



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



W UMa TÜRÜ ÖRTEN ÇİFT YILDIZLARDA

ÜÇÜNCÜ BİLEŞENLER

Gamze AŞKIN

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

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

W UMa TÜRÜ ÖRTEN ÇİFT YILDIZLARDA
ÜÇÜNCÜ BİLEŞENLER
Gamze AŞKIN

Tezin Sunulduğu Tarih: **24/06/2016**

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. İbrahim BULUT

ANAkkALE

Gamze AŞKIN tarafından Doç. Dr. İbrahim BULUT yönetiminde hazırlanan ve **24/06/2016** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**W UMa Türü Örtten Çift Yıldızlarda Üçüncü Bileşenler**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. İbrahim BULUT

.....

Başkan

Prof. Dr. Selçuk BİLİR

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Derya SÜRGİT

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Gamze AŞKIN

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, sorduğum sorulara bıkmadan yanıt veren saygı değer danışman hocam Doç. Dr. İbrahim BULUT'a emek ve sabrından dolayı en içten teşekkürlerimi sunarım. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fizik, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri bölümleri bünyesinde görev yapan lisans ve yüksek lisans eğitimlerim süresince bilgi birikimleri ve yardımlarıyla üzerimde emeği bulunan tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca her koşulda yanımda bulunan buraya isimlerini yazamadığım tüm dostlarıma ve tez hazırlama süresince yardımlarıyla destek olan Eda GÜNAY, Nihal YILMAZ, Gökçe Zeynep ÖZALP ve Erdem ÖZTÜRK'e teşekkür ederim. Ayrıca her türlü bilimsel sorunun çözümünde benden yardımlarını esirgemeyen Yük. Müh. M. Serkan BÜLBÜL ve Uzm. Çağlayan NEHİR'e çok teşekkür ederim.

En çokta hayatım boyunca tüm zorlukları benimle göğüsleyen, bana güvenen, maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim sevgili babam Ali AŞKIN, annem Fatmagül AŞKIN, sevgisi ve güveni ile her zaman dik durmamı sağlayan çok kıymetli ağabeyim Mustafa Çağlar AŞKIN'a şükranlarımı sunarım.

Son olarak, tez savunması sırasındaki değerli katkı ve önerilerinden dolayı tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Selçuk BİLİR (İÜ) ve Yrd. Doç. Dr. Derya SÜRGİT (ÇOMÜ)'e çok teşekkür ederim.

Gamze AŞKIN
Çanakkale, Haziran 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

a	Bileşenler arası uzaklık
A	Dönem değişim genliği
AB	Astronomi Birimi, 149.5×10^6 km
BD	Bonner Durchmusterung kataloğu
e	Dış merkezlik
E	Çevrim sayısı
EA	Algol türü örten çift sisteminin kısaltması
EB	β Lyr türü örten çift sisteminin kısaltması
EW	W UMa türü örten çift sisteminin kısaltması
$f(m_3), f(m_4)$	Üçüncü ve dördüncü cisme ait kütle fonksiyonu
GCVS	General Catalog of Variable Star
GSC	Guide Star Kataloğu
HD	Henry Draper kataloğu
HIP	Hipparcos kataloğu
HJD	Güneş merkezli Jülyen günü
H-R	Hertzprung-Russell diyagramı
i	Yörünge eğim açısı
LITE	Light Time Effect
$\log g$	Yüzey çekim ivmesi
L_1, L_2, L_3, L_4, L_5	Lagrange noktaları
$m_{\max}$	Yıldızın görünür maksimum parlaklığı
M	Kütle
M_1, M_2, M_3, M_4	Bileşen yıldızların kütleleri
$M_{\odot}$	Güneş kütlesi, 1.99×10^{33} gr
mag	Parlaklık (kadir birimi)
P	Sistemin yörünge dönemi
q	Kütle oranı (m_2/m_1)
r_1, r_2	Bileşenler arası uzaklık türünde kesirsel yarıçaplar
R_1, R_2	Bileşenlerin yörünge yarıçapları
Sp	Tayf türü
T_1, T_2	Bileşenlerin sıcaklıkları
T_0	Başlangıç minimum zamanı

TAMS	Terminal Yaş Anakolu
TYC	Tycho kataloğu
v	Gerçek ayrıklık
ω	Enberi boylamı
WD	Wilson-Deviney
V	Uzay Hızı
ZAMS	Sıfır Yaş Anakolu
Φ	Kütle çekim potansiyeli
(O-C)	Gözlenen ve hesaplanan minimum değerleri arasındaki fark



ÖZET

W UMa TÜRÜ ÖRTEN ÇİFT YILDIZLARDA ÜÇÜNCÜ BİLEŞENLER

Gamze AŞKIN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. İbrahim BULUT

24/06/2016, 63

Bu tez çalışmasında, literatürde çoklu sistem olduğu belirtilen W UMa türü örten çift sistemler toplanarak 150 sistem içeren bir katalog oluşturulmuştur. Katalogta hem çift sistemlere hem de ilave bileşenlere ilişkin parametreler listelenmiştir. GCVS ve SIMBAD kataloglarında yer alan W UMa türü örten çift yıldız sistemlerinin sayısı ile bu çalışmada verilen üçüncü cisime sahip olan W UMa türü örten çift yıldızların sayılarına göre karşılaştırılması verilmiştir.

Katalogtaki parametrelerin istatistiksel dağılımları da incelenerek ilave bileşenlerin görülme sıklığı da tartışılmıştır. Buna göre dönemi 0.5 günden daha küçük olan sistemlerde üçüncü cisim görülme sıklığı fazlayken, dönem arttıkça bu oran azaldığı, üçüncü cisimler için belirlenen kütlelerin yaklaşık %80'nin $1 M_{\odot}$ 'den daha küçük olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra üçüncü cismin çift sisteme olan uzaklığı ve üçüncü cismin yörünge döneminin Gauss benzeri dağılımlar gösterdiği de tespit edilmiştir. Bileşenler arası uzaklığın maksimum değeri yaklaşık $a'_{12} = 4 AB$, üçüncü cismin döneminin maksimum değeri ise yaklaşık $P_3 = 33$ yıl olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca W UMa türü çoklu sistem olan OO Aql, CK Boo, TZ Boo, BI CVn, AM Leo, XY Leo, V839 Oph, ER Ori ve FZ Ori'nin (O-C) analizleri güncel minimum zamanları kullanılarak yeniden yapılmış, sistemlerin üçüncü cisim parametreleri hesaplanmıştır. Bu sistemlerden OO Aql ve TZ Boo'nun dördüncü bileşenlerinin olduğu da belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: W UMa Türü Örten Çift Yıldızlar, Üçüncü Cisim Etkisi

ABSTRACT

THE THIRD BODIES IN THE W UMa TYPE ECLIPSING BINARY

Gamze AŞKIN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Space Science and Technology

Advisor : Doç. Dr. İbrahim BULUT

24/06/2016, 63

In this thesis, a new catalog including 150 W UMa type eclipsing binary systems with light time effect is compiled. The parameters of both the binary systems and the additional components are listed in this catalog. The frequency of the W UMa type eclipsing binaries with third body in the total number of stars of this type in GCVS and SIMBAD are compiled.

Statistical distributions of the parameters in the catalog are studied. The distributions of orbit semi-major axes and periods obtained from observations are approximated by Gaussian curves. The maxima of the curves correspond to $a'_{12} = 4$ AU and $P = 33$ years, respectively. About 80% of the mass of the third bodies in W UMa type systems is found smaller than $1 M_{\odot}$.

The orbital period variations of eight W UMa type binaries, OO Aql, CK Boo, TZ Boo, BI CVn, AM Leo, XY Leo, V839 Oph, ER Ori and FZ Ori were analyzed based on all available minima times. Possible light-time effects due to third third bodies in these systems were re-examined.

Keywords: W UMa Type Eclipsing Binary Stars, Third Body Effect

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. Çift Yıldızlar	1
1.1.1. Görsel Çift Yıldızlar	2
1.1.2. Tayfsal Çift Yıldızlar.....	2
1.1.3. Örtlen Çift Yıldızlar.....	2
1.2. Işık Eğrisi Şekline Göre Örtlen Çift Yıldızlar.....	4
1.2.1. Algol Türü Örtlen Çift Sistemler.....	4
1.2.2. β Lyrae Türü Örtlen Çift Sistemler.....	5
1.2.3. W UMa Türü Örtlen Çift Sistemler.....	6
1.3. Roche Modeli	9
BÖLÜM 2	
DÖNEM ANALİZİ.....	15
2.1. Örtlen Çift Yıldızların Dönem Değişimi.....	15
2.1.1. Bileşenler Arası Kütle Aktarımı	15
2.1.2. Manyetik Etkinlik.....	16
2.1.3. Eksen Dönmesi	17
2.1.4. Üçüncü Cisim Etkisi.....	18
BÖLÜM 3	21
ÜÇÜNCÜ CİSİM İÇEREN W UMa SİSTEMLERİ.....	21
3.1. Seçilen Bazı Yıldızların Dönem Değişimi İncelenmesi.....	21
3.2. Uygulama Sonuçları.....	22
3.2.1. OO Aql	22
3.2.2. CK Boo	25
3.2.3. TZ Boo.....	27

3.2.4. BI CVn.....	31
3.2.5. AM Leo	33
3.2.6. XY Leo	34
3.2.7. V839 Oph	36
3.2.8. ER Ori.....	38
3.2.9. FZ Ori	40
3.3. Çok Bileşenli W UMa Türü Örtün Çift Yıldızlar Kataloğu	42
BÖLÜM 4.....	46
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	46
KAYNAKLAR	54
EKLERİ	I
Ek Çizelge 1. Sistemlerin temel Verileri.....	II
Ek Çizelge 2. Bileşenlerin mutlak parametreleri	VIII
Ek Çizelge 3. Üçüncü bileşene sahip W UMa sistemleri ve parametreleri	XIV
Ek Çizelge 4. Dördüncü bileşene sahip W UMa sistemleri ve parametreleri	XXIV
ÖZGEÇMİŞ	XXV

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Çift yıldız sistemi için temsili görüntüsü.....	1
Şekil 1.2. Örtün çift yıldız sisteminin evreye karşılık ışık değişimi	3
Şekil 1.3. Çift yıldız sistemlerinde tutulma koşulunun temsili gösterimi.....	4
Şekil 1.4. Algol türü çift sistemin örnek ışık eğrisi	5
Şekil 1.5. β Lyrae türü çift sistemlerde görülen ışık eğrisi	6
Şekil 1.6. W UMa türü çift sistemlerde görülen ışık eğrisi	6
Şekil 1.7. W UMa sistemine ait birkaç örnek gösterimi	7
Şekil 1.8. W ve A-türüne ait ışık eğrilerin temsili gösterimi	8
Şekil 1.9. Ortak bir kütle merkezi etrafında üç cisim probleminin temsili gösterimi.....	11
Şekil 1.10. Çift yıldız sistemi için Roche lobları ve Lagrange noktaları.....	13
Şekil 1.11. Çift yıldızların Roche Modeline göre sınıflanması	14
Şekil 2.1. Bileşenler arası kütle aktarımı sonucu (O-C) değişim örnekleri	16
Şekil 2.2. Eksen dönmesi gösteren bir sisteminin (O-C) diyagramı.....	17
Şekil 2.3. Bir örtün çiftin üçüncü bileşen ile ortak kütle merkezi çevresinde dolanım hareketi	18
Şekil 2.4. Üçüncü cisim etkisi gösteren bir sisteminin (O-C) diyagramı	19
Şekil 3.1. OO Aql sisteminin (O-C) eğrisi.....	23
Şekil 3.2. OO Aql sistemi için parabol + sinüs fitinin artıklar	24
Şekil 3.3. CK Boo sisteminin (O-C) diyagramı.....	26
Şekil 3.4. TZ Boo sisteminin (O-C) diyagramı	29
Şekil 3.5. TZ Boo sistemi için parabol + sinüs fitinin artıklar.....	30
Şekil 3.6. BI CVn sisteminin (O-C) diyagramı	32
Şekil 3.7. AM Leo sisteminin (O-C) diyagramı	34
Şekil 3.8. XY Leo sisteminin (O-C) diyagramı	36
Şekil 3.9. V839 Oph sisteminin (O-C) diyagramı	38
Şekil 3.10. ER Ori sisteminin (O-C) diyagramı.....	40
Şekil 3.11. FZ Ori sisteminin (O-C) diyagramı	42
Şekil 4.1. Üçüncü bileşenli W UMa'lar ile SIMBAD ve GCVS kataloglarındaki W UMa'ların parlaklıklarına göre dağılımı	47
Şekil 4.2. W UMa türü çoklu sistemlerde çiftin yörünge dönemine göre sıklık dağılımı ...	48
Şekil 4.3. W UMa türü çoklu sistemlerde çiftin parlaklığına göre sıklık dağılımı.....	48
Şekil 4.4. W UMa türü çoklu sistemlerde üçüncü cismin yörünge dönemine göre sıklık dağılımı.....	49
Şekil 4.5. W UMa türü çoklu sistemlerde üçüncü cismin çift sistemine olan uzaklığının dağılım sıklığı.....	50
Şekil 4.6. Üçüncü cismin yörünge dış merkezliğinin sıklık dağılımı	51
Şekil 4.7. Üçüncü cismin yörünge döneminin çiftin yörünge dönemine oranının sıklık dağılımı.....	52
Şekil 4.8. Tespit edilen üçüncü bileşenin kütle sıklık dağılımı	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. A ve W-türü sınıflandırılmış W UMa sistemlerinin genel özellikleri	9
Çizelge 3.1. Seçilen sistemlerin genel özellikleri	21
Çizelge 3.2. Tüm minimum zamanlarına ait genel bilgiler	22
Çizelge 3.3. OO Aql sisteminin (O-C) analizi sonucunda elde edilen parametreleri	25
Çizelge 3.4. Çalışılan CK Boo sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri	27
Çizelge 3.5. Çalışılan TZ Boo sisteminin (O-C) analizi sonucunda elde edilen parametreleri	30
Çizelge 3.6. Çalışılan BI CVn sisteminin (O-C) edilen analizi sonucu elde parametreleri	32
Çizelge 3.7. Çalışılan AM Leo sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri	34
Çizelge 3.8. Çalışılan XY Leo sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri	36
Çizelge 3.9. Çalışılan V839 Oph sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri	38
Çizelge 3.10. Çalışılan ER Ori sisteminin (O-C) edilen analizi sonucu elde parametreleri	40
Çizelge 3.11. FZ Ori sisteminin (O-C) analizi sonucunda elde edilen parametreler	42

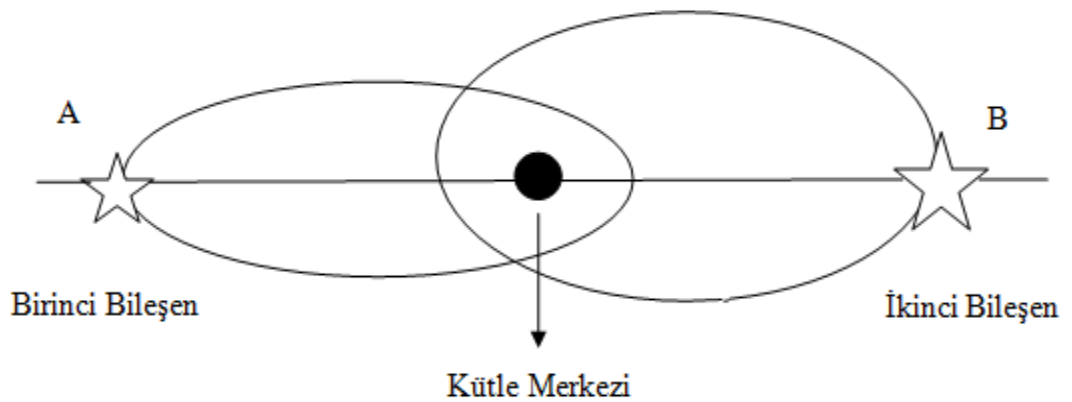
BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Çift Yıldızlar

Kütle çekim kuvvetiyle birbirlerine bağlı olan ve ortak bir kütle merkezi etrafında Kepler yasalarına göre yörünge hareketi yapan, iki veya daha fazla yıldızdan oluşan sistemler çift yıldız olarak adlandırılır (Şekil 1.1.). Çift yıldız terimini ilk kez Batlamyus kullanmıştır. İlk olarak keşfedilen çift yıldız ζ Ursae Majoris (ζ UMa) sistemi olup, 1650 yılında İtalyan gökbilimci J. B. Riccioli'ni tarafından keşfetmiştir. 1802 yılında Herschel ve Mayer tarafından “çift yıldız” terimi ilk kez bilimsel literatürde kullanılmıştır. Binnendijk (1970) gökyüzündeki yıldızların birçoğunun iki veya daha fazla bileşenden oluşan sistemler olduğunu belirtmiştir. Heintz (1969) yaptığı çalışmalarda evrende bulunan yıldızların %85 gibi büyük bir oranının çift sistemlerden oluştuğunu ortaya koymuştur.

Tek yıldızlara göre çift yıldızlar astrofizik açısından daha fazla bilgi vermeleri nedeniyle astronomide büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle astronomi ve astrofizikte en önemli çalışma alanlarından birisidir. Yıldızlara ilişkin kütle, yarıçap, ışınlam gücü gibi çok sayıda önemli temel parametre çift yıldız gözlemlerinin analizlerinden elde edilebilir. Bunun yanında birçok fiziksel sürece ilişkin kuramsal modellerin gözlemsel sınaması çift yıldız gözlemleriyle yapılabilmektedir. Çift yıldızlar aracılığıyla belirlenen fiziksel parametreler, tek yıldızların da fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.



Şekil 1.1. Çift yıldız sistemi için temsili görüntüsü

Genelde çift yıldız sistemlerinde diğerinden daha parlak olan yıldız “birinci bileşen” ya da “baş yıldız”, diğer yıldız ise “ikinci bileşen” ya da “yoldaş yıldız” olarak isimlendirilir.

Bileşenleri birbirine fazlasıyla yakın olan (kesirsel yarıçapları toplamı 0.1'den büyük olan) çift yıldız sistemleri “Etkileşen Çift Yıldız” veya “Yakın Çift Yıldız” olarak adlandırılır. Bu türden çift yıldız sistemlerinde bileşenler birbirlerinin nükleer evrimlerine etki edecek kadar yakındırlar. Evrimleri esnasında bileşenler kütle alışverişiyle birbirlerinin etkisi altında kalırlar. Ayrıca yakınlığın etkisiyle şekil bozulmasına uğrarlar küresellikten saparak daha hızlı evrimleşirler.

Çift yıldızlar ayrıca kataklismik değişenler, novalar, X-ışın çiftleri, simbiyotik yıldızlar, yakın galaksiler ve yıldız topluluklarının uzaklıklarının belirlenmesinde ayrıca bazı tür süpernovalar gibi egzotik cisimlerin doğasının açıklanmasına katkıda bulunmaktadır. Teknolojik gelişmeler gözlem verilerinin daha duyarlı elde edilmesini bunun sonucunda da yıldızlara ilişkin, fiziksel parametrelerin de daha duyarlı elde edilmesini sağlamaktadır. Çift yıldızlar gözlem yöntemlerine göre üç sınıfa ayrılır:

1.1.1. Görsel Çift Yıldızlar

Bileşen yıldızları ayrı ayrı gözlenebilen çift sistemlerdir. Bileşenler çıplak gözle veya teleskop ile ayırt edilebilmektedir. Yörünge dönemleri birkaç yıl ya da onlarca yıl mertebesindedir. Görsel çift yıldızlar odak uzaklığı büyük olan teleskoplar ile gözlenebilirler. Yörünge dönemlerinin çok uzun olması nedeniyle belirlenen görsel çift yıldızların sayıları oldukça azdır. İlk bulunan görsel çift yıldız sistemi ise ζ UMa yıldızdır.

1.1.2. Tayfsal Çift Yıldızlar

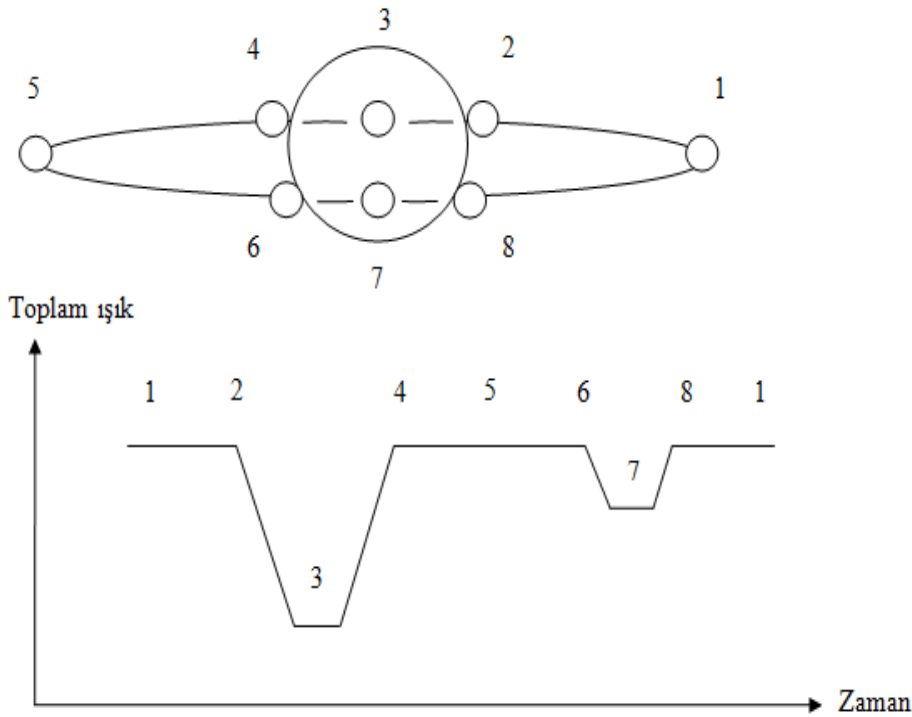
Bileşen yıldızları birbirlerine çok yakın ya da ayrı ayrı görülemeyecek kadar uzakta bulunan ve teleskopla bile ayırt edilemeyen çift yıldız sistemleridir. Yörünge dönemleri birkaç saat ile birkaç yıl arasında değişmektedir. Bir yörünge dönemi boyunca, Doppler kayması nedeniyle tayf çizgilerinin dönemli olarak yer değiştirmesiyle belirlenirler. Tayfsal çift yıldız çalışmaları hem gözlemsel hemde analizler açısından zahmetlidir. Fakat yıldızların fiziksel parametrelerin daha duyarlı belirlenmesine olanak sağlamaları açısından önemlidir.

1.1.3. Örtten Çift Yıldızlar

Çift sistemin toplam parlaklığının örtme/örtülme durumlarından dolayı dönemli ve düzgün değişim göstermesi nedeniyle bu tür sistemlere “örtten değişen yıldızlar” denilmektedir. Astrofizikte yıldızların mutlak parametrelerin elde edilmesi açısından örtten

çift yıldızların önemi büyüktür. Günümüzde bu sistemlerle ilgili ayrıntılı çalışmalar yapılmaktadır.

Çift sistemde yörünge düzlemi ile gözlemcinin bakış doğrultusu arasında uygun bir açıda yönlenmiş olması durumunda tutulmalar meydana gelir ve sistemde ışık değişimi gözlenir (Şekil 1.2.). Gelen ışığın zamana karşı gösteriminde elde edilen eğride farklı derinliklere sahip minimumlar görülür. Yıldızlardan daha sönük olanının parlak yıldızı örtmesiyle ışık eğrisinde derin bir minimum oluşur. Işık eğrisindeki bu kısım birinci veya baş minimum olarak isimlendirilir. Daha sığ şeklindeki minimum ise ikinci veya yan minimum olarak adlandırılır ve sistemde parlak yıldızın sönük olanı örtmesi ile gerçekleşir.

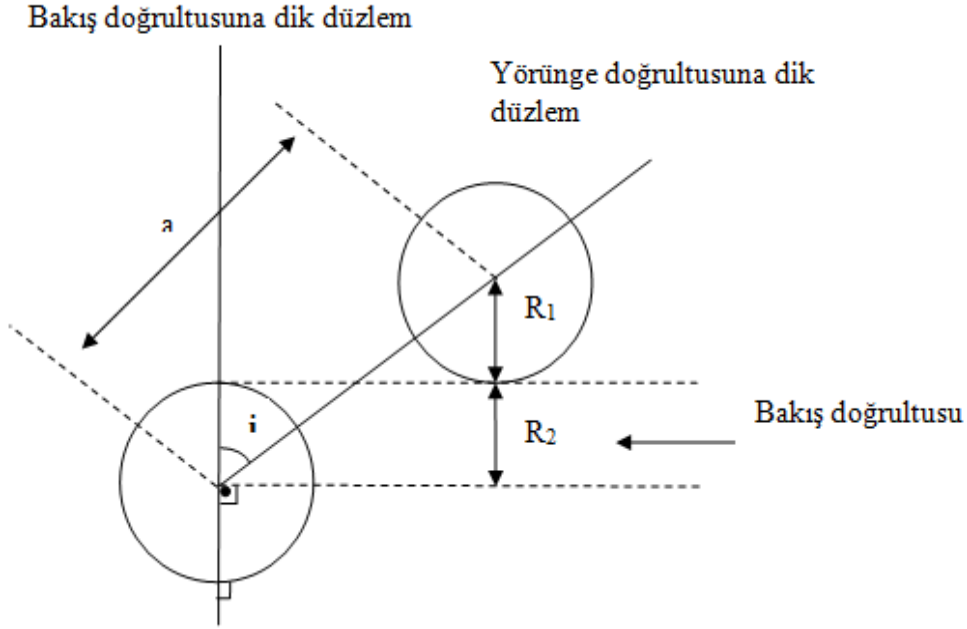


Şekil 1.2. Örtün çift yıldız sisteminin evreye karşılık ışık değişimi

Çift yıldız sistemlerinde bileşen yıldızların yarıçapları (ya da göreceli çapları), yörünge yarı-büyük eksen uzunluğu ve yörünge eğim açılarının uygun değerlerde olması halinde bileşenler birbirlerini örtebilir. Tutulmanın gözlenmesi için, gözlemciye göre çift sistemin uzaydaki konumu ve çift sistemi oluşturan yıldızlararası uzaklık türünden yarıçaplarına bağlıdır. Tutulmanın oluşabilmesi için aşağıdaki koşul ağılanmalıdır.

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

Burada çift yıldız sisteminin yörünge eğim açısı “ i ”, bileşen yıldızların yörünge yarıçapları R_1 ve R_2 , bileşenler arası uzaklık ise “ a ” olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 1.3. Çift yıldız sistemlerinde tutulma koşulunun temsili gösterimi

Denklem (1.1)’de verilen matematiksel ifadenin geometrik yapısı Şekil 1.3.’de verilmektedir. Bileşen yıldızların yarıçaplarına bakılmaksızın eğim açısının 90° olması durumunda tüm çift yıldızlarda örtme ve örtülme durumunu gösterecektir.

1.2. Işık Eğrisi Şekline Göre Örtten Çift Yıldızlar

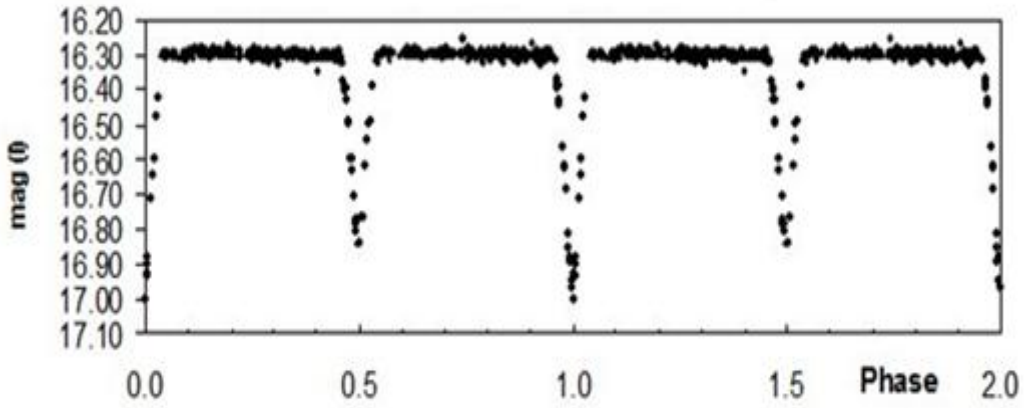
Yıldızların gözlenen parlaklığının zamanla değişimini veren grafikler **ışık eğrisi** olarak adlandırılır. Işık eğrileri üzerinde yapılan çalışmalar çift yıldızların yörünge ve fiziksel parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan önemli bir araçtır. Örtten çift yıldızlar ışık eğrilerinin biçimlerine göre, Algol (EA), β Lyrae (EB) ve W UMa (EW) olarak üç gruba ayrılır.

1.2.1. Algol Türü Örtten Çift Sistemler

G. Montanari’ nin “Algol” ismini verdiği β Per yıldızının ışık eğrisine benzer, ışık eğrisine sahip olan sistemlerdir. Işık eğrilerinde tutulmalar dışında parlaklık neredeyse sabittir (Şekil 1.4.). Ancak basıklık etkisi, yansıma etkisi gibi bazı fiziksel etmenlerden

kaynaklı çok az da olsa değişimler gözlenebilmektedir. Dönemleri 0.2 ile 10000 gün arasında değişir. Algol türü örten çiftlerde bileşenlerin her ikisi de hemen hemen küresel yapıya sahiptir. Bu tür sistemlerde bileşenlerden biri sıcak ve genellikle anakolda bulunur. Diğer bileşen ise daha soğuktur.

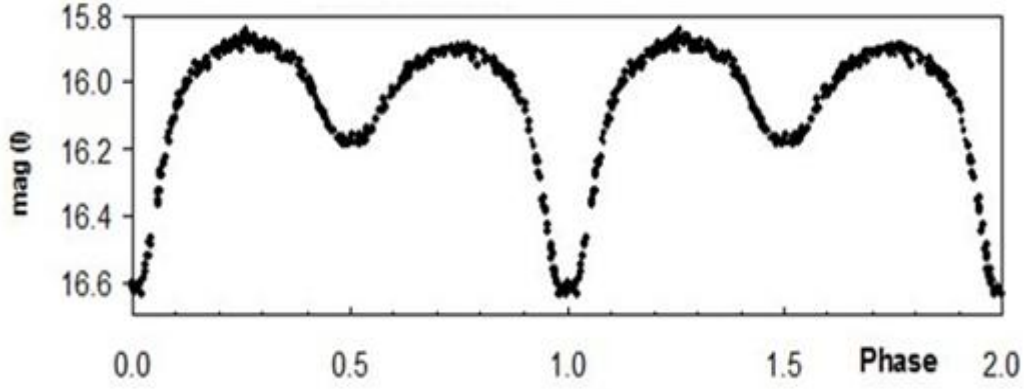
Işık eğrilerinde soğuk yıldızın sıcak yıldızı örtmesi ile parlaklıkta meydana gelen azalma bir çukurluk oluşturur ve “baş minimum” olarak adlandırılır. Bu durumun tersi soğuk yıldızın örtülmesi ile toplam parlaklıkta daha az miktarda azalma olur. Bu nedenle ışık eğrisinde meydana gelen çukurluğa ise “yan minimum” denir.



Şekil 1.4. Algol türü çift sistemin örnek ışık eğrisi

1.2.2. β Lyrae Türü Örten Çift Sistemler

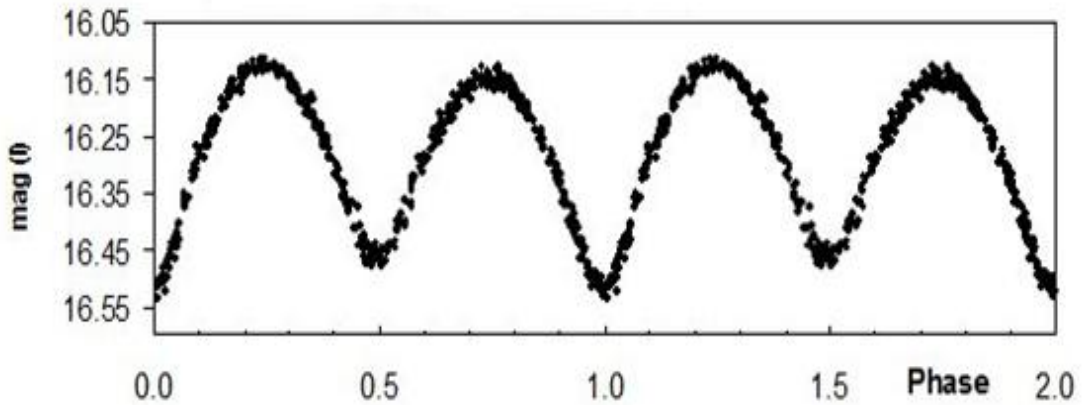
Bu tür örten çift yıldızların ilki 1789 yılında J. Goodrich tarafından keşfedilen β Lyr sistemidir. Bileşenleri çok yakın olduğundan birbirlerine uyguladıkları çekim kuvveti ve kendi eksenleri etrafında gerçekleştirdikleri dönme hareketi nedeniyle küresel yapıdan saparlar. Çiftlerin birbirine bu denli yakınlığı şekillerinde armutlaşmaya neden olur. Bileşenlerin yörünge hareketleri boyunca görünen yüzeyleri de devamlı değişir. Bunun sonucu bileşenlerin parlaklığı örtmeler dışında da sürekli değişir ve minimumların başlangıcını tayin etmek zorlaşır. Baş minimum yan minimuma göre daha derindir (Şekil 1.5.). Yan minimum küçük bir çukur şeklinde dahi olsa kendini belli eder. Minimum farklılıklarının sebebi bileşenlerin sıcaklık farkından ileri gelmektedir. Dönemleri genel olarak 1 günden daha uzundur.



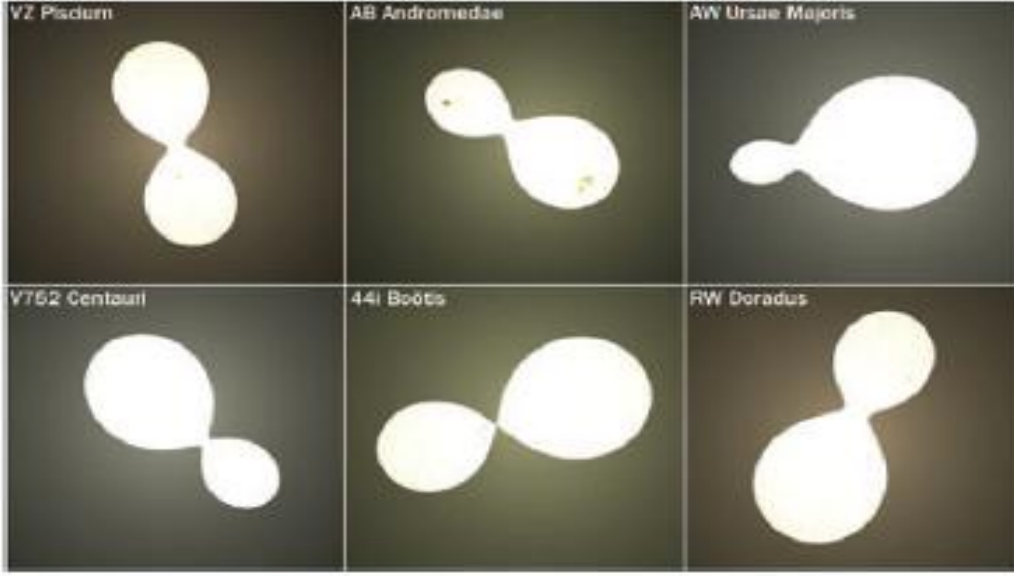
Şekil 1.5. β Lyrae türü çift sistemlerde görülen ışık eğrisi

1.2.3. W UMa Türü Örtün Çift Sistemler

Müller ve Kempf (1903) tarafından W UMa'nın değişen çift sistem olduğu belirlenmiştir. Bu sistemler β Lyr gibi yakın çiftler olduklarından ışık eğrilerinin tüm evrelerde ışık değişimi gözlenir (Şekil 1.6.). Minimumların başlangıç ve bitiş noktaları belli belirsiz olup baş ve yan minimum derinlikleri neredeyse eşittir. Bunun sebebi bileşen yıldızların etrafında ortak bir zarfın bulunmasıdır. Tutulmalar haricinde parlaklık değişiminde sürekli bir değişimin olması bileşen yıldızların karşılıklı tedirginlik etkisiyle küresellikten ayrılan şekillerinin elipsoit olduğunu göstermektedir (Şekil 1.7.). W UMa türü çiftlerin kütle değerleri birbirinden farklıdır. Bileşenlerin birbirleri etraflarında dönme süreleri 0.2 ile 1 gün aralığındadır. Dönemlerinin genellikle bir günden kısa olması kolay gözlenebilmelerine olanak sağlar.

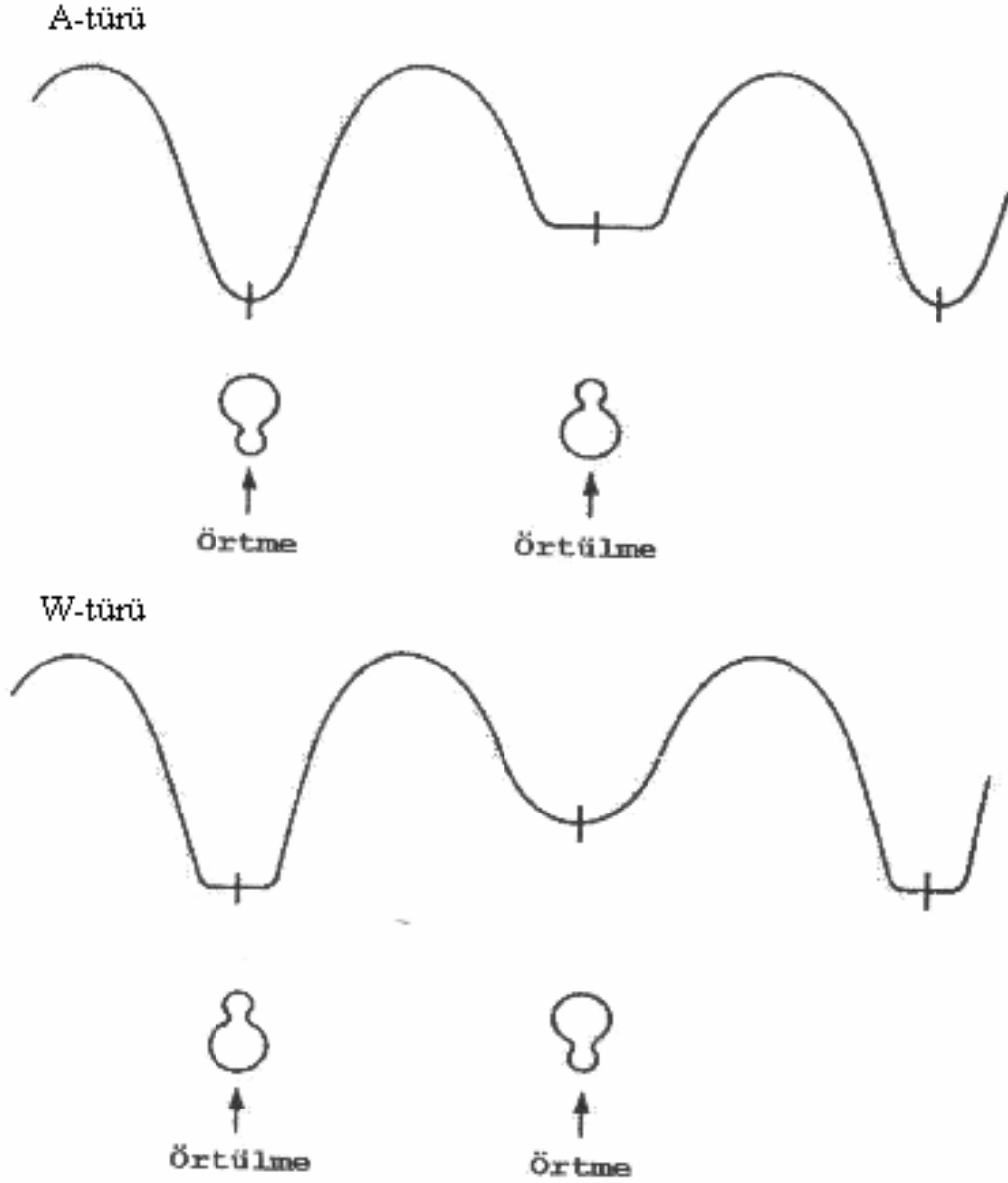


Şekil 1.6. W UMa türü çift sistemlerde görülen ışık eğrisi



Şekil 1.7. W UMa sistemine ait birkaç örnek gösterimi (Evcil, 2013)

Binnendijk (1970) yaptığı çalışmalar sonucunda W UMa türü sistemleri minimum derinliklerine göre inceleyerek A-türü ve W-türü olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır. Işık eğrilerinde derin olan birinci minimum bileşenlerden daha küçük yarıçap ve küçük kütleye sahip olan bileşenin, büyük yarıçap ve kütleye sahip olan bileşen tarafından örtülmesi ile W-türü sistemler oluşur (Şekil 1.8.'de alt panel). Bu durumun tersi olan A-türü sistemler ise derin olan minimum bileşenlerden daha küçük yarıçaplı ve küçük kütleye sahip olan bileşenin, büyük kütle ve yarıçapa sahip olan bileşeni örtmesi ile oluşmaktadır (Şekil 1.8.'de üst panel).



Şekil 1.8. W ve A-türüne ait ışık eğrilerin temsili gösterimi (Rucinski, 1985)

A-türleri; ışık eğrilerinde kararlılık gösterir ve bu durum kolaylıkla modellenmelerine olanak sağlar; daha fazla evrimleşmiş olan A-türü bileşenlerinin ortalama yoğunlukları W-türlerine göre daha küçüktür, yörünge dönemlerinin uzun olması ise W UMa'ların yörünge dönemi ve bileşenlerinin yoğunlukları arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir (Salman, 2006). Maceroni ve Van't Veer (1996) A ve W türleri için; W-türünde olan W UMa bileşen yıldızlarının ZAMS yıldızları, A-türünde olan W UMa bileşen yıldızlarının TAMS yıldızları olduklarını savunmaktadırlar. Çizelge 1.1.'de A

ve W-türleri için genel özellikler verilmiştir. TZ Boo, 44i Boo gibi birkaç ay ya da yıl süresinde sistemin içerisinde A ve W-türü arasında değişim gösteren sistemlerde mevcuttur.

Çizelge 1.1. A ve W-türü sınıflandırılmış W UMa sistemlerinin genel özellikleri (Selam, 2003)

A-Türü	W-Türü
Değme derecesi daha fazla (ortak zarf daha kalın)	Değme derecesi daha az (ortak zarf daha ince)
A-F tayf türünde bileşenler	G-K tayf türünde bileşenler
Daha büyük kütleli bileşen yıldızlar	Daha düşük kütleli bileşen yıldızlar
Ana bileşen daha büyük kütleli ve sıcak	Ana bileşen daha küçük kütleli ve soğuk
Derin minimum transit (geçiş) ile oluşur	Derin minimum örtme (occulation) ile oluşur
Kütle oranı küçük (daha fazla evrimleşmiş)	Kütle oranı büyük (daha az evrimleşmiş)

Gökada için yapılmış olan kuramsal hesaplamalar ile tayf türü geç A ile erken K arasında tüm anakol yıldızlarının 500 de birinin W UMa türü çift sistem olması gerekmektedir. Bileşenleri anakol yıldızlarına ait olan kısa dönemli RS CVn sistemlerinin W UMa çiftlerinin atası olduğu varsayılmaktadır. Çoğu W UMa yıldızlarının izlendikleri sistemden kütle ve açısal momentum kaybı sonucunda “Mavi Aykırılar (Blue Stragglers)” olarak bilinen yaşlı ve büyük kütleyle sahip olan anakol yıldızlarına ya da hızlı dönen (çift çekirdekli olma olasılığı düşünülen) lekeli FK Com türünde dev yıldızlara evrimleşme ihtimalleri varsayılmaktadır. Bu teori Selam (2003)’a aittir.

1.3. Roche Modeli

Eğer çift yıldız bileşenleri küresel yapıya sahip olsalar ve minimum tedirginlik etkileri gösterebilseler evrimlerine ayrık sistemler olarak devam etmeleri gerekirdi. Sistemlerin geometrileri “Legendre Polinomları” ile belirlenebilirdi. Fakat bir yıldız küresel olsa dahi dönüyorsa ve diğer bir yıldızın çekim etkisinde kalmışsa o yıldız küresellikten sapar. Bileşenlerin karşılıklı olarak birbirlerine uyguladıkları çekim kuvvetleri ve tedirginlik etkileri nedeniyle küreselliği bozulan sistemler “değen sistemler” olarak tanımlanır. Bu sistemlerin geometrilerinin anlaşılabilmesi için ilk olarak 1849 yılında Édouard Albert Roche tarafından ortaya konulan “Roche Modeli” kullanılır. Roche modeli aşağıdaki kabuller altında tanımlanır:

- Çift sistemi oluşturan bileşen yıldızların merkez yoğunluklarının fazlalığı nedeniyle bileşenlerin noktasal kütle olması,
- Viskozite, manyetik etkiler, ışıınım basıncı türünde etkilerin yok sayılabilir olması,
- Sistemdeki bileşen yıldızların dönme süreleri ile birbirlerinin etrafında dolanma sürelerinin eşit olması,
- Bileşenlerin dönme eksenlerinin yörünge düzlemine dik olması,
- Çekimsel gecikme olmaması,
- Yörünge dairesel olması,
- Bileşen yıldızları meydana getiren maddenin sadece dönme ve dolanma hareketi olması.

Roche modeli yukarıda belirtilen kabullerden yola çıkarak dairesel yörüngelerde, kütle merkezi etrafında iki noktasal kütleden oluşan sistemin toplam çekimsel potansiyeli ele alınarak ifade edilir. Bu modelin çözümü için matematikçiler, ortak kütle merkezi etrafında dairesel yörüngelerde dolanan iki cisim ile bu iki cismin kütle çekim alanı içinde hareket eden diğer bir üçüncü cismin varlığı ile oluşan üç cisim hareketi için kısıtlı “üç cisim problemi” kullanmaktadır. Üçüncü cisme uygulanan Φ toplam çekimsel potansiyelinin herhangi bir değeri için, dairesel yörüngede dolanan iki cismin kütlesi ile iki cisim ile birlikte düzenli olarak dönen üçüncü cismin hızının sıfır olduğu yüzey temsil edilmektedir ve sıfır hız yüzeyi olarak adlandırılır. İki bileşenli bir çift sistemde de sabit çekimsel potansiyel yüzeyleri ve sıfır hız yüzeylerinin benzer olduğu görülmektedir. Bu durumda çift sistemlerde yıldız yüzeylerinin biçimlerinin belirlenmesine olanak sağlar.

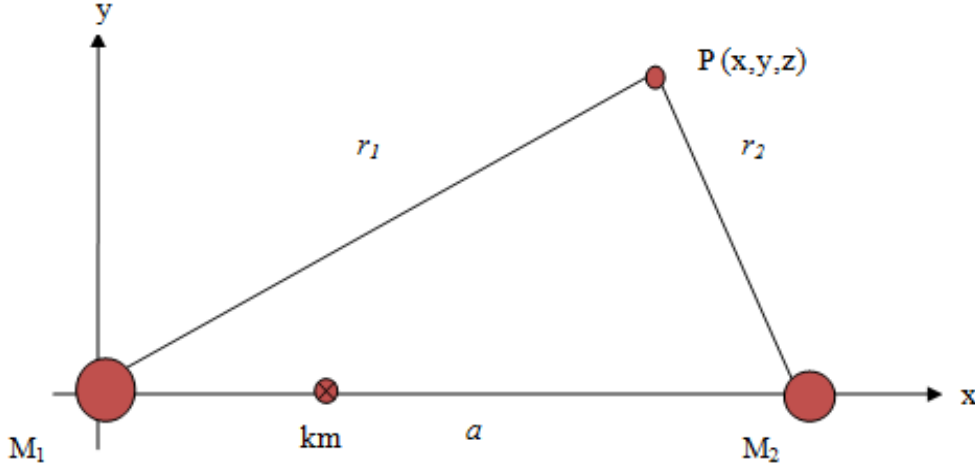
Şekil 1.9.’da gösterilen $P(x,y,z)$ noktasına etkileyen Φ kütle çekim potansiyeli M_1 ve M_2 noktasal kütlelerinin potansiyelleri ve dönme potansiyelinin bir toplamıdır, r_1 ve r_2 ilgili kütlelerin merkez noktasına olan uzaklığı, ω açısal hız olmak üzere denklem (1.2)’de verilmiştir.

$$\Phi = -\frac{GM_1}{r_1} - \frac{GM_2}{r_2} - \frac{\omega^2}{2} \left[\left(x - \frac{M_2}{M_1+M_2} \right)^2 \right] + y^2 \quad (1.2)$$

Bu denklem de, r_1 ve r_2 değerleri denklem (1.2a) ve (1.2b)’de ifade edilmiştir.

$$r_1 = \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)} \quad (1.2a)$$

$$r_2 = \sqrt{(x-1)^2 + y^2 + z^2} \quad (1.2b)$$



Şekil 1.9. Ortak bir kütle merkezi etrafında üç cisim probleminin temsili gösterimi

Ortak bir kütle merkezi etrafında dairesel yörüngede dolanan M_1 ve M_2 kütlelerinin yakınındaki kütlesi ihmal edilecek olan küçük parçacığın hareketi denklem (1.3)'de gösterilmektedir. Burada V parçacığının uzay hızı, C Jacobi integral sabiti, r_1 ve r_2 yıldızların kütle merkezine olan uzaklıkları, ω parçacığın açısal hızını ifade etmektedir. $V=0$ alınarak her bir C değeri için xy düzleminde hızın sıfır olduğu yüzeyler elde edilebilmektedir ki bu ifade “sıfır hız yüzeyleri” tanımını vermektedir.

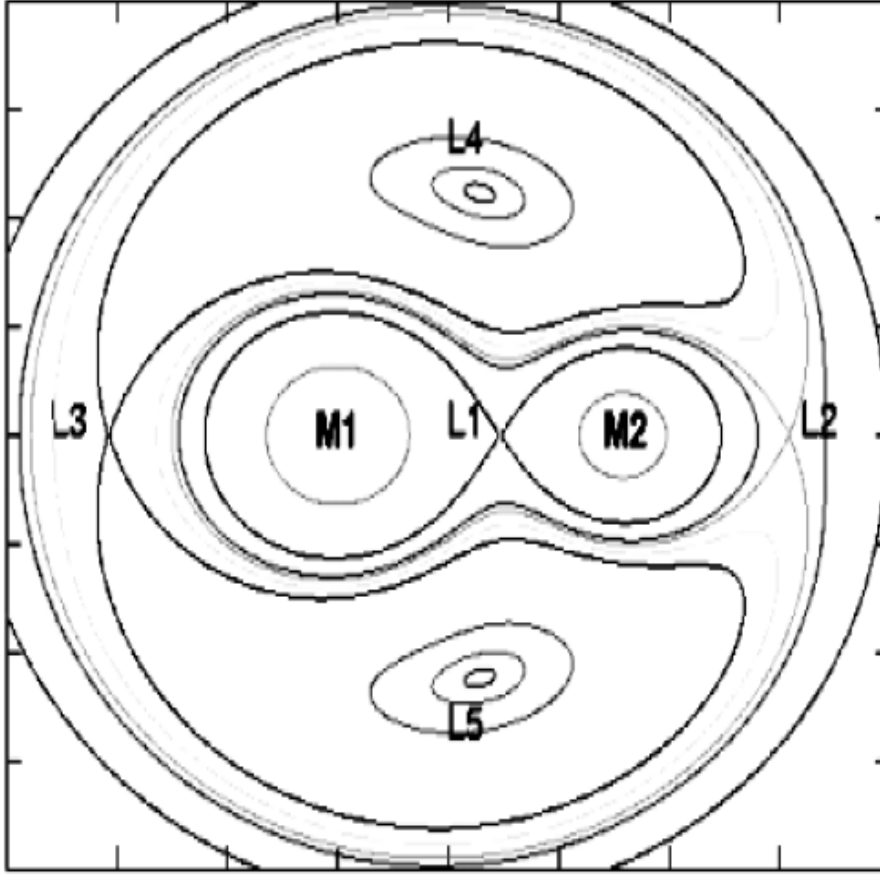
$$V^2 = \omega^2(x^2 + y^2) + \frac{2GM_1}{r_1^2} + \frac{2GM_2}{r_2^2} - 2C \quad (1.3)$$

$$C = \frac{\omega^2}{2}(x^2 + y^2) + \frac{GM_1}{r_1} + \frac{GM_2}{r_2} \quad (1.3a)$$

Denklem (1.2a,b)'de ifade edilen r_1 ve r_2 'nin çok büyük değerlerinde $(x_2+y_2) \cong C$ olduğunda, yarıçapı $\sqrt{C}$ ile ifade edilen asimptotik bir silindir elde edilir. C ifadesinin büyük değerlerinde M_1 ve M_2 kütlelerinin etrafında ayrı ayrı küresel şişmeleri meydana getiren yüzeyler elde edilmektedir. C ifadesi azaldığı sürece, iki kütleyi birleştiren merkez doğrusu boyunca yüzeyler oldukça kararsız hal alır ve uzayarak armuda benzer şekilde bozulmalar meydana gelir, diğer bir taraftan ise bileşenlerin birbirlerine bakmayan yüzeyleri hemen hemen küresel yapılarını korur. Son olarak iki noktasal yüzeyi saran bağımsız yüzeyler birbirlerine “birinci Lagrange noktası” olarak isimlendirilen “ L_1 ” noktasına değmesi ile “iç Lagrange noktası” elde edilir. Çift sistemde ki bileşenlerin L_1 noktasında birbirine değen iki yüzeyi “Roche Limitleri” olarak adlandırılmaktadır. Bu

şekilde ifade edilen üç boyutlu sınır hacimleri “Roche Lobları” şeklinde ifade edilmektedir. Üç boyutlu sınır hacimlerinin limit olmalarının sebebi bir çift sistemdeki bileşenlerin ulaşabileceği maksimum kapalı hacimleri ifade etmelerindendir. Her sınırlayıcı hacmin fiziksel boyutu birinci olarak “ a ” bileşenler arasındaki uzaklığa ve ikinci olarak “ q ” kütle oranına bağlıdır. Eğer kütle oranı eşit olan bir çift sistem ise her iki bileşene ait Roche lobları aynı büyüklükte olacaktır. Kütle oranı azaldıkça daha büyük kütleli yıldızın Roche lobu genişlemekteyken, daha küçük kütleli yıldızın ise Roche lobu daralacaktır.

L_1 noktasında iki bileşen birbirlerine fiziksel anlamda temas halindedir. Roche limitini saran ortak bir zarf ile çevrilidir. Bu bölgeden ileride ikinci bir eş potansiyel yüzey vardır. İkinci bir eş potansiyel yüzey ise tüm sistemi çevrelemekte ve ikinci Lagrange noktası olan L_2 noktasında bir kesin noktası meydana getirir. Maddenin sistemde oluşan kütle çekim alanından dışarı çıkabileceği bu nokta “dış Lagrange noktası” olarak adlandırılır. L_3 noktası ise M_1 ve M_2 kütlelerine göre L_2 noktasının karşı tarafında kalan ve L_2 ’den daha yüksek potansiyelde madde kaçış noktası olarak tanımlanan noktadır. M_1 ve M_2 kütlelerinden çok daha uzakta kalan potansiyel maksimumları olarak bilinen L_4 ve L_5 noktalarıdır. Şekil 1.10.’da tüm Lagrange noktaları ve Roche lobları gösterilmektedir.



Şekil 1.10. Çift yıldız sistemi için Roche lobları ve Lagrange noktaları

Özet olarak, çift yıldız bileşenlerinin evrimleşmelerinden kaynaklı genişleyen yarıçapları Roche loblarını doldurması sonucu L_1 noktasına ulaşan bileşenler arası madde diğer bileşenin Roche lobuna akar. Bunun sonucu olarak genişleyen yıldız yüzeyleri L_1 noktasında en büyük uzay hacmine ulaşması ile sistem de Roche limitine ulaşmaktadır. Daha sonra evrim aşamalarında ise sistemde bulunan bileşen yıldızlar kendi Roche loblarını doldurması ile aynı zamanda ortak bir zarf ile sarılabilirler. Sonuç olarak bileşenler kalan dört Lagrange noktasından madde kaybedebilir.

Kopal (1959) yakın çift yıldızları, bileşenlerin Roche loblarını doldurma durumlarına bakarak; ayırık çift yıldızlar, yarı ayırık çift yıldızlar, değen çift yıldızlar ve aşırı değen çift yıldızlar olmak üzere dört ana gruba ayırmıştır (Şekil 1.11.).

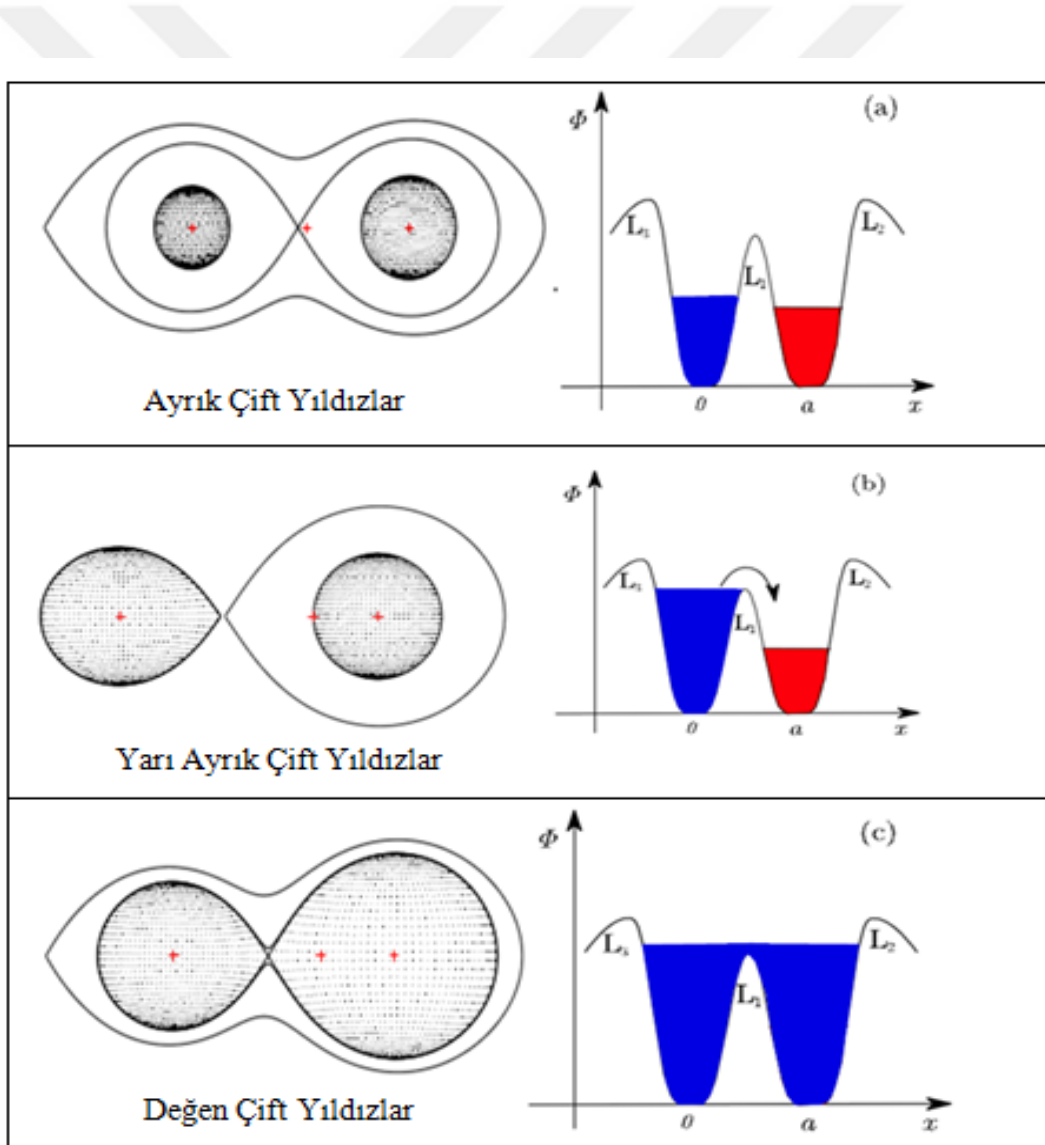
Ayrık Çift Yıldızlar: Bileşen yıldızların Roche loblarını doldurmadığı sistemler Ayrık Çift Yıldızlar olarak adlandırılır. Bu çift yıldızların karşılıklı etkileşimleri neredeyse yok sayılır. Bu sistemlerin ışık eğrileri Algol türü çift sistemlerinkine benzer.

Yarı Ayrık Çift Yıldızlar: Bileşenlerden biri (genellikle kırmızı dev) Roche lobunu doldurmuş ve diğeride Roche loblarının içinde kalıyorsa, bu tür çiftler de yarı-ayırık çiftler

olarak adlandırılır. Roche lobunu dolduran bileşen yıldız “değen”, diğer bileşen yıldız ise “ayrık” olarak adlandırılır. Değen yıldız L_1 Lagrange noktasından diğer bileşene madde aktarır. Bu grubun ışık eğrileri β Lyr türü çift sistemlerinkine benzer.

Değen Çift Yıldızlar: Bileşen yıldızlardan her ikisinin de Roche lobunu doldurduğu sistemlerdir.

Aşırı Değen Çiftler: Bu sistemlerde bileşen yıldız maddeleri Roche loblarından taşarak her iki yıldızın da etrafını sarar ve sistem ortak bir zarfa sahiptir. Bileşenler birinci Roche lobunu doldurduktan sonra taşan madde ikinci Roche yüzeyine ulaşmasıyla L_2 noktasına ulaşan gazın yanı sıra büyük miktarda açısal momentum da taşımasıyla sistemi terk eder. Değen ve Aşırı değen çift yıldızların ışık eğrileri ise W UMa türü çift sistemlerinkine benzer.



Şekil 1.11. Çift yıldızların Roche Modeline göre sınıflanması (Brandstreet ve Steelman, 2002; Dervişoğlu, 2010)

BÖLÜM 2

DÖNEM ANALİZİ

2.1. Örten Çift Yıldızların Dönem Değişimi

Yakın çift yıldız sistemlerinde dönem değişiminin incelenmesi, bileşenler arasında kütle ve açısal momentum transferi ve/veya kaybı, bileşenlerin manyetik aktivitesi, çift sistem etrafında olası üçüncü bir bileşenin belirlenmesi gibi bazı fiziksel olaylarla ilgili önemli bilgiler sunar. Bu çalışmalar için örten çift sistemlerin gözlenen minimum zamanları temel veri olarak kullanılır. Dönem değişimi analizleri gözlenen “O” ve hesaplanan “C” minimum zamanları arasındaki (O-C) farklarının zamana göre değişim grafiğinin yorumlanmasıdır. (O-C) değişimleri doğru, parabol veya sinüsel bir değişim olabileceği gibi bunların kombinasyonu şeklinde de olabilir. (O-C) eğrisi kullanılarak dönem değişimleri ve değişimin nedenleri dört modelle açıklanabilir:

- Bileşenler arası kütle aktarımı veya kütle kaybı,
- Manyetik etkinlik,
- Eksen dönmesi,
- Sisteme bağlı üçüncü bir cismin varlığı.

Modellenen dört etkiden manyetik etkinlik ve bileşenler arası kütle aktarımı/kütle kaybı olan sistemlerde bileşenler arası uzaklık ve sistemin dönemi değiştirmektedir. Eksen dönmesi ve sisteme bağlı üçüncü bir cismin varlığı, çiftin gözlemciye göre olan konumunu ve uzaklığını değiştiren etkiler olup, çift sistemin dolanma dönemini değil, minimumlar arasında geçen süreyi değiştirmesiyle dönem değişiyormuş gibi gözlenmesine neden olur.

2.1.1. Bileşenler Arası Kütle Aktarımı

Sistemin dönem değişimi, bileşenler arasında kütle aktarımından veya bileşen yıldızlardan uzaya kütle kaybından gerçekleşir. Huang (1963)’a göre (O-C) eğrisinde görülen parabolik değişimler kütle aktarımı veya kütle kaybından oluşmaktadır. Çift yıldız sistemlerinde bileşenlerden birinin Roche lobunu doldurması sonucu L_1 Lagrange noktasından diğer bileşene doğru kütle aktarması gerçekleşir ve bu “korunumlu kütle aktarımı” olarak ifade edilir. Korunumlu kütle aktarımında, aktarılan kütlenin tamamı

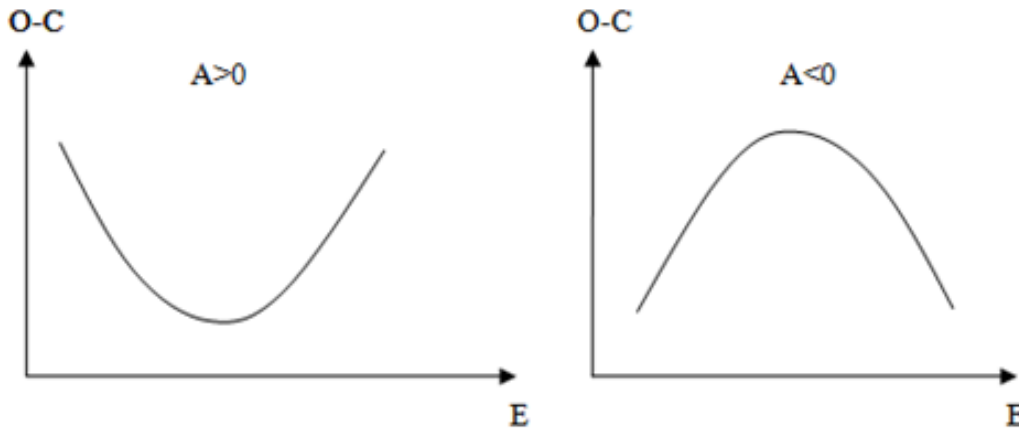
diğer bileşen tarafından alınarak, sistemde kütle kaybı olmayacaktır. Bu durumda toplam kütle ve açısal momentum da korunacaktır.

(O-C) grafiğinde kütle aktarımının sebep olduğu düzenli artan veya azalan bir parabol oluşumunu temsil eden denklem (2.1) ile ifade edilmiştir.

$$(O - C) = A.E^2 + E.\Delta P + \Delta T_o \quad (2.1)$$

Burada ΔT_o başlangıç minimum zamanında olabilecek hata düzeltmesi, ΔP dönemde olabilecek hata düzeltmesi, kütle aktarımı nedeniyle dönemde meydana gelen değişimin temsili gösterimi ise A katsayısıdır.

Şekil 2.1.'de $A>0$ olduğu durumda; kütle aktarımının küçük kütleli bileşene doğru olduğu ve dönemin düzgün bir şekilde arttığının göstergesidir. Bu durumun tam tersi olan $A<0$ olduğu durum ise; kütle aktarımının büyük kütleli bileşene doğru olduğu ve dönemin düzgün bir şekilde azaldığının göstergesidir.



Şekil 2.1. Bileşenler arası kütle aktarımı sonucu (O-C) değişim örnekleri

2.1.2. Manyetik Etkinlik

Çift yıldızların biri veya her ikisinde meydana gelen manyetik aktivite dönem değişiminin gözlenmesine sebep olmaktadır. İlk kez Applegate (1992) tarafından açıklanan bu durum, “Applegate mekanizması” olarak bilinir. Kalimeris ve ark. (2002) çalışmalarında bileşen yıldızların herhangi biri üzerinde bulunabilecek leke veya lekelerin minimum zamanlarını etkilediğini ve (O-C) eğrisinde çevrimli ancak çok büyük genliğe sahip olmayan ($A<0.01$ gün) değişimlerle karşılaşılabilirliğini ileri sürmüşlerdir.

Manyetik çevrimden kaynaklı yörünge dönem değişimi (O-C) eğrisinde gerçekleşen değişim üçüncü cisimden kaynaklı değişime benzerdir. Sinüsel veya yarı-dönemli bir değişim gösteren bu yapıları üçüncü cisimden ayıran özellikler şunlardır:

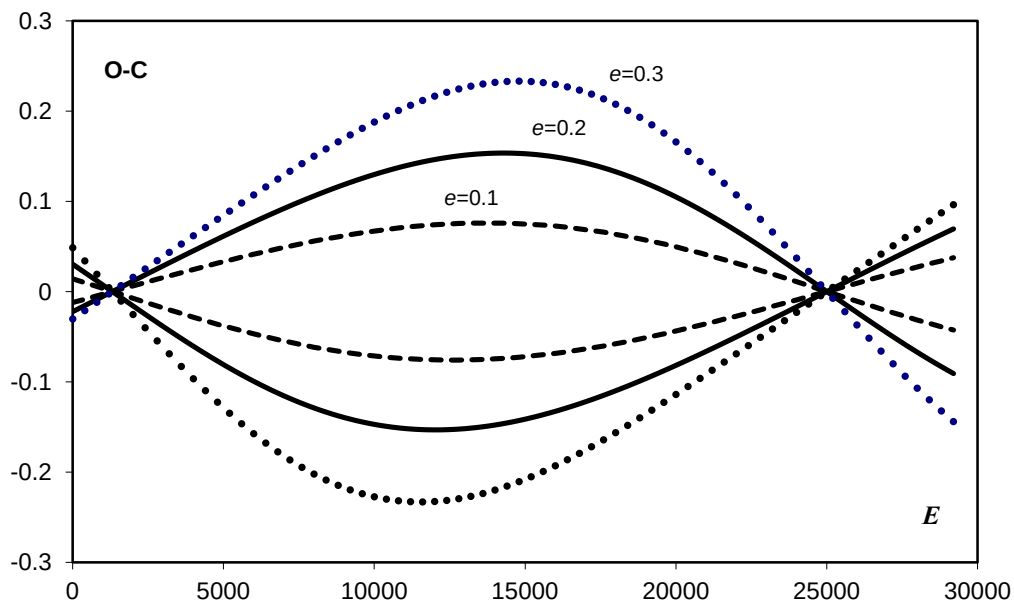
Bileşenler dev değildir; anakol öncesi, anakol ya da alt devdir ve bu tür çift bileşenlerden en az biri geç tayf türünden (F, G, K, M),

Üçüncü bir cisimden kaynaklanan çevrimsel yapı, manyetik etkinlikten kaynaklı olan çevrimsel yapıdan daha kararlıdır,

Applegate mekanizmasında sistemin döneminde meydana gelen değişim eş zamanlı olarak sistemin rengi ve ışınlam gücü ile uyumlu olmalıdır.

2.1.3. Eksen Dönmesi

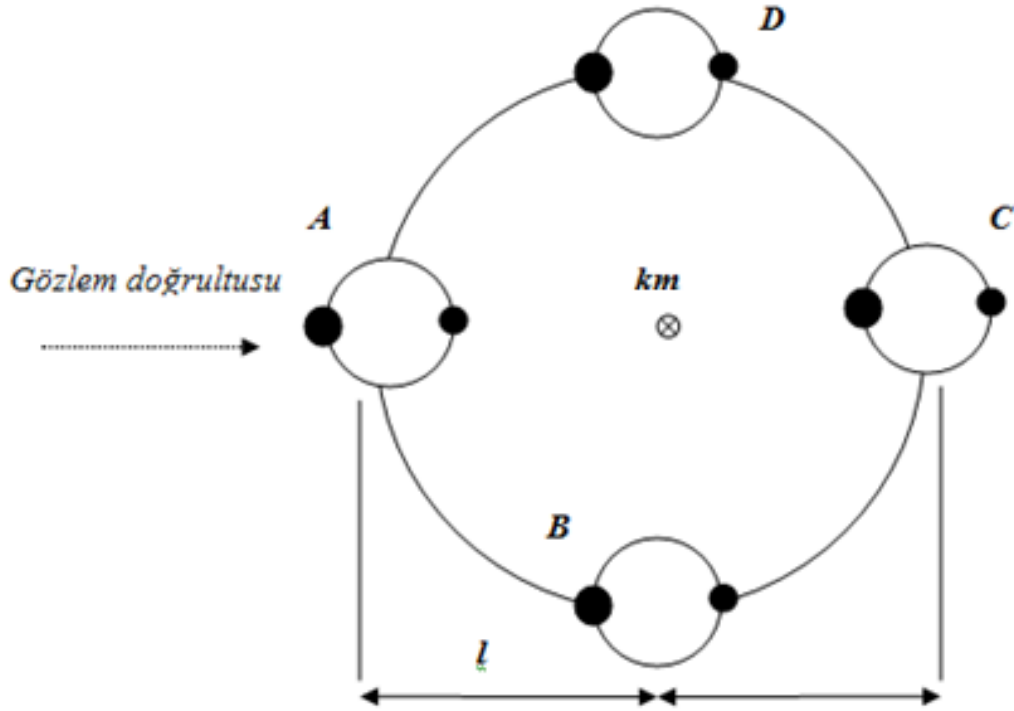
Çift yıldız bileşenlerinin birbirlerine oldukça yakın olması karşılıklı çekim etkileri ve kendi eksenleri etrafında dönmeleriyle birlikte bileşenlerin küreselliğinden bahsedilmez. Eğer böyle bir sistemde yörünge elips ise bileşenlerin birbirlerine uyguladıkları çekim kuvveti yörünge hareketi boyunca değişecektir. Bu tür sistemlerin uzun süreli gözlemlerinde yörünge asal ekseninin döndüğü görülür. Buna eksen dönmesi adı verilir. Eksen dönmesi görülen sistemlerinin O-C diyagramında birinci ve ikinci minimumların oluşturdukları eşit genlikli ve eşit dönemli fakat zıt fazlı (180° evre farkı) iki sinüsel eğri ile karşılaşılr. Şekil 2.2.'de görüldüğü gibi eğrilerin genliği yörünge dış merkezliği büyüdükçe artmaktadır. Bu eğrilerin dönemi eksen dönmesi dönemini verir.



Şekil 2.2. Eksen dönmesi gösteren bir sistemin (O-C) diyagramı

2.1.4. Üçüncü Cisim Etkisi

Örten bir çift yıldız sistemine kütle çekimsel olarak bağlı ilave üçüncü bir bileşen var ve ortak kütle merkezi etrafında hareket ediyorsa, çift sistemin gözlenen minimum zamanlarında dönemli değişimler gözlenecektir. Böyle bir sistemde yörünge hareketi süresince çift sistem çevrimsel olarak gözlemciye hem yaklaşacak hem de uzaklaşacaktır (Şekil 2.3.). Buda gözlemciye çift sistemden gelen ışığın daha erken ya da daha geç gelmesine neden olacaktır. Üçüncü cisimden kaynaklanan bu etki “ışık-zaman etkisi (light time effect (LITE))” olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 2.3. Bir örten çiftin üçüncü bileşen ile ortak kütle merkezi çevresinde dolanım hareketi

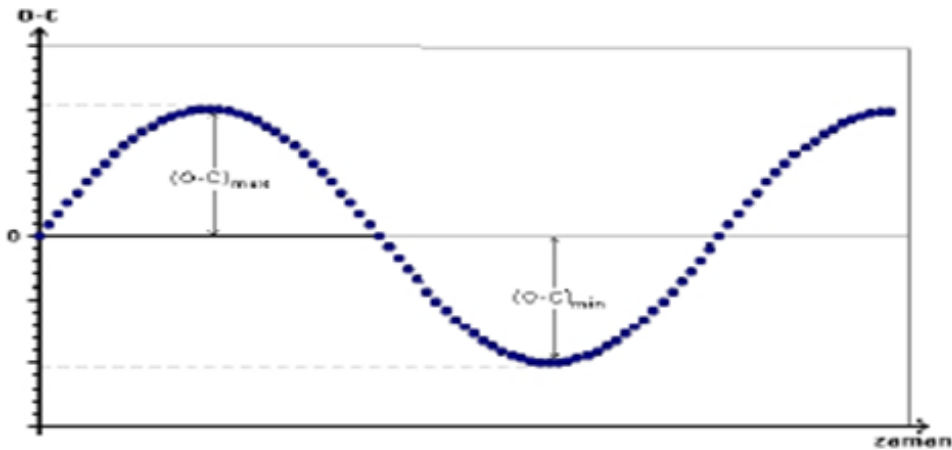
Şekil 2.3.’de görüldüğü gibi çift yıldız sisteminin üçüncü bir yıldız ile birlikte ortak kütle merkezi etrafında çember bir yörüngede dolandığı düşünölsün. Çift yıldızın gözlemlenmeye A noktasından başlandığı ve $(O-C)=0$ kabulü ile yıldız hareketi gözlenirse; A noktasından B noktasına hareketi sırasında gözlemci ve sistemin yol farkı olan “ l ” yolunu almak için geçen zaman kadar $(O-C)$ değeriinin farkı da artar. B noktasından C noktasına gidilirken “ l ” da artışını sürdürür. Gözlem doğrultusundan en uzak nokta olan C noktasında olan yıldız C noktasını geçtikten sonra tekrar gözlem doğrultusuna yaklaşmaya yani D noktasına doğru gelirken aynı zamanda $(O-C)$ farkı azalmaya başlar

ve A noktasına gelene kadar da bu azalma devam etmektedir. Başlangıç noktası olan A noktasına geldiğinde ise (O-C) farkı tekrar sıfır değerinde olacaktır. (O-C) diyagramı elde edildiğinde üçlü sistemin kütle merkezi çevresindeki yörünge çembersel olduğunda bozulmamış bir sinüs eğrisi şeklinde olacaktır.

Çift sistemin bileşenlerinin birbirleri etrafında dönme dönemi P , ortak kütle merkezindeki hızı V (km/s) olarak kabul ile herhangi bir t zamanında sıcak olan bileşen yıldızın ona göre daha soğuk yoldaşı tarafından örtüldüğü gözlemlenir. Bu tutulmadan sonra ki tutulmanın gözleninceye kadar örten çift yıldızın konumuna bağlı bir şekilde $V \times P \times 86400$ km kadar gözlemciden yakınlaşmış ya da uzaklaşmış olacaktır. Gözlemcinin ikinci tutulmayı görme zamanı ışık hızının 300000 km/s alındığında denklem (2.2)'de ifade edildiği gibi Δt kadar erken veya geç gözlenecektir.

$$\Delta t = \frac{V \times P \times 86400}{300000} \text{ saniye} \quad (2.2)$$

Çift sistem üçüncü cisim ile birlikte ortak kütle merkezi çevresinde dolanıyorsa, üçüncü cisim (O-C) eğrisinin dönemini, genliğini, şeklini, üçlü sistemin yörünge dönemine, yarı-büyük eksen uzunluğu ve basıklığına bağlı bir şekilde değişmesine neden olacaktır. Üçlü sistem yörüngesi çember olduğunda (O-C) eğrisi dönemi değişmeden basit sinüs eğrisi şeklini alacaktır (Şekil 2.4.). Eğer üçlü sistemin yörüngesi basık ve yörünge düzlemi eğik veya yörünge ya basık ya da yörünge düzlemi eğik olduğunda (O-C) eğrisinin dönemi değişmeyecek fakat yörünge basıklığı ve yörünge eğikliğine bağlı şekilde bozulmaya uğramış bir sinüs eğrisi şeklinde olacaktır.



Şekil 2.4. Üçüncü cisim etkisi gösteren bir sistemin (O-C) diyagramı

Çift yıldız sistemlerinde üçüncü cismin varlığı nedeniyle oluşacak zaman gecikmesi (τ)'nun (O-C) eğrisinde oluşturduğu sinüsel değişim Irwin (1959) tarafından,

$$\tau = \frac{a_{12} \sin i_3}{c} \left\{ \frac{1-e_3^2}{1+e_3 \cos v_3} \sin(\omega_3 + v_3) \right\} \quad (2.3)$$

bağıntısıyla ifade edilmiştir. Bu bağıntıda; a_{12} çiftin ortak kütle merkezi çevresindeki yörüngesinin yarı-büyük eksen uzunluğunu, i_3 üçlü sistemin yörünge düzlemi, $a_{12} \sin i_3$ üçüncü cismin çifte olan izdüşümünün uzaklığı, c ışık hızı, v_3 gerçek ayrıklık, ω_3 üçlü sistemin yörüngesinde enberi noktasının boylamı şeklindedir.

Üçüncü cismin kütle fonksiyonunu $f(m_3)$ ise denklem (2.4) deki gibi ifade edilir.

$$f(M_3) = \frac{(a_{12} \sin i_3)^3}{P_3^2} = \frac{(M_3 \sin i_3)^3}{(M_1 + M_2 + M_3)^2} \quad (2.4)$$

Burada M_1 ve M_2 Güneş kütlesi biriminde çiftin bileşenlerinin kütleleri, M_3 ise üçüncü cismin kütlesi, P_3 yıl biriminde üçüncü bileşenin yörünge dönemi ve $a_{12} \sin i_3$ astronomik birimi cinsinden ikili sistemin üçüncü bileşenle oluşturduğu yörüngenin yarı büyük eksen uzunluğudur.

Üçüncü cismin, üçlü sistemin ortak kütle merkezi çevresinde oluşturduğu yörüngenin yarı-büyük eksen uzunluğu,

$$a_3 = \frac{a_{12}(M_1 + M_2)}{M_3} \quad (2.5)$$

ifadesiyle hesaplanır.

BÖLÜM 3

ÜÇÜNCÜ CİSİM İÇEREN W UMa SİSTEMLERİ

3.1. Seçilen Bazı Yıldızların Dönem Değişimi İncelenmesi

Tez kapsamında literatürde çoklu sistem olduğu bildirilen OO Aql, CK Boo, TZ Boo, BI CVn, AM Leo, XY Leo, V839 Oph, ER Ori ve FZ Ori, örten çift sistemlerinin dönem değişimleri ayrıntılı olarak yeniden incelenmiştir. Bu sistemler belirlenirken uzun süreli, düzenli minimum gözlemlerinin olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen yıldızların genel özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmekte olup, sistemlerin diğer parametreleri ile ilgili bilgiler ektteki katalogta görülebilir.

Seçilen sistemlerin dönem değişimlerinin incelenmesinde kullanılan minimum zamanları (O-C) gateway veri tabanından (Paschke ve Brat, 2006) alınmıştır. Ayrıca bu literatürdeki diğer minimum zamanları bunlara eklenmiştir. Toplanan minimum zamanlarına ilişkin özet bilgiler Çizelge 3.2.'de görülmektedir. Dönem analizlerini yapmak için Zasche (2009) tarafından yazılan örten çift yıldızlarda dönem değişimlerini hesaplayan bilgisayar programı kullanılmıştır. Bu program üçüncü cisim etkisinin çözümünde Irvin (1959)'nin verdiği formülü kullanır. Çözümlerde görsel, fotografik ve fotoelektrik/CCD minimum zamanları için ağırlıklar sırasıyla 1, 5 ve 10 olarak alınmıştır. Seçilen sistemlerin dönem analizleri sırasıyla aşağıda verilmiştir. Burada oluşturulan (O-C) diyagramlarında içi dolu semboller birinci minimumları, içi boş sembolleri ikinci minimumları temsil etmektedir. Semboller büyüklüklerine göre büyükten küçüğe doğru fotoelektrik/CCD, fotografik ve görsel minimumları göstermektedir.

Çizelge 3.1. Seçilen sistemlerin genel özellikleri

Sistem	Dönemi [gün]	Tayf Türü	Parlaklık [kadir]	M_1 [$M_\odot$]	M_2 [$M_\odot$]
OO Aql	0.5067919	G5V	9.49	1.05	0.89
CK Boo	0.3551532	F7/8V	9.02	1.42	0.15
TZ Boo	0.2971595	G2V	10.41	0.99	0.21
BI CVn	0.3842106	F9V	10.31	0.66	1.61
AM Leo	0.3657977	F8Vn	9.33	0.54	1.23
XY Leo	0.2841027	K0V	9.68	0.82	0.50
V839 Oph	0.4089989	F8V	9.03	1.57	0.46
ER Ori	0.4233994	G1V	9.46	1.53	0.98
FZ Ori	0.3999844	G0	10.53	1.17	1.0

Çizelge 3.2. Tüm minimum zamanlarına ait genel bilgiler

Sistem	Veri aralığı (yıllar)	Görsel		Fotografik		Fotoelektrik		Toplam
		I.min	II.min	I.min	II.min	I.min	II.min	
OO Aql	1930 – 2011	731	-	44	-	137	673	1585
CK Boo	1975 – 2011	-	-	-	-	70	44	114
TZ Boo	1930 – 2011	20	18	-	-	206	203	447
BI CVn	1950 – 2011	23	24	4	8	57	37	153
AM Leo	1960 – 2011	117	80	1	2	95	72	367
XY Leo	1950 – 2011	77	51	8	7	153	140	436
V839 Oph	1960 – 2011	123	80	1	-	80	77	361
ER Ori	1940 – 2011	207	184	6	6	58	70	531
FZ Ori	1940 – 2011	47	41	10	2	63	47	210

3.2. Uygulama Sonuçları

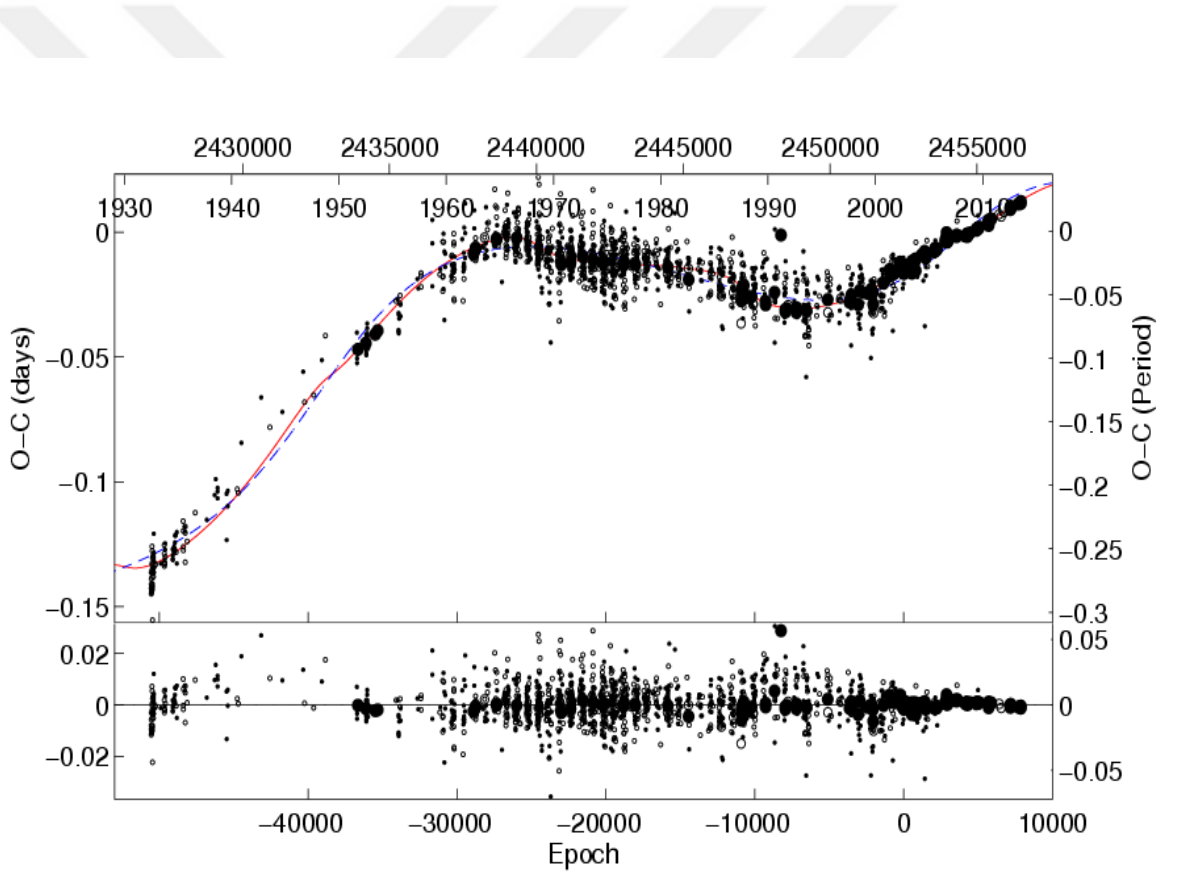
3.2.1. OO Aql

OO Aql (HD 187183, BD+08°4224, SAO 125084, GSC 01058-00507, TYC 1058-507-1) sistemi Hoffleit (1932) tarafından keşfedilen W UMa türü örten bir çift yıldız sistemidir. İlk ışık eğrisi analizi Binnendijk (1968) tarafından yapılmıştır. Demircan ve Güdür (1981) sistemdeki dönem değişiminin nedenini olası bir üçüncü cisimden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Rafert (1982) çalışmasında böyle bir üçüncü cismin döneminin 13 yıl olabileceğini hesaplamıştır. Daha sonra birçok araştırmacı tarafından sistemdeki dönem değişimi çalışılmıştır (Demircan ve Gürol, 1996; Borkovist ve ark., 2005; Zasche, 2005; İçli ve ark., 2013). Bu çalışmalardan sonuncu olan İçli ve ark. (2013) OO Aql'nın dörtlü bir sistem olduğunu belirterek üçüncü cismin yörünge dönemini 52 yıl, kütleini 0.42 $M_{\odot}$ olarak dördüncü cismin yörünge dönemi 20 yıl ve kütleini ise 0.19 $M_{\odot}$ olarak hesaplamışlardır.

OO Aql sisteminin dönem analizini yapmak için 1585 adet minimum zamanı toplanmıştır. Sistemin (O-C) artıklarının elde edilebilmesinde kullanılan doğrusal ışık elemanları:

$$Min I = HJD 2440127.57232 + 0.4233994673 \times E \quad (3.1)$$

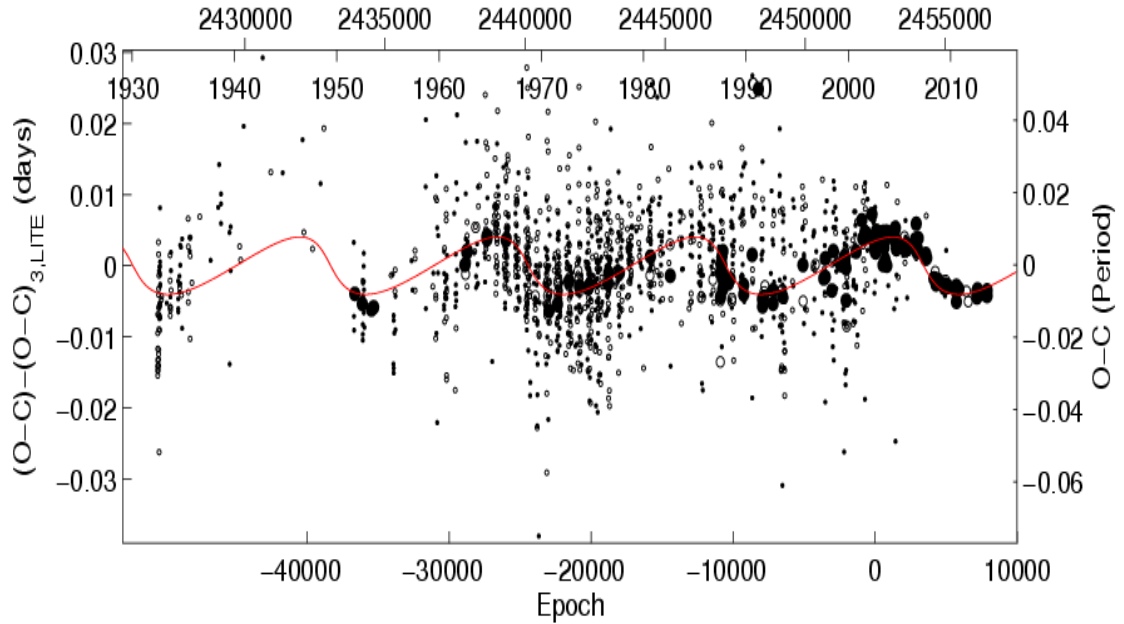
Kuramsal (O-C) eğrisinin gözlemlerle uyumu Şekil 3.1.'in üst panelinde, bu iki eğri arasında ki artıklar ise alt panelde gösterilmiştir. (O-C) diyagramı Şekil 3.1.'de gösterildiği gibidir. Görüldüğü üzere sistem için oluşturulan (O-C) eğrisinde kolları aşağıya doğru olan bir parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir. Parabolün kollarının aşağıya doğru olması yörünge dönemindeki azalışın bir göstergesi olup, sistemde kütle kaybı veya bileşen yıldızlar arasındaki kütle aktarımının varlığından kaynaklanmaktadır. Parabolün kollarının aşağıya doğru olması bileşenler arasında kütle aktarımı/kütle kaybının kütlece büyük bileşenden, kütlece daha küçük bileşene doğru olduğunun bir göstergesidir. Parabolden kalan farkların çevrimsel bir yapıya sahip olması çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cismin varlığından (ışık-zaman etkisi) ileri gelmektedir.



Şekil 3.1. OO Aql sisteminin (O-C) eğrisi

Sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü cismin varlığından kaynaklı dönem değişimi 59.71 yıl, üçüncü cismin kütlesi $0.57 M_{\odot}$ olarak, dönem değişim genliği ise 0.0261 gün şeklinde hesaplanmıştır.

Çevrimli yapının artıklarına bakıldığında yine bir çevrimli yapı göze çarpmaktadır. Sisteme dahil olabilecek dördüncü bir cismin varlığından kaynaklı olabileceği belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Bu yapı genliği 0.0040 gün ve dönemi 19.31 yıl olan bir çevrimli yapıya sahiptir. Üçlü sisteme ilave olan dördüncü cismin kütlesi ise $0.22 M_{\odot}$ şeklinde hesaplanmıştır. En sonda Çizelge 3.3.'de çözümlerden elde edilen sisteme ait parametreler verilmiştir.



Şekil 3.2. OO Aql sistemi için parabol + sinüs fitinin artıklar

Çizelge 3.3.'de sistemde varolabilecek üçüncü ve dördüncü cisimler için hesaplanan parametreleri sırasıyla tanımlayacak olursak;

$T_0(\text{HJD})$: Başlangıç minimum zamanı,

$P_{12}(\text{gün})$: Çiftin yörünge dönemi,

$e_{3,4}$: Yörünge dış merkezliği,

$\omega_{3,4}(^{\circ})$: Enberi noktasının boylamı,

$T_{3,4}(\text{HJD})$: Enberi noktasından geçiş anı,

$P_{3,4}(\text{yıl})$: Yörünge dönemi,

$A_{3,4}(\text{gün})$: Dönem değişim genliği,

$f_{(3,4)}(M_{\odot})$: İlave bileşenlerin kütle fonksiyonu,

$M_{3,4}(M_{\odot})$: İlave bileşenlerin kütleleri,

$Q(\times 10^{-10})(\text{gün})$: Kütle transferinden kaynaklanan dönem değişimini temsil eden katsayı şeklinde verilmektedir.

Çizelge 3.3. OO Aql sisteminin (O-C) analizi sonucunda elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
T_o (HJD)	2452500.2762 ± 0.0016
P_{12} (gün)	$0.50678967 \pm 0.00000007$
e_3	0.29 ± 0.27
$\omega_3(^{\circ})$	0 ± 3
T_3 (HJD)	2432703.705 ± 269.687
P_3 (yıl)	59.71 ± 0.44
A_3 (gün)	0.0261 ± 0.0002
$f(m_3)(M_{\odot})$	0.0296
$m_3 (i=90^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.57
$m_3 (i=60^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.67
$m_3 (i=30^{\circ})_{(M_{\odot})}$	1.37
$Q (dP/dE) \times 10^{-10}$ (gün)	-0.4115
e_4	0.527 ± 0.115
$\omega_4(^{\circ})$	173.84 ± 9.36
T_4	2454163.260 ± 225.874
P_4 (yıl)	19.31 ± 0.25
A_4	0.0040 ± 0.0002
$f(m_4)(M_{\odot})$	0.0014
$m_4 (i=90^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.22
$m_4 (i=60^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.26
$m_4 (i=30^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.56

3.2.2. CK Boo

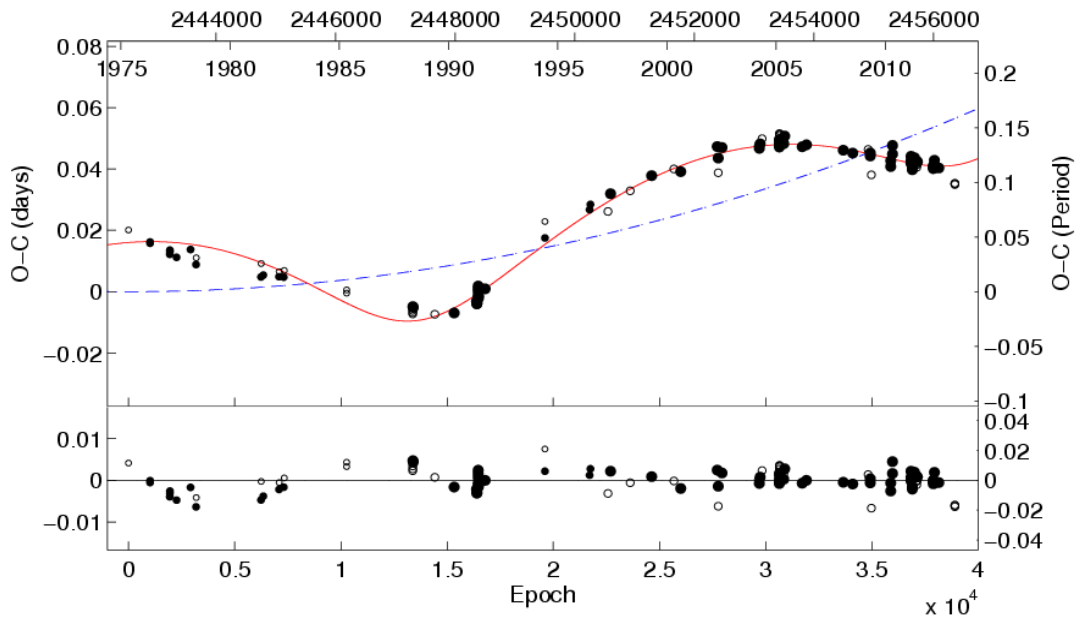
CK Boo (HD 128141, BD+09°2916, HIP 71319, SAO 120544, GSC 00910-00580) Bond (1975) tarafından değişen olduğu keşfedilen W UMa türü örten bir çift yıldız sistemidir. Aslan (1978) sistemin yörünge dönemini 0.3551501 gün olarak hesaplamıştır. Rucinski ve Lu (1999) sistemi A türünden bir W UMa olarak belirtmiş, tayf türünü F7/F8, yörünge dönemini ise 0.355 gün olarak vermiştir. Fotometrik çalışmaları birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır (Aslan ve Derman, 1986; Demircan, 1987; Krzesiński ve ark., 1991; Kalcı ve Derman, 2005; Gazeas ve ark., 2006; Jia ve ark., 1992) sistemin döneminin sürekli arttığını belirtmiştir. Qian ve Liu (2000) yörünge dönemi değişimi ile ışık eğrisi değişimi arasında bir bağlantı olabileceğini ifade etmiştir. Kalcı ve Derman (2005) sistemde üçüncü cisim olamayacağını, yörünge dönemi değişiminin manyetik

aktiviteye bağılı olduğunu belirtmiştir. Pribulla ve Rucinski (2006) yörünge dönemi 21.3 yıl olan sisteme ilave daha sönük bir bileşenden bahsetmiştir. Yüce ve ark. (2006) sistemin ışık eğrisi analizinde sisteme bağılı üçüncü cismin kütleini 0.48 $M_{\odot}$, yörünge dış merkezliğini 0.55, yörünge dönemini ise 17.41 yıl olarak bulmuştur. Rucinski ve ark. (2007) yaptıkları çalışmalarda üçüncü cismin, üçüncü cismin yörünge döneminin 54 yıl ve kütleinin de 0.45 $M_{\odot}$ olabileceğini belirtmiştir. Pop ve Vamoş (2012) sistemin (O-C) eğrisinde iki sinüsel değışim belirlemiştir. Bunların sisteme bağılı iki ilave bileşenden kaynaklanması durumunda kütlelerin 0.492 ve 0.272 $M_{\odot}$ olması gerektiğini bulmuştur.

CK Boo sistemi için 114 adet minimum zamanı toplanmıştır. Sistemin (O-C) eğrisinin elde edilebilmesi için verilen doğrusal ışık elemanları kullanılmıştır.

$$Min I = HJD 2442537.58812 + 0.3551531521 \times E \quad (3.2)$$

Sistemin (O-C) diyagramı Şekil 3.3.'de verilmektedir. Görüldüğü üzere CK Boo için oluşturulan (O-C) eğrisinde kolları yukarıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir. CK Boo sisteminin (O-C) eğrisinde genliği 0.0016 gün, dönemi 25.6 yıl olan bir sinüsel yapı belirlenmiştir. Bunun nedeni ise sisteme bağılı bir üçüncü cisim kabul edilmiştir. Buna göre ilave üçüncü cismin kütlesi ise 0.53 $M_{\odot}$ şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. CK Boo sisteminin (O-C) diyagramı

Çizelge 3.4.'da üçlü sisteme ait hesaplanan parametre değerleri verilmiştir. Çözümün artıklarından elde edilen eğride düzenli bir değişim belirlenememiştir.

Çizelge 3.4. Çalışılan CK Boo sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
T_o (HJD)	2452537.59045 ± 0.0049
P_{34} (gün)	$0.35515269 \pm 0.00000020$
$a'_{12} \sin i' (AB)$	2.82 ± 0.11
e_3	0.27 ± 0.07
$\omega_3(^{\circ})$	259.25 ± 15.05
T_3 (HJD)	2447200 ± 391
P_3 (yıl)	25.6 ± 0.8
A_3 (gün)	0.0016 ± 0.0006
$f(m_3)(M_{\odot})$	0.034
$m_3 (i=90^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.53
$m_3 (i=60^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.63
$m_3 (i=30^{\circ})_{(M_{\odot})}$	1.31
$Q (dP/dE) \times 10^{-10}$ (gün)	0.373

3.2.3. TZ Boo

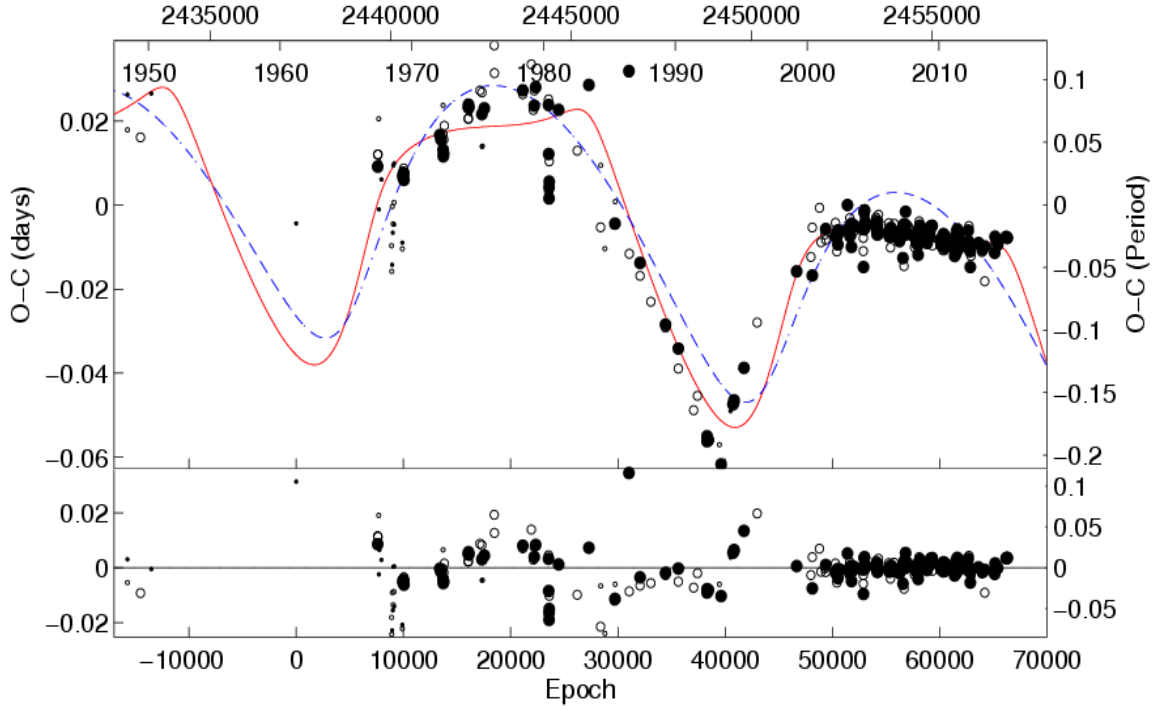
TZ Boo (BD + 40°2857, HIP 74061, GSC 3045-00893) sisteminin W UMa tür örten çift olduğu Guthnick ve Prager (1927) tarafından belirlenmiştir. Işık eğrisinde görülen büyük değişimler türünün A ve W arasında değiştiğini göstermektedir (Hoffmann 1978). Sistemin ilk fotoelektrik gözlemlerini gerçekleştiren Binnendijk (1969a) dönemini 0.29716070 gün bulmuştur. Kreiner ve ark. (2001) ana bileşenin tayf türünü G2V olarak vermiştir. Çok sayıda araştırmacı TZ Boo' in minimum zamanlarını gözlemiştir (Guthnick ve Prager, 1927; Dueball ve Lehmann, 1965; Binnendijk, 1969a; Pohl ve Gulmen, 1981; Pohl ve ark., 1985; Hoffmann, 1980a). Awadalla (1989) sistemin ışık eğrisinde minimum derinlikleri değişiminin çevrimsel olduğunu göstermiştir. Sürekli dönem değiştiren ışık eğrisinin Wolfschmidt ve ark. (1979) U şeklinde, Hoffmann (1980b) ani bir dönem değişimi göstererek V şeklinde olduğunu söylemiştir. Birçok yazar Hoffmann'ın bulduğu sonuçları desteklemiştir ve dönem değişimlerinin düzensizliğinden bahsetmiştir. Lipari ve Sistero (1987) ise 1927 ve 1982 arasında ki 39 minimum zamanı ile oluşturdıkları (O-C) eğrisinde genliği 0.02 gün, dönemi yaklaşık 30 yıl olan sinüs biçiminde değişim belirlemişlerdir. Pribulla ve Rucinski (2006) sistemde ışık zaman etkisini dikkate alarak

üçüncü cismin yörünge dışmerkezliğini yaklaşık 0.58 ve dönemini ise 34 yıl olarak belirlemişlerdir. Pribulla ve ark. (2009a) tarafından yapılan tayf çalışmasında TZ Boo'nin dördlü bir sistem olabileceğinden bahsetmiştir. Son olarak Christopoulou ve ark. (2011) çalışmalarında üçüncü cismin kütleini 0.99 $M_{\odot}$ ve yörünge dönemini 31.18 yıl olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada TZ Boo sisteminin yörünge dönemi analizi için 447 adet minimum zamanı toplanmıştır. Sistemin (O-C) eğrisinin elde edilebilmesi için doğrusal ışık elemanları şu şekildedir:

$$Min I = HJD\ 2452500.1608 + 0.29715993 \times E \quad (3.3)$$

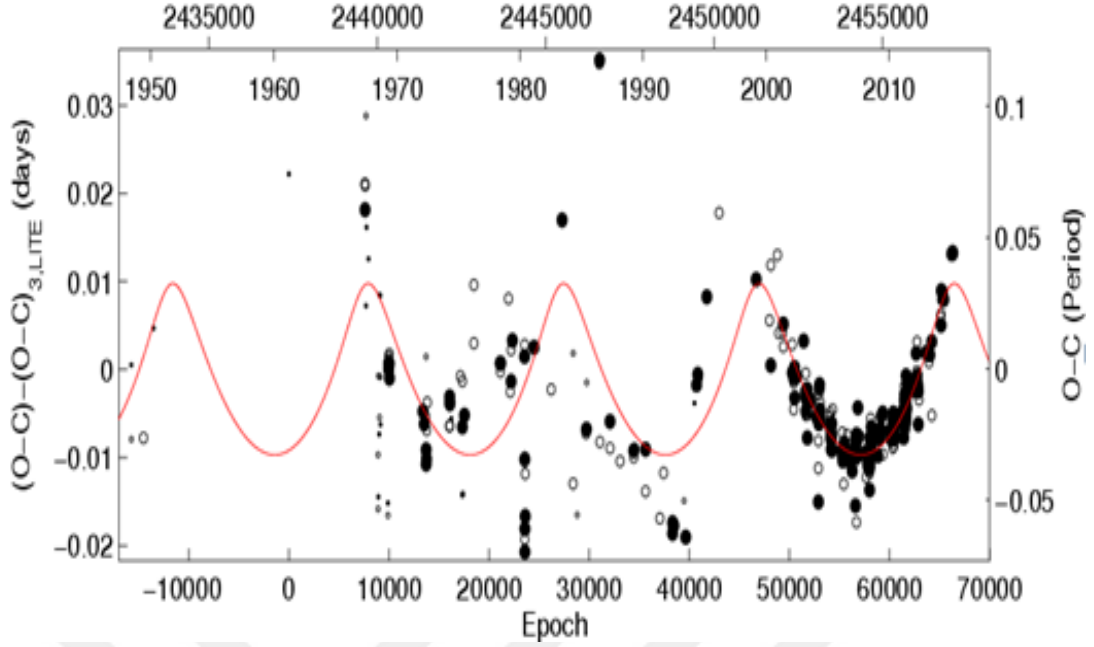
TZ Boo sisteminin (O-C) diyagramı Şekil 3.4.'de gösterildiği gibidir. (O-C) eğrisinde kolları aşağıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir. Parabolün kollarının aşağıya doğru olması yörünge dönemindeki azalışı temsil etmektedir. Sistemde bileşenler arasındaki kütle aktarımı/kütle kaybından kaynaklanmaktadır. Parabolden kalan farklar ise ışık zaman etkisinden ileri gelmektedir. Yapılan analizlerde sinüsel değişimden kalan farklarında dönemli bir değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3.5.). Bunun nedeninin sisteme bağlı dördüncü bir cisimden kaynaklandığı kabul edilerek çözümler yapılmıştır.



Şekil 3.4. TZ Boo sisteminin (O-C) diyagramı

Çözümlere göre TZ Boo sisteminin (O-C) eğrisindeki çevrimli yapının nedeni çift sisteme çekimsel olarak bağlı olan üçüncü bir cisimdir. Çevrimli yapının genliği 0.0315 gün ve dönemi ise 31.609 yıl olarak hesaplanmıştır. Üçüncü cismin kütlesi ise $0.79 M_{\odot}$ şeklinde elde edilmiştir.

Çevrimli yapının artıklarına bakıldığında yine bir çevrimli yapı görülmektedir. Bu çevrimli yapının nedeni olarak sisteme dahil olabilecek dördüncü bir cismin varlığından kaynaklanabileceği belirlenmiştir (Şekil 3.5.). Bu çevrimli yapı 15.87 yıllık bir döneme sahiptir. Dönem değişiminin genliği ise 0.0097 gündür. Üçlü sisteme ilave olan dördüncü cismin kütlesi ise $0.43 M_{\odot}$ şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. TZ Boo sistemi için parabol + sinüs fitinin artıklar

Sistem için oluşturulan (O-C) diyagramlarının analizlerinden elde edilen sistemde var olabilecek üçüncü ve dördüncü cisimlere ait tüm parametre değerleri Çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Çalışılan TZ Boo sisteminin (O-C) analizi sonucunda elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
T_o (HJD)	2437378.4186 ± 0.0017
P_{34} (gün)	$0.29716088 \pm 0.00000004$
e_3	0.417 ± 0.132
$\omega_3(^{\circ})$	308.90 ± 18.80
T_3 (HJD)	2450428.571 ± 563.048
P_3 (yıl)	31.609 ± 0.001
A_3 (gün)	0.0315 ± 0.0012
$f(m_3)(M_{\odot})$	0.1804 ± 0.0002
$m_3 (i=90^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.79
$m_3 (i=60^{\circ})_{(M_{\odot})}$	0.99
$m_3 (i=30^{\circ})_{(M_{\odot})}$	2.59
$Q (dP/dE) \times 10^{-10}(\text{gün})$	-0.0883

Çizelge 3.5.'nin devamı

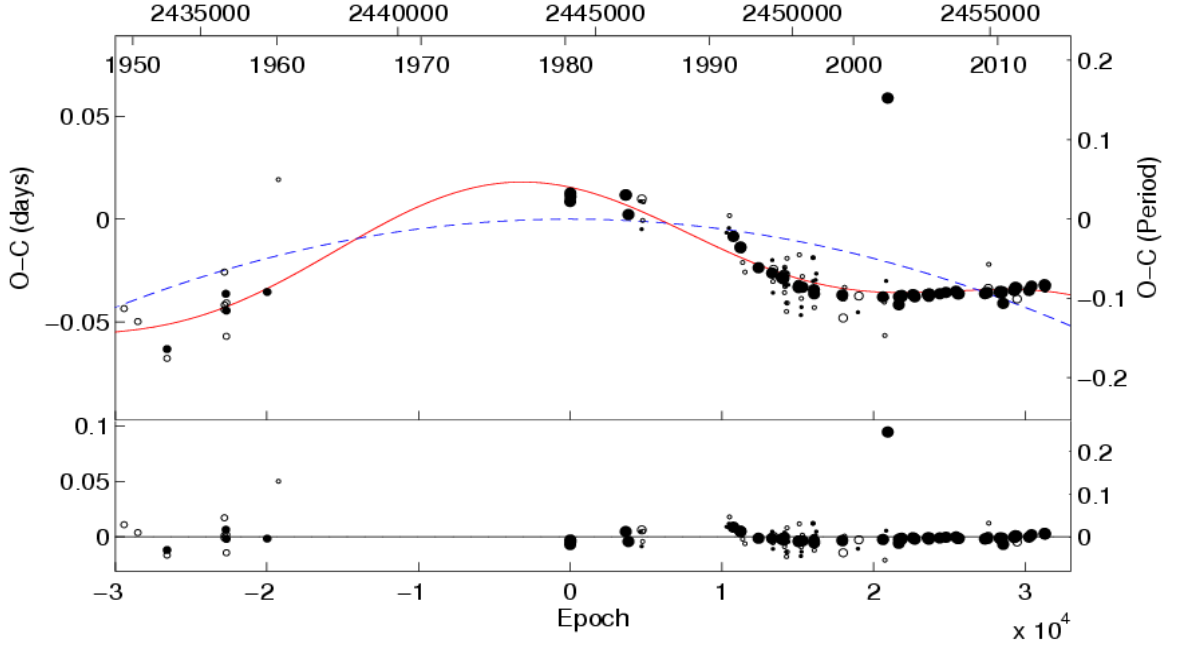
Parametre	Değer
e_4	0.430 ± 0.139
$\omega_4(^{\circ})$	80.03 ± 22.54
T_4	2439649.451 ± 284.057
$P_4(\text{yıl})$	15.87 ± 0.14
A_4	0.0097 ± 0.0013
$f(m_4)(M_{\odot})$	0.01914 ± 0.00004
$m_4(i=90^{\circ})(M_{\odot})$	0.43
$m_4(i=60^{\circ})(M_{\odot})$	0.55
$m_4(i=30^{\circ})(M_{\odot})$	1.57

3.2.4. BI CVn

BI CVn (BD+37°2356, HIP 63701, GSC 02534-01628) sistemi Kippenhahn (1955) tarafından keşfedilmiştir ve Filatov (1960) sistemin W UMa türünde olduğunu belirtti. Zhukov (1982) sistemin ilk fotoelektrik ışık eğrisini ve doğrusal ışık elemanlarını elde etmiştir. Daha sonraları sistemin fotoelektrik ışık eğrilerini birçok araştırmacı vermiştir: Liu ve Tan, 1984; Demircan, 1987; Vanderbroere, 1998). Liu ve Tan (1988) sistemin UBV filtrelerinde ışık eğrisini WD yöntemini kullanarak analizi etti ve kütle oranını 0.865 olarak hesapladı. Lu (1988) tayfsal kütle oranını 0.41 olarak vermiştir. Maceroni ve van't Veer (1996) sistemin mutlak parametrelerini belirledi. Qian ve ark. (2008) sistemin fotometrik ışık eğrisini verdi ve çevrimli yapının dönemini 27.0 yıl, genliğini 0.0151 gün, ve sisteme ilave olan üçüncü cismin kütle oranını 0.58 $M_{\odot}$ şeklinde hesapladı. Nelson ve ark. (2014) sistemin ışık eğrisini ve radyal hız eğrilerini birlikte analiz ederek mutlak parametrelerini belirlediler.

$$\text{Min } I = HJD \ 2444365.24105 + 0.3842096854 \times E \quad (3.4.)$$

Sistem için oluşturulan (O-C) diyagramı Şekil 3.6.'de gösterildiği gibidir. (O-C) eğrisinde kolları aşağıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir. Parabolden kalan farkların çevrimsel bir yapıya sahip olması çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cismin varlığından (ışık-zaman etkisi) ileri gelmektedir.



Şekil 3.6. BI CVn sisteminin (O-C) diyagramı

BI CVn sisteminin (O-C) eğrisinde 43.06 yıl dönemli sinüsel değişimin nedeni çift sisteme çekimsel olarak bağlı olan üçüncü cismin kütlesi $0.49 M_{\odot}$ 'dir. Değişimin genliği ise 0.01863 gündür. Çizelge 3.6.'de sisteme ait elde edilen parametre değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.6. Çalışılan BI CVn sisteminin (O-C) edilen analizi sonucu elde parametreleri

Parametre	Değer
T_0 (HJD)	2444365.2410 ± 0.0114
P_{12} (gün)	$0.384209685 \pm 0.0000000003$
$a'_{12} \sin i' (AB)$	3.22
e_3	0
$\omega_3 (^\circ)$	4.67
T_3 (HJD)	245489
P_3 (yıl)	43.06 ± 6.46
A_3 (gün)	0.01863
$f(m_3) (M_{\odot})$	0.01811
$m_3 (i=90^\circ) (M_{\odot})$	0.49
$m_3 (i=60^\circ) (M_{\odot})$	0.58
$m_3 (i=30^\circ) (M_{\odot})$	1.15
$Q (dP/dE) \times 10^{-10} (\text{gün})$	-0.4763

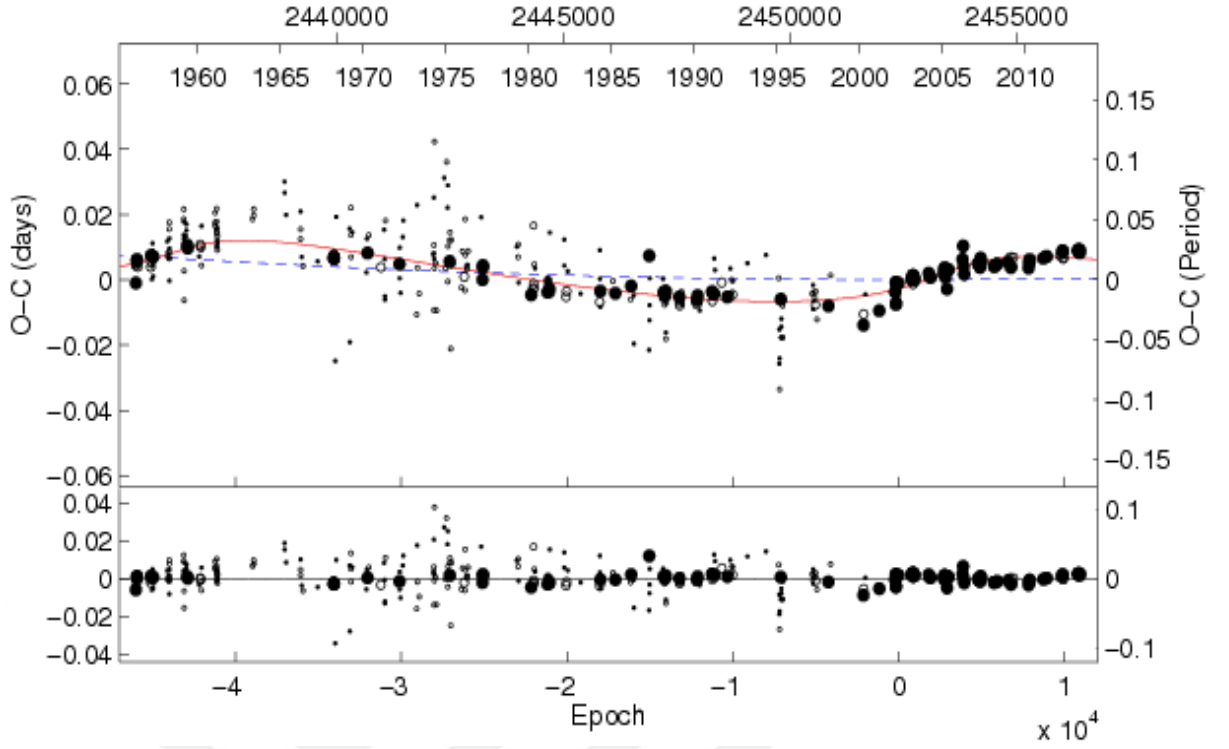
3.2.5. AM Leo

AM Leo (BD+10°2234, HIP 53937, SAO 99413, GSC 00847-01131) ADS 8024 çiftinin parlak bileşenidir. Sistemin değişen yıldız olduğu ilk olarak Hoffmeister (1935) tarafından keşfedilmiştir. Worley ve Eggen (1956) fotoelektrik gözlem çalışmalarında yörünge dönemi 0.3658 gün olan W UMa türü değişen bir çift yıldız olduğunu belirtmiştir. GCVS da sistemin tayf türü F8V dönemi ise 0.36579740 gün olarak verilmiştir. Sistemin fotometrik gözlemlerinin analizleri birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır (Abrami, 1959; Bookmyer, 1961; Binnendijk, 1969b; Hutchings ve Hill, 1973; Mauder, 1975; Mochnacki, 1981; Hoffmann ve Hopp, 1982; Jabbar ve Kopal, 1983; Binnendijk, 1984; Demircan ve ark., 1992; Hiller ve ark., 2004). Hill ve ark. (1975) sistemin tayf türünü F8V olarak vermiştir. AM Leo çift sisteminin dönem değişimi gösterdiği ilk olarak Bookmyer (1961) ifade etmiştir Binnendijk (1969b) sistemin döneminin 1960 yılında bir azalma gösterdiğini ileri sürmüştür. Hoffmann ve Hopp (1982) sistemin ilk kez (O-C) eğrisini analiz etmiştir. Demircan ve Derman (1992) çalışmalarında (O-C) eğrisini ayrıntılı olarak incelemiş ve dönem değişimine neden olabilecek olası bir üçüncü cismin yörünge dönemini yaklaşık 33 yıl, kütlelerini ise yaklaşık olarak $0.1 M_{\odot}$, genliğini 0.008 gün olarak belirlemiştir. Daha sonra Albayrak ve ark. (2005) çalışmalarında üçüncü cisme ait yörünge dönemini 0.45 yıl ve kütlelerinin $0.18 M_{\odot}$ değerinde olduğunu belirtmiştir.

AM Leo sisteminin yörünge dönemi çalışması için 367 adet minimum zamanı toplanmıştır. (O-C) eğrisinin elde edilebilmesi için kullanılan doğrusal ışık elemanları aşağıdaki gibidir:

$$Min I = HJD 2452397.35565 + 0.357977454 \times E \quad (3.5)$$

Oluşturulan (O-C) eğrisinde kolları yukarıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir (Şekil 3.7.). Parabolden kalan farkların çevrimsel bir yapıya sahiptir. Bunun nedeni ise çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cisim olabileceği düşünülmektedir. AM Leo sisteminin (O-C) diyagramında 46.48 yıl dönemli çevrimsel bir yapı gösterdiği belirlenmiştir. Değişim genliği 0.0068 gün ve sisteme ilave olası cismin kütlesi $0.177 M_{\odot}$ bulunmuştur. Çizelge 3.7.'de sisteme ait elde edilen parametre değerleri verilmiştir.



Şekil 3.7. AM Leo sisteminin (O-C) diyagramı

Çizelge 3.7. Çalışılan AM Leo sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
T_0 (HJD)	2452397.3567 ± 0.0015
P_{12} (gün)	$0.365797612 \pm 0.000000038$
$a'_{12} \sin i' (AB)$	1.376 ± 0.662
e_3	0.54 ± 0.25
$\omega_3 (^\circ)$	22 ± 31
T_3 (HJD)	2436637 ± 1381
P_3 (yıl)	46.48 ± 4.84
A_3 (gün)	0.0068 ± 0.0033
$f(m_3)(M_\odot)$	0.0012
$m_3 (i=90^\circ)_{(M_\odot)}$	0.177
$m_3 (i=60^\circ)_{(M_\odot)}$	0.20
$m_3 (i=30^\circ)_{(M_\odot)}$	0.37
$Q (dP/dE) \times 10^{-10} (\text{gün})$	0.0343

3.2.6. XY Leo

XY Leo (BD+18°2307, HIP 49136, GSC 01412-00680, TYC 1412-680-1) çift sistemi Hoffmeister (1934) tarafından keşfedilmiş, W tipi W UMa örten çift yıldız

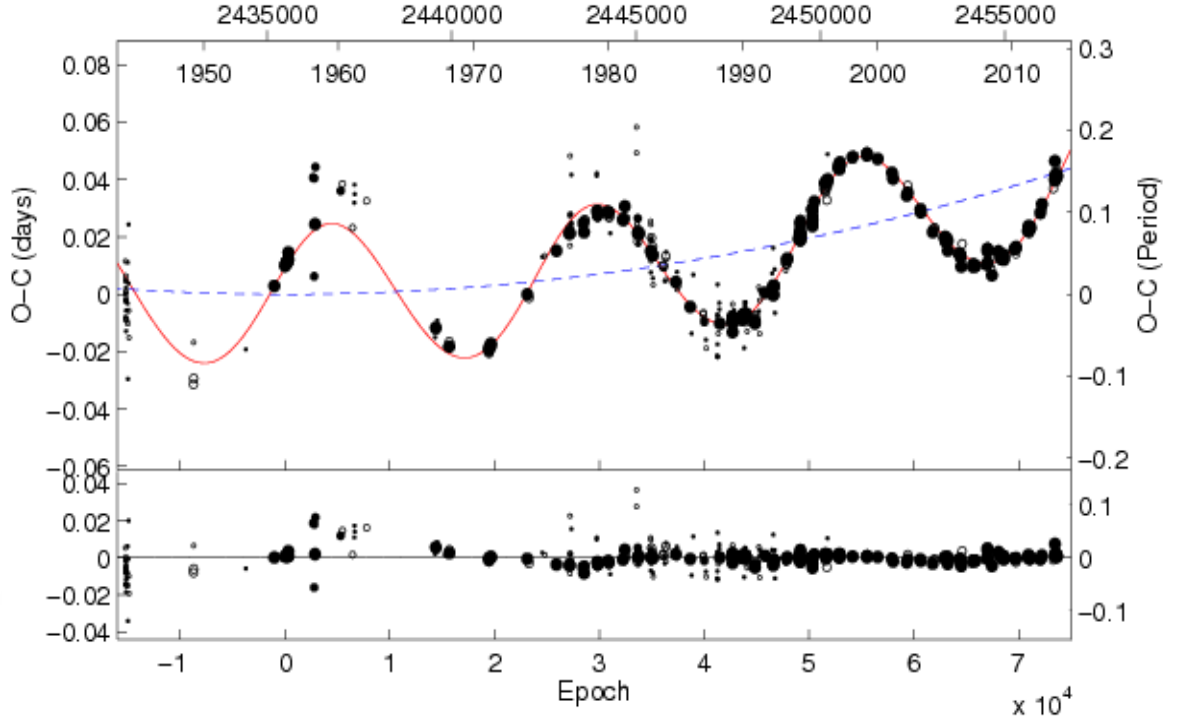
sistemidir. Sistemin GCVS da tayf türü K0V+K0 ve dönemi 0.2840969 gün olarak verilmiştir. 1956 yılında elde edilen ilk fotometrik ışık eğrisi Koch (1960) tarafından yayınlanmıştır. Sistemin ilk radyal hız eğrisi Struve ve Zebergs (1959) tarafından elde edilmiştir. Gehlich ve ark. (1972) sistemin dönem analizini yaparak sisteme bağlı üçüncü bir cismin varlığını belirlemiş ve minimum kütle değerini $0.92 M_{\odot}$ olarak hesaplamıştır. Fakat üçüncü cisim ile ilgili yeterli tayfsal kanıt olmadığından bu cismin beyaz cüce olabileceği düşünülmüştür. XY Leo sisteminin fotometrik çalışmaları sonucunda ışık eğrisinin simetrik olmadığı, değişkenlik gösterdiği görülmüş ve bu asimetrinin sebebinin bileşenler üzerinde asimetrik soğuk lekelerin varlığından ileri geldiği öne sürülmüştür (Hilditch, 1981; Kaluzny ve Pojmanski, 1983; Hrivnak, 1985).

Sistemin O-C değişimi çok sayıda araştırmacı tarafından incelenmiştir (Gehlich ve ark., 1972; Kaluzny ve Pojmanski, 1983; Hrivnak, 1985; Pan ve Cao, 1998; Yakut ve ark., 2003). Yakut ve ark. (2003) yaptıkları dönem analizi ile sistemde varsayılan üçüncü cisme ait kütle fonksiyonunu $0.177 M_{\odot}$ olarak vermiştir.

XY Leo sisteminin yörünge dönemi çalışması için 436 adet minimum zamanı toplanmıştır. Sistemin (O-C) eğrisinin elde edilebilmesi için doğrusal ışık elemanları aşağıda verilmektedir:

$$Min I = HJD 2435484.02383 + 0.2841024257 \times E \quad (3.6)$$

Sistemin (O-C) eğrisinde kolları yukarıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir (Şekil 3.8.). Parabolden kalan farkların çevrimsel bir yapıya sahip olması çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cismin varlığıdır. XY Leo sisteminde ki 19.55 yıllık bir döneme sahip sinüsel değişimin nedeni olan çift sisteme çekimsel olarak bağlı olan üçüncü cismin kütlesi ise $1.03 M_{\odot}$ 'dir. Değişimin genliği 0.0244 gündür. Çizelge 3.8.'de sisteme ait elde edilen parametre değerleri verilmiştir.



Şekil 3.8. XY Leo sisteminin (O-C) diyagramı

Çizelge 3.8. Çalışılan XY Leo sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
T_o (HJD)	235484.0238 ± 0.0022
P_{12} (gün)	$0.284410242 \pm 0.000000005$
$a'_{12} \sin i' (AB)$	4.24 ± 0.11
e_3	0.07 ± 0.05
$\omega_3 (^\circ)$	53.43 ± 40.75
T_3 (HJD)	2471777 ± 832
P_3 (yıl)	19.55 ± 0.09
A_3 (gün)	0.0244 ± 0.0006
$f(m_3) (M_\odot)$	0.199864 ± 0.000086
$m_3 (i=90^\circ)_{(M_\odot)}$	1.03
$m_3 (i=60^\circ)_{(M_\odot)}$	1.27
$m_3 (i=30^\circ)_{(M_\odot)}$	3.19
$Q (dP/dE) \times 10^{-10} (\text{gün})$	0.0781

3.2.7. V839 Oph

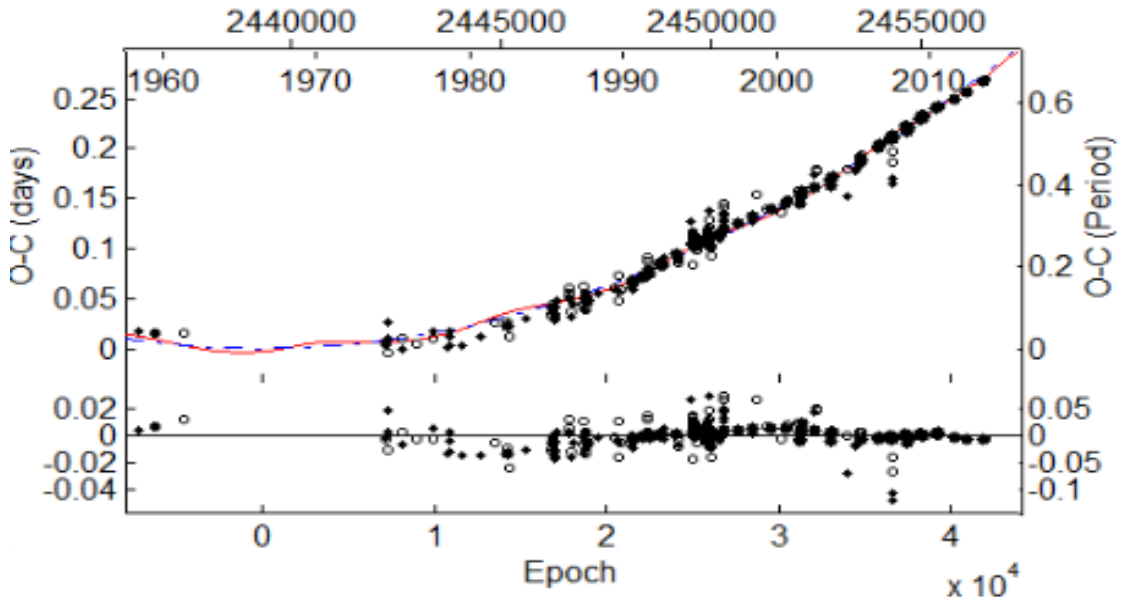
V839 Oph (BD +9°3584, HD 166231, $(m_V)_{\max} = 8^m.8$, $(m_V)_{\min} = 9^m.39$) sisteminin ışık değişimi Rigollet (1947) tarafından keşfedilmiştir W UMa türü örten sistem olduğunu

belirtmiştir. Niarchos (1978) tarafından Kopal'ın tekniğini kullanılarak sistemin ilk fiziksel ve geometrik parametreleri belirlendi. Daha sonraları Sistemin çok sayıda araştırmacı tarafından fotometrik gözlemleri ve analizleri yapılmıştır (Lafta ve Grainger, 1985; Niarchos, 1989; Akalın ve Derman, 1997; Pazhouhish ve Adalati, 2002). Sistemin ilk tayfsal gözlemleri Rucinski ve Lu (1999) da elde edilmiştir. Bu çalışmada sistemin tayf türü F7V olarak belirlenmiştir. Sistemin dönem değişimini inceleyen Akalın ve Derman (1997) dönemi 20 yıl, kütlesi 0.077 M olan çift sisteme uzaklığı yaklaşık 31 AB olan üçüncü bir cismin varlığını belirlemişlerdir. Daha sonra Şenavcı ve ark. (2006) ve Hanna (2010) sistemin dönem değişimini incelemişlerdir. Şenavcı ve ark. (2006) çevrimli dönem değişiminin üçüncü cisim kaynaklı olduğunu kabul ederek yaptıkları analizde üçüncü cismin dönemini 17 yıl ve kütlesini 0.378 M olarak belirledi. Hanna (2010) ise (O-C) eğrisindeki dönemli değişimi manyetik aktiviteden kaynaklandığını belirterek Applegate (1992) mekanizması ile açıklamıştır.

V839 Oph sisteminin yörünge dönemi çalışması için 361 adet minimum zamanı toplanmıştır. Sistemin (O-C) eğrisinin elde edilebilmesi için doğrusal ışık elemanları şu şekildedir:

$$Min I = HJD 2439313.43777 + 0.4089958339 \times E \quad (3.7)$$

Şekil 3.9.'da sistem için oluşturulan (O-C) eğrisinde kolları yukarıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir. Parabolden kalan farkların çevrimsel bir yapıda olması çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cisimden kaynaklandığı bulunmuştur. V839 Oph sistemi için (O-C) eğrisinde 12.28 yıl dönemli bir sinüsel yapı belirlenmiştir. Değişim genliği 0.0041 gün şeklindedir. İlave üçüncü cismin kütlesi ise $0.24 M_{\odot}$ şeklinde hesaplanmıştır. Çizelge 3.9.'de sisteme ait elde edilen parametre değerleri verilmiştir.



Şekil 3.9. V839 Oph sisteminin (O-C) diyagramı

Çizelge 3.9. Çalışılan V839 Oph sisteminin (O-C) analizi sonucu elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
T_o (HJD)	2439313.4377 ± 0.0117
P_{12} (gün)	$0.408995833 \pm 0.0000000043$
$a'_{12} \sin i' (AB)$	0.72 ± 0.17
e_3	0.07 ± 0.05
$\omega_3 (^\circ)$	56.95 ± 135.67
T_3 (HJD)	2453930 ± 1597
P_3 (yıl)	12.28 ± 0.75
A_3 (gün)	0.0041 ± 0.0009
$f(m_3) (M_\odot)$	0.00257
$m_3 (i=90^\circ) (M_\odot)$	0.24
$m_3 (i=60^\circ) (M_\odot)$	0.28
$m_3 (i=30^\circ) (M_\odot)$	0.52
$Q (dP/dE) \times 10^{-10} (\text{gün})$	1.5587

3.2.8. ER Ori

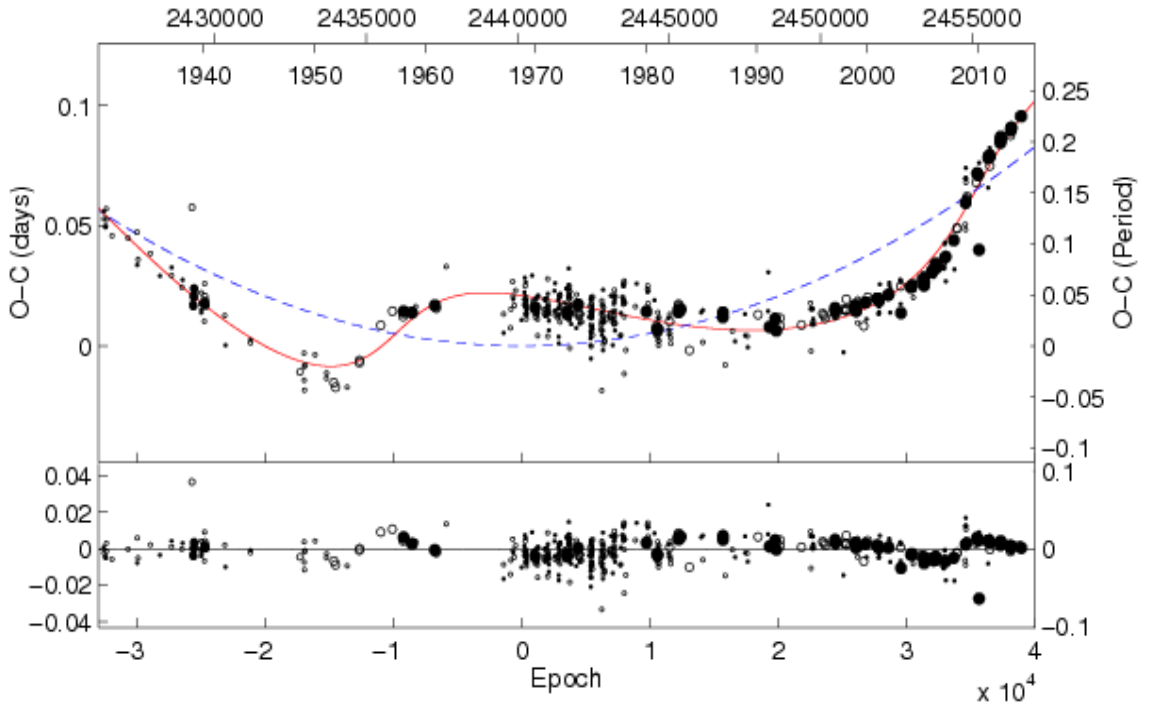
ER Ori (BD-8°1050, TYC 5330-784-1, HIP 24156, SAO 131854, GSC 05330-00784) sistemi Hoffmeister (1929) değişken yıldız olduğunu keşfetmiştir. Florja (1931)

görsel gözlemleri sonucu W UMa türü olduğunu belirlemiştir. Sistemin dönemi yaklaşık 0.4233987 gündür. İlk ışık eğrisi fotografik gözlemlerle Alexander (1940) tarafından yapılmıştır. Daha sonra Huruhata ve ark. (1957) fotometrik gözlemlerini, Struve (1944) tayfsal gözlemlerini yapmıştır. Sisteme ait ilk dönem çalışmasını Kwee (1958) tarafından gerçekleştirilmiş ve dönemin 1952 yılına kadar sabitken bu tarihten sonra yörünge döneminin 0.4233955 günden 0.42340620 güne kadar keskin bir artış gösterdiğini belirlemiştir. Russo ve ark. (1982) Wilson-Deviney yöntemini kullanarak yarıçap, parlaklık, yıldız kütleleri gibi temel parametreleri hesaplamış ve sistemin W-türünde olduğunu ifade etmiştir. Daha sonraları Rovithis ve Rovithis-Livaniou (1986), Liu ve ark. (1988), Goecking ve ark. (1994) fotometrik gözlemlerinin analizlerini yapmışlardır. Goecking ve ark. (1994) radyal hız eğrisinden spektroskopik ve fotometrik gözlemlerini elde ederek sistemde kütlesi $0.9 M_{\odot}$ ve yörünge periyodunu 60 yıl olan üçüncü bir cismin varlığını belirlemiştir. Pribulla ve ark. (2009b) sistemin radyal hız eğrisini elde etmiş, tayf türünü F7-8 olarak belirlemiştir. Lame'e ve ark. (2010) sistemin fotoelektrik gözlemlerini yaparak elde ettikleri ışık eğrilerini WD yöntemi ile analiz etmişlerdir. Son olarak Nelson (2015) sistemin dönem değişimi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Abhyankar ve Panchactsaram (1982) yörünge dönemindeki çevrimli yapının dönemini 34.78 yıl ve genliğini 0.024 ± 0.003 gün olarak vermiştir. Kim ve ark. (2003) analizi ile üçüncü cismin kütlesini $1.1 M_{\odot}$, yörünge dönemini 50.2 yıl olarak hesaplamıştır. Son olarak Nelson (2015) sistemdeki üçüncü cismin minimum kütlesini $0.84 M_{\odot}$ olarak belirlemiştir.

ER Ori sisteminin yörünge dönemi çalışması için 531 adet minimum zamanı toplanmıştır. Sistemin (O-C) eğrisinin elde edilebilmesi için doğrusal ışık elemanları gibidir:

$$Min I = HJD 2440127.57232 + 0.4233994673 \times E \quad (3.8)$$

ER Ori'nin (O-C) eğrisinde kolları yukarıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı gözlenmektedir (Şekil 3.10.). Parabolden kalan farkların çevrimsel bir yapıya sahiptir. Bunun sebebi için çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cismin varlığı düşünülmektedir. ER Ori sisteminde (O-C) diyagramında 48.14 yıl dönemli bir çevrimsel yapı belirlenmiştir. Bu değişimin nedeni sisteme ilave olan üçüncü cismin kütlesi $0.63 M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Değişim genliği ise 0.0021 gündür. Çizelge 3.10.'de sisteme ait elde edilen parametre değerleri verilmiştir.



Şekil 3.10. ER Ori sisteminin (O-C) diyagramı

Çizelge 3.10. Çalışılan ER Ori sisteminin (O-C) edilen analizi sonucu elde parametreleri

Parametre	Değer
T_o (HJD)	2440127.5672 ± 0.0017
P_{12} (gün)	$0.423399556 \pm 0.000000007$
$a'_{12} \sin i' (AB)$	4.35 ± 0.24
e_3	0.49 ± 0.07
$\omega_3(^{\circ})$	0 ± 7
T_3 (HJD)	2435961 ± 473
P_3 (yıl)	52.48 ± 1.28
A_3 (gün)	0.0021 ± 0.0012
$f(m_3)(M_{\odot})$	0.029
$m_3 (i=90^{\circ})(M_{\odot})$	0.63
$m_3 (i=60^{\circ})(M_{\odot})$	0.75
$m_3 (i=30^{\circ})(M_{\odot})$	1.51
$Q (dP/dE) \times 10^{-10} (\text{gün})$	0.5172

3.2.9. FZ Ori

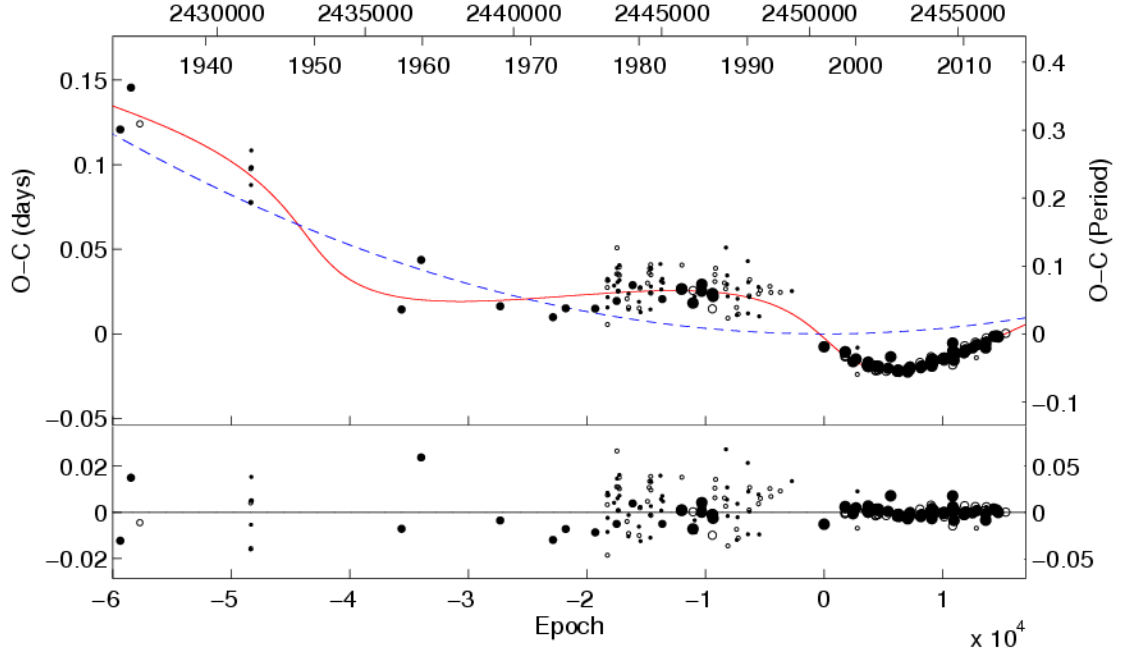
FZ Ori (HD 288166, GSC 00119-01014, TYC 119-1014-1) sistemi Hoffmeister (1934) tarafından keşfedilen yörünge dönemi yaklaşık 0.4 gün olan W UMa türü bir örten

çift yıldız sistemidir. Sistemde çevrimsel bir dönem değişimi olduğu El-Bassuny Alawy (1993) tarafından belirtildi. Rukmini ve ark. (2001) ve Byboth ve ark. (2004) sistemin fotometrik çalışmasını yapmışlardır. FZ Ori'nin dönem değişimi analizleri çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmıştır (El-Bassuny Alawy, 2003; Qian ve Ma, 2001; Zasche ve ark., 2009). Zasche ve ark. (2009) FZ Ori çifti için (O-C) analizleri sonucunda yörünge dönemini 48.9 yıl ve üçüncü cismin minimum kütleini 0.65 $M_{\odot}$ şeklinde hesapladı. Bu çalışmalardan sonuncusunu yapan Prasad ve ark. (2014) sistemde yörünge dönemini yaklaşık 30 yıl ve minimum kütleini 0.56 $M_{\odot}$ olan bir üçüncü cismin varlığını belirledi.

FZ Ori sisteminin yörünge dönemi çalışması için 210 adet minimum zamanı toplanmıştır. Sistemin (O-C) eğrisinin elde edilebilmesi için kullanılan doğrusal ışık elemanları aşağıdaki gibidir:

$$Min I = HJD\ 2450479.40266 + 0.3999859425 \times E \quad (3.9)$$

Sistemin (O-C) eğrisinde kolları yukarıya doğru olan parabol ve bu parabolün üzerine binmiş bir çevrimsel yapı görülmektedir (Şekil 3.11.). Bu çevrimsel yapı çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cismin varlığından (ışık-zaman etkisi) ileri gelmektedir. FZ Ori sisteminin (O-C) diyagramında 48.14 yıl dönemli çevrimsel bir yapı belirlenmiştir. Dönem değişimin genliği 0.0068 gün ve üçüncü cismin kütlei 0.64 $M_{\odot}$ şeklinde hesaplanmıştır. Çizelge 3.11.'de. sistem için hesaplanan parametre değerleri verilmiştir.



Şekil 3.11. FZ Ori sisteminin (O-C) diyagramı

Çizelge 3.11. FZ Ori sisteminin (O-C) analizi sonucunda elde edilen parametreler

Parametre	Değer
T_o (HJD)	2450479.4026 ± 0.0012
P_{12} (gün)	$0.39998594 \pm 0.00000016$
$a'_{12} \sin i' (AB)$	4.35 ± 0.33
e_3	0.52 ± 0.14
$\omega_3 (^\circ)$	198 ± 11
T_3 (HJD)	2450835 ± 596
P_3 (yıl)	48.14 ± 1.93
A_3 (gün)	0.0068 ± 0.0033
$f(m_3) (M_\odot)$	0.0356 ± 0.0001
$m_3 (i=90^\circ)_{(M\odot)}$	0.64
$m_3 (i=60^\circ)_{(M\odot)}$	0.76
$m_3 (i=30^\circ)_{(M\odot)}$	1.56
$Q (dP/dE) \times 10^{-10} (\text{gün})$	0.03283

3.3. Çok Bileşenli W UMa Türü Örtlen Çift Yıldızlar Kataloğu

Farklı araştırmacılar, çok bileşenli örtlen çift yıldızları bir araya toplayan listeler oluşturmuşlardır (örneğin Zakirov, 2010). Bu çalışmalar genellikle çok bileşenli tüm çift yıldız sistemlerini içermektedir. Bu tez kapsamında sadece W UMa türü çoklu sistemleri

içeren bir katalog oluşturulmuştur. Bunun için bu tür sistemler literatürden taranarak 150 W UMa türü sistem belirlenmiştir. Bu sistemlere ilişkin bilgiler ise dört ayrı çizelgede listelenmiştir. Çizelgeler Ek'ler bölümünde verilmiştir. Bu çalışmayla W UMa türü çoklu sistemlerin gözlem verilerinin analizlerden elde edilmiş bilgilerine aynı anda ulaşılabilmesi hedeflenmiştir.

Katalogda yer alan birinci çizelge sistemlerin temel verilerini içermektedir. Bu çizelgedeki veriler için SIMBAD veri tabanından faydalanılmıştır. İkinci çizelgede çift sistemlerin mutlak parametreleri, üçüncü çizelgede üçüncü cisimlere ilişkin parametreler ve dördüncü çizelge ise varsa dördüncü cisimlere ilişkin parametreler yer almaktadır. Parametrelerin değerleri literatürdeki çalışmalardan toplanmış, bilgilerin alındığı kaynaklar her satırın sonunda ADS (Astrophysics Data System) biçiminde verilmiştir.

Sistemlerin temel bilgilerini içeren birinci çizelge sekiz sütundan oluşmaktadır. Sütunlarda sistemlerin farklı kataloglarda ki isimleri, koordinatları, parlaklıkları, son sütunda ise hangi W UMa türüne ait olduğu yer almaktadır. Çizelgede yer alan parametreler şu şekildedir:

1. **No:** Sıralandırılma numarası
2. **Sistem:** Çift sistemin GCVS ismi
3. **HD:** Henry Draper ismi
4. **HIP:** Hipparcos katalog ismi
5. **$\alpha(2000)$:** Sistemin 2000 yılındaki sağ açıklığı
6. **$\delta(2000)$:** Sistemin 2000 yılındaki dik açıklık
7. **$m_{\max}[\text{kadir}]$:** Yıldızın görünür maksimum parlaklığı
8. **Filtre:** B/V filtresi
9. **Sp:** Tayf türü
10. **W UMa türleri :** W/A türü

İkinci çizelgede bileşenlerin mutlak parametreleri listelenmiş olup onbir sütundan oluşmaktadır. Parametrelerin hata değerleri parantez içerisinde verilmektedir. Sırasıyla çizelgede yer alan parametreler:

1. **No:** Sıralandırma numarası
2. **Sistem:** Çift sistemin ismi
3. **$M_1[M_{\odot}]$:** Birinci bileşen yıldızın kütlesi
4. **$M_2[M_{\odot}]$:** İkinci bileşen yıldızın kütlesi
5. **$R_1[R_{\odot}]$:** Birinci bileşenin yarıçapı
6. **$R_2[R_{\odot}]$:** İkinci bileşenin yarıçapı

7. $T_1(K)$: Birinci bileşenin sıcaklığı
8. $T_2(K)$: İkinci bileşenin sıcaklığı
9. $\log g_1(cgs)$: Birinci bileşenin yüzey çekim ivmesi
10. $\log g_2(cgs)$: İkinci bileşenin yüzey çekim ivmesi
11. **Kaynak**: ADS formatında bilgilerin alındığı yayının künyesi

15 sütundan üçüncü çizelge, W UMa sistemlerinin üçüncü bileşenlerine ait parametreleri içermektedir. Buradaki veriler çoğunlukla dönem değişimi analiziyle hesaplanmıştır. Üçüncü çizelgedeki parametreler şu şekilde sıralanmıştır:

1. **No**: Sıralandırma numarası
2. **Sistem**: Çift sistemin ismi
3. **To(HJD)**: Başlangıç minimum zamanı
4. $P_{12}(gün)$: Çiftin yörünge dönemi
5. $\alpha'_{12} \sin i'(AB)$: Üçüncü cismin çifte olan izdüşümünün uzaklığı, i'üçlü sistemin yörünge eğim açısını ifade eder.
6. e_3 : Yörünge dış merkezliği
7. $\omega_3(^{\circ})$: Enberi noktasının boylamı
8. $T_3(HJD)$: Çift sistemin enberiden geçiş zamanı
9. $P_3(yıl)$: Üçüncü bileşenin yörünge dönemi
10. $A_3(gün)$: Üçüncü bileşenin dönem değişim genliği
11. $f(m_3)(M_{\odot})$: Üçüncü bileşenin kütle fonksiyonu
12. $M_3 (M_{\odot})$: Üçüncü bileşenin kütlesi
13. $Q(\times 10^{-10})(gün)$: Kütle transferi kaynaklı dönem değişimini temsil eden katsayı
14. **Kaynak**: ADS formatında bilgilerin alındığı yayının künyesi

Dördüncü çizelgede dördüncü bileşenlere ait parametreler yer almaktadır. 16 sistemin bilgilerini içeren bu çizelgedeki parametreler çoğunlukla dönem değişimi analiziyle hesaplanmıştır. Çizelgedeki parametreler şu şekilde sıralanmıştır:

1. **No**: Sıralandırma numarası
2. **Sistem**: Çift sistemin ismi
3. **To(HJD)**: Başlangıç minimum zamanı
4. $P_{34}(gün)$: Çiftin yörünge dönemi
5. $\alpha'_{34} \sin i'(AB)$: Dördüncü cismin üçlü sisteme olan izdüşümünün uzaklığı
6. e_4 : Yörünge dış merkezliği
7. $\omega_4(^{\circ})$: Enberi noktasının boylamı
8. $T_4(HJD)$: Çift Sistemin enberiden geçiş zamanı

9. $P_4(\text{yıl})$: Dördüncü bileşenin yörünge dönemi
10. $A_4(\text{gün})$: Dördüncü bileşenin dönem değişim genliği
11. $f(m_4)(M_\odot)$: Dördüncü bileşenin kütle fonksiyonu
12. $M_4 (M_\odot)$: Dördüncü bileşenin kütlesi
13. $Q(\times 10^{-10})(\text{gün})$: Kütle transferi kaynaklı dönem değişimini temsil eden katsayı
14. **Kaynak**: ADS formatında bilgilerin alındığı yayının künyesi



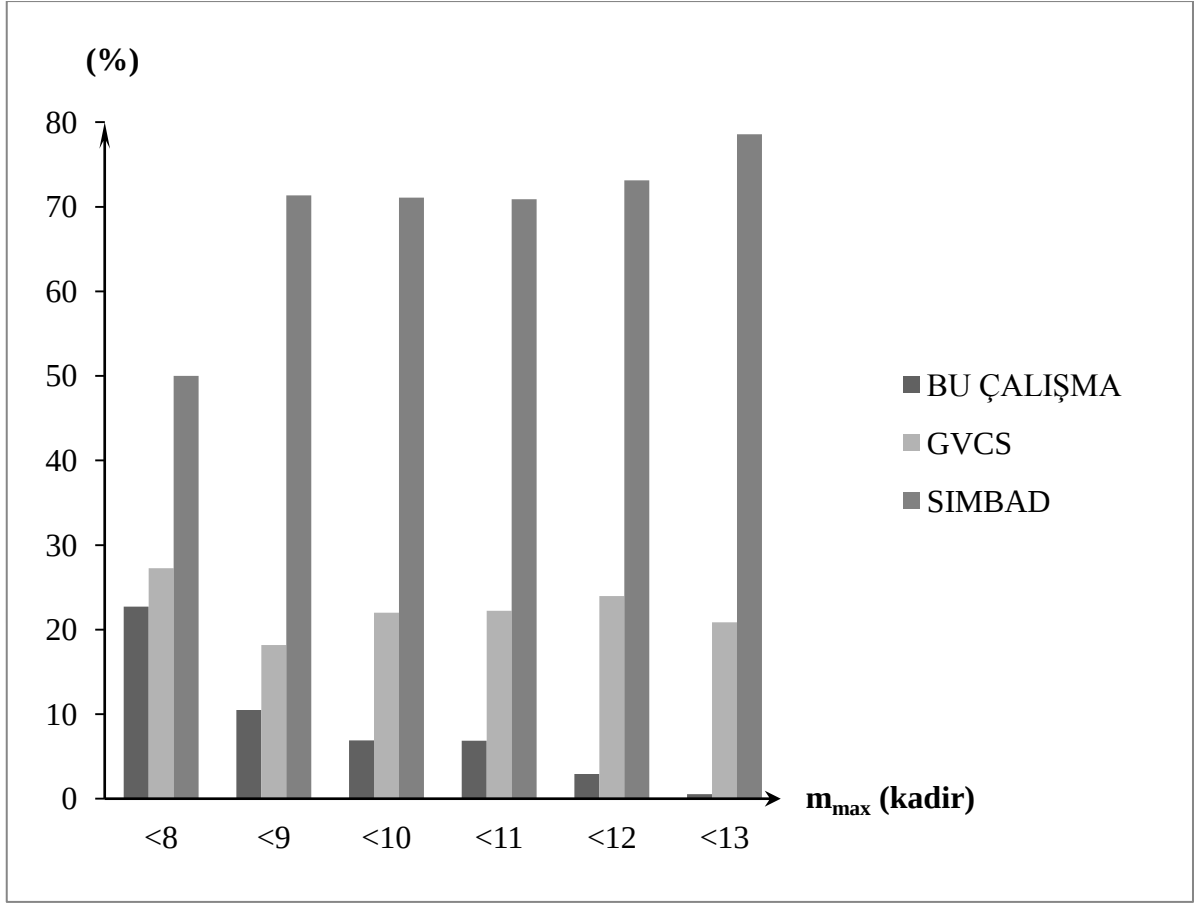
BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tez kapsamında W UMa türü örten çift yıldız sistemleri; OO Aql, CK Boo, TZ Boo, BI CVn, AM Leo, XY Leo, V839 Oph, ER Ori, ve FZ Ori’de (O-C) analizleri güncel minimum zamanları kullanılarak yeniden yapıldı. Bu sistemler için oluşturulan (O-C) diyagramlarında çevrimli dönem değişimleri gözlemlendi. Bu değişimlere üçüncü cisimden kaynaklı ışık-zaman etkisinin neden olduğu kabul edilerek çözümler yapıldı. Sistemlere çekimsel olarak bağlı muhtemel ilave bileşenlerin parametreleri bulundu. OO Aql ve TZ Boo için yapılan analizlerde bunların dörtlü sistem olduğu belirlendi. Muhtemel dördüncü cisimlerin kütleleri hesaplandı.

Ayrıca literatürde üçlü veya dörtlü sistem olduğu belirtilen W UMa türü örten çiftler toplanarak 150 yıldızdan oluşan çoklu W UMa türü örten çift yıldızlar katalogu oluşturuldu. Katalogta yıldızlara ilişkin bilgiler dört çizelgede verildi. Birinci çizelgede yıldızların genel özellikleri, ikinci çizelgede mutlak parametreleri, üçüncü çizelgede üçüncü cisimlere ilişkin parametreler ve dördüncü çizelgede ise olası dördüncü cisimlere ilişkin parametreler verildi. Listelenen çift yıldızların 16 tanesi dörtlü sistemdir. Zakirov (2010) tarafından hazırlanan çoklu sistemlere ilişkin listelerde farklı türden 240 çoklu örten çift yıldız sisteminin bilgileri yer almaktadır. Bunlardan 75 tanesi W UMa türü örten çift yıldız sistemidir. Tez çalışmasıyla oluşturulan katalog, bilinen W UMa türü çoklu sistemlerin sayısını önemli oranda arttırmaktadır.

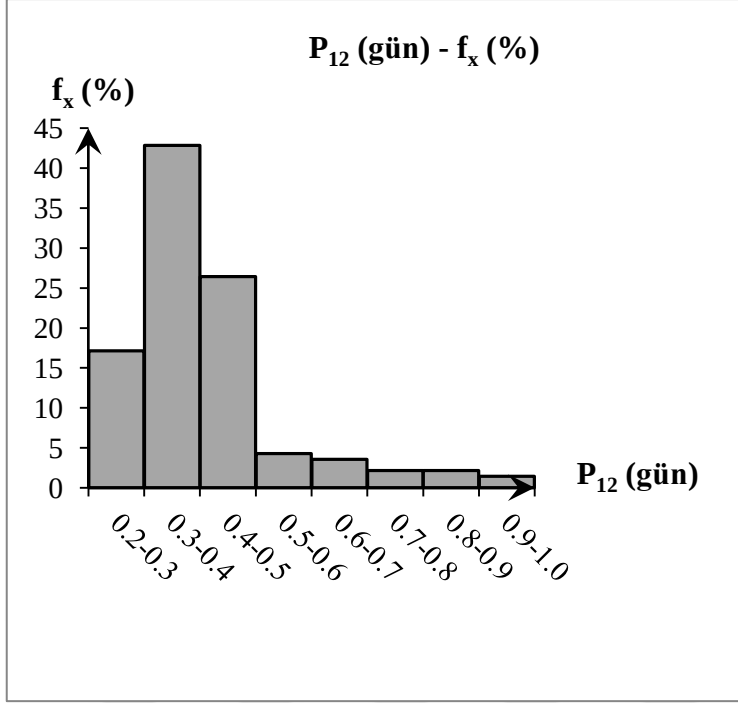
Ek’te verilen üçüncü cisme sahip W UMa türü örten çiftlerinin sayılarının GCVS ve SIMBAD kataloglarında yer alan W UMa türü örten çift yıldız sayılarının parlaklıklarına göre dağılımları Şekil 4.1.’de görülmektedir. Buna göre görsel parlaklık arttıkça W UMa’larda üçüncü cisim görülme sıklığı artmaktadır. Parlaklığı 10 kadir’in altındaki W UMa sistemleri için üçüncü cisim bulunma sıklığı SIMBAD kataloğundaki W UMa’ların % 68.11, GCVS kataloğundaki W UMa’ların %21.5 olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.1. Üçüncü bileşenli W UMa'lar ile SIMBAD ve GCVS kataloglarındaki W UMa'ların parlaklıklarına göre dağılımı

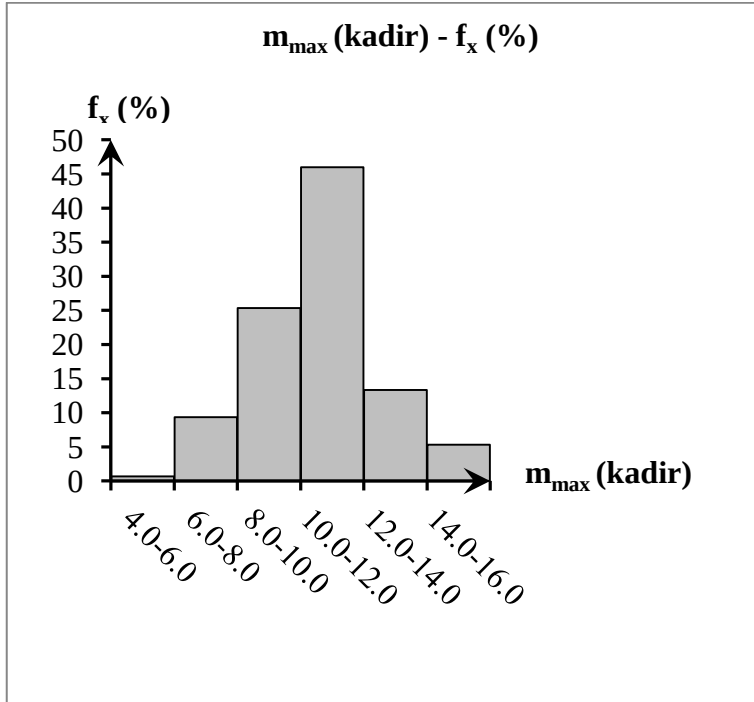
Üçüncü cisimlere ilgili parametrelerle, görülme sıklığı arasındaki ilişkileri belirlenmek amacıyla tez çalışmasının ekler kısmında verilen katalogtaki veriler kullanılarak bazı istatistiksel çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1. Çoklu bileşenli W UMa türü çift sistemlerin yörünge döneminin sıklık dağılımı Şekil 4.2.'de verilmiştir. Buna göre dönemi 0.5 günden daha küçük olan sistemlerde üçüncü cisim görülme sıklığı daha fazlayken, dönem azaldıkça bu oran azalmaktadır. Dönemi 0.3-0.4 gün aralığında olan çift yıldızlarda üçüncü cisim görülme sıklığı yaklaşık %43 oranındadır.



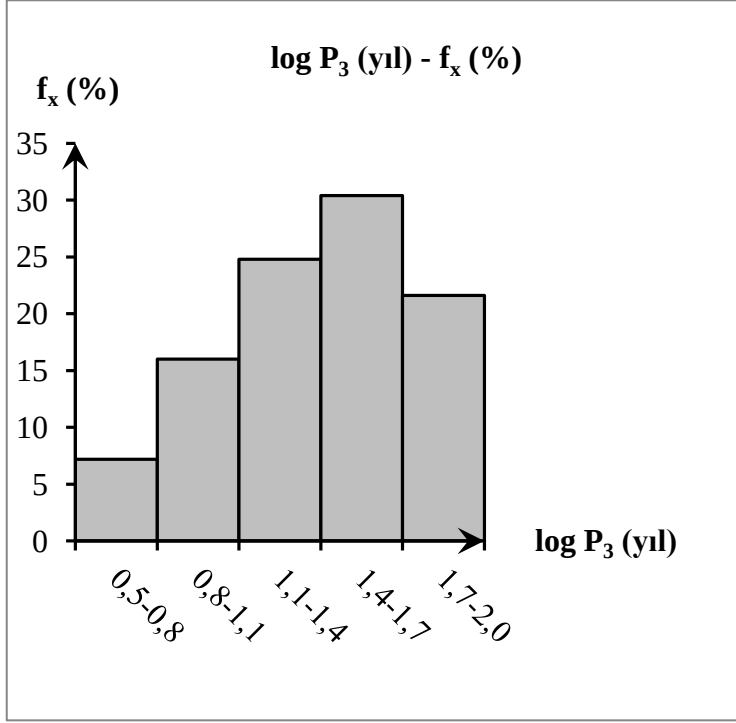
Şekil 4.2. W UMa türü çoklu sistemlerde çiftin yörünge dönemine göre sıklık dağılımı

Çoklu bileşenli W UMa türü çift sistemlerin parlaklıklarının sıklık dağılımı Şekil 4.3.'de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi histogram bir Gauss dağılımı göstermektedir. Parlaklığın $10.0 < m_{\max} < 12.0$ aralığında en fazla (%46) olduğu görülmektedir.



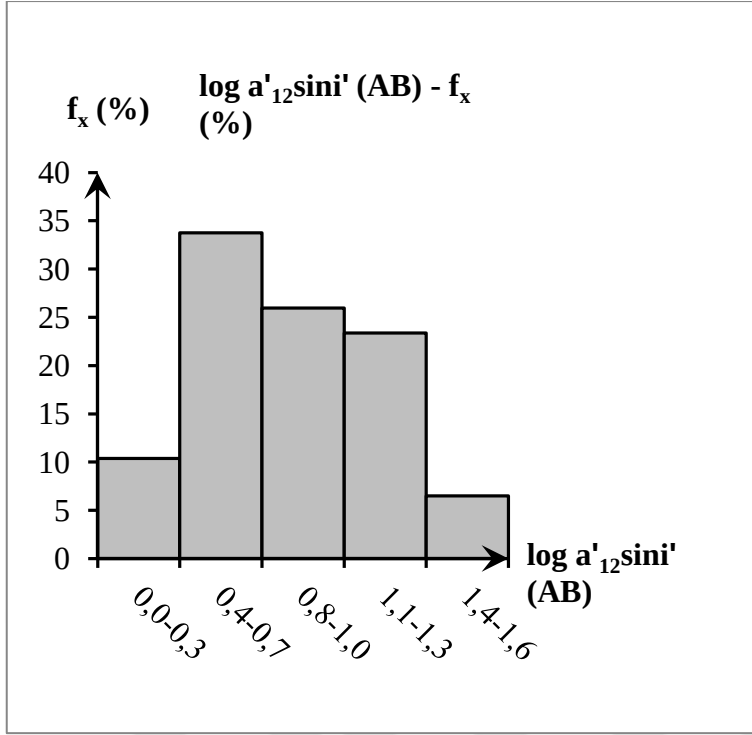
Şekil 4.3. W UMa türü çoklu sistemlerde çiftin parlaklığına göre sıklık dağılımı

2. W UMa türü üçlü sistemlerde üçüncü cismin yörünge dönemi 0.02-206 yıl aralığında değişmekte olup sıklık dağılımı Şekil 4.4.'de gösterilmiştir. Üçüncü cismin yörünge döneminin sıklığı (P_3 yıl birimde) $1.4 < \log P_3 < 1.7$ aralığında büyük değere ulaştığı (%30) görülmektedir. Bu sıklık dağılımı bir Gauss eğrisiyle temsil edilirse dağılımın maksimumu yaklaşık $P_3=33$ yıl olarak hesaplanmaktadır.



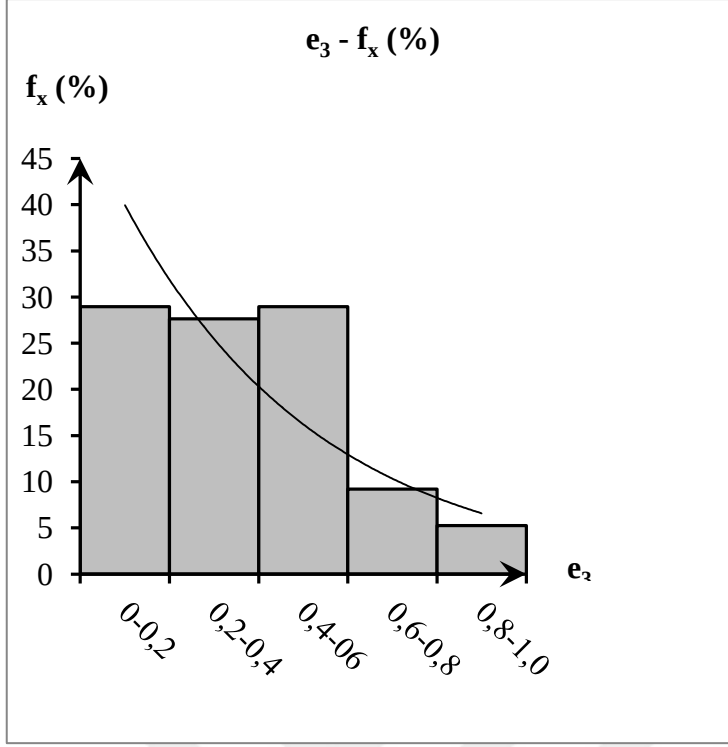
Şekil 4.4. W UMa türü çoklu sistemlerde üçüncü cismin yörünge dönemine göre sıklık dağılımı

3. Katalogdaki W UMa türü üçlü sistemlerde üçüncü cismin çift sisteme olan uzaklığı 0.28 ile 15.8 AB aralığında değişmektedir. Buna ilişkin sıklık dağılımı Şekil 4.5.'de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği gibi histogram bir Gauss dağılımı göstermektedir ve üçüncü cismin yörünge dönemiyle ilgili bulunan sonucu desteklemektedir. Bu eğrinin maksimumu yaklaşık $a'_{12}= 4$ AB bulunmaktadır. Üçüncü cisimlerin çift sisteme olan uzaklığının $0.4 < \log a'_{12} \text{ sini}' < 0.7$ aralığında en fazladır (%35). Buna göre W UMa'larda üçüncü bileşenler sistemden çoğunlukla bu uzaklıktaki bir yörüngede yer almaktadır.



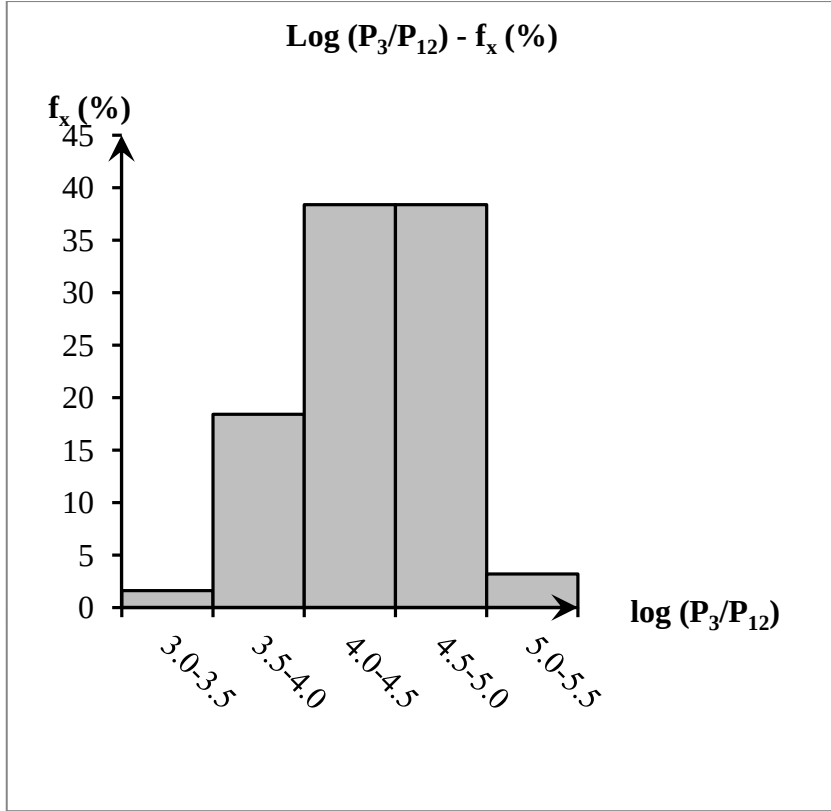
Şekil 4.5. W UMa türü çoklu sistemlerde üçüncü cismin çift sistemine olan uzaklığının dağılım sıklığı

4. Üçüncü cismin yörünge dış merkezliğinin dağılım sıklığı Şekil 4.6.'de gösterilmiştir. Bu dağılımın eksponansiyel olarak azaldığı görülmektedir. Üçüncü bileşenin yörünge dış merkezliği büyüdükçe üçlü sistemlerin görülme sıklığı azalmaktadır. Yörünge dış merkezliği 0.6'dan daha küçük olan sistemlerin görülme sıklığının yaklaşık %85 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. Üçüncü cismin yörünge dış merkezliğinin sıklık dağılımı

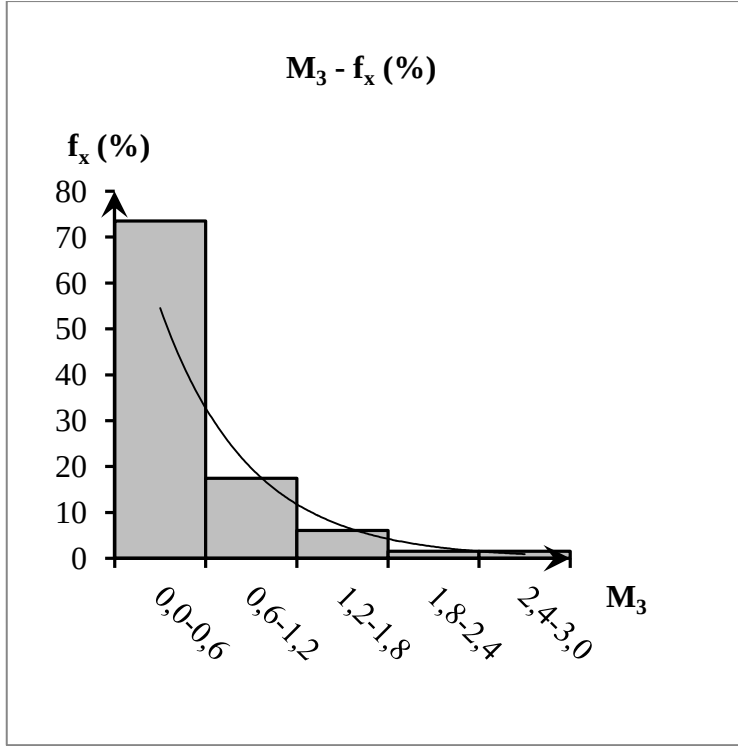
5. Üçüncü cismin yörünge döneminin çiftin yörünge dönemine oranının dağılımı Şekil 4.7.'de gösterilmiştir. Yörünge dönem aralıkları da bir Gauss dağılımı göstermektedir. Bu dağılım incelendiğinde $\log(P_3/P_{12}) < 3$ şartını sağlayan çoklu sistemlerin bulunmadığı görülmektedir. Sistemlerin çoğunun $4.0 < \log(P_3/P_{12}) < 5.0$ aralığında bulunduğu görülmektedir. Üçüncü bileşenin yörünge dönemi çok küçük, çift sistemin yörünge dönemi çok büyük olan ya da bunun tam tersi durumda olan üçlü sistemlerin görülme sıklığı yok denecek kadar azdır.



Şekil 4.7. Üçüncü cismin yörünge döneminin çiftin yörünge dönemine oranının sıklık dağılımı

6. W UMa sistemlerinde tespit edilen üçüncü cisimlerin kütlelerinin dağılımı da Şekil 4.8.'de verilmektedir. Bu da eksponansiyel olarak azalan bir değişim göstermektedir. Üçüncü cisim kütlelerinin büyük oranda $1 M_{\odot}$ kütlelerinden daha küçük olduğu, büyük kütleli üçüncü cisim görülme sıklığının ise gitgide azaldığı görülmektedir. Bulunan en büyük kütleli üçüncü cisme sahip sistem olan EY Cas üçüncü cisminin kütlesi $9.8 M_{\odot}$ 'dir. En küçük kütleli üçüncü cisme sahip sistem olan ER Vul'un ilave bileşeninin kütlesi ise $0.0048 M_{\odot}$ 'dir. Bu kütle değeri cismin bir kahverengi cüce olduğunu göstermektedir.

Bugüne kadar W UMa türü sistemlerin etrafında saptanan gezegen kütlelerine sahip üçüncü cisim belirlenememiştir. Bunun nedeni W UMa türü çift sistemlerin gözlemlerinde manyetik etkinlik, madde hareketi ve diğer fiziksel değişimlerin etkisi ile gezegen etkilerinin ayırtanamamış olmasından kaynaklanabileceği düşünülebilir.



Şekil 4.8. Tespit edilen üçüncü bileşenin kütle sıklık dağılımı

KAYNAKLAR

- Abhyankar K. D., Panchatsaram T., 1982. Light-Time Effect in AK Her and ER Ori. *Bulletin of the Astronomical Society of India*, 10: 27 p.
- Abrami A., 1959. Studio Fotoelettrico Binaria ad eclisse AM Leonis. *Memorie della Società Astronomia Italiana*, 30: 303-320.
- Akalın A., Derman E., 1997. UBV Photometry and Period Variations of V 839 Ophiuchi. *Astronomy and Astrophysics Supplement series*, 125: 407-417.
- Albayrak B., Selam S. O., Ak T., Elmaslı A., Özavcı İ., 2005. Light-Time Effect in the Eclipsing Binary System AM Leonis. *Astronomische Nachrichten*, 326 (2): 122-126.
- Alexander R. S., 1940. *Univ. Pennsylvania Publ.* 6 (2): 23 p.
- Applegate J. H., 1992. A Mechanism for Orbital Period Modulation in Close Binaries. *Astrophysical Journal*, 385: 621-629.
- Aslan Z., 1978. Improved Ephemeris for HD 128141. *Information Bulletin on Variable Stars*, 1462 (1).
- Aslan Z., Derman E., 1986. Photoelectric Observations of CK Bootis. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 66: 281-302.
- Awadalla N. S., 1989. A photometric Light variation and a 1500 days secondary period in the W UMa system TZ Bootis. *Astrophysics and Space Science*, 162: 211-234.
- Binnendijk L., 1968 The light variation and orbital elements of OO Aquilae. *Astronomical Journal*, 73: 32-41.
- Binnendijk L., 1984. Synthetic parameters of five W-type contact binaries. *Astronomical Society of the Pacific, Publications*, 96: 646-656.
- Binnendijk L., 1969a. The light variation and orbital elements of TZ Bootis. *Astronomical Journal*, 74: 211-217.
- Binnendijk L., 1969b. The light variation and orbital elements of AM Leonis. *Astronomical Journal*, 74: 1031-1037.
- Binnendijk L., 1970. The orbital elements of W Ursae Majoris systems. *Vistas in*

- Astronomy, 12 (1): 217-256.
- Bond H. E., 1975. Eclipsing binaries found spectroscopically. II. HD 128141. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 87: 877-878.
- Bookmyer B. B., 1961. Observations and Times of Minima for Three W Ursae Majoris systems. Astronomical Journal, 66: 24-26.
- Borkovist T., Elkhateeb M. M., Csizmadia Sz., Nuspl J., Bíró I. B., Hegedüs T., Csorvási R., 2005 Indirect evidence for short period magnetic cycles in W UMa stars. Period analysis of five overcontact systems. Astronomy and Astrophysics, 441 (3): 1087-1097.
- Bradstreet D. H., Steelman D. P., 2002. Binary Maker 3.0 – An interactive graphics-based light curve synthesis program written in Java, American Astronomical Society, 201st AAS Meeting, id.75.02; Bulletin of the American Astronomical Society, 34: 1224 p.
- Byboth K. N., Markworth N. L., Bruton W. B., 2004. Photometric analyses of the contact binaries FZ Orionis and AH Tauri. Information Bulletin on Variable Stars, No. 5554, 1.
- Christopoulou P.-E., Parageorgiou A., Walter F., 2011. First modern photometric investigation of the puzzling W UMa type close binary system of TZ Bootis. The Astronomical Journal, 142 (4): 10.
- Demircan O., 1987. BV observations of W UMa-type binaries - CK Boo, BI CVn, and AH VIR. Astrophysics and Space Science, 135: 169-174.
- Demircan O., Derman E., 1992. A period study of AM Leonis. Astronomical Journal, 103: 593-598.
- Demircan O., Derman E., Dündar H., 1992. UBV photometry of the contact binary AM Leonis. Astronomy and Astrophysics Supplement Series, 95: 213-221.
- Demircan O., Güdür N., 1981 The light and period variations of OO Aquilae. Photometric and Spectroscopic Binary Systems, Proceedings of the NATO Advanced Study Institute, held 1-14 June 1980 at Maratea, Italy. Edited by E.B. Carling and Z. Kopal. Dordrecht: D. Reidel Publishing Co., 413 p.
- Demircan O., Gürol B., 1996 Light curves and period changes of OO Aquilae. Astronomy

- and Astrophysics Supplement, 115: 333 p.
- Dervişoğlu A., 2010. Etkileşen çift yıldızların yapısı ve evrimi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Türkiye.
- Dueball J., Lehmann P.B., 1965. Beobachtungsergebnisse der Berliner Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e. V. (BAV). Astronomische Nachrichten, 288: 167 p.
- El-Bassuny Alawy A. A., 1993. FZ Orionis: A short period W UMa system. Astrophysics and Space Science, 207(2): 171-182.
- Evcil S., 2013. W UMa türü çiftler için yeni mutlak parlaklık kalibrasyonları. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Türkiye.
- Filatov G. S., 1960. On the unstudied variables stars in the BV - Lists. Astronomicheskii Tsirkulyar, 215: 20-22.
- Florja N., 1931. Verand Sterne, Gorki. 3: 86 p.
- Gazeas K. D., Niarchos P. G., Zola S., Kreiner J. M., Rucinski S. M., 2006. Physical parameters of components in close binary systems: VI. Acta Astronomica, 56: 127-143.
- Gehlich U. K., Prölss J., Wehmeyer R., 1972. Period changes in the W Ursae Majoris star XY Leo. Astronomy and Astrophysics, 18: 477-480.
- Goecking K.-D., Duerbeck H. W., Plewa T., Kaluzny J., Schertl D., Weigelt G., Flin P., 1994. The W Ursae Majoris system ER Ori: A multiple star. Astronomy and Astrophysics, 289: 827-836.
- Guthnick P., Preger R., 1927. Beobachtungen Veränderlicher Sterne I. Kleine Veroeffentlichungen der Universitaetssternwarte zu Berlin Babelsberg, 1: 4.1-4.36.
- Hanna M. A., 2010. Period variation study of the A-Type W UMa eclipsing binary V839 Oph. Journal of the Korean Astronomical Society, 43: 201-211.
- Heintz W. D., 1969. A statistical study of binary stars. Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, 63 (6): 275 p.
- Hilditch R. W., 1981. A study of four contact binary systems using the DDO photometric

- system. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 196: 305 p.
- Hill G., Hilditch R. W., Younger F., Fisher W. A., 1975. MK classifications of some Northern Hemisphere binary systems. Royal Astronomical Society, Memoirs, 79: 131-144.
- Hiller M. E., Osborn W., Terrell D., 2004. New light curves and orbital Solution for AM Leonis. The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 116 (818): 337-344.
- Hoffleit D., 1932. New variable stars in Aquila. Harvard College Observatory Bulletin No. 887: 9-13.
- Hoffmann M., 1978. A new extreme light curve of the W UMa system TZ Bootis. Information Bulletin on Variable Stars, 1487 (1).
- Hoffmann M., 1980a. TZ Bootis' 1980 Light Curve. Information Bulletin on Variable Stars, 1877 (1).
- Hoffmann M., 1980b. A 3.5 year secondary period in the W UMa system TZ Bootis. Astronomy and Astrophysics Supplement Series, 40: 263-269.
- Hoffmann M., Hopp U., 1982. BV and narrow-band observations of the eclipsing binary AM Leonis. Astrophysics and Space Science, 83: 391-403.
- Hoffmeister C., 1929. 354 neue Veränderliche. Astronomische Nachrichten, 236: 233 p.
- Hoffmeister C., 1934. 132 neue Veränderliche. Astronomische Nachrichten, 253: 193-195.
- Hoffmeister C., 1935. 162 neue Veränderliche. Astronomische Nachrichten, 255: 401 p.
- Hrivnak B. J., 1985. A photometric study and analysis of XY Leonis. Astrophysical Journal, 290: 696-706.
- Huang S.S., 1963. Modes of mass ejection binary stars and the effect on their orbital periods. Astrophysical Journal, 138: 471 p.
- Huruhata M., Nakamura T., Kitamura M., Tanabe H., 1957. A photoelectric study of the eclipsing system ER Orionis. Annals of the Tokyo Astronomical Observatory, 5(2):70 p.
- Hutchings J. B., Hill G., 1973. The synthesis of close-binary light curves. V. The "contact"

- system W Ursae Majoris, AM Leonis, V566 Ophiuchi and GK Cephei. *Astrophysical Journal*, 179: 539-549.
- Irwin J. B., 1959. Standard light-time curves. *Astronomical Journal*, 64: 149 p.
- İçli T., Koçak D., Boz G. Ç., Yakut K., 2013. The low-mass interacting binary system OO Aql revisited: A new quadruple system. *The Astronomical Journal*, 145 (5): 6 p.
- Jabbar S. R., Kopal Z., 1983. The geometrical elements of 10 totally-eclipsing systems of the type of W Ursae Maioris. *Astrophysics and Space Science*, 92: 99-104.
- Jia G., Liu X., He H., 1992. 1991 Photometry of the W UMa-Type binary CK Boo. *Information Bulletin on Variable Stars*, 3727 (1).
- Kalçı R., Derman E., 2005. CK Bootis: a W UMa system with a small mass ratio. *Astronomische Nachrichten*, 326 (5): 342-348.
- Kalimeris A., Rovithis-Livaniou H., Rovithis P., 2002. Starspots and photometric noise on observed minus calculated (O-C) diagrams. *Astronomy and Astrophysics*, 387: 969-976.
- Kaluzny J., Pojmanski G., 1983. XY Leo and the cause of the W-subclass light curves, *Acta Astronomica*, 33, no. 2, 277-289 p.
- Kim C.-H., Lee J. W., Kim H.-I., Kyung J.-M., Koch R. H., 2003. Photometric studies of the triple star ER Orionis. *The Astronomical Journal*, 126 (3): 1555-1562 p.
- Kippenhahn, R., 1955. VeBab 11.
- Koch R. H., 1960. Photoelectric light curves of XY Leonis. *Astronomical Journal*, 64: 52 p.
- Kopal Z., 1959. Close binary systems. 27 Mayıs 2016, <http://adsabs.harvard.edu/abs/1959cbs..book.....K>
- Kreiner M. J., Kim C.-H., Nha II-S., 2001. An atlas of O-C Diagrams of eclipsing binary stars. 09 Haziran 2016, from <http://www.as.up.krakow.pl/o-c/>
- Krzesiński J., Pajdosz G., Mikolajewski M., Zola S., 1991. An observational study of a spotted W UMa-ftype binary star CK Bootis. *Astrophysics and Space Science*, 184: 37-42.

- Kwee K. K., 1958. Investigation of variations in the period of sixteen bright short-period eclipsing binary stars. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*, 14: 131 p.
- Lafta S. J., Grainger J. F., 1985. New photoelectric observations of four W UMa systems- OO Aql, V839 Oph, V566 Oph, ve SW Lac. *Astrophysics and Space Science*, 114: 23-118.
- Lame'E M. M., Javanmardi B., Riazi N., 2010. Photometric observation and light curve analysis of binary system ER-Orionis. *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 31 (2): 97-104.
- Lipari S. L., Sistero R. F., 1987. Studies of period variation in close binary systems. *Astronomical Journal*, 94: 792 p.
- Liu Q., Yang Y., Leung K.-C., Zhai D., Li Y.-F., 1988. ER Orionis - An almost contact W UMa system. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 74: 443-448.
- Liu X. F., Tan H. S., 1988. Photometric study of BD+372536 contact system. *Acta Astronomica Sinica*, 29(1): 16 p.
- Liu X., Tan H., 1984. UBV photometry for BD +37 2356. *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 2590, 1.
- Lu W. X., 1988. Spectroscopic orbits of eclipsing binaries - BD+372356. *Acta Astrophysica Sinica*, 8 (4): 259.
- Maceroni C., Van't Veer F., 1996. The properties of W Ursae Majoris contact binaries: new results and old problems. *Astronomy and Astrophysics*, 311: 523-531.
- Mauder H., 1975. The solution parameters of very close binary systems. *Astrophysics and Space Science*, 34: 297-308.
- Mochnecki S. W., 1981. Contact binary stars. *Astrophysical Journal*, Part 1, 245: 650-670.
- Müller G., Kempf P., 1903. A new variable star of unusually short period. *The Astrophysical Journal*, 17: 201 p.
- Nelson R. H., 2015. An updated period analysis for ER Orionis: A definitive solution. *New Astronomy*, 34: 159-163.

- Nelson ve ark., 2014. BI CVn - A spotted, overcontact, type-W eclipsing binary. *New Astronomy*, (29): 57-64.
- Niarchos P. G., 1978. Fourier analysis of the light curves of W UMa-type stars. *Astrophysics and Space Science*, 58: 301-333.
- Niarchos P. G., 1989. New photoelectric observations and elements of the eclipsing W UMa-type system V839 OPH. *Astrophysics and Space Science*, vol. 153: 143-152.
- Pan L-D., Cao M., 1998. Study on the period changes of XY Leonis. *Astrophysics and Space Science*, 259 (3): 285-293.
- Paschke A., Brat L., 2006. O-C Gateway, a collection of minima timings. *Open European Journal on Variable Stars*, 23: 13 p.
- Pazhouhes R., Adalati M. T., 2002. New elements of the contact binary V839 Ophiuchi. *Information Bulletin on Variable Stars*, 5236 (1).
- Pohl E., Gulmen O., 1981. Photoelectric minima of eclipsing binaries. *Information Bulletin on Variable Stars*, 1924 (1).
- Pohl E., Tunca Z., Gulmen O., Evren S., 1985. Photoelectric minima of eclipsing binaries. *Information Bulletin on Variable Stars*, 2793 (1).
- Pop A., Vamoş C., 2012. Biperiodic orbital period modulation of the W UMa binary system CK Bootis. *New Astronomy*, 17(7): 667-672.
- Prasad V., Pandey J. C., Patel M. K., Strivastava D. C., 2014. Photometric and polarimetric studies of three W UMa-type binaries: FZ Ori, V407 Peg and LP UMa. *Astrophysics and Space Science*, 353(2): 575-594.
- Pribulla T., Rucinski S. M., 2006. Contact binaries with additional components. I. The Extant Data. *The Astronomical Journal*, 131 (6): 2986-3007.
- Pribulla T., Rucinski S. M., DeBond H., De Ridder A., Katmo T., Thomson J. R., Croll B., Ogloza W., Pilecki B., Siwak M., 2009a. Radial velocity studies of close binary stars. XIV. *The Astronomical Journal*, 137 (3): 3646-3654.
- Pribulla T., Rucinski S. M., Blake R. M., Lu W., Thomson J. R., DeBond H., Karmo T., De Ridder A., Ogloza W., Stachowski G., Siwak M., 2009b. Radial velocity studies

- of close binary stars. XV. The Astronomical Journal, 137 (3): 3655-3667.
- Qian S., Liu Q., 2000. A Possible connection between the variation of light curve and the change of the orbital period in the contact binary CK Bootis. Astrophysics and Space Science, 271 (4): 331-339.
- Qian S., Ma Y., 2001. Period studies of some neglected close binaries: EP Andromedae, V724 Aquilae, SS Comae, AM Eridani, FZ Orionis, BY Pegasi, EQ Tauri, and NO Vulpeculae. The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 113 (784): 754-763.
- Qian S.-B., He J.-J., Liu L., Zhu L.-Y., Liao W.P., 2008. A new photometric investigation of the W UMa-Type binary BI CVn. The Astronomical Journal, 136(6): 2493-2501.
- Rafert J. B., 1982 Periodic ephemerides for 49 eclipsing binary star systems. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 94: 485 p.
- Rigollet R., 1947. Nouvelle étoile variable dans Ophiuchus: BD 9°3584. L'Astronomie, 61: 54-55.
- Rovithis P., Rovithis-Livaniou H., 1986. The eclipsing system ER Orionis. Astronomy and Astrophysics, 155: 46-50.
- Rucinski S. M., Lu W., 1999. Radial velocity studies of close binary stars. II. The Astronomical Journal, 118 (5): 2451-2459.
- Rucinski S. M., Pribulla T., van Kerkwijk M. H., 2007. Contact binaries with additional components. III. A search using adaptive optics. The Astronomical Journal, 134 (6): 2353-2365.
- Rucinski, S. M., 1985, ibs. Book Activity of Contact Binary Systems.
- Rukmini J., Vivekanada R. P., Ausekar B. D., 2001. Photometric study of the short period W UMa system - FZ Orionis. Bulletin of the Astronomical Society of India, 29: 323-327.
- Russo E., Evren S., Tumer O., Sezer C., 1982. Determination of parameters of W-Ursae Systems - part two - TW-Ceti S-Antiliae U-Pegasi ER-Orionis. Astronomy and Astrophysics Supplement, 47: 211 p.

- Salman G., 2006. Değen çift yıldızlarda O'connell etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Selam S. O., (2003). Değişen yıldızların fotometrik özellikleri. 27 Mayıs 2016, http://80.251.40.59/science.ankara.edu.tr/selam/TR/801507/801507_dersnotu.pdf
- Selam S., Baştürk Ö., Elmaslı A., Şenavcı H. V., Albayrak B., 2009. V502 Ophiuchi Çift yıldız sisteminin ışık eğrisi ve dönem analizi. Journal of Art and Sciences, 12. Çankaya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Ankara.
- Struve O., 1944. Spectrographic observations of ER Orionis. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 56: 34 p.
- Struve O., Zeberg V., 1959. The velocity-curve of XY Leonis. Astrophysical Journal, 130: 137 p.
- Şenavcı, H.V., Albayrak, B., Selam, S.O., Ak, T., 2006 The period variation of V839 Oph. Astrophysics and Space Science, 304 (1-4): 35-37.
- Tanrıöver M., Demircan O., 2008. Erken tür bileşenlere sahip EM Cep ve V745 Cas sistemlerindeki rüzgar geometrisi. V. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, Çanakkale. 37: 81.
- Vandenbroere J., 1998. BI CVn: a study of its period and a new photoelectric light curve. Information Bulletin on Variable Stars, No. 4554, 1.
- Wolfschmidt G., Rahe J., Schoeffel E., 1979. Photoelectric and spectrographic observations of close binaries. Astronomische Gesellschaft, Mitteilungen, 45: 49-52.
- Worley C. E., Eggen O. J., 1956. A new eclipsing binary: BD+10°2234 (A). Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 68: 452-455.
- Yakut K., İbanoğlu C., Kalomeni B., Değirmenci Ö. L., 2003. New light curve analysis and period changes of the overcontact binary XY Leonis. Astronomy and Astrophysics, 401: 1095-1100.
- Yüce K., Selam S. O., Albayrak B., Ak T., 2006. Monitoring secular orbital period variations of some eclipsing binaries at the Ankara University Observatory. Astrophysics and Space Science, 304 (1-4): 67-69.

- Zakirov M. M., 2010. Close binary systems in multiple stars: III. Eclipsing variables with LITE effect. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, 26 (6): 269-301.
- Zasche P., Liakos A., Niarchos P., Wolf M., Manimanis V., Gazeas K., 2009. Period changes in six contact binaries: WZ And, V803 Aql, DF Hya, PY Lyr, FZ Ori, and AH Tau. *New Astronomy*, 14 (2): 121-128.
- Zasche P., 2005. in WDS'05 Proc. of Contributed Papers: Part III-Physics, ed. J. Safrankova (Prague:Matfyzpress), 446 p.
- Zhukov G. V., 1982. CSV 6984 - A new W UMa Type variable star. *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 2191, 1.



EKLERİ

Ek Çizelge 1. Sistemlerin temel Verileri

No	Sistem	HD	HIP	α (2000)	δ (2000)	$m_{\max}$ [kadir]	Filtre	Sp	W/A
1	AB And	-	114508	23 11 32.08	+36 53 35.11	9.50	V	G5+G5V	W
2	EP And	-	-	01 42 29.32	+44 45 42.36	11.40	V	F8V	W
3	GZ And	-	10270	02 12 14.28	+44 39 39.6	10.83	V	G5V	-
4	LO And	-	-	23 27 06.67	+45 33 22.00	11.25	V	-	-
5	HV Aqr	-	-	21 21 24.80	-03 09 36.88	9.99	V	F5V	-
6	OO Aql	187183	-	19 48 12.65	+09 18 32.37	9.49	V	G5V	-
7	V417 Aql	-	96349	19 35 24.12	+05 50 17.65	10.63	V	G0V+F9V	W
8	V802 Aql	-	-	18 58 54.83	-03 01 11.6	13.4	B	-	W
9	V803 Aql	-	-	19 00 44.19	-07 28 54.0	14.00	B	-	W
10	BO Ari	-	-	02 12 08.77	+27 08 18.24	10.02	V	-	A
11	SS Ari	-	-	02 04 18.40	+24 00 02.23	10.15	V	G0	W
12	V410 Aur	280332	23337	05 01 10.83	+34 30 23.58	10.34	V	G0	-
13	V599 Aur	-	-	05 08 46.79	+32 02 08.54	12.0	V	-	W
14	AC Boo	-	73103	14 56 28.33	+46 21 44.14	10.23	V	F8Vn	W
15	AR Boo	-	-	13 48 10.39	+24 55 26.80	12.75	V	G9+K1	W
16	CK Boo	128141	71319	14 35 03.75	+09 06 49.37	9.02	V	F7/8V	A
17	FI Boo	234224	75203	15 22 05.96	+51 10 55.29	9.49	V	G5	W
18	GN Boo	-	-	14 50 07.76	+29 38 58.50	11.12	V	-	W
19	HH Boo	-	-	14 21 44.06	+46 41 59.37	11.20	V	G5III	W
20	TU Boo	-	-	14 04 58.04	+30 00 01.54	11.61	V	G3	A
21	TY Boo	-	-	15 00 46.93	+35 07 54.78	11.39	V	G3+G7	W
22	TZ Boo	-	74061	15 08 09.13	+39 58 12.86	10.41	V	G2V	A
23	44i Boo	133640	73695	15 03 47.29	+47 39 14.62	4.76	V	G0Vn	W
24	AO Cam	-	-	04 28 13.64	+53 02 44.60	10.52	V	G0V	W
25	LR Cam	-	-	05 43 05.15	+68 40 07.04	10.61	V	-	W
26	AD Cnc	-	-	08 46 20.10	+10 20 07.20	13.10	V	K0V	W

Ek Çizelge 1'in devamı

No	Sistem	HD	HIP	α (2000)	δ (2000)	$m_{\max}$ [kadir]	Filtre	Sp	W/A
27	AH Cnc	-	-	08 51 37.84	+11 50 57.11	13.41	V	F7V	A
28	EH Cnc	-	-	08 26 18.35	+20 52 49.74	11.90	V	F...	-
29	TX Cnc	-	-	08 40 01.70	+18 59 59.45	9.97	V	G0-G1V	W
30	BI CVn	-	63701	13 03 16.40	+36 37 00.59	10.31	V	F9V	W
31	DF CVn	-	-	12 43 37.23	+38 44 15.65	11.20	V	-	W
32	RV CVn	-	-	13 40 18.16	+28 18 21.53	14.03	V	F8	-
33	UZ CMi	-	-	07 50 51.76	+03 39 03.60	11.18	V	F8	-
34	BS Cas	-	-	01 21 38.57	+59 10 27.05	11.84	V	A-F	W
35	AL Cas	-	-	02 13 44.65	+70 08 42.90	12.30	B	B ...	-
36	CW Cas	-	-	00 45 52.69	+63 05 08.40	11.08	V	G8V	W
37	EY Cas	-	-	00 03 22.77	+57 44 53.10	13.90	V	-	-
38	V366 Cas	-	-	01 08 25.60	+58 44 16.60	12.00	B	G1..	-
39	V776 Cas	-	8821	01 53 23.43	+70 02 33.44	9.42	B	F0	A
40	V523 Cas	-	-	00 40 06.26	+50 14 15.53	10.87	V	K4V	-
41	V1107 Cas	-	-	01 23 14.59	+61 34 52.90	12.88	V	-	W
42	V1139 Cas	-	-	01 35 44.48	+55 41 13.10	13.20	V	-	-
43	RR Cen	124689	69779	14 16 57.22	-57 51 15.65	7.70	V	A9/F0V	-
44	V752 Cen	101799	57129	11 42 48.08	-35 48 57.51	9.30	V	F7/G0(V)	W
45	BE Cep	-	-	22 41 20.80	+58 36 30.82	12.05	V	-	-
46	GK Cep	205372	106226	21 30 59.15	+70 49 23.57	7.00	V	A0V	-
47	GW Cep	-	-	01 45 58.58	+80 04 55.32	11.21	V	G3	W
48	EM Cep	208392	108073	21 53 48.10	+62 36 51.94	7.03	V	B1Vn	-
49	VW Cep	197433	101750	20 37 21.54	+75 36 01.46	7.38	V	G8V+K0V	-
50	WZ Cep	-	-	23 22 24.21	+72 54 56.70	11.22	V	F5	-
51	CT Cet	6956	5452	01 09 45.77	-20 12 59.40	9.34	V	G8/K0V	-
52	TW Cet	-	8447	01 48 54.14	-20 53 34.60	10.70	V	G5+G8	-

Ek Çizelge 1'in devamı

No	Sistem	HD	HIP	α (2000)	δ (2000)	$m_{\max}$ [kadir]	Filtre	Sp	W/A
53	VY Cet	-	-	01 49 33.69	-19 37 29.29	11.15	V	-	-
54	AQ Com	-	-	12 42 42.69	+21 52 17.50	15.20	B	-	-
55	CC Com	-	-	12 12 06.02	+22 31 58.69	11.42	V	K4/5V	-
56	KR Com	115955	65069	13 20 15.77	+17 45 56.98	7.20	V	F5	-
57	MR Com	-	-	13 14 24.18	+27 11 32.33	12.36	V	-	W
58	RW Com	-	61243	12 33 00.28	+26 42 58.37	11.25	V	G8e	W
59	RZ Com	-	61414	12 35 05.05	+23 20 14.02	10.57	V	G0Vn	A
60	CV Cyg	-	-	19 54 20.90	+38 02 49.99	10.99	V	F8III	-
61	DK Cyg	-	106574	21 35 02.66	+34 35 45.40	10.56	V	A6V	W
62	V401 Cyg	-	95816	19 29 20.27	+30 24 28.50	10.70	V	F0	-
63	V700 Cyg	-	-	20 31 05.25	+38 47 00.64	11.01	V	G2V	W
64	V1918 Cyg	-	-	19 26 08.65	+52 26 47.46	10.76	V	-	A
65	V2150 Cyg	202924	105162	21 18 10.88	+30 35 21.59	8.11	V	A0	-
66	V2540 Cyg	-	-	20 23 37.87	+46 55 51.74	12.07	V	-	-
67	BV Dra	135421	74370	15 11 50.35	+61 51 25.24	8.04	V	F9V+F8V	-
68	BX Dra	-	78891	16 06 17.37	+62 45 46.10	10.62	V	A3	A
69	EF Dra	-	-	18 05 30.48	+69 45 15.70	10.81	V	F8/9V	A
70	FU Dra	-	76272	15 34 45.20	+62 16 44.27	10.48	V	F8V	W
71	BL Eri	-	-	04 11 48.18	-11 47 26.52	11.42	V	B5	-
72	CT Eri	-	20943	04 29 27.79	-33 34 34.33	10.28	V	F0	-
73	UX Eri		14699	03 09 52.74	-06 53 33.56	10.63	V	F9V	W
74	YY Eri	26609	19610	04 12 08.84	-10 28 09.96	8.41	V	G3/K0+(F/G)	-
75	KV Gem	-	-	06 50 07.71	+24 35 12.7	14	B	-	-
76	QW Gem	264672	32845	06 50 46.06	+29 27 11.34	10.78	v	G0	-
77	AK Her	155937	84293	17 13 57.82	+16 21 00.60	9.04	B	F8Vv	A
78	V728 Her	-	-	17 18 04.30	+41 50 38.72	10.61	V	F3	W
79	V829 Her	-	-	16 55 47.87	+35 10 57.59	10.27	V	G2V	W

Ek Çizelge 1'in devamı

No	Sistem	HD	HIP	α (2000)	δ (2000)	$m_{\max}$ [kadir]	Filtre	Sp	W/A
80	V842 Her	-	-	16 06 02.21	+50 11 13.09	9.97	V	G2	W
81	V899 Her	149684	81191	16 35 01.95	+33 12 47.76	7.88	V	F8	-
82	V1104 Her	-	-	18 09 47.63	+49 02 54.96	13.51	V	-	W
83	DF Hya	-	-	08 55 02.24	+06 05 37.68	10.80	V	G0	-
84	EZ Hya	-	-	09 26 41.05	-13 45 06.40	10.56	V	G2	W
85	FG Hya	-	41437	08 27 03.94	+03 30 52.33	10.04	V	G0	-
86	FO Hya	-	-	09 59 43.28	-19 07 56.21	11.05	V	-	-
87	WY Hya	-	-	08 14 10.93	+00 29 43.52	10.61	V	A6 ...	-
88	CN Hyi	17653	12884	02 45 36.97	-71 14 09.42	6.66	V	F6V	-
89	LU Lac	-	-	22 21 41.80	+51 22 03.00	14.60	B	-	W
90	PP Lac	-	-	22 42 38.66	+53 25 02.77	11.85	V	-	W
91	SW Lac	216598	113052	22 53 41.65	+37 56 18.63	8.51	V	K0Vv	-
92	AM Leo	-	53937	11 02 10.88	+09 53 42.67	9.33	V	F8Vn	W
93	AP Leo	-	54188	11 05 05.02	+05 09 06.41	9.57	V	F8V	-
94	CE Leo	-	-	11 44 24.23	+23 21 22.86	11.90	V	K	W
95	ET Leo	91386	51677	10 33 25.78	+17 34 27.41	9.55	V	G5	-
96	XY Leo	-	49136	10 01 40.42	+17 24 32.71	9.68	V	K0V	W
97	RT LMi	-	-	09 49 48.32	+34 27 15.44	11.35	V	F7V	-
98	VW LMi	95660	54003	11 02 51.90	+30 24 54.70	8.06	V	F5V	A
99	VZ Lib	-	76050	15 31 51.75	-15 41 10.18	10.27	V	F5	-
100	NY Lyr	-	-	19 16 36.87	+34 23 40.30	12.02	V	-	-
101	PY Lyr	-	-	19 20 25.99	+28 56 43.8	12.50	B	-	-
102	V649 Lyr	-	-	18 24 26.94	+45 39 01.30	14.51	V	K:	W
103	DD Mon	292319	-	06 45 57.83	-00 17 31.94	10.69	V	F6V	-
104	V396 Mon	-	-	06 38 36.48	+03 36 17.1	12.60	B	-	W
105	V524 Mon	-	-	06 59 01.19	+02 12 51.5	14.40	B	-	W
106	V753 Mon	54975	34684	07 10 57.85	-03 52 43.18	8.27	V	A8V	-

Ek Çizelge 1'in devamı

No	Sistem	HD	HIP	α (2000)	δ (2000)	$m_{\max}$ [kadir]	Filtre	Sp	W/A
107	TV Mus	-	310730	11 39 57.76	-64 48 59.29	10.75	V	F2	W
108	V502 Oph	150484	81703	16 41 20.86	+00 30 27.37	8.50	V	G2V+F9V	W
109	V508 Oph	-	88028	17 58 48.61	+13 29 46.27	10.65	V	G5	-
110	V566 Oph	163611	87860	17 56 52.41	+04 59 15.32	7.58	V	F5V	-
111	V839 Oph	166231	88946	18 09 21.26	+09 09 03.62	9.03	V	F8V	-
112	V2388 Oph	163151	87655	17 54 14.16	+11 07 50.00	6.26	V	F5Vn	A
113	ER Ori	-	24156	05 11 14.50	-08 33 24.69	9.46	V	G1V	W
114	FZ Ori	288166	-	05 41 21.00	+02 36 22.97	10.53	V	G0	W
115	BB Peg	-	110493	22 22 56.88	+16 19 27.83	11.17	V	F8V	-
116	BX Peg	-	-	21 38 49.39	+26 41 34.23	10.89	V	G4.5	W
117	U Peg	-	118149	23 57 58.47	+15 57 10.07	9.63	V	G2V	W
118	V432 Per	-	-	03 06 51.69	+42 40 48.50	11.19	V	-	-
119	V873 Per	-	-	02 47 08.20	+41 22 31.92	11.04	V	G0	W
120	VW Pic	32278	23196	04 59 29.66	-49 27 29.16	8.00	B	F3V	-
121	DZ Psc	-	-	00 36 27.94	+21 32 14.44	11.08	V	F7V	A
122	EM Psc	-	-	01 18 48.51	+13 21 07.70	13.33	V	-	-
123	VZ Psc	115819	-	23 27 48.39	+04 51 23.97	10.27	V	K4/5V	-
124	V701 Sco	85985	317844	17 34 24.51	-32 30 15.98	8.97	V	B5	-
125	V1055 Sco	148121	80603	16 27 26.18	-37 28 37.28	8.63	V	G2V	-
126	AU Ser	-	-	15 56 49.47	+22 16 01.59	11.04	V	G4V	-
127	Y Sex	87079	49217	10 02 47.95	+01 05 40.33	9.95	V	F3/5V	A
128	AH Tau	-	-	03 47 11.96	+25 06 59.39	11.07	V	G1p	A
129	EQ Tau	-	-	03 48 13.43	+22 18 50.93	11.18	V	G1	-
130	RZ Tau	285892	21467	04 36 37.66	+18 45 17.79	10.19	V	F5	A
131	V781 Tau	248087	27562	05 50 13.12	+26 57 43.36	8.67	V	G0	W
132	V1123 Tau	-	-	03 34 58.53	+17 42 38.17	10.14	V	G0V	-
133	V1128 Tau	-	17878	03 49 27.77	+12 54 43.83	9.64	V	G0	W

Ek Çizelge 1'in devamı

No	Sistem	HD	HIP	$\alpha(2000)$	$\delta(2000)$	$m_{\max}$ [kadir]	Filtre	Sp	W / A
134	QW Tel	168292	90026	18 22 09.90	-55 33 51.11	8.02	V	F8/G0	-
135	AA UMa	-	-	09 46 59.29	+45 45 56.30	10.88	V	G0	W
136	AW UMa	99946	56109	11 30 04.31	+29 57 52.68	6.92	V	F0	-
137	BM UMa	-	-	11 11 20.48	+46 25 47.40	13.8	B	K0V	W
138	II UMa	1092247	61237	12 32 54.84	+54 47 42.90	8.30	V	F2	A
139	TY UMa	-	-	12 09 02.49	+56 01 54.04	11.59	V	F8+F0	-
140	W UMa	83950	47727	09 43 45.46	+55 57 09.07	7.75	V	F8V	-
141	AG Vir	104350	58605	12 01 03.50	+13 00 30.01	8.52	V	A7V	-
142	AH Vir	106400	59683	12 14 20.99	+11 49 09.38	9.33	V	G8V	-
143	GR Vir	129903	72138	14 45 20.26	-06 44 04.12	8.00	V	G2/3V	-
144	HT Vir	119931	67186	13 46 06.76	+05 06 56.16	7.16	V	G0	A
145	LM Vir	114846	-	13 13 26.94	-18 49 32.46	6.78	V	A0V	-
146	LV Vir	117780	66078	13 32 46.13	+17 45 32.67	8.51	V	F6V	-
147	PY Vir	-	-	13 10 32.22	-04 09 32.58	9.84	V	K2V	W
148	BI Vul	-	-	21 22 48.03	+27 01 39.90	14.15	B	-	W
149	ER Vul	200391	103833	21 02 25.90	+27 48 26.43	7.37	V	G0V+G5V	-
150	NO Vul	-	-	19 34 37.99	+20 37 14.28	12.83	V	-	-

Ek Çizelge 2. Bileşenlerin mutlak parametreleri

No	Sistem	$M_1 [M_\odot]$	$M_2 [M_\odot]$	$R_1 [R_\odot]$	$R_2 [R_\odot]$	$T_1 (K)$	$T_2 (K)$	$\log g_1$ (cgs)	$\log g_2$ (cgs)	Kaynak
1	AB And	0.579(13)	1.034(24)	0.822(23)	1.151(30)	-	-	-	-	2014NewA...30...64L
2	EP And	0.50	1.30	0.89	1.35	6387(2)	6360	4.24	4.29	2013AJ....145..100L
3	GZ And	1.25(4)	0.65(1)	1.06(1)	0.78(1)	5021(3)	5260	-	-	2003A&A...401..631Y
4	LO And	1.468(48)	0.447(22)	1.40(84)	0.84(1)	6650(200)	6690(200)	4.32(1)	4.24(1)	2015IBVS.6134....1N
5	HV Aqr	1.355	0.197	1.448	0.648	6460	6669	-	-	2013NewA...21...46L
6	OO Aql	1.05(2)	0.89(2)	1.38(2)	1.28(2)	5700	5472(55)	-	-	2013AJ....145..127I
7	V417 Aql	0.53	1.45	0.84	1.31	6111	5900	4.32	4.36	2004JASS...21...73L
8	V802 Aql	0.92	0.13	-	-	5000	5128(49)	-	-	2008PASJ...60..803Y
9	V803 Aql	0.79	0.79	0.77	0.77	4594	4600	-	-	1996A&A...311..523M
10	BO Ari	0.995(36)	0.189(7)	1.090(13)	0.515(10)	5940	5908(6)	4.361(19)	4.291(23)	2015NewA...39....9G
11	SS Ari	1.21(2)	0.40(1)	1.34(1)	0.81(1)	5900(200)	6350(200)	4.26(1)	4.23(2)	1992MNRAS.254..568R
12	V410 Aur	1.14	0.18	1.33	0.62	5942	5952(13)	-	-	2007ASPC..362...82O
13	V599 Aur	0.6	1.0	-	-	5860	5360	-	-	2010PASJ...62...81L
14	AC Boo	0.36(3)	1.20(5)	0.69(1)	1.19(1)	6250	6241(6)	4.32(4)	4.36(4)	2010IBVS.5951....1N
15	AR Boo	0.35	0.9	0.65	1.00	5398(14)	5100	4.36	4.39	2009AJ....138..478L
16	CK Boo	1.42	0.15	1.48	0.59	6200	6291	-	-	2005ApJ...629.1055Y
17	FI Boo	0.40(5)	1.07(5)	0.85(7)	1.28(7)	5746(33)	5420(56)	-	-	2013AJ....146..157C
18	GN Boo	1.065	0.32	1.056	0.631	6250	5628(6)	-	-	2015NewA...39....1B
19	HH Boo	0.627(27)	1.068(45)	0.782(11)	0.997(20)	5680	5386(4)	4.449(22)	4.469(25)	2015NewA...41...26G
20	TU Boo	0.97	0.48	1.05	0.78	5800	5737(4)	-	-	2007PASP...119.1099L
21	TY Boo	0.53(2)	1.19(5)	0.73(3)	1.06(4)	5732	5483(2)	-	-	2015RAA....15..501E
22	TZ Boo	0.99(3)	0.21(1)	1.08(5)	0.56(2)	5890	5873(10)	-	-	2011AJ....142...99C
23	44i Boo	0.861(8)	0.419(11)	-	-	5174(10)	-	-	-	2001OAP....14...74P
24	AO Cam	1.119(7)	0.486(5)	1.092(5)	0.732(4)	5900	5887(4)	-	-	2010AJ....139..195Y
25	LR Cam	0.9	0.27	1.27	0.73	5500	5198(4)	-	-	2010PASJ...62.1045Y
26	AD Cnc	0.90	0.24	0.96	0.55	5164	4609(11)	-	-	2002ChJAA...2..369Y

Ek Çizelge 2'nin devamı

No	Sistem	$M_1 [M_\odot]$	$M_2 [M_\odot]$	$R_1 [R_\odot]$	$R_2 [R_\odot]$	$T_1 (K)$	$T_2 (K)$	$\log g_1 (cgs)$	$\log g_2 (cgs)$	Kaynak
27	AH Cnc	1.22(7)	0.20(2)	1.37(7)	0.66(3)	6300	6330(20)	4.25	4.09	2006ASPC...349..375Y
28	EH Cnc	-	1.44	-	-	6820	6666(5)	-	-	2011PASP..123.1138.
29	TX Cnc	1.35(2)	0.61(1)	1.27(4)	1.26(7)	6537(9)	6250	-	-	2009AJ....138..680Z
30	BI CVn	0.66(1)	1.61(1)	0.96(1)	1.40(1)	6170(5)	6093	4.300(2)	4.350(2)	2014NewA...29...57N
31	DF CVn	0.91	0.32	1.03	0.64	5337	4902(2)	-	-	2005AN....326..338A
32	RV CVn	-	-	-	-	6100	5564(75)	-	-	2014AJ....147..130Z
33	UZ CMi	1.2	0.54	-	-	6250	6168(5)	-	-	2013AJ....145...91Q
34	AL Cas	1.33	0.81	-	-	6400	6316(32)	-	-	2014AJ....148...79Q
35	BS Cas	-	-	-	-	5637(12)	6100	-	-	2008AJ....136..594Y
36	CW Cas	-	1.22	-	-	5309	4950(5)	4.5	4.5	2014AJ....148...95W
37	EY Cas	-	-	-	-	-	6700	-	-	2008IBVS.5812....1Z
38	V366 Cas	1.19	0.5	-	-	5860	5907(6)	-	-	2013NewA...19...27Y
39	V523 Cas	0.74(1)	0.38(1)	0.77(1)	0.59(1)	5726	4125	-	-	2016NewA...44...78M
40	V776 Cas	1.71	0.25	1.77	0.81	7047	7004(39)	3.848	3.845	2007ASPC...362...82O
41	V1107 Cas	-	-	-	-	5721(9)	5270	-	-	2016PASP..128d4201Y
42	V1139 Cas	-	-	0,76	0,94	6250	5933(4)	-	-	2015NewA...34..217L
43	RR Cen	1.82(26)	0.38(6)	2.10(1)	1.05(3)	6912	6891(13)	-	-	2005PASJ...57..983Y
44	V752 Cen	0.4	1.302	0.754	1.28	6221(81)	5955(77)	-	-	1993ApJ...407..237B
45	BE Cep	0.86	0.37	-	-	5310	-	-	-	2012NewA...17..347D
46	GK Cep	2.7	2.5	-	-	-	-	-	-	2014arXiv1404.3124L
47	GW Cep	1.06	0.39	1.05	0.67	5800	6113	-	-	1996A&A...311..523M
48	EM Cep	-	-	-	-	26500	26500	-	-	Tannöver ve Demircan (2008)
49	VW Cep	0.838	0.28	0.93	0.58	4970	4650	4.43	4.36	2014arXiv1402.2933E
50	WZ Cep	1.33(8)	0.43(3)	1.29(1)	0.77(1)	-	-	-	-	2011JASS...28..163J
51	CT Cet	-	-	-	-	-	-	-	-	
52	TW Cet	0.68	1.28	0.357	0.256	-	-	-	-	1959ApJ...130..774A

Ek Çizelge 2'nin devamı

No	Sistemin Adı	$M_1 [M_\odot]$	$M_2 [M_\odot]$	$R_1 [R_\odot]$	$R_2 [R_\odot]$	$T_1 (K)$	$T_2 (K)$	$\log g_1 (cgs)$	$\log g_2 (cgs)$	Kaynak
53	VY Cet	1.02	0.68	-	-	-	-	-	-	2014arXiv1404.3124L
54	AQ Com	-	0.85	-	-	5300	4911(15)	-	-	2014NewA...32...31L
55	CC Com	0.717(14)	0.377(8)	0.708(12)	0.530(10)	4300	4200(60)	4.59	4.57	2011AN....332..626K
56	KR Com	1.42	0.129	-	-	5549(244)	6072(270)	-	-	2010A&A...519A..78Z
57	MR Com	0.36	1.4	-	-	-	6457(10)	-	-	2013AJ....146...38Q
58	RW Com	0.38(2)	0.80(2)	0.30(1)	0.42(1)	4900	4720(20)	4.54(3)	4.57(3)	2011A&A...525A..66D
59	RZ Com	1.108	0.45	1.122	0.71	5500	5564	-	-	2000A&A...361..226L
60	CV Cyg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	DK Cyg	1.82(7)	0.56(2)	1.74(3)	1.05(2)	7500(200)	7011(200)	4.22(2)	4.14(2)	2015AJ....149..194L
62	V401 Cyg	1.68	0.49	-	-	-	-	-	-	2013AJ....146...28Z
63	V700 Cyg	0.6	0.92	0.86	1.04	5770	5396(9)	-	-	1997A&AS..124..291N
64	V1918 Cyg	1.52	0.4	1.52	0.87	7060	6924(5)	-	-	2013AJ....145...60Y
65	V2150 Cyg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	V2540 Cyg	1.024	0.478	1.06	-	5865	4369(46)	-	-	2010NewA...15..653Z
67	BV Dra	1.04(2)	0.43(1)	1.12(1)	0.76(1)	-	-	-	-	2009AJ....137..236Y
68	BX Dra	2.08(10)	0.60(4)	2.13(5)	1.28(3)	6980	6979(2)	4.10(3)	4.00(3)	2013PASJ...65....1P
69	EF Dra	1.815(32)	0.290(26)	1.702(2)	0.777(2)	6250	6186(7)	-	-	2012RAA....12..419Y
70	FU Dra	0.28	1.117	0.6000	1.104	6100	5823	-	-	2012PASJ...64...48L
71	BL Eri	0.61(11)	0.33(10)	1.03(9)	0.75(7)	-	-	-	-	2009SASS...28....5S
72	CT Eri	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	UX Eri	0.54(17)	1.45(44)	0.91(11)	1.45(18)	6100	5984(26)	-	-	2007AJ....134.1769Q
74	YY Eri	0.62	1.54	0.77	1.2	5600	5362	-	-	1986A&A...159..142N
75	KV Gem	0.98	2.74	-	-	6000	5672	-	-	2014NewA...27...81Z
76	QW Gem	1.3(2)	0.44(6)	1.24(5)	0.76(4)	6200	6370(20)	4.4(2)	4.3(3)	2013SerAJ.186...47C
77	AK Her	1.86(1)	0.48(1)	1.66(1)	0.96(1)	6358.0(40)	5848.0(10)	-	-	2010NewA...15..339S
78	V728 Her	1.8(1)	0.28(8)	1.87(4)	0.82(6)	6600	6743(27)	-	-	2016NewA...46...73E

Ek Çizelge 2'nin devamı

No	Sistem	$M_1 [M_\odot]$	$M_2 [M_\odot]$	$R_1 [R_\odot]$	$R_2 [R_\odot]$	$T_1 (K)$	$T_2 (K)$	$\log g_1 \text{ (cgs)}$	$\log g_2 \text{ (cgs)}$	Kaynak
79	V829 Her	1.31(3)	0.57(3)	1.21(1)	0.84(1)	5900	5758(15)	4.39(1)	4.35(2)	2007ASPC...370..237O
80	V842 Her	0.38(1)	1.45(1)	0.81(1)	1.47(1)	6020	5723(10)	4.20(1)	4.26(1)	2009NewA...14..321E
81	V899 Her	2.10(15)	1.19(8)	1.57(14)	1.22(14)	5700	5677	4.371(13)	4.342(18)	2002A&A...387..240O
82	V1104 Her	0.46	0.74	-	-	4050	3902	-	-	2015AJ....149..148L
83	DF Hya	0.49	1.22	0.74	1.14	5980	5676(5)	-	-	1990AcASn...31..237L
84	EZ Hya	1.37(12)	0.35(3)	1.54(32)	0.85(18)	5721(9)	6100	-	-	2004PASP...116..826Y
85	FG Hya	1.444(25)	0.161(7)	1.405(9)	0.591(8)	5900	6012(13)	-	-	2005MNRAS.356..765Q
86	FO Hya	1.31(7)	0.31(11)	1.62(3)	0.91(2)	7000	5213.1(1)	4.14(7)	4.01(1.25)	2013NewA...20...52P
87	WY Hya	1.92	1.86	-	-	8000	7994(5)	-	-	2011NewA...16..265Y
88	CN Hyi	1.37(6)	0.25(2)	1.60(2)	0.77(3)	6500(200)	6360(260)	4.17(1)	4.06(2)	2009NewA...14..461O
89	LU Lac	-	-	-	-	5310	4899(7)	-	-	2014NewA...31...65L
90	PP Lac	1.18	0.51	-	-	5480	5202(3)	-	-	2005NewA...11...52Q
91	SW Lac	1.22	0.978	1.12	1.02	5379(7)	5521(7)	-	-	2014arXiv1402.2929E
92	AM Leo	0.54(7)	1.23(8)	0.85(7)	1.22(9)	6273(70)	5942(80)	-	-	2016AstBu...71...64G
93	AP Leo	1.460(42)	0.434(17)	1.477(45)	0.817(25)	6150	6250(25)	-	-	2003A&A...412..465K
94	CE Leo	0.94	0.47	0.94	0.68	-	-	-	-	2002A&A...384..908Q
95	ET Leo	-	-	-	-	6500	6107(87)	-	-	2004ASPC...318..189T
96	XY Leo	0.82(2)	0.50(1)	0.85(2)	0.68(2)	4850	4524(14)	-	-	2003A&A...401.1095Y
97	RT LMi	1.29(17)	0.49(6)	1.28(5)	0.84(3)	6400	6513(10)	-	-	2008PASJ...60...77Q
98	VW LMi	1.67(2)	0.70(2)	1.709(7)	1.208(6)	6700	6792(8)	-	-	2007Ap&SS.312..151S
99	VZ Lib	1.480(68)	0.378(34)	1.335(22)	0.692(12)	5920	6030(21)	-	-	2004AcA....54..299Z
100	NY Lyr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101	PY Lyr	-	-	-	-	6980	7042	-	-	2009NewA...14..121Z
102	V649 Lyr	0.28	0.8	-	-	4830	4581(5)	-	-	2012AJ....144..178L
103	DD Mon	1.94(9)	1.12(6)	1.62(3)	1.37(3)	6250	5202(4)	-	-	2010ASPC...435..351G
104	V396 Mon	1.20	0.47	1.17	0.75	5922(14)	6210	-	-	2001AJ....122..425Y

Ek Çizelge 2'nin devamı

No	Sistem	$M_1[M_\odot]$	$M_2[M_\odot]$	$R_1[R_\odot]$	$R_2[R_\odot]$	$T_1(K)$	$T_2(K)$	$\log g_1$ (cgs)	$\log g_2$ (cgs)	Kaynak
105	V524 Mon	0.5	1.1	1.25	1.35	-	-	-	-	2005A&A...429..625D
106	V753 Mon	1.528(20)	1.482(20)	1.592(6)	1.738(7)	7500	7620(20)	-	-	2004AcA....54..299Z
107	TV Mus	1.35	0.22	1.70	0.83	5980	5808(40)	-	-	2005AJ....130..224Q
108	V502 Oph	1.448(70)	0.485(36)	0.915(191)	1.495(180)	5861	5769(56)	4.20	4.25	(Selam ve ark., 2009)
109	V508 Oph	1.01	0.52	1.07	0.8	6000	5830	-	-	2005ApJ...629.1055Y
110	V566 Oph	1.41(18)	0.34(8)	1.45(7)	0.77(4)	7000(100)	6902(100)	4.26(10)	4.19(10)	2006IBVS.5726....1D
111	V839 Oph	1.572(31)	0.462(17)	1.528(10)	0.874(06)	6250	6349(25)	-	-	2006AcA....56..127G
112	V2388 Oph	1.80(2)	0.34(1)	2.60(2)	1.30(1)	6900	6349(23)	0.0386	0.0374	2004A&A...417..725Y
113	ER Ori	1.53	0.98	1.39	1.14	6200	6314(66)	-	-	1994A&A...289..827G
114	FZ Ori	1.17	1.0	1.16	1.08	5940	5983(16)	-	-	2014Ap&SS.353..575P
115	BB Peg	1.42(4)	0.53(2)	1.29(2)	0.83(2)	6250	5905(45)	4.37	4.33	2007AJ....134..642K
116	BX Peg	0.96(59)	0.356(22)	0.9466(41)	0.6081(14)	5520	5978(18)	-	-	2013JAVSO..41..227A
117	U Peg	1.149(9)	0.379(2)	1.224(3)	0.744(2)	5860	5785(7)	0.0432	0.0427	2002CoSka..32...79P
118	V432 Per	1.12	0.42	1.22	0.78	6692(6)	5800	4.31	4.28	2008AJ....135.1523L
119	V873 Per	-	-	-	-	5150	4965(19)	-	-	2015NewA...41...42B
120	VW Pic	-	-	-	-	-	-	-	-	-
121	DZ Psc	1.352(57)	0.183(24)	1.469(21)	0.617(9)	6210	6187(12)	-	-	2005AcA....55..123G
122	EM Psc	-	-	-	-	5300	4987(13)	-	-	2008AJ....136.1940Q
123	VZ Psc	0.81(5)	0.65(4)	0.78(2)	0.70(2)	-	4840(120)	-	-	1995ApJ...455..300H
124	V701 Sco	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	V1055 Sco	-	-	-	-	5850	5632(26)	-	-	2015AcA....65..151Z
126	AU Ser	0.895	0.635	1.10	0.94	5495	5153(90)	4.31	4.29	2005NewA...10..653G
127	Y Sex	1.21	0.22	1.5	0.75	6210	6093(18)	-	-	2003NewA....8..465Y
128	AH Tau	1.04	0.52	1.05	0.77	5900	5887(4)	-	-	2010AJ....139..195Y
129	EQ Tau	1.22(3)	0.54(2)	1.14(1)	0.79(1)	5860(10)	5851(10)	-	-	2013MNRAS.430.2029Y
130	RZ Tau	1.57	0.58	1.51	1.00	-	-	-	-	2001MNRAS.328..914Q

Ek Çizelge 3. Üçüncü bileşene sahip W UMa sistemleri ve parametreleri

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	$M_3(i = 90^\circ)$ ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
1	AB And	2451534.2505	0.33189106	15.8	0.41	289.7	2434950.6	98.3	0.121	0.00095	2.54	-	2014NewA...30...64L
		-	-	5.5	0.15	3.6	246.8	-	0.065	0.00054	0.87	-	
2	EP And	2442638.52506	0.4041087955	13.92	0.480	170.7	2438864	44.62	0.00997	0.00378	($i'=83^\circ.3$) 0.25	0.2815	2013AJ....145..100L
		0.00023	0.0000000080		0.063	1.5	45	0.13	0.00036	0.00014	-	0.0027	
3	GZ And	2441976.6948	0.305018323	-	-	-	-	-	-	-	0.42	-	2006AJ....132..650D
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	LO And	2445071.0590	0.38043556	1.31	0.262	80.4	2446431	29.6	0.0075	0.00256	0.22	1.167	2015IBVS.6134....1N
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	HV Aqr	2448835.77422	0.374457	-	-	-	-	-	-	-	0.59	-	2006AJ....132..650D
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	OO Aql	2452500.2762	0.50678967	-	0.29	0	2432703	59.71	0.0261	0.0296	0.57	-0.4115	Bu çalışma
		0.0016	0.00000007	-	0.02	3.3	269	0.44	0.0002	-	-	-	
7	V417 Aql	2449546.5096	0.37031273	2.25	-	-	-	42.4	0.0130	0.0064	0.31	-0.279	2003A&A...400..649Q
		0.0012	0.00000019	0.23	-	-	-	-	0.0013	0.0019	0.06	0.028	
8	V802 Aql	2453614.0973	0.2677087	2.27	-	0.312	-	8.43	0.0196	-	1.6	-	2008PASJ...60..803Y
		0.0031	0.00000008	-	-	-	-	0.34	0.0028	-	-	-	
9	V803 Aql	2447684.7850	0.2634232	-	0.000	-	-	74.6	0.0336	0.0353	0.52	-	2009NewA...14..121Z
		0.0030	0.00000001	-	0.110	-	-	3.1	0.0023	0.0004	0.02	-	
10	BO Ari	2455877.1405	0.3181932	-	0.24	43.0	2456373.2	5.54	0.0011	-	-	-1.52	2016NewA...44...12K
		0.0006	0.00000002	-	0.06	3.7	78.6	0.27	-	-	-	0.12	
11	SS Ari	2444469.4999	0.40598942	1.93	0	0	-	37.75	0.0112	0.0051172	0.271	-2.24	2009Ap&SS.321...19L
		0.0016	0.00000020	-	-	-	-	-	0.0012	-	-	0.10	
12	V410 Aur	2448500.176	0.36635650	-	-	-	-	-	-	-	0.97	-	2006AJ....132..650D
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	V599 Aur	2453686.4428	0.31653708	2.00	-	-	-	1.92	0.0030	0.0381	0.562	-	2010PASJ...62...81L
		0.0004	0.00000061	0.02	-	-	-	-	0.0013	-	0.007	-	
14	AC Boo	2445117.781	0.3524321	-	0.35	348	2453710	72.4	0.047	0.10	-	1.28	2015IBVS.6142....1N
		0.001	0.00000002	-	0.05	11	2154	2.5	0.004	0.02	-	0.11	
15	AR Boo	2450182.47724	0.344874257	-	0.59	280	2446142	7.573	0.00149	0.000304	0.081	0.1264	2009AJ....138..478L
		0.00028	0.000000032	-	0.28	18	97	0.099	0.00038	0.000079	-	0.0027	

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12} \sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	$M_3(i = 90^\circ)$ ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
16	CK Boo	2452537.5904	0.35515269	2.82	0.27	295.3	2447200	25.6	0.0016	0.034	0.53	0.373	Bu çalışma
		0.0049	0.00000002	0.11	0.07	15.05	391	0.8	0.0006	-	-	-	
17	FI Boo	2451718.3963817	0.38999741	-	0.797	267.4	2444926.17	5.83	0.003	0.0054	0.25	-	2013AJ....146..157C
		0.0021410	0.00000025	-	0.004	142.2	1030.76	0.65	0.001	0.0003	-	-	
18	GN Boo	2451996.4156	0.30160220	-	-	-	-	9.89	0.0042	0.0039	0.19	-	2013AJ....145...60Y
		0.0002	0.00000003	-	-	-	-	0.17	0.0008	0.0008	0.01	-	
19	HH Boo	2456091.38700	0.318666208	-	0	0	243122.9288	7.3921971	0.002227	0.00111121	0.18	-0.0042	2015NewA...41...26G
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	TU Boo	2445055.5971	0.324284125	-	0.48	149	2447562	54.5	0.0177	0.0126	0.34	-0.329	2007PASP...119.1099L
		0.0003	0.000000008	-	0.27	16	743	7.9	-	-	-	0.031	
21	TY Boo	2437378.4099	0.31714863	-	0.220	158.5	2435934	58.9	0.0254	0.0263	0.52	-0.157	2012AJ....144..149C
		0.0021	0.00000023	-	0.095	14.4	589	4.4	0.0049	0.0001	-	0.23	
22	TZ Boo	2437378.4186	0.29716088	-	0.417	308.9	2450428	31.61	0.0315	0.1823	0.79	-0.0883	Bu çalışma
		0.0017	0.00000004	-	0.132	18.8	563	-	0.0001	0.0002	-	-	
23	44i Boo	2450945.4910	0.26781565	-	0.55	45	-	206	-	-	1.42	0.221	2001OAP....14...74P
		0.0005	0.00000003	-	-	-	-	2	-	-	0.16	0.005	
24	AO Cam	2445745.6394	0.329905519	4.32	-	-	-	7.63	0.0019	0.000653	0.125	-0.567	2010AJ....139..195Y
		-	-	1.21	-	-	-	0.07	0.0003	0.000281	0.017	0.016	
25	LR Cam	2452500.0426	0.43414003	2.78	0.5599	0.1	-	5.34	0.0039	0.0108	0.28	0.387	2010PASJ...62.1045Y
		0.0001	0.00000003	0.14	0.0286	-	-	0.02	0.0001	0.0007	0.01	0.056	
26	AD Cnc	2452313.2592	0.28272910	4.3	-	-	-	6.6	0.0051	0.016	0.41	1.91	2007ApJ...671..811Q
		0.0082	0.00000057	1.1	-	-	-	-	0.0006	0.006	0.09	0.06	
27	AH Cnc	2451939.1411	0.3604412	4.6	-	-	-	7.75	0.0035	0.0037	0.20	1.97	2006AJ....131.3028Q
		-	-	1.9	-	-	-	-	0.0007	0.0022	0.07	0.07	
28	EH Cnc	2452500.2668	0.41803660	-	-	-	-	16.6	0.0032	0.000619	~ 0.2	-0.578	2011PASP...123.1138.
		0.0006	0.00000005	-	-	-	-	0.4	0.0003	0.000173	-	0.028	
29	TX Cnc	2434426.4740	0.38288113	0.48	0	-	-	26.6	0.0028	0.000156	0.086	0.208	2007PASJ...59..607L
		0.0001	0.00000001	0.10	-	-	-	-	0.0006	0.000009	0.018	0.022	
30	BI CVn	2444365.2410	0.384209854	3.22	0	4.67	245489	43.06	0.01863	0.01811	0.49	-0.4763	Bu çalışma
		0.0114	0.000000028	-	-	-	-	6.49	0.0022	0.008	1.15	-	

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
31	DF CVn	2450571.1994	0.3268956	-	-	-	-	17.2	0.0070	0.000816	0.23	-	2011NewA...16..173D
		-	-	-	-	-	-	0.9	0.0008	0.000262	0.02	-	
32	RV CVn	2444374.6415	0.26956736	-	0.413	131.5	2453523.1	53.1	0.0074	0.001	0.17	0.024	2014AJ...147..130Z
		0.0016	0.00000003	-	0.014	31.9	892.0	2.3	0.0009	0.001	0.07	0.001	
33	UZ CMi	2455943.20203	0.551363130	-	0.0	-	-	21.1	0.0026	0.00021	-	0.307	2013AJ...145..91Q
		0.00076	0.000000009	-	-	-	-	1.6	0.0004	0.00009	-	0.002	
34	AL Cas	2425303.55676	0.50055604	3.14	0.0	0.0057	-	86.6	0.0181	0.0041	0.29	-	2014AJ...148..79Q
		0.00029	0.00000008	2.6	-	-	-	1.5	0.0028	0.0008	0.05	-	
35	BS Cas	2427984.73950	0.44047629	-	-	0.032	2431354	13.24	0.0023	0.000176	0.11	-1.48	2008AJ...136..594Y
		-	-	-	-	0.001	-	0.57	0.0014	-	-	0.01	
36	CW Cas	2455827.3160	0.31886304	5.5	0.571	221.8	2456205.7	69.9	0.03196	0.0345	0.5708	-	2014AJ...148..95W
		-	-	0.5	0.067	5.7	456.3	3.2	0.00288	-	-	-	
37	EY Cas	2427961.8865	0.48199033	-	0.9	0	-	56.5	5.347	-	9.8	-	2010KPCB...26..269Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
38	V366 Cas	2435075.3756	0.72927177	7.6	0.324	0.08	2438920	16.7	0.0079	0.00917	0.42	4.87	2013NewA...19..27Y
		0.0009	0.00000006	0.7	0.027	0.21	137	0.4	0.0003	0.00138	0.02	0.02	
39	V523 Cas	2456178.2363	0.23369221	-	0.30	-37.24	-	80.58	0.0241	-	0.287	-	2016NewA...44...78M
		0.0058	0.00000006	-	0.03	1.14	-	0.68	0.0004	-	0.008	-	
40	V776 Cas	-	-	3.45	-	-	-	23.7	-	-	1.04	-	2016ApJ...817..133Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	
41	V1107 Cas	2453225.4431	0.27341193	-	0.226	0.06	2453496.1	7.23	0.0023	-	-	-	2016PASP..128d4201Y
		0.0004	0.00000005	-	0.072	0.44	51.9	0.14	0.0002	-	-	-	
42	V1139 Cas	24518767.3420	0.2971033	6.7	-	-	-	12.8	0.0064	0.00832	0.35	-1.49	2015NewA...34..217L
		0.0008	0.0000003	0.8	-	-	-	-	0.0004	0.00156	0.04	0.20	
43	RR Cen	2448216.4840	0.60569079	2.14	0	-	-	60,1	0.0124	0.00232	0.24	1.000	2005PASJ...57..983Y
		0.0007	0.00000005	0.14	-	-	-	0.4	0.0007	-	-	0.015	
44	V752 Cen	-	0.37	-	-	-	-	0.014	-	-	-	-	2009ASPC..404..199S
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
45	BE Cep	2428751.3157	0.42439453	-	-	-	-	59.26	0.0067	0.000444	~ 0.09	-0.281	2012NewA...17..347D
		-	-	-	-	-	-	0,52	0.0010	0.000199	-	0.018	

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
46	EM Cep	2440134.733	0.80618298	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
47	GK Cep	2438694.69719	0.9361642	-	0.45	181.4	2455140.816	19.91	0.0117	0.02994	1.0641	0.30960	2014arXiv1404.3124L
		0.00159	0.0000002	-	0.06	6.5	155.377	0.19	0.0004	0.00001	0.0003	0.00003	
48	GW Cep	2451799.49465	0.318831533	-	0.361	164.1	2449298	46.24	0.00951	0.00524	0.26	0.180	2010JASS...27...89K
		0.00023	0.000000022	-	0.035	3.1	50	0.55	0.00032	0.00014	-	0.045	
49	VW Cep	2437001.4327	0.278315349	-	0.633	239.28	2450390.6	29.79	0.0131	0.0154	0.74	-	2007AN....328..928Z
		0.0025	0.00000012	-	0.007	2.88	37.3	0.08	0.0004	0.0016	0.07	-	
50	WZ Cep	2449890.3371	0.41744325	-	0.544	143.8	2452780	41.30	0.0054	0.0061	0.295	-0.570	2011JASS...28..163J
		0.0003	0.00000004	-	0.025	2.6	142	0.64	-	0.0011	0.002	0.008	
51	CT Cet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
52	TW Cet	2442373.375	0.316851713	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
53	VY Cet	2440282.148	0.3408091	-	0.39	219.0	2430113.271	7.07	0.0082	0.0649	0.7250	0.19720	2014arXiv1404.3124L
		0.132	0.0000001	-	0.13	18.5	186.074	0.06	0.0005	0.0001	0.0009	-	
54	AQ Com	2456357.1567	0.28133036	0.28	0.0	-	-	8.5	0.00161	0	-	-	2014NewA...32...31L
		0.0022	0.00000004	0.06	-	-	-	0.6	0.00035	0	-	-	
55	CC Com	2442467.8313	0.22068597	0.49	-	-	-	23.6	0.0028	0.000214	0.066	0.059	2009AJ....137..236Y
		-	-	0.04	-	-	-	0.4	0.0003	0.000068	-	0.005	
56	KR Com	2453058.4640	0.40797003	3.563	0.9340	301.8	2442055.1	10.98	0.0171	0.3262	1.598	-	2010A&A...519A..78Z
		0.0021	0.00000239	1.027	0.0239	3.8	118.0	0.27	0.0019	0.0896	0.423	-	
57	MR Com	2452308.6719	0.41274633	5.3	0	-	-	10.1	0.0031	0.0015	-	-3.02	2013AJ....146...38Q
		0.0003	0.00000020	1.0	-	-	-	0.7	0.0004	0.0006	-	0.24	
58	RW Com	2419127.2290	0.23734990	-	-	-	2438000	13.3	0.0035	-	0.133	-0.197	2002A&A...384..908Q
		0.0033	0.00000010	-	-	-	-	-	0.0013	-	-	0.007	
59	RZ Com	2443967.9440	0.33850673	1.00	-	-	-	44.8	0.0058	0.00051	0.11	0.191	2005PASJ...57..977Q
		0.0005	0.00000003	0.09	-	-	-	0.7	0.0005	0.00013	0.02	0.009	
60	CV Cyg	2424454.3310	0.9834308	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	2001aocd.book.....K

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (derece)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
61	DK Cyg	2437999.58039	0.470690696	0.650	0.509	259	2422961	78.1	0.00374	0.0000451	0.065	0.6439	2015AJ....149..194L
		0.00025	0.000000018	0.046	0.049	7	1640	3.6	0.00026	0.0000038	-	0.0029	
62	V401 Cyg	2443835.2587	0.58272304	2.4	0.22	111.2	2454499.5	3.43	0.00454	0.041	0.64	1.20	2013AJ....146...28Z
		0.0025	0.00000005	0.5	0.14	40.7	138.9	0.02	0.00035	0.008	-	0.05	
63	V700 Cyg	2445207.5039	0.29063070	-	0.934	15	2446478	20.3	0.0037	0.0076	0.293	0.035	2012JASS...29..151K
		0.0039	0.00000015	-	0.095	11	8	0.2	0.0003	0.0021	-	0.016	
64	V1918 Cyg	2452500.266	0.4131769	-	-	-	-	27.6	0.0130	1.51	0.45	-2.44	2013AJ....145...60Y
		0.002	0.0000002	-	-	-	-	0.2	0.0008	0.28	0.03	0.11	
65	V2150 Cyg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
66	V2540 Cyg	2452795.8754	0.4050051	-	-	-	-	4.3	0.0038	0.016	0.38	-	2010NewA...15..653Z
		0.0007	0.0000004	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	
67	BV Dra	2453634.5196	0.35006684	0.50	-	-	-	23.8	0.0029	0.000224	0.084	0.139	2009AJ....137..236Y
		0.0005	0.00000004	0.09	-	-	-	0.6	0.0003	0.000076	-	0.01	
68	BX Dra	2449810.58844	0.579024741	-	0.350	61.8	2450417	30.2	0.00615	0.00138	0.23	4.476	2013PASJ...65....1P
		0.00036	0.000000046	-	0.940	3.8	140	1.2	0.00074	0.00017	-	0.056	
69	EF Dra	2452500.3086	0.42402945	-	0.49	80.58	24501665	17.20	0.0039	0.00104	-	3.16	2012RAA....12..419Y
		0.0002	0.00000003	-	0.02	1.19	65	0.18	0.0002	0.00016	-	0.04	
70	FU Dra	2455327.1808	0.30671838	4.54	-	-	-	7.8	0.0024	-	0.143	0.37	2012PASJ...64...48L
		0.0006	0.00000019	-	-	-	-	-	0.0004	-	-	0.12	
71	BL Eri	2444606.5849	0.41691599	-	-	-	-	20.8	0.0045	-	≥ 0.11	0.784	2005ASPC..335..245L
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
72	CT Eri	2444555.6744	0.63419538	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
73	UX Eri	2438700.7228	0.44528226	2.69	0.72	61.3	2441269	-	-	0.0094	0.38	-	2007AJ....134.1769Q
		-	-	0.28	0.2	16.2	693	-	-	0.0029	-	-	
74	YY Eri	241581.61940	0.32150	-	-	-	-	18.176	-	-	0.094	0.579	2013SASS...32..179S
		0.00034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.025	
75	KV Gem	2452273.4188	0.3585224	-	0.38	162.72	2454613.3	10.3	0.0029	0.0015	0.29	-1.9	2014NewA...27...81Z
		0.0002	0.0000001	-	0.03	4.58	53.9	0.2	0.0002	0.0003	-	0.2	

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
76	QW Gem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
77	AK Her	2422977.254	0.421152207	-	-	-	-	62.61	0.045	0.0015	0.204	-	2010NewA...15..339S
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
78	V728 Her	2446949.845	0.4712889	-	-	-	-	-	0.02	0.01	0.4	1.2438	2016NewA...46...73E
		0.002	0.0000001	-	-	-	-	-	0.01	0.04	-	0.0008	
79	V829 Her	2450585.4879	0.35815016	0.99	0.30	102	2453428	12.61	0.0057	0.0060	0.31	0.41	2007ASPC...370..237O
		0.0003	0.00000001	0.03	0.01	9	92	0.01	0.0002	0.0006	-	-	
80	V842 Her	2450177.4902	0.4190346	1.86	0.50	199	2453854	14.3	0.011	0.032	0.57	2.5	2009NewA...14..321E
		0.0006	0.0000002	0.09	0.06	7	76	0.3	0.001	0.005	0.03	0.3	
81	V899 Her	2448500.1354	0.42117138	2.0	-	-	-	3.7	0.0117	0.61	2.84	-	2006NewA...12...33Q
		0.0013	0.00000014	0.2	-	-	-	-	0.0012	0.19	0.71	-	
82	V1104 Her	2452526.4289	0.22787618	5.0	0	-	-	8.28	0.0125	0.00015	0.062	-0.089	2015AJ...149..148L
		0.0001	0.00000002	1.1	-	-	-	-	-	-	0.012	-	
83	DF Hya	2445021.531	0.3306022	-	0.162	165	2430920	86.3	0.054	0.114	0.84	-	2009NewA...14..121Z
		0.004	0.0000003	-	0.096	104	8000	14.2	0.009	0.003	0.02	-	
84	EZ Hya	2453055.2413	0.44974752	-	-	-	-	30.9	0.0185	0.0342	0.56	-	2004PASP...116..826Y
		0.0019	0.00000021	-	-	-	-	0.6	0.0012	0.0066	0.03	-	
85	FG Hya	2436968.7067	0.32783433	-	-	-	-	36.4	0.0289	0.095	0.82	-0.88	2005MNRAS.356..765Q
		-	-	-	-	-	-	-	-	0.044	0.28	0.12	
86	FO Hya	2455259.32959	0.469556	-	-	-	-	42.30	0.004	0.0002	0.10	0.371	2013NewA...20...52P
		0.00064	0.000003	-	-	-	-	-	-	-	-	0.039	
87	WY Hya	2440570.979	0.7160070	-	-	-	-	95.4	0.0087	0.0168	0.18	0.349	2011NewA...16..265Y
		-	-	-	-	-	-	4.2	0.0003	0.0055	-	0.036	
88	CN Hyi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
89	LU Lac	2456162.13749	0.29880186	2.17	0	-	-	51.92	0.0125	0.00377	0.192	-	2014NewA...31...65L
		0.00043	0.00000001	0.07	-	-	-	-	0.0004	0.00036	0.007	-	
90	PP Lac	2445595.4293	0.40116138	9.5	-	-	-	19.7	0.0058	0.0026	0.21	-	2005NewA...11...52Q
		0.0011	0.00000013	-	-	-	-	-	0.0016	-	-	-	

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
91	SW Lac	2438708.3234	0.3207183	2.84	0.329	206.9	2412529	27.01	-	-	-	-	2014MNRAS.439..878Y
		-	-	0.01	0.002	0.4	29	0.02	-	-	-	-	
92	AM Leo	2452397.3567	0.365797612	1.376	0.54	22	2436637	46.48	0.0068	0.0012	0.177	0.0343	Bu çalışma
		0.0015	0.000000038	0.662	0.25	31	1381	4.84	0.0033	-	-	-	
93	AP Leo	2439536.5441	0.43035823	0.85	-	-	-	22.4	0.0049	0.0012	0.17	-0.638	2007AJ....133..357Q
		0.0001	0.000000006	0.09	-	-	-	-	0.0005	0.0004	0.03	0.002	
94	CE Leo	2447679.683	0.30342695	2.87	0.372	0.08	2446590	39.7	0.0166	0.0151	0.37	0.68	2013NewA...19...27Y
		0.007	0.000000003	0.07	0.026	0.21	110	0.9	0.0004	0.0011	0.01	0.02	
95	ET Leo	2448499.957	0.346505	-	-	-	-	-	-	-	0.58	-	2006AJ....132..650D
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
96	XY Leo	235484.0238	0.284410242	4.240	0.07	53.43	2471777	19.55	0.0244	0.199864	1.03	0.0781	Bu çalışma
		0.0022	0.000000005	0.110	0.05	40.75	832	0.09	0.0006	0.000086	-	-	
97	RT LMi	2452249.3870	0.37491782	-	-	-	-	46.7	0.0049	0.00028	0.10	-	2008PASJ...60...77Q
		0.0004	0.000000003	-	-	-	-	0.6	0.0004	0.00009	0.02	-	
98	VW LMi	2452500.1497	0.47755106	1.785	0.035	108.86	2452274.54	0.02171	-	-	1.11	-	2008MNRAS.390..798P
		0.0002	0.000000003	0.011	0.003	5.15	0.11	-	-	-	-	-	
99	VZ Lib	2444788.5950	0.35825797	-	-	-	-	17.1	0.0200	0.142	1.09	-	2008NewA...13...98Q
		0.0006	0.000000005	-	-	-	-	-	-	0.023	0.13	-	
100	NY Lyr	2445196.4136	0.44079759	-	-	-	-	82.1	0.0247	-	-	0.801	2009PASA...26....7Q
		0.0010	0.000000024	-	-	-	-	-	-	-	-	0.047	
101	PY Lyr	2451663.563	0.3857645	-	0.138	0	2451360	52.5	0.0395	0.119	1.17	-	2009NewA...14..121Z
		0.005	0.00000002	-	0.115	34	1780	0.9	0.0023	0.004	0.04	-	
102	V649 Lyr	2454014.31700	0.29225601	2.93	-	-	-	7.39	0.00896	0.069	0.57	-	2012AJ....144..178L
		0.00099	0.000000009	0.82	-	-	-	-	0.00153	0.035	0.13	-	
103	DD Mon	2450100.2938	0.56801845	7.7	-	-	-	18.8	0.0039	0.00087	0.13	1.09	2009PASJ...61..333Q
		0.0004	0.000000001	1.7	-	-	-	0.7	0.0006	0.00021	0.02	0.03	
104	V396 Mon	2455153.3763	0.39634132	-	-	-	-	42.4	0.0160	-	0.31	-0.465	2011AJ....141...44L
		0.0053	0.000000038	-	-	-	-	-	-	-	-	0.059	
105	V524 Mon	2452641.74451	0.283616121	1.42	0.77	1.47	2455343	23.93	0.0082	0.0050	0.26	-0.215	2012PASJ...64...85H
		0.00085	0.000000054	0.16	0.13	0.36	176	0.32	0.0009	0.0016	-	0.018	

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
106	V753 Mon	2448500.2205 0.0011	0.67704303 0.00000034	0.40 0.09	- -	- -	- -	13.5 0.6	0.0023 0.0005	0.00035 0.00007	0.16 0.04	0.72 0.29	2013ApJS...207...22Q
107	TV Mus	2445089.3997 0.0012	0.44567549 0.00000003	- -	- -	- -	- -	29.1 -	0.0240 0.0022	0.085 -	0.80 -	-1.32 0.08	2005AJ...130..224Q
108	V502 Oph	2439639.9487 0.0004	0.45339280 0.00000012	- -	0.12 0.05	283.1 3.6	2448781 52	23.0 -	0.00365 0.00004	0.00048 -	0.12 -	-1.04 0.06	2006ChJAA...6..331L
109	V508 Oph	2455383.1889 0.0008	0.34479141 0.00000005	- -	- -	- -	- -	24.27 0.34	0.0036 0.0004	- -	0.10 -	-0.7088 0.0300	2015AJ....149...62X
110	V566 Oph	2442911.183 0.005	0.409646 0.000001	- -	0.6 0.2	2 14	- -	62.3 0.3	0.013 0.003	- -	0.29 0.05	- -	2010ASPC..424..204L
111	V839 Oph	2439313.4377 0.0117	0.408995833 0.00000043	0.72 0.17	0.07 0.05	56.95 135.67	2453930 1597	12.28 0.75	0.0041 0.0009	0.00257 -	0.24 -	1.5587 -	Bu çalışma
112	V2388 Oph	2452500.3842 0.0004	0.80229787 0.00000069	4.60 1.02	0.329 0.004	208.4 3.3	2454197.2 27.0	8.975 60	0.00102 0.00006	0.000078 0.000014	0.54 0.06	- -	2014AcA....64..125Z
113	ER Ori	2440127.5672 0.0017	0.423399556 0.000000007	4.35 0.24	0.49 0.07	0 7	2435961 473	52.48 1.28	0.0021 0.0012	0.029 -	0.63 -	0.5172 -	Bu çalışma
114	FZ Ori	450479.403 0.0012	0.39998594 0.00000016	4.35 0.33	0.524 0.146	198 11	2450835 596	48.14 1.94	0.0218 0.0017	0.0356 0.0001	0.64 -	0.3283 -	Bu çalışma
115	BB Peg	24430285.7655 0.0036	0.3615006 0.0000001	- -	0.56 0.3	69 9	2438540 793	27.9 2.0	- -	0.0010 0.0005	0.16 -	0.15 0.02	2007AJ...134..642K
116	BX Peg	24481784.5330 0.0003	0.2804220 0.00000044	- -	0.79 0.6	127.2 7.4	2425716.8 1226.1	57.8 3.4	0.0152 0.0012	0.0055 0.0013	0.25 0.04	- -	2015NewA...41...17L
117	U Peg	2436511.6698 0.0005	0.3747809 0.0000005	- -	0.38 0.05	112 9	2445935 569	0.085 -	- -	0.00105 20	0.14 -	- -	2005A&A...441.1087B
118	V432 Per	2448601.3757 0.0020	0.38330916 0.00000013	- -	0.459 0.141	180.9 17.7	2439151.2 781.3	52.36 2.54	0.0324 0.0022	0.092 0.001	0.81 0.01	- -	2014AJ...147..130Z
119	V873 Per	2455892.9201 0.0007	0.2949025 0.0000002	- -	0.19 0.09	58.2 4.3	2455730.6 107.3	4.04 0.31	0.0010 0.0002	- -	- -	-1.34 0.11	2015NewA...36...50K
120	VW Pic	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	2.3 -	- -	2009KPCB...25..115Z

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
121	DZ Psc	2452500.0905	0.36613159	5.3	-	-	-	11.89	0.0064	0.00979	0.33	3.71	2013AJ....146...35Y
		0.0019	0.00000031	0.9	-	-	-	0.19	0.0006	0.00026	0.3	0.2	
122	EM Psc	2452679.3150	0.34395922	-	-	-	-	3.3	0.0110	0.634	1.79	0.187	2008AJ....136.1940Q
		0.0024	0.00000093	-	-	-	-	-	0.0018	-	-	0.028	
123	VZ Psc	2444556.5264	0.26125912	0.52	-	-	-	25	0.0030	0.00022	0.081	-	2004AN....325..714Q
		0.0004	0.00000003	0.07	-	-	-	-	0.0004	0.00009	0.019	-	
124	V701 Sco	2446199.5041	0.76187371	2.74	-	-	-	41.2	0.0158	0.121	1.82	-	2006NewA...12..117Q
		-	-	0.05	-	-	-	-	0.0003	0.007	0.06	-	
125	V1055 Sco	2452050.7441	0.3636835	-	0	-	-	36.7	0.031	0.118	-	-	2015AcA...65..151Z
		0.0043	0.0000038	-	-	-	-	12.5	0.009	0.037	-	-	
126	AU Ser	2444722.46828	0.386499241707	-	0.52	133.70	2448219.354	42.87	0.0197	0.02662	0.475	-0.469	2015JKAS...48....1A
		0.00142	0.000000000011	-	0.12	14.88	507.641	3.16	0.0016	0.00013	0.001	-	
127	Y Sex	2454164.3027	0.41981483	3.37	-	-	-	51.22	0.0218	0.02050	0.11	-	2007PASJ...59.1115H
		0.0033	0.00000014	0.43	-	-	-	-	0.0042	0.00001	0.02	-	
128	AH Tau	2431822.3653	0.33267368	2.95	-	-	-	45.8	0.0171	0.0123	0.36	-0.318	2010AJ....139..195Y
		-	-	0.09	-	-	-	1.1	0.0005	0.0012	0.01	0.005	
129	EQ Tau	2440213.325	0.3413478	($i=86^\circ.5$) 10.7	0.47	87.9	2447445.5	22.7	0.0058	0.00096	0.20	-	2014AJ....147..98L
		-	-	1.1	0.06	9.5	182.9	0.2	0.0003	0.00003	0.02	-	
130	RZ Tau	2437676.5732	0.41567365	0.71	-	-	-	28.5	0.0041	0.000441	0.132	-	2001MNRAS.328..914Q
		0.0018	0.00000003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
131	V781 Tau	2452500.0720	0.34490986	-	0.55	294.4	2437588.2	44.8	0.0064	0.000679	0.16	-	2016Ap&SS.361...63L
		-	-	-	0.22	38.6	2510.9	5.7	0.0011	0.000035	0.05	-	
132	V1123 Tau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
133	V1128 Tau	2454842.3470	0.305371	-	0.3	56	2456290	12.6	0.0030	0.0009	0.15	-3.10	2014AJ....148..126C
		0.0001	0.0000001	-	0.2	14	50	0.3	0.0002	0.0002	0.01	0.02	
134	QW Tel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	2009KPCB...25..115Z
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
135	AA UMa	2446885.11379	0.468126612	-	0.22	154	2445788	28.2	0.0066	0.00196	0.25	0.299	2011PASP..123..34L
		0.00087	0.000000066	-	0.19	10	311	1.6	12	38	-	0.044	

Ek Çizelge 3'nin devamı

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{12} (gün)	$a'_{12}\sin i'$ (AB)	e_3	ω_3 (°)	T_3 (HJD)	P_3 (yıl)	A_3 (gün)	$f(M_3)$ ($M_\odot$)	M_3 ($i = 90^\circ$) ($M_\odot$)	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
136	AW UMa	2444664.80057 0.00049	0.43873 -	- -	- -	- -	- -	18.572 -	- -	- -	0.46 -	-0.882 0.111	2013ASS...32..179S
137	BM UMa	2444292.3496 -	0.27122009 -	- -	- -	- -	- -	30.8 0.2	0.0101 0.0004	- -	0.25 0.01	-0.278 0.006	2009PASJ...61...13Y
138	II UMa	2448500.073 -	0.825224 -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1.34 -	- -	2016AJ....151...67Z
139	TY UMa	2439532.4951 0.0026	0.35453954 0.00000012	3.6 -	- -	- -	- -	57.4 -	0.0206 0.0049	- -	1.7 -	1.026 0.038	2002MNRAS.331..707K
140	W UMa	2435918.4170 -	0.33363747 -	- -	0.092 0.027	87 11	2410271 1905	95 3	0.02902 0.00038	0.01389 -	0.3890 -	- -	2015ASPC..496..114D
141	AG Vir	2439946.7463 0.0011	0.6426043 0.0000005	0.55 -	- -	- -	- -	40.9 -	0.0032 -	0.000102 -	0.079 -	0.355 0.053	2001MNRAS.328..914Q
142	AH Vir	2449821.8220 -	0.4075231 -	- -	0.89 0.050	- -	- -	41.1 -	0.02190 -	0.042 0.024	0.65 -	1.26 -	2010KPCB...26..269Z
143	GR Vir	2452782.428 -	0.3469788 -	2.43 -	- -	- -	- -	19.3 -	0.014 -	0.0383 0.0066	0.55 0.06	-2.05 0.1	2004AJ....128.2430Q
144	HT Vir	2444044.5117 0.0003	0.40767243 0.00000002	1.14 0.05	- -	- -	- -	30.5 -	0.0066 0.0003	0.00161 0.00022	0.22 0.01	- -	2010PASJ...62..521L
145	LM Vir	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	4.30 -	- -	2009KPCB...25..115Z
146	LV Vir	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1.10 -	- -	2009KPCB...25..115Z
147	PY Vir	2455956.29945 -	0.311248 -	2.80 -	- -	- -	- -	5.22 0.05	0.0075 0.0004	0.0804 -	0.79 -	- -	2013AJ....145...39Z
148	BI Vul	2456161.07080 0.00002	0.25182528 0.00000018	4.9 1.1	0 -	- -	- -	10.8 0.5	0.0057 0.0005	0.0083 0.0002	~ 0.30 -	-0.327 0.019	2013ApJS..209...13Q
149	ER Vul	2440182.262 -	0.69809409 -	- -	- -	- -	- -	30.6 -	0.0000032 -	0.00000188 -	0.0048 -	- -	2010KPCB...26..269Z
150	NO Vul	2446346.3017	0.37076721	-	0.408	128	-	63.53	-	0.0063	0.36	-	2010KPCB...26..269Z

Ek Çizelge 4. Dördüncü bileşene sahip W UMa sistemleri ve parametreleri

No	Sistem	T_0 (HJD)	P_{34} (gün)	$a'_{34}\sin i'$ (AB)	e_4	ω_4 (°)	T_4 (HJD)	P_4 (yıl)	A_4 (gün)	$f(M_4)(M_\odot)$	$M_4(i = 90^\circ)(M_\odot)$	$Q \times 10^{-10}$ (gün)	Kaynak
1	EP And	2442638.52506 0.00023	0.4041087955 0.0000000080	1.577 -	0.32 0.10	40.8 5.2	2443534 9	1.8340 0.0015	0.00386 0.00022	0.0972 0.0080	0.90 -	0.2815 0.0027	2013AJ....145..100L
2	SS Ari	2444469.4999 0.0016	0.40598942 0.000000020	- -	- -	- -	- -	88.2 -	- -	- -	2.38 -	- -	2009Ap&SS.321...19L
3	OO Aql	2452500.2762 0.0016	0.50678967 0.000000007	- -	0.527 0.115	173.84 9.36	2454163 225	19.31 0.25	0.0040 0.0002	0.0014 -	0.22 -	- -	Bu çalışma
4	TZ Boo	2437378.4186 0.0017	0.29716088 0.000000004	- -	0.43 0.13	80.03 22.54	2439649 284	15.87 0.14	0.0097 0.0013	0.0191 -	0.43 -	- -	Bu çalışma
5	V523 Cas	2456178.2363 0.0058	0.23369221 0.000000006	9.2 1.4	0.05 0.06	-45.83 2.29	- -	29.35 0.81	0.0054 0.0004	- -	0.11 0.02	- -	2016NewA...44...78M
6	V700 Cyg	2445207.5039 0.0039	0.29063070 0.000000015	- -	0.068 0.028	33 16	2445974 91	62.8 2.4	0.0258 -	0.0227 0.0059	0.495 0.011	0.035 0.016	2012JASS...29..151K
7	VW Cep	2437001.4327 0.0025	0.278315349 0.000000012	- -	0.543 0.007	283.42 2.3	2453857.4 13.6	77.46 0.04	0.100 0.002	- -	- -	- -	2007AN....328..928Z
8	WZ Cep	- -	- -	- -	- -	- -	- -	41.3 -	0.0178 -	0.0238 0.0029	0.494 0.006	- -	2011JASS...28..163J
9	V1104 Her	2452526.4289 0,0001	0.22787618 0,000000002	- -	- -	- -	- -	1.82 -	- -	0.019 0.001	0.15 0012	- -	2015AJ....149..148L
10	SW Lac	2438708.3234 -	0.3207183 -	12.91 -	0.649 0.001	10.5 0.1	2439235 5	82.61 0.29	- -	- -	- -	- -	2014MNRAS.439..878Y
11	VW LMi	2452500.1497 0.0002	0.47755106 0.000000003	3.32 0.1	0.097 11	126.05 6.87	2453046 6	0.02171 0.00046	- -	- -	1.09 -	- -	2008MNRAS.390..798P
12	NY Lyr	2445196.4136 0.0010	0.44079759 0.000000024	- -	- -	- -	- -	19.4 -	0.0053 -	- -	- -	- -	2009PASA...26....7Q
13	BX Peg	2448174.52786 0.00019	0.280419354 0.000000010	- -	0.723 0.104	139.7 7.5	243967 83	15.88 0.05	0.00201 0.00026	0.000289 0.000038	- -	0.03778 0.00046	2009PASP...121.1366L
14	V432 Per	2448601.3757 0.0020	0.38330916 0.000000013	- -	0.014 0.008	127.3 10.4	2451167.5 182.7	9.55 0.41	0.0038 0.0015	0.003 0.001	0.28 0.01	- -	2014AJ....147..130Z
15	Y Sex	2454164.3027 0.0033	0.41981483 0.000000014	1.73 0.19	- -	- -	- -	32.10 -	0.0100 0.0011	0.00504 0.00001	0.042 0.006	- -	2007PASJ...59.1115H
16	W UMa	2435918.4229 0.0013	0.33363661 0.000000004	- -	0.21 0.12	0 27	2457143 506	17.91 0.21	0.0019 0.0011	0.00011 -	0.0806 -	-0.0024 0.0005	2015ASPC..496..114D

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gamze AŞKIN

Doğum Yeri : ÇORLU

Doğum Tarihi : 02/04/1990

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Ana Bilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce.

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Turkish Physical Society 30th International Physics Congress, 2-5 September 2013, Istanbul University, Istanbul/Turkey

İLETİŞİM

E-posta Adresi : gamzeaskinn@gmail.com