görüntüleri	28
2.7. Phoebe (PHysics Of Eclipsing BinariEs) Işık Eğrisi Analizi Programı	30
3. MATERYEL VE YÖNTEM	32
3.1. Materyal	32
3.1.1. Teleskop	32
3.1.2. CCD (Charge Coupled Devices)	33

3.1.3.	Filtre Seti	34
3.1.4.	Gözlem Tarihleri Ve Görüntü Sayıları	35
3.1.5.	Yıldız Haritası	36
3.2.	Yöntem	36
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1.	2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminin Dönem Analizi ..	39
4.2.	2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminin Işık Eğrileri	40
4.3.	2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminde Optik Bileşen Etkisi	44
4.4.	2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminde Işık Eğrisi Analizi	46
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	56
	KAYNAKLAR	57
	EKLER	59
	ÖZGEÇMİŞ	78

SİMGE VE KISALTMALAR

JD	Jülyen günü
<i>HJD</i>	Güneş merkezli jülyen günü
T_0	Başlangıç minimum zamanı
M_1, M_2	Sırasıyla baş ve yoldaş bileşenin kütlesi
T_1, T_2	Sırasıyla baş ve yoldaş bileşenin etkin sıcaklıkları
R_1, R_2	Sırasıyla baş ve yoldaş bileşenin yarıçapları
$q(=m_2/m_1)$	Kütle oranı
α	Yıldızın sağ açıklığı
δ	Yıldızın dik açıklığı
g	Yüzey çekim ivmesi
x	Kenar kararma katsayısı
A	Bolometrik albedo
nm	10^{-9} metre
$i(^{\circ})$	Yörünge düzleminin bakış doğrultumuza dik düzlem ile yaptığı açısı
a	Yörünge yarı büyük eksen uzunluğu
EA	Algol türü örten çift yıldız sistemi
EB	β Lyr türü örten çift yıldız sistemi
EW	W UMa türü örten çift yıldız sistemi
$P(\text{gün})$	Sistemin yörünge dönemi
I	Yıldızın merkezinden salınan ışınım şiddeti
I_C	Yıldızın kenarlarından salınan ışınım şiddeti
m	Kadir
K	Kelvin
f	Işık Aksı
2MASS	Two Micron All-Sky Survey
CCD	Charge Coupled Devices
Phoebe	PHysics Of Eclipsing BinariEs
ROTSE	Robotic Optical Transient Search Experiment
ASAS	The All Sky Automated Survey

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Bir çift yıldız sistemi	2
Şekil 2.2.	Çift sistemin yörünge eğikliği	4
Şekil 2.3.	Denklem (2.1)'in açıklaması	4
Şekil 2.4.	Yıldızın ışığının Yer'in yörüngesi üzerindeki konuma göre ulaşma süresi	6
Şekil 2.5.	Tam tutulma olan çift yıldız sistemi	8
Şekil 2.6.	Parçalı tutulma olan çift yıldız sistemi	8
Şekil 2.7.	Algol türü çift sistem ve ışık eğrisi (Molik, 1998)	9
Şekil 2.8.	β Lyrae Türü çift sistem ve ışık eğrisi (Molik, 1998)	10
Şekil 2.9.	W Uma türü çift yıldız ve ışık eğrisi (Molik, 1998)	11
Şekil 2.10.	Kenar kararına etkisi	13
Şekil 2.11.	Dönme ve çekim etkisiyle oluşan armutlaşan yıldız modeli	14
Şekil 2.12.	Bir çift yıldız sistemi için Roche eş potansiyel yüzeyleri	16
Şekil 2.13.	Bir çift yıldız sistemi için Roche eş potansiyel yüzeylerinin düzlemdeki izdüşümü	16
Şekil 2.14.	Ayrık çift yıldızlar	17
Şekil 2.15.	Yarı ayrık çift yıldızlar	18
Şekil 2.16.	Değen çift yıldızlar	19
Şekil 2.17.	Aşırı değen çift yıldızlar	19
Şekil 2.18.	T_0 ve P değerleri doğru olması durumunda $O-C$ grafiğinde veri dağılımı	20
Şekil 2.19.	$O-C$ grafiğinde P hatası	22
Şekil 2.20.	$O-C$ grafiğinde T_0 hatası	21
Şekil 2.21.a.	$O-C$ grafiğinde P ve T_0 hatası (I. Durum)	22
Şekil 2.21.b.	$O-C$ grafiğinde P ve T_0 hatası (II. Durum)	22
Şekil 2.22.	Kütle aktarımı olan sistemde $O-C$ grafiği	24
Şekil 2.23.	Üçüncü cisim etkisi olan sistemde $O-C$ grafiği	25
Şekil 2.24.	Eksen dönmesi olan sistemde $O-C$ grafiği	26
Şekil 2.25.	Bias görüntüsü (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi, 2011)	27
Şekil 2.26.	Dark görüntüsü (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi, 2011)	28
Şekil 2.27.	Flat görüntüsü (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi, 2011)	29
Şekil 3.1.	Schmidt-Cassegrain türü teleskopun çalışma prensibi	33
Şekil 3.2.	Bessell fotometrik filtre setinin dalgaboyuna karşılık yüzde geçirgenlik değerleri	34
Şekil 3.3.	Yıldız sisteminin GUIDE programından elde edilen yıldız haritası	36
Şekil 3.4.	Değişen, mukayese ve denet yıldızlarının gökyüzündeki konumları	37
Şekil 4.1.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin $O-C$ grafiği	40
Şekil 4.2.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B filtresi ışık eğrisi	41
Şekil 4.3.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin V filtresi ışık eğrisi	41
Şekil 4.4.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin R filtresi ışık eğrisi	42
Şekil 4.5.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin I filtresi ışık eğrisi	42

Şekil 4.6.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin normal noktaları ile elde edilen ışık eğrisi	43
Şekil 4.7.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin normal noktaları ile elde edilen ışık eğrisi	44
Şekil 4.8.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminde optik bileşen	44
Şekil 4.9.	Maxim DL programı ile akı değerlerinin ölçümü	45
Şekil 4.10.	(<i>i-q</i>) taraması grafiği	47
Şekil 4.11.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	49
Şekil 4.12.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin V filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	49
Şekil 4.13.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin R filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	50
Şekil 4.14.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin I filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	50
Şekil 4.15.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B filtresi gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	51
Şekil 4.16.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin V filtresi gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	51
Şekil 4.17.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin R filtresi gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	52
Şekil 4.18.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin I filtresi gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri	52
Şekil 4.19.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli	53
Şekil 4.20.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0.25 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli	53
Şekil 4.21.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0.5 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli	54
Şekil 4.22.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0.75 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli	54

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1.	Kadir ölçeğine göre bazı görünür parlaklıklar	5
Çizelge 2.2.	W UMa türü yıldızların alt türleri olan A ve W- türlerinin özellikleri	12
Çizelge 3.1.	MEADE 14" LX200GPS teleskopun özellikleri	33
Çizelge 3.2.	SBIG STL-4020M CCD kameranın özellikleri	34
Çizelge 3.3.	Custom Scientific UBVRI Bessell fotometrik filtre setinin etkin dalgaboyları	35
Çizelge 3.4.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin gözlem bilgileri	35
Çizelge 3.5.	Değişen, mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler	37
Çizelge 4.1.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin gözlemlerinden elde edilen minimum zamanları	39
Çizelge 4.2.	ROTSE veri tabanından elde edilen minimumlar	39
Çizelge 4.3.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin hesaplanan yeni ışık elemanları	40
Çizelge 4.4.	Maxim DL programı ile ölçülen akı değerleri	45
Çizelge 4.5.	Optik bileşenin, çift sistemin ışığına yüzde katkısı	46
Çizelge 4.6.	İkinci bileşen üzerine eklenen leke parametreleri	46
Çizelge 4.7.	<i>i-q</i> taraması Ki-Kare değerleri	48
Çizelge 4.8.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin ışık eğrisi analizinden elde edilen parametreler	48
Çizelge 4.9.	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin bu çalışmada elde edilen parametreleri	55
Çizelge Ek A:	2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri	59

1. GİRİŞ

İlk çağlardan beri insanlar, gökyüzüne merak duymuş, gökyüzünün değişen doğasını anlamaya çalışmışlardır. Güneş ve Ay'ın görünür hareketlerine göre takvimleri oluşturarak tarımsal faaliyetlerini ve avlanma zamanlarını belirlemişler, yıldızların konumlarına bakarak yön bulmaya çalışmışlardır. Çağlar geçtikçe, tutulmalar, meteor yağmurları, kuyruklu yıldızlar gibi dikkat çekici gök olaylarını gözlemleyen insanlar, bu olaylar hakkında kayıtlar tutmuş ve kayıtları yorumlayarak bilgileri yeni nesillere aktarmıştır. Bu bilgiler sayesinde oluşan ve gelişen astronomi bilimi, aynı zamanda matematik ve fizik gibi birçok bilim dallarının da gelişmesine neden olmuştur.

İlerleyen teknoloji ile yıldızlar üzerine yapılan araştırmalar, çıplak gözle bakıldığında gökyüzünde tek başına olduğu zannedilen yıldızların birçoğunun ikili, üçlü ya da çoklu sistemlerden oluştuğunu göstermektedir. Birbirlerine kütle çekim kuvvetiyle bağlı ve ortak kütle merkezi etrafında yörünge hareketi yapan, iki veya daha çok yıldızdan oluşmuş çift yıldız sistemleri, tek yıldızlara kıyasla daha çok bilgi sunmaları bakımından astronomi çalışmalarında büyük bir öneme sahiptirler (Özbek, 2006). Örneğin herhangi bir gök cisminin kütlelerini doğrudan ölçebilmek için, en az iki cisim arasında ölçülebilen bir kütle çekim kuvvetinin varlığı gerekir. Kütle, yıldızların evriminin anlaşılabilmesi bakımından temel parametre olduğundan dolayı çift yıldızlar yardımıyla bileşen yıldızların kütleleri, bu sayede de evrim durumları hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Çift yıldız sistemlerinin bir alt türü olan örten değişen yıldızlar, yörünge düzlemlerinin bakış doğrultumuzla yaptıkları açının uygun olması durumunda bileşen yıldızlar örtme veya örtülme gösterirler (Gürsoytark, 2010). Bu durum sonucu yıldız sisteminin toplam parlaklığında dönemli değişim gözlenir. Örten değişen yıldızlarda, parlaklığının zamana göre değişimine sistemin ışık eğrisi denir. Işık eğrisinin matematiksel çözümlenmesiyle çifti oluşturan yıldızların kütleleri, yarıçapları, ışıyım güçleri ve yörünge eğikliği yanında, yıldızların küresel yapıdan sapma miktarları gibi parametreleri de bulunabilmektedir.

Bu çalışmada 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin fotometrik gözlemleri yapılarak gözlem verilerinden ışık eğrisi çıkarılmıştır. Işık eğrisi analizleri sonucu yıldız sisteminin parametreleri hesaplanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çift Yıldızlar

Çift yıldızlar, kütle çekim kuvvetleri ile birbirlerine bağlı olan ve kütle merkezi etrafında Kepler yasalarına göre yörünge hareketi yapan en az iki yıldızdan oluşan sistemlerdir. Yıldızların %85'inin çift sistem olduğu yapılan istatistiksel çalışmalarla ortaya konmuştur (Heintz, 1969). Şekil 2.1'de bir çift yıldız sisteminin temsili görüntüsü verilmektedir.



Şekil 2.1. Bir çift yıldız sistemi

Çift yıldız sistemlerinde bileşen yıldızların kütleleri, yarıçapları, ışınım güçleri gibi parametreler hesaplanabilmektedir. Bu nedenle çift yıldız sistemleri, yıldızlarının birbirleri ile karşılaştırılmalarında, evrim yollarının belirlenmesinde, evrenin yapısını belirlemede büyük öneme sahiptir (Çınar, 2007). Bazı çift yıldız sistemlerinde bileşen yıldızları birbirlerine o kadar yakındır ki, bileşen yıldızları kütle alışverişinde bulunarak evrimlerinin değişmesine neden olabilmektedir. Bazı sistemlerde ise bileşen yıldızlar birbirlerinden çok uzakta bulunurlar, bu tür sistemlerde yıldızların her birini tek yıldız gibi incelemek mümkündür.

Çift yıldız sistemlerinin yardımıyla belirlenen parametreler ile tek yıldızların fiziksel özellikleri de belirlenebilmekte ve aynı zamanda nova, süpernova, beyaz cüce, nötron yıldızı, pulsar ve hatta kara delik gibi ilginç gök cisimleri hakkındaki bilgiye üyesi oldukları çift yıldız sistemlerinden ulaşılabilmektedir.

Çift yıldızlar genellikle keşfedildikleri gözlem yöntemlerine göre; “görsel çift yıldızlar”, “tayfsal çift yıldızlar” ve “örtlen çift yıldızlar” olarak sınıflandırılırlar.

Görsel çift yıldızlar: Uygun teleskoplarla bakıldığında bileşen yıldızları ayrı ayrı görülebilen çiftlerdir. Çiftlerden daha parlak olan bileşene baş yıldız, diğer bileşene ise yoldaş yıldız denir.

Tayfsal Çift Yıldızlar: Bileşenleri birbirine çok yakın çift yıldızlar olup teleskop ile tek bir yıldız gibi görünen sistemlerdir. Çift oldukları ancak tayflarının incelenmesi ile anlaşılabilirlerdir.

Örten Çift Yıldızlar: Yörünge düzlemlerinin bakış doğrultumuzla yaptıkları açının uygun olması durumunda bileşen yıldızlarının örtme veya örtülme gösterdiği sistemlerdir.

Teleskopla bakıldığında birbirine çok yakın görünen, fakat çekimsel olarak birbirine bağlı olmayan yıldızlar da vardır. Yani iki yıldızdan biri diğerinden çok uzakta olmasına rağmen izdüşümlerinden dolayı birbirlerine yakın olarak gözükürler. Bunlara "optik çift yıldızlar" adı verilir. Optik çift yıldızlar aslında gerçek bir çift yıldız değil, bakış doğrultumuza göre çift yıldızmış gibi gözükürler.

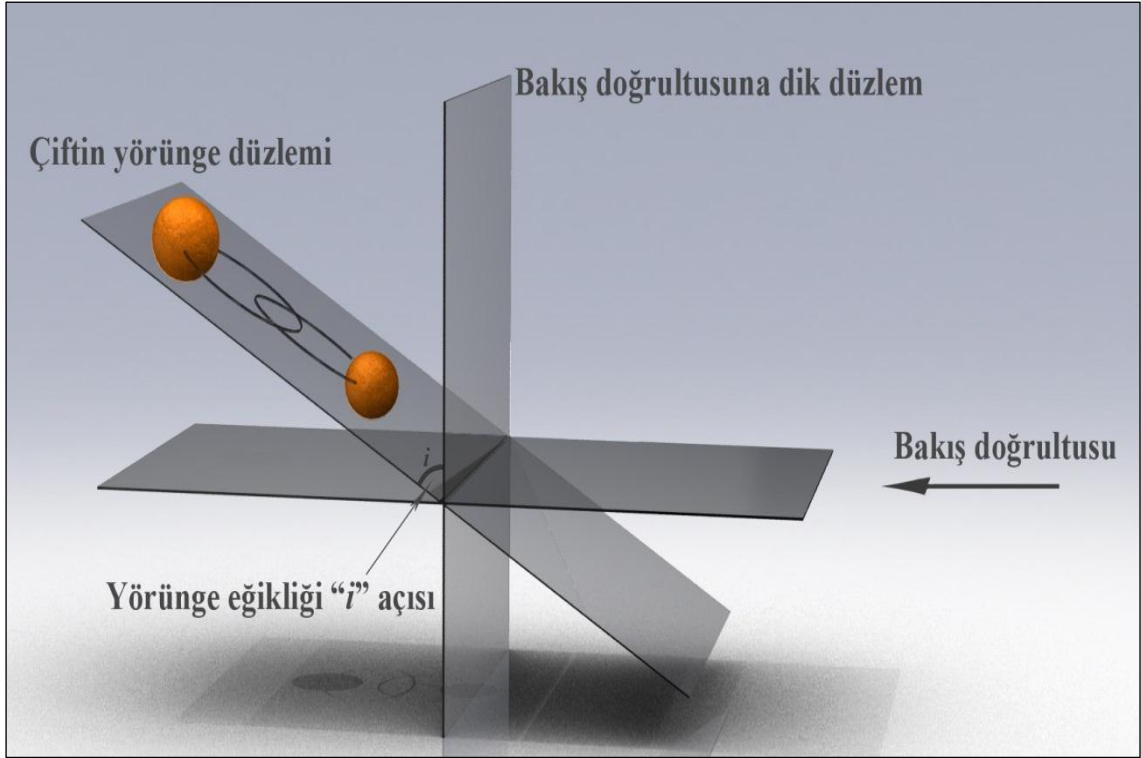
2.2. Örten Çift Yıldızlar

Örten çift yıldız sistemleri, kütle çekim kuvvetleri ile birbirlerine bağlı ve kütle merkezi etrafında Kepler yasalarına göre yörünge hareketi yapan en az iki yıldızdan oluşan sistemin, yörünge eğiminin uygun olması durumunda, bileşenlerinin dönemli olarak birbirlerini örtmeleri sonucu ışık değişimi gösteren yıldız sistemleridir (Saguner, 2007).

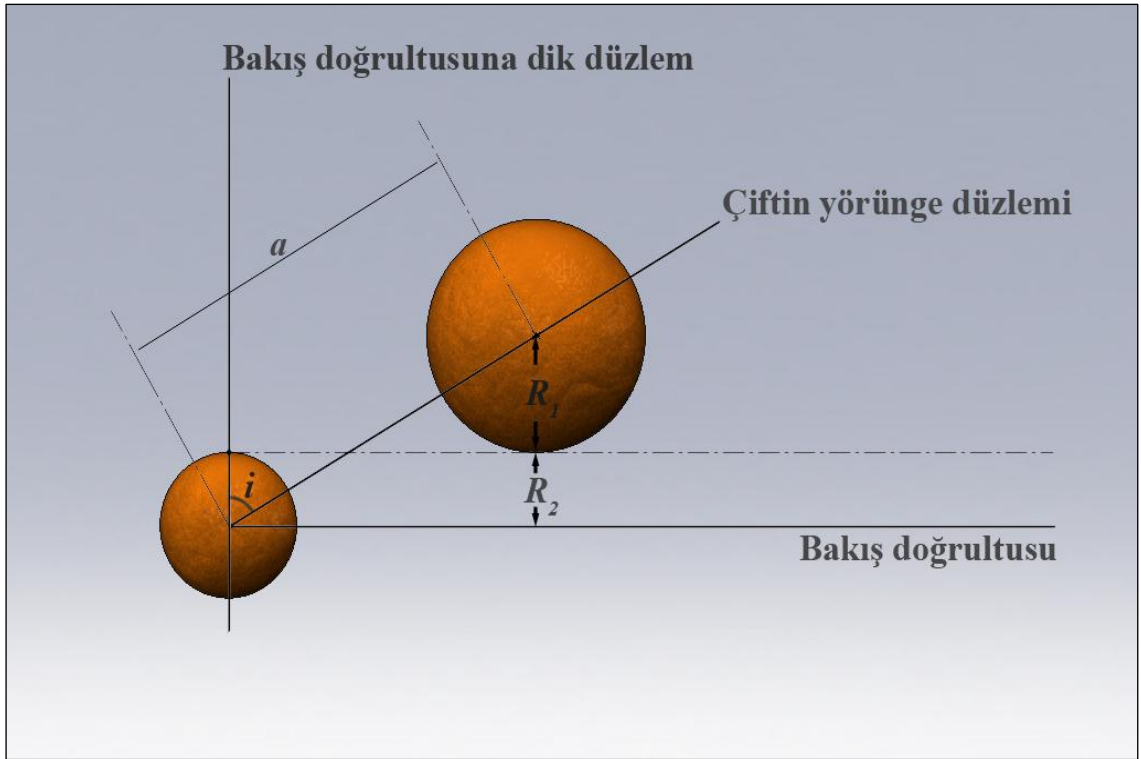
Örten çift yıldız sistemlerinde bileşen yıldızların birbirlerini örtebilmesi, çift sistemin yörünge düzleminin gözlemciye göre uzaydaki konumuna, sistemi oluşturan yıldızların arasındaki uzaklığa ve yıldızların yarıçaplarına bağlıdır (Şekil 2.2, Şekil 2.3). Örten çift yıldız sistemlerinde tutulma koşulu, i yörünge eğim açısı, R_1 ve R_2 bileşen yıldızların yarıçapları ve a bileşenler arası uzaklık olmak üzere;

$$|\sin(90 - i)| = |\cos(i)| \leq \frac{R_1 + R_2}{a} \quad (2.1)$$

olarak verilir. Tutulma koşulunu sağlayan örten çift yıldız sistemleri, bir yörünge dönemi boyunca örtme ve örtülme göstereceğinden sistemin gözlenen parlaklığı zamana göre değişim gösterecektir.



Şekil 2.2. Çift sistemin yörünge eğikliği



Şekil 2.3. Denklem (2.1)'in açıklaması

2.2.1. Örten Çift Yıldızlarda Işık Eğrisi

Örten çift yıldız sisteminin ışık eğrisi, sistemin parlaklığının zamana göre değişimidir. Işık eğrilerinde parlaklık birimi kadir, zaman birimi ise Güneş-merkezli Jülyen Günü (Heliocentric Julian Day (HJD)) olarak alınır.

2.2.1.1. Parlaklık Birimi (Kadir)

Kadir birimi ilk olarak M.Ö.120'de Yunanlı gökbilimci Hipparchus tarafından kullanılmıştır. Hipparchus çıplak gözle görebildiği yıldızların parlaklıklarını beş aralığa bölerek; en parlak yıldız birinci kadir, en sönük yıldız altıncı kadir olarak sınıfladı. 1800'lü yıllarda gökbilimciler, bu eski sınıflandırmayı biraz daha iyileştirerek, birinci kadirden bir yıldızın parlaklığının, altıncı kadir parlaklıktaki bir yıldızdan 100 kez daha parlak olduğunu belirlediler. Parlaklık birimi kadir değeri küçüldükçe yıldızın parlaklığı arttığı için, birinci kadirden daha parlak yıldızlar negatif değerler almaktadır. Teleskoplarla altıncı kadirden çok daha sönük yıldızlar gözükabilmektedir. Örneğin Hubble Uzay Teleskopu gibi çok büyük teleskoplar yirmi dokuzuncu kadirdeki sönük cisimleri görebilirler. Kadir birimi, rakamın üzerine yazılan m harfi ile gösterilir. Çizelge 2.1'de kadir ölçeğine göre bazı görünür parlaklıklar verilmektedir.

Çizelge 2.1. Kadir ölçeğine göre bazı görünür parlaklıklar

Güneş	-26 ^m .5
Dolunay	-12 ^m .5
Venüs	-4 ^m .4
Sirius	-1 ^m .4
Vega	0 ^m .0
Kutup yıldızı	+2 ^m .0
Çıplak gözle görme sınırı	+6 ^m .0
15 cm çaplı teleskopla görme sınırı	+13 ^m .0
5 m çaplı teleskopla fotografik görme sınırı	+24 ^m .0
Hubble Uzay Teleskopu fotografik görme sınırı	+29 ^m .0

2.2.1.2. Güneş-merkezli Jülyen Günü (Heliocentric Julian Day (HJD))

Jülyen günü (JD), M.Ö. 1 Ocak 4713 tarihinin öğlen Evrensel Zamanından (UT–Universal Time) başlayarak, bundan sonra geçen tam gün sayımından oluşmaktadır. Burada yıl, ay ve hafta kullanılmadan her geçen gün bir tamsayı ile belirtilmiş ve günün saat, dakika, saniye zamanı o zamana karşılık gelen gün kesri olarak tam sayı ile toplanmaktadır. Örneğin 16 Ağustos 1947 saat: 12:30:13’ü Jülyen gününe çevirirsek, M.Ö. 1 Ocak 4713 öğlen saatinden sonra geçen tam gün sayısı 2432414’tür. Öğlen saatinden itibaren geçen 1813 saniye, bir tam gündeki 86400 saniye ile oranlanarak gün kesri 0.02098 bulunur. Sonuç olarak 16 Ağustos 1947 saat: 12:30:13’ün JD karşılığı, 2432414.02098 bulunur.

HJD, Güneş merkezine göre hesaplanan Jülyen günüdür ve bu nedenle de normal Jülyen gününden ± 8.3 dakika aralığında farklılık gösterir. Bu fark, Güneş ışığının yeryüzüne ulaşması için geçen zamandan kaynaklanmaktadır. Gözlemler sırasında kaydedilen zaman, yıldızdan gelen ışığın yeryüzüne ulaştığı zamana ait olacağı için JD olarak kaydedilir. Fakat yıldızın ışığının yere gelme zamanı, Dünya’nın Güneş yörüngesi üzerindeki konumuna bağlı olarak farklılıklar gösterecektir (Şekil 2.4). Zamana bağlı değişimlerin gözlemi yapıldığı için, değişimlerin ortak bir noktaya ulaşması durumunda karşılaştırma yapmak daha doğru olacaktır.



Şekil 2.4. Yıldız ışığının Yer’in yörüngesi üzerindeki konuma göre ulaşma süresi

Yapılan gözlemlerin Dünya'daki diğer araştırmacıların gözlemleriyle karşılaştırılabilmesi veya bizim gözlemlerimizin diğer araştırmacılar tarafından kullanılabilmesi için, gözlem zamanını Güneş merkezine indirgenerek yerel konumdan bağımsız hale getirilir.

HJD, öğle vakti başlayıp öğle vakti bittiği için gecenin ortasında takvim gününü değiştirmemesi, tek rakam ile gün, ay, yıl, saat, dakika ve saniyeyi ifade edebilmesi, Dünya'nın tüm bölgelerinde aynı yıldız üzerindeki gözlemleri rahatça birbirleri ile karşılaştırabilme olanağı sağlaması bakımından astronomiyle ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır.

Dönemli (periyodik) olarak değişim gösteren sistemlerin ışık eğrisi için, evreye karşılık parlaklık grafiği çizilerek aynı sisteme ait farklı zamanlarda yapılan birçok gözlem tek bir grafik üzerinde gösterilir.

2.2.1.3. Evre Hesabı

Eğer çift yıldız sisteminin ışığı dönemli olarak değişim gösteriyorsa, değişimin her bir dönemi tekrarlanan bir olay olarak alınır. Her bir dönem üst üste bindirilerek, tüm dönemler 0 ile 1 aralığında olan ondalıklı değerlerden oluşacak şekilde evrelendirilir. Çift yıldız sisteminin her bir evredeki ışık değişiminin doğru olarak hesaplanabilmesi için gözlemsel ışık eğrisinin evre hesabının doğru olarak hesaplanması gerekir. T_0 , HJD biriminden seçilmiş bir başlangıç zamanı ve P gün biriminde çift sistemin yörünge dönemi olmak üzere, HJD biriminden T gözlem zamanını evresi:

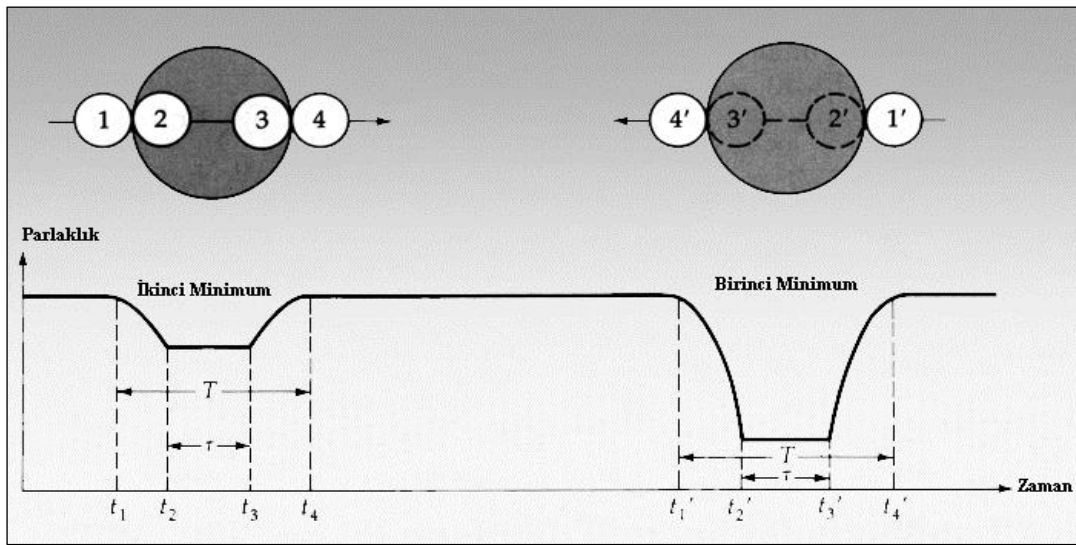
$$Evre = \frac{T-T_0}{P} - Tam\ kısım\left(\frac{T-T_0}{P}\right) \quad (2.2)$$

ifadesi ile bulunur. Burada tam kısım $\left(\frac{T-T_0}{P}\right)$, T_0 başlangıç zamanından itibaren olan dönem sayısıdır.

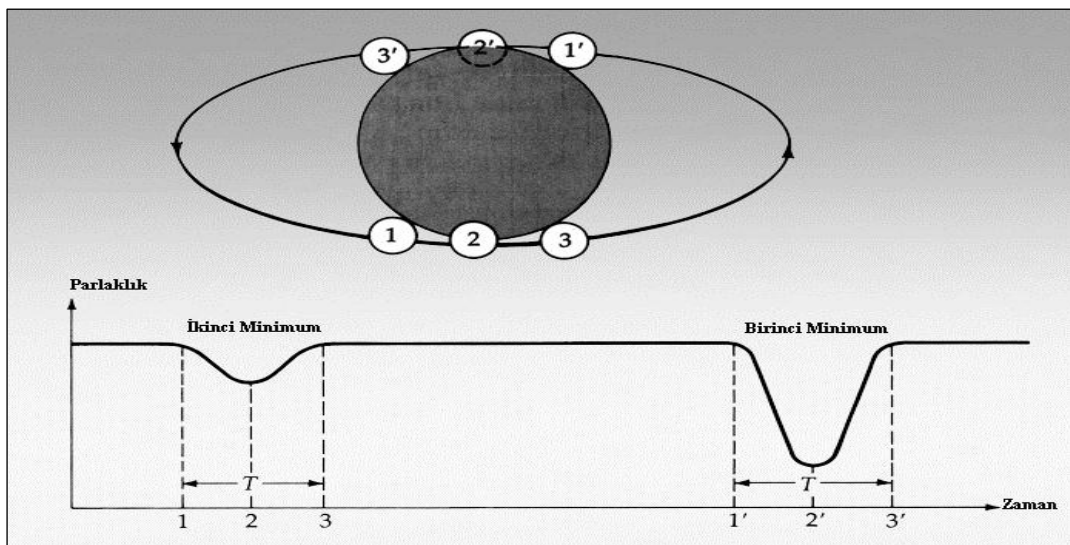
Örten çift yıldız sistemlerinde 0 evresi sistemin birinci minimum anını, 0.5 evresi ise sistemin ikinci minimum anını gösterecektir. T_0 yanlış seçilmesi durumunda ışık eğrilerinde birinci ve ikinci minimum anları olması gereken 0 ve 0.5 evrelerinde görülmeyebilir. Bu durumda çift sisteminin yeni ışık elemanlarının (T_0 ve P) yeniden hesaplanması gerekir.

2.2.1.4. Minimumlar

Örten çift yıldızların ışık eğrilerinde, farklı derinliğe sahip iki minimum izlenir. Derin olan minimum, daha parlak olan yıldızın diğer yıldız tarafından örtülmesiyle oluşur ve baş minimum ya da birinci minimum olarak adlandırılır. Daha sığ olan minimumda ise parlak olan yıldız daha sönük olan yıldızı örter ve yan minimum ya da ikinci minimum olarak adlandırılır. Şekil 2.5' te yörünge eğim açısı 90° 'ye yakın tam tutulma olan bir sistemin ve Şekil 2.6'te yörünge eğim açısından dolayı parçalı tutulma olan bir sistemin temsili görüntüsü verilmektedir.



Şekil 2.5. Tam tutulma olan çift yıldız sistemi



Şekil 2.6. Parçalı tutulma olan çift yıldız sistemi

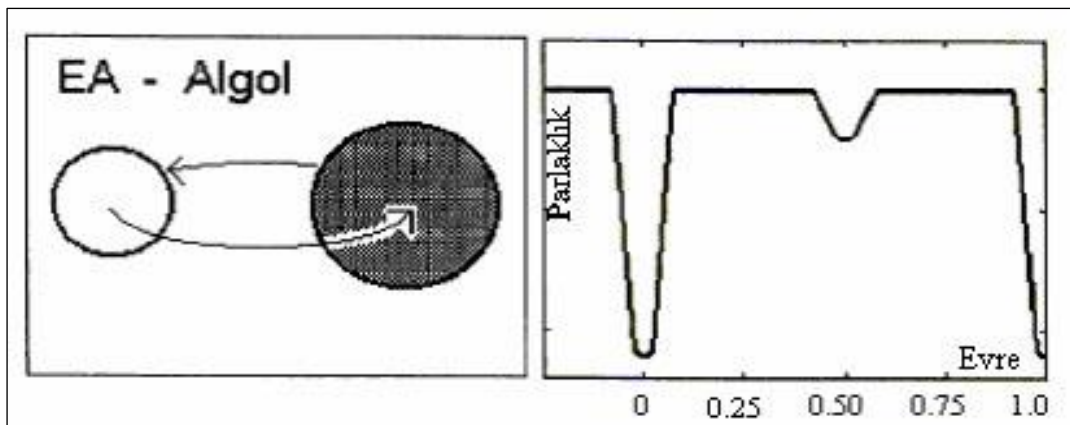
Şekilde 2.5'te görüldüğü gibi tam tutulma olan ışık eğrisinde düz minimumlar görülmektedir. Parlak bileşenin örtüldüğü birinci minimumda ve sönük bileşenin örtüldüğü ikinci minimumda bir süre sistemden alınan ışık sabittir. Bu da minimum ortasının düz olmasına neden olur. Şekil 2.6'da görüldüğü gibi parçalı tutulma gerçekleşirken sistemden alınan ışınım sürekli değiştiği görülmektedir. Bu da ışık eğrisinde sivri minimumlar oluşmasına neden olur.

2.2.2. Örten Çift Yıldızların Işık Eğrilerine Göre Sınıflandırılması

Çift oldukları sistematik ışık değişimi gözlemlerinden anlaşılan örten çift yıldızlar, ışık eğrisi biçimine göre Algol, β Lyrae ve W UMa olmak üzere üç gruba ayrılır (Selam, 2010).

2.2.2.1. Algol Türü Örten Çift Yıldızlar (EA)

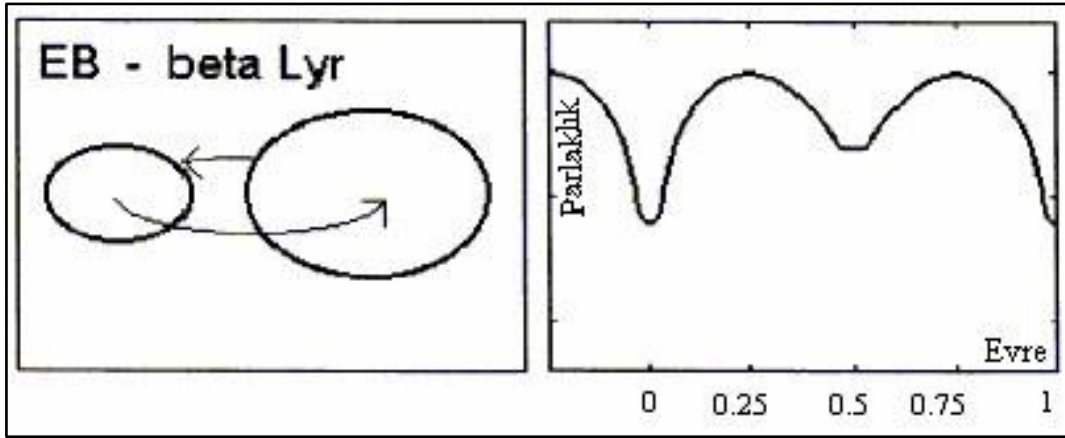
Tutulmanın dışındaki ışığı hemen hemen sabit olup birinci ve ikinci minimum arasındaki parlaklık farkı büyük olan sistemlerdir. Tutulmanın dışındaki ışığı hemen hemen sabit olması (Şekil 2.7), sistemi oluşturan bileşen yıldızların, kütle çekim etkisi ile birbirlerinin küresel yapılarını bozacak kadar yakın olmadıklarını göstermektedir. Algol türü örten çift yıldız sistemlerinde ikinci minimum ya çok sığ görülmektedir ya da hiç görülmemektedir. Bu durum sistemin bileşen yıldızları arasındaki sıcaklık farkının büyük olduğunu bir gösterir. Dönemleri 0.2 – 10000 gün gibi geniş bir aralığı kapsarken parlaklık genlikleri de çok farklı olup birkaç kadire kadar ulaşabilir (İbanoğlu, 2002).



Şekil 2.7. Algol türü çift sistem ve ışık eğrisi (Molik, 1998)

2.2.2.2. β Lyrae Türü Örten Çift Yıldızlar (EB)

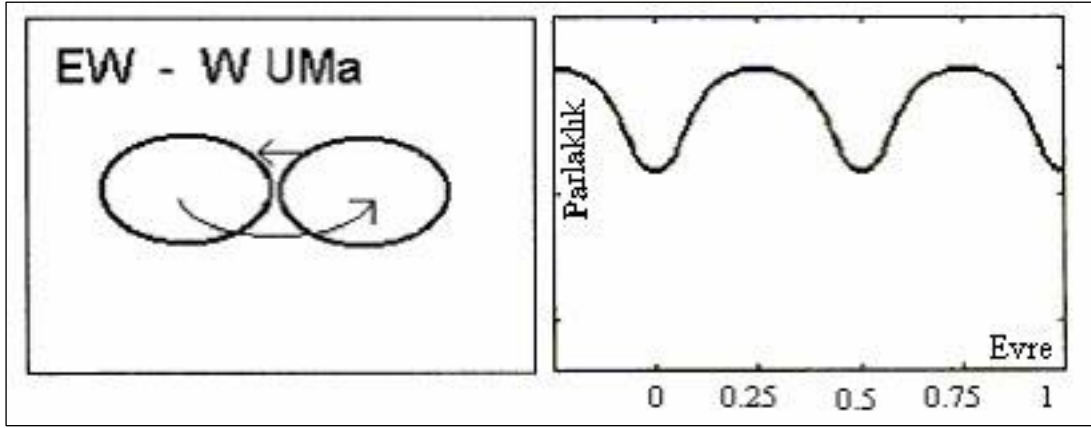
Tutulmalar dışında da eğrisel yapılı ışık değişimleri gösteren, birinci ve ikinci minimum arasındaki parlaklık farkı olan sistemlerdir. Tutulmalar dışındaki ışık değişimi, sistemi oluşturan bileşen yıldızların birbirlerine yakın olması sonucu, kütle çekim kuvveti etkisi ile biçimlerinin küresel olmamasından kaynaklanmaktadır. Küreselliği bozulmuş bileşene sahip sistemlerde, her evrede bileşen yıldızların farklı büyüklükteki alanından farklı şiddette ışınımın gözlenir. β Lyrae türü örten çift yıldız sistemlerinde, genellikle birinci minimum derin, ikinci minimum ise daha sığdır (Şekil 2.8). Minimumlar arasında farkın olması, sistemin bileşen yıldızları arasında sıcaklık farkının olduğunu gösterir. Dönemleri genellikle 1 günden uzundur.



Şekil 2.8. β Lyrae Türü çift sistem ve ışık eğrisi (Molik, 1998)

2.2.2.3. W Uma Türü Örten Çift Yıldızlar (EW)

Tutulmalar dışında da eğrisel yapılı ışık değişimleri gösteren, birinci ve ikinci minimum arasındaki parlaklık farkı birbirine çok yakın olan sistemlerdir. Tutulmalar dışındaki ışık değişimi, sistemi oluşturan bileşen yıldızların birbirlerine çok yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Birinci ve ikinci minimum arasındaki parlaklık farkının birbirine çok yakın olması (Şekil 2.9), sistemin bileşen yıldızların hemen hemen eşit yüzey sıcaklığına sahip olduğunu gösterir. W UMA türü sistemlerin yörünge dönemleri yaklaşık olarak 0.22 gün ile 1 günü biraz aşan sistemlerdir (Mochacki ve ark., 1985). Dönemlerinin kısa olması nedeniyle fotometrik gözlemleri en çok yapılan sistemlerdir.



Şekil 2.9. W Uma türü çift yıldız ve ışık eğrisi (Molik, 1998)

W UMa türü sistemlerde bileşen yıldızlar birbirlerine değme durumunda olduklarından, etkileşen sistemler olarak bakılır (Lucy, 1968a, b). Değme durumunda bulunan sistemlerde bileşenler arasında kütle alışverişi veya bir bileşenden uzaya kütle kaybı olması mümkündür. Sistemde kütle aktarımı veya kaybı olması durumunda açısal momentumun korunabilmesi için yörünge döneminde ve yörünge yarı büyük eksen uzunluğunda değişimler söz konusu olacaktır. Şayet bileşenler arasında korunumlu kütle alışverişi varsa, sistemin yörünge dönemi kısalacak, fakat bileşenlerden birinden uzaya kütle kaybı gerçekleşiyorsa, bu durumda sistemin dönemi artma gösterecektir (Huang, 1956).

Lucy (1968a, b)'e göre W UMa türü sistemlerin kısa dönemli olmaları, bileşen yıldızların birbirleri etraflarındaki yörüngesel hareketlerinin hızlı olmasını gerektirir. Bu türden sistemler üzerinde yapılan araştırmalardan (Lucy 1968a, b), bileşen yıldızların kütlelerinin birbirinden farklı olduğu bilinmektedir. Normal yıldızlar için oluşturulmuş kütle-ışınım gücü bağıntılarından, farklı kütleye sahip yıldızların farklı ışınım güçlerine sahip olması gerektiği sonucunu çıkarmak mümkündür. W UMa türü sistemlerin ışık eğrilerinde, birinci ve ikinci minimum derinliklerinin birbirine çok yakın olması, sistemin bileşen yıldızların hemen hemen eşit yüzey sıcaklığına sahip olduğunu gösterir. Farklı kütle değerlerine sahip olmalarına rağmen benzer ışınım gücü değerlerine sahip olmaları, ancak bileşen yıldızların yarıçap değerlerindeki farklılık ile açıklanabilir. Bu nedenle, yüksek sıcaklıklı küçük yarıçaplı bir yıldız, düşük sıcaklıklı fakat büyük yarıçaplı bir yıldız ile aynı ışınım gücüne sahip olabilir. Farklı kütle fakat aynı ışınım gücüne sahip bileşen yıldızlardan oluşan bir yapı şeklinde görülen bu tür sistemlerde, her iki bileşeni saran ortak bir zarfın bulunduğu düşünülmektedir (Lucy 1968a, b).

W UMa türü sistemlerde karşılaşılan bir başka durum ise O'Connell etkisi nedeniyle maksimum seviyeleri arasında parlaklık farklarının gözlenmesidir (Milone, 1968). Maksimum seviyeler arasındaki bu farklılığın temel nedeninin yıldız yüzeyinde bulunabilecek sıcak veya soğuk lekeler ile açıklanmaktadır.

Binnendijk (1970), W UMa türü sistemlerin W-türü ve A-türü olmak üzere iki alt grubu bulunduğunu belirtmiştir. W-türü sistemlerde derin olan birinci minimum daha küçük yarıçaplı ve küçük kütleli bileşenin, büyük yarıçaplı ve büyük kütleli bileşen tarafından örtülmesi sonucu ortaya çıkar. A-türü sistemlerde ise derin olan minimum küçük yarıçaplı ve küçük kütleli bileşenin, büyük kütleli ve büyük yarıçaplı bileşeni örtmesi sonucu ortaya çıkar (Binnendijk, 1970). Sistemin hangi tür bir W UMa olduğunu dikine hız eğrilerinde daha açık görülmektedir. Çizelge 2.2'de A ve W-türü W UMa sistemlerinin alt türleri için belirlenmiş olan genel özellikleri verilmiştir. (Binnendijk 1970, Rucinski 1973, 1974 ve Maceroni *vd.* 1985).

Çizelge 2.2. W UMa türü yıldızların alt türleri olan A ve W- türlerinin özellikleri. (Binnendijk, 1970; Rucinski, 1973, 1974; Maceroni ve ark., 1985)

	A-türü	W-türü
Tayf Türü	Erken tayf türünden (A-F türü)	Geç tayf türünden (G-K türü)
Yörünge dönemi	0.4-0.8 gün	0.22-0.4 gün
Bileşen sıcaklıkları	$T > 6000^{\circ}\text{K}$	$T < 6000^{\circ}\text{K}$
Kütle oranı	Küçük	Büyük
Dönem değişimi	Var	Hemen hemen yok
Evrimleşme	Evrimleşmiş	Evrimleşmemiş

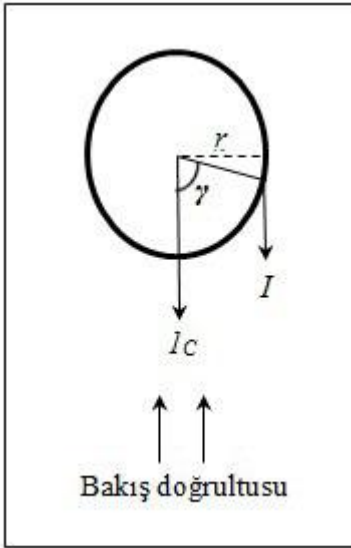
2.3. Işık Eğrisine Etki Eden Faktörler

Bir çift yıldız sistemindeki bileşen yıldızların birbirleriyle etkileşmesi durumunda, tek yıldızlarda görülmeyen birçok etkinin ışık eğrilerine yansıdığı bilinmektedir. Bileşen yıldızların yakınlıkları ve karşılıklı çekim etkileri sonucu biçimleri küresellikten saptığı görülür. Küresellikten saparak armutlaşmış bir yıldızın iz düşüm düzlemindeki kesit alanı, kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu sürekli değişeceğinden, yıldızın ışığında değişim olacaktır. Bu ışık değişiminin oluşmasına

sebepler başlıca etkiler kenar kararması, çekim kararması, basıklaşma ve armutlaşma ile yansıma etkisidir.

2.3.1. Kenar Kararması

Yıldız diskinin merkezi bölgelerine bakıldığında, fotosferin daha derin katmanlarından çıkan yüksek ışınım gözlenirken, yıldız diskinin kenarlarına doğru gidildikçe fotosferin daha üst katmanlarında çıkan ışınımın azaldığı gözlenir. Yıldız diski boyunca gözlenen ışınımdaki bu değişmeye kenar kararması denir. Kenar kararması yıldızların sıcaklıklarına, gözlenen ışınımın dalga boyuna, yıldız diski üzerinde parlaklık dağılımına ve yarıçap vektörünün bakış doğrultusu ile yaptığı açıya bağlıdır (Şekil 2.10)



Şekil 2.10. Kenar kararma etkisi

I_c yıldızın merkezinden salınan ışınım, γ yarıçap vektörünün bakış doğrultusu ile yaptığı açı olmak üzere yıldızın kenarından salınan ışınım (I);

$$I = I_c(1 - x + x \cos \gamma) \quad (2.3)$$

ile ifade edilmektedir. Denklemde x değeri kenar kararma katsayısıdır. Kenar kararması yok ise $x = 0$ 'dir ve bu durumda $I = I_c$ olur. Tam kararmada ise $x = 1$ 'dir.

Al-Naimy (1978), Wade and Rucinski (1985), Hamme (1993), Diaz-Cordaves, Claret and Gimenez (1995), farklı sıcaklıklardaki yıldızlar için kenar kararma katsayılarını hesaplanmış ve çizelgeler şeklinde yayınlanmışlardır.

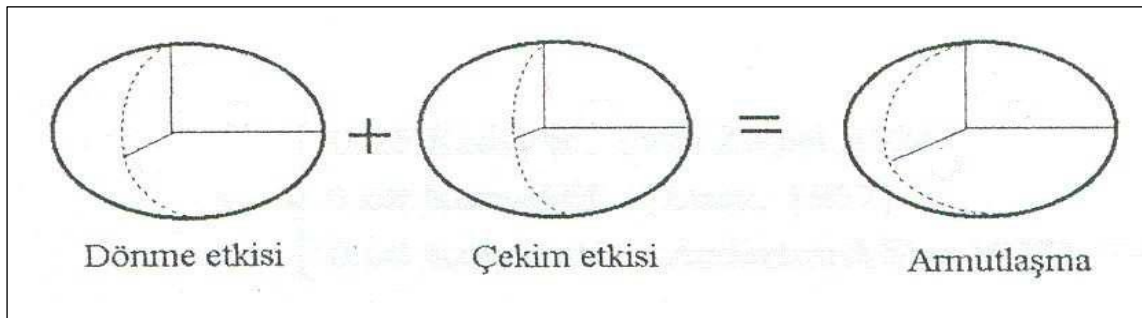
2.3.2. Çekim Kararması

Çekimsel etkiler nedeniyle yıldız şeklinin küresellikten ayrılması sonucu yıldızın kutbu ile ekvator bölgeleri arasında kütle çekim ivmesi farklı değerler alır. Farklı bölgelerde kütle çekim ivmesinin aynı olmaması, kütle çekim kuvvetinin de farklı olmasına neden olur. Yerel çekimsel kuvvetin farklılığı, yıldız yüzeyinde değişik parlaklıklar ortaya çıkmasına neden olur. Yüzey parlaklığındaki bu değişim, yerel çekimsel kuvvetin farklılığından olduğu için çekim kararması olarak tanımlanır.

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 ışımsal yıldızlar ($T > 7200$ K) için çekim kararma sabitini, $g=1.0$ olarak bulmuştur. Lucy (1967), konvektif atmosfere sahip yıldızlar ($T < 7200$ K) için çekim kararma sabitini $g=0.32$ olarak belirlemiştir.

2.3.3. Basıklaşma ve Armutlaşma

Yıldızlar eksenleri etrafında dönmeleri sonucu küresel biçimden uzaklaşarak basıklaşırlar ve yıldızların şekli elipsoidal olur. Dönen bir elipsoid yıldızda tutulma olmasa bile ışık eğrileri zamanla değişim gösterir. Böyle bir yıldızın yakınında ikinci bir bileşen bulunması, çekim kuvvetleri nedeniyle yıldızların birbirine bakan kısımlarının daha da uzamasına neden olur. Bu duruma yıldızın armutlaşması denir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Dönme ve çekim etkisiyle oluşan armutlaşan yıldız modeli

2.3.4. Yansımaya (Albedo)

Çift yıldız sistemlerinde bileşenler yıldızlar birbirine yeterince yakın ise, daha sıcak olan bileşen yıldız, soğuk bileşenin kendine bakan yüzeyini ısıtır. Isınan gaz daha fazla ışınım yapacağından, soğuk bileşenin her iki küresi farklı miktarda ışınımında bulunur. Yansıyan ışınımın, gelen ışınımına oranı bolometrik albedo katsayısı (yansımaya katsayısı, A) ile belirlenir. Yansımanın miktarı, yansıtan bileşenin atmosferik yapısına bağlıdır. Eğer yıldız ışıması ($T > 7200$ K) bir yıldız ise üzerine düşen ışınımın tamamını ($A=1.0$), konvektif ($T < 7200$ K) bir yıldız ise üzerine düşen ışınımın yarısını ($A=0.5$) yansıtır (Rucinski, 1973).

2.4. Roche Modeli ve Roche Modeline Göre Yıldızların Sınıflandırılması

Roche modeli, biçimleri küresel yapıdan bozulmuş bileşenlerinin farklı doğrultulardaki yarıçaplarını verecek bir model sunar.

Ortak kütle merkezi etrafında çember yörüngede dolanan m_1 ve m_2 kütleleri yanında ihmal edilebilen çok küçük kütleli bir m_p parçacığının V uzay hızı;

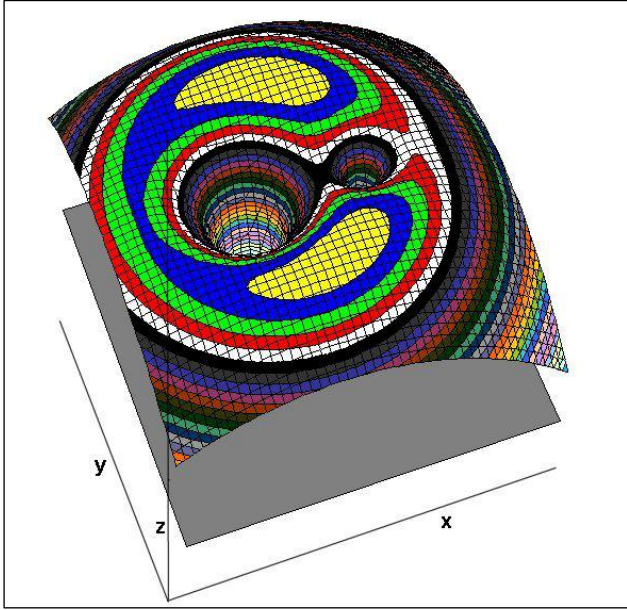
$$V^2 = w^2(x^2 + y^2) + \frac{2.G.m_1}{r_1^2} + \frac{2.G.m_2}{r_2^2} - 2C \quad (2.4)$$

ile ifade edilir. C ; Jacobi integral sabiti, r_1 ve r_2 , bileşen yıldızların kütle merkezine olan uzaklığıdır. (xyz) koordinat sisteminin başlangıç noktası, büyük kütleli bileşen m_1 'in merkezinde ve xy düzlemi yörünge düzlemdir. Bu koordinat sistemi z eksen etrafında ω açısal hızı ile dönmektedir. Denklem (2.4)'de $V = 0$ alınarak, her bir C değeri için xy düzleminde hızın sıfır olduğu yüzeyler elde edilir. Buna göre "sıfır hız yüzeyleri";

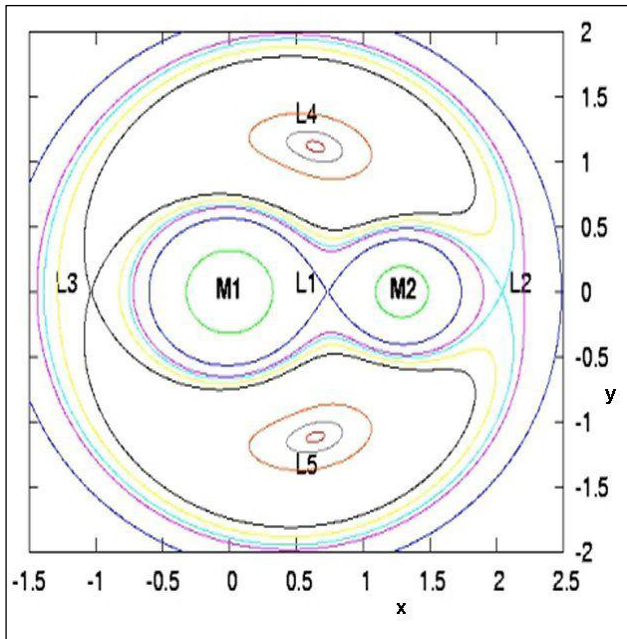
$$C = \frac{w^2}{2}(x^2 + y^2) + \frac{G.m_1}{r_1^2} + \frac{G.m_2}{r_2^2} \quad (2.5)$$

ile belirlenir. Sıfır hız yüzeyleri aynı zamanda potansiyelin değişmediği yani eş potansiyel yüzeyler olmalıdır. Denklem (2.5)'de bileşen yıldızların kütle merkezine olan uzaklıkları çok büyük değerler aldığı anda, yarıçapı \sqrt{C} olan asimptotik bir silindir verir. Jacobi integral sabitinin büyük değerlerinde m_1 ve m_2 kütleleri etrafında ayrı ayrı küresel şişimler oluşturan yüzeyler elde edilir. C azaldıkça küreler, birbirlerine bakan yüzeylerinden uzayarak yumurtaya benzer bir şekilde küresellikten sapmaya başlarlar. Bir C_1 değerinde, iki kütle etrafındaki şişimler, küçük kütleli cisme yakın olacak şekilde birbirlerine değerek. Bu değme noktası L_1 , birinci Lagrange noktası adını alır ve bu yüzeye "iç kritik sıfır hız yüzeyi" denir. $C < C_1$ olduğunda yüzeyler sürekli hale

gelirler ve sonunda dışarıdan gelen asimptotik silindir ile L_2 (ikinci Lagrange) noktasında kesişen bir yüzeye ulaşılır. Bu yüzey “dış kritik sıfır hız yüzeyi” adını alır. $C_3 < C_2$ için de, x eksenine göre karşı yöndeki (büyük bileşenin arkasında) bir L_3 noktasında kesişme olacaktır. C daha da küçüldüğünde, x eksenine göre simetrik iki noktada (L_4 ve L_5) yüzeyler tamamen kapanacaktır (Şekil 2.12, Şekil 2.13).



Şekil 2.12. Bir çift yıldız sistemi için Roche eş potansiyel yüzeyleri (Salman, 2006)



Şekil 2.13. Bir çift yıldız sistemi için Roche eş potansiyel yüzeylerinin düzlemdeki izdüşümü (Salman, 2006)

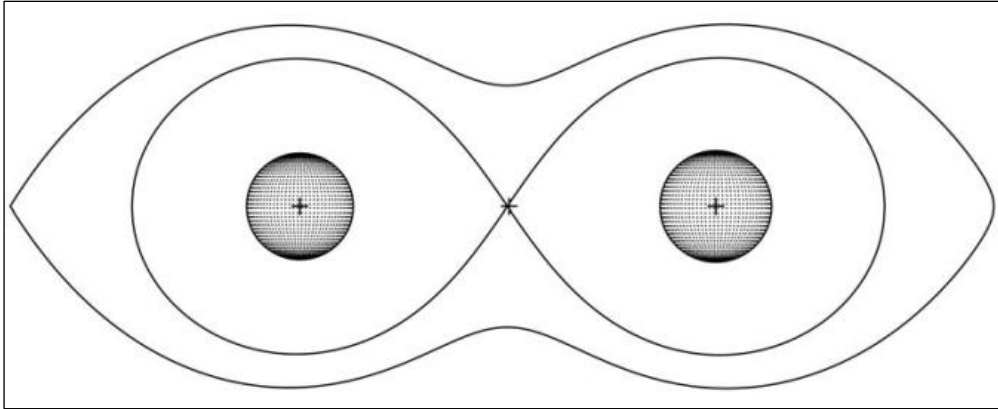
Roche modelinde;

- Yıldızlarda merkezi yoğunlaşmanın fazla olduğu,
- Yıldız içerisinde yoğunluk ve basınç dağılımında ışınım basıncı etkin olmadığı,
- Yıldızı oluşturan madde dönme ve dolanma hareketleri dışında sabit olduğu,
- Çift yıldızın yörüngesinin dairesel olduğu,
- Yıldızların dönme eksenlerinin, yörünge düzlemine dik olduğu,
- Çekim gecikmesinin olmadığı kabul edilir (Salman, 2006).

Kopal (1959), çift yıldızları Roche modeline göre dört ana gruba ayırmıştır. Bu gruplamayı bileşenlerin Roche şişimlerini evrimleşme sonucu doldurma durumlarına göre yapmıştır.

2.4.1. Ayrık Çift Yıldızlar

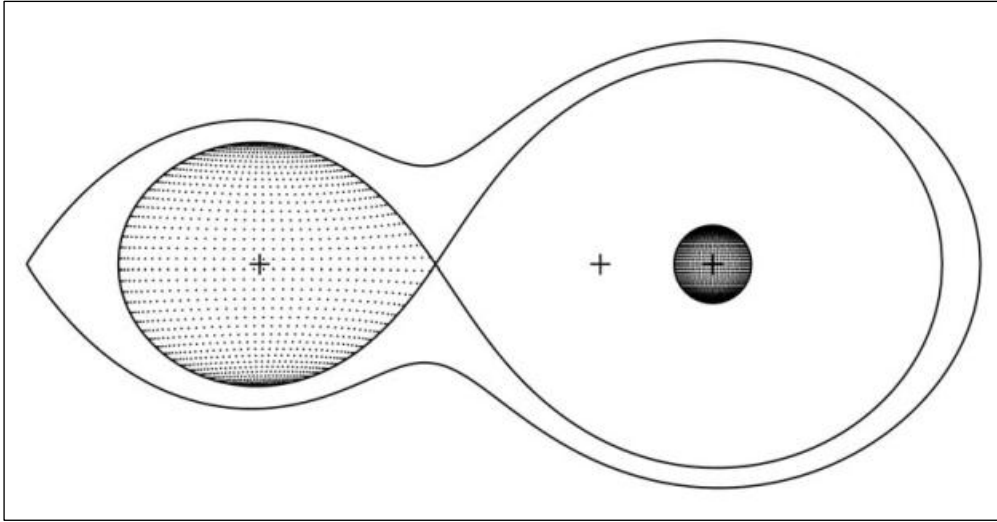
Bileşen yıldızların her ikisi de Roche şişimlerini doldurmamış olan çift yıldızlardır ve bu nedenle karşılıklı etkileşme hemen hemen yoktur (Şekil 2.14). Etkileşme fazla olmadığından bu tür yıldız gözlemlerinden kütle ve yarıçap daha doğru olarak bulunabilir. Bileşen yıldızların küreselliği fazla bozulmadığından tutulmalar dışında toplam ışınım çoğunlukla sabittir. Ayrıca bileşenlerin sıcaklıkları farkı büyük olduğundan, birinci ve ikinci minimum derinlikleri farkı büyük olacaktır.



Şekil 2.14. Ayrık çift yıldızlar

2.4.2. Yarı Ayrık Çift Yıldızlar

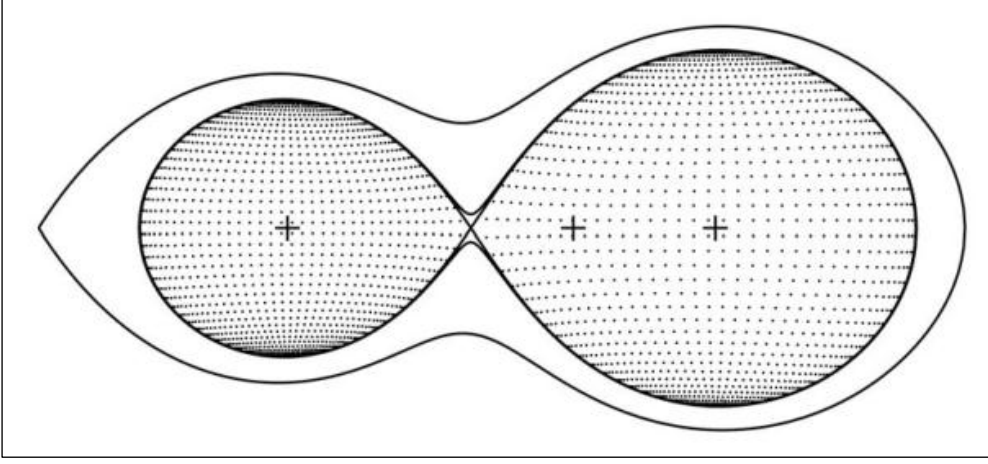
Bileşen yıldızlardan biri fotosferine ilişkin Roche şişimini doldurmuştur ve bu nedenle çiftler arasında etkileşme vardır (Şekil 2.15). Roche şişimini doldurmuş bileşenden diğeri üzerine kütle aktarımı başlamıştır. Diğer bileşen Roche şişiminin içindedir. Şişimi dolduran bileşen yıldıza “değen”, diğer bileşen yıldızı da de “ayrık” denir. Roche şişimini doldurmuş olan bileşen L_1 Lagrange noktasından diğerine madde aktarır ve aktarılan madde, diğer bileşenin etrafında sarmal biçimli bir yığılma diski oluşturarak yüzeyine ulaşır. Bileşenlerden biri, kütle çekim etkisi ve hızlı dönme nedeniyle basıklaşmıştır. Bu yüzden tutulmalar dışında da, ışınımında değişim görülür.



Şekil 2.15. Yarı ayrık çift yıldızlar

2.4.3. Değen Çift Yıldızlar

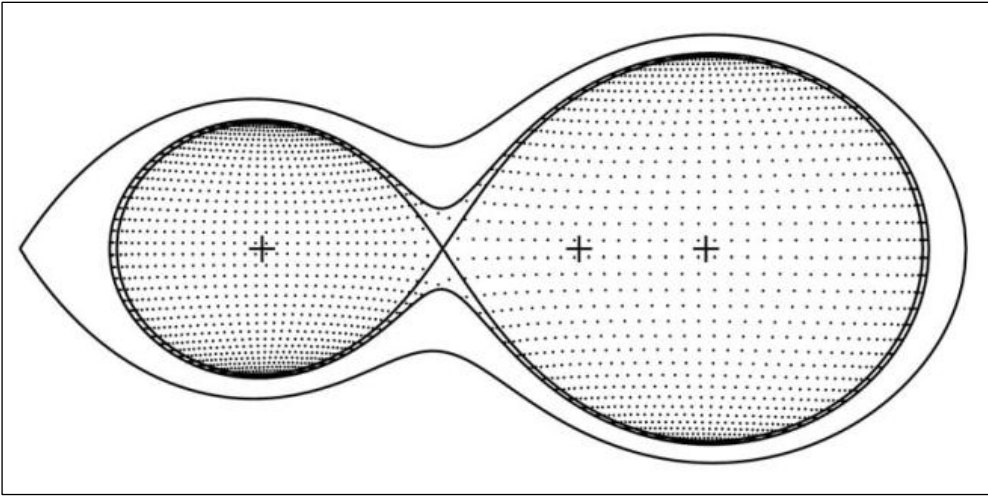
Bileşen yıldızların her ikisi de fotosferine ilişkin Roche şişimini doldurmuştur (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Değen çift yıldızlar

2.4.4. Aşırı Değen Çift Yıldızlar

Bileşen yıldızların her ikisi de fotosferine ilişkin Roche şişiminin dışına taşmıştır ve sistemi saran ortak bir zarf oluşmuştur (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Aşırı değen çift yıldızlar

Genel olarak, ayrı çift yıldızların ışık eğrileri EA türünden, değen çift yıldızların ışık eğrileri EW türünden, yarı ayrı çift yıldızların ışık eğrileri EB türünde olur.

2.5. Örten Çift Yıldızlarda Dönem Analizi

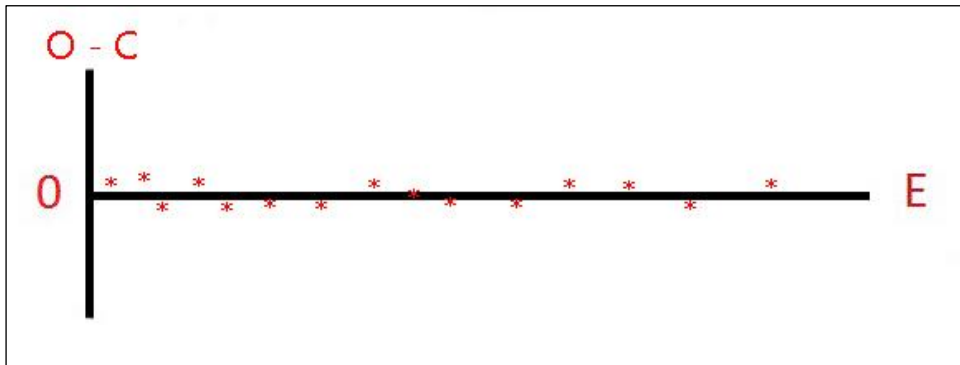
Bazı çift yıldızların yörünge dönemleri zamanla değişim gösterebilir. Bu değişimler dönemin artması veya azalması yönünde olabilir. Bir sistemin dönem değişiminin nedenini belirlemek için yapılan çalışmalar; O gözlenen ve C hesaplanan minimum zamanları olmak üzere, zamana göre $O-C$ farkının değişimini yorumlamaya dayanır. Örten çift yıldızlarda dönem analizi yapabilmek için çok sayıda minimum zamanına ihtiyaç vardır. Bunun için gözlemler sonucu elde edilen minimum zamanlarının yanında dönem analizi yapacağımız yıldız sistemi daha önce incelenmişse literatürdeki minimum zamanlarının da toplanması gerekir.

Gözlemler sonucu ve literatürden elde edilen minimum zamanlarına gözlenmiş minimum zamanı, yani O (Observed), hesaplamalarla elde edilen minimum zamanlarına ise hesaplanmış minimum zamanı, yani C (Calculated) denir. Hesaplanmış minimum zamanı C :

$$C = T_0 + P \cdot E \quad (2.6)$$

bağıntısından hesaplanır. Bu denklemde P dönem, T_0 başlangıç olarak belirlenen minimum zamanı, E ise T_0 'dan itibaren geçen dönem sayısıdır.

Gözlenen minimum zamanları (O) ile hesaplanan minimum zamanları (C) arasındaki farklar oluşturulur. $O-C$ değerleri hesaplandıktan sonra, dikey ekseninde $O-C$ yatay ekseninde E olacak şekilde oluşturulur. Başlangıç değerleri olarak alınan T_0 ve P doğru ise grafikteki veriler 0 doğrusu civarında dağılım gösterir (Şekil 2.18). Bu dönemin değişmediği ve doğru alındığını göstermektedir.

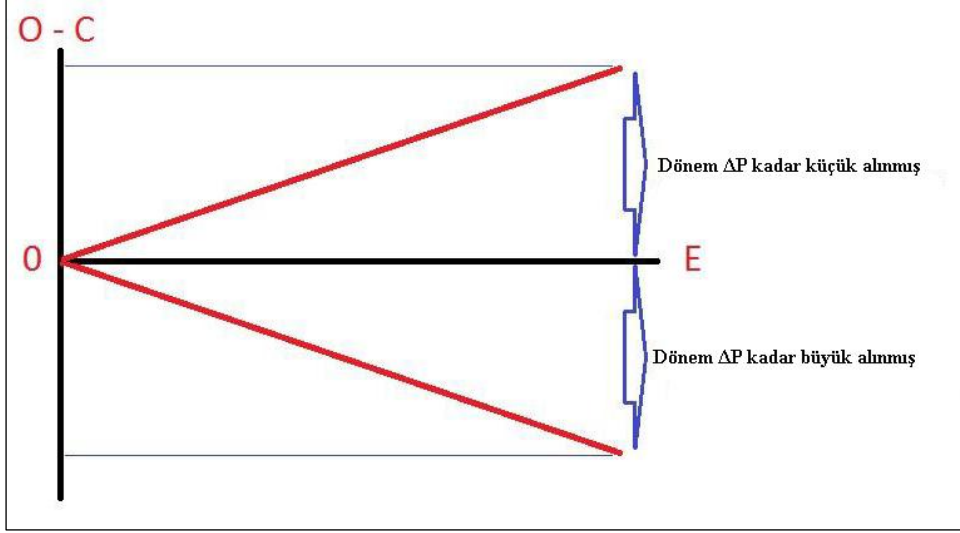


Şekil 2.18. T_0 ve P değerleri doğru olması durumunda $O-C$ grafiğinde veri dağılımı

Grafik oluşturulduktan sonra dağılım 0 civarında değil ise iki durum ile karşılaşılır.

2.5.1. Gözlemcinin Yaptığı Hatalar

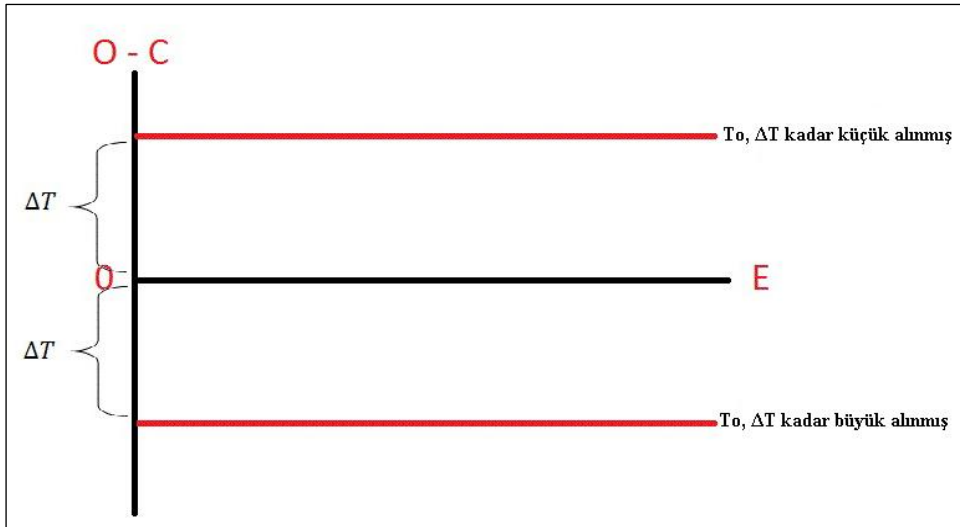
Hesaplamalarda kullanılan başlangıç ışık elemanlarının (T_0 ve P) yanlış seçimi bizi farklı grafiklere ve dolayısıyla farklı yorumlara yönlendirebilir. Eğer yörünge dönemi P hatalı ise grafik Şekil 2.19'daki gibi olacaktır.



Şekil 2.19. O-C grafiğinde P hatası

Bu grafikte 0 doğrusunun üst kısmında kalan bölüm için dönem hatalı ve olması gerekenden ΔP kadar küçük alınmış demektir. 0 doğrusunun alt kısmında kalan bölüm için ise dönem yine hatalı ve olması gerektiğinden ΔP kadar büyük alınmış demektir.

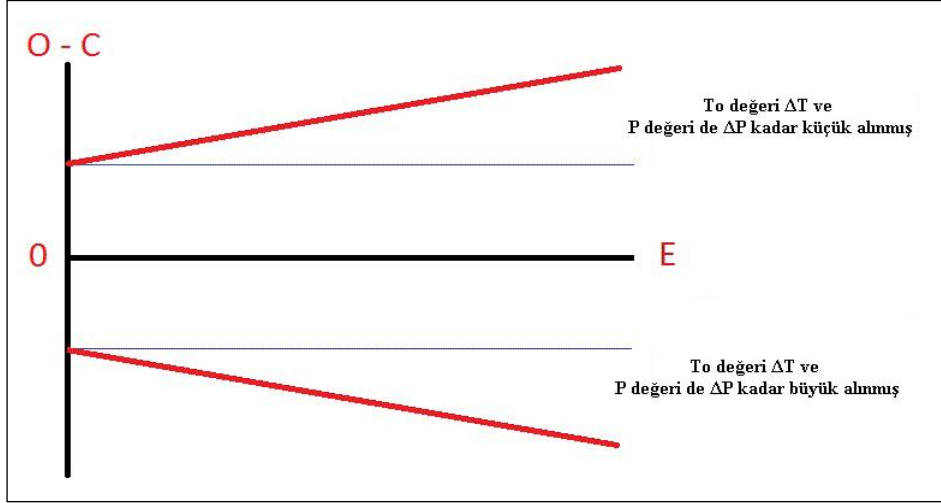
Eğer başlangıç zamanı T_0 hatalı ise grafik Şekil 2.20'deki gibi olacaktır.



Şekil 2.20. O-C grafiğinde T_0 hatası

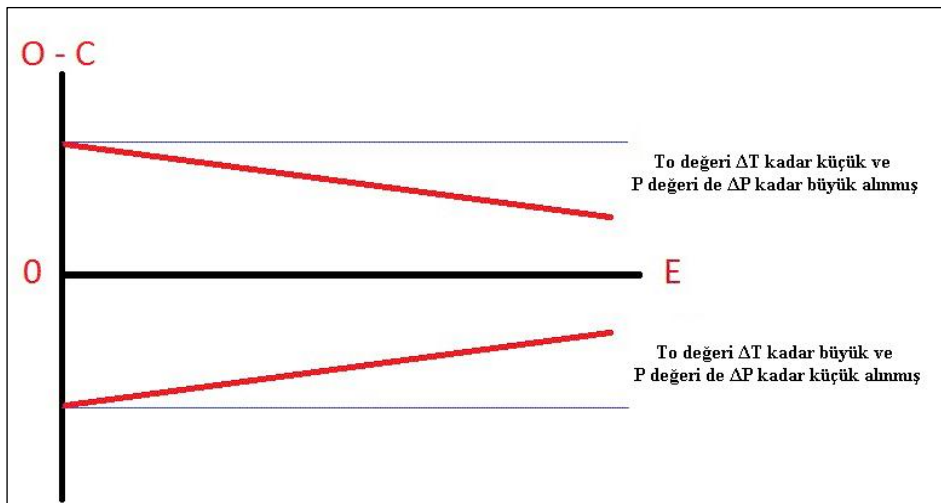
Bu grafikte 0 doğrusunun üzerindeki bölüm için T_0 değeri olması gerektiğinden ΔT kadar küçük alınmıştır. 0 doğrusunun altındaki bölüm için ise T_0 değeri olması gerektiğinden ΔT kadar büyük alınmıştır.

Hem yörünge dönemi P , hem de başlangıç zamanı T_0 değeri hatalı ise bu iki şekilde açıklanabilir.



Şekil 2.21.a. O-C grafiğinde P ve T_0 hatası (I. Durum)

Bu grafikte (Şekil 2.21.a) 0 doğrusunun üzerindeki bölüm için dönem ve T_0 değeri hatalı, T_0 değeri ΔT ve P değeri de ΔP kadar küçük alınmış demektir. 0 doğrusunun altındaki bölüm için ise dönem ve T_0 değeri hatalı, T_0 değeri ΔT ve P değeri de ΔP kadar büyük alınmış demektir.



Şekil 2.21.b. O-C grafiğinde P ve T_0 hatası (II. Durum)

Bu grafikte (Şekil 2.21.b) 0 doğrusunun üzerindeki bölüm için dönem ve T_0 değeri hatalı, T_0 değeri ΔT kadar küçük ve P değeri de ΔP kadar büyük alınmış demektir. 0 doğrusunun altındaki bölüm için ise dönem ve T_0 değeri hatalı, T_0 değeri ΔT kadar büyük ve P değeri de ΔP kadar küçük alınmış demektir.

2.5.2. Sistemin Yörünge ve Fiziksel Özelliklerinden Kaynaklanan Değişimler

Sistemin kendisinden kaynaklanan değişimler de bize farklı grafikler verir. Sistemde kütle aktarımı varsa, üçüncü cisim varsa, manyetik aktivite gözleniyorsa ve eksen dönmesi varsa elde edilecek grafikler de değişir.

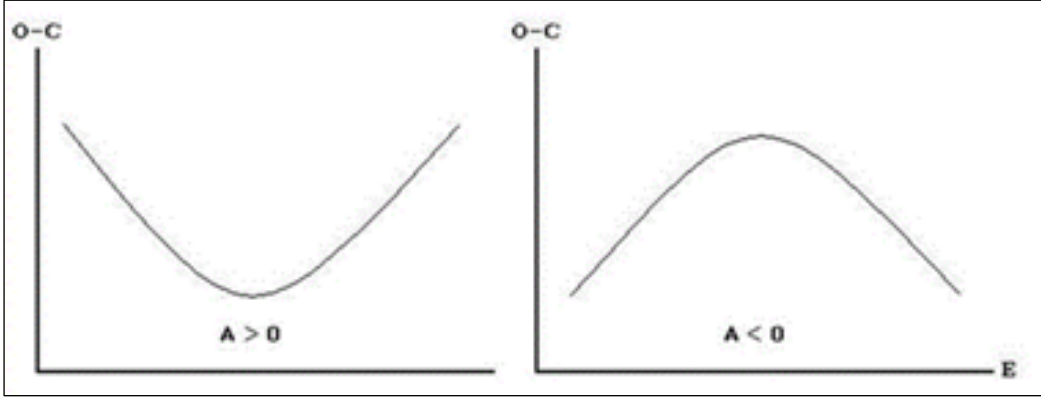
2.5.2.1. Kütle Aktarımı

Sistemdeki kütle aktarımı dönemde değişmelere neden olur. Kütle aktarımı büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene doğru ise dönemde azalma, küçük kütleli bileşenden büyük kütleli bileşene doğru ise dönemde artma olmaktadır.

Toplanan ve yeni gözlemlerden elde edilen minimum zamanları için hesaplanan ($O-C$) değerlerine karşılık E grafiğinde elde edilen değişim bir parabol gösteriyorsa kütle aktarımı var demektir. Kütle aktarımı olduğu için dönem sürekli olarak artıp ya da azalacağından ($O-C$) de parabol oluşmasına neden olur. Oluşan parabol şeklindeki dağılımı temsil eden denklem:

$$O - C = A.E^2 + E.\Delta P + \Delta T_0 \quad (2.7)$$

dır. Bu denklemdeki ΔT_0 , seçilen başlangıç minimum zamanındaki olası düzeltme miktarını, ΔP , hesaplamada kullanılan dönemde olası düzeltme miktarını belirtir. A katsayısı ise dönemdeki değişim miktarıyla ilgili bir katsayıdır.

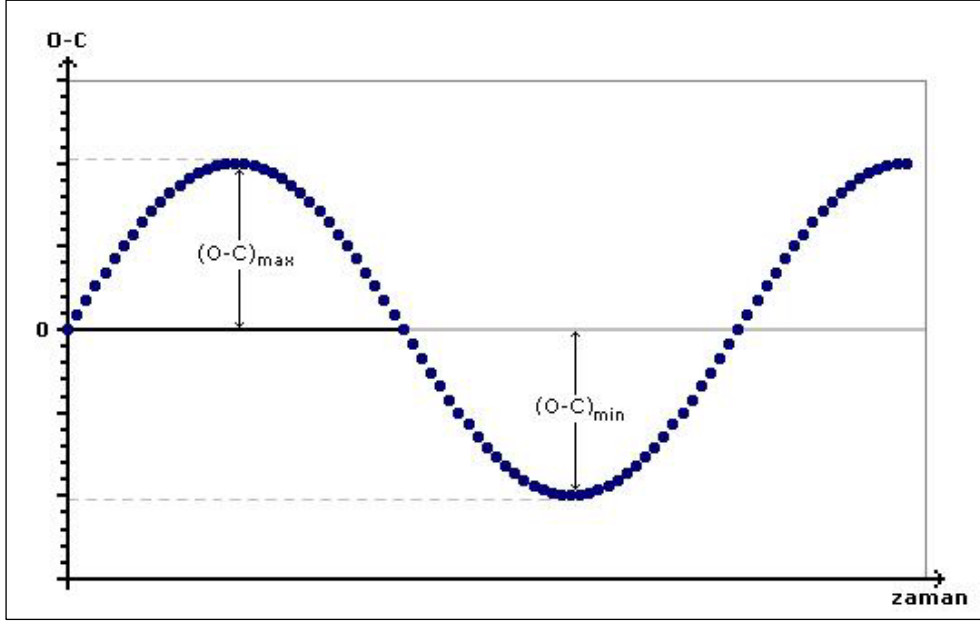


Şekil 2.22. Kütle aktarımı olan sistemde O-C grafiği

Parabol şeklinde elde edilmiş ($O-C$) değişimlerinde, Şekil 2.22’de sol taraftaki grafikteki gibi kolları pozitif yönde olan bir parabol elde edilmiş ise küçük kütleli yıldızdan büyük kütleli yıldıza doğru kütle aktarımı vardır. Sağ taraftaki gibi kolları negatif yönde olan bir parabol elde edilmiş ise büyük kütleli yıldızdan küçük kütleli yıldıza doğru kütle aktarımı vardır. Buradan elde edilen dönem değişim değerleri kullanılarak, kütle aktarımı ile ilgili diğer verilere ulaşılabilir.

2.5.2.2. Üçüncü Cisim Etkisi

Zamana göre $O-C$ değerlerinin değişimi bir sinüs dağılımı gösteriyorsa, dönem değişimi üçüncü cisim nedeniyle ortaya çıkan “ışık-zaman etkisi” ile açıklanır. Çünkü üçlü sistem kütle merkezi etrafında dolanırken bizden uzaklaşıp bize yaklaşma hareketi yapar. Farklı minimumlarda ışık farklı uzunluktaki yollardan geçecektir. Bunun sonucunda da gözlemci minimum zamanlarını farklı zamanlarda ölçecektir. Bu çift yıldızın, gerçekte yörünge dolanım döneminde değişim yoktur, ancak üçlü sistem kütle merkezi dolanması sırasında minimum gözlem zamanları bazen erkene bazen daha geç zamana kayar. Bu da $O-C$ dağılımında sinüs benzeri değişim gösterir (Şekil 2.23). Bu eğrilerin analizinden üçlü sistem kütle merkezi etrafındaki yörüngesi ile ilgili geometrik parametreler elde edilir.



Şekil 2.23. Üçüncü cisim etkisi olan sistemde O-C grafiği

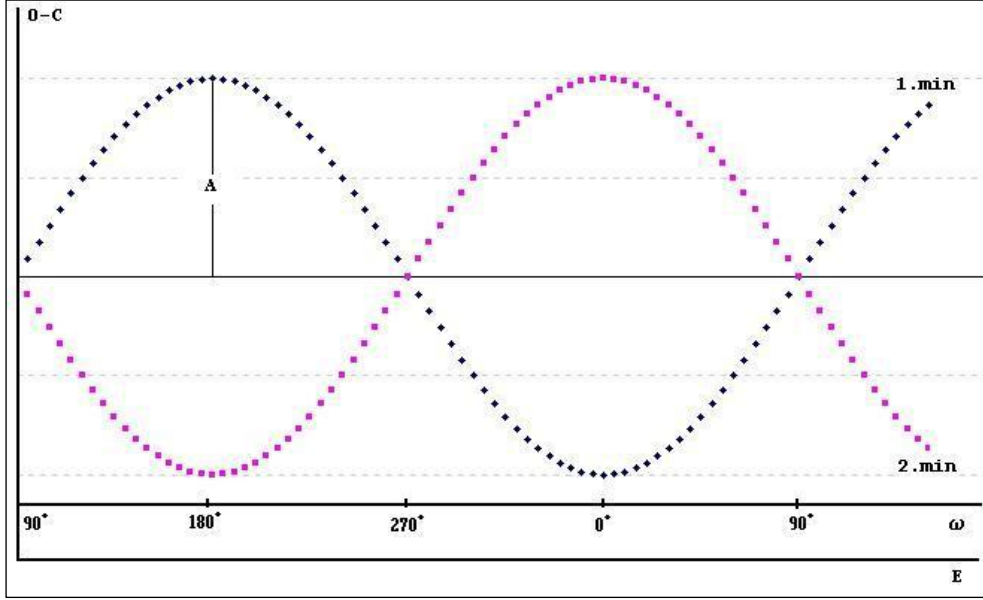
2.5.2.3. Manyetik Aktivite

Yapılan araştırmalarda sistemi oluşturan çiftlerin bir ya da her ikisinde oluşan manyetik aktiviteler, dönemde değişime neden olmaktadır. Aktivitelerin azalması ya da artması, dönemde azalma ya da artmalar şeklinde görülebilmektedir. Dönemli manyetik aktivite varsa bu $O-C$ değişimlerine dönemli sinüs dağılımı benzeri değişimler şeklinde yansımaktadır. Bu tür $O-C$ değişimleri incelenirken çiftin manyetik aktivite gösterip göstermediğine ilişkin diğer gözlemsel bulguları da dikkatle incelenmelidir.

2.5.2.4. Eksen Dönmesi

Çift yıldız sistemi, yörüngesinde sabit bir P ile dolanmasına karşın, çiftin yörünge büyük eksenini dönüyorsa, örtme ve örtülme aralıkları değişir. Sistemdeki yıldızların kütle dağılımı eş dağılımlı değil ise, başka bir cisim tarafından tedirgin ediliyorsa veya çekim yasalarına göre hareketten sapmalar gösteriyorsa yörünge ekseninin bize göre doğrultusu zamanla değişir. Bunun sonucu olarak, özellikle basık elips yörüngelerde daha belirgin olarak görülen bir durum ortaya çıkar. Birinci minimum daha erken gözlenmeye başlarken, ikinci minimumlar ise beklenenden daha geç gözlenir. Bir süre sonra bu durum tersine döner.

Bu tür O-C değişimlerinde baş ve yan minimum zamanları birbiri ile zıt yönde, sinüs dağılımı benzeri değişimler gösterirler (Şekil 2.24). Bu tür değişimlerin çözümlenmesi sonrasında ise, eksen dönmesi ile ilgili parametreler elde edilmiş olur.



Şekil 2.24. Eksen dönmesi olan sistemde O-C grafiği

2.6. Gözlem Verilerin İşlenmesi

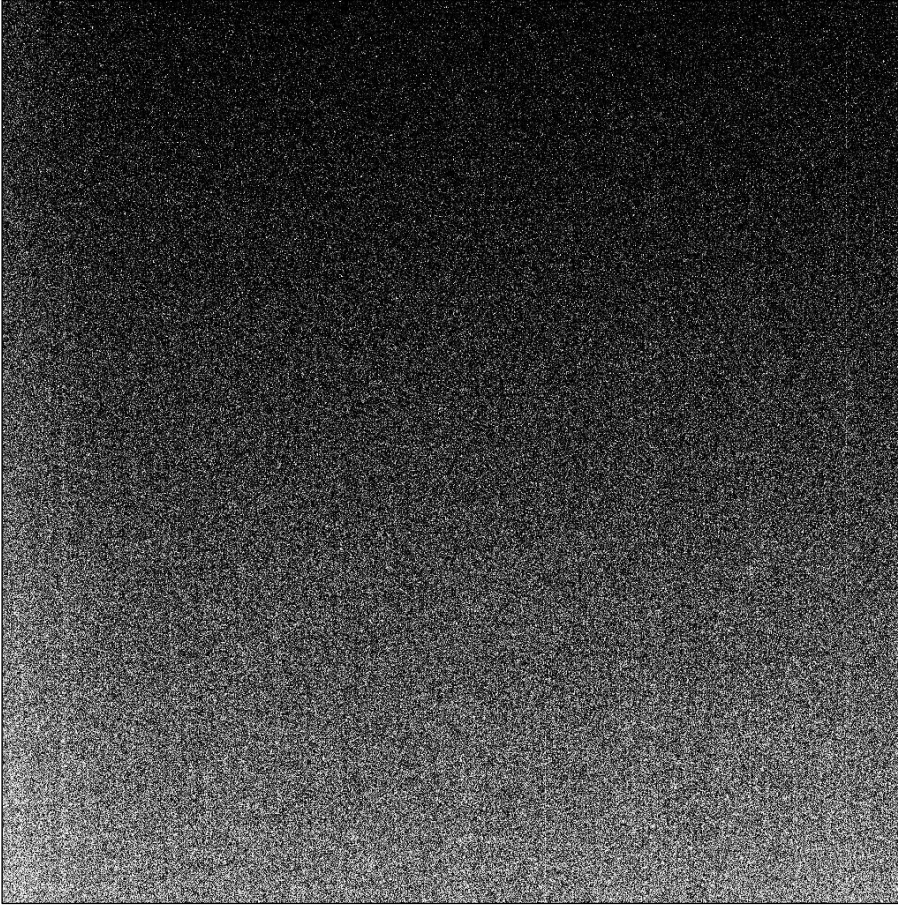
Örten çift yıldız sistemlerinin gözlemlerinden elde edilen görüntüler Maxim DL gibi bir görüntü işleme programı ile hedef yıldızın fotometrisi alınır. Gözlem verilerinin aletsel etkilerden arındırılması için önce bias ve dark etkisinden arındırılmalı ve ardından flat düzeltmesi gerçekleştirilmelidir.

2.6.1 Bias Görüntüleri

Bir CCD (Charge Coupled Devices) dedektörü, üzerine hiç ışık düşmese dahi elektron üretir. Bu elektronlardan kaynaklanan sayımları, toplam sayımdan çıkarmak gereklidir. Her ne kadar çok yakın değerler olsa da bu elektronlardan kaynaklanan sayımlar pikselden piksele ve gece boyunca değişir.

Bu etkiyi gidermek için, gözlem başında, gözlem sırasında uygun zamanlarda ve gözlem sonunda sıfır saniye poz süresiyle CCD'nin üzerine hiç ışık düşürülmeden görüntüler alınır. Bu görüntülere "bias görüntüleri" denir (Şekil 2.25). Sıfır saniye poz

süresi teoride mümkündür, ancak pratikte sıfır saniyede görüntü almak mümkün değildir. CCD ile gözlem yapmak için kullanılan yazılımların tümünde bias görüntüleri almak için bir seçenek mevcuttur. Bu seçenek yardımıyla, olabilecek en kısa sürede bias görüntüleri alınır. Sonuçta elde edilen bias görüntüleri, alınan diğer görüntülerden çıkarılır. Böylece bilimsel görüntüler her an sistemde bulunan elektronlardan arındırılmış olur.



Şekil 2.25. Bias görüntüsü (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi, 2011)

2.6.2. Dark Görüntüleri

CCD ile görüntü alınırken poz süresi boyunca sistemin sıcaklığından dolayı bazı elektronlar termal olarak uyarılır. Bu elektronlar kara akım gürültüsünün kaynağıdır.

Bu etkiden görüntüleri arındırmak için, görüntülerin alındığı poz süresine eşit sürede fakat CCD detektör üzerine ışık düşürülmeden görüntü alınması gerekir. Bu görüntülere “dark görüntüsü” adı verilir (Şekil 2.26). Tıpkı bias görüntüleri gibi dark

görüntüleri de gözlem başında, gözlem sırasında uygun zamanlarda ve gözlem sonunda alınır. Alınan bu dark görüntüleri tüm görüntülerden çıkarılır. Böylece görüntüler kara akım gürültüsünden arındırılmış olur.



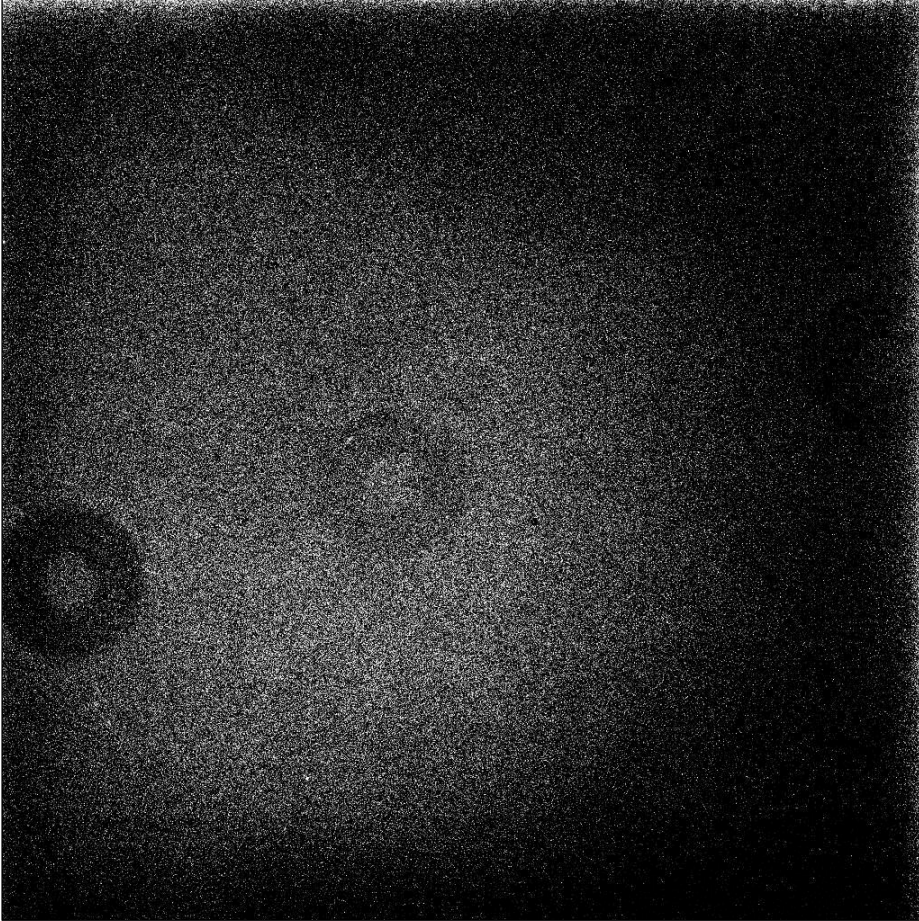
Şekil 2.26. Dark görüntüsü (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi, 2011)

2.6.3. Flat Görüntüleri

Bütün CCD detektörlerinde her piksel, üzerine düşen fotona farklı cevap verir. Yani, bir CCD detektörün üzerine düşen ışığa verdiği cevap pikselden piksele ve CCD'nin bir bölgesinden diğerine tekdüze olmaz. Pikselden piksele farklar, genellikle piksel boyutlarının tam olarak eşit olmamasından, bölgeden bölgeye farklar ise silikon kalınlığındaki farklardan kaynaklanır. Görüntüleri bu sorundan arındırmak için piksellerin ışığa verdiği tepkiler modellenmelidir.

Bunun için CCD yüzeyinin her noktasına aynı miktarda ışık düşürülür. Bu, teleskop homojen olarak aydınlatılmış bir perdeye veya ışık miktarının her tarafta aynı

olduğu bir bölgeye çevrilerek yapılabilir. Akşam güneş batarken doğu ufunda, sabah güneş doğarken batı ufunda, gökyüzünde yıldız görülmediği durumlarda bu alan boyunca ışık şiddeti sabit kabul edilebilir. Bu zamanlarda teleskop, CCD piksellerinin hemen doymaması için gökyüzünde, ufuktan en az 20° yukarıda bir noktaya çevrilerek alacakaranlık düz alan görüntüleri alınır (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. Flat görüntüsü (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi, 2011)

Bilimsel amaçla alınan görüntüler bias ve dark gürültülerinden arındırıldıktan sonra, düz alan görüntülerine bölünür. Böylece, CCD'nin tüm yüzeyi aynı miktarda ışığa aynı tepkiyi verecek şekilde modellenmiş olur.

Maxim DL programı, aletsel etkilerden arındırılan bu görüntüler kullanılarak seçilen mukayese ve denet yıldızları ile değişen yıldız sistemi için kadir biriminde diferansiyel parlaklık değerlerini hesaplayabilmektedir. Mukayese yıldızı seçilirken,

- Mukayese yıldızı değerşen yıldız olmamalı,
- Mukayese yıldızı değerşen yıldızın yakın bir bölgeden seçilmeli,

- Mukayese yıldızının değişen olup olmadığı denet yıldızı ile kontrol edilmeli,
- Mukayese yıldızının rengi ve parlaklığı değişen yıldızın rengine ve parlaklığına yakın seçilmelidir.

Maxim DL programı ile yapılan fotometri sonucunda çift yıldız sisteminin JD'ye karşılık diferansiyel parlaklığı elde edilir. Bunun için Maxim DL programında mukayese yıldızı olarak seçilen yıldızın parlaklığına ait bir kadir değeri girilir. Program görüntü üzerinde seçilen mukayese yıldızının ve çift yıldız sisteminin sayımlarını hesaplar. Bu sayım değerleri akı değeri olarak hesaplanır. m_1 mukayese yıldızının parlaklığı, m_2 çift yıldız sisteminin parlaklığı, f_1 mukayese yıldızının akısı ve f_2 çift yıldız sisteminin akısı olmak üzere Pogson formülünden;

$$m_1 - m_2 = -2.5x \log \frac{f_1}{f_2} \quad (2.8)$$

m_2 çift yıldız sisteminin parlaklığı kadir biriminde hesaplanır. JD, HJD'ye çevrilir ve evre hesabı yapılarak sistemin ışık eğrisi çizilir.

Aynı sistemin farklı dalga boylarına ait filtrelerle çizilen ışık eğrilerinden, iki ayrı banttaki parlaklıkları arasında fark bulunarak renk değerleri hesaplanır. Bir yıldızın renk değeri iki ayrı banttaki parlaklıkları arasındaki fark olarak tanımlanır ve yıldızların sıcaklığı hakkında bilgi verir. Örneğin, bir yıldızın B–V renk değeri onun B bandındaki parlaklığı ile V bandındaki parlaklığı arasındaki farktır.

2.7. Phoebe (PHysics Of Eclipsing BinariEs) Işık Eğrisi Analizi Programı

Yakın çift yıldız sistemlerinin ışık eğrilerine etki eden faktörler,

- Manyetik alanın varlığı,
 - Yörünge dairesel olmaması,
 - Bileşenlerden birinin ya da ikisinin de fiziksel değişen olması,
 - Bileşenler arası kütle aktarımı ve sistemden kütle kaybı olması,
 - Bileşenlerin yüzeylerinde parlaklık dağılımının düzensiz olması,
 - Sistemin toplam ışınım gücüne etki eden üçüncü bir ışığın varlığı,
 - Bileşenlerden birinin ya da ikisinin de genişlemiş atmosfere sahip olması,
 - Bileşenler etrafında disk, halka ve sistem etrafında gaz bulutunun varlığı olması
- olarak sıralanabilir (Özuyar, 2007). Bu etkilerin bir veya birkaçının varlığı halinde, sisteme ilişkin ışık eğrilerinin analizi, sistem elemanları için sağlıklı sonuç

vermemektedir. Ancak bu ikincil etkilerin iyi modellenebildiği durumlarda, yörünge eğikliği, bileşenlerin sıcaklık, yarıçap ve kütle oranları elde edilebilmektedir.

1960'lı yılların sonunda, gelişmiş bilgisayarlar sayesinde, Roche modeline dayalı sentetik ışık eğrisi yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntem ile yakın bir çift yıldız sistem modeli için pek çok parametre dikkate alınmıştır. Daha sonra bu sentetik ışık eğrisi, bazen deneme yanılma bazen de diferansiyel düzeltme yöntemi ile gözlenen ışık eğrisine karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Modelde iyi bir çakışma sağlandığında, sentetik eğrinin parametreleri çift yıldız sisteminin parametreleri olarak kabul edilmektedir. Wilson and Devinney (1971-1973), Lucy (1973), Rucinski (1973), Binnendijk (1977) yöntemleri, sentetik ışık eğrisi yöntemlerine örnek gösterilebilir.

Phoebe analiz programı Wilson-Devinney (WD) ışık eğrisi analiz programının bir ara yüzüdür. WD ışık eğrisi analiz programı ile ışık eğrilerindeki leke etkisi, kenar kararması, çekim kararması, üçüncü ışık katkısı gibi parametreler modellenenmekte ve Roche geometrisini esas almaktadır. Program sayesinde tek başına fotometrik gözlemlerin çözümlenmesinden sistemin i , q , T_1 ve T_2 değerleri; dikine hız eğrileri de çözüme katılmasıyla da sistemin salt değerleri (a , M_1 , M_2 , R_1 , R_2) bulunabilmektedir. Phoebe programı, WD programının en son versiyonunu kullanmaktadır. Wilson tarafından da desteklenmekte olan Phoebe ara yüzü. Andrej Prsa tarafından geliştirilmiştir (Prsa ve Zwitter, 2006).

3. MATERYEL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin gözlemleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi'ndeki 36 cm çaplı MEADE 14" LX200GPS teleskop ve buna bağlı olan SBIG STL-4020M CCD kamera ile yapıldı. Gözlemlerde Custom Scientific 50 mm çaplı UBVRI Bessell fotometrik filtre seti kullanılmıştır.

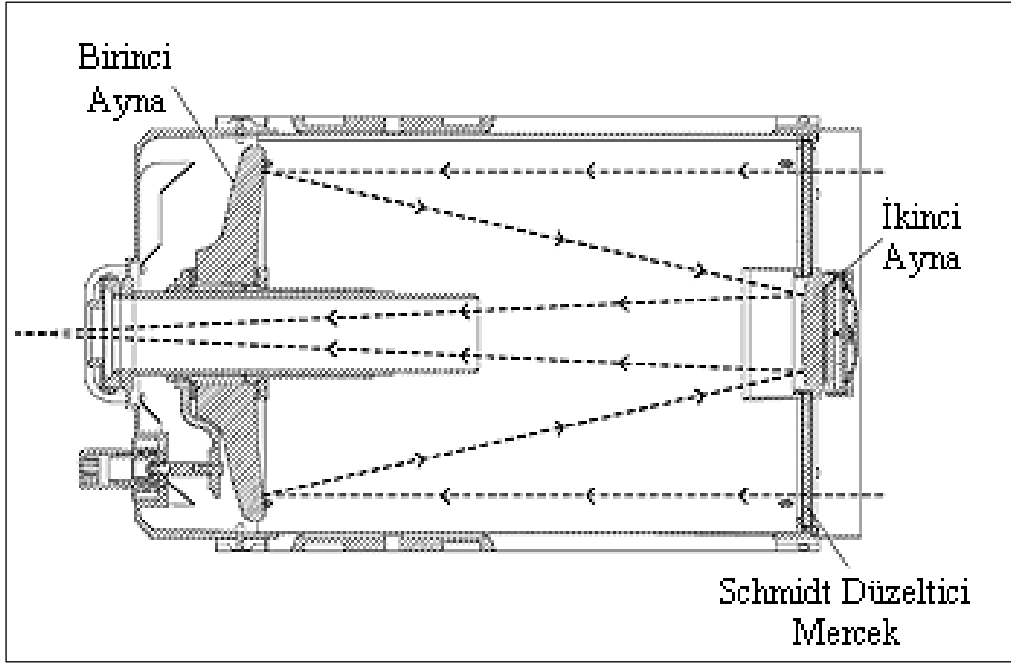
3.1.1. Teleskop

Teleskop, gök cisimlerinden teleskopun açıklığına gelen ışığı bir noktaya odaklayarak daha fazla ışık toplamaya yarayan araçtır. Daha fazla ışık, gök cisimlerini daha iyi görebilmemizi, daha ayrıntılı incelememizi ve daha uzağı seçebilmemizi sağlar. Teleskoplar x-ışını teleskopu, radyo teleskop, optik teleskop gibi elektromanyetik tayfta çalıştığı bölgeye göre adlandırılır. Görünür dalga boyunda çalışan optik teleskoplar yapılarına göre;

- Mercekli Teleskoplar (Refraktörler),
- Aynalı Teleskoplar (Reflektörler)

olmak üzere iki gruba ayrılır.

Bu çalışmada gözlemler, aynalı Schmidt-Cassegrain türü teleskop ile yapılmıştır. Bu tür teleskoplarda Şekil 3.1'de gösterildiği gibi ışık önce ince bir Schmidt düzeltici mercekten geçerek gelir. Gelen ışık içbükey parabolik birinci aynaya çarparak ikinci dışbükey hiperbolik ayna üzerine yansır. İkinci aynadan da yansıyan ışınlar birinci aynanın ortasındaki delikten geçerek göz merceğinde odaklanır.



Şekil 3.1. Schmidt-Cassegrain türü teleskopun çalışma prensibi

Çizelge 3.1’de bu çalışmada kullanılan teleskopun özellikleri verilmektedir.

Çizelge 3.1. MEADE 14" LX200GPS teleskopun özellikleri

Optik Model:	Schmidt-Cassegrain
Ayna Çapı:	36 cm
Kullanılan Açıklık:	35 cm
İkincil Ayna Çapı:	12,4 cm
Odak Uzaklığı:	355 cm
Açıklık Oranı:	f/10
Ayırma Gücü:	0,33" (yay saniyesi)
Görüntü Ölçeği:	0,16 ^o /cm

3.1.2. CCD (Charge Coupled Devices)

CCD dedektörler, her bir piksel üzerine ne kadar ışık düştüğünü ölçmek için kullanılır. CCD’ler fotoelektrik olayın bir uygulamasıdır. CCD’ler de ilk olarak ışık kaynağından gelen fotonlar yakalanır. Yakalanan fotonlar, foton madde etkileşmesi sonucu maddeden elektron yayarak (fotoelektrik olay) fotoelektronları meydana getirirler. Bu fotoelektronlar küçük hücrelerde toplanırlar. Hücrelerdeki elektronlar sayılmak üzere ADU (analog to-digital-unit) birimine transfer edilir ve elektronların

sayısal değeri bulunur. CCD görüntüleri sayısal bir görüntü olması sebebiyle, bilgisayar programları aracılığıyla kolaylıkla görüntülenebilir, üzerinde ölçümler yapılabilir ve işlenebilirler. Çizelge 3.2’de bu çalışmada kullanılan CCD’nin özellikleri verilmektedir.

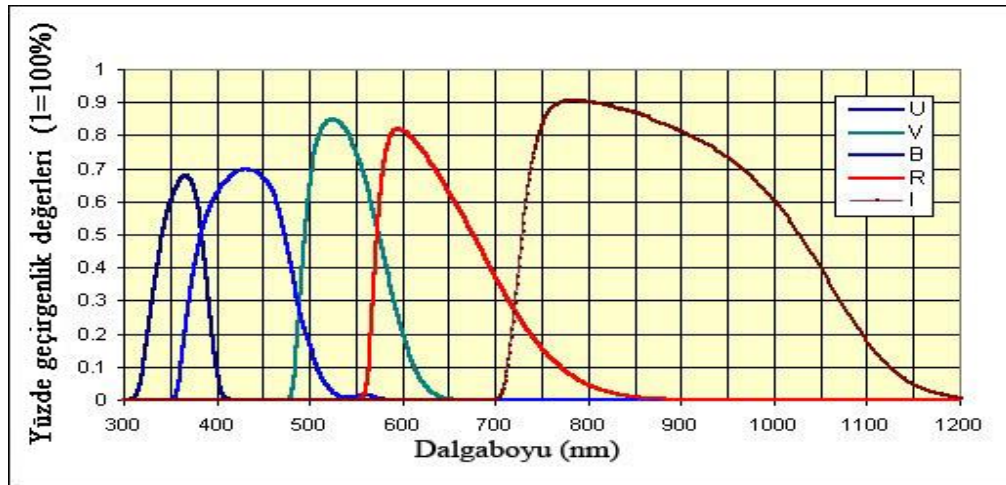
Çizelge 3.2. SBIG STL-4020M CCD kameranın özellikleri

Çözünürlük:	2048x2048 pixel, 15.2x15.2 mm
Toplam Piksel:	4.2 milyon
Piksel büyüklüğü:	7.4x7.4 mikron
Elektron sayısı:	40.000 elektron
Karanlık akım:	Piksel başına 1 elektron
Analog/Dijital çevirici:	16 bit
ADU değeri:	0.72 elektron

Teleskop ve CCD, USB kablosu ile bilgisayara bağlanarak teleskopun kontrolü Autostar Suite programı, CCD’nin kontrolü için Maxim DL programı ile kullanılmıştır.

3.1.3. Filtre Seti

Astronomide filtre setleri, geçirgenliğinin dalgaboyu ile değişimi ve geçirgen olduğu dalgaboyu aralığına göre farklı gruplara ayrılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Custom Scientific 50 mm çaplı UBVRI Bessell fotometrik filtre setinin dalgaboyuna karşılık yüzde geçirgenlik değerleri Şekil 3.2’de, her bir filtrenin etkin oldukları dalgaboyu aralıkları Çizelge 3.3’te verilmektedir



Şekil 3.2. Bessell fotometrik filtre setinin dalgaboyuna karşılık yüzde geçirgenlik değerleri

Çizelge 3.3. Custom Scientific UBVR I Bessell fotometrik filtre setinin etkin dalgaboyları

Filtre	Etkin dalgaboyu (nm)
U	300 - 420
B	360 - 540
V	470 - 660
R	550 - 900
I	700 - 1200

3.1.4. Gözlem Tarihleri Ve Görüntü Sayıları

Gözlemler 2011 yılında toplam 9 gecede gerçekleştirilmiştir. B filtresinde 40 s, V filtresinde 30 s, R filtresinde 20 s ve I filtresinde 20 s poz süresi verilmiştir. Yapılan gözlemlerde B filtresinde 660, V filtresinde 649, R filtresinde 654 ve I filtresinde 661 yıldız görüntüsü alınmıştır (Ek A). Teleskopun takip mekanizmasından kaynaklanan problemler ve atmosferik koşullar nedeniyle bazı yıldız görüntülerinde bozulmalar olduğu görülmüş, bu yıldız görüntüleri kullanılmamıştır. Bozulma olan görüntüler atıldığında B filtresinde 546, V filtresinde 539, R filtresinde 565 ve I filtresinde 556 gözlemsel veri dikkate alınmıştır.

Gözlem verilerinin aletsel etkilerden arındırılması için 99 bias, 402 dark ve 96 flat görüntüleri alınmıştır. Çizelge 3.4de sistemin gözlemlerine ilişkin bilgiler verilmektedir.

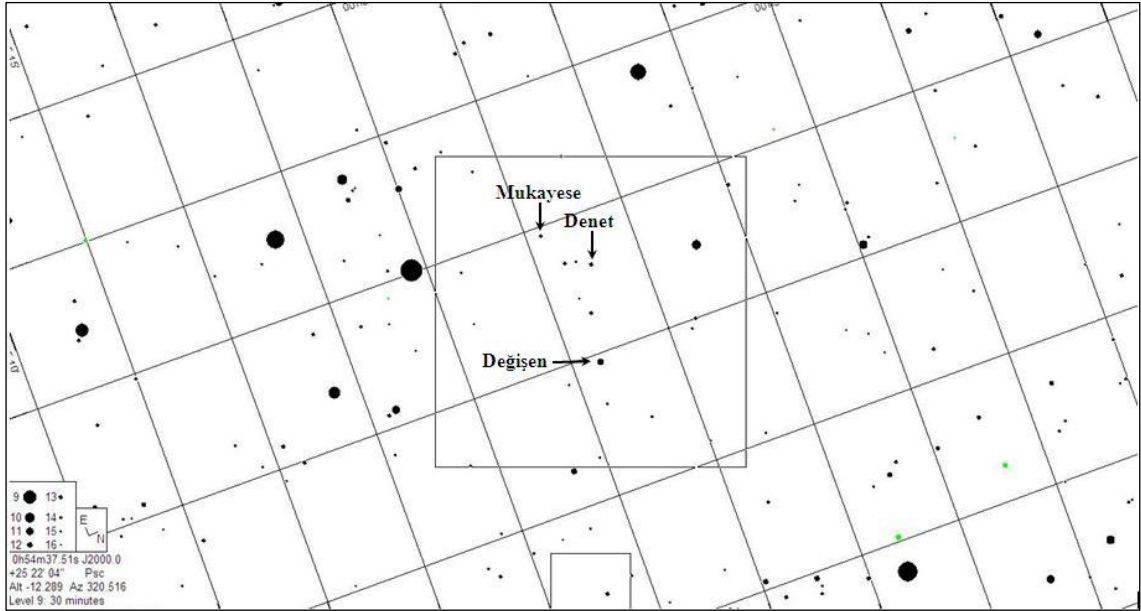
Çizelge 3.4. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin gözlem bilgileri

Gözlem Tarihleri	Alınan Görüntü Sayısı						
	B Filtresi	V Filtresi	R Filtresi	I Filtresi	Bias	Dark	Flat
31 Temmuz 2011	35	39	42	36	7	28	24
05 Ağustos 2011	116	108	107	108	15	60	0
06 Ağustos 2011	42	41	37	35	7	33	24
07 Ağustos 2011	99	97	98	98	13	52	0
09 Ağustos 2011	99	99	96	69	13	52	0
01 Eylül 2011	75	74	74	73	11	45	0
05 Eylül 2011	45	48	48	53	8	32	24
29 Kasım 2011	58	57	57	57	8	32	24
01 Aralık 2011	91	86	95	95	17	68	0

3.1.5. Yıldız Haritası

Teleskopa sistemin koordinatları girilerek hedef cisme yönlendirildiğinde hedef cismin doğruluğunu denetleyebilmek için yıldız haritasına ihtiyaç duyulur.

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin konumun gökyüzünde doğru saptanabilmesi için gerekli yıldız haritası GUIDE programından elde edilmiştir. GUIDE programı farklı kataloglara ait veri tabanlarını kullanan (SAO - Smithsonian Astrophysical Observatory, PPM – Position and Proper Motion Catalog, the Hubble GSC - Guide Star Catalog, vb.) ve veri tabanında 15 milyondan fazla cisim barındıran bir programdır. Şekil 3.3'te GUIDE programından elde edilen yıldız haritası gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Yıldız sisteminin GUIDE programından elde edilen yıldız haritası

3.2. Yöntem

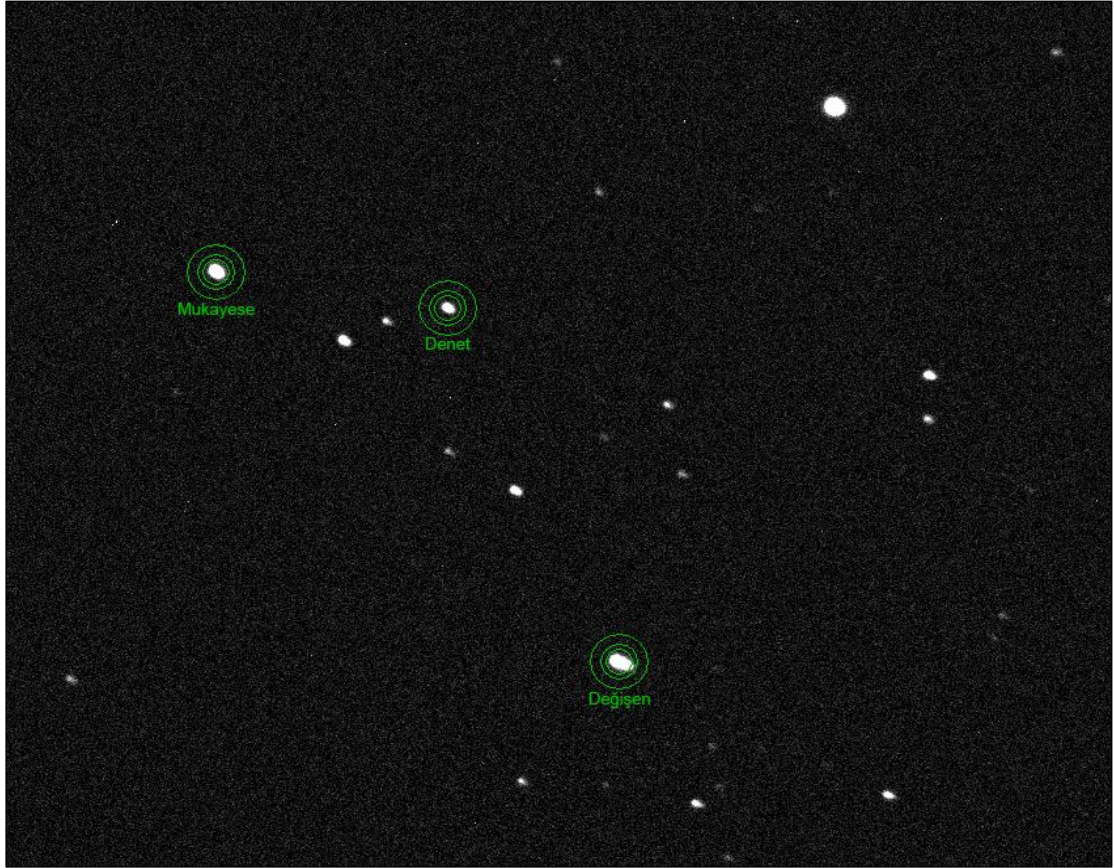
Maxim DL programı ile bias, dark ve flat görüntüleri kullanılarak gözlem verileri aletsel etkilerden arındırılmıştır. İndirgemeler fark fotometrisi şeklinde yapılmış olup, değişen, mukayese ve denet yıldızları için atmosfer sömükleştirme düzeltmesi uygulanarak atmosfer dışı parlaklıklar hesaplanmıştır. Gözlenen denet yıldızı kullanılarak mukayese yıldızının ışık değişimi gösterip göstermediği incelenmiş ve gözlem gecelerinde mukayese yıldızının ışık değişimi göstermediği anlaşılmıştır.

Diferansiyel parlaklık değerlerini bulmak için mukayese yıldızı olarak GSC 1742-1793 ve denet yıldızı olarak da GSC 1742-1439 yıldızları kullanılmıştır. Yıldızlara ilişkin bilgiler Çizelge 3.5’de verilmektedir.

Çizelge 3.5. Değişen, mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler

Parametre	Değişen (2MASS J00532822+2536229)	Mukayese	Denet
GSC No	1742-1524	1742-1793	1742-1439
α (2000)	00 ^{sa} 53 ^{dk} 28 ^s	00 ^{sa} 53 ^{dk} 88 ^s	00 ^{sa} 53 ^{dk} 49 ^s
δ (2000)	+25° 36' 24"	+25° 35' 44"	+25° 37' 35"
m_v	11 ^m .38	13 ^m .54	13 ^m .00

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin, mukayese ve denet yıldızlarının gökyüzündeki konumları Şekil 3.4’te verilmektedir.



Şekil 3.4. Değişen, mukayese ve denet yıldızlarının gökyüzündeki konumları

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin ışık eğrilerini elde etmek için gözlem zamanı JD, HJD zamanlarına dönüştürülmüştür. AVE (Analisis de Variabilidad Estelar) programı kullanılarak ışık eğrilerinden sistemin 8 minimum zamanı bulunmuştur. ROTSE (Robotic Optical Transient Search Experiment) veri tabanından sistemin farklı zamanlarda alınmış gözlem verileri kullanılarak yine AVE programı ile 2 minimum zamanı hesaplanmıştır. ASAS (The All Sky Automated Survey) veri tabanından alınan ışık elemanları, ROTSE veri tabanından hesaplanan minimum zamanları ve gözlem verilerinden elde edilen minimum zamanları ile birlikte *O-C* grafiği çizilerek sistemin yeni ışık elemanları hesaplanmıştır. Yeni ışık elemanları ile sistemin B, V, R ve I filtrelerinde ışık eğrileri çizilmiştir.

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin görüntülerinde bir optik bileşen tespit edilmiştir. Maxim DL programı ile gözlem verilerinin görüntülerinde, çift yıldız sisteminin ve optik bileşenin akı değerleri ADU biriminde ölçülerek, optik bileşenin 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sistemine her bir filtrede yaptığı ışık katkısı hesaplanmıştır.

Sistemde optik bir bileşen tespit edildiği için baş yıldızın sıcaklık değeri, 2MASS (Two Micron All-Sky Survey) kataloğundan J-H ve J-K renk değerleri alınarak Demircan ve Derman (2007) tarafından hazırlanan program (Color to Temperature for Main Sequence Stars) (<http://derman.science.ankara.edu.tr/Contact-Binary/color2temp/>, 13.01.2012) ile bulunmuştur.

Sistemde O'Connell etkisi nedeniyle sistemin en iyi çözümü için ikinci bileşen üzerine leke eklenmiştir.

Hesaplanan yeni ışık elemanları, 2MASS kataloğundan alınan baş yıldızın sıcaklığı, yansıma etkisi katsayısı, üçüncü cisim etkisi, leke etkisi ve çekim kararma sabiti kullanılarak, Phoebe programında En Küçük Kareler Yöntemi ile *i-q* taraması yapılmıştır. Tarama sonucu elde edilen en küçük Ki-Kare değerine karşılık sistemin *i*, *q* ve T_2 parametreleri belirlenmiş ve sistem 3 boyutlu modellenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. 2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminin Dönem Analizi

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi'nde yapılan gözlemleri sonucu 8 minimum zamanı elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin gözlemlerinden elde edilen minimum zamanları

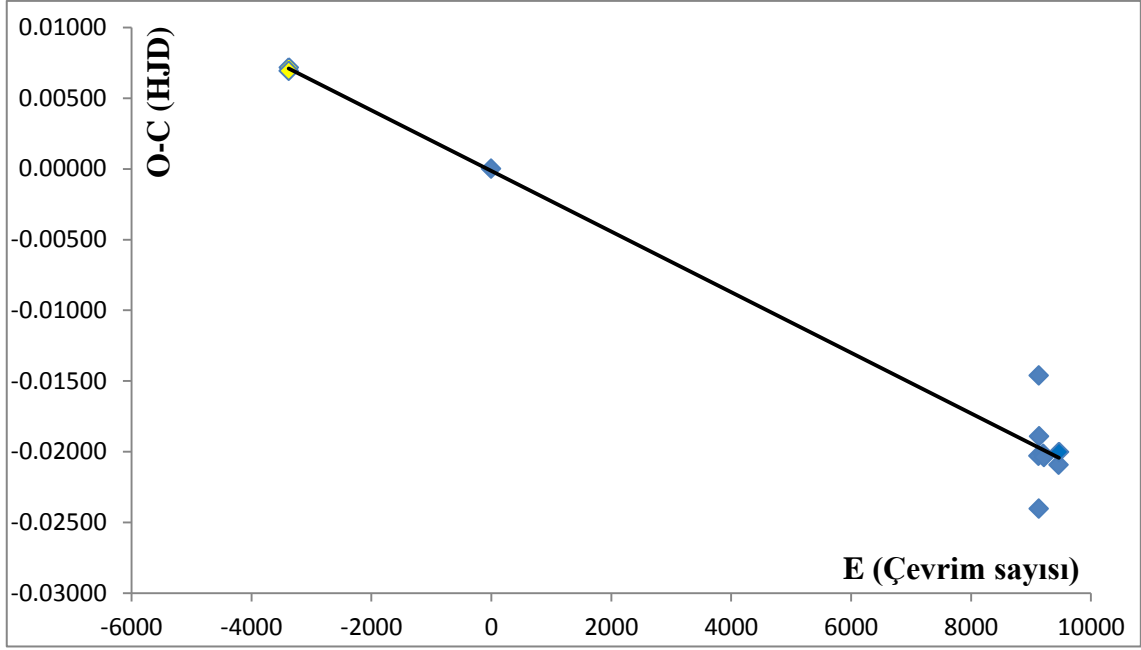
	Minimum Zamanı (HJD)	O-C (HJD)	Minimum Türü
1.	2455779.42065	-0.02030	I
2.	2455781.32696	-0.01462	II
3.	2455781.49034	-0.02404	I
4.	2455783.39608	-0.01894	II
5.	2455806.37531	-0.02017	I
6.	2455810.34915	-0.02040	II
7.	2455895.35908	-0.02093	II
8.	2455897.26064	-0.02002	I

ROTSE veri tabanından çift yıldız sistemin farklı zamanlarda yapılmış gözlem verileri ile elde edilen iki minimum zamanı Çizelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. ROTSE veri tabanından elde edilen minimumlar

	Minimum Zamanı (HJD)	O-C (HJD)	Minimum Türü
1.	2451458.773911	0.00718	I
2.	2451458.25532	0.00694	II

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'deki O-C değerleri, ASAS veri tabanından alınan ışık elemanları $P=0.345571$ gün ve $T_0=2452625.76000$ kullanılarak 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin $O-C$ grafiği Şekil 4.1'deki gibi çıkmıştır.



Şekil 4.1. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin $O-C$ grafiği

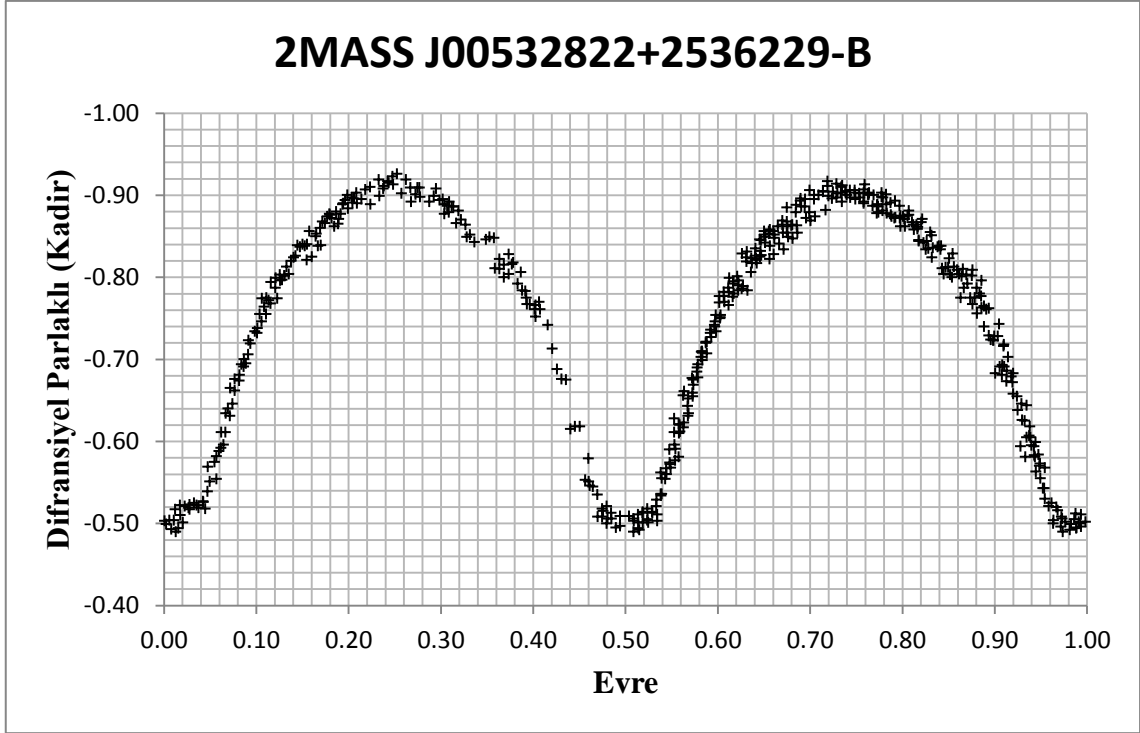
$O-C$ grafiğinden $\Delta P = -0.0000021$ ve $\Delta T_0 = -0.00013$ olarak hesaplanmıştır. Işık elemanlarından ΔP ve ΔT_0 hataları düzeltilerek yeni ışık elemanları hesaplanmıştır. Hesaplanan yeni ışık elemanları Çizelge 4.3'te verilmektedir.

Çizelge 4.3. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin hesaplanan yeni ışık elemanları

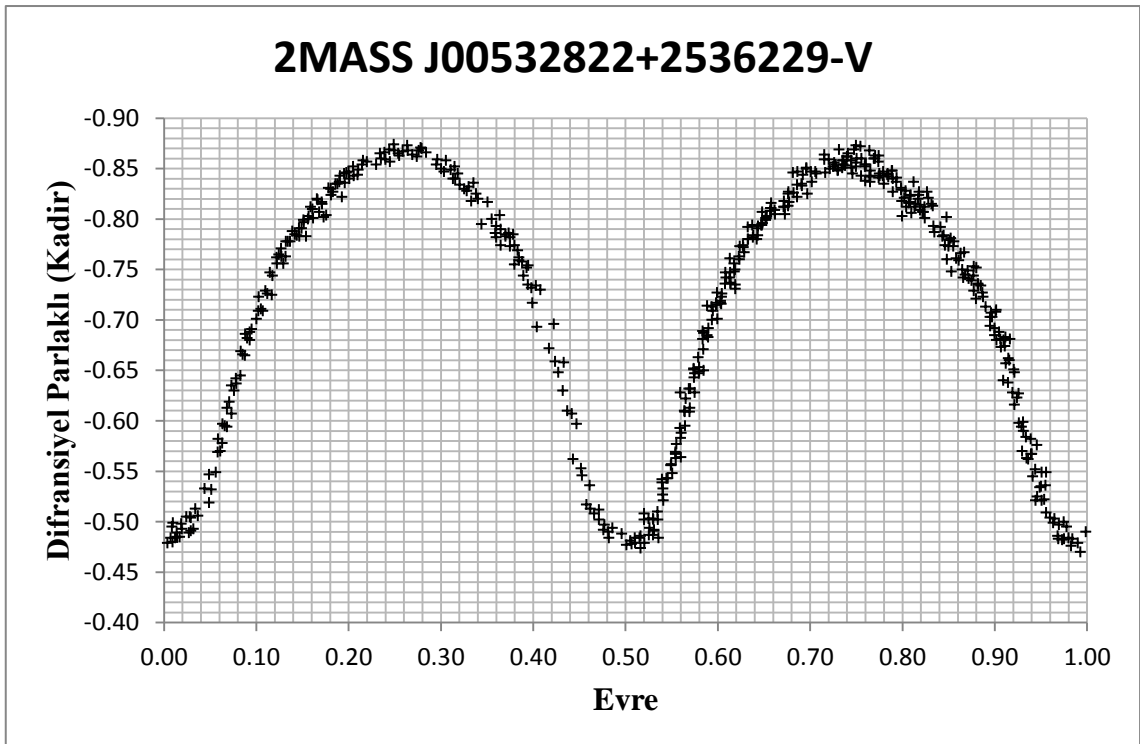
T_0	2452625.75987
P	0.3455689 gün

4.2. 2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminin Işık Eğrileri

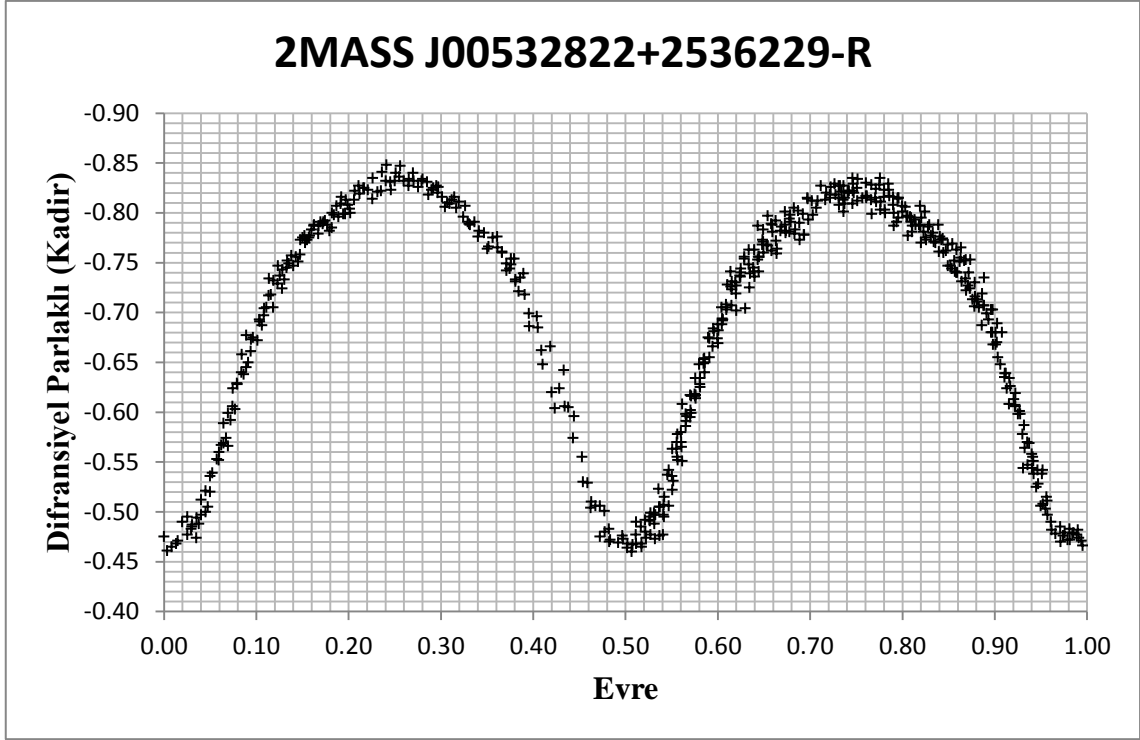
2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin hesaplanan yeni ışık elemanları ile evre hesabı yapılarak B, V, R ve I filtrelerindeki ışık eğrileri Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5'deki gibi çıkmıştır.



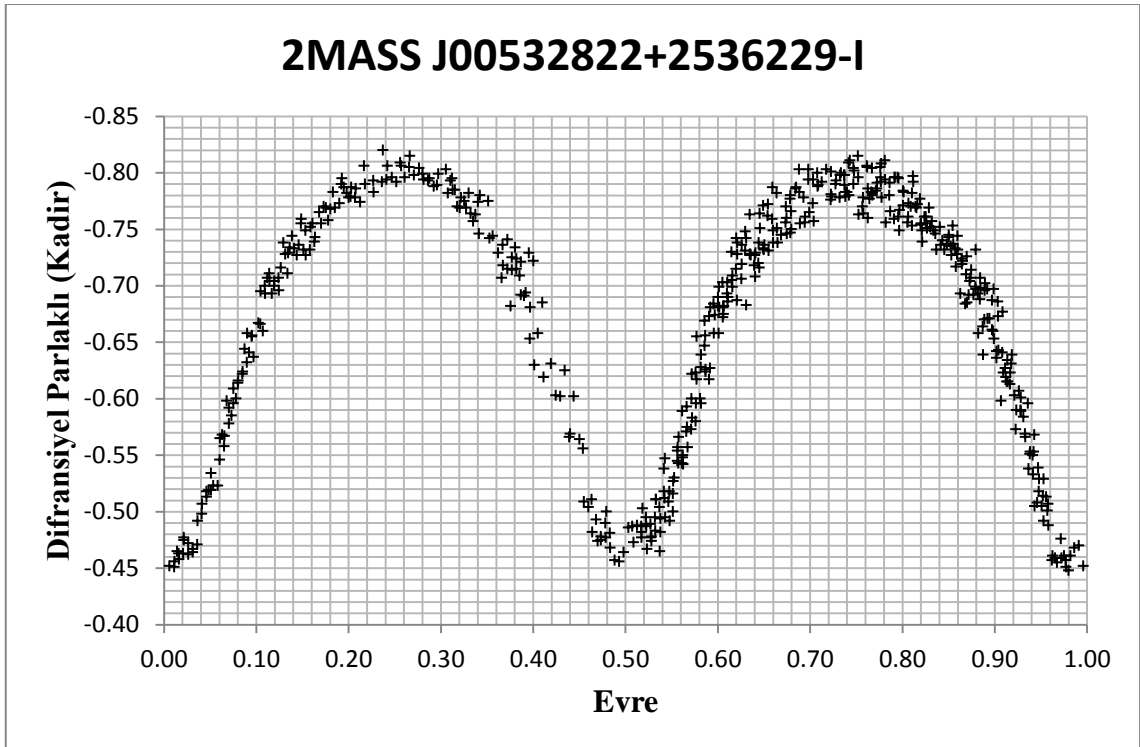
Şekil 4.2. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B filtresi ışık eğrisi



Şekil 4.3. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin V filtresi ışık eğrisi

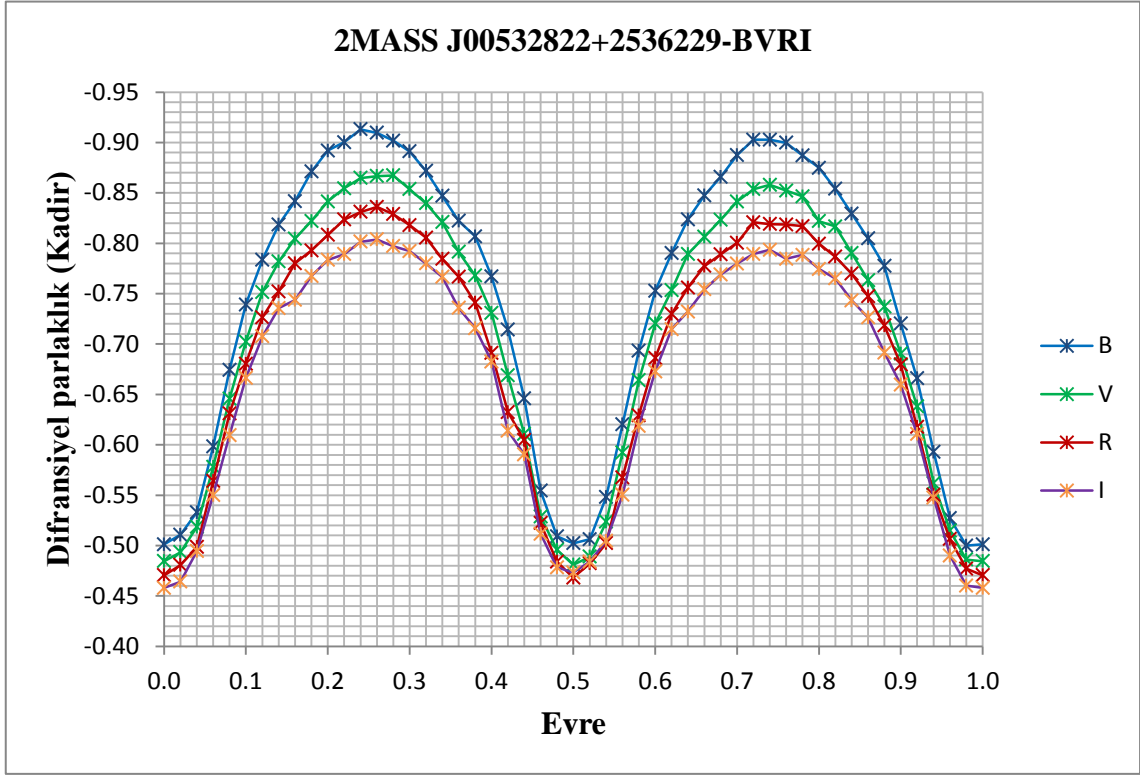


Şekil 4.4. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin R filtresi ışık eğrisi



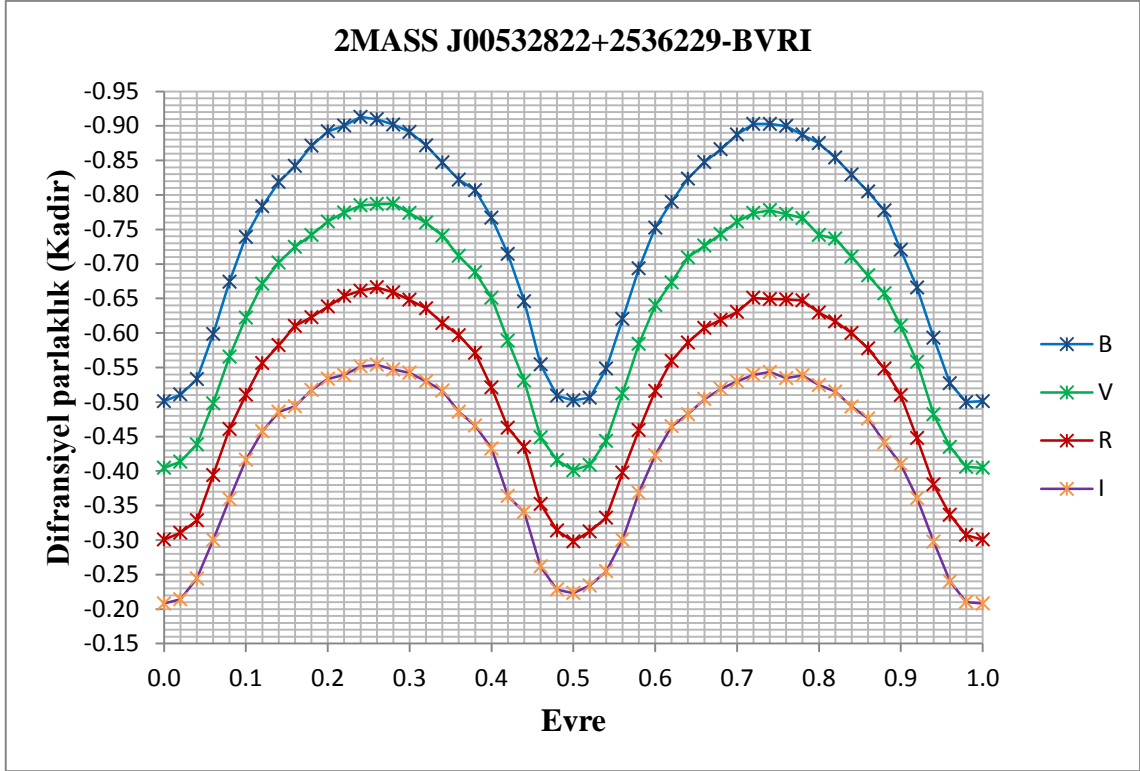
Şekil 4.5. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin I filtresi ışık eğrisi

Sistemin aynı evrede farklı gözlem zamanlarına ait parlaklıklarındaki saçılmayı kaldırmak ve kullandığımız Phoebe analiz programının daha hızlı sonuç vermesi için, evrenin her bir 0.02 aralığındaki parlaklıklarının ortalaması alınarak normal noktalar elde edilmiştir. Bu normal noktalara karşılık ışık eğrileri Şekil 4.6'daki gibi çıkmıştır.



Şekil 4.6. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin normal noktaları ile elde edilen ışık eğrisi

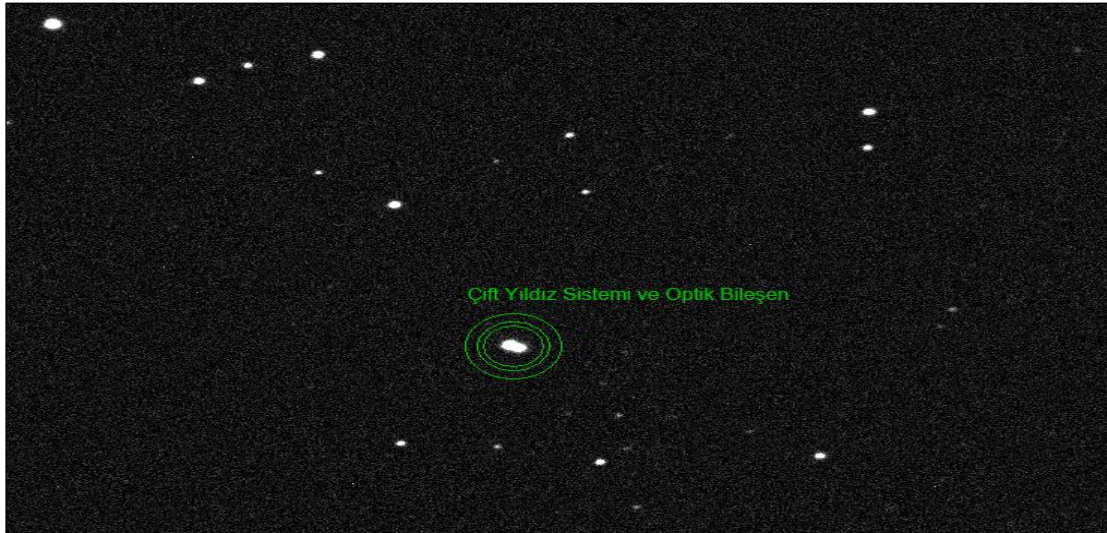
Şekil 4.6'daki normal noktaları ile elde edilen ışık eğrilerindeki parlaklıklara V filtresinde $+0^m.08$, R filtresinde $+0^m.17$ ve I filtresinde $+0^m.25$ eklenerek 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin normal noktaları ile elde edilen ışık eğrileri Şekil 4.7'deki gibi çıkmıştır.



Şekil 4.7. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin normal noktaları ile elde ışık eğrisi

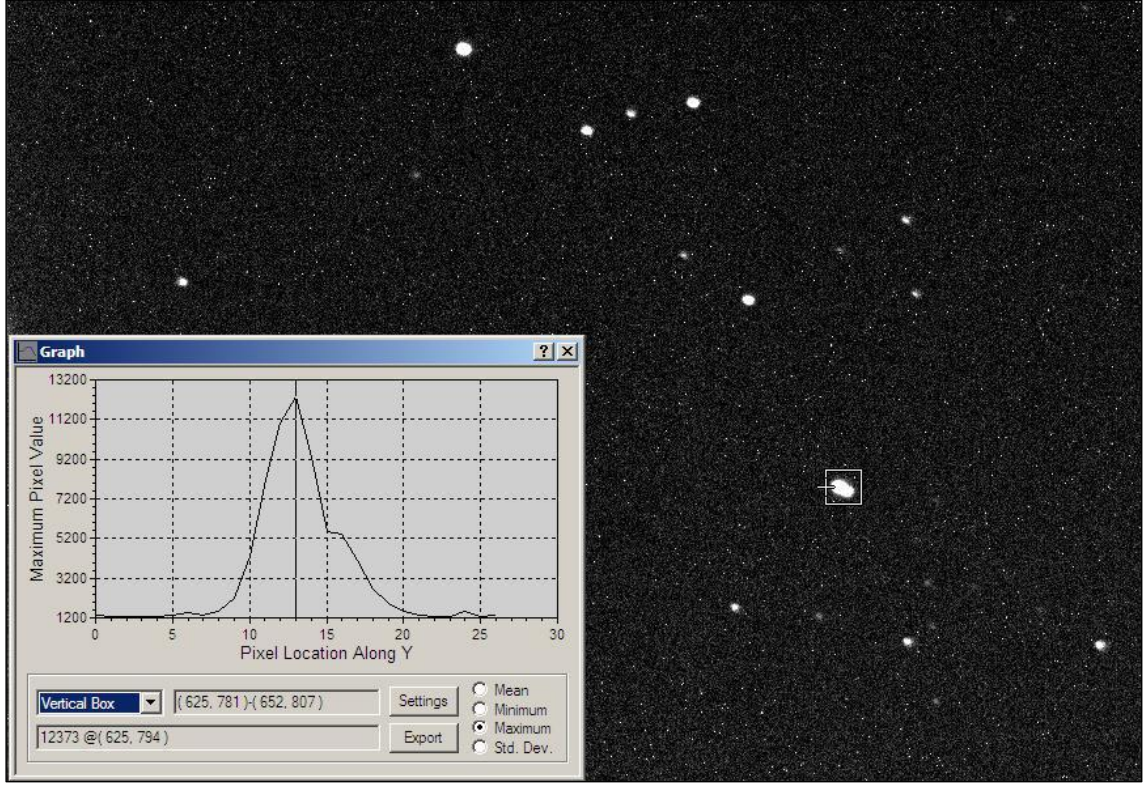
4.3. 2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminde Optik Bileşen Etkisi

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin görüntülerinde tespit edilen optik bileşen Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.8. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminde optik bileşen

Maxim DL programı ile maximum evresindeki görüntülerden 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin, optik bileşenin ve mukayese yıldızının B, V, R ve I filtrelerindeki akı değerleri ADU biriminde ölçülmüştür (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Maxim DL programı ile akı değerlerinin ölçümü

Maxim DL programı ile B, V, R ve I filtrelerinde 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin, optik bileşenin ve mukayese yıldızının ölçülen akı değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Maxim DL programı ile ölçülen akı değerleri

Filtre	Çift Yıldız Sistemi (ADU)	Optik Bileşen (ADU)	Mukayese Yıldızı (ADU)
B	15000	5300	8000
V	26250	9250	13250
R	14300	5900	8700
I	7000	3600	4350

Çizelge 4.4'teki akı değerleri kullanılarak optik bileşenin, çift sistemin ışığına yüzde katkısı hesaplanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Optik bileşenin, çift sistemin ışığına yüzde katkısı

Filtre	% Katkı
B	26
V	26
R	29
I	34

Baş bileşenin sıcaklığı, 2MASS kataloğundan J-H ve J-K renk değerleri alınarak Demircan ve Derman (2007) tarafından hazırlanan program ile 5900 K olarak bulunmuştur.

4.4. 2MASS J00532822+2536229 Çift Yıldız Sisteminde Işık Eğrisi Analizi

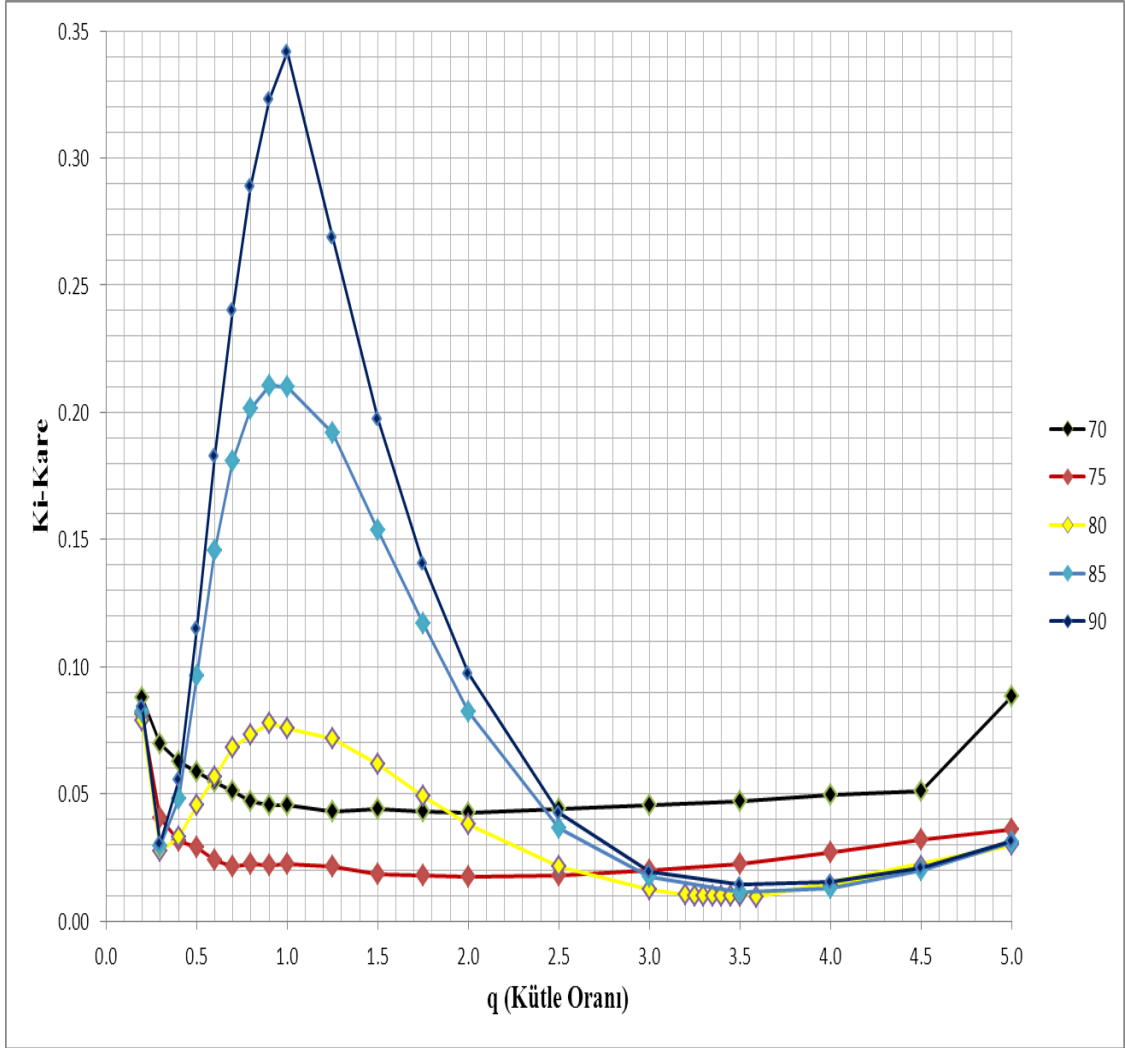
2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin Phoebe programı ile ışık eğrisi analizinde kenar kararım katsayıları, T_1 sıcaklığındaki bir anakol yıldızına karşılık gelecek şekilde Van Hamme (1993)'dan alınmıştır. Her iki bileşenin konvektif zarfa sahip olduğu kabul edilerek ($T < 7200$ K) çekim kararım katsayısı 0.32 ve bolometrik albedo değeri 0.50 olarak alınmıştır. Optik bileşenin her bir filtredeki ışık katkısı için Çizelge 4.5'teki veriler kullanılmıştır. Işık eğrisi analizinde, O'Connell etkisi nedeniyle ikinci bileşen üzerine eklenen leke parametreleri Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. İkinci bileşen üzerine eklenen leke parametreleri

Yıldız yüzeyindeki leke merkezinin enlemi:	90°
Yıldız yüzeyindeki leke merkezinin boylamı:	320°
Yıldız yüzeyinde bulunan lekenin açısal çapı:	11.5°
Yıldız yüzeyinde bulunan lekenin sıcaklık faktörü:	0.81

Phoebe programında baş bileşenin akısı, yüzey potansiyeli ve ikinci bileşenin yüzey sıcaklığı sırasıyla serbest bırakılmış ardından bu üç parametre birlikte serbest bırakılarak i - q taraması yapılmıştır.

Yörünge eğim açısı (i) 70° , 75° , 80° , 85° ve 90° için kütle oranı (q) değerleri grafiği Şekil 4.10'da verilmektedir.



Şekil 4.10. (i - q) taraması grafiği

i - q taraması sonucu en küçük Ki-Kare değerleri Çizelge 4.7'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. *i-q* taraması Ki-Kare değerleri

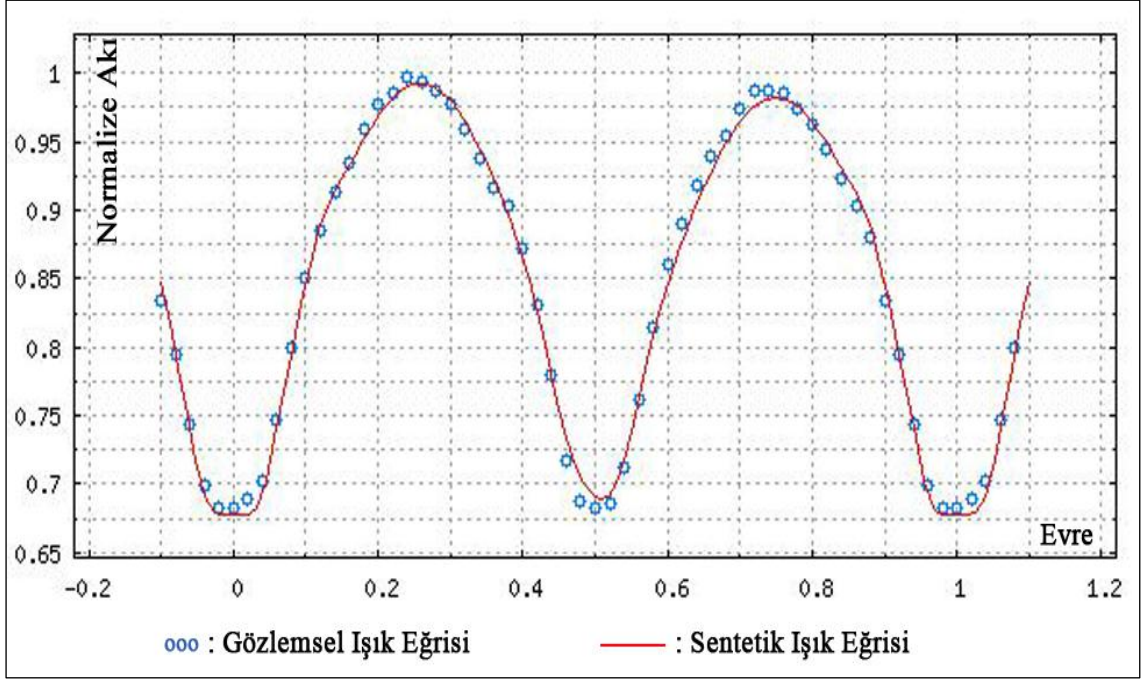
<i>i</i>	<i>q</i>	Ki-Kare
70°	2.00	0.042675
75°	2.00	0.017599
80°	3.40	0.009815
85°	3.50	0.011435
90°	3.50	0.014218

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin en küçük Ki-Kare değerine karşılık gelen, yörünge eğim açısı 80°, kütle oranı 3.40 değerinde tüm parametreler serbest bırakılarak (baş bileşenin akısı, yüzey potansiyeli, ikinci bileşenin yüzey sıcaklığı, sistemin yörünge eğim açısı ve kütle oranı) yapılan iterasyon sonucu hesaplanan parametreler Çizelge 4.8’de verilmektedir.

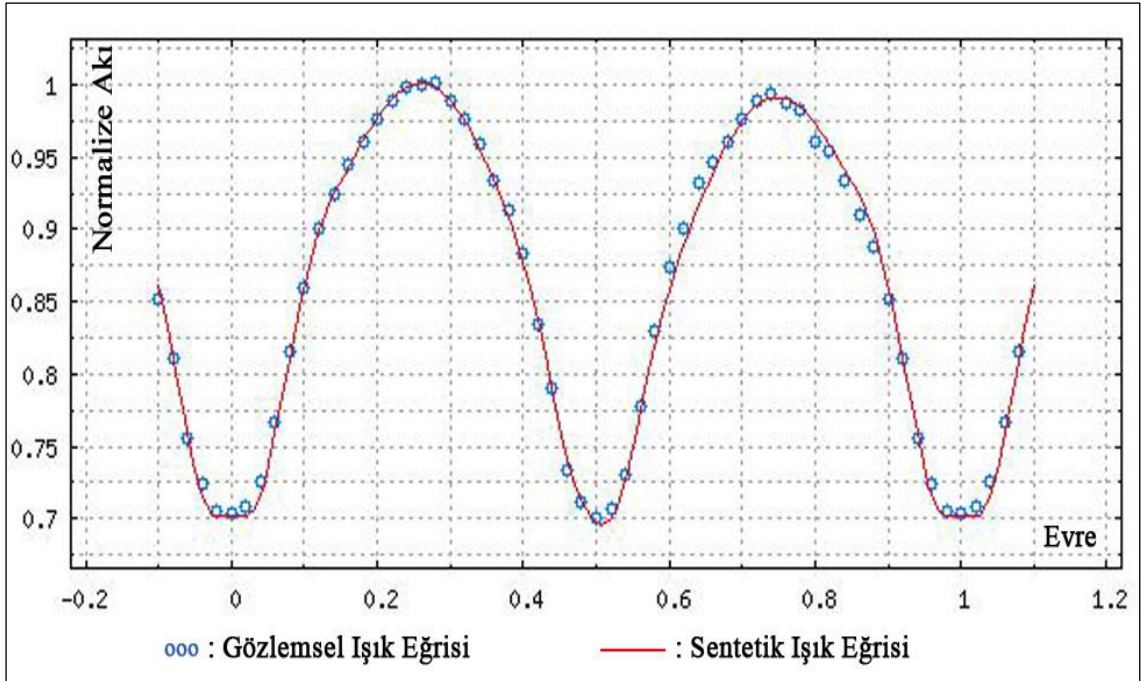
Çizelge 4.8. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin ışık eğrisi analizinden elde edilen parametreler

<i>i</i>	<i>q</i>	T_2
82°	3.59	5600 K

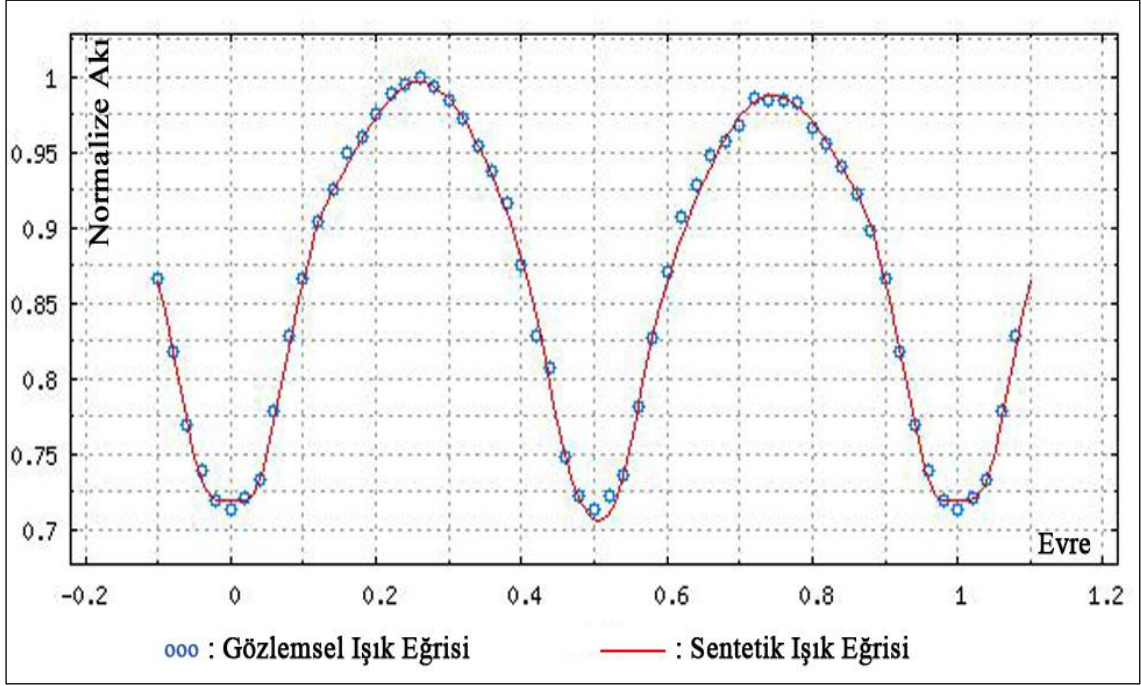
2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin Phoebe programı ile elde edilen B, V, R ve I filtrelerindeki normal noktalar için gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de verilmektedir.



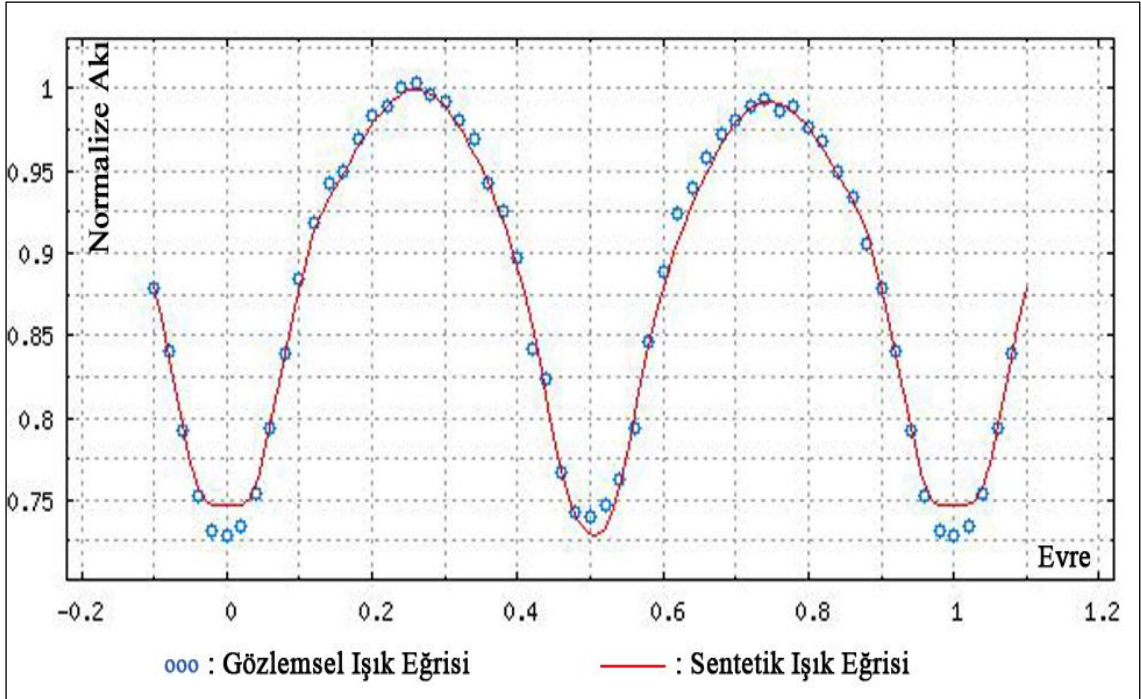
Şekil 4.11. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri



Şekil 4.12. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin V filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri

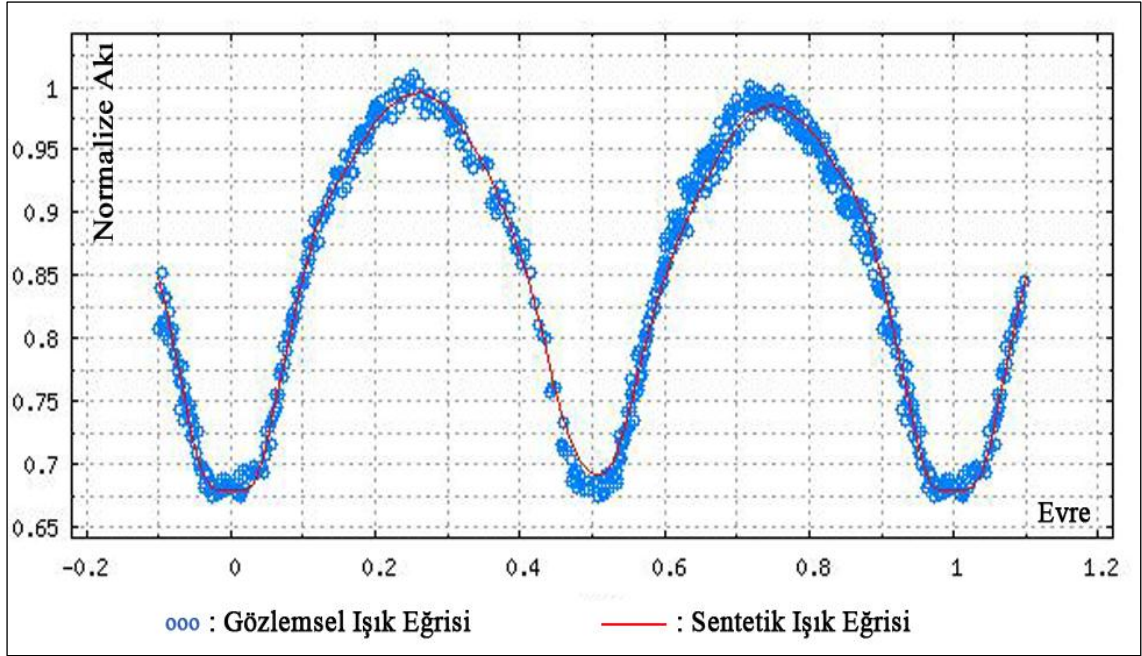


Şekil 4.13. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin R filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri

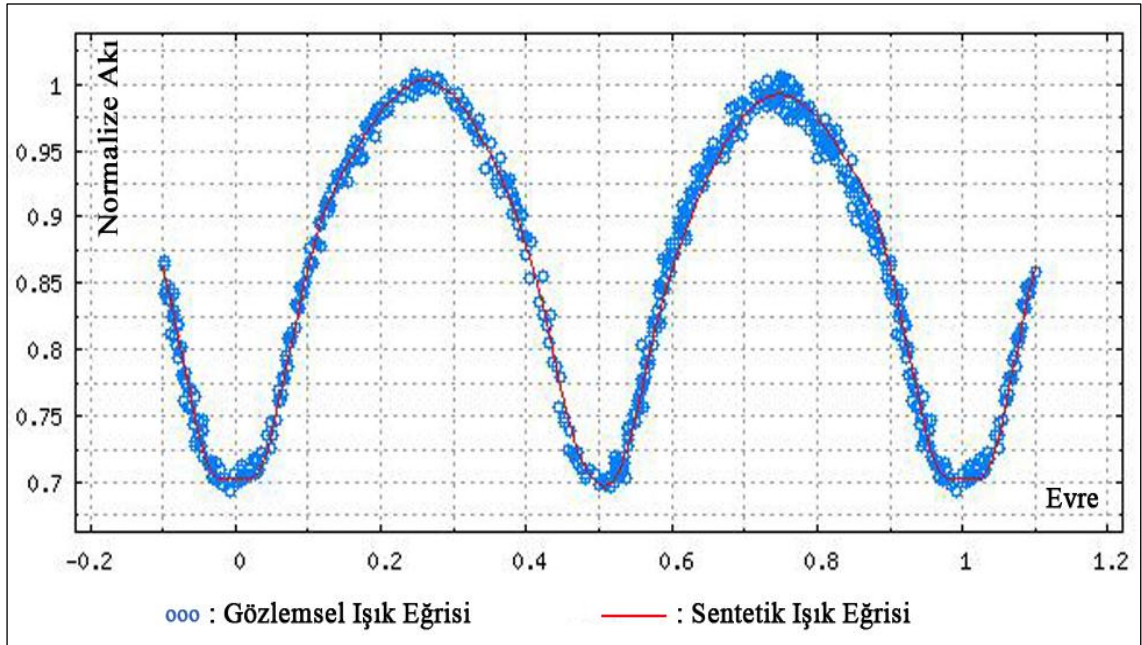


Şekil 4.14. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin I filtresi için normal noktalar ile elde edilen gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri

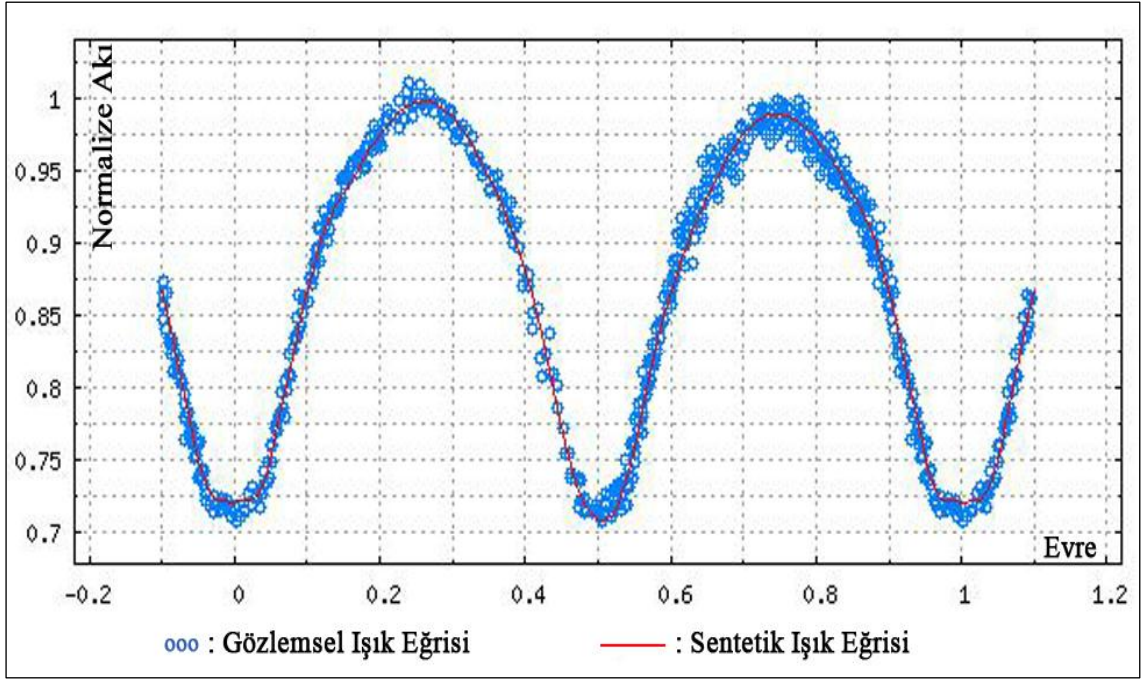
2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin Phoebe programı ile elde edilen B, V, R ve I filtrelerindeki tüm gözlem verilerine ait gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de verilmektedir.



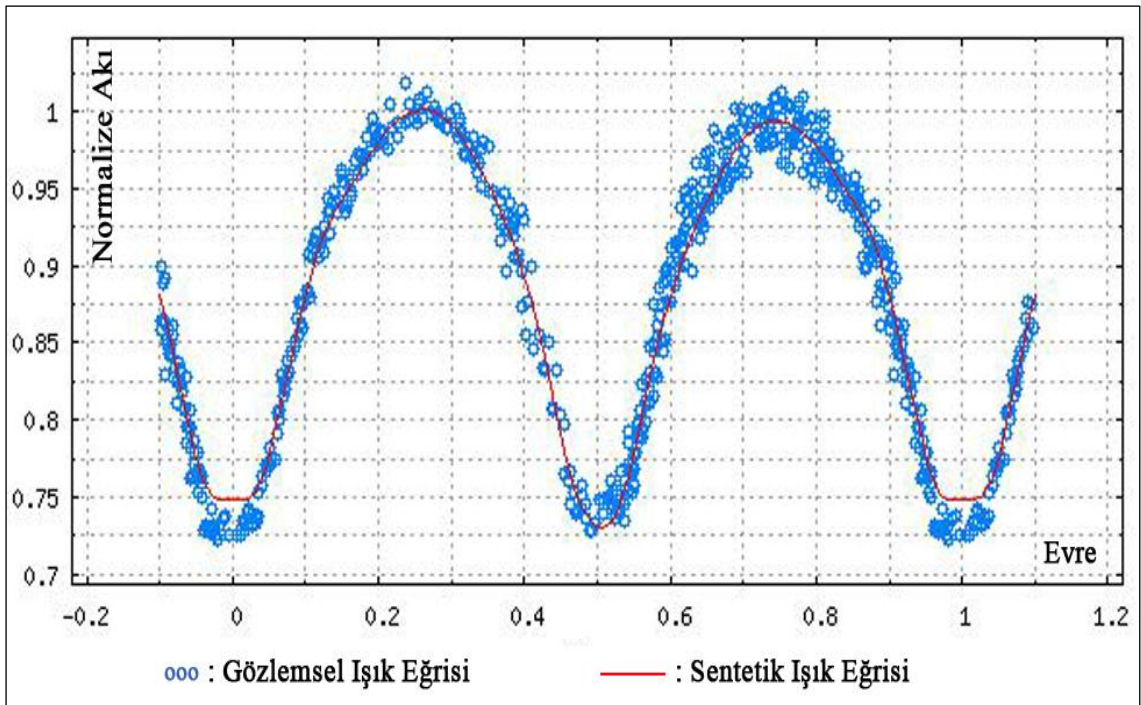
Şekil 4.15. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B filtresi gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri



Şekil 4.16. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin V filtresi gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri



Şekil 4.17. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin R filtresi gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri

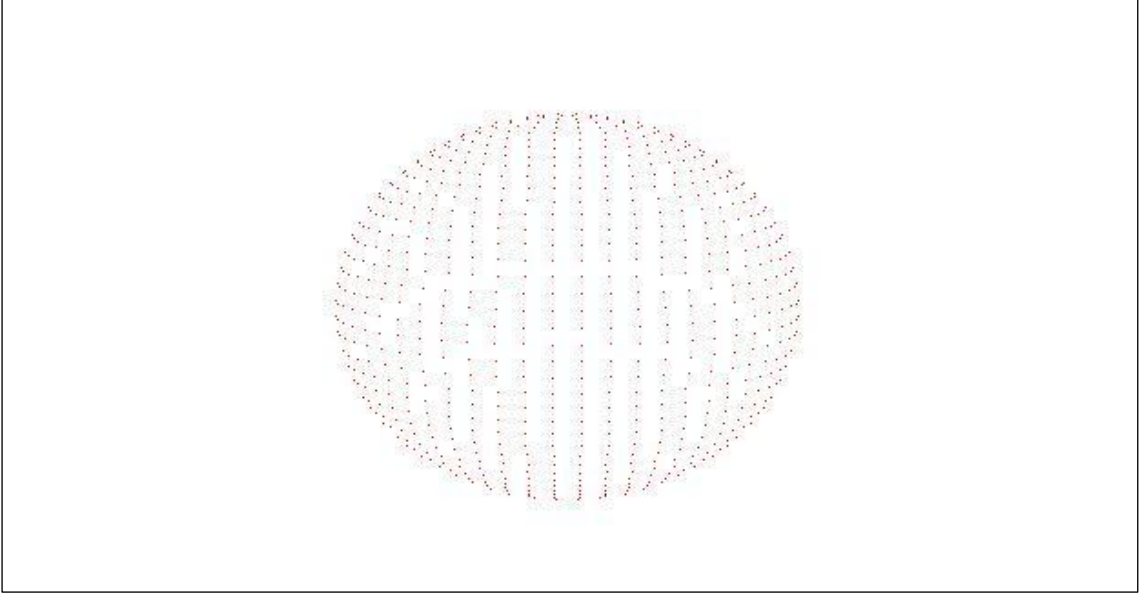


Şekil 4.18. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin I filtresi için gözlemsel ve sentetik ışık eğrileri

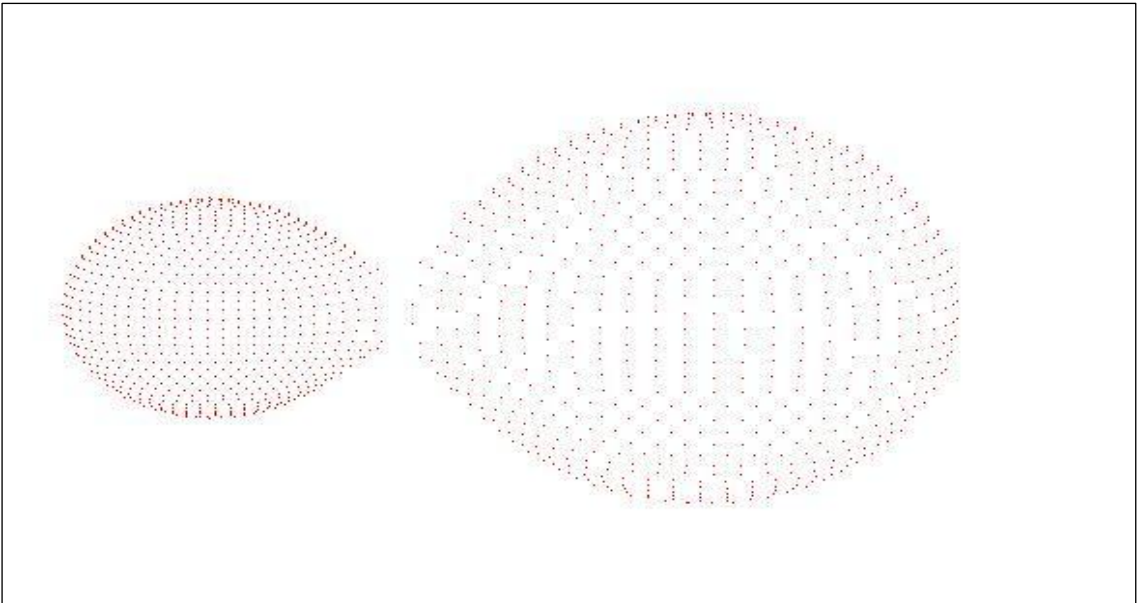
Şekil 4.14 ve Şekil 4.18'de I filtresine ait gözlemsel ile sentetik ışık eğrileri arasında fark görülmektedir. Bunun nedeni, kullanılan Custom Scientific Bessell BVRI

fotometrik filtre setinin I filtresi dalgaboylarındaki geçirgenlik değerleri, standart değerler ile uyuşmadığından kaynaklandığı düşünölmektedir.

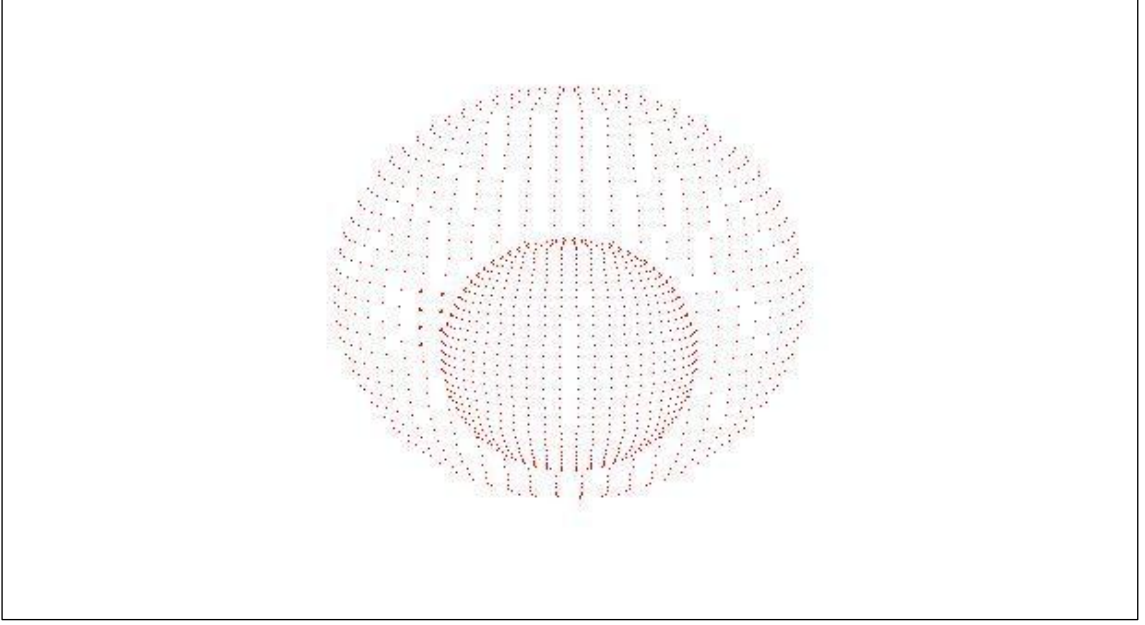
2MASS J00532822+2536229 sisteminin 0, 0.25, 0.5, ve 0.75 evrelerinde 3 boyutlu geometrik modeli Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmektedir.



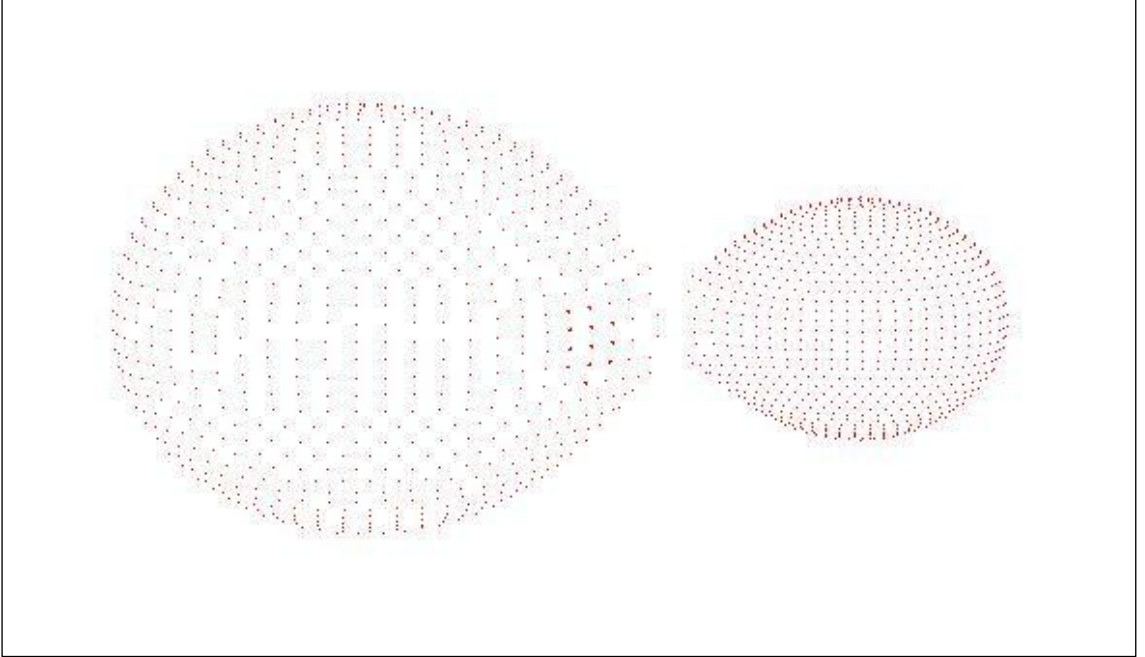
Şekil 4.19. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli



Şekil 4.20. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0.25 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli



Şekil 4.21. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0.5 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli



Şekil 4.22. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin 0.75 evresinde 3 boyutlu geometrik modeli

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin bu çalışmada elde edilen parametreleri Çizelge 4.9'da verilmektedir.

Çizelge 4.9. 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin bu çalışmada elde edilen parametreleri

i	82°
$q (m_2/m_1)$	3.59
T_1	5900 K
T_2	5600 K
P	0.3455689 gün
T_0	2452625.75987

2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sistemimin ışık eğrileri, Molik (1998)'e göre W UMa türü bir örten çift yıldız özelliği göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi'nde 2011 yılında B, V, R ve I filtrelerinde fotometrik gözlemleri yapılmıştır. Sistemin gözlemlerinden elde edilen 8 minimum zamanı ve ROTSE kataloğundaki gözlem verilerinden elde edilen 2 minimum zamanı ile birlikte *O-C* dönem analizi yapılmıştır. Dönem analizi sonucunda sistemin yeni ışık elemanları; $P=0.3455689$ gün, $T_0=2452625.75987$ olarak bulunmuştur.

Gözlem verilerinin görüntülerinde, çift yıldız sistemine ışık katkısı yapan bir optik bileşenin varlığı tespit edilmiştir. Optik bileşenin ışığının, çift yıldız sisteminin ışığına yüzde katkısı hesaplanmıştır ve değerler Phoebe programına üçüncü ışık katkısı olarak girilmiştir.

Sistemin hesaplanan yeni ışık elemanları ile bulunan evreye karşılık akı değerleri Phoebe programa girilerek ışık eğrisi analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sistemin, W-türü bir W UMa örten çift yıldız sistemi olduğu belirlenmiştir.

Sistemin görelî parametreleri; $i=82^\circ$, $q=3.59$, $T_2=5600$ K olarak bulunmuştur. Sistemin salt parametrelerinin hesaplanabilmesi için tayfsal gözlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Al-Naimy, H.M. 1978. Linearized Limb-Darkening Coefficients for Use in Analysis of Eclipsing Binary Light Curves. *AP&SS*, 53, 181.
- Binnendijk, L. 1970. The orbital elements of W Ursae Majoris systems. *VA*, 12, 217.
- Binnendijk, L. 1977. Synthetic light curves for contact binaries. *VA*, 21, 359.
- Çınar, D., 2007. VZ Psc'ın Işık Eğrisi Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1s.
- Diaz-Cordoves, J., Claret, A., Gimenez, A. 1995. Linear and non-linear limbdarkening coefficients for LTE model atmospheres. *A&AS*, 110, 329.
- Demircan, Y., Derman, E., 2007. Color to Temperature for Main Sequence Stars (<http://derman.science.ankara.edu.tr/Contact-Binary/color2temp/>) (13.01.2012)
- Gürsoytark, S.H., 2010. Bazı W Uma Türü Sistemlerinin Dikine Hız Eğrisi Gözlemleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2 s.
- Hamme, W. 1993. New limb-darkening coefficients for modeling binary star light curves. *AJ*, 106, 2096
- Heintz, W. D. 1969. A Statistical Study Of Binary Stars. *JRASC*, 63, 275.
- Huang, S.S. 1956. A dynamical problem in binary systems and its bearing on stellar evolution. *AJ*, 61, 49.
- İbanoğlu, C., 2002. Değişen Yıldızlar, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, 179, 26-28
- Kopal, Z. 1959. *Close Binary Systems*. cbs. book. Wiley, New York
- Lucy, L.B. 1967. Gravity-Darkening for Stars with Convective Envelopes. *ZA*, 65, 89.
- 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. 1973. The Common Convective Envelope Model for W Ursae Majoris Systems and the Analysis of their Light Curves. *AP&SS*, 22, 381.
- Maceroni, C., Milano, L. and Russo, G. 1985. General Properties of W Ursae Majoris Systems. *MNRAS*, 217, 843.
- Milone, E. F., 1968, *AJ*, 73, 708
- Molik, P. 1998. Proceedings of the 29th Conference on Variable Star Research, Bno., Czech Republic, 81.
- Özbek, N., 2006. Bazı W UMA Türü Örten Çift Yıldızların Işık Eğrisi ve (O – C) Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1 s.
- Özuyar, D., 2007. W Uma Türü Değen Çift U Pegasi'nin Işık Eğrisi ve Dönem Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 124s.
- Prsa, A., Zwitter, T. 2006. Introducing Powell's Direction Set Method to a Fully Automated Analysis of Eclipsing Binary Stars. *astro.ph*, 7340.
- Rucinski, S.M. 1973a. The W UMA-type Systems as Contact Binaries. I. Two Methods of Geometrical Elements Determination. Degree of Contact. *AcA*, 23, 79.
- Rucinski, S.M. 1974. Binaries. II. A- and W-type Systems. The W UMA-type Systems as Contact. *AcA*, 24, 119.
- Saguner, T., 2007. Çıkarım (Inference) Yöntemi Kullanılarak W Uma Yıldızlarının Salt Parametrelerinin Bulunması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 5 s.
- Salman, G., 2006. Değen Çift Yıldızlarda O'connell Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3s.
- Selam, O. S., 2010. <http://science.ankara.edu.tr/selam> (15.12.2011)

- Wade, R.A., Rucinski, S.M. 1985. Linear and quadratic limb-darkening coefficients for a large grid of LTE model atmospheres. *A&AS*, 60, 471.
- Wang, J.M. 1994. The thermal relaxation oscillation states of contact binaries. *ApJ*, 434, 277.
- Zeipel, H. 1924. Radiative equilibrium of a double-star system with nearly spherical components. *MNRAS*, 84, 702.
- Wilson, R.E., Devinney, E.J. 1971. Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni. *ApJ*, 166, 605.
- Wilson, R. E., Devinney, E.J. 1973. Fundamental data for contact binaries : RZ Com, RZ Tau and AW UMa. *APJ*, 182, 539.

EKLER

Çizelge Ek A: 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB
1	2455806.37589	-0.503	39	2455897.28674	-0.676	77	2455806.42827	-0.838
2	2455781.49549	-0.499	40	2455779.44937	-0.674	78	2455779.47465	-0.821
3	2455806.37760	-0.504	41	2455897.28846	-0.681	79	2455897.31383	-0.840
4	2455779.42397	-0.493	42	2455806.40458	-0.694	80	2455806.42997	-0.856
5	2455806.37929	-0.504	43	2455779.45108	-0.691	81	2455897.31553	-0.825
6	2455781.49889	-0.517	44	2455897.29016	-0.700	82	2455779.47805	-0.850
7	2455779.42567	-0.490	45	2455806.40628	-0.695	83	2455897.31724	-0.853
8	2455806.38099	-0.494	46	2455779.45278	-0.706	84	2455806.43326	-0.838
9	2455781.50059	-0.522	47	2455897.29187	-0.723	85	2455779.47977	-0.860
10	2455779.42737	-0.510	48	2455806.40798	-0.719	86	2455897.31895	-0.839
11	2455806.38269	-0.501	49	2455806.40968	-0.734	87	2455806.43496	-0.868
12	2455779.42907	-0.521	50	2455779.45606	-0.732	88	2455779.48147	-0.866
13	2455781.50387	-0.519	51	2455897.29516	-0.738	89	2455806.43666	-0.874
14	2455779.43077	-0.517	52	2455806.41138	-0.755	90	2455779.48317	-0.877
15	2455897.26979	-0.523	53	2455779.45776	-0.746	91	2455897.32224	-0.876
16	2455897.27149	-0.525	54	2455897.29687	-0.774	92	2455806.43836	-0.872
17	2455806.38779	-0.522	55	2455806.41307	-0.764	93	2455897.32394	-0.862
18	2455779.43418	-0.519	56	2455779.45947	-0.755	94	2455806.44007	-0.880
19	2455779.43588	-0.527	57	2455897.29857	-0.775	95	2455779.48644	-0.865
20	2455897.27492	-0.526	58	2455806.41479	-0.772	96	2455897.32565	-0.871
21	2455806.39108	-0.518	59	2455779.46117	-0.768	97	2455806.44177	-0.877
22	2455779.43758	-0.539	60	2455897.30029	-0.794	98	2455779.48815	-0.889
23	2455897.27662	-0.569	61	2455779.46287	-0.787	99	2455897.32736	-0.890
24	2455806.39278	-0.551	62	2455897.30200	-0.799	100	2455806.44347	-0.894
25	2455806.39448	-0.575	63	2455806.41806	-0.774	101	2455779.48985	-0.900
26	2455779.44087	-0.582	64	2455779.46457	-0.803	102	2455897.32907	-0.884
27	2455897.27992	-0.554	65	2455897.30370	-0.796	103	2455779.49155	-0.897
28	2455806.39619	-0.588	66	2455806.41976	-0.797	104	2455897.33077	-0.891
29	2455779.44257	-0.592	67	2455779.46627	-0.802	105	2455806.44674	-0.896
30	2455897.28162	-0.611	68	2455897.30541	-0.802	106	2455779.49325	-0.903
31	2455806.39789	-0.596	69	2455806.42146	-0.813	107	2455897.33248	-0.890
32	2455779.44427	-0.611	70	2455779.46797	-0.804	108	2455897.33418	-0.895
33	2455897.28333	-0.634	71	2455806.42317	-0.820	109	2455779.49665	-0.907
34	2455806.39959	-0.640	72	2455897.30870	-0.824	110	2455779.49835	-0.910
35	2455779.44597	-0.631	73	2455806.42487	-0.826	111	2455897.33748	-0.889
36	2455897.28503	-0.665	74	2455779.47125	-0.839	112	2455779.50163	-0.919
37	2455806.40129	-0.646	75	2455806.42657	-0.837	113	2455897.34090	-0.899
38	2455779.44767	-0.662	76	2455897.31211	-0.840	114	2455779.50333	-0.908

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB
115	2455897.34260	-0.911	156	2455897.38923	-0.804	197	2455783.39330	-0.509
116	2455779.50504	-0.917	157	2455810.30588	-0.828	198	2455783.39659	-0.509
117	2455897.34431	-0.915	158	2455783.35270	-0.816	199	2455783.39829	-0.506
118	2455779.50674	-0.923	159	2455810.30758	-0.818	200	2455781.32493	-0.490
119	2455897.34601	-0.913	160	2455897.39264	-0.792	201	2455895.36271	-0.503
120	2455779.50845	-0.926	161	2455783.35611	-0.806	202	2455783.39999	-0.511
121	2455779.51015	-0.902	162	2455897.39434	-0.784	203	2455781.32663	-0.501
122	2455779.51184	-0.919	163	2455783.35781	-0.783	204	2455895.36442	-0.494
123	2455779.51354	-0.909	164	2455810.31257	-0.775	205	2455774.41564	-0.492
124	2455897.35272	-0.892	165	2455897.39605	-0.767	206	2455783.40169	-0.513
125	2455897.35442	-0.901	166	2455783.35951	-0.767	207	2455781.32833	-0.501
126	2455783.31734	-0.909	167	2455783.36121	-0.761	208	2455895.36613	-0.514
127	2455779.51683	-0.909	168	2455810.31598	-0.752	209	2455783.40339	-0.504
128	2455897.35614	-0.898	169	2455897.39934	-0.766	210	2455781.33003	-0.518
129	2455897.35955	-0.892	170	2455783.36291	-0.770	211	2455895.36784	-0.505
130	2455897.36125	-0.899	171	2455897.40104	-0.761	212	2455810.35815	-0.501
131	2455779.52306	-0.908	172	2455783.36620	-0.742	213	2455895.36954	-0.514
132	2455783.32572	-0.894	173	2455783.36790	-0.713	214	2455774.42063	-0.513
133	2455897.36455	-0.895	174	2455783.36960	-0.688	215	2455783.40680	-0.521
134	2455783.32742	-0.877	175	2455783.37131	-0.676	216	2455895.37125	-0.529
135	2455779.52635	-0.889	176	2455783.37301	-0.675	217	2455774.42233	-0.503
136	2455897.36625	-0.887	177	2455783.37471	-0.615	218	2455810.36156	-0.511
137	2455783.32913	-0.879	178	2455783.37641	-0.618	219	2455781.33502	-0.562
138	2455779.52805	-0.892	179	2455783.37811	-0.618	220	2455783.40850	-0.536
139	2455897.36797	-0.886	180	2455810.33458	-0.553	221	2455895.37295	-0.534
140	2455783.33083	-0.886	181	2455783.38139	-0.579	222	2455774.42404	-0.536
141	2455897.36967	-0.866	182	2455895.34588	-0.551	223	2455810.36326	-0.555
142	2455779.53146	-0.881	183	2455810.33628	-0.546	224	2455781.33672	-0.554
143	2455897.37138	-0.870	184	2455783.38309	-0.545	225	2455774.42574	-0.567
144	2455897.37308	-0.864	185	2455783.38479	-0.535	226	2455810.36496	-0.560
145	2455783.33581	-0.849	186	2455895.34917	-0.508	227	2455783.41177	-0.590
146	2455897.37479	-0.852	187	2455783.38649	-0.518	228	2455781.33843	-0.574
147	2455897.37650	-0.843	188	2455895.35088	-0.508	229	2455895.37625	-0.572
148	2455897.38081	-0.846	189	2455810.34125	-0.515	230	2455774.42745	-0.568
149	2455783.34431	-0.849	190	2455783.38819	-0.521	231	2455783.41347	-0.611
150	2455783.34603	-0.848	191	2455895.35258	-0.500	232	2455781.34013	-0.628
151	2455897.38410	-0.811	192	2455810.34296	-0.506	233	2455895.37796	-0.596
152	2455897.38581	-0.810	193	2455783.38990	-0.513	234	2455810.36824	-0.577
153	2455810.30248	-0.822	194	2455895.35430	-0.506	235	2455774.42916	-0.591
154	2455897.38751	-0.815	195	2455895.35601	-0.495	236	2455783.41518	-0.621
155	2455810.30418	-0.800	196	2455781.31983	-0.497	237	2455781.34183	-0.581

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB
238	2455895.37967	-0.610	279	2455774.44607	-0.754	320	2455783.44895	-0.856
239	2455810.36994	-0.620	280	2455783.43206	-0.782	321	2455781.37563	-0.853
240	2455774.43086	-0.612	281	2455781.35873	-0.777	322	2455895.41360	-0.822
241	2455783.41688	-0.656	282	2455895.39663	-0.770	323	2455810.40372	-0.858
242	2455781.34353	-0.617	283	2455783.43376	-0.787	324	2455774.46458	-0.838
243	2455895.38138	-0.623	284	2455781.36043	-0.766	325	2455783.45065	-0.856
244	2455810.37164	-0.661	285	2455895.39835	-0.782	326	2455781.37733	-0.828
245	2455783.41858	-0.643	286	2455810.38854	-0.799	327	2455895.41531	-0.852
246	2455781.34523	-0.631	287	2455783.43547	-0.776	328	2455774.46628	-0.848
247	2455895.38309	-0.652	288	2455781.36213	-0.795	329	2455783.45235	-0.862
248	2455774.43414	-0.634	289	2455895.40005	-0.792	330	2455774.46799	-0.841
249	2455783.42028	-0.677	290	2455774.45106	-0.780	331	2455781.38062	-0.869
250	2455781.34693	-0.659	291	2455783.43717	-0.801	332	2455783.45406	-0.864
251	2455895.38479	-0.655	292	2455895.40176	-0.784	333	2455895.41861	-0.854
252	2455774.43585	-0.675	293	2455810.39193	-0.796	334	2455774.46970	-0.834
253	2455810.37504	-0.669	294	2455774.45277	-0.790	335	2455780.34559	-0.854
254	2455783.42198	-0.685	295	2455781.36542	-0.786	336	2455781.38232	-0.868
255	2455895.38651	-0.690	296	2455783.43887	-0.829	337	2455783.45576	-0.885
256	2455774.43755	-0.678	297	2455810.39363	-0.789	338	2455895.42031	-0.862
257	2455810.37674	-0.694	298	2455774.45447	-0.789	339	2455774.47140	-0.849
258	2455781.35022	-0.703	299	2455781.36712	-0.824	340	2455781.38402	-0.863
259	2455783.42368	-0.709	300	2455783.44057	-0.819	341	2455895.42202	-0.864
260	2455895.38822	-0.710	301	2455895.40506	-0.831	342	2455774.47311	-0.847
261	2455774.43925	-0.708	302	2455774.45618	-0.784	343	2455783.45904	-0.879
262	2455810.37844	-0.699	303	2455781.36882	-0.806	344	2455781.38572	-0.888
263	2455781.35192	-0.720	304	2455895.40676	-0.823	345	2455895.42373	-0.863
264	2455783.42538	-0.721	305	2455774.45789	-0.817	346	2455774.47481	-0.854
265	2455774.44095	-0.707	306	2455783.44385	-0.826	347	2455783.46075	-0.893
266	2455810.38015	-0.721	307	2455781.37052	-0.835	348	2455781.38742	-0.896
267	2455781.35362	-0.732	308	2455895.40847	-0.821	349	2455895.42544	-0.886
268	2455895.39151	-0.736	309	2455810.39862	-0.823	350	2455783.46245	-0.886
269	2455774.44267	-0.727	310	2455774.45959	-0.817	351	2455781.38913	-0.895
270	2455783.42866	-0.742	311	2455783.44555	-0.846	352	2455895.42715	-0.872
271	2455781.35533	-0.740	312	2455781.37223	-0.825	353	2455783.46415	-0.879
272	2455895.39322	-0.746	313	2455895.41018	-0.832	354	2455781.39083	-0.906
273	2455810.38343	-0.754	314	2455810.40032	-0.845	355	2455895.42885	-0.869
274	2455774.44437	-0.734	315	2455774.46129	-0.827	356	2455783.46585	-0.900
275	2455783.43036	-0.769	316	2455783.44725	-0.856	357	2455781.39253	-0.895
276	2455781.35703	-0.777	317	2455781.37393	-0.852	358	2455895.43057	-0.874
277	2455895.39493	-0.750	318	2455895.41189	-0.842	359	2455783.46755	-0.900
278	2455810.38513	-0.751	319	2455810.40202	-0.849	360	2455781.39582	-0.905

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB
361	2455783.46925	-0.904	402	2455781.41782	-0.903	443	2455806.32023	-0.838
362	2455774.48537	-0.882	403	2455779.34472	-0.881	444	2455781.43981	-0.834
363	2455781.39752	-0.917	404	2455895.45595	-0.897	445	2455779.36661	-0.838
364	2455783.47096	-0.911	405	2455783.49283	-0.901	446	2455780.40376	-0.811
365	2455895.43557	-0.899	406	2455781.41952	-0.889	447	2455806.32193	-0.804
366	2455781.39922	-0.896	407	2455780.38302	-0.878	448	2455779.36831	-0.812
367	2455895.43728	-0.904	408	2455783.49453	-0.891	449	2455806.32363	-0.812
368	2455783.47423	-0.914	409	2455781.42122	-0.876	450	2455781.44310	-0.823
369	2455781.40092	-0.897	410	2455780.38472	-0.874	451	2455779.37001	-0.803
370	2455895.43899	-0.902	411	2455806.30346	-0.872	452	2455780.40741	-0.800
371	2455783.47593	-0.903	412	2455783.49624	-0.893	453	2455806.32534	-0.829
372	2455781.40262	-0.910	413	2455781.42292	-0.873	454	2455781.44480	-0.813
373	2455779.32953	-0.892	414	2455783.49794	-0.887	455	2455806.32704	-0.809
374	2455895.44069	-0.912	415	2455781.42463	-0.872	456	2455779.37341	-0.804
375	2455783.47763	-0.905	416	2455779.35140	-0.862	457	2455780.41070	-0.775
376	2455781.40432	-0.904	417	2455780.38818	-0.875	458	2455806.32874	-0.801
377	2455895.44240	-0.900	418	2455806.30674	-0.874	459	2455781.44820	-0.810
378	2455783.47934	-0.906	419	2455783.49964	-0.871	460	2455779.37511	-0.787
379	2455780.36928	-0.897	420	2455779.35310	-0.862	461	2455806.33044	-0.803
380	2455780.37098	-0.906	421	2455806.30844	-0.875	462	2455781.44991	-0.792
381	2455781.40773	-0.903	422	2455781.42790	-0.881	463	2455780.41423	-0.775
382	2455779.33450	-0.895	423	2455783.50134	-0.876	464	2455781.45161	-0.802
383	2455783.48274	-0.902	424	2455806.31014	-0.867	465	2455897.21733	-0.809
384	2455779.33620	-0.897	425	2455781.42960	-0.864	466	2455779.37839	-0.767
385	2455781.41101	-0.890	426	2455779.35650	-0.858	467	2455780.41593	-0.775
386	2455783.48444	-0.903	427	2455806.31184	-0.864	468	2455781.45331	-0.787
387	2455780.37439	-0.892	428	2455783.50463	-0.859	469	2455779.38009	-0.756
388	2455779.33791	-0.907	429	2455781.43130	-0.861	470	2455806.33542	-0.780
389	2455895.44912	-0.913	430	2455779.35821	-0.844	471	2455781.45501	-0.777
390	2455781.41272	-0.902	431	2455780.39500	-0.845	472	2455897.22074	-0.796
391	2455783.48614	-0.900	432	2455806.31354	-0.867	473	2455779.38179	-0.763
392	2455779.33961	-0.901	433	2455781.43301	-0.871	474	2455780.41940	-0.740
393	2455895.45082	-0.903	434	2455780.39677	-0.842	475	2455806.33712	-0.765
394	2455781.41442	-0.887	435	2455806.31524	-0.834	476	2455779.38349	-0.761
395	2455895.45253	-0.900	436	2455781.43471	-0.844	477	2455806.33882	-0.762
396	2455783.48943	-0.878	437	2455780.39853	-0.835	478	2455780.42116	-0.729
397	2455781.41612	-0.888	438	2455806.31694	-0.855	479	2455779.38520	-0.724
398	2455780.37949	-0.889	439	2455781.43641	-0.851	480	2455806.34052	-0.723
399	2455779.34302	-0.886	440	2455779.36320	-0.824	481	2455780.42286	-0.723
400	2455895.45424	-0.879	441	2455780.40029	-0.836	482	2455781.45999	-0.728
401	2455783.49113	-0.898	442	2455780.40199	-0.837	483	2455779.38690	-0.683

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔB	No	HJD	ΔV
484	2455806.34222	-0.728	525	2455781.48029	-0.521	1	2455781.49599	-0.479
485	2455781.46169	-0.743	526	2455806.36240	-0.525	2	2455806.37809	-0.484
486	2455779.38860	-0.691	527	2455781.48199	-0.500	3	2455781.49769	-0.495
487	2455780.42614	-0.681	528	2455779.40877	-0.504	4	2455779.42448	-0.480
488	2455806.34393	-0.693	529	2455806.36410	-0.520	5	2455897.26359	-0.499
489	2455781.46339	-0.716	530	2455781.48369	-0.516	6	2455806.37980	-0.484
490	2455897.22917	-0.718	531	2455806.36580	-0.496	7	2455781.49939	-0.489
491	2455779.39030	-0.691	532	2455780.44839	-0.508	8	2455779.42618	-0.485
492	2455780.42784	-0.673	533	2455781.48539	-0.506	9	2455806.38150	-0.485
493	2455806.34563	-0.686	534	2455779.41217	-0.490	10	2455781.50109	-0.498
494	2455781.46509	-0.703	535	2455806.36750	-0.502	11	2455779.42788	-0.493
495	2455780.42961	-0.679	536	2455806.36920	-0.492	12	2455897.26859	-0.505
496	2455781.46679	-0.672	537	2455781.48867	-0.499	13	2455806.38490	-0.489
497	2455779.39359	-0.658	538	2455806.37091	-0.505	14	2455781.50438	-0.505
498	2455897.23258	-0.683	539	2455781.49037	-0.512	15	2455779.43128	-0.491
499	2455781.46850	-0.655	540	2455897.25625	-0.494	16	2455897.27030	-0.504
500	2455779.39529	-0.638	541	2455779.41729	-0.495	17	2455806.38660	-0.493
501	2455780.43307	-0.594	542	2455806.37261	-0.502	18	2455897.27200	-0.513
502	2455781.47020	-0.646	543	2455781.49207	-0.500	19	2455806.38830	-0.506
503	2455779.39699	-0.626	544	2455897.25795	-0.511	20	2455897.27543	-0.533
504	2455806.35232	-0.625	545	2455779.41899	-0.496	21	2455779.43809	-0.519
505	2455780.43483	-0.581	546	2455897.25966	-0.502	22	2455897.27713	-0.547
506	2455897.23758	-0.644				23	2455806.39329	-0.532
507	2455779.39869	-0.605				24	2455806.39499	-0.549
508	2455806.35402	-0.607				25	2455779.44138	-0.569
509	2455780.43653	-0.618				26	2455897.28043	-0.582
510	2455781.47348	-0.605				27	2455806.39669	-0.570
511	2455779.40039	-0.595				28	2455779.44308	-0.578
512	2455806.35572	-0.594				29	2455897.28213	-0.597
513	2455780.43823	-0.583				30	2455806.39840	-0.595
514	2455781.47519	-0.581				31	2455779.44478	-0.594
515	2455897.24100	-0.599				32	2455897.28384	-0.613
516	2455779.40209	-0.563				33	2455806.40010	-0.619
517	2455806.35742	-0.584				34	2455779.44648	-0.607
518	2455781.47689	-0.570				35	2455897.28554	-0.635
519	2455897.24270	-0.573				36	2455806.40180	-0.630
520	2455779.40380	-0.555				37	2455779.44818	-0.642
521	2455806.35912	-0.543				38	2455897.28725	-0.637
522	2455781.47859	-0.543				39	2455779.44989	-0.645
523	2455897.24441	-0.568				40	2455897.28896	-0.669
524	2455779.40550	-0.530				41	2455806.40507	-0.666

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV
42	2455779.45159	-0.665	83	2455897.31775	-0.819	124	2455897.35323	-0.864
43	2455897.29067	-0.686	84	2455806.43376	-0.807	125	2455897.35493	-0.862
44	2455806.40678	-0.682	85	2455779.48027	-0.817	126	2455783.31784	-0.868
45	2455779.45329	-0.688	86	2455897.31945	-0.815	127	2455779.51733	-0.871
46	2455897.29238	-0.680	87	2455806.43546	-0.802	128	2455897.35665	-0.870
47	2455806.40848	-0.691	88	2455779.48197	-0.804	129	2455897.35835	-0.866
48	2455806.41018	-0.701	89	2455806.43716	-0.831	130	2455783.32453	-0.854
49	2455779.45656	-0.709	90	2455779.48367	-0.830	131	2455779.52357	-0.859
50	2455897.29567	-0.723	91	2455897.32275	-0.824	132	2455783.32623	-0.850
51	2455806.41188	-0.711	92	2455806.43886	-0.827	133	2455897.36506	-0.847
52	2455779.45828	-0.709	93	2455897.32445	-0.835	134	2455779.52686	-0.858
53	2455806.41358	-0.729	94	2455806.44056	-0.835	135	2455779.52856	-0.849
54	2455779.45997	-0.726	95	2455779.48695	-0.837	136	2455897.36847	-0.840
55	2455806.41528	-0.747	96	2455897.32616	-0.843	137	2455783.33134	-0.852
56	2455779.46167	-0.725	97	2455806.44226	-0.822	138	2455779.53026	-0.840
57	2455897.30079	-0.744	98	2455779.48865	-0.845	139	2455897.37018	-0.845
58	2455779.46337	-0.762	99	2455897.32786	-0.836	140	2455779.53196	-0.834
59	2455897.30251	-0.756	100	2455806.44397	-0.846	141	2455779.53367	-0.830
60	2455806.41857	-0.765	101	2455779.49035	-0.847	142	2455897.37359	-0.828
61	2455779.46508	-0.771	102	2455897.32958	-0.840	143	2455779.53537	-0.832
62	2455897.30421	-0.763	103	2455779.49205	-0.852	144	2455897.37530	-0.818
63	2455806.42027	-0.756	104	2455897.33128	-0.843	145	2455779.53707	-0.836
64	2455779.46679	-0.763	105	2455779.49376	-0.844	146	2455897.37700	-0.825
65	2455897.30592	-0.778	106	2455897.33299	-0.849	147	2455779.53876	-0.820
66	2455806.42197	-0.778	107	2455779.49546	-0.854	148	2455783.34142	-0.795
67	2455779.46848	-0.778	108	2455897.33469	-0.858	149	2455897.38132	-0.817
68	2455806.42368	-0.788	109	2455779.49716	-0.857	150	2455810.29959	-0.800
69	2455897.30921	-0.785	110	2455897.33969	-0.854	151	2455783.34652	-0.786
70	2455806.42538	-0.784	111	2455779.50214	-0.865	152	2455897.38461	-0.793
71	2455779.47176	-0.791	112	2455897.34141	-0.860	153	2455810.30129	-0.782
72	2455897.31092	-0.783	113	2455779.50384	-0.866	154	2455783.34823	-0.804
73	2455806.42708	-0.791	114	2455897.34311	-0.859	155	2455897.38632	-0.774
74	2455779.47346	-0.799	115	2455779.50554	-0.869	156	2455810.30299	-0.790
75	2455897.31262	-0.797	116	2455897.34482	-0.857	157	2455897.38802	-0.783
76	2455806.42878	-0.783	117	2455779.50724	-0.874	158	2455810.30469	-0.785
77	2455779.47517	-0.800	118	2455897.34652	-0.868	159	2455783.35151	-0.786
78	2455897.31434	-0.803	119	2455779.50894	-0.865	160	2455897.38973	-0.773
79	2455806.43048	-0.812	120	2455897.34823	-0.863	161	2455810.30639	-0.782
80	2455779.47687	-0.810	121	2455779.51064	-0.867	162	2455783.35321	-0.785
81	2455897.31604	-0.801	122	2455779.51234	-0.873	163	2455897.39144	-0.755
82	2455779.47857	-0.820	123	2455897.35152	-0.868	164	2455810.30809	-0.774

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV
165	2455783.35492	-0.769	206	2455895.36322	-0.479	247	2455810.37215	-0.622
166	2455810.30979	-0.762	207	2455895.36493	-0.484	248	2455783.41909	-0.632
167	2455897.39315	-0.759	208	2455810.35526	-0.474	249	2455895.38360	-0.609
168	2455783.35662	-0.758	209	2455774.41615	-0.486	250	2455774.43465	-0.613
169	2455897.39485	-0.744	210	2455783.40220	-0.502	251	2455810.37385	-0.632
170	2455783.35832	-0.752	211	2455781.32884	-0.508	252	2455783.42079	-0.652
171	2455810.31308	-0.735	212	2455895.36663	-0.479	253	2455781.34744	-0.651
172	2455897.39656	-0.754	213	2455783.40390	-0.503	254	2455895.38530	-0.643
173	2455783.36002	-0.732	214	2455895.36835	-0.487	255	2455774.43636	-0.647
174	2455810.31478	-0.717	215	2455810.35866	-0.494	256	2455810.37555	-0.628
175	2455783.36172	-0.734	216	2455783.40560	-0.487	257	2455783.42249	-0.663
176	2455810.31648	-0.693	217	2455781.33225	-0.503	258	2455895.38702	-0.647
177	2455783.36342	-0.730	218	2455895.37005	-0.502	259	2455774.43806	-0.653
178	2455783.36670	-0.672	219	2455774.42114	-0.491	260	2455810.37725	-0.649
179	2455783.36841	-0.696	220	2455810.36036	-0.492	261	2455781.35073	-0.689
180	2455810.32329	-0.659	221	2455783.40730	-0.510	262	2455783.42419	-0.681
181	2455783.37011	-0.648	222	2455895.37176	-0.502	263	2455895.38873	-0.671
182	2455783.37182	-0.630	223	2455810.36207	-0.484	264	2455774.43976	-0.650
183	2455810.32657	-0.658	224	2455781.33553	-0.539	265	2455810.37895	-0.687
184	2455783.37351	-0.610	225	2455783.40901	-0.542	266	2455781.35243	-0.714
185	2455783.37521	-0.607	226	2455895.37346	-0.527	267	2455783.42589	-0.685
186	2455810.32997	-0.562	227	2455774.42455	-0.533	268	2455774.44146	-0.683
187	2455783.37691	-0.597	228	2455810.36377	-0.521	269	2455810.38066	-0.692
188	2455783.37861	-0.553	229	2455781.33723	-0.543	270	2455781.35413	-0.713
189	2455810.33337	-0.546	230	2455810.36547	-0.543	271	2455895.39201	-0.700
190	2455810.33507	-0.517	231	2455783.41228	-0.556	272	2455774.44318	-0.709
191	2455783.38190	-0.536	232	2455781.33894	-0.556	273	2455783.42917	-0.717
192	2455895.34639	-0.513	233	2455895.37676	-0.557	274	2455781.35584	-0.715
193	2455783.38360	-0.508	234	2455774.42796	-0.548	275	2455895.39373	-0.715
194	2455783.38530	-0.512	235	2455783.41398	-0.569	276	2455810.38393	-0.727
195	2455895.34968	-0.502	236	2455781.34064	-0.567	277	2455774.44488	-0.701
196	2455895.35139	-0.492	237	2455895.37847	-0.563	278	2455783.43087	-0.719
197	2455810.34176	-0.497	238	2455810.36874	-0.577	279	2455781.35754	-0.717
198	2455895.35309	-0.490	239	2455783.41568	-0.593	280	2455895.39544	-0.716
199	2455810.34347	-0.484	240	2455781.34234	-0.628	281	2455810.38563	-0.723
200	2455783.39040	-0.494	241	2455895.38018	-0.583	282	2455774.44658	-0.726
201	2455783.39381	-0.488	242	2455810.37045	-0.564	283	2455783.43257	-0.736
202	2455895.35993	-0.477	243	2455774.43137	-0.588	284	2455781.35924	-0.747
203	2455781.32374	-0.481	244	2455783.41739	-0.610	285	2455810.38733	-0.742
204	2455810.35197	-0.478	245	2455781.34404	-0.609	286	2455783.43427	-0.742
205	2455783.39880	-0.484	246	2455895.38189	-0.595	287	2455781.36094	-0.761

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV
288	2455895.39885	-0.747	329	2455774.47020	-0.805	370	2455783.47985	-0.858
289	2455774.44987	-0.736	330	2455780.34610	-0.825	371	2455781.40653	-0.851
290	2455810.38904	-0.737	331	2455781.38283	-0.813	372	2455895.44462	-0.845
291	2455783.43598	-0.756	332	2455783.45627	-0.827	373	2455774.49611	-0.869
292	2455781.36264	-0.748	333	2455895.42082	-0.817	374	2455783.48155	-0.852
293	2455895.40056	-0.750	334	2455781.38453	-0.846	375	2455780.37149	-0.856
294	2455774.45157	-0.731	335	2455895.42253	-0.826	376	2455781.40824	-0.873
295	2455810.39074	-0.735	336	2455783.45955	-0.834	377	2455779.33501	-0.860
296	2455783.43768	-0.763	337	2455780.34944	-0.822	378	2455783.48325	-0.872
297	2455895.40227	-0.760	338	2455781.38623	-0.847	379	2455779.33672	-0.843
298	2455810.39244	-0.773	339	2455783.46126	-0.835	380	2455895.44791	-0.860
299	2455781.36593	-0.774	340	2455781.38793	-0.833	381	2455781.41152	-0.854
300	2455783.43938	-0.772	341	2455895.42595	-0.844	382	2455783.48495	-0.852
301	2455774.45498	-0.767	342	2455783.46296	-0.851	383	2455780.37495	-0.838
302	2455781.36763	-0.792	343	2455781.38963	-0.850	384	2455895.44963	-0.854
303	2455783.44108	-0.780	344	2455895.42766	-0.825	385	2455781.41322	-0.868
304	2455895.40557	-0.780	345	2455783.46466	-0.847	386	2455783.48665	-0.842
305	2455781.36933	-0.794	346	2455895.42936	-0.837	387	2455780.37671	-0.837
306	2455895.40727	-0.782	347	2455783.46636	-0.847	388	2455779.34012	-0.843
307	2455774.45839	-0.784	348	2455895.43107	-0.845	389	2455895.45133	-0.848
308	2455781.37103	-0.780	349	2455781.39632	-0.864	390	2455781.41493	-0.860
309	2455895.40898	-0.791	350	2455783.46975	-0.859	391	2455779.34182	-0.860
310	2455810.39913	-0.784	351	2455895.43437	-0.846	392	2455895.45304	-0.863
311	2455774.46010	-0.793	352	2455783.47145	-0.859	393	2455783.48994	-0.857
312	2455781.37273	-0.794	353	2455895.43607	-0.850	394	2455781.41663	-0.863
313	2455895.41069	-0.794	354	2455781.39973	-0.852	395	2455780.38000	-0.841
314	2455810.40083	-0.807	355	2455895.43779	-0.856	396	2455779.34352	-0.845
315	2455774.46180	-0.796	356	2455774.48929	-0.854	397	2455895.45475	-0.843
316	2455783.44776	-0.799	357	2455783.47474	-0.848	398	2455783.49164	-0.843
317	2455781.37444	-0.801	358	2455780.36463	-0.849	399	2455781.41833	-0.847
318	2455895.41240	-0.801	359	2455781.40143	-0.849	400	2455779.34522	-0.835
319	2455810.40253	-0.803	360	2455895.43950	-0.869	401	2455783.49334	-0.844
320	2455783.44946	-0.808	361	2455783.47644	-0.851	402	2455781.42003	-0.845
321	2455781.37614	-0.811	362	2455781.40313	-0.858	403	2455780.38353	-0.842
322	2455895.41411	-0.811	363	2455779.33003	-0.854	404	2455783.49504	-0.848
323	2455774.46509	-0.816	364	2455895.44120	-0.858	405	2455781.42173	-0.848
324	2455783.45116	-0.809	365	2455774.49269	-0.853	406	2455779.34851	-0.840
325	2455781.37784	-0.805	366	2455783.47814	-0.858	407	2455780.38523	-0.827
326	2455781.38113	-0.812	367	2455780.36809	-0.862	408	2455783.49674	-0.837
327	2455783.45457	-0.818	368	2455781.40483	-0.862	409	2455781.42343	-0.841
328	2455895.41912	-0.812	369	2455895.44291	-0.865	410	2455783.49845	-0.831

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔV
411	2455781.42514	-0.829	452	2455779.37222	-0.761	493	2455897.23138	-0.681
412	2455779.35191	-0.818	453	2455806.32755	-0.759	494	2455780.43011	-0.628
413	2455780.38869	-0.803	454	2455779.37392	-0.766	495	2455781.46730	-0.651
414	2455806.30724	-0.821	455	2455780.41121	-0.750	496	2455779.39409	-0.616
415	2455783.50015	-0.828	456	2455806.32925	-0.742	497	2455897.23309	-0.648
416	2455779.35362	-0.812	457	2455781.44871	-0.767	498	2455806.34942	-0.623
417	2455806.30895	-0.816	458	2455779.37562	-0.745	499	2455781.46900	-0.627
418	2455781.42841	-0.817	459	2455806.33095	-0.749	500	2455779.39580	-0.598
419	2455783.50185	-0.823	460	2455781.45041	-0.741	501	2455806.35112	-0.594
420	2455779.35532	-0.824	461	2455780.41474	-0.739	502	2455780.43364	-0.570
421	2455780.39222	-0.806	462	2455781.45212	-0.744	503	2455781.47071	-0.599
422	2455806.31065	-0.837	463	2455897.21784	-0.753	504	2455779.39750	-0.590
423	2455781.43011	-0.812	464	2455779.37890	-0.729	505	2455806.35283	-0.584
424	2455779.35702	-0.815	465	2455780.41644	-0.721	506	2455780.43534	-0.563
425	2455806.31235	-0.820	466	2455806.33423	-0.752	507	2455779.39920	-0.562
426	2455783.50512	-0.824	467	2455781.45382	-0.736	508	2455806.35453	-0.582
427	2455781.43181	-0.827	468	2455779.38060	-0.735	509	2455780.43704	-0.567
428	2455779.35872	-0.809	469	2455806.33593	-0.734	510	2455781.47399	-0.567
429	2455780.39551	-0.814	470	2455781.45552	-0.727	511	2455779.40090	-0.545
430	2455806.31405	-0.807	471	2455779.38230	-0.723	512	2455806.35623	-0.552
431	2455781.43352	-0.807	472	2455806.33763	-0.713	513	2455780.43874	-0.521
432	2455779.36042	-0.812	473	2455806.33933	-0.703	514	2455897.24150	-0.576
433	2455780.39728	-0.801	474	2455780.42167	-0.694	515	2455779.40260	-0.525
434	2455806.31575	-0.827	475	2455781.45880	-0.707	516	2455806.35793	-0.534
435	2455781.43522	-0.821	476	2455779.38570	-0.703	517	2455781.47740	-0.535
436	2455806.31745	-0.815	477	2455806.34103	-0.692	518	2455897.24321	-0.549
437	2455781.43692	-0.813	478	2455780.42337	-0.685	519	2455779.40430	-0.521
438	2455779.36371	-0.793	479	2455781.46050	-0.708	520	2455806.35963	-0.522
439	2455780.40080	-0.787	480	2455897.22625	-0.710	521	2455781.47910	-0.536
440	2455806.32074	-0.792	481	2455779.38740	-0.680	522	2455897.24492	-0.549
441	2455779.36711	-0.783	482	2455806.34273	-0.688	523	2455779.40600	-0.509
442	2455780.40433	-0.784	483	2455781.46220	-0.681	524	2455781.48080	-0.504
443	2455806.32244	-0.774	484	2455779.38910	-0.673	525	2455806.36291	-0.499
444	2455897.20771	-0.802	485	2455780.42665	-0.640	526	2455781.48250	-0.503
445	2455779.36881	-0.760	486	2455806.34443	-0.680	527	2455806.36461	-0.486
446	2455780.40616	-0.773	487	2455781.46390	-0.674	528	2455780.44719	-0.483
447	2455806.32414	-0.779	488	2455897.22967	-0.683	529	2455781.48420	-0.497
448	2455781.44361	-0.781	489	2455779.39081	-0.657	530	2455806.36631	-0.482
449	2455779.37052	-0.748	490	2455780.42835	-0.638	531	2455781.48590	-0.500
450	2455780.40792	-0.773	491	2455806.34614	-0.662	532	2455779.41268	-0.483
451	2455806.32585	-0.778	492	2455781.46560	-0.660	533	2455806.36801	-0.495

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔV	No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR
534	2455779.41438	-0.484	1	2455781.49468	-0.475	42	2455897.29106	-0.677
535	2455806.36971	-0.476	2	2455806.37679	-0.461	43	2455806.40717	-0.650
536	2455781.48918	-0.483	3	2455806.37849	-0.465	44	2455779.45368	-0.661
537	2455779.41780	-0.479	4	2455806.38019	-0.468	45	2455897.29277	-0.673
538	2455806.37312	-0.470	5	2455781.49978	-0.471	46	2455806.40887	-0.675
539	2455781.49428	-0.490	6	2455781.50148	-0.490	47	2455806.41057	-0.672
			7	2455779.42998	-0.477	48	2455779.45696	-0.693
			8	2455897.26898	-0.495	49	2455897.29607	-0.691
			9	2455781.50477	-0.483	50	2455806.41227	-0.687
			10	2455779.43168	-0.485	51	2455779.45866	-0.697
			11	2455897.27069	-0.487	52	2455897.29777	-0.704
			12	2455779.43338	-0.474	53	2455806.41398	-0.705
			13	2455897.27239	-0.494	54	2455779.46036	-0.717
			14	2455806.38870	-0.488	55	2455897.29948	-0.734
			15	2455779.43508	-0.497	56	2455806.41568	-0.718
			16	2455897.27411	-0.512	57	2455779.46206	-0.705
			17	2455779.43678	-0.500	58	2455897.30119	-0.732
			18	2455897.27582	-0.521	59	2455779.46376	-0.729
			19	2455806.39198	-0.505	60	2455897.30290	-0.747
			20	2455779.43848	-0.520	61	2455806.41896	-0.737
			21	2455897.27752	-0.536	62	2455779.46547	-0.724
			22	2455806.39369	-0.539	63	2455897.30460	-0.743
			23	2455806.39539	-0.553	64	2455806.42067	-0.733
			24	2455779.44177	-0.552	65	2455779.46717	-0.745
			25	2455897.28082	-0.560	66	2455897.30631	-0.752
			26	2455806.39709	-0.567	67	2455806.42237	-0.749
			27	2455779.44347	-0.569	68	2455779.46887	-0.757
			28	2455897.28252	-0.589	69	2455806.42407	-0.747
			29	2455806.39879	-0.574	70	2455897.30960	-0.756
			30	2455779.44517	-0.566	71	2455806.42577	-0.751
			31	2455897.28423	-0.599	72	2455779.47216	-0.758
			32	2455806.40049	-0.592	73	2455897.31131	-0.773
			33	2455779.44688	-0.606	74	2455806.42747	-0.775
			34	2455897.28593	-0.624	75	2455779.47386	-0.777
			35	2455806.40219	-0.603	76	2455897.31303	-0.770
			36	2455779.44858	-0.629	77	2455806.42917	-0.773
			37	2455897.28765	-0.628	78	2455779.47556	-0.775
			38	2455779.45028	-0.640	79	2455897.31473	-0.777
			39	2455897.28936	-0.658	80	2455806.43088	-0.783
			40	2455806.40547	-0.638	81	2455779.47726	-0.787
			41	2455779.45198	-0.645	82	2455897.31643	-0.788

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR
83	2455779.47896	-0.779	124	2455779.51104	-0.832	165	2455783.35191	-0.744
84	2455897.31814	-0.787	125	2455779.51274	-0.827	166	2455897.39013	-0.748
85	2455806.43415	-0.791	126	2455897.35191	-0.834	167	2455810.30679	-0.754
86	2455779.48066	-0.789	127	2455779.51444	-0.840	168	2455783.35361	-0.754
87	2455897.31984	-0.791	128	2455897.35363	-0.832	169	2455897.39183	-0.731
88	2455806.43585	-0.792	129	2455897.35533	-0.826	170	2455810.30849	-0.733
89	2455779.48237	-0.788	130	2455779.51773	-0.832	171	2455783.35531	-0.721
90	2455806.43755	-0.782	131	2455897.35704	-0.834	172	2455897.39354	-0.735
91	2455779.48407	-0.785	132	2455897.35874	-0.831	173	2455783.35701	-0.739
92	2455897.32314	-0.800	133	2455783.32152	-0.818	174	2455897.39524	-0.718
93	2455806.43926	-0.798	134	2455897.36045	-0.823	175	2455810.31348	-0.699
94	2455897.32484	-0.807	135	2455783.32322	-0.825	176	2455897.39696	-0.686
95	2455806.44096	-0.796	136	2455897.36216	-0.827	177	2455783.36212	-0.696
96	2455779.48734	-0.809	137	2455783.32492	-0.820	178	2455810.31688	-0.685
97	2455897.32656	-0.816	138	2455779.52397	-0.826	179	2455783.36382	-0.662
98	2455806.44266	-0.799	139	2455783.32663	-0.816	180	2455897.40194	-0.648
99	2455779.48904	-0.799	140	2455897.36545	-0.806	181	2455783.36709	-0.666
100	2455897.32826	-0.813	141	2455779.52725	-0.810	182	2455810.32198	-0.620
101	2455806.44436	-0.808	142	2455897.36716	-0.809	183	2455783.36879	-0.604
102	2455779.49075	-0.804	143	2455779.52895	-0.813	184	2455783.37050	-0.624
103	2455897.32997	-0.800	144	2455897.36887	-0.816	185	2455783.37220	-0.642
104	2455779.49245	-0.813	145	2455779.53064	-0.805	186	2455810.32696	-0.606
105	2455897.33167	-0.822	146	2455897.37057	-0.811	187	2455783.37390	-0.605
106	2455779.49415	-0.827	147	2455897.37228	-0.796	188	2455783.37560	-0.574
107	2455897.33338	-0.819	148	2455779.53406	-0.807	189	2455810.33036	-0.596
108	2455779.49585	-0.825	149	2455897.37398	-0.791	190	2455783.37900	-0.555
109	2455897.33509	-0.825	150	2455783.33671	-0.789	191	2455810.33377	-0.530
110	2455779.49755	-0.823	151	2455779.53575	-0.788	192	2455810.33547	-0.529
111	2455779.49925	-0.814	152	2455779.53745	-0.791	193	2455783.38229	-0.504
112	2455897.33838	-0.835	153	2455783.34011	-0.776	194	2455895.34679	-0.510
113	2455897.34009	-0.821	154	2455779.53915	-0.782	195	2455783.38399	-0.506
114	2455779.50253	-0.822	155	2455810.29670	-0.780	196	2455783.38569	-0.506
115	2455897.34180	-0.841	156	2455783.34351	-0.764	197	2455895.35007	-0.475
116	2455779.50423	-0.832	157	2455897.38171	-0.766	198	2455783.38740	-0.501
117	2455897.34350	-0.848	158	2455810.29998	-0.775	199	2455895.35179	-0.480
118	2455779.50593	-0.831	159	2455897.38500	-0.776	200	2455783.38910	-0.483
119	2455897.34521	-0.823	160	2455810.30168	-0.765	201	2455895.35349	-0.470
120	2455779.50763	-0.832	161	2455897.38671	-0.760	202	2455810.34386	-0.472
121	2455897.34691	-0.840	162	2455810.30338	-0.761	203	2455895.35691	-0.469
122	2455779.50934	-0.836	163	2455897.38842	-0.742	204	2455781.32073	-0.476
123	2455897.34863	-0.847	164	2455810.30508	-0.749	205	2455895.35861	-0.473

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR
206	2455781.32243	-0.464	247	2455895.37887	-0.555	288	2455783.43126	-0.705
207	2455895.36033	-0.468	248	2455810.36914	-0.578	289	2455781.35793	-0.688
208	2455781.32413	-0.460	249	2455774.43005	-0.552	290	2455895.39583	-0.694
209	2455810.35237	-0.467	250	2455783.41608	-0.580	291	2455810.38603	-0.692
210	2455783.39919	-0.477	251	2455781.34273	-0.570	292	2455774.44697	-0.693
211	2455781.32583	-0.490	252	2455895.38057	-0.565	293	2455783.43297	-0.708
212	2455895.36361	-0.468	253	2455810.37084	-0.608	294	2455781.35963	-0.703
213	2455895.36533	-0.485	254	2455774.43176	-0.551	295	2455895.39754	-0.705
214	2455810.35565	-0.468	255	2455783.41778	-0.586	296	2455810.38773	-0.728
215	2455774.41654	-0.465	256	2455781.34443	-0.598	297	2455783.43467	-0.741
216	2455783.40259	-0.492	257	2455895.38228	-0.591	298	2455781.36133	-0.726
217	2455895.36703	-0.480	258	2455810.37254	-0.596	299	2455895.39925	-0.707
218	2455810.35736	-0.474	259	2455783.41948	-0.617	300	2455774.45026	-0.723
219	2455783.40429	-0.492	260	2455781.34614	-0.595	301	2455810.38943	-0.731
220	2455781.33094	-0.491	261	2455895.38399	-0.602	302	2455783.43637	-0.730
221	2455895.36874	-0.495	262	2455774.43504	-0.599	303	2455895.40095	-0.719
222	2455774.41983	-0.477	263	2455810.37424	-0.616	304	2455774.45196	-0.702
223	2455810.35906	-0.499	264	2455783.42118	-0.618	305	2455810.39113	-0.727
224	2455783.40598	-0.499	265	2455781.34784	-0.616	306	2455783.43807	-0.737
225	2455781.33264	-0.497	266	2455895.38570	-0.634	307	2455895.40266	-0.736
226	2455895.37044	-0.488	267	2455774.43674	-0.614	308	2455774.45366	-0.740
227	2455774.42153	-0.473	268	2455810.37594	-0.617	309	2455810.39283	-0.744
228	2455810.36076	-0.497	269	2455783.42288	-0.648	310	2455781.36632	-0.754
229	2455783.40769	-0.523	270	2455895.38741	-0.628	311	2455783.43977	-0.756
230	2455895.37216	-0.505	271	2455774.43845	-0.634	312	2455810.39453	-0.704
231	2455774.42323	-0.476	272	2455810.37765	-0.625	313	2455781.36802	-0.748
232	2455810.36246	-0.505	273	2455781.35112	-0.653	314	2455783.44147	-0.763
233	2455781.33591	-0.477	274	2455783.42459	-0.649	315	2455895.40596	-0.725
234	2455783.40939	-0.497	275	2455895.38912	-0.654	316	2455774.45708	-0.739
235	2455895.37387	-0.507	276	2455774.44016	-0.640	317	2455781.36973	-0.745
236	2455774.42495	-0.495	277	2455810.37935	-0.650	318	2455895.40766	-0.741
237	2455810.36415	-0.515	278	2455783.42628	-0.675	319	2455810.39782	-0.763
238	2455781.33762	-0.537	279	2455774.44186	-0.655	320	2455774.45878	-0.736
239	2455774.42665	-0.542	280	2455810.38105	-0.674	321	2455783.44475	-0.787
240	2455810.36585	-0.506	281	2455781.35453	-0.666	322	2455781.37143	-0.753
241	2455783.41268	-0.536	282	2455895.39241	-0.684	323	2455895.40937	-0.756
242	2455781.33933	-0.563	283	2455774.44357	-0.681	324	2455810.39952	-0.741
243	2455895.37715	-0.522	284	2455781.35623	-0.674	325	2455774.46049	-0.756
244	2455774.42835	-0.531	285	2455895.39412	-0.688	326	2455783.44645	-0.768
245	2455783.41438	-0.563	286	2455810.38432	-0.669	327	2455781.37313	-0.773
246	2455781.34103	-0.570	287	2455774.44527	-0.682	328	2455895.41109	-0.771

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR
329	2455810.40122	-0.783	370	2455895.43477	-0.820	411	2455779.34392	-0.803
330	2455774.46219	-0.760	371	2455781.39842	-0.815	412	2455895.45515	-0.811
331	2455783.44815	-0.768	372	2455783.47185	-0.818	413	2455783.49202	-0.816
332	2455895.41280	-0.767	373	2455895.43647	-0.826	414	2455781.41872	-0.823
333	2455810.40291	-0.797	374	2455781.40012	-0.829	415	2455780.38222	-0.803
334	2455783.44985	-0.789	375	2455895.43818	-0.818	416	2455779.34562	-0.800
335	2455781.37653	-0.762	376	2455780.36501	-0.815	417	2455783.49372	-0.829
336	2455895.41450	-0.788	377	2455783.47513	-0.827	418	2455781.42042	-0.823
337	2455774.46548	-0.781	378	2455781.40182	-0.808	419	2455780.38392	-0.817
338	2455783.45156	-0.792	379	2455895.43989	-0.827	420	2455783.49544	-0.816
339	2455781.37823	-0.772	380	2455774.49139	-0.821	421	2455781.42213	-0.808
340	2455895.41621	-0.759	381	2455783.47684	-0.813	422	2455779.34890	-0.787
341	2455774.46718	-0.764	382	2455780.36678	-0.801	423	2455780.38561	-0.800
342	2455783.45326	-0.782	383	2455781.40352	-0.827	424	2455806.30435	-0.791
343	2455774.46890	-0.786	384	2455779.33042	-0.815	425	2455783.49714	-0.814
344	2455781.38152	-0.788	385	2455895.44159	-0.809	426	2455781.42383	-0.815
345	2455783.45496	-0.801	386	2455783.47854	-0.822	427	2455779.35061	-0.795
346	2455895.41951	-0.780	387	2455780.36848	-0.820	428	2455780.38738	-0.815
347	2455774.47060	-0.782	388	2455781.40523	-0.820	429	2455783.49884	-0.807
348	2455780.34649	-0.781	389	2455895.44331	-0.822	430	2455781.42553	-0.801
349	2455783.45666	-0.794	390	2455783.48024	-0.835	431	2455806.30764	-0.806
350	2455895.42121	-0.798	391	2455780.37017	-0.809	432	2455783.50054	-0.796
351	2455774.47230	-0.791	392	2455781.40693	-0.822	433	2455779.35401	-0.797
352	2455781.38492	-0.805	393	2455779.33371	-0.829	434	2455780.39086	-0.777
353	2455895.42293	-0.779	394	2455895.44502	-0.820	435	2455806.30934	-0.796
354	2455774.47401	-0.783	395	2455780.37189	-0.825	436	2455781.42880	-0.791
355	2455783.45994	-0.802	396	2455781.40863	-0.812	437	2455783.50224	-0.795
356	2455895.42463	-0.790	397	2455779.33541	-0.834	438	2455779.35571	-0.781
357	2455774.47571	-0.773	398	2455895.44831	-0.815	439	2455780.39262	-0.787
358	2455781.38833	-0.799	399	2455781.41192	-0.817	440	2455806.31104	-0.793
359	2455895.42634	-0.778	400	2455783.48534	-0.830	441	2455781.43051	-0.788
360	2455774.47742	-0.778	401	2455780.37535	-0.815	442	2455806.31274	-0.788
361	2455783.46334	-0.815	402	2455895.45002	-0.817	443	2455783.50552	-0.807
362	2455781.39003	-0.814	403	2455780.37711	-0.813	444	2455781.43221	-0.787
363	2455895.42805	-0.793	404	2455779.34051	-0.828	445	2455779.35911	-0.770
364	2455783.46504	-0.812	405	2455895.45173	-0.799	446	2455780.39590	-0.795
365	2455895.42976	-0.798	406	2455781.41532	-0.815	447	2455806.31444	-0.781
366	2455783.46674	-0.805	407	2455779.34221	-0.824	448	2455781.43391	-0.801
367	2455895.43147	-0.812	408	2455895.45343	-0.811	449	2455779.36082	-0.775
368	2455783.46844	-0.827	409	2455783.49032	-0.828	450	2455780.39766	-0.773
369	2455781.39672	-0.813	410	2455780.38046	-0.835	451	2455806.31615	-0.786

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR	No	HJD	ΔR
452	2455781.43561	-0.788	493	2455780.41853	-0.687	534	2455780.43744	-0.544
453	2455780.39949	-0.777	494	2455806.33632	-0.719	535	2455781.47439	-0.555
454	2455806.31785	-0.780	495	2455781.45590	-0.707	536	2455897.24019	-0.551
455	2455781.43731	-0.771	496	2455897.22164	-0.735	537	2455779.40129	-0.538
456	2455780.40119	-0.770	497	2455779.38269	-0.707	538	2455806.35662	-0.525
457	2455781.43901	-0.788	498	2455806.33802	-0.699	539	2455781.47609	-0.542
458	2455779.36580	-0.761	499	2455779.38439	-0.693	540	2455779.40299	-0.528
459	2455780.40290	-0.776	500	2455780.42205	-0.680	541	2455806.35832	-0.506
460	2455806.32113	-0.773	501	2455806.33972	-0.703	542	2455781.47779	-0.538
461	2455781.44072	-0.774	502	2455781.45919	-0.680	543	2455897.24361	-0.542
462	2455779.36751	-0.760	503	2455897.22494	-0.703	544	2455779.40470	-0.508
463	2455806.32284	-0.762	504	2455779.38610	-0.668	545	2455806.36003	-0.503
464	2455897.20810	-0.768	505	2455780.42375	-0.668	546	2455781.47948	-0.515
465	2455779.36921	-0.747	506	2455806.34142	-0.680	547	2455897.24531	-0.511
466	2455806.32453	-0.747	507	2455781.46089	-0.670	548	2455779.40640	-0.497
467	2455781.44400	-0.744	508	2455897.22664	-0.689	549	2455781.48119	-0.490
468	2455779.37090	-0.769	509	2455779.38780	-0.655	550	2455897.24703	-0.482
469	2455780.40831	-0.752	510	2455806.34313	-0.648	551	2455781.48289	-0.478
470	2455806.32623	-0.741	511	2455897.22836	-0.680	552	2455781.48458	-0.485
471	2455781.44570	-0.740	512	2455780.42704	-0.635	553	2455779.41138	-0.470
472	2455897.21140	-0.763	513	2455806.34483	-0.639	554	2455806.36670	-0.476
473	2455779.37260	-0.740	514	2455781.46429	-0.639	555	2455781.48629	-0.479
474	2455806.32793	-0.751	515	2455779.39120	-0.624	556	2455806.36841	-0.472
475	2455781.44741	-0.755	516	2455780.42874	-0.608	557	2455897.25374	-0.483
476	2455897.21310	-0.765	517	2455806.34653	-0.634	558	2455779.41478	-0.472
477	2455779.37430	-0.731	518	2455781.46600	-0.626	559	2455806.37011	-0.478
478	2455806.32964	-0.752	519	2455780.43050	-0.613	560	2455781.48957	-0.479
479	2455781.44911	-0.734	520	2455781.46770	-0.607	561	2455806.37181	-0.477
480	2455897.21482	-0.753	521	2455779.39449	-0.606	562	2455781.49127	-0.482
481	2455779.37600	-0.722	522	2455897.23348	-0.619	563	2455779.41818	-0.474
482	2455780.41336	-0.727	523	2455806.34981	-0.598	564	2455806.37351	-0.471
483	2455806.33134	-0.740	524	2455781.46940	-0.601	565	2455781.49298	-0.466
484	2455781.45081	-0.724	525	2455779.39619	-0.598			
485	2455897.21652	-0.753	526	2455806.35151	-0.578			
486	2455780.41513	-0.713	527	2455780.43403	-0.544			
487	2455781.45251	-0.706	528	2455781.47110	-0.587			
488	2455897.21823	-0.730	529	2455779.39789	-0.564			
489	2455779.37929	-0.716	530	2455806.35322	-0.570			
490	2455780.41683	-0.711	531	2455780.43573	-0.547			
491	2455806.33462	-0.713	532	2455779.39959	-0.569			
492	2455781.45421	-0.705	533	2455806.35492	-0.558			

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI
1	2455781.49672	-0.452	42	2455779.45232	-0.632	83	2455806.43449	-0.755
2	2455781.49842	-0.451	43	2455897.29140	-0.658	84	2455779.48099	-0.770
3	2455779.42521	-0.456	44	2455806.40751	-0.641	85	2455806.43619	-0.769
4	2455806.38052	-0.465	45	2455779.45402	-0.655	86	2455779.48269	-0.758
5	2455781.50012	-0.463	46	2455897.29311	-0.656	87	2455806.43789	-0.768
6	2455779.42691	-0.458	47	2455806.40921	-0.637	88	2455897.32348	-0.783
7	2455781.50182	-0.463	48	2455806.41091	-0.667	89	2455806.43959	-0.769
8	2455779.42861	-0.477	49	2455779.45729	-0.666	90	2455806.44129	-0.773
9	2455897.26761	-0.475	50	2455897.29640	-0.695	91	2455779.48768	-0.790
10	2455779.43031	-0.462	51	2455806.41261	-0.660	92	2455897.32689	-0.795
11	2455897.26932	-0.472	52	2455779.45900	-0.700	93	2455806.44299	-0.787
12	2455779.43201	-0.467	53	2455897.29811	-0.693	94	2455897.32859	-0.782
13	2455897.27103	-0.464	54	2455806.41431	-0.707	95	2455806.44470	-0.778
14	2455779.43372	-0.471	55	2455779.46070	-0.711	96	2455779.49108	-0.779
15	2455897.27273	-0.492	56	2455897.29981	-0.704	97	2455897.33031	-0.787
16	2455779.43542	-0.498	57	2455806.41601	-0.693	98	2455779.49278	-0.778
17	2455897.27444	-0.507	58	2455779.46240	-0.700	99	2455897.33201	-0.786
18	2455779.43712	-0.518	59	2455897.30152	-0.704	100	2455897.33372	-0.774
19	2455897.27616	-0.513	60	2455779.46410	-0.707	101	2455779.49619	-0.806
20	2455806.39232	-0.519	61	2455897.30324	-0.696	102	2455897.33542	-0.790
21	2455779.43882	-0.519	62	2455806.41930	-0.716	103	2455779.49959	-0.793
22	2455897.27786	-0.534	63	2455897.30494	-0.738	104	2455897.33872	-0.783
23	2455806.39402	-0.523	64	2455806.42100	-0.728	105	2455779.50286	-0.792
24	2455806.39572	-0.523	65	2455779.46750	-0.711	106	2455897.34213	-0.820
25	2455779.44211	-0.546	66	2455897.30665	-0.729	107	2455779.50457	-0.794
26	2455897.28115	-0.565	67	2455806.42270	-0.734	108	2455897.34384	-0.806
27	2455806.39742	-0.568	68	2455779.46920	-0.744	109	2455897.34555	-0.796
28	2455779.44381	-0.558	69	2455806.42440	-0.733	110	2455897.34725	-0.792
29	2455897.28286	-0.567	70	2455897.30994	-0.727	111	2455779.50967	-0.809
30	2455806.39913	-0.598	71	2455806.42611	-0.736	112	2455897.34896	-0.806
31	2455779.44551	-0.578	72	2455779.47249	-0.755	113	2455779.51137	-0.796
32	2455897.28457	-0.592	73	2455897.31165	-0.759	114	2455779.51307	-0.805
33	2455806.40083	-0.585	74	2455806.42781	-0.732	115	2455897.35225	-0.815
34	2455779.44721	-0.596	75	2455779.47419	-0.749	116	2455779.51478	-0.798
35	2455897.28627	-0.609	76	2455897.31335	-0.727	117	2455897.35566	-0.804
36	2455806.40253	-0.600	77	2455779.47589	-0.732	118	2455779.51806	-0.799
37	2455779.44891	-0.614	78	2455897.31506	-0.752	119	2455897.35738	-0.794
38	2455897.28798	-0.616	79	2455806.43121	-0.755	120	2455897.35908	-0.793
39	2455779.45061	-0.622	80	2455779.47760	-0.739	121	2455783.32186	-0.795
40	2455897.28970	-0.624	81	2455897.31677	-0.743	122	2455783.32356	-0.788
41	2455806.40580	-0.644	82	2455779.47930	-0.765	123	2455897.36249	-0.789

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI
124	2455783.32525	-0.799	165	2455897.39728	-0.681	206	2455895.36736	-0.487
125	2455897.36579	-0.803	166	2455783.36075	-0.722	207	2455810.35768	-0.467
126	2455779.52758	-0.782	167	2455810.31550	-0.630	208	2455783.40462	-0.489
127	2455897.36749	-0.793	168	2455783.36245	-0.658	209	2455895.36908	-0.477
128	2455783.33037	-0.795	169	2455783.36415	-0.685	210	2455774.42017	-0.474
129	2455779.52928	-0.785	170	2455897.40229	-0.619	211	2455810.35938	-0.478
130	2455897.36920	-0.785	171	2455783.36743	-0.631	212	2455783.40632	-0.495
131	2455779.53098	-0.770	172	2455783.36913	-0.603	213	2455895.37078	-0.483
132	2455897.37091	-0.769	173	2455783.37083	-0.602	214	2455774.42187	-0.511
133	2455783.33376	-0.778	174	2455783.37253	-0.625	215	2455810.36108	-0.511
134	2455897.37262	-0.775	175	2455783.37423	-0.566	216	2455783.40802	-0.504
135	2455779.53438	-0.769	176	2455810.32900	-0.569	217	2455895.37249	-0.465
136	2455897.37432	-0.782	177	2455783.37594	-0.602	218	2455774.42357	-0.482
137	2455779.53609	-0.764	178	2455810.33240	-0.564	219	2455810.36278	-0.494
138	2455897.37603	-0.757	179	2455783.37934	-0.556	220	2455781.33625	-0.538
139	2455779.53779	-0.763	180	2455810.33410	-0.509	221	2455783.40972	-0.518
140	2455897.37773	-0.774	181	2455810.33580	-0.504	222	2455895.37420	-0.512
141	2455783.34045	-0.746	182	2455783.38263	-0.511	223	2455774.42527	-0.547
142	2455779.53949	-0.780	183	2455895.34712	-0.482	224	2455810.36449	-0.495
143	2455783.34385	-0.775	184	2455783.38433	-0.493	225	2455781.33795	-0.509
144	2455897.38205	-0.742	185	2455810.33921	-0.474	226	2455774.42698	-0.518
145	2455783.34555	-0.744	186	2455783.38603	-0.475	227	2455810.36619	-0.492
146	2455897.38534	-0.729	187	2455895.35041	-0.478	228	2455783.41301	-0.516
147	2455783.34895	-0.707	188	2455783.38773	-0.490	229	2455781.33965	-0.500
148	2455897.38705	-0.736	189	2455895.35212	-0.477	230	2455895.37749	-0.527
149	2455810.30372	-0.718	190	2455810.34249	-0.500	231	2455774.42868	-0.530
150	2455897.38875	-0.715	191	2455783.38943	-0.481	232	2455783.41471	-0.554
151	2455810.30542	-0.741	192	2455895.35382	-0.468	233	2455781.34135	-0.545
152	2455783.35224	-0.682	193	2455895.35554	-0.457	234	2455895.37920	-0.557
153	2455897.39046	-0.725	194	2455895.35725	-0.456	235	2455810.36947	-0.543
154	2455810.30712	-0.714	195	2455895.35895	-0.464	236	2455774.43039	-0.566
155	2455783.35394	-0.734	196	2455895.36066	-0.486	237	2455783.41641	-0.543
156	2455897.39217	-0.715	197	2455783.39781	-0.487	238	2455781.34307	-0.589
157	2455810.30882	-0.724	198	2455810.35270	-0.473	239	2455895.38090	-0.548
158	2455783.35564	-0.709	199	2455895.36395	-0.488	240	2455810.37118	-0.550
159	2455810.31052	-0.721	200	2455783.40122	-0.487	241	2455774.43209	-0.542
160	2455897.39388	-0.692	201	2455781.32787	-0.482	242	2455783.41812	-0.571
161	2455783.35735	-0.691	202	2455895.36566	-0.477	243	2455781.34477	-0.593
162	2455897.39558	-0.694	203	2455774.41688	-0.503	244	2455895.38262	-0.575
163	2455783.35905	-0.729	204	2455783.40292	-0.495	245	2455810.37288	-0.557
164	2455810.31380	-0.653	205	2455781.32957	-0.489	246	2455783.41982	-0.573

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI
247	2455895.38433	-0.600	288	2455774.45060	-0.709	329	2455781.38186	-0.756
248	2455774.43538	-0.622	289	2455783.43670	-0.715	330	2455783.45529	-0.770
249	2455810.37458	-0.583	290	2455781.36337	-0.742	331	2455895.41985	-0.760
250	2455783.42152	-0.623	291	2455895.40128	-0.687	332	2455774.47093	-0.746
251	2455781.34817	-0.580	292	2455774.45230	-0.728	333	2455780.34683	-0.777
252	2455895.38603	-0.596	293	2455810.39147	-0.738	334	2455781.38356	-0.747
253	2455774.43708	-0.655	294	2455895.40300	-0.706	335	2455783.45700	-0.780
254	2455810.37628	-0.617	295	2455774.45400	-0.736	336	2455895.42155	-0.766
255	2455783.42322	-0.600	296	2455810.39317	-0.719	337	2455774.47264	-0.750
256	2455895.38774	-0.628	297	2455781.36666	-0.748	338	2455895.42326	-0.786
257	2455774.43879	-0.639	298	2455783.44010	-0.731	339	2455774.47434	-0.787
258	2455810.37798	-0.596	299	2455810.39487	-0.683	340	2455783.46027	-0.803
259	2455781.35146	-0.647	300	2455774.45571	-0.742	341	2455781.38696	-0.783
260	2455783.42491	-0.669	301	2455781.36836	-0.763	342	2455895.42496	-0.755
261	2455895.38946	-0.656	302	2455783.44181	-0.728	343	2455783.46197	-0.778
262	2455774.44049	-0.624	303	2455895.40630	-0.728	344	2455895.42668	-0.756
263	2455810.37968	-0.626	304	2455774.45741	-0.727	345	2455774.47775	-0.761
264	2455781.35316	-0.673	305	2455781.37006	-0.718	346	2455783.46367	-0.803
265	2455783.42661	-0.617	306	2455895.40800	-0.727	347	2455781.39036	-0.794
266	2455774.44219	-0.627	307	2455810.39816	-0.708	348	2455895.42839	-0.765
267	2455810.38138	-0.681	308	2455774.45912	-0.729	349	2455783.46538	-0.773
268	2455781.35486	-0.684	309	2455783.44509	-0.720	350	2455781.39207	-0.794
269	2455895.39274	-0.658	310	2455781.37176	-0.738	351	2455895.43009	-0.757
270	2455774.44389	-0.674	311	2455895.40971	-0.716	352	2455783.46708	-0.800
271	2455783.42990	-0.690	312	2455810.39986	-0.764	353	2455781.39377	-0.788
272	2455781.35656	-0.682	313	2455774.46083	-0.751	354	2455895.43180	-0.789
273	2455895.39446	-0.658	314	2455783.44679	-0.771	355	2455783.46878	-0.792
274	2455810.38466	-0.699	315	2455781.37346	-0.733	356	2455783.47048	-0.803
275	2455774.44561	-0.681	316	2455895.41142	-0.732	357	2455781.39876	-0.776
276	2455783.43160	-0.703	317	2455774.46253	-0.736	358	2455783.47218	-0.801
277	2455781.35827	-0.672	318	2455783.44849	-0.762	359	2455780.36207	-0.781
278	2455895.39617	-0.681	319	2455781.37517	-0.772	360	2455895.43680	-0.779
279	2455810.38636	-0.675	320	2455895.41314	-0.731	361	2455781.40046	-0.790
280	2455774.44731	-0.682	321	2455783.45019	-0.759	362	2455895.43852	-0.793
281	2455783.43330	-0.693	322	2455781.37687	-0.787	363	2455783.47547	-0.778
282	2455781.35997	-0.703	323	2455895.41484	-0.749	364	2455781.40216	-0.798
283	2455895.39787	-0.686	324	2455774.46582	-0.738	365	2455895.44023	-0.800
284	2455810.38806	-0.690	325	2455783.45189	-0.782	366	2455783.47717	-0.798
285	2455783.43500	-0.730	326	2455781.37857	-0.751	367	2455780.36711	-0.789
286	2455781.36167	-0.705	327	2455895.41655	-0.738	368	2455781.40386	-0.798
287	2455895.39958	-0.699	328	2455783.45359	-0.745	369	2455779.33075	-0.779

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI
370	2455895.44193	-0.783	411	2455783.49746	-0.761	452	2455806.32486	-0.727
371	2455774.49342	-0.783	412	2455781.42415	-0.795	453	2455781.44434	-0.753
372	2455783.47887	-0.809	413	2455779.35094	-0.749	454	2455779.37123	-0.737
373	2455780.36881	-0.780	414	2455780.38772	-0.767	455	2455780.40865	-0.733
374	2455895.44364	-0.811	415	2455783.49918	-0.784	456	2455806.32656	-0.717
375	2455783.48057	-0.790	416	2455781.42585	-0.771	457	2455781.44603	-0.728
376	2455780.37051	-0.804	417	2455779.35264	-0.783	458	2455897.21174	-0.744
377	2455779.33404	-0.802	418	2455783.50088	-0.756	459	2455779.37293	-0.732
378	2455783.48228	-0.815	419	2455779.35434	-0.761	460	2455806.32826	-0.693
379	2455781.40896	-0.796	420	2455780.39118	-0.773	461	2455781.44774	-0.724
380	2455779.33574	-0.763	421	2455806.30968	-0.770	462	2455897.21344	-0.719
381	2455783.48398	-0.770	422	2455781.42914	-0.753	463	2455779.37464	-0.722
382	2455779.33745	-0.778	423	2455783.50258	-0.782	464	2455806.32998	-0.684
383	2455895.44864	-0.764	424	2455779.35605	-0.797	465	2455781.44943	-0.710
384	2455783.48568	-0.806	425	2455780.39295	-0.792	466	2455897.21515	-0.726
385	2455780.37568	-0.805	426	2455806.31138	-0.770	467	2455779.37634	-0.685
386	2455779.33915	-0.760	427	2455781.43084	-0.769	468	2455780.41369	-0.692
387	2455895.45036	-0.786	428	2455779.35775	-0.772	469	2455806.33167	-0.704
388	2455774.50183	-0.777	429	2455806.31308	-0.777	470	2455781.45113	-0.707
389	2455781.41394	-0.783	430	2455783.50585	-0.754	471	2455897.21685	-0.714
390	2455780.37744	-0.804	431	2455781.43254	-0.755	472	2455780.41547	-0.692
391	2455779.34085	-0.782	432	2455779.35945	-0.749	473	2455781.45283	-0.699
392	2455895.45207	-0.780	433	2455780.39630	-0.739	474	2455897.21857	-0.732
393	2455781.41566	-0.784	434	2455806.31478	-0.761	475	2455779.37962	-0.697
394	2455779.34255	-0.786	435	2455781.43424	-0.761	476	2455780.41717	-0.693
395	2455895.45377	-0.791	436	2455779.36115	-0.755	477	2455806.33495	-0.658
396	2455783.49066	-0.805	437	2455780.39807	-0.751	478	2455781.45454	-0.688
397	2455781.41736	-0.796	438	2455806.31648	-0.769	479	2455897.22028	-0.707
398	2455780.38086	-0.792	439	2455781.43595	-0.752	480	2455779.38133	-0.698
399	2455779.34425	-0.808	440	2455780.39983	-0.757	481	2455780.41893	-0.664
400	2455895.45548	-0.778	441	2455806.31818	-0.749	482	2455806.33666	-0.639
401	2455783.49236	-0.811	442	2455779.36444	-0.746	483	2455781.45624	-0.670
402	2455781.41905	-0.794	443	2455780.40153	-0.732	484	2455897.22198	-0.696
403	2455779.34595	-0.756	444	2455779.36613	-0.752	485	2455779.38303	-0.702
404	2455783.49406	-0.780	445	2455780.40323	-0.736	486	2455780.42063	-0.697
405	2455781.42076	-0.791	446	2455806.32146	-0.740	487	2455806.33836	-0.671
406	2455780.38425	-0.766	447	2455779.36783	-0.732	488	2455779.38473	-0.671
407	2455781.42246	-0.759	448	2455806.32316	-0.737	489	2455780.42239	-0.661
408	2455779.34924	-0.796	449	2455897.20844	-0.745	490	2455806.34006	-0.687
409	2455780.38602	-0.796	450	2455779.36953	-0.743	491	2455781.45952	-0.660
410	2455806.30469	-0.796	451	2455780.40695	-0.735	492	2455897.22528	-0.697

Çizelge Ek A (devamı): 2MASS J00532822+2536229 çift yıldız sisteminin B, V, R ve I filtrelerinde elde edilmiş diferansiyel parlaklık değerleri

No	HJD	ΔI	No	HJD	ΔI
493	2455779.38643	-0.653	534	2455779.40333	-0.529
494	2455780.42409	-0.642	535	2455806.35866	-0.505
495	2455806.34176	-0.636	536	2455781.47811	-0.514
496	2455781.46123	-0.686	537	2455897.24395	-0.529
497	2455897.22699	-0.673	538	2455779.40503	-0.492
498	2455779.38813	-0.643	539	2455806.36035	-0.513
499	2455806.34346	-0.598	540	2455781.47982	-0.501
500	2455781.46293	-0.641	541	2455897.24565	-0.507
501	2455897.22869	-0.677	542	2455779.40673	-0.488
502	2455779.38983	-0.623	543	2455781.48152	-0.457
503	2455780.42738	-0.627	544	2455897.24736	-0.461
504	2455806.34516	-0.619	545	2455806.36364	-0.459
505	2455781.46463	-0.615	546	2455779.41001	-0.455
506	2455897.23041	-0.634	547	2455781.48492	-0.476
507	2455779.39154	-0.615	548	2455779.41171	-0.459
508	2455780.42908	-0.613	549	2455806.36704	-0.461
509	2455806.34687	-0.623	550	2455781.48662	-0.457
510	2455781.46633	-0.631	551	2455779.41341	-0.451
511	2455897.23211	-0.639	552	2455806.36874	-0.448
512	2455780.43084	-0.603	553	2455779.41511	-0.461
513	2455781.46803	-0.573	554	2455781.48991	-0.468
514	2455779.39481	-0.590	555	2455781.49161	-0.470
515	2455806.35014	-0.607	556	2455781.49331	-0.452
516	2455781.46973	-0.590			
517	2455779.39651	-0.589			
518	2455897.23552	-0.601			
519	2455806.35184	-0.584			
520	2455781.47144	-0.569			
521	2455779.39821	-0.566			
522	2455806.35354	-0.596			
523	2455780.43607	-0.538			
524	2455897.23882	-0.551			
525	2455779.39992	-0.553			
526	2455806.35525	-0.550			
527	2455780.43777	-0.533			
528	2455781.47471	-0.553			
529	2455897.24052	-0.568			
530	2455779.40162	-0.505			
531	2455806.35696	-0.508			
532	2455781.47641	-0.539			
533	2455897.24223	-0.518			

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selami KALKAN

Doğum Yeri : Çarşamba/Samsun

Doğum Tarihi: 19.01.1979

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Samsun Ondokuz Mayıs Lisesi (1993–1996)

Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü (1998–2002)

Çalıştığı Kurum:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi 2002-

İletişim Bilgileri:

Fevzi Çakmak Mahallesi Seda Sokak Birlik Apt. No:13/16 İlkadım/Samsun

kalkans@omu.edu.tr