

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

SEÇİLMİŞ BİRKAÇ RS CVn TÜRÜ AKTİF ÇİFT SİSTEMİN DÖNEM
DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Elif KARABACAK

Fizik Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 27 /01/ 2014

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Caner ÇİÇEK

ANAkkALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ELİF KARABACAK tarafından **PROF. DR. CANER ÇİÇEK** yönetiminde hazırlanan “**SEÇİLMİŞ BİRKAÇ RS CVn TÜRÜ AKTİF ÇİFT SİSTEMİN DÖNEM DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Caner ÇİÇEK

Danışman

Doç. Dr. Faruk SOYDUGAN

Jüri Üyesi

Doç. Dr. İbrahim BULUT

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 27/01/2014

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.

Elif KARABACAK

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Caner ÇİÇEK'e saygı ve teşekkürlerimi bir borç bilirim. Çalışma sürecinde bana vakit ayırarak yapıcı ve yol gösterici önerileriyle tezimin şekillenmesini sağlayan Doç.Dr. Faruk SOYDUGAN'a, Sayın Uzm. Dr. Ahmet BULUT'a ve tezimin son evresinde verdiği önerileri için Prof.Dr. Osman DEMİRCAN hocam'a teşekkürlerimi sunarım.

Gözlemlerim sırasında bana her türlü desteği gösteren Ulupınar Gözlemevi tüm üyelerine, gözlemler sırasında yardımcı olan ve vakit ayırarak tezimle ilgili sorularımı yanıtlayan Arş. Gör. Fahri ALIÇAVUŞ, doktora öğrencisi Tunç ŞENYÜZ, doktora öğrencisi Çağdaş KANVERMEZ, yüksek lisans öğrencisi Çağlayan NEHİR, yüksek lisans öğrencisi Nadir HOROZ, yüksek lisans öğrencisi Muhammed Faruk YILDIRIM ve yüksek lisans öğrencisi İhsan BARGAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde maddi, manevi bana destek olan değerli annem ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Elif KARABACAK

SİMGELER VE KISALTMALAR

$O-C$	Gözlenen ve hesaplanan minimum zamanlarının farkı
$i (^{\circ})$	Yörünge eğim açısı
A (gün)	Sinüzoidal yapının yarı genliği
AU	Astronomi birimi
c	Işık hızı
$R_{\odot}$	Güneş yarıçapı
a	Yörünge yarı büyük eksen uzunluğu
a_{12}	Çift sistemin, üçüncü bileşen ile olan ortak kütle merkezine uzaklığı
a_3	Üçüncü bileşenin, çift sistem ile olan ortak kütle merkezine olan uzaklığı
e	Dış merkezlik
E	Çevrim sayısı (Epok)
$f(m_3)$	Üçüncü cisim için kütle fonksiyonu
T_0	Tutulma başlangıç zamanı
HJD	Güneş merkezli Julien günü
$L_{\odot}$	Güneş'in ışıyım gücü
$M_{\odot}$	Güneş kütlesi
$M_{1,2}$	Bileşen yıldızların kütleleri
P	Çift yıldız sisteminin yörünge dönemi
P_3	Üçüncü cismin ortak kütle merkezi etrafında dolanma dönemi
P_{mod}	O-C eğrisindeki çevrimli değişimin dönemi
Ω	Düğümler çizgisinin boylamı
$a \sin i$	Çift sistemin ışık-zaman yörüngesinin gökyüzü düzlemine izdüşümünün yarı-büyük eksen uzunluğu

ω	Çift sistemin ışık-zaman yörüngesi üzerindeki enberi noktasının boylamı
v	Gerçek ayıklık
T_s	Işık-zaman yörüngesi üzerinde bileşenlerin enberi noktasından geçiş zamanı
G	Evrensel çekim sabiti
$R_{1,2}$	Bileşen yıldızların yarıçapları
K	Kelvin
gr	Gram
$T_{1,2}$	Birinci ve ikinci bileşenin etkin sıcaklıkları
ΔE	Aktarılan enerji
ΔL	Işınım gücü değişimi
B	Soğuk bileşenin yüzey altı manyetik alan değeri
M_s	Konvektif kabuğun kütlesi
ΔJ	Konvektif kabuğa aktarılan açısal momentum
$\frac{\Delta P}{P}$	Yörünge dönemi değişim miktarı
$\frac{\Delta \Omega}{\Omega}$	Bileşen yıldızın diferansiyel dönmesinin kesirsel değişimi
$I_{s,eff}$	Konvektif kabuğun ve yıldızın ve etkin eylemsizlik momentleri
$\Omega_{s,dr}$	Konvektif kabuğun, yıldızın ve kabuk ile yıldız arasındaki diferansiyel dönmenin açısal hızları

ÖZET

SEÇİLMİŞ BİRKAÇ RS CV_n TÜRÜ AKTİF ÇİFT SİSTEMİN DÖNEM DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Elif KARABACAK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Caner ÇİÇEK

27/01/2014, 36

Bu tez çalışmasında, birkaç kısa dönemli RS CV_n türü örten çift sistemin dönem değişimi incelenmiştir. Dönem analizi için WZ And, MT Her ve CG Cyg sistemlerine ait birer gecelik yeni minimum zamanları elde edilmiştir. Gözlemlerden elde edilen minimum zamanları Kwee van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Literatürden toplanan minimum zamanları ile yeni minimum zamanları kullanılarak sistemlerin O-C grafikleri oluşturulmuştur. Her üç sistemin O-C grafiğinde sinüs benzeri değişimler tespit edilmiştir. Bu değişimler için öncelikle çift sisteme çekimsel olarak bağlı, olası bir üçüncü cismin etkisi önerilmiştir. Bu varsayıma dayanarak dönem analizi sonucu üçüncü cisimlerin yörünge parametreleri hesaplanmıştır ve sonuçlar yorumlanmıştır. Ayrıca sinüsel değişime alternatif olarak Applegate (1992) mekanizması tartışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Örten Çift Yıldızlar, RS CV_n Türü Yıldızlar, O-C Analizi, WZ And, MT Her, CG Cyg.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ORBITAL PERIOD CHANGES OF SELECTED SOME RS CVn TYPE ACTIVE BINARIES

Elif KARABACAK

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Chair for Physics Thesis, Master of Science

Advisor : Prof. Dr. Caner ÇİÇEK

27/01/2014, 36

In this thesis, orbital period variations of selected short period RS CVn type eclipsing binaries were investigated. New minima times of systems (WZ And, MT Her ve CG Cyg) were obtained for period analysis. Observed minimum times were obtained by Kwee van Woerden (1956) method. O-C curves were plotted using minima times which were collected from literature and current minima times. It is clear that O-C curves show periodic changes. Firstly, the effect of possible third body has proposed for explaining O-C variations. Parameters of probable unseen components around the eclipsing pairs were calculated and results were commented. Additionally, Applegate (1992) mechanism was discussed as an alternative mechanism in order to interpret orbital period variations of the systems.

Keywords: Eclipsing Binary Systems, RS CVn Type Systems, O-C Analysis, WZ And, MT Her, CG Cyg.

İÇERİK

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
BÖLÜM 1 - GİRİŞ	1
1.1. RS CVn Türü Sistemlerin Genel Özellikleri.....	3
BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Yıldızların literatür bilgisi.....	7
2.1.1. WZ And	7
2.1.2. CG Cyg.....	7
2.1.3. MT Her.....	8
BÖLÜM 3 - MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Yöntem	9
3.2.1. O-C analizi	9
3.2.2. Üçüncü cisim	10
3.2.3. Manyetik aktivite	12
BÖLÜM 4 - ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	17
4.1. WZ And.....	18
4.2. CG Cyg.....	22
4.3. MT Her.....	25
BÖLÜM 5 - SONUÇ VE ÖNERİLER.....	28
5.1. Üçüncü Cisim Etkisi	28
5.2. Alternatif Mekanizma: Applegate Mekanizması.....	29
KAYNAKLAR	32
ÇİZELGELER	I
ŞEKİLLER.....	III
Ek 1. WZ And sisteminin minimum zamanları.....	III
Ek 2. MT Her sisteminin minimum zamanları	XI
Ek 3. CG Cyg sisteminin minimum zamanları.....	XVI
ÖZGEÇMİŞ.....	XXIX

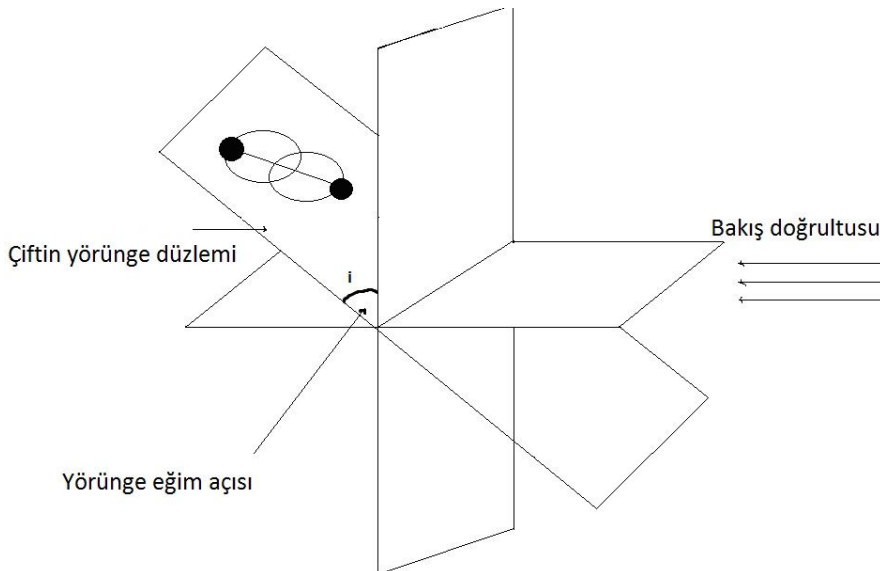
BÖLÜM 1

GİRİŞ

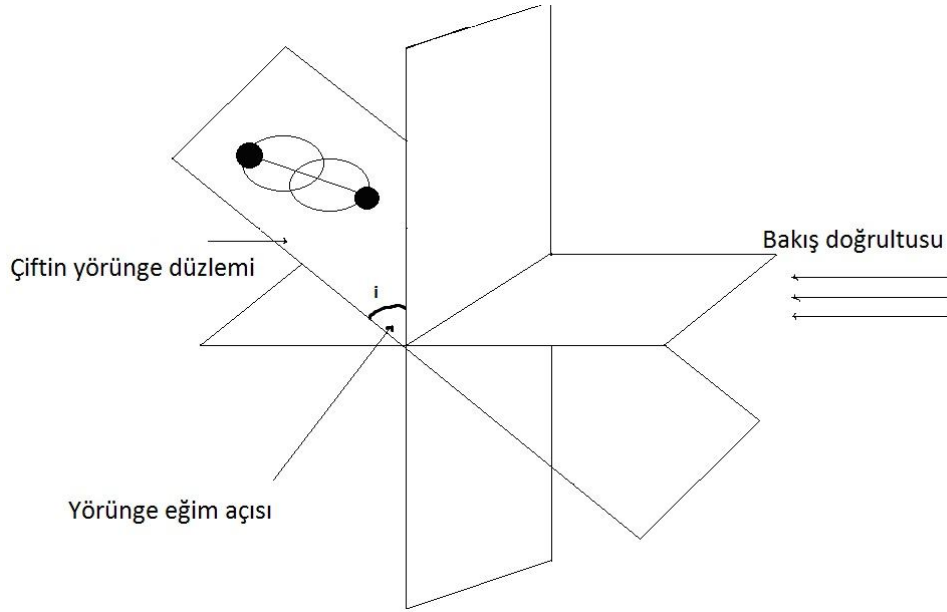
Evreni anlamamıza yardımcı olacak en önemli gök cisimlerinden olan yıldızlar, astrofizikçiler için zengin çalışma alanlarıdır. Fakat yıldızlar dünyamızdan çok uzak mesafelerde bulunduklarından onların yarıçap, kütle ve sıcaklık gibi temel parametrelerinin doğrudan bulunması bugünkü teknoloji ile imkânsızdır. Örtlen çift yıldızlar bu benzeri temel fiziksel öğelerin dolaylı yoldan bulunmasına olanak sağlar. Yıldızların çoğu çift ya da çoklu sistemin üyesidir. Çift yıldızlar kütle çekim etkisiyle birbirine bağlıdır ve ortak kütle merkezi çevresinde dolanım hareketi yaparlar. İki yıldızdan oluşan bir yıldız sisteminde, bileşenlerin ortak kütle merkezi çevresinde çizdikleri yörünge, bakış doğrultumuza yakınsa, diğer anlamıyla yörünge düzlemi gökyüzü düzlemine dik ise tutulmalar başlar. Çift sistemler için tutulma koşulu Şekil 1’de gösterilmiştir. Tutulma koşulu;

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

bağıntısı ile verilir. Burada R_1 ve R_2 ; çift sistemi oluşturan yıldızların yarıçapları, i ; çift sistemin yörüngesinin eğim açısı, a ; bileşenler arası uzaklıktır.

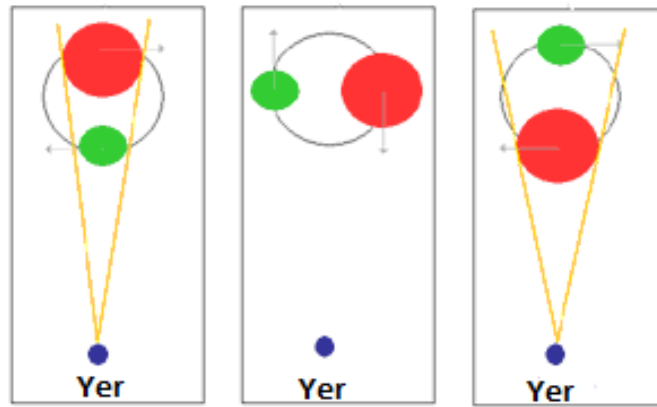


Şekil 1. Örtlen bir çift sistemin yörünge düzlemi ile bakış doğrultusu arasındaki ilişki.



Şekil 2. Örtün çift sistem için tutulma koşulu.

Çift sistemdeki iki yıldız, yörünge dolanımı sırasında birbirini örter. Bileşenlerden biri diğer yıldızın önünden geçerken, örtülen yıldızın ışığında bir miktar azalma olur. Çift sistemin zamana bağlı ışık eğrisi elde edildiğinde, tutulmaların meydana geldiği çukur noktalara minimum adı verilir (Şekil 3).



Şekil 3. Örtün çift sistemin yörüngesi ve ışık eğrisindeki örtme sonucu oluşan tutulmalar.

O; gözlenen, C; hesaplanan minimum zamanları olmak üzere, zamana göre çizdirilen O-C grafiklerinden, çift yıldızların dönemlerinin değişip değişmediği ile ilgili bilgi edinebiliriz.

Ayrıca dönem analizinden elde edilen parametreler kullanılarak, dönem değişim miktarı hesaplanır ve değişime neden olan mekanizmalar araştırılabilir. O-C grafiklerinin oluşturulması ile ilgili ayrıntılı bilgi Bölüm 3'te verilmiştir.

Çift sistemlerin yörünge dönemlerindeki değişim, onların evrim durumları ve kökenleriyle bağlantılıdır (İbanoğlu, 2002). Ayrıca çift sistemin dönemi, çevresiyle ve diğer bileşeniyle olan ilişkisinden etkilenir. Bu nedenle dönem analizi çalışmaları, bizi çift sistemin evrimi, bazı fiziksel özellikleri, bileşenlerin birbirleri ile ne tür etkileşimlerde bulundukları hakkında bilgilendirir. Örtün çift yıldızların dönem analizi çalışmaları incelendiğinde, bazılarının O-C grafiklerinde çevrimli değişimlerin olduğu görülmektedir. Bu değişimler farklı türdeki çift yıldızlarda meydana geldiği gibi, örtün çiftlerin özel bir sınıfı olan RS CVn türü yıldızlarda da görülmektedir. RS CVn türü çift yıldızların sadece bir bileşeni ya da her iki bileşeni de konvektif dış zarfa sahip olabilir. Geri tayf türünden soğuk yıldızların manyetik aktivite gösterdiği önceki çalışmalardan bilinmektedir. Aktif bileşendeki soğuk lekelerin varlığı ışık eğrilerinde bozulmalara neden olur. Yakın bir çift sistemdeki konvektif yıldızın manyetik aktivite çevriminin, yakın çiftlerde görülen dönmedolanma kilitlenmesi özelliği nedeniyle, sistemin yörünge döneminin de çevrimli değişimine yol açabilir. Applegate (1992) mekanizması, bir yıldızın konvektif katmanının içinde ya da alt bölgesindeki manyetik alanın değişimi ile ilgilidir. Çift sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bir cisim bulunuyorsa, O-C grafiğindeki değişim manyetik aktivitenin neden olduğu değişim ile benzer olabilir. Bu durumda olası üçüncü cismin kütlesi hesaplanarak bileşenlerin kütleleri ile kıyaslanabilir. Diğer yandan, sistemde manyetik aktivite ve olası üçüncü cisim etkisinin her ikisi birden bulunabilir. Bu durumda, O-C grafiğindeki değişimlerin analiz edilmesi ile üçüncü cisme ve Applegate (1992) tarafından önerilen yöntem ve denklemler ile manyetik aktiviteye ait parametreler belirlenebilir.

1.1. RS CVn Türü Sistemlerin Genel Özellikleri

RS CVn yıldızları ayrı bir sınıf olarak Hall (1976) tarafından belirlenmiştir. RS CVn'ler kromosferik aktivite gösteren yıldız örneklerinden sadece bir tanesidir. Hall (1976) çalışmasında, RS CVn türü sistemlerin dönemlerinin 1 gün ile 14 gün arasında olabileceğini, daha sıcak olan bileşenin F ya da G tayf türünden ve V ya da IV ısıtma sınıfından olacağını ve tutulum dışındaki tayflarında güçlü CaII H ve K salması görüleceğini belirtmiştir.

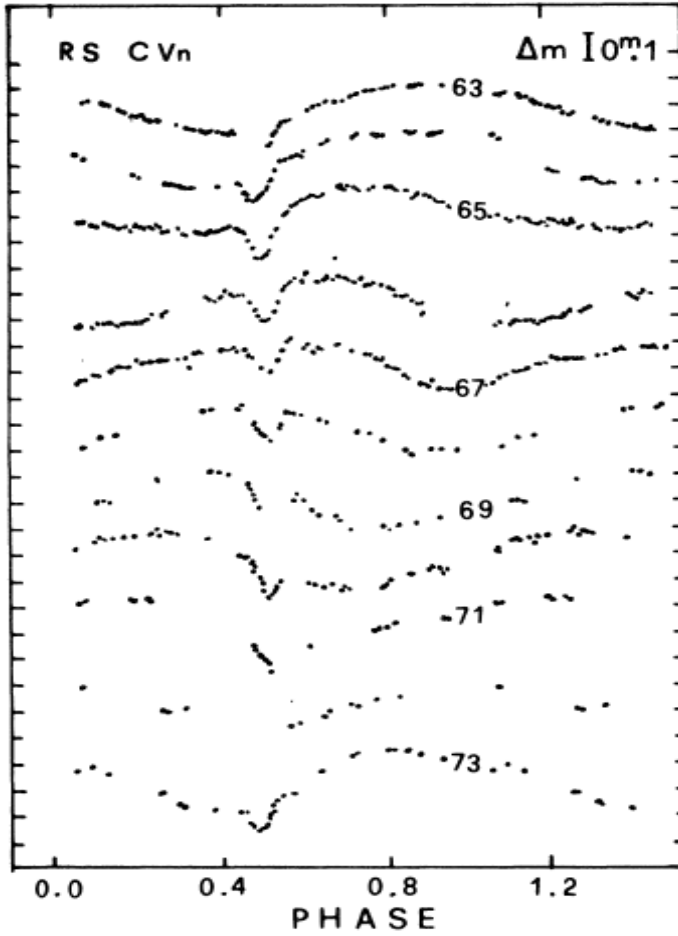
Hall (1976), ayrıca üzerinde çalıştığı 25 RS CVn türü sistem için bazı özellikler belirlemiştir fakat bu özelliklerin tümü, ele aldığı 25 sistemin hepsinde görülmeyebileceğini rapor etmiştir. Hall (1976)'nın çalışmasında bahsedilen özellikler aşağıda listelenmiştir:

- H ve K salmaları soğuk yıldızdan ya da her iki yıldızdan kaynaklanır.
- Soğuk yıldızın tayf türü K0IV civarındadır.
- $H\alpha$ salması görülebilir.
- Soğuk bileşen kaynaklı sinüsoidal dalga, ışık eğrisinin tutulum dışında kalan kısmını bozar (bu değişim her zaman sabit bir genliğe sahip değildir). Ayrıca, değişken derinlikli birinci minimum görülürken ve ikinci minimumun yerinin değişmesine sebep olabilir.
- Bu dalga ışık eğrisinde azalan evrelere göç eder, her zaman sabit oranlı değildir.
- Bazen dalga göçüne sebep olmayacak düzensiz ışık değişimleri olabilir.
- Birinci ya da ikinci bileşende moröte aşırılık görülebilir.
- Birinci ya da ikinci bileşende kızılöte aşırılık görülebilir.
- Yörünge değişiminde üçüncü cisim ya da eksen dönmesi kaynaklı olmayan çok büyük, düzensiz değişimler görülür.
- Bu yörünge değişimleri dalga göçü ile ilişkilendirilir.
- İki bileşen de Roche loblarını doldurmamıştır ya da bileşenlerden bir tanesi Roche lobunu doldurmuştur. Bu yüzden ayrık ya da yarı ayrık sistemlerdir.
- Bileşenlerinin kütle oranı 1 civarındadır.

Fekel ve ark. (1986) ise RS CVn sistemlerini belli eden üç özellik önermiştir:

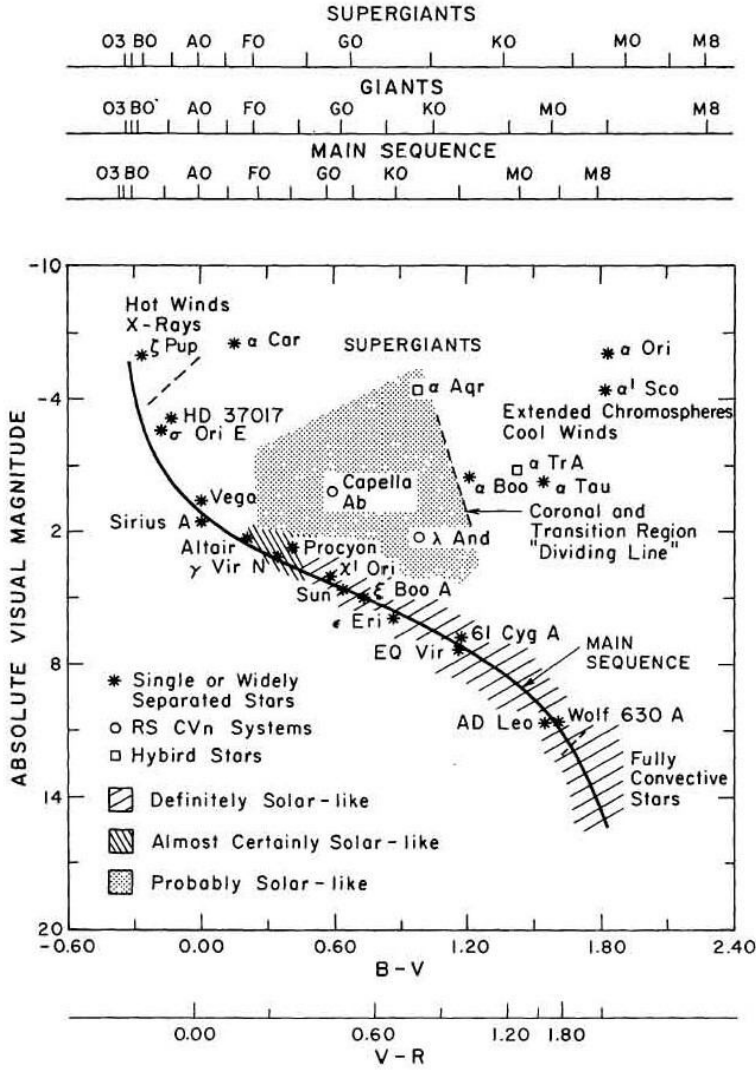
- Sistemdeki en az bir yıldız CaII H ve K salma çizgileri göstermelidir.
- Sistem parlaklığında zonklama, tutulma ya da eliptiklik kaynaklı olmayan dönemli değişimler gözlenmelidir.
- Daha aktif olan yıldızın tayf türü F, G ya da K, evrimleşmiş altdev ya da dev olmalıdır.

RS CVn sistemlerinin belirteçlerinden biri de aktif yıldız üzerindeki karanlık lekelerin varlığıdır. Hall (1972) bu modelini, RS CVn sınıfındaki yıldızların çeşitli fotometrik özelliklerini açıklamak için önermiştir. Buradaki temel tartışma, ışık eğrisindeki tutulma dışında kalan dalgalanmalardır. Bu dalganın evreler arası göç ettiği görülmüştür. RS CVn çift sisteminin tutulma-dışı kalan ışık değişimleri Rodono (1980) tarafından sunulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. RS CVn sisteminin ışık eğrisindeki tutulum-dışı kalan alanda ışık değişimi (Rodono, 1980).

Güneş-benzeri yıldız aktivitesi gösteren yıldızların HR diyagramındaki konumları ise Linsky (1985) tarafından gösterilmiştir (Şekil 5). Diyagram, Güneş benzeri yıldızların farklı sınıflarını şematik olarak göstermektedir. Linsky (1985) çalışmasında, yıldızların dönmesini, tayf türlerini, manyetik alanlarını ve buna bağlı olarak gösterdikleri farklı manyetik aktiviteleri dikkate alarak bu diyagramı oluşturmuştur. Ayrıca, hızlı dönen F, G ve erken K tayf türü çift sistemlerin flareler, ısısal olmayan radyo salması, güçlü X ışınları, karanlık leke ve plaj bölgeleri barındırdıklarını belirtmiştir. RS CVn türü sistemlerin açık bir şekilde güneş-benzeri yıldızlar olduğu Şekil 5'te görülmektedir (Linsky 1985).



Şekil 5. Güneş benzeri yıldızların HR diyagramındaki konumları (Linsky, 1985).

Konvektif bileşeni olan bir çift sistemin dönemindeki sinus benzeri değişimler, farklı yazarlar tarafından yıldızdaki manyetik çevrimler ele alınarak çalışılmıştır (Matese ve Whitmire 1983; Applegate ve Patterson 1987; Hall 1991; Applegate 1992; Lanza, Rodono ve Rosner 1998). Bu bakış açısına göre, yıldız aktivite çevrimine girdiği zaman, sistemin açısal momentumu konvektif kabuğun iç ve dış kısımları arasında dönemli bir şekilde değişecektir. Aynı zamanda yıldızın şekli de basıklaşacaktır. Bu basıklaşma yörüngeye çekimsel kuvvet ile aktarılarak yörünge döneminin değişmesine neden olur. Lanza ve ark. (1998) tarafından da Applegate (1992) mekanizması detaylı bir şekilde çalışılmıştır. Ayrıca, yörünge dönemi modülasyonu modeli ve yıldızlardaki konvektif kabukla manyetik alan üretimi arasındaki ilişkiyi tartışmışlardır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yıldızların Literatür Bilgisi

Bu bölümde analizi yapılan yıldızlar (WZ And, CG Cyg, MT Her) hakkında literatür araştırması yapılarak sistemler hakkında bilgiler sunulmuştur.

2.1.1. WZ And

WZ And (GSC 02799 01250, TYC 2799 1250 1, $\alpha_{2000} = 01^h 01^m 43^s.649$, $\delta_{2000} = +38^\circ 05' 46''.52$, $V_{\text{mak}} = 11^m.6$ ve $P = 0.695661$ gün) çift sisteminin değişen olduğu ilk kez Leavitt (1923) tarafından keşfedilmiştir. Örtlen bir değişen olduğu ise Zessewitsch (1925) tarafından bulunmuştur. WZ And, β Lyrae türü bir sistem olmakla birlikte bileşenlerinin tayf türü F5+G3 (Rafert, 1982), V filtresindeki parlaklığı ise 11.6 kadirdir (Kukarkin ve ark., 1971). Sistemin ilk ayrıntılı ışık eğrisi çalışması Zhang ve Zhang (2006) tarafından sunulmuştur. Bu çalışmada, sistemin degen bir çift olduğu ortaya konularak kütle oranı ~ 1 olarak tespit edilmiştir ancak yakın zamanda dikine hız eğrisiyle ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

WZ And sistemine ilişkin minimum zamanları çeşitli yazarlar tarafından yayınlanmıştır. Kyu-Dong Oh (1991) ve Rafert (1982), O-C farklarına kuadratik fit uygulamıştır. Zasche ve ark. (2008), WZ And sisteminin dönem değişiminin sebebi olarak olası 3.cisim parametreleri elde etmişlerdir. Çalışmalarında, olası ilave cisimler için kütle fonksiyonları ve en küçük kütleleri hesaplanmıştır. Dönem değişimini açıklamak üzere alternatif mekanizma olarak Applegate (1992) üzerinde durulmuştur.

2.1.2. CG Cyg

CG Cyg (BD +34° 4217, FL3162, $\alpha_{2000} = 20^h 58^m 13^s.4525$, $\delta_{2000} = 35^\circ 10' 29''.658$, $V_{\text{mak}} = 10^m.08$ ve $P = 0.631143114$ gün) kısa dönemli kromosferik aktif RS CVn türü örtlen bir çift sistemdir. Sistem, tayf türü G9.5V birinci bileşen ile K3V ikinci bileşenden oluşur (Naftilan ve Milone, 1979). Bileşenlerin etkin sıcaklıkları sırasıyla 5200 K ve 4400 K'dir (Kjurkchieva ve ark., 2003). Dönem değişimi (Milone & Ziebarth, 1974) ile tutulmalar dışında kalan ortalama parlaklıkta değişim gösterir (Sowell ve ark., 1987). CG Cyg sisteminin kromosferik aktivitesi Naftilan ve Milone (1979) tarafından çalışılmıştır. CaII H ve K çizgileri ile H α içeren bazı Balmer çizgilerini analiz etmişlerdir. Popper (1994) ve Lazaro ve Arevalo (1997) sistemin tayfsal çalışmasını sunmuşlardır. Fakat sistemin tayfında üçüncü bileşenin varlığına kanıt bulunamamıştır.

Diğer yandan, Lazaro ve Arevalo (1997), iki yıldızda da H α çizgilerinde emisyon aşırılığı keşfetmiştir. Ancak H α 'daki salmaların fotometrik lekelerden kaynaklanmadığını belirtmişlerdir. Hall (1991), Applegate mekanizması (Applegate, 1992) tarafından başlatılan yüzey altı manyetik alan nedeniyle kromosferik aktiviteyi tartışmıştır. Bu açıklamanın parlaklıktaki değişim ile uyumlu olduğu görülmüştür. Albayrak ve ark. (1999) tarafından sistemin dönem değişimi, üçüncü cisim kaynaklı ışık-zaman etkisi ele alınarak incelenmiştir. Sowell ve ark. (2001), sistemin O-C grafiğindeki değişimin periyodik olmadığını önererek, dönem değişiminin manyetik çevrimden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Kjurkchieva ve ark. (2003) ise yaptıkları tayfsal gözlemlerde, bileşenlerin ikisi için de H α ve Fe I 6678 çizgileri arasında üçüncü bir soğurma çizgisi tespit etmişlerdir. Bu üçüncü bileşenin çift sistemin kütle merkezi etrafındaki soğuk maddeden kaynaklanabileceğini önermişlerdir. Tsantilas ve Rovithis-Livaniou (2005) tarafından yapılan çalışmada manyetik alan değişimi yeni bir yöntem önerilerek incelenmiştir. Sistemin dönem değişiminin nedeni için, sistem ayrı bir sistem olduğundan dolayı kütle aktarımı ve olası bir üçüncü cisim varlığı önerilmezken, çözüm için manyetik çevrim (Applegate, 1992) üzerinde durulmuştur. Afşar ve ark. (2005) sistemin 1998-2002 yılları arasındaki fotometrik çalışmasını sunmuşlardır. Kozhevnikova ve ark. (2005) sistemin uzun dönemli leke aktivitesini çalışmışlardır. Sistem için elde ettikleri yörünge elemanlarını $M_1 = 0.93 M_{\odot}$, $M_2 = 0.81 M_{\odot}$, $R_1 = 1.01 R_{\odot}$, and $R_2 = 0.82 R_{\odot}$ olarak hesaplamışlardır. Jassur ve ark. (2006) sistemin UBV fotometrisi ile dönem analizini çalışmışlardır ve Kalimeris yöntemiyle analiz ettikleri O-C değişimini Applegate (1992) mekanizmasına dayalı olarak incelemişlerdir. Kozhevnikova ve ark. (2007) sisteme ait uzun dönemli leke aktivitesini yeni fotometrik gözlem verilerine dayanarak yeniden incelemişlerdir ve 20 yıllık leke çevrimi hesaplamışlardır. En son Shi ve ark. (2012) tarafından sistemin dönem değişimi iki farklı yöntem ile incelenmiştir. Sistemde kütle aktarımının neden olduğu $dP/dt = +2.48 \times 10^{-8}$ gün yıl⁻¹ oranında değişim hesaplanmıştır.

2.1.3. MT Her

MT Her (FL2464 P4639, $\alpha_{2000} = 18^h 21^m 53^s$, $\delta_{2000} = +14^{\circ} 31' 00''$, $V_{\text{mak}} = 11^m.5$ ve $P = 0.48771773$ gün) sisteminin değişen olduğu ilk kez Hoffmeister (1935) tarafından keşfedilmiştir. Kukarkin ve ark. (1974) çiftin Algol türü bir sistem olacağını belirtmişlerdir. Sistemin çok parlak olmamasıyla birlikte, tutulma dışında kalan parlaklığını 11.8 kadir ve tayf türünün F5 olduğunu öne sürmüşlerdir. Budding ve Murad (1982) tarafından sistemin B ve V filtrelerinde ilk fotoelektrik ışık eğrisi sunulmuştur. Işık eğrisinin biçimine göre sistemin β -Lyrae türü karakter gösterdiği önerilmiştir.

Çeşitli yazarlar tarafından minimum gözlemleri yapılan sistemin, ayrıntılı dönem değişimi çalışması bulunmamaktadır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Dönem analizi için 3 adet RS CVn türü örten çift sistem seçilmiştir. Her bir sistem için 1 adet minimum zamanı elde edilmiştir. Yeni minimum zamanları Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi' nde gözlenmiştir. Elde edilen minimum zamanları Kwee-van-Woerden (1956) yöntemi ile hesaplanmıştır. Çizelge 1'de yeni minimum zamanları, hataları ve gözlendikleri filtre türü ile birlikte verilmiştir. Ayrıca sistemlere ait önceki minimum zamanları, <http://var.astro.cz/ocgate/> web sitesinden alınmıştır ve yıldızların daha önceki çalışmaları incelenerek eksik olan minimum zamanları tamamlanmıştır. Sistemlerin O-C analizleri MATLAB programı için Zsche ve ark. (2009) tarafından oluşturulan LITE yöntemi ile yapılmıştır.

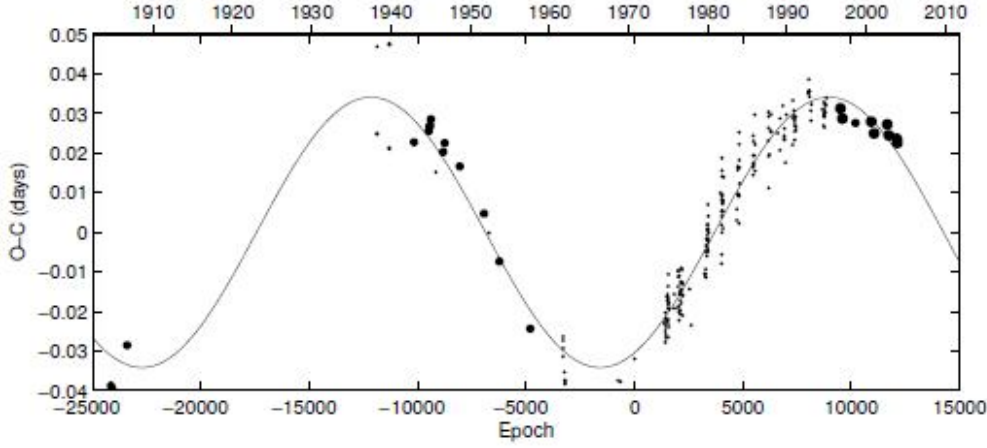
Çizelge 1. Elde edilen minimum zamanları

Sistem	HJD+2400000	Hatası	Türü	Filtre
WZ And	56527.4316	0.0001	I	V
CG Cyg	56494.4010	0.0001	I	V
MT Her	56507.3647	0.0005	I	V

3.2. Yöntem

3.2.1. O-C analizi

Bir çift sistemin dönem değişimini incelemek için, sisteme ait daha önce gözlenmiş olan minimum zamanları ile oluşturulan O-C grafiğinden faydalanılır. Burada, O; “Observed (daha önce gözlenmiş minimum zamanı)” ile C; “Calculated (hesaplanan minimum zamanı)” temsil eder. Bu iki zaman arasındaki fark, E; “ çevrim sayısı (Epok) ” değerlerine karşılık grafik olarak çizdirildiğinde O-C grafiği elde edilir. Örnek bir O-C grafiği Şekil 6’ da gösterilmiştir.



Şekil 6. IV Cas çift sisteminin O-C grafiği (Zasche, 2006).

Sistemin ışık elemanlarını kullanarak, herhangi bir zamandaki minimum;

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

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada T_0 daha önce gözlenen bir minimum zamanıdır. Başlangıç minimum zamanı olarak seçilir, E ; çevrim sayısını ve P (gün) çift sistemin yörünge dönemini temsil eder. Çift sistemin dönemi değişiyorsa, O-C grafiği de dönem değişimine sebep olan mekanizma nedeniyle belirli karakterde değişim ya da değişimler gösterir. Sistemde kütle aktarımı/kaybı varsa O-C grafiğindeki değişim parabol şeklinde olacaktır. Eğer çift sisteme dinamik olarak bağlı yörünge hareketi yapan üçüncü bir cisim varsa, sistem eksen dönmesi gösteriyorsa ya da sistem manyetik aktiviteden kaynaklı dönem değişimi gösteriyorsa O-C grafiği çevrimli bir değişim gösterir.

Bu tez çalışmasında analizi yapılan çift sistemlerin dönem değişimine yol açan iki mekanizma üzerinde durulmuştur. O-C grafiğinde sinüzoidal değişimler için üçüncü cisim (ışık-zaman etkisi) mekanizması ile bu mekanizmaya alternatif olarak manyetik aktivite mekanizması önerilmiştir.

3.2.2. Üçüncü cisim

Örten çift sistemlerde yörünge dönemini değiştiren olaylardan bir tanesi de sistemde var olan üçüncü bir bileşen olabilir. Örten çiftler ile ilgili yapılan araştırmalarda, bazı çift sistemlerin yörüngelerinin kendilerine uzak uç ya da daha fazla cisim tarafından etkilendikleri tespit edilmiştir.

Birbiri etrafında yörünge çizen çift sistem, aynı zamanda kendisine dinamik olarak bağlı üçüncü bir cisim ile ortak kütle merkezi etrafında dolanır.

Sistemin dolanım hareketini yaptığı yörünge ile gökyüzü düzleminin çakışık olmadığı durumda, örten çift, dolanımı sırasında gözlemciye yaklaşacak ve uzaklaşacaktır.

Işık hızının sonlu olmasından dolayı çift sistemin bileşenlerinin birbirini karşılıklı örtmeleri sonucu oluşan minimum zamanları, çift sistemin gökyüzü düzleminin önünde olduğu zaman daha erken, arkasında olduğu zaman ise daha geç gözlenecektir. Bu olaya ışık-zaman etkisi diyoruz. Işık-zaman yörüngesinin çözümüyle üçüncü cismin kütesinin bulunabileceği J.Woltjer (1922) tarafından gösterilirken, bu durum Irwin (1952, 1959) tarafından daha detaylı çalışılmıştır. Işık-zaman etkisi kendisini, O-C grafiğinde sinüs eğrisi biçiminde gösterir.

Üçlü sisteme ait yörüngenin basık olduğu durumda ışık zaman etkisi (üçüncü cisim) sebebiyle meydana gelen zaman gecikmesi, Irwin (1959) tarafından

$$\Delta t = O - C = \frac{a \sin i}{c} \left\{ \frac{1 - e^2}{1 + e \cos v} \sin(\omega + v) \right\} \quad (3.2)$$

bağıntısı ile gösterilmiştir.

Burada a , örten çift sistemin olası üçüncü cisim ile ortak kütle merkezi etrafında dolanım hareketi yaptığı yörüngenin yarı büyük eksen uzunluğunu AB biriminde değeridir. Bu yörüngenin gökyüzü düzlemi ile yaptığı açı i , dış merkezliği ise e ile gösterilmiştir. v , ω , $a \sin i$, c sırasıyla gerçek ayrıklık, enberi noktasının boylamı, üçüncü cismin çift sisteme olan izdüşüm uzaklığı ve ışık hızını temsil eder. Yörüngenin çembersel olduğu kabul edildiğinde dışmerkezlik $e = 0$ olarak alınır. Üçlü sistemin yörüngesinin basık olması, çift sistemin bu yörüngede dolanırken elips yörüngesinin enberi ve enöte noktalarında farklı hızlarda hareket etmesine sebep olur. Çift sistemin yörünge dönemini değiştiren olası üçüncü cisim için kütle fonksiyonu

$$f(m_3) = \frac{(a \sin i)^3}{P^2} = \frac{(m_3 \sin i)^3}{(m_1 + m_2 + m_3)^2} \quad (3.3)$$

bağıntısı ile elde edilebilir. Örten çiftin birinci bileşeni m_1 ve ikinci bileşenin m_2 kütleleri biliniyorsa üçüncü bileşenin kütesinin $\sin i$ ile çarpılmış değeri bu bağıntı ile hesaplanabilir. m_1 ve m_2 güneş kütlesi biriminde bileşenlerin kütlelerini, m_3 varsayılan üçüncü cismin güneş kütlesi biriminde kütesini ifade eder. Bağıntıda $a \sin i$ AB biriminde, i çift sistemin gerçek yörünge düzlemi ile izdüşüm (gökyüzü düzlemi) düzlemi arasında yaptığı açı “derece” biriminde ve P üçlü dizge yörüngesinin dönemi “yıl” biriminde alındığında, $f(m_3)$ kütle fonksiyonunun değeri güneş kütlesi biriminde hesaplanır. Ayrıca i ’ye farklı değerler verilerek m_3 için yaklaşık kütle değerleri hesaplayabiliriz.

Üçüncü cismin kütlelerinin tahmin edilmesi onun kimliği hakkında, nasıl bir cisim olduğu ile ilgili yorum yapılabilmesini sağlar. Işık- zaman etkisi nedeniyle dönem değişimi gösteren örten çiftlerin bir kısmında üçüncü cisimler için belirlenen kütleler bunların bir bölümünün beyaz cüceler gibi sıkışık cisimler, bir bölümünün de gezegen gibi çok küçük kütleli cisimler ya da karadelik olabileceği şeklinde yorumlamalar yapılmaktadır.

Üçüncü cismin üçlü dizgenin ortak kütle merkezi etrafında çizdiği yörüngenin yarı büyük eksen uzunluğu a_3 için aşağıdaki bağıntı kullanılır:

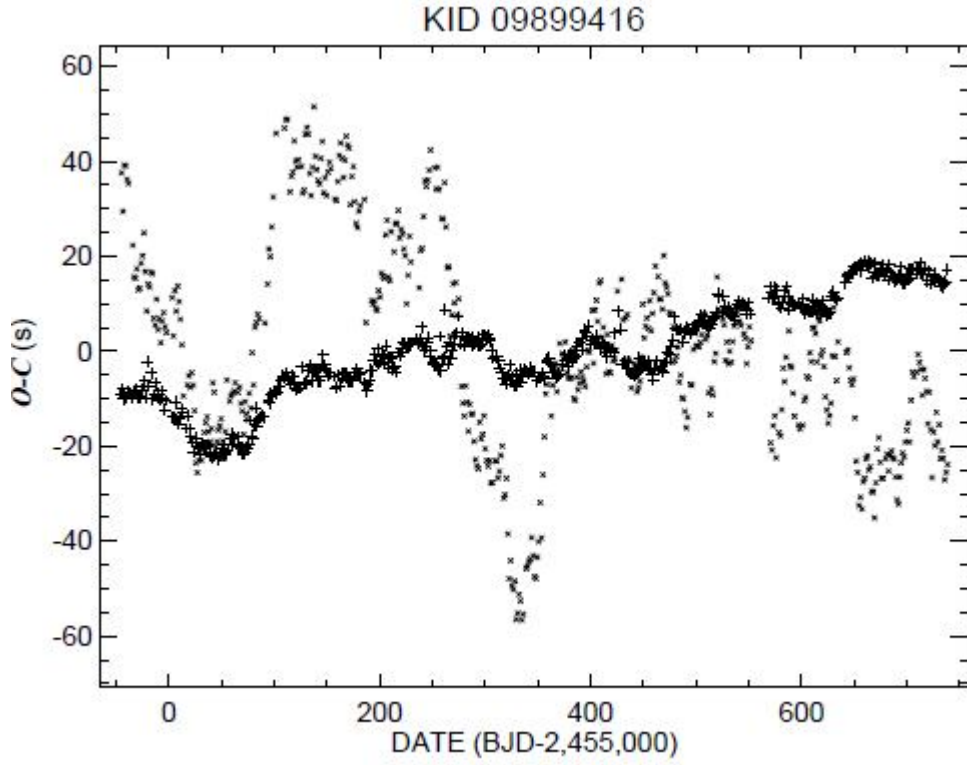
$$\frac{a_{12}}{a_3} = \frac{m_3}{m_1 + m_2} \quad (3.4)$$

Burada m_1 , m_2 ve m_3 bileşenlerin güneş kütlesi biriminde ve a_{12} AB biriminde alınırsa a_3 AB biriminde hesaplanır. Ayrıca varsayılan üçüncü cismin anakol yıldızı olduğu kabul edildiğinde Demircan ve Kahraman (1992)' nın anakol yıldızları için kütle-ışıtma fonksiyonuna ilişkin yaptıkları deneysel çalışmayla bu üçüncü cisme ait bolametik salt parlaklık da bulunabilmektedir.

3.2.3. Manyetik aktivite

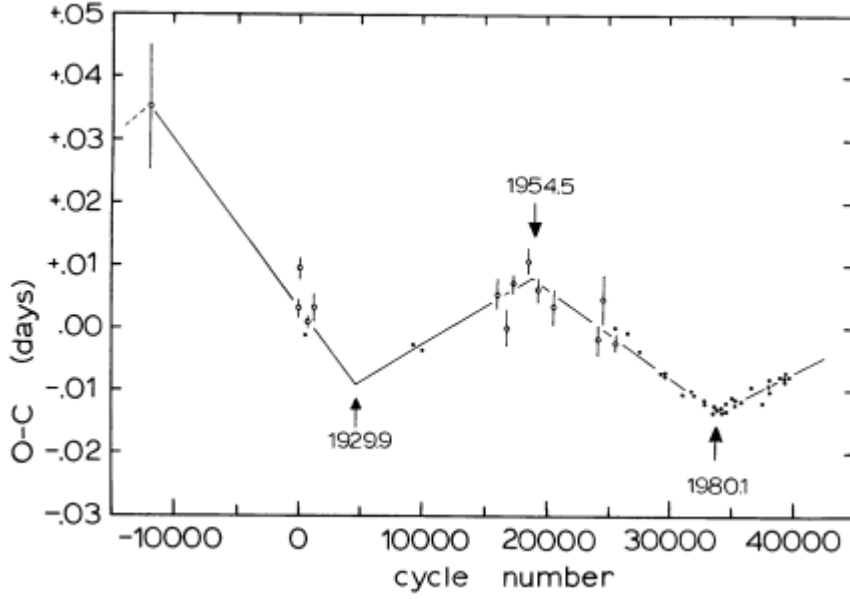
Bileşenlerinden en az birinin geri tayf türünden olduğu örten çift sistemlerin O-C grafiklerinde çevrimsel bir değişim olduğu görülür. Bu değişimin soğuk bileşende meydana gelen manyetik aktiviteden kaynaklı olup olmadığı çeşitli yazarlar tarafından araştırılmıştır. Manyetik aktivite, diferansiyel dönme ile yıldızın konveksiyon bölgesindeki enerji taşınımı arasındaki etkileşimin bir sonucudur. Fakat aynı zamanda, yıldızın dönme hızı ile de ilgilidir. Güneşin ve diğer yıldızların manyetik alanları, konvektif yapılarında ya da konvektif yapı ile radyatif kabuk arasında yer alan ara katmandaki manyetik dinamo nedeniyle meydana gelir (Applegate, 1992).

Applegate (1992), O-C grafiğindeki çevrimsel değişimlerin, sistemdeki soğuk bileşenin ya da bileşenlerin manyetik aktivitesiyle olan ilgisini “Applegate mekanizması” ile açıklamıştır. Applegate bu mekanizmasında, yörüngedeki salınımların, çift sistemdeki bileşenlerin birindeki ya da her ikisindeki manyetik aktivitenin sonucu olduğunu önerir. Aktif yıldızdaki açısal momentum dağılımı, yıldız manyetik çevrime girdiği zaman değişir. Açısal momentum dağılımındaki değişimler, yıldızın basınlığında da değişime sebep olur. Bu değişimler çekim ile yörüngeye aktarılır ve yörünge dönemini değiştirir. Şekil 7’de Kepler uzay aracı ile gözlenen KID 09899416 isimli BR Cyg çift sisteminin O-C grafiğindeki çevrimli değişimler gösterilmiştir (Gies, 2012).

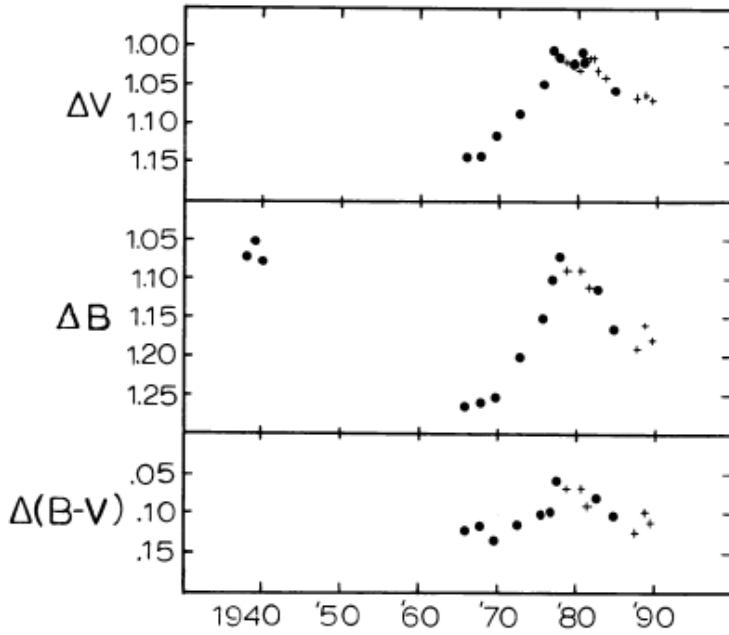


Şekil 7. BR Cyg sisteminin O-C grafiği. Birinci minimum zamanları + ve ikinci minimum zamanları × simgeleri ile gösterilmiştir. Her iki tutulum zamanındaki değişimlerin manyetik etkinlikten kaynaklanması olasıdır.

Applegate (1992)'in önerdiği mekanizmaya göre, sistemin O-C grafiğindeki çevrimli değişimin dönemi ile sistemin renk değişimi ve ısıtma gücü değişimi aynı dönemli olmalıdır (Şekil 8). Aktif yıldızın en parlak olduğu zaman ile en mavi olduğu zaman çakışmalıdır (Şekil 9). Ayrıca, ısıtma gücündeki maksimum, O-C grafiğindeki minimum ile çakışırsa yıldızın dış katmanı iç katmanından daha hızlı döner. ısıtma gücündeki minimum O-C grafiğindeki maksimum ile çakışırsa, yıldızın iç kısmı dış kısmından daha yavaş döner. Applegate (1992)'nin bu ısıtma değişimi tahmini, Hall (1991) tarafından CG Cyg sisteminde tespit edilmiştir. Hall (1991) çalışmasında, hem aktif yıldızın ısıtması hem de yörünge döneminin değişiminin 50 yıl civarında olduğunu tespit etmiştir. Bu önemli sonuç, Applegate (1992)'in yörünge dönemi modülasyonu modeli için güçlü bir kanıttır.



Şekil 8. CG Cyg sisteminin O-C grafiği. Grafikteki çevrimli değişimin dönemi ~50 yıl'dır. 1980 yılındaki dönem azalması ok işareti ile gösterilmiştir.



Şekil 9. CG Cyg sisteminin tutulmalar dışında kalan ışık ve renk eğrisi. B ve V bandında, parlaklığın maksimum olduğu ve en alttaki renk eğrisi grafiğinde, sistemin en mavi olduğu zaman 1980 yılı civarında gerçekleştiği görülmektedir.

Applegate (1992), mekanizmasının geçerli olabilmesi için bazı yaklaşık değerler belirtmiştir: buna göre, aktif yıldızın $\Delta L/L \sim 0.1$ seviyesinde değişen bir yıldız olması gerektiğini belirtmiştir ve mekanizmaya göre ışınlam döneminin değişimi yörünge dönemi salınımındaki değişim ile aynı olmalıdır.

Ayrıca, yıldızın $\Delta\Omega/\Omega \sim 0.01$ seviyesinde diferansiyel olarak dönmesini, çiftin yörünge dönemi salınımindaki değişim genliğinin $\Delta P / P \sim 10^{-5}$ miktarında olması gerektiğini ve aktif bileşenin ortalama birkaç kGauss yüzey altı manyetik alanının olmasını önerir. Tüm bu değişkenlik oranları ve diferansiyel dönme seviyesi, yörünge dönemi modülasyonu gösteren tüm çift yıldız sınıflarında ortaktır (Hall, 1990). Applegate (1992) mekanizması için kullanılacak ve hesaplanacak parametreleri, O-C grafiğindeki sinüsel eğriden elde edebiliriz.

1- O-C diyagramında görülen sinüsel değişimin dönemi P_{mod} ve aynı sinüsel yapının genliği A (gün) olmak üzere, dönem değişimi aşağıdaki formül ile elde edilir;

$$\frac{\Delta P}{P} = 2\pi \frac{A}{P_{mod}} \quad (3.5)$$

2- M ve R manyetik aktivite gösteren bileşenin sırasıyla kütle ve yarıçapı; a yörünge yarı-büyük eksen uzunluğu, G evrensel çekim sabiti olmak üzere manyetik aktiviteye sahip bileşenin dış kısmının daha hızlı dönmesini sağlayacak, iç kısmından dış kısma aktarılan açısal momentum miktarı,

$$\Delta J = -\frac{GM^2}{R} \left(\frac{a}{R}\right)^2 \frac{\Delta P}{6\pi} \quad (3.6)$$

formülü ile verilir. Burada negatif işaret yörünge döneminin azalması anlamına gelir. Yıldızın iç kısmından dış kısma açısal momentum aktarıldıkça, yıldız daha hızlı döner ve yıldızın şekli basıklaşır.

3- $\frac{\Delta\Omega}{\Omega}$ oranı, kabuk ile iç kısım arasındaki diferansiyel dönmeyi temsil etmek üzere, kabuğun kütlesi $M_s=0.1M$ eşitliği kullanılabilir.

$$\frac{M_s}{M} \frac{\Delta\Omega}{\Omega} = \frac{GM}{3R^3} \left(\frac{a}{R}\right)^2 \left(\frac{P}{2\pi}\right)^2 \frac{\Delta P}{P} \quad (3.7)$$

formülünü elde edebiliriz.

4- Kabuğun eylemsizlik momenti $I_s = \frac{2}{3} M_s R^2$ ile verilirken, kabuğa ΔJ açısal momentumunu transfer etmek için gerekli enerji ($\Delta\Omega \leq \Omega_{dr}$, $d\Omega = dJ / I_s$, $2I_{etkin} \cong I_s$)

$$\Delta E \cong \frac{(\Delta J)^2}{2I_{etkin}} \quad (3.8)$$

şeklinde ifade edilir. ΔE enerji koşulu yalnızca yıldızın nükleer ısıtmasından

sağlanıyorsa, yıldızın ısıtma değişimi;

$$\Delta L = \pi \frac{\Delta E}{P_{\text{mod}}} \quad (3.9)$$

ile hesaplanır ve sistemin toplam parlaklığındaki değişim;

$$\Delta m = -2.5 \log \frac{L}{L + \Delta L} \quad (3.10)$$

şeklinde gösterilir.

5- Yıldızın dış kısmı ile iç kısmı arasındaki periyodik olarak ΔJ açısal momentum alışverişi için gerekli torku sağlayan yüzeyaltı manyetik alan şiddeti ise;

$$B^2 \cong 10 \frac{GM^2}{R^4} \left(\frac{a}{R} \right)^2 \frac{\Delta P}{P_{\text{mod}}} \quad (3.11)$$

formülü ile hesaplanabilir.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, seçilen birkaç RS CVn türü örten çift sistemin yörünge dönem analizi yapılmış ve dönem değişimlerinin nedenleri üzerinde durulmuştur. Analizi yapılan sistemlerin genel özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Bu çizelgede a ; çift sistemlerin yörünge yarı büyük eksen uzunluğu, M_1 ve M_2 ; birinci ve ikinci bileşenin Güneş kütlesi biriminde kütleleri, R_1 ve R_2 ; birinci ve ikinci bileşenin Güneş yarıçapı biriminde yarıçapları, M_{bol1} ve M_{bol2} ; bileşenlerin bolometrik parlaklıkları yer almaktadır.

Çizelge 2. Seçilen sistemlerin bazı temel parametreleri

Yıldız Adı	a ($R_\odot$)	M_1 ($M_\odot$)	M_2 ($M_\odot$)	R_1 ($R_\odot$)	R_2 ($R_\odot$)	M_{bol1} (mag)	M_{bol2} (mag)	L_1 ($L_\odot$)	L_2 ($L_\odot$)	Ref
CG Cyg	3.74	0.96	0.81	0.89	0.84	5.1	5.8	0.55	0.31	1,2,3
WZ And	5.01	2.10	1.40	2.31	1.72	2.39	3.80	8.79	2.39	4
MT Her	3.2	1.2	0.7	1.0	0.7	4.5	6.8	1.26	0.15	5

Referanslar: 1) Budding ve ark. (2004), 2) Popper (1994), 3) Svechnikov ve ark. (1990), 4) Oh, Kyu-Dong (1977), 5) Budding ve Murad (1989).

WZ And ve MT Her sisteminin literatürde ışıyım gücü değerleri yer almadığından dolayı bileşenlerin bolometrik parlaklıkları kullanılarak, Pogson formülü ile ışıyım güçleri hesaplanmıştır. Birinci bileşenin bolometrik parlaklığı M_{bol1} ve ikinci bileşenin bolometrik parlaklığı M_{bol2} olmak üzere

$$L_{1,2} = 10^{(0.4 \times (M_{bol\odot} - M_{bol1,2}))} \quad (4.1)$$

Burada Güneş’in bolometrik parlaklığı $M_{bol\odot} = 4^m.75$ alınabilir.

Ayrıca dönem analizinde kullanılan tüm minimum zamanları ve gözlem türüne göre dağılımları Çizelge 3’te yer almaktadır. Analizde veri noktalarına, gözlem türünün duyarlılığına göre belirli ağırlıklar ($vis = 1$, $pg = 3$, $pe = 10$ ve $ccd = 10$) verilmiştir.

Çizelge 3. O-C analizlerinde kullanılan minimum zamanları

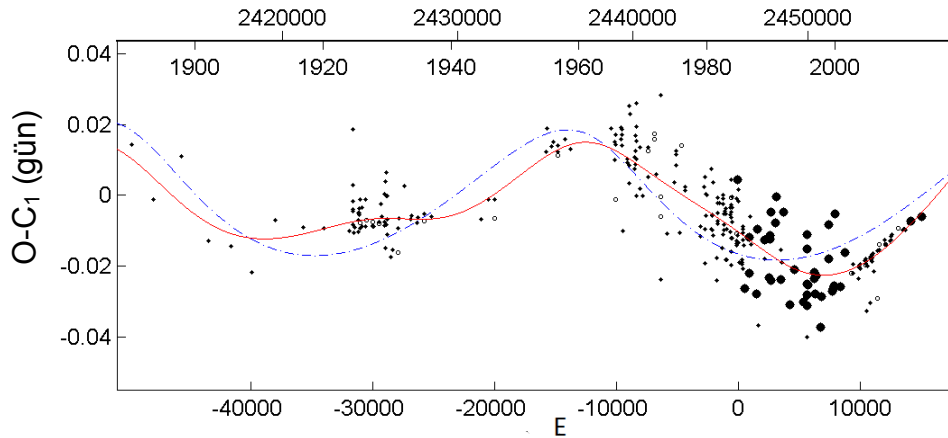
Sistem	Veri aralığı (yıl)	Görsel (vis)	Fotoğrafik (pg)	Fotoelektrik (pe)	CCD (ccd)	Toplam
CG Cyg	1900 – 2013	464	6	80	86	636
WZ And	1890 – 2013	204	44	11	44	303
MT Her	1900 – 2013	173	6	-	25	204

4.1. WZ And

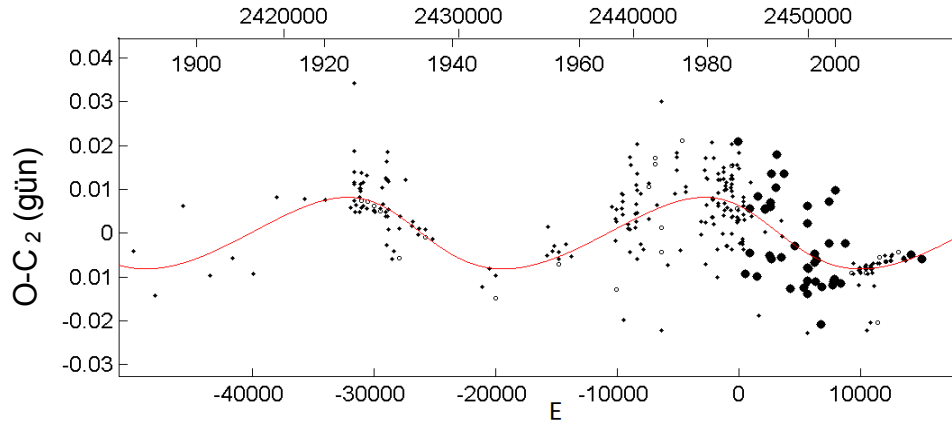
WZ And sisteminin minimum zamanlarını hesaplamak için

$$\text{Min(HJD)} = 2446025.7264 + 0^{\text{g}}.695660964 \times E \quad (4.2)$$

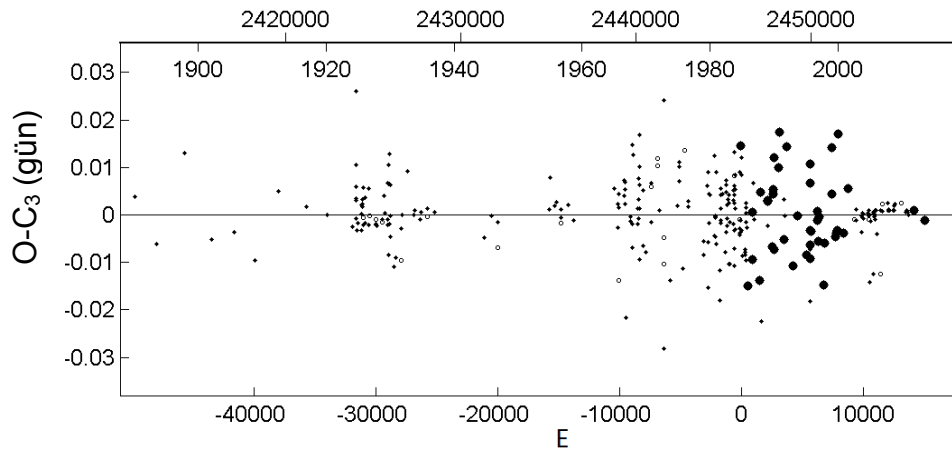
doğrusal ışık elemanları kullanılmıştır. O-C grafiğinin oluşturulması için kullanılan ışık elemanları Kreiner ve ark. (2001)'ten alınmıştır. Grafikteki değişim iki sünüsel eğrinin birleşimi şeklindedir. Görülen bu değişimin sisteme dinamik olarak bağlı olası üçüncü ve dördüncü cismin varlığından kaynaklandığı varsayılmıştır. O-C analizi sonucunda elde edilen parametreler Çizelge 4'te, O-C grafiğinde üçüncü ve dördüncü cisim etkisi nedeniyle oluşan değişim Şekil 10'da, Şekil 11'de sadece dördüncü cisim temsil eden O-C değişimi ve Şekil 12'de ise O-C artıkları gösterilmiştir.



Şekil 10. WZ And sisteminin O-C grafiği (üçüncü cisim ve dördüncü cisim etkisi bir arada).



Şekil 11. WZ And sisteminde dördüncü cisim etkisi.



Şekil 12. WZ And sisteminin kuramsal eğriden olan O-C farkları.

Çizelge 4. WZ And’ın O-C analizinden bulunan üçüncü ve dördüncü cisim parametreleri

Parametre	Değer	Hata
T_0 (HJD)	2446025.7345	0.0009
P (gün)	0.6956613	0.0000001
P_3 (yıl)	72.7	4.2
T_3 (HJD)	2438091	2071
A_s (gün)	0.0183	0.0036
ω_3 (°)	124	36
e_3	0.29	0.15
$f(m_3)$ ($M_\odot$)	0.0063	0.0001
$i=90^\circ$ için		
$m_3(M_\odot)$	0.46	
P_4 (yıl)	55.9	5.6
T_4 (HJD)	2447493	2502
A_s (gün)	0.0082	0.0043
ω_4 (°)	162	62
e_4	0.21	0.24
$f(m_4)$ ($M_\odot$)	0.0010	0.0001
$i=90^\circ$ için		
m_4 ($M_\odot$)	0.26	

WZ And sisteminin O-C analizinden elde edilen üçüncü ve dördüncü cisim parametreleri Çizelge 4’te sunulmuştur. Çevrimsel değişimden sorumlu tutulan olası üçüncü ve dördüncü cisim için yörünge dönemleri 72.7 ± 4.2 ve 55.9 ± 5.6 yıl olarak bulunmuştur. Ek cisimlerin yörünge eğimlerine $i=90^\circ$ olarak verildiğinde, üçüncü ve dördüncü cismin minimum kütleleri sırasıyla $m_3=0.46 M_\odot$ ve $m_4=0.26 M_\odot$ olarak hesaplanmıştır. Yörünge eğim açısı i değerinin 30° ve 60° olduğu durumlarda üçüncü cismin kütle değerleri $1.01 M_\odot$ ve $0.54 M_\odot$, dördüncü cisim için ise $0.58 M_\odot$ ve $0.30 M_\odot$ olarak bulunmuştur. Ayrıca Demircan ve Kahraman (1992) tarafından sunulan çalışmadaki $0.7 M_\odot$ değerinden küçük kütleli yıldızlar için verilen,

$$M_{\text{bol}} = 5.84 - 6.54 \log M (M_\odot) \quad (4.3)$$

bağıntısı ile üçüncü ve dördüncü cismin bolometrik parlaklığı $M_{\text{bol}3} = 8^{\text{m}}.05$ ve $M_{\text{bol}4} = 9^{\text{m}}.67$ olarak hesaplanmıştır.

Kısa dönemli RS CVn türü bir sistem olan WZ And’ın soğuk bileşeni manyetik aktivite gösterebilir. Bu durumda, çift sistemin dönemindeki çevrimsel değişimlerine alternatif olarak Applegate (1992) mekanizması üzerinde durulmuştur.

Çizelge 5'te soğuk bileşenin 72.7 yıl ve 55.9 yıl çevrimli değişimleri için Applegate (1992) formülleri ile soğuk bileşene ait parametreler hesaplanmıştır. Buna göre, soğuk bileşenin 72.7 yıllık çevrime sebep olduğu düşünülürse $\Delta P/P = 4.33 \times 10^{-6}$, $\Delta \Omega/\Omega = 0.002$ ve $\Delta L/L_2 = 0.07$ olarak bulunur. Soğuk bileşenin bu çevrimi oluşturduğu varsayıldığında yüzeyaltı manyetik alanı 4.93 kGauss olarak hesaplanmıştır. Sistemin soğuk bileşen 55.9 yıllık çevrimden sorumlu tutulduğunda ise $\Delta P/P = 2.52 \times 10^{-6}$, $\Delta \Omega/\Omega = 0.001$ ve $\Delta L/L_2 = 0.03$ olarak elde edilmiştir. Ayrıca soğuk bileşenin yüzey altı manyetik alanı 4.29 kGauss olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler Applegate (1992) tarafından çalışılan örnek sistemler için bulunan değerler ile karşılaştırıldığında kabul edilebilir değerlerdir.

Çizelge 5. WZ And sisteminin manyetik aktivite parametreleri

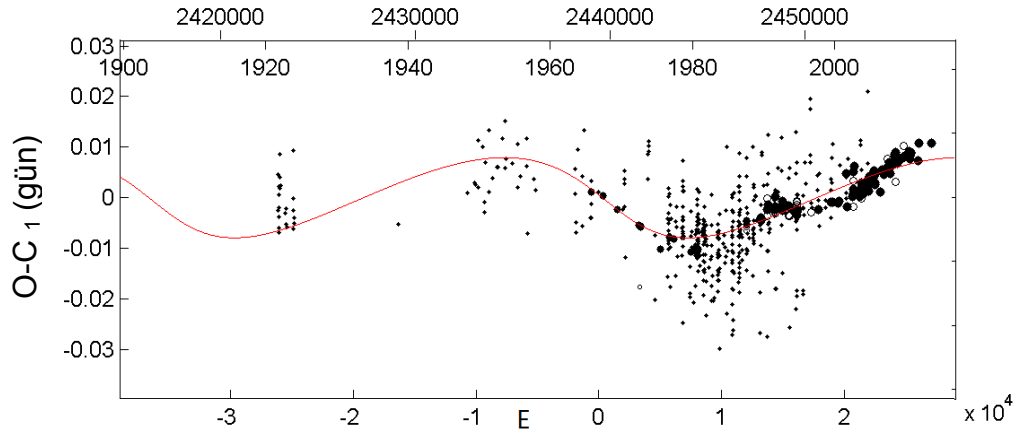
Parametre	Çevrim 1	Çevrim 2
P_{mod} (yıl)	72.7	55.9
A_s (gün)	0.0183	0.0082
$\frac{\Delta P}{P}$	4.33×10^{-6}	2.52×10^{-6}
ΔP (s)	2.6×10^{-1}	1.52×10^{-1}
ΔJ ($gr.cm^2 s^{-1}$)	5.06×10^{47}	2.95×10^{47}
I_s ($gr cm^2$)	2.66×10^{54}	2.66×10^{54}
$\frac{\Delta \Omega}{\Omega}$	1.82×10^{-3}	1.06×10^{-3}
ΔE (erg)	1.93×10^{41}	6.55×10^{40}
ΔL ($L_\odot$)	6.88×10^{-2}	3.04×10^{-2}
$\frac{\Delta L}{L_2} \%$	6.88	3.04
B (kGauss)	4.93	4.29
Δm	0.006	0.003

4.2. CG Cyg

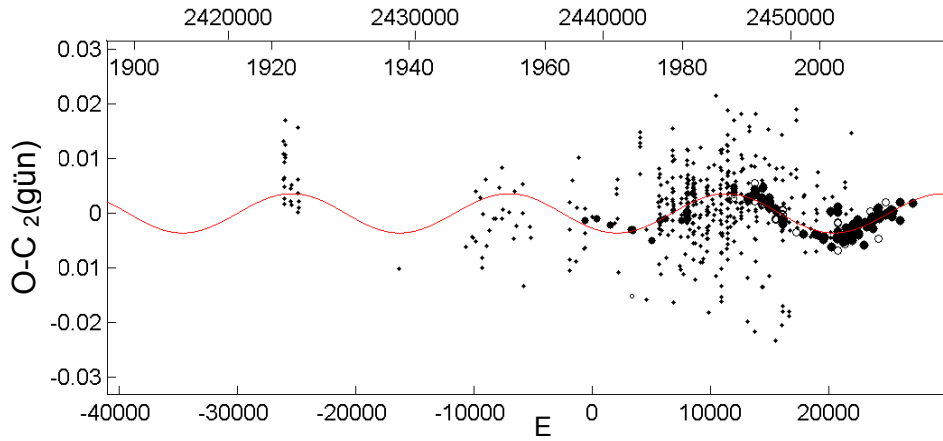
CG Cyg sisteminin O-C grafiği oluşturulduğunda sinüs benzeri bir değişim olduğu açıkça görülmektedir. O-C farklarının hesaplanmasında Kreiner ve ark. (2001) tarafından sunulan “Örten Çift Yıldızların O-C Atlası” ndaki CG Cyg sistemi için verilen ışık elemanları kullanılmıştır. CG Cyg’nin minimum zamanlarını hesaplamak için

$$\text{Min (HJD)} = 2439425.1176 + 0^s.631143114 \times E \quad (4.4)$$

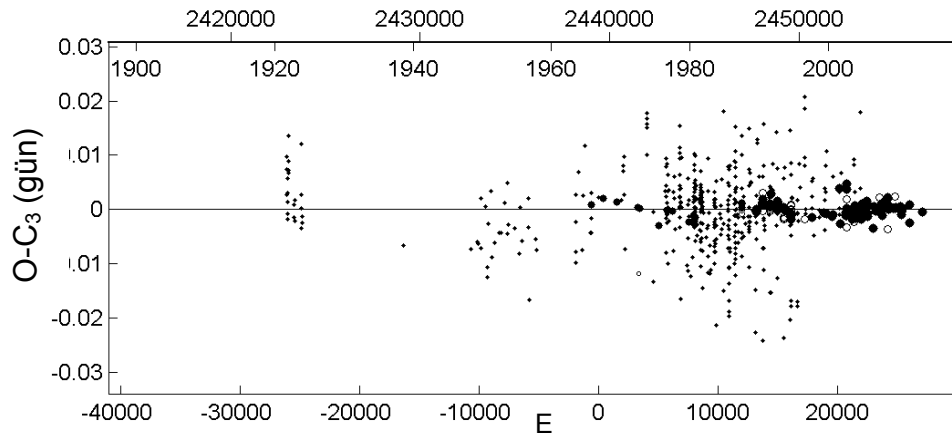
doğrusal ışık elemanları kullanılmıştır. O-C grafiğindeki sinüslü değişimin sisteme dinamik olarak bağlı olası üçüncü bir cisimden kaynaklandığı düşünülmüştür. Çizelge 6’da O-C analizinden elde edilen üçüncü cisim parametreleri sunulmuştur. CG Cyg sistemindeki üçüncü cisim etkisini temsil eden O-C grafiği Şekil 13’te, üçüncü cisim etkisinden arındırılmış ve sıcak bileşendeki manyetik etkinlikten kaynaklandığı varsayılan O-C değişimi Şekil 14’te, üçüncü cisim nedeniyle oluşan ışık-zaman etkisi ve manyetik etkinliğin arındırıldığı O-C değişimleri ise Şekil 15’te gösterilmiştir.



Şekil 13. CG Cyg sisteminin üçüncü cisim etkisini temsil eden kuramsal eğri.



Şekil 14. CG Cyg sisteminin üçüncü cisim etkisinden arındırılmış, manyetik etkinliğin sorumlu tutulduğu O-C grafiği.



Şekil 15. CG Cyg sisteminin üçüncü cisim ve manyetik etkinlikten arındırılmış O-C grafiği.

Çizelge 6. CG Cyg'nin O-C analizinden elde edilen üçüncü cisim parametreleri

Parametre	Değer	Hata
T_0 (HJD)	2439425.1211	0.0007
P (gün)	0.6311433	0.0000003
P_3 (yıl)	67.70	0.03
T_3 (HJD)	2441547.85	15.10
A_s (gün)	0.0087	0.0006
ω_3 (°)	184	14
e_3	0.52	0.16
$f(m_3)$ ($M_\odot$)	0.0012	0.0004
$i=90^\circ$ için		
$m_3(M_\odot)$	0.16	

CG Cyg sisteminin dönemi analizi sonucu üçüncü cismin yörünge döneminin 67.7 yıl olduğu bulunmuştur. Üçüncü cismin kütle fonksiyonu ise $f(m_3) = 0.0012 M_\odot$ olarak elde edilmiştir. Denklem (3.3)'te verilen kütle fonksiyonu formülünde, yörünge eğim açısı $i = 90^\circ$ verilerek olası üçüncü cismin minimum kütlesi $m_3 = 0.16 M_\odot$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, i değerinin 30° ve 60° değerlerine karşılık hesaplanan kütleleri sırasıyla $0.35 M_\odot$ ve $0.19 M_\odot$ olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan denklem (4.3) ile hesaplanan üçüncü cismin bolometrik parlaklığı $11^m.05$ olarak bulunmuştur. Şekil 14'te, üçüncü cismi temsil eden kuramsal eğriden gözlemsel değerlerin farkları alındığında, artıkların da çevrimsel bir değişim içerdiği görülmektedir. Bu değişimden baş bileşendeki manyetik olarak aktif bölgelerin sorumlu olduğu varsayılırsa, O-C artıklarındaki çevrimsel değişimin sebebi için Applegate mekanizması önerilebilir. Bu mekanizmada önerilen formüller ile soğuk bileşene ait parametreler hesaplanmıştır ve Çizelge 7'de sunulmuştur. Mekanizmaya göre, O-C artıklarındaki 30 yıl dönemli çevrimi oluşturan birinci bileşen için $\Delta P/P = 1.26 \times 10^{-6}$ $\Delta \Omega/\Omega = 4.50 \times 10^{-3}$, $\Delta m = 0^m.25$ ve $\Delta L/L_2 = 0.41$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 7. CG Cyg sisteminin manyetik aktivite parametreleri

Parametre	Değer
$P_{\text{mod}} (\text{yıl})$	30
$A_s (\text{gün})$	0.002
$\frac{\Delta P}{P}$	1.26×10^{-6}
$\Delta P (\text{s})$	6.88×10^{-2}
$\Delta J (\text{gr.cm}^2\text{s}^{-1})$	2.53×10^{47}
$I_s (\text{gr cm}^2)$	4.88×10^{53}
$\frac{\Delta \Omega}{\Omega}$	4.50×10^{-3}
$\Delta E (\text{erg})$	2.62×10^{41}
$\Delta L (L_{\odot})$	2.27×10^{-1}
$\frac{\Delta L}{L_2} \%$	41
$B (k\text{Gauss})$	14.6
Δm	0.25

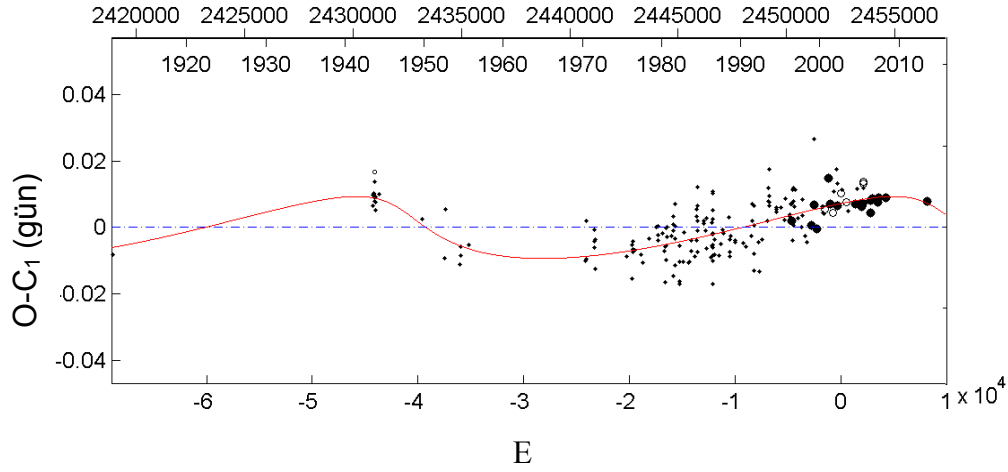
4.3. MT Her

MT Her çift sisteminin literatür çalışmaları incelendiğinde sisteme ait detaylı ışık eğrisi ve tayf analizi bulunmadığı ve sistemin daha önce dönem analizinin yapılmadığı görülmüştür. Sistemin ilk dönem analizi bu tez çalışmasında yapılmıştır.

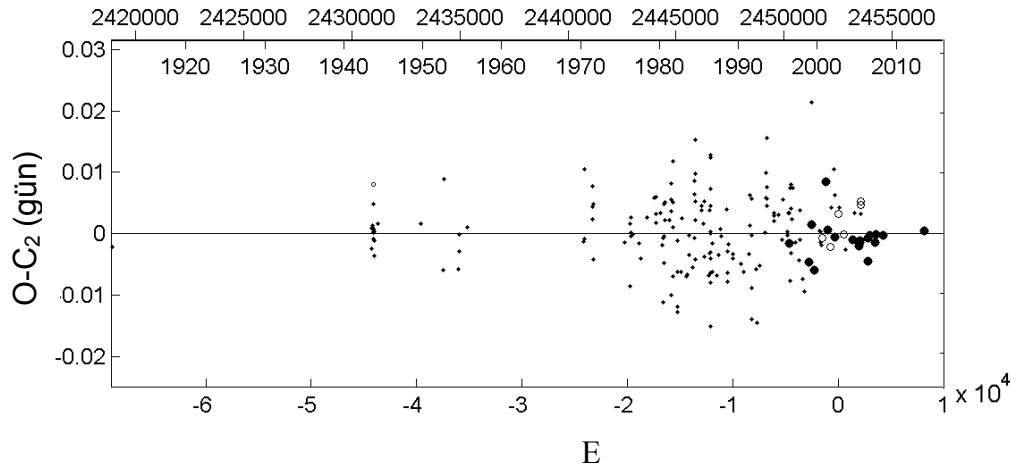
Sistemin O-C grafiğini oluşturmak için Kreiner ve ark. (2001) tarafından verilen aşağıdaki ışık elemanları kullanılmıştır:

$$\text{Min (HJD)} = 2452500.279 + 0^{\text{g}}.487718 \times E \quad (4.5)$$

Oluşturulan O-C grafiğinde sinüslü bir değişim olduğu açıkça görülmektedir. Seçilen sistemlerin dönemlerindeki çevrimsel değişim için öncelikle sisteme dinamik olarak bağlı olası bir üçüncü cismin varlığı önerilmiştir. MT Her sisteminde üçüncü cismi temsil eden kuramsal eğri Şekil 16'da gösterilmiştir. Şekil 17'de ise kuramsal eğriden olan artıklar yer almaktadır. Çizelge 8'de O-C analizi sonucu elde edilen üçüncü cisme ait parametreler ve sistemin yeni ışık elemanları sunulmuştur.



Şekil 16. MT Her sisteminin O-C grafiği ve üçüncü cisim etkisi.



Şekil 17. MT Her sisteminin sinüs eğrisinden olan O-C farkları.

Çizelge 8. MT Her sisteminin O-C analizinden elde edilen üçüncü cisim parametreleri

Parametre	Değer	Hata
T_0 (HJD)	2452500.2694	0.0024
P (gün)	0.4877179	0.0000001
P_3 (yıl)	67.8	5.7
T_3 (HJD)	2457193	33
A_s (gün)	0.0093	0.0009
ω_3 ($^\circ$)	154	25
e_3	0.55	0.33
$f(m_3)$ ($M_\odot$)	0.0014	0.0007
$i=90^\circ$ için		
m_3 ($M_\odot$)	0.18	

MT Her'in O-C analizi sonucu olası üçüncü cismin yörünge dönemi 67.9 yıl olarak elde edilmiştir. Diğer yandan üçüncü cismin kütle fonksiyonu $f(m_3) = 0.0014 M_{\odot}$ olarak bulunmuştur. Denklem (3.3)'te $i = 90^{\circ}$ verildiğinde, cismin minimum kütlesi $0.18 M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer 30° ve 60° olduğu durumda ilave bileşenin kütlesi $0.39 M_{\odot}$ ve $0.21 M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca olası üçüncü cismin bolometrik parlaklığı, denklem (4.3) ile $10^{m.71}$ olarak bulunmuştur.

MT Her'in O-C grafiğindeki çevrimsel değişimin, sistemin soğuk bileşeninden kaynaklandığı varsayılarak Applegate (1992)'nin önerdiği mekanizma doğrultusunda manyetik aktivite parametreleri hesaplanmıştır. Bileşenle ilgili parametreler Çizelge 9'da gösterilmiştir. Applegate mekanizması için önemli olan parametreler $\Delta\Omega/\Omega = 8.91 \times 10^{-3}$, $\Delta P/P = 2.36 \times 10^{-6}$ ve $\Delta L/L_2 = 1.97$ olarak hesaplanmıştır. Buradaki $\Delta L/L_2$ değerinin % 197'lik katkısı çok fazla ve anlamsız bir değer olarak çıkmıştır.

Çizelge 9. MT Her sisteminin manyetik aktivite parametreleri

Parametre	Değer
$P_{\text{mod}} (\text{yıl})$	67.8
$A_s (\text{gün})$	0.0093
$\frac{\Delta P}{P}$	2.36×10^{-6}
$\Delta P (\text{s})$	9.94×10^{-2}
$\Delta J (\text{gr.cm}^2\text{s}^{-1})$	2.93×10^{47}
$I_s (\text{gr cm}^2)$	2.20×10^{53}
$\frac{\Delta\Omega}{\Omega}$	8.91×10^{-3}
$\Delta E (\text{erg})$	7.78×10^{41}
$\Delta L (L_{\odot})$	1.14×10^{33}
$\frac{\Delta L}{L_2} \%$	197
$B (k\text{Gauss})$	14.9
Δm	0.2

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Üçüncü Cisim Etkisi

Bu tez çalışmasında dört adet kısa dönemli RS CVn türü örten çift sistemin (WZ And, CG Cyg, MT Her) yörünge dönem analizleri yapılmıştır ve dönem değişimlerinin sebepleri üzerinde durulmuştur. Sistemlere ait yeni minimum zamanları Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi'nde elde edilmiştir. Daha önce gözlenen minimum zamanları literatürden toplanarak, yeni minimum zamanları ile birlikte sistemlerin O-C grafikleri oluşturulmuştur. Sistemlerin O-C grafiklerinin analiz sonuçları ve dönem değişim nedenleri aşağıdaki gibi yorumlanmıştır:

WZ And sistemi, F5 + G5 tayf türünden, kısa dönemli ($P = 0.695661$ gün) RS CVn türü bir sistemdir. Literatürden toplanan minimum zamanları 1890 – 2013 yıl aralığını kapsamaktadır. Sistemin O-C grafiğinin iki sinüsel değişimden oluştuğu görülmektedir. Sistemin O-C verilerindeki dönemli değişimler için öncelikle olası üçüncü ve dördüncü cismin varlığı önerilmiştir. Analizde üçüncü ve dördüncü cisim için minimum kütle değerleri sırasıyla $m_3 = 0.46 M_{\odot}$ ve $m_4 = 0.26 M_{\odot}$ olarak bulunmuştur. Sistemin O-C diyagramında parabolik bir değişime rastlanılmamıştır. Sistemin en güncel dönem analizi Zasche ve ark. (2008) tarafından yapılmıştır. Dönem değişiminin sebebi için önerdikleri ilave üçüncü ve dördüncü cisimlerin minimum kütlelerini $m_3 = 0.37 M_{\odot}$ ve $m_4 = 0.21 M_{\odot}$ olarak bulmuşlardır. İlave cisimlerin bu kütlelere sahip olması durumunda ve anakol yıldızları oldukları varsayıldığında tayf türlerinin M3 ve M5 civarında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun da toplam ışığa katkısı %1 civarında olacağını ve ihmal edilebilir olacağını önermişlerdir. WZ And sisteminin detaylı ışık eğrisi çalışması son olarak Zhang ve Zhang (2006) tarafından yapılmıştır. Üçüncü cisim katkısının desteklenmesi için daha fazla fotometrik ve tayfsal çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

CG Cyg sisteminin O-C grafiğindeki sinüsel değişimin analizi için öncelikle, olası bir üçüncü cismin etkisi ele alındı. En küçük kareler yöntemi ile ışık-zaman denklemi O-C verilerine fit edildi. Analiz sonucunda olası üçüncü cismin çift sistem etrafındaki yörünge hareketinin dönemi $P_3 = 67.7$ yıl, ilave cismin kütle fonksiyonu $f(m_3) (M_{\odot}) = 0.00119$, yörünge eğimi i 'nin 90° olduğu durumdaki minimum kütlesi $m_3(M_{\odot}) = 0.16$ olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan denklem (4.3) ile hesaplanan üçüncü cismin bolometrik parlaklığı $11^m.05$ olarak bulunmuştur.

MT Her sistemi literatürde detaylı bir çalışması olmayan ihmal edilmiş bir sistemdir.

Farklı yazarlar tarafından minimum gözlemleri sunulmuştur. Analizi yapılan diğer iki sistemin aksine daha az gözlem verisi bulunmaktadır. Bu da analiz sonuçlarının yorumlanmasında sıkıntı yaratmıştır. MT Her sisteminin O-C grafiğindeki değişim incelendiğinde basık bir sinüsel değişim olduğu görülmektedir. Dönem değişiminin sebebi olarak öncelikle olası bir üçüncü cismin varlığı üzerinde durulmuştur. Analiz sonucunda olası üçüncü cismin en küçük kütlesi $m_3 (M_{\odot}) = 0.182938652$ olarak elde edilmiştir. Denklem (4)'te $i = 90^{\circ}$ verildiğinde, cismin minimum kütlesi $0.18 M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. Sistemin detaylı ışık eğrisi ve tayfsal çalışmaları yapılarak üçüncü cismin varlığı ile ilgili daha duyarlı gözlem sonuçları elde edilebilir.

5.2. Alternatif Mekanizma: Applegate Mekanizması

Dönem analizi yapılan üç sistemin de O-C grafikleri incelendiğinde sinüs benzeri dalgalanmalar olduğu açıkça görülmektedir. Sistemlerin dönem analizleri için ilk olarak sisteme dinamik olarak bağlı olası bir üçüncü cismin varlığı önerilmiştir. Diğer yandan sistemlerin bileşenlerinin geri tayf türünden, kromosferik olarak aktif yıldızlar olduğu göz önüne alındığında, Applegate (1992) modeli ile dönem değişimi yeniden incelenmiştir. Applegate (1992) çalışmasında, çift sistemin dönem değişimi ile soğuk bileşen ya da bileşenlerdeki manyetik aktivite arasındaki ilişkiyi gösteren bazı bağıntıların hesaplanmasını önermiştir. Manyetik olarak aktif bileşenin temel parametreleri kullanılarak (aktif bileşenin ısıtma gücü $L(L_{\odot})$, yarıçapı $R(R_{\odot})$ ve kütlesi $M(M_{\odot})$ olmak üzere) Bölüm 4'te bazı manyetik aktivite değerleri hesaplanmıştır.

Applegate (1992) modeli uygulanan ilk sistem olan WZ And'nin O-C eğrisi, iki farklı sinüsel değişimden meydana gelmektedir. Sistem için yapılan daha önceki çalışmalar incelendiğinde detaylı bir taysal ve fotometrik çalışma olmadığı görülmektedir. Literatürde yer alan parametreler fotometrik bulgulardan hesaplanmıştır. Bu nedenle Applegate modeli ile elde edilen manyetik aktivite değerleri kabul edilebilir gözükmeyle birlikte, kesinlik taşımamaktadır. Manyetik etkinliğin hangi bileşenden kaynaklandığı daha duyarlı fotometrik gözlemler yapılarak, tayfsal çalışmalar ile manyetik aktivitenin en önemli belirteçleri CaII H ve K ile H α salma çizgilerinin varlığı araştırılabilir.

Manyetik aktivite ile dönem değişimi ilişkisinin incelendiği ikinci sistem CG Cyg çift sistemidir. Doğasında tutulmaların olduğu Williams (1922) tarafından keşfedilen sistemin günümüze kadar çok sayıda ışık eğrisi elde edilmiştir. Ayrıca sistemin taysal çalışması ile dönem analizi çeşitli yazarlar tarafından sunulmuştur.

CG Cyg sisteminin O-C grafiğindeki gözlemsel veriler ile grafiğe uygulanan sinüs fitinin farkı alındığında, sistemin kalan artıklarında küçük genlikli çevrimsel bir yapı

olduğu çok açıktır (Şekil 14). Çift sistemin literatür çalışmaları incelendiğinde, G9 tayf türünden olan birinci bileşenin aktif kromosfere sahip olduğu hem tayfsal hem de fotometrik çalışmalar ile kanıtlandığı görülmüştür. Diğer yandan, Kjurkchieva ve ark. (2003) her iki bileşende de H α salması tespit etmişlerdir. Ayrıca birinci bileşenin ışığının toplam ışığa katkısı % 60 olduğu belirtilmiştir. Önceki çalışmalar ile de desteklendiği gibi, Afşar ve ark. (2004), sistemin ışık eğrisi analizinde baş bileşenin iki aktif bölge içerdiğini tespit etmişlerdir. Bu bilgiye dayanarak, artıklardaki çevrimli değişimden baş bileşen sorumlu tutulmuştur. O-C artıklarının oluşturduğu grafikten sinüsel yapının yarı-genliği “A_s” ve çevrimsel değişimin dönemi olan “P_{mod}” yaklaşık olarak elde edilmiştir. Sistem için hesaplanan Applegate parametreleri Çizelge 7’de verilmiştir. Elde edilen değerlerden $\Delta L/L_2$ değerinin Applegate (1992) modelinde önerilenden fazla olduğu görülürken, (3.10) bağıntısına sistemin toplam ışıyım değişimi Δm olmak üzere 0^m.25 genlikte olması gerektiği hesaplanmıştır. Afşar ve ark. (2004) çalışmalarında, ortalama parlaklıktaki değişimin B renginde 0^m.17, V renginde ise 0^m.15 değerinde olduğunu belirtmiştir. Diğer değerler modele uygun görülmektedir. Ayrıca sistemin, Applegate modelinde bahsettiği ısıtma değişimi tahmininin, Hall (1991) tarafından CG Cyg sisteminde uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Aynı uyum Afşar ve ark. (2004) tarafından yapılan, sistemin ışık eğrisi analizi ve dönem değişimi çalışmasında da görülmüştür. Bu çalışmada O-C artıklarındaki çevrimsel yapının dönemi ile tutulmalar dışında kalan ortalama parlaklık değişiminin döneminin aynı olduğu bulunmuştur (yaklaşık 20 yıl). Diğer yandan O-C artıklarının oluşturduğu çevrimsel değişimin minimumu ile toplam parlaklıktaki değişimin maksimumunun birbirine denk geldiği, tam tersi olduğu durumda da aynı durumun olduğu görülmektedir (Şekil 4 ve Şekil 7, Afşar ve ark., 2004). Tüm bu veriler ile CG Cyg sisteminin artıklarındaki değişimin manyetik aktivite kaynaklı olduğu açıkça görülmektedir.

Applegate (1992) modelinin uygulandığı son sistem olan MT Her sistemi, ihmal edilmiş bir sistem olarak kabul edilebilir. Sistemin az sayıda minimum gözleminin çeşitli yazarlar tarafından sunulduğu, ancak fotometrik ve tayfsal bir çalışmasının olmadığı tespit edilmiştir. O-C grafiğindeki değişimin manyetik aktiviteden kaynaklandığı varsayıldığında, sistem ile ilgili detaylı bir bilgi yer almadığından dolayı, Applegate (1992) modeli soğuk bileşen için uygulanmıştır. Çizelge 9’da hesaplanan değerler incelendiğinde $\Delta L/L_2 = 1.97$ çıkmıştır. Bu değer Applegate modelinin önerdiği değerlerin çok üstünde ve anlamsızdır. Sistemin toplam ışıyımındaki değişimin denklem (3.10) ile 0^m.2 olması gerektiği hesaplanmıştır. Bu değer kabul edilebilir bir değer olmasına karşın, sisteme ait detaylı bir çalışmayla daha duyarlı bir şekilde ispatlanabilir. Bu nedenle sistemin temel

parametrelerinin tayfsal çalışmalardan elde edilmiş olmaması, minimum gözlemlerinin az olması ve ayrıntılı bir ışık eğrisi analizinin olmamasından dolayı manyetik etkinlik modeli zayıf kalmaktadır. İlerleyen dönemlerde sistemin daha ayrıntılı ve duyarlı ışık eğrisi analizleri yapılarak aktif bölgelerin varlığı tespit edilebilir. Ayrıca bileşenlerin tayf analizi incelenerek Ca II H, K ve H α salma çizgileri araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Afşar, M., Heckert, P. A. ve İbanoğlu, C., 2004. Long-term luminosity variations and period changes in CG Cygni. *Astronomy and Astrophysics*. 420: 595-604.
- Albayrak, B., Fikri Özeren, F., Ekmekçi, F. ve Demircan, O., 1999. Period Variation of Six RS CVn-Type Binaries with Possible Light-Time Effect. *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica*. 35. 3 p.
- Applegate, J. H. ve Patterson, J., 1987. Magnetic activity, tides, and orbital period changes in close binaries. *Astrophysical Journal*. 322: 99-102.
- Applegate J. H., 1992. A Mechanism for Orbital Period Modulation in Close Binaries. *Astrophysical Journal*. 358: 621-629.
- Bradstreet, D. H., Sanders, S. J. ve Hargis, J. R., 2005. Light Curves and Analysis of the Eclipsing Binaries MT Her and DO And. *Bulletin of the American Astronomical Society*. 37: 1479.
- Budding, E. ve Murad, I. M., 1989. Observations and analysis of MT HER. *Astrophysics and Space Science*. 153: 335-343.
- Budding, E., Erdem, A., Çiçek, C., Bulut, I., Soyduğan, F., Soyduğan, E., Bakiş, V. ve Demircan, O., 2004. Catalogue of Algol type binary stars. *Astronomy and Astrophysics*. 417: 263-268.
- Cook, A. F., 1948. The eclipsing variable WZ Andromedae. *The Astronomical Journal*. 1171.
- Demircan, O. ve Kahraman, G., 1991. Stellar Mass-Luminosity and Mass-Radius Relations. *Astrophysics and Space Science*. 181: 313.
- Fekel, F. C., Moffett, T. J. ve Henry, G. W., 1986. A survey of chromospherically active stars. *Astrophysical Journal Supplement Series*. 60: 551-576.
- Gies D. R., Williams S. J., Matson R. A., Z., Thomas S. M., Orosz J. A. ve Peters G. J., 2012. A Search for Hierarchical Triples using Kepler Eclipse Timing. *The Astronomical Journal*. 143: 9.

- Hall, D. S., 1972. A T Tauri-Like Star in the Eclipsing Binary RS Canum Venaticorum. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 84: 323.
- Hall, D. S., 1990. Period Changes and Magnetic Cycles. *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Active Close Binaries*. 375: 95.
- Hall, D. S., 1976. The RS CVn Binaries and Binaries with Similar Properties. *Multiple Periodic Variable Stars*. 287 p.
- Hall, D. S., 1991. A connection between long-term luminosity variations and orbital period changes in chromospherically active Binaries. *Astrophysical Journal*. 380: L85-L87.
- Irwin J. B., 1959. Standard Light-Time Curves. *The Astronomical Journal*. 64: 149-155.
- Irwin J. B., 1952. The Determination of a Light-Time Orbit. *Astrophysical Journal*. 116: 211.
- İbanoğlu C., 2000. Örten Çift Yıldızlar. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları*. 164.
- Jableka, D., Zola, S., Zakrzewski, B., Szymanski, T., Kuzmich, A., de Villiers, S. N., Zejda, M. ve Koziel-Wierzbowska, D., 2012. Period changes of the sample of eclipsing binaries with active chromospheres. *Advances in Astronomy and Space Physics*. 2: 128-131.
- Jassur, D. M. Z., Kermani, M. H. ve Gozaliasl, G., 2006. Orbital Period Changes and Long Term Luminosity Variation in Active Binary CG Cyg. *Astrophysics and Space Science*. 304: 157-160.
- Kozhevnikova, A. V., Alekseev, I. Yu., Heckert, P. A. ve Kozhevnikov, V. P., 2007. Long-term starspot activity of three short-period RS CVn stars: BH Vir, WY Cnc and CG Cyg. *Astronomical and Astrophysical Transactions*. 26: 111-112.
- Kwee K.K ve van Woerden H., 1956. A method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*. 12: 327.
- Kjurkchieva, D. P., Marchev, D. V. ve Ogloza, W., 2003. Spectroscopic and photometric observations of the short-period RS CVn-type star CG Cyg. *Astronomy and Astrophysics*. 400: 623-631.

- Kozhevnikova, A. V., Kozhevnikov, V. P., Alekseev, I. Yu., Yushkov, I. A. ve Dorogov, A. A., 2012. Spot activity of the binary CG Cyg: Observations during maximum spottedness. *Astronomy Reports*. 56: 281-289.
- Kozhevnikova, A. V., Alekseev, I. Yu., Kozhevnikov, V. P. ve Svechnikov, M. A., 2005. Long-Term Starspot Activity of the Eclipsing Variable System CG Cyg. *Astrophysics*. 48: 291-303.
- Kukarkin, B. V., Kholopov, P. N., Pskovskij, Yu. P., Efremov, Yu. N., Kukarkina, N. P., Kurochkin, N. E., Medvedeva, G. I., Perova, N. B., Fedorovich, V. P. ve Frolov, M. S. General catalogue of variable stars.
- Lanza, A. F., Rodono, M. ve Rosner, R., 1998. Orbital period modulation and magnetic cycles in close binaries. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 296 : 893-902
- Lazaro, C. ve Arevalo, M. J., 1997. Time-Resolved Spectroscopy of RS CVn Short-Period Systems.I.CG CYG, BH VIR and ER VUL. *Astronomical Journal*. 113: 2283.
- Linsky, J. L., 1985. Nonradiative activity across the H-R diagram - Which types of stars are solar-like?. *Solar Physics*. 100: 333-362.
- Maceroni C., Bianchini A., Rodono M., van't Veer F. ve Vio R., 1990. Magnetic Cycles in Solar-Type Single and Close Binary Stars. *Astronomy & Astrophysics*. 237: 395-401.
- Matese, J. J.; Whitmire, D. P., 1983. Alternate period changes in close binary systems. *Astronomy and Astrophysics*. 117: L7-L9.
- Milone, E. F., Castle, K. G., Robb, R. M., Hall, D. S., Zissell, R. E., Swadron, D., Burke, E. W. ve Michlovic, J. E., 1979. The changing light curves of CG Cygni. *Astronomical Journal*. 84: 417-428.
- Milone, E. F. ve Ziebarth, K. E., 1974. Evidence for a Period Change in CG Cygni. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 86: 684.
- Naftilan, S. A. ve Milone, E. F., 1979. A spectroscopic study of the close binary CG Cygni. *Astronomical Journal*. 84: 1218-1222.

- Oh, K. D., 1991. Period changes of ten eclipsing variable stars. *Astronomical Society of Australia*. 9: 289-290.
- Oh, K. D., 1977. Mass Exchange of the Eclipsing Binary WZ Andromedae. *Journal of Korean Astronomy Society*. 10: 23-30.
- Paschke A. ve Brat L., 2006. O-C Gateway, a Collection of Minima Timings. Open European Journal on Variable Stars, Vol. 23, *Proceedings of the 37th Conference on Variable Stars Research*, Edited by L. Brat.13.
- Popper, D. M., 1994. Orbits of detached main-sequence eclipsing binaries of types late F to K, 1: RT Andromedae and CG Cygni. *The Astronomical Journal*. 108: 1091-1100.
- Rafert, J. B., 1982. Periodic Ephemerides for 49 Eclipsing Binary-Star Systems. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 94: 485-495.
- Rodono, M., 1980. Stellar activity. *Società Astronomica Italiana, Memorie*. 51: 623-658.
- Shi, Xiao-Min, Xiang, Fu-Yuan; Lu, Ye, 2012. Orbital Period Investigation of the RS CVn Type Binary CG Cygn. *Publications of the Astronomical Society of Japan*. 64: 10.
- Sowell, J. R., Wilson, John W., Hall, Douglas S. ve Peyman, P. E., 1987. CG Cygni Solutions of 1979 and 1980 light curves. *Astronomical Society of the Pacific, Publications*. 99: 407-419.
- Svechnikov, M. A. ve Kuznetsova, E. F., 1990. Approximate elements of eclipsing Binaries. *Sverdlovsk : Izd-vo Ural'skogo universiteta*.
- Tsantilas, S. ve Rovithis-Livaniou, H., 2007. Study of the Magnetic Activity Cycles of CG Cygni. *Astronomical Society of the Pacific*. 353.
- Williams, A. Stanley, 1922. A new variable star in Cygnus. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 82: 300.
- Zasche, P., 2006. New Systems Showing the Light-Time Effect. *Astrophysics of Variable Stars*. 349: 379.
- Zhang, X. B. ve Zhang, R. X., 2006. WZ And, a probable contact system with mass ratio very close to unity. *New Astronomy*. 11: 339-343.

Zasche P., Liakos A., Niarchos P., Wolf M., Manimanis V. ve Gazeas K., 2008. 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.

Zessewitsch, W., 1925. Elemente und Lichtkurve des veränderlichen Sterns vom Algoltypus WZ Andromedae. *Astronomische Nachrichten*. 224. 189 p.

ÇİZELGELER

Sayfa No

Çizelge 1. Elde edilen minimum zamanları	4
Çizelge 2. Seçilen sistemlerin bazı temel parametreleri.....	6
Çizelge 3. O-C analizlerinde kullanılan minimum zamanları.....	8
Çizelge 4. WZ And'ın O-C analizinden bulunan üçüncü ve dördüncü cisim parametreleri.....	20
Çizelge 5. WZ And sisteminin manyetik aktivite parametreleri.....	22
Çizelge 6. CG Cyg'nin O-C analizinden elde edilen üçüncü cisim parametreleri.....	24
Çizelge 7. CG Cyg sisteminin manyetik aktivite parametreleri.....	25
Çizelge 8. MT Her sisteminin O-C analizinden elde edilen üçüncü cisim parametreleri.....	26
Çizelge 9. MT Her sisteminin Manyetik aktivite parametreleri.....	27

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1. Örtlen bir çift sistemin yörünge düzlemi ile bakış doğrultusu arasındaki ilişki.....	1
Şekil 2. Örtlen çift sistem için tutulma koşulu	2
Şekil 3. Örtlen çift sistemin yörüngesi ve ışık eğrisindeki örtme sonucu oluşan tutulmalar	2
Şekil 4. RS CVn sisteminin ışık eğrisindeki tutulum dışı kalan alanda ışık değişimi.....	5
Şekil 5. Güneş benzeri yıldızların HR diyagramındaki konumları.....	6
Şekil 6. IV Cas çift sisteminin O-C grafiği.....	10
Şekil 7. BR Cyg sisteminin O-C grafiği.....	13
Şekil 8. CG Cyg sisteminin O-C grafiği.....	14
Şekil 9. CG Cyg sisteminin tutulmalar dışında kalan ışık ve renk eğrisi.....	12
Şekil 10. WZ And sisteminin O-C grafiği.....	18
Şekil 11. WZ And sisteminde dördüncü cisim etkisi.....	19
Şekil 12. WZ And sisteminin kuramsal eğriden olan O-C farkları.....	20
Şekil 13. CG Cyg sisteminin O-C grafiği.....	23
Şekil 14. CG Cyg sisteminin üçüncü cisim etkisinden arındırılmış, manyetik etkinliğin sorumlu tutulduğu O-C grafiği.....	23
Şekil 15. CG Cyg sisteminin üçüncü cisim ve manyetik etkinlikten arındırılmış O-C grafiği.....	23
Şekil 16. MT Her sisteminin O-C grafiği ve üçüncü cisim etkisi.....	26
Şekil 17. MT Her sisteminin sinüs eğrisinden olan O-C farkları.....	26

Ek 1. WZ And sisteminin minimum zamanları

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
11379.0330	I	pg	1
12631.2080	I	pg	1
14231.2410	I	pg	1
15761.6720	I	pg	1
17083.4270	I	pg	1
18266.0440	I	pg	1
19587.8150	I	pg	1
21187.8340	I	pg	1
22370.4580	I	pg	1
23831.3460	I	pg	1
24011.5510	I	vis	30
24018.4850	I	vis	30
24020.5790	I	vis	30
24025.4440	I	vis	30
24036.5680	I	vis	30
24048.3980	I	vis	30
24062.3050	I	vis	30
24135.3510	I	vis	30
24354.4830	I	vis	30
24361.4430	I	vis	30
24363.5320	I	vis	30
24382.3150	I	vis	30
24386.4900	I	vis	30
24393.4450	I	vis	30
24422.6590	I	pg	1
24429.9650	II	pg	1
24457.4500	I	vis	30
24526.3130	I	vis	30
24535.3620	I	vis	30
24761.4540	I	vis	30
24766.3160	I	vis	30
24802.8400	II	pg	1
25153.1040	I	pg	30
25175.7140	II	pg	1
25183.7130	I	pg	30
25197.6260	I	pg	1
25501.2830	II	pg	1
25519.0230	I	pg	1
25646.3340	I	vis	30
25655.3740	I	vis	30
25808.4170	I	vis	30
25810.5050	I	vis	30
25826.5130	I	vis	30
25879.3830	I	vis	30
25881.4550	I	vis	30
25883.5610	I	vis	30
25917.6360	I	vis	30
25918.3400	I	vis	2
25925.3030	I	vis	30
25966.3340	I	vis	30

Ek 1. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
25975.3840	I	vis	30
26000.4170	I	vis	30
26219.5440	I	vis	30
26295.3730	I	vis	30
26613.9920	I	pg	1
26620.5940	II	pg	1
26636.2560	I	pg	1
26961.1390	I	vis	1
27342.3520	I	vis	1
27379.2230	I	pg	1
27687.3990	I	vis	1
27747.9230	I	pg	1
28082.8830	II	pg	1
28086.7110	I	pg	1
28508.2810	I	vis	1
31347.2740	I	vis	30
31755.6330	I	vis	1
32099.6320	II	pg	1
32125.0290	I	pg	1
35075.3420	I	vis	30
35130.3060	I	vis	30
35370.3040	I	vis	30
35481.6110	I	pg	2
35745.2640	I	vis	30
35746.6570	I	vis	30
35747.0020	II	vis	1
36163.3600	I	vis	30
36453.4480	I	vis	30
38753.3100	I	vis	30
39004.4400	I	pg	3
39006.5220	I	pg	3
39028.4240	II	pg	30
39029.4830	I	pg	30
39041.3120	I	pg	3
39324.4450	I	pg	3
39355.7530	I	vis	4
39381.4920	I	pg	3
39388.4440	I	vis	30
39388.4470	I	vis	30
39443.3770	I	pg	30
39717.4870	I	vis	30
39717.4880	I	vis	30
39717.4880	I	vis	30
39799.5910	I	vis	6
39826.7000	I	vis	6
39826.7050	I	vis	6
39854.5460	I	vis	6
40116.7980	I	vis	6
40128.6210	I	vis	6
40151.5790	I	vis	6
40151.5830	I	vis	6

Ek 1. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
40178.7180	I	vis	6
40202.3730	I	vis	5
40206.5430	I	vis	5
40208.6250	I	vis	6
40215.5710	I	vis	6
40232.2930	I	vis	5
40436.8050	I	vis	6
40443.7500	I	vis	6
40583.5760	I	vis	6
40872.2890	I	vis	30
40888.2810	I	vis	30
40903.2450	II	vis	30
41225.3410	II	vis	30
41271.2530	II	vis	30
41368.2880	I	vis	30
41595.4150	II	pg	30
41598.5220	I	pg	30
41599.2700	I	pg	30
41602.3660	II	pg	30
41960.2790	I	pg	30
42359.6030	I	vis	7
42472.3050	I	vis	30
42472.3080	I	vis	30
42472.3090	I	vis	30
42712.2890	I	pg	30
42775.2710	II	pg	30
43020.4790	I	vis	9
43024.6540	I	vis	8
43889.3470	I	vis	30
43903.2630	I	vis	30
44090.4070	I	vis	30
44135.6130	I	vis	30
44144.6470	I	vis	30
44149.5410	I	vis	30
44174.5740	I	vis	30
44174.5800	I	vis	30
44225.3630	I	vis	30
44497.3740	I	vis	30
44503.6180	I	vis	30
44552.3180	I	vis	30
44556.4880	I	vis	30
44561.3620	I	vis	30
44575.2750	I	vis	30
44582.2410	I	vis	30
44598.2260	I	vis	30
44821.5206	I	vis	30
44821.5270	I	vis	30
44842.4140	I	vis	30
44865.3640	I	vis	30
44874.4070	I	vis	30
44874.4100	I	vis	30

Ek 1. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
44874.4129	I	vis	30
44970.4140	I	vis	30
45141.5340	I	vis	30
45180.4950	I	vis	30
45180.5034	I	vis	30
45180.5050	I	vis	30
45180.5060	I	vis	30
45194.4110	I	vis	30
45194.4140	I	vis	30
45240.3230	I	vis	30
45288.3290	I	vis	30
45315.4590	I	vis	30
45336.3160	I	vis	30
45345.3740	I	vis	30
45352.3160	I	vis	30
45368.3250	I	vis	30
45555.4570	I	vis	30
45555.4620	I	vis	30
45555.4620	I	vis	30
45555.4640	I	vis	30
45614.5960	I	vis	30
45615.2987	I	vis	30
45617.3750	I	vis	30
45641.3810	II	vis	30
45643.8042	I	pe	10
45646.5830	I	vis	30
45647.2900	I	vis	30
45649.3620	I	vis	30
45670.2440	I	vis	30
45672.3350	I	vis	30
45674.4250	I	vis	30
45681.3700	I	vis	30
45916.5020	I	vis	30
45916.5020	I	vis	30
45932.5150	I	vis	30
45946.4150	I	vis	30
45962.7662	II	pe	10
45963.8078	I	pe	10
45975.6331	I	pe	10
45976.3470	I	vis	30
46003.4620	I	vis	30
46025.7210	I	pe	10
46047.2982	I	vis	30
46047.3017	I	vis	30
46090.4120	I	vis	30
46268.5007	I	vis	30
46268.5014	I	vis	30
46268.5020	I	vis	30
46298.4130	I	vis	30
46298.4210	I	vis	30
46298.4230	I	vis	30

Ek 1. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
46298.4240	I	vis	30
46298.4250	I	vis	30
46377.7250	I	pe	30
46383.2780	I	vis	30
46659.4600	I	vis	30
46659.4700	I	vis	30
46700.5200	I	vis	30
46760.3390	I	vis	30
47064.3290	I	vis	30
47151.3050	I	vis	30
47169.3650	I	vis	30
47528.3450	I	vis	30
47535.3070	I	vis	30
47551.3070	I	vis	30
47823.3000	I	vis	30
47825.3980	I	vis	30
47862.2690	I	vis	30
47887.3000	I	vis	30
47894.2760	I	vis	30
48175.3200	I	vis	30
48205.2410	I	vis	30
48483.4820	I	vis	30
48490.4470	I	vis	30
48538.4440	I	vis	30
48623.3290	I	vis	30
49007.3080	I	ccd	30
49217.4080	I	vis	30
49249.4080	I	vis	30
49744.0140	I	vis	30
49744.0140	I	vis	30
49953.3980	I	vis	30
49953.4070	I	vis	30
49953.4090	I	vis	30
49953.4100	I	vis	30
49953.4130	I	vis	30
49953.4230	I	vis	30
49953.4270	I	vis	30
50006.2830	I	vis	30
50369.4220	I	vis	30
50390.2900	I	vis	30
50422.2860	I	vis	30
50486.2920	I	R	30
50719.3240	I	ccd	30
50774.2900	I	ccd	30
51181.9580	I	ccd	30
51181.9580	I	ccd	30
51185.4460	I	vis	30
51397.6040	I	ccd	30
51471.3449	I	ccd	12
51513.7810	I	V	11
51551.3670	I	vis	30

Ek 1. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
51868.5680	I	vis	30
52138.4943	I	vis	21
52513.7977	II	ccd	13
52577.4507	I	ccd	14
52585.8010	I	vis	30
52904.4098	I	vis	21
52913.4568	I	pe	17
52935.7186	I	R	16
52963.5442	I	ccd	30
52974.6749	I	ccd	15
52981.6312	I	ccd	30
53022.6763	I	R	16
53282.8547	I	R	16
53294.6803	I	R	16
53301.6380	I	ccd	30
53303.3754	II	ccd	30
53331.5508	I	ccd	30
53382.3200	I	vis	18
53412.9420	I	vis	30
53547.9021	I	R	16
53591.7294	I	ccd	30
53594.4990	I	vis	18
53621.6420	I	ccd	30
53658.5125	I	pe	19
53672.4266	I	R	21
53686.3380	I	vis	30
53694.6880	I	vis	30
53724.6016	I	ccd	30
53764.9450	I	vis	30
53982.3315	II	C	20
53987.5624	I	C	20
54009.8237	I	ccd	30
54077.6523	II	ccd	30
54090.5205	I	ccd	30
54380.6141	I	ccd	22
54423.7439	I	ccd	22
54428.6134	I	ccd	22
54452.6138	II	R	30
54702.7051	I	ccd	22
54758.3592	I	pe	23
54765.3148	I	pe	23
54788.2731	I	ccd	26
55154.5407	II	pe	25
55438.7177	I	ccd	28
55454.7183	I	ccd	28
55518.7191	I	V	30
55578.5457	I	ccd	29
55807.4200	I	ccd	30
55873.5086	I	ccdR	30

Kaynaklar:

- 1- Cook, A. F., 1948. The eclipsing variable WZ Andromedae. *The Astronomical Journal*. 1171.
- 2-Balfour S. Whitney, 1959. Minima and Periods of Eclipsing Stars.
- 3-Todoran, I.; Popa, I., 1967. Minima of Eclipsing Variables. *Information Bulletin on Variable Stars*. 187.
- 4- Robinson, L. J., 1967. Minima of Eclipsing Variables-7. *Information Bulletin on Variable Stars*. 221.
- 5- Flin, P., 1969. Minima of Eclipsing Variables. *Information Bulletin on Variable Stars*. 328
- 6- Baldwin, M. E., 1973. Minima of Eclipsing Variables(XI). *Information Bulletin on Variable Stars*. 795.
- 7- Krobusek, B. A. ve Mallama, A. D., 1975. Minima of Eclipsing Variables, *Information Bulletin on Variable Stars*. 954.
- 8- Mallama, A. D., Skillman, D. R., Pinto, P. A. ve Krobusek, B. A. 1977. Minima of Eclipsing Variables. *Information Bulletin on Variable Stars*, 1249.
- 9- Kreiner, J. M., Mistecka, A. ve Winiarski, M., 1980. Visual minima of eclipsing variables.
- 10- Faulkner, D. R., 1986. Epochs of minimum light for 27 eclipsing Binaries. *Astronomical Society of the Pacific*. 98.
- 11- Nelson, Robert H., 1999. CCD Minima of Selected Eclipsing Binaries. *Information Bulletin on Variable Stars*. 4840.
- 12- Agerer, F., Hubscher, J., 2001. Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and New Elements for Several Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5016.
- 13- Nelson, Robert H., 2003. CCD Minima for Selected Eclipsing Binaries in 2002. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5040.
- 14- Bakis, V., Tuysuz, M., Zejda, M., Soyduğan, F., Soyduğan, E., Kabas, A., Dogru, S. S., Erdem, A., Budding, E. ve Demircan, O., 2003. New Times of Minima of Eclipsing Binary Systems. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5399.
- 15- Nelson, R. H., 2004. CCD Minima for Selected Eclipsing Binaries in 2003. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5493.
- 16- Cook, J. M., Divoky, M., Hofstrand, A., Lamb, J. ve Quaderer, N., 2005. CCD Observations of Times of Minima of Eclipsing Binaries. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5636.
- 17- Hubscher, J., 2005. Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5643.
- 18- Locher, K., Minima Kurt Locher 2004-2005,
- 19-Hubscher, J., Paschke, A. ve Walter, F., 2006. Photoelectric Minima of Selected

- Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5731.
- 20-Dogru, S. S., Donmez, A., Tuysuz, M., Dogru, D., Ozkardes, B., Soydugan, E. ve Soydugan, F., 2007. New Times of Minima of Some Eclipsing Binary Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5746.
- 21- Brát, L., Zejda, M. ve Svoboda, P., 2007. BRNO Contributions. *Open European Journal on Variable Stars*.
- 22- Samolyk, G., 2008. Recent Minima of 155 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 36.
- 23- Hubscher, J., Steinbach, H. M., Walter, F., 2009. BAV-Results of Observations - Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5889.
- 24-Samolyk, G., 2009. Recent Minima of 154 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 37.
- 25-Hubscher, J., Lehmann, P. B., Monninger, G., Steinbach, H. M. ve Walter, F., 2010. BAV-Results of Observations - Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5941.
- 26-Samolyk, G., 2010. Recent Minima of 161 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 38.
- 27-Samolyk, G., 2010. Recent CCD Minima of 185 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 38.
- 28-Samolyk, G., 2011. Recent Minima of 144 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 39.
- 29-Samolyk, G., 2011. Recent Minima of 146 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 39.
- 30-Paschke A. ve Brat L., 2006. O-C Gateway, a Collection of Minima Timings. *Open European Journal on Variable Stars*, Vol. 23, Proceedings of the 37th Conference on Variable Stars Research, Edited by L. Brat. 13.

Ek 2. MT Her sisteminin minimum zamanları

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
15254.3400	I	pg	1
16052.2100	I	pg	1
18924.3000	I	pg	1
18927.3300	I	pg	1
26235.2800	I	pg	1
30898.2760	I	vis	1
30914.3740	I	vis	1
30937.2970	I	vis	1
30960.2200	I	vis	1
30985.3440	I	vis	1
31000.2120	I	vis	1
31001.1860	I	vis	1
31001.1870	I	vis	1
31002.1630	I	vis	1
31003.1380	I	vis	1
31004.1180	I	vis	1
31022.1590	I	vis	1
31023.1330	I	vis	1
31024.1060	I	vis	1
31212.3700	I	vis	1
33180.3040	I	vis	1
34226.4470	I	vis	1
34248.4090	I	vis	1
34907.7870	I	pg	1
34960.4660	I	vis	1
34981.4350	I	vis	1
35341.3740	I	vis	1
40716.5080	I	vis	1
40756.9890	I	vis	1
40759.4390	I	vis	1
41114.4950	I	vis	1
41114.4950	I	vis	1
41117.4160	I	vis	1
41117.4180	I	vis	1
41154.4760	I	vis	1
41154.4850	I	vis	1
41154.4850	I	vis	1
42606.4160	I	vis	1
42874.6540	I	vis	1
42878.5660	I	vis	1
42897.5880	I	vis	1
42898.5610	I	vis	1
42904.4130	I	vis	1
43005.3710	I	vis	1
43283.3690	I	vis	1
43360.4260	I	vis	1
43673.5480	I	vis	1
43992.5190	I	vis	1
44072.5050	I	vis	1
44076.4040	I	vis	1

Ek 2. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
44077.3780	I	vis	1
44284.6600	I	vis	1
44372.4440	I	vis	1
44406.5750	I	vis	1
44410.4872	I	vis	1
44449.5050	I	vis	1
44452.4270	I	vis	1
44453.4120	I	vis	1
44476.3350	I	vis	1
44497.3040	I	vis	1
44703.6090	I	vis	1
44766.5280	I	vis	1
44767.5060	I	vis	1
44784.5580	I	vis	1
44787.4980	I	vis	1
44852.3540	I	vis	1
44852.3620	I	vis	1
44852.3660	I	vis	1
44852.3727	I	vis	1
45058.6540	I	vis	1
45060.6040	I	vis	1
45080.6070	I	vis	1
45080.6120	I	vis	1
45231.3120	I	vis	1
45250.3330	I	vis	1
45253.2680	I	vis	1
45460.5390	I	vis	1
45502.4830	I	vis	1
45586.3770	I	vis	1
45610.2720	I	vis	1
45776.5820	I	vis	1
45840.4780	I	vis	1
45861.4570	I	vis	1
45865.3610	I	vis	1
45879.4920	I	vis	1
45879.4983	I	vis	1
45879.5060	I	vis	1
45879.5115	I	vis	1
45897.5470	I	vis	1
46196.5171	I	vis	1
46196.5178	I	vis	1
46260.4060	I	vis	1
46320.3900	I	vis	1
46320.3990	I	vis	1
46533.5200	I	vis	1
46553.5200	I	vis	1
46553.5270	I	vis	1
46576.4460	I	vis	1
46613.5250	I	vis	1
46614.4730	I	vis	1
46614.4817	I	vis	1

Ek 2. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
46614.4840	I	vis	1
46614.4850	I	vis	1
46614.4850	I	vis	1
46616.4310	I	vis	1
46616.4390	I	vis	1
46616.4393	I	vis	1
46616.4435	I	vis	1
46616.4463	I	vis	1
46616.4518	I	vis	1
46678.3730	I	vis	1
46679.3530	I	vis	1
46890.5300	I	vis	1
46972.4700	I	vis	1
47054.4110	I	vis	1
47078.3080	I	vis	1
47330.4630	I	vis	1
47371.4210	I	vis	1
47391.4160	I	vis	1
47391.4210	I	vis	1
47412.3940	I	vis	1
47624.5500	I	vis	1
47649.4230	I	vis	1
48001.5550	I	vis	1
48148.3570	I	vis	1
48359.5420	I	vis	1
48419.5410	I	vis	1
48423.4378	I	vis	1
48484.4011	I	vis	1
48484.4070	I	vis	1
48484.4070	I	vis	1
48502.4330	I	vis	1
48502.4380	I	vis	1
48691.6760	I	vis	1
48761.4110	I	vis	1
48883.3500	I	vis	1
49133.5550	I	vis	1
49157.4630	I	vis	1
49176.4800	I	vis	1
49217.4470	I	vis	1
49217.4481	I	vis	1
49217.4500	I	vis	1
49217.4580	I	vis	1
49384.7290	I	vis	1
49534.4630	I	vis	1
49535.4380	I	vis	1
49549.5810	I	vis	1
49743.6940	I	vis	1
49894.3950	I	vis	1
49933.4190	I	vis	1
50162.6410	I	vis	1

Ek 2. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
50163.6170	I	vis	1
50210.4410	I	vis	1
50232.3834	I	ccd	1
50250.4340	I	vis	1
50269.4440	I	vis	1
50290.4310	I	vis	1
50312.3750	I	vis	1
50331.4000	I	vis	1
50334.3150	I	vis	1
50375.2890	I	vis	1
50396.2660	I	vis	1
50545.4990	I	vis	1
50710.3450	I	vis	1
50731.3250	I	vis	1
50754.2430	I	vis	1
50876.6540	I	vis	1
50961.5150	I	vis	1
51129.2950	I	ccd	1
51275.1240	I	ccd	1
51278.5430	I	ccd	1
51278.5629	I	vis	1
51404.3670	I	ccd	1
51654.5730	I	vis	1
51678.4693	I	vis	1
51699.4430	I	vis	8
51716.5110	I	vis	1
51770.4050	I	ır	1
51926.7280	I	ccd	1
52033.5306	I	ccd	8
52056.4530	I	vis	1
52146.4346	I	ccd	1
52179.3620	I	vis	1
52304.7120	I	vis	1
52366.6480	I	vis	1
52368.5920	I	ccd	1
52526.3727	I	ccd	2
52536.3720	I	vis	2
52769.2533	I	ccd	1
52829.4840	I	vis	1
53165.5236	I	ccd	4
53250.3910	I	vis	5
53455.2279	I	Rc	1
53477.1747	I	V	1
53484.2468	I	Rc	1
53495.2209	I	V	1
53495.2211	I	B	1
53555.4602	I	ccd	1
53555.4608	I	ccdR	8
53565.4570	I	vis	5
53861.4980	I	ır	7

Ek 2. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
53900.5117	I	V	6
53966.3579	I	ccdR	8
54216.5562	I	ccdR	8
54260.4522	I	ır	9
54595.5143	I	ır	10

Kaynaklar:

- 1-Paschke A. ve Brat L., 2006. O-C Gateway, a Collection of Minima Timings. *Open European Journal on Variable Stars, Vol. 23, Proceedings of the 37th Conference On Variable Stars Research, Edited by L. Brat., 13.*
- 2- Roger Diethelm, 162-nd List of Minima Timings of Eclipsing Binaries by BBSAG, *Information Bulletin on Variable. 5438.*
- 3- Dvorak, S.W., Times of Minima for Neglected Eclipsing Binaries in 2003, *Information Bulletin on Variable. 5502.*
- 4- Hübscher, Joachim; Paschke, Anton; Walter, Frank, Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars, *Information Bulletin on Variable. 5657.*
- 5- Kurt Locher,
- 6-Diethelm, R., 165. List of Timings of Minima Eclipsing Binaries by BBSAG Observers, *Information Bulletin on Variable .5713.*
- 7- Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars, *Information Bulletin on Variable. 5802.*
- 8- Luboš Brát, Miloslav Zejda , Petr Svoboda, B.R.N.O. Contributions # 34 *Open European Journal on Variable Stars.*
- 9- Hübscher, J., Steinbach, H. M. Walter, F., *Information Bulletin on Variable. 5874.*
- 10- Hübscher, J., Lehmann, P. B., Monninger, G., Steinbach, H. M., Walter, F. *Information Bulletin on Variable. 5918.*

Ek 3. CG Cyg sisteminin minimum zamanları

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
15320.5250	I	pg	34
22967.4270	I	pg	34
22967.4340	I	vis	34
22977.5300	I	vis	34
22986.3600	I	vis	34
22991.4060	I	vis	34
22993.3070	I	vis	34
23000.2430	I	vis	34
23005.2960	I	vis	34
23041.2750	I	vis	34
23046.3310	I	vis	34
23053.2690	I	vis	34
23065.2590	I	vis	34
23335.3830	I	vis	34
23349.8970	I	pg	34
23371.3590	I	vis	34
23409.2240	I	vis	34
23708.4010	I	vis	34
23710.2850	I	vis	34
23715.3280	I	vis	34
23734.2660	I	vis	34
23758.2480	I	vis	34
23763.2960	I	vis	34
29108.4480	I	pg	34
32684.5120	I	vis	34
33028.4870	I	vis	34
33069.5110	I	vis	34
33208.3620	I	vis	34
33234.2480	I	vis	34
33437.4750	I	vis	34
33538.4450	I	vis	34
33539.0780	I	pg	34
33574.4300	I	vis	34
33762.5170	I	vis	34
33798.4800	I	vis	34
33949.3260	I	vis	34
34195.4740	I	vis	34
34248.4900	I	vis	34
34479.4940	I	vis	34
34604.4640	I	vis	34
34623.3890	I	pg	34
34623.3890	I	vis	34
34664.4150	I	vis	34
34989.4530	I	vis	34
35244.4300	I	vis	34
35268.4220	I	vis	34
35393.3820	I	vis	34
35699.4940	I	vis	34
35723.4720	I	vis	34
35742.3930	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
36074.3850	I	vis	34
36163.3740	I	vis	34
38228.4740	I	vis	1
38228.4790	I	vis	1
38228.4790	I	vis	1
38235.4090	I	vis	1
38235.4110	I	vis	1
38235.4110	I	vis	1
38348.4000	I	vis	1
38560.4490	I	vis	2
38596.4340	I	vis	2
38675.3360	I	vis	34
38993.4150	I	vis	34
39012.3520	I	vis	34
39024.3410	I	vis	34
39036.3400	I	vis	34
39052.1163	I	pe	3
39425.1221	I	pg	34
39649.1772	I	pe	3
40383.1941	I	pe	3
40634.3890	I	vis	34
40726.5410	I	vis	34
40726.5420	I	vis	34
40745.4780	I	vis	34
40750.5200	I	vis	34
40803.5260	I	vis	34
41483.9048	I	pe	34
41514.5030	II	vis	34
41581.7316	I	pe	34
41584.2563	I	pe	3
41960.4270	I	vis	34
41960.4320	I	vis	34
41984.4160	I	vis	34
41984.4170	I	vis	34
41984.4180	I	vis	34
42290.4910	I	vis	34
42304.3890	I	vis	34
42580.8270	I	pe	3
42937.4290	I	vis	34
42961.4010	I	vis	34
42990.4400	I	vis	34
42990.4440	I	vis	34
42990.4460	I	vis	34
42990.4510	I	vis	34
42997.3920	I	vis	34
43009.3750	I	vis	34
43009.3760	I	vis	34
43009.3770	I	vis	34
43012.5290	I	vis	34
43014.4240	I	vis	34
43043.4660	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
43049.1377	I	pe	3
43057.3460	I	vis	34
43076.2670	I	vis	34
43088.2690	I	vis	34
43088.2750	I	vis	34
43112.2500	I	vis	34
43136.2390	I	vis	34
43297.1766	I	pe	3
43358.4010	I	vis	34
43366.5950	I	vis	34
43425.3010	I	vis	34
43425.3050	I	vis	34
43459.3770	I	vis	34
43705.5230	I	vis	34
43712.4690	I	vis	34
43712.4710	I	vis	34
43714.3660	I	vis	34
43719.4100	I	vis	34
43719.4120	I	vis	34
43724.4610	I	vis	34
43724.4630	I	vis	34
43724.4650	I	vis	34
43724.4670	I	vis	34
43724.4670	I	vis	34
43724.4700	I	vis	34
43724.4710	I	vis	34
43724.4720	I	vis	34
43724.4760	I	vis	34
43731.4070	I	vis	34
43743.3960	I	vis	34
43755.3700	I	vis	34
43755.3880	I	vis	34
43772.4280	I	vis	34
43781.2730	I	vis	34
43791.3620	I	vis	34
44090.5130	I	vis	34
44116.3890	I	vis	34
44116.3950	I	vis	34
44133.4420	I	vis	34
44147.3320	I	vis	34
44160.5780	I	pe	34
44178.2510	I	vis	34
44178.2540	I	vis	34
44288.6900	I	vis	34
44379.5780	I	vis	34
44388.4200	I	vis	34
44405.4630	I	vis	34
44405.4650	I	vis	34
44412.4040	I	vis	34
44425.6591	I	pe	34
44431.9740	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
44458.4770	I	vis	34
44458.4830	I	vis	34
44458.4830	I	vis	34
44458.4880	I	vis	34
44458.4900	I	vis	34
44472.3630	I	vis	34
44475.5185	I	pe	34
44477.4180	I	vis	34
44489.4050	I	vis	34
44489.4060	I	vis	34
44489.4130	I	vis	34
44491.3010	I	vis	34
44491.3040	I	vis	34
44496.3450	I	vis	34
44501.3970	I	vis	34
44503.2850	I	vis	34
44503.2910	I	vis	34
44506.4520	I	vis	34
44515.2830	I	vis	34
44528.5351	I	pe	34
44537.4130	I	vis	34
44539.2630	I	vis	34
44539.2660	I	vis	34
44542.4240	I	vis	34
44544.3170	I	vis	34
44544.3188	I	vis	34
44544.3250	I	vis	34
44561.3530	I	vis	34
44568.3030	I	vis	34
44575.2430	I	vis	34
44587.2310	I	vis	34
44604.2690	I	vis	34
44604.2710	I	vis	34
44711.5700	I	vis	34
44740.6020	I	vis	34
44785.4080	I	vis	34
44795.5120	I	vis	34
44809.3980	I	vis	34
44814.4460	I	vis	34
44814.4470	I	vis	34
44816.3400	I	vis	34
44819.4830	I	vis	34
44819.4860	I	vis	34
44819.4880	I	vis	34
44819.4910	I	vis	34
44819.4930	I	vis	34
44819.4930	I	vis	34
44819.4930	I	vis	34
44819.4950	I	vis	34
44819.4950	I	vis	34
44819.4960	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
44819.4970	I	vis	34
44819.4970	I	vis	34
44819.4980	I	vis	34
44819.4980	I	vis	34
44819.4980	I	vis	34
44821.3810	I	vis	34
44821.3830	I	vis	34
44821.3830	I	vis	34
44821.3870	I	vis	34
44821.3880	I	vis	34
44821.3900	I	vis	34
44821.3900	I	vis	34
44821.3900	I	vis	34
44821.3900	I	vis	34
44821.3910	I	vis	34
44821.3910	I	vis	34
44821.3910	I	vis	34
44821.3940	I	vis	34
44838.4300	I	vis	34
44845.3650	I	vis	34
44886.3960	I	vis	34
44905.3290	I	vis	34
44912.2690	I	vis	34
44917.3130	I	vis	34
44917.3240	I	vis	34
44929.2980	I	vis	34
44929.3130	I	vis	34
44965.2870	I	vis	34
45077.6260	I	vis	34
45158.4140	I	vis	34
45194.3810	I	vis	34
45194.3840	I	vis	34
45194.3960	I	vis	34
45194.4020	I	vis	34
45204.4880	I	vis	34
45225.3180	I	vis	34
45278.3280	I	vis	34
45309.2490	I	vis	34
45333.2330	I	vis	34
45531.4200	I	vis	34
45531.4240	I	vis	34
45543.4050	I	vis	34
45553.5110	I	vis	34
45553.5140	I	vis	34
45553.5150	I	vis	34
45553.5150	I	vis	34
45555.3990	I	vis	34
45555.4000	I	vis	34
45555.4010	I	vis	34
45555.4040	I	vis	34
45555.4080	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
45555.4086	I	vis	34
45555.4100	I	vis	34
45565.5070	I	vis	34
45567.3990	I	vis	34
45572.4480	I	vis	34
45577.4890	I	vis	34
45577.4950	I	vis	34
45579.3840	I	vis	34
45610.2950	I	vis	34
45615.3600	I	vis	34
45615.3625	I	vis	34
45634.3050	I	vis	34
45818.5930	I	vis	34
45868.4550	I	vis	34
45892.4330	I	vis	34
45892.4360	I	vis	34
45935.3610	I	vis	34
45940.4010	I	vis	34
45940.4010	I	vis	34
46007.2910	I	vis	34
46007.3240	I	vis	34
46019.2950	I	vis	34
46253.4520	I	vis	34
46253.4540	I	vis	34
46260.3900	I	vis	34
46265.4410	I	vis	34
46265.4440	I	vis	34
46265.4450	I	vis	34
46265.4489	I	vis	34
46265.4520	I	vis	34
46270.4860	I	vis	34
46282.4830	I	vis	34
46289.4220	I	vis	34
46289.4350	I	vis	34
46294.4570	I	vis	34
46294.4630	I	vis	34
46294.4660	I	vis	34
46299.5070	I	vis	34
46299.5090	I	vis	34
46299.5090	I	vis	34
46308.3510	I	vis	34
46320.3500	I	vis	34
46320.3580	I	vis	34
46327.2890	I	vis	34
46332.3480	I	vis	34
46356.3370	I	vis	34
46373.3620	I	vis	34
46609.4190	I	vis	34
46614.4570	I	vis	34
46614.4620	I	vis	34
46614.4660	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
46614.4660	I	vis	34
46614.4690	I	vis	34
46614.4690	I	vis	34
46614.4760	I	vis	34
46619.5070	I	vis	34
46619.5080	I	vis	34
46619.5090	I	vis	34
46619.5090	I	vis	34
46619.5100	I	vis	34
46619.5120	I	vis	34
46619.5150	I	vis	34
46619.5200	I	vis	34
46619.5240	I	vis	34
46619.5250	I	vis	34
46619.5270	I	vis	34
46626.4560	I	vis	34
46626.4620	I	vis	34
46643.5150	I	vis	34
46645.3810	I	vis	34
46645.3920	I	vis	34
46645.3930	I	vis	34
46657.3910	I	vis	34
46669.3780	I	vis	34
46705.3520	I	vis	34
46705.3560	I	vis	34
46753.3180	I	vis	34
46760.2600	I	vis	34
46767.1980	I	vis	34
46767.2000	I	vis	34
46987.4650	I	vis	34
46987.4746	I	pe	4
46987.4749	I	pe	4
46993.4687	II	pe	4
46993.4694	II	pe	4
46999.4600	I	vis	34
46999.4610	I	vis	34
46999.4658	I	pe	4
46999.4692	I	vis	34
46999.4754	I	vis	34
46999.4789	I	vis	34
47054.3700	I	vis	34
47061.3200	I	vis	34
47069.5210	I	vis	34
47157.2490	I	vis	34
47326.3970	I	vis	34
47353.5270	I	vis	34
47355.4279	I	vis	34
47355.4460	I	vis	34
47360.4760	I	vis	34
47362.3780	I	vis	34
47374.3630	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
46614.4660	I	vis	34
46614.4690	I	vis	34
46614.4690	I	vis	34
46614.4760	I	vis	34
46619.5070	I	vis	34
46619.5080	I	vis	34
46619.5090	I	vis	34
46619.5090	I	vis	34
46619.5100	I	vis	34
46619.5120	I	vis	34
46619.5150	I	vis	34
46619.5200	I	vis	34
46619.5240	I	vis	34
46619.5250	I	vis	34
46619.5270	I	vis	34
46626.4560	I	vis	34
46626.4620	I	vis	34
46643.5150	I	vis	34
46645.3810	I	vis	34
46645.3920	I	vis	34
46645.3930	I	vis	34
46657.3910	I	vis	34
46669.3780	I	vis	34
46705.3520	I	vis	34
46705.3560	I	vis	34
46753.3180	I	vis	34
46760.2600	I	vis	34
46767.1980	I	vis	34
46767.2000	I	vis	34
46987.4650	I	vis	34
46987.4746	I	pe	4
46987.4749	I	pe	4
46993.4687	II	pe	4
46993.4694	II	pe	4
46999.4600	I	vis	34
46999.4610	I	vis	34
46999.4658	I	pe	4
46999.4692	I	vis	34
46999.4754	I	vis	34
46999.4789	I	vis	34
47054.3700	I	vis	34
47061.3200	I	vis	34
47069.5210	I	vis	34
47157.2490	I	vis	34
47326.3970	I	vis	34
47353.5270	I	vis	34
47355.4279	I	vis	34
47355.4460	I	vis	34
47360.4760	I	vis	34
47362.3780	I	vis	34
47374.3630	I	vis	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
47379.4220	I	vis	34
47384.4600	I	vis	34
47384.4640	I	vis	34
47391.4040	I	vis	34
47391.4050	I	vis	34
47391.4130	I	vis	34
47456.4190	I	vis	34
47477.2470	I	vis	34
47530.2580	I	vis	34
47692.4610	I	vis	34
47716.4230	I	vis	34
47716.4310	I	vis	34
47716.4310	I	vis	34
47716.4310	I	vis	34
47716.4310	I	vis	34
47728.4370	I	vis	34
47733.4865	I	pe	5
47733.4867	I	pe	5
47734.4331	II	pe	5
47734.4335	II	pe	5
47735.3798	I	pe	5
47735.3801	I	pe	5
47738.5353	I	pe	5
47738.5355	I	pe	5
47739.4826	II	pe	5
47739.4826	II	pe	5
47745.4730	I	vis	34
47745.4760	I	vis	34
47745.4810	I	vis	34
47771.3683	I	vis	34
47812.3920	I	vis	34
47896.3280	I	vis	34
48041.4860	I	vis	34
48084.4090	I	vis	34
48087.5516	I	vis	34
48089.4280	I	vis	34
48089.4531	I	pe	6
48089.4532	I	pe	6
48093.5543	II	pe	6
48093.5577	II	pe	6
48096.3960	I	pe	6
48096.3961	I	pe	6
48097.3426	II	pe	6
48097.3431	II	pe	6
48101.4458	I	B	34
48106.4940	I	vis	34
48120.3670	I	vis	34
48120.3710	I	vis	34
48120.3940	I	vis	34
48123.5420	I	vis	34
48124.4820	II	pe	6

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
48124.4821	II	pe	6
48132.3680	I	vis	34
48144.3600	I	vis	34
48175.2840	I	vis	34
48202.4240	I	vis	34
48433.4280	I	vis	34
48438.4740	I	vis	34
48455.5163	I	pe	7
48455.5163	I	pe	7
48457.4097	I	pe	7
48457.4099	I	pe	7
48458.3560	II	pe	7
48458.3563	II	pe	7
48463.4048	II	pe	7
48463.4048	II	pe	7
48464.3527	I	pe	7
48464.3528	I	pe	7
48479.4840	I	vis	34
48481.3970	I	vis	34
48500.3300	I	V	34
48505.3800	I	vis	34
48510.4100	I	vis	34
48546.4030	I	vis	34
48620.2480	I	vis	34
48625.3020	I	vis	34
48789.3880	I	vis	34
48823.4870	I	vis	34
48825.3666	I	V	34
48825.3669	I	B	34
48828.5222	I	V	34
48828.5223	I	B	34
48830.4230	I	vis	34
48831.3629	II	V	34
48831.3632	II	B	34
48833.5584	I	vis	34
48840.5135	I	pe	9
48840.5139	I	pe	9
48840.5153	I	pe	9
48871.4390	I	vis	34
48895.4236	I	V	34
48895.4236	I	B	34
48896.3709	II	B	34
48896.3711	II	V	34
49167.4520	I	vis	34
49184.4873	I	B	34
49184.4875	I	V	34
49185.4321	II	V	34
49185.4324	II	B	34
49186.3808	I	V	34
49186.3808	I	B	34
49189.5366	I	V	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
49189.5366	I	B	34
49191.4298	I	V	34
49191.4299	I	B	34
49198.3780	I	vis	34
49213.4960	I	vis	34
49220.4700	I	vis	34
49224.5631	II	B	34
49224.5631	II	V	34
49225.5114	I	V	34
49225.5115	I	B	34
49251.3880	I	vis	34
49535.4000	I	vis	34
49545.4810	I	vis	34
49545.5160	I	vis	34
49564.4420	I	vis	34
49569.4670	I	vis	34
49569.4680	I	vis	34
49569.4800	I	vis	34
49569.4820	I	vis	34
49569.4828	I	vis	34
49569.4836	I	pe	13
49569.4837	I	B	34
49570.4323	II	B	34
49570.4324	II	pe	13
49574.5322	I	pe	8
49574.5343	I	pe	8
49576.4360	I	vis	34
49577.3740	II	pe	13
49577.3742	II	pe	13
49578.3197	I	pe	13
49578.3199	I	pe	13
49579.5821	I	pe	13
49579.5821	I	pe	13
49581.4758	I	pe	13
49581.4758	I	V	34
49600.4130	I	vis	34
49631.3390	I	vis	34
49896.4190	I	vis	34
49920.4000	I	vis	34
49923.5394	I	vis	34
49925.4491	I	vis	34
49930.4812	I	vis	34
49979.0950	I	vis	34
49979.0950	I	vis	34
49999.3020	I	vis	34
50040.3220	I	vis	34
50281.4230	I	vis	34
50281.4245	I	vis	34
50281.4335	I	vis	34
50281.4356	I	vis	34
50316.4416	II	pe	10

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
50334.4310	I	vis	34
50360.3070	I	vis	34
50642.4280	I	vis	34
50671.4640	I	vis	34
50671.4670	I	vis	34
50702.3863	I	pe	11
50702.3880	I	vis	34
50731.4260	I	vis	34
50755.3990	I	vis	34
51044.4662	I	vis	34
51044.4676	I	vis	34
51325.3260	I	ccd	34
51364.4538	I	vis	34
51364.4594	I	vis	34
51364.4615	I	vis	34
51381.5066	I	vis	34
51395.3868	I	vis	34
51436.4188	I	vis	34
51442.7187	I	ccd	12
51732.4132	I	pe	13
51773.4380	I	BV	34
51812.5760	I	vis	34
52110.4690	I	vis	25
52110.4732	I	vis	25
52110.4732	I	vis	25
52122.4618	I	vis	25
52124.3590	I	ccd	34
52196.3029	I	UBV	34
52221.5580	I	vis	34
52459.4916	I	pe	15
52473.3772	I	pe	15
52490.4190	I	BV	34
52495.4671	I	pe	15
52496.4114	II	pe	15
52497.3603	I	BV	34
52497.3607	I	ccd	17
52498.3099	II	BV	34
52501.4657	II	pe	15
52512.5126	I	ccd	17
52515.3479	II	pe	15
52526.3988	I	ccd	25
52798.4155	I	ccdC	25
52810.4076	I	ccdR	22
52833.7610	I	vis	34
52863.4241	II	ccd	21
52864.3716	II	ccd	21
52883.6300	I	vis	34
52883.6310	I	vis	34
52898.4514	II	ccd	21
52930.3272	I	pe	19
52931.5884	I	ccd	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
52931.5920	I	vis	34
52963.1454	I	pe	16
52986.4968	I	ccd	34
53183.4159	I	ccdC	25
53224.4438	I	vis	25
53232.6435	I	ccd	34
53253.4905	I	vis	25
53255.3664	I	ccd	23
53267.3572	I	pe	20
53275.5620	I	vis	34
53302.7000	I	ccd	34
53315.9550	I	vis	34
53321.6360	I	ccd	34
53335.5224	I	ccd	34
53529.9148	I	ccdR	18
53548.8489	I	ccdR	18
53555.7921	I	ccdR	18
53567.1525	I	V	18
53568.4154	I	pe	24
53581.6689	I	ccd	34
53591.7680	I	vis	34
53611.3308	I	ccdC	25
53624.5844	I	ccd	34
53887.7697	I	ccd	34
53977.3963	I	pe	24
54062.5999	I	ccd	34
54241.8460	I	ccd	34
54260.4664	II	ccd	34
54338.4117	I	ır	34
54388.2699	I	ccd	34
54394.5826	I	ccd	26
54621.7967	I	ccd	27
54638.8373	I	ccd	27
54657.4548	II	V	34
54658.4020	I	V	34
54675.4442	I	ccd	34
54676.7052	I	ccd	27
54684.5900	II	pe	28
54706.3689	I	pe	28
54709.5243	I	ır	29
54737.2942	I	pe	28
54989.7525	I	ccd	31
55044.6620	I	ccd	33
55068.3322	II	pe	30
55105.2521	I	ccd	34
55338.7760	I	ccd	31
55380.4305	I	R	34
55381.6923	I	ccd	32
55415.1441	I	V	34
55420.5079	II	R	34

Ek 3. (devam ediyor)

HJD 2400000+	Minimum türü	Yöntem	Kaynak
55425.2424	I	cG	34
55436.6029	I	ccd	32
55837.3774	I	ccd	34
55856.3151	I	ccd	34

Kaynaklar:

- 1-Oburka, O., 1964. Observations of eclipsing binaries in 1963.
- 2-Oburka, O., 1965. Observations of eclipsing binaries in 1964.
- 3-Milone, E. F., Castle, K. G., Robb, R. M., Hall, D. S., Zissell, R. E., Swadron, D., Burke, E. W., Michlovic, J. E., 1979. The Changing light curves of CG Cygni. *The Astronomical Journal*. 84.
- 4-Dapergolas, A., Kontizas, E., Kontizas, M., 1989. 1987 BV Photoelectric Observations of CG Cyg. *Information bulletin on variable stars*. 3322.
- 5- Dapergolas, A., Kontizas, E., Kontizas, M., 1989. BV Photoelectric Observations of CG Cyg. *Information bulletin on variable stars*. 3380.
- 6-Dapergolas, A., Kontizas, E., Kontizas, M., 1991. 1990 BV Photoelectric Observations of CG Cyg. *Information bulletin on variable stars*. 3609.
- 7-Dapergolas, A., Kontizas, E., Kontizas, M., 1992. 1991 BV Photoelectric Observations of CG Cyg. *Information bulletin on variable stars*. 3719.
- 8-Agerer, F., Hubscher, J., 1995. Photoelectric Maxima/minima of Selected Variables. *Information bulletin on variable stars*. 4222.
- 9-Hegedus, T., Biro, I. B., Borkovits, T., Paragi, Z., 1996. Photoelectric minima of 30 eclipsing binary systems. 4340.
- 10-Agerer, F., Huebscher, J., 1998. Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information bulletin on variable stars*. 4562.
- 11-Agerer, F., Huebscher, J., 1998. Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information bulletin on variable stars*. 4606.
- 12-Nelson, Robert H., 2000. CCD Minima of Selected Eclipsing Binaries in 1999. *Information bulletin on variable stars*. 4840.
- 13-Albayrak, B., Muyesseroglu, Z., Ozdemir, S., 2000. Photoelectric Minima of Some Eclipsing Binary Stars. *Information bulletin on variable stars*. 4941.
- 14-Dapergolas, A., Kontizas, E., Kontizas, M., 2000. 1994 BV Photoelectric Observations of CG Cyg. *Information bulletin on variable stars*. 5011.
- 15-Derman, E., Kalci, R., 2003. Photoelectric Minimum Times of Some Eclipsing Binary Stars. *Information bulletin on variable stars*. 5439.
- 16-Krajci, T., Photoelectric Minima of Some Eclipsing Binary Stars, 2005. *Information bulletin on variable stars*. 5592
- 17-Sarounova, L., Wolf, M., 2005. Precise CCD Times of Minima of Selected Eclipsing

- Binaries. *Information bulletin on variable stars*. 5594.
- 18-Cook, J. M., Divoky, M., Hofstrand, A., Lamb, J., Quarderer, N. CCD Observations of Times of Minima of Eclipsing Binaries. *Information bulletin on variable stars*. 5636.
- 19- Hubscher, J., 2005. Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information bulletin on variable star*. 5643.
- 20-Hubscher, J., Paschke, A., Walter, F., 2005. Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information bulletin on variable stars*. 5657.
- 21-Pribulla, T., Baludansky, D., Chochol, D., Chrastina, M., Parimucha, S., Petrik, K., Szasz, G., Vanko, M.; Zboril, M., 2005. New Minima of Selected Eclipsing Close Binaries. *Information bulletin on variable stars* .5668.
- 22-Kotkova, L., Wolf, M., Precise CCD Times of Minima of Selected Eclipsing Binaries. *Information bulletin on variable stars*. 5676.
- 23-Zejda, M., Mikulasek, Z., Wolf, M. CCD Times of Minima of Selected Eclipsing Binaries. *Information bulletin on variable stars*. 5741.
- 24-Senavci, H. V., Tanriverdi, T., Torun, E., Elmasli, A., Kilicoglu, T., Cinar, D., Sipahioglu, S., Alan, N. Colak, T. ve Yilmaz, M Photoelectric Minima of Some Eclipsing Binary Stars. *Information bulletin on variable stars*. 5754.
- 25- Brát, L., Zejda, M., Svoboda, P. B.R.N.O. Contributions #34. *Open European, Journal on Variable Stars*.
- 26-Samolyk, G., 2008. Recent Minima of 155 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 36.
- 27-Samolyk, G., 2008. Recent Minima of 184 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 36.
- 28-Hubscher, J., Steinbach, H. M. ve Walter, F., 2009. BAV-Results of Observations-Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information bulletin on variable stars*. 5889.
- 29-Hubscher, J., Lehmann, P. B., Monninger, G., Steinbach, H. M. ve Walter, F., 2010. BAV-Results of Observations - Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information bulletin on variable stars*. 5918.
- 30-Hubscher, J., Lehmann, P. B., Monninger, G., Steinbach, H. M. ve Walter, F., 2010. BAV-Results of Observations - Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information bulletin on variable stars*. 5941.
- 31-Samolyk, G., 2010. Recent Minima of 161 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 38.
- 32-Samolyk, G., 2011. Recent Minima of 144 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 39.
- 33-Samolyk, G., 2011. Recent Minima of 146 Eclipsing Binary Stars. *JAAVSO*. 39.
- 34-Paschke A. ve Brat L., 2006. O-C Gateway, a Collection of Minima Timings. *Open European Journal on Variable Stars*, Vol. 23, Proceedings of the 37th Conference on Variable Stars Research, Edited by L. Brat., 13.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Elif KARABACAK

Doğum Yeri: Çanakkale

Doğum Tarihi: 27/01/1988

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Fen ve Teknoloji Öğretmenliği, 2006-2010

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü, Fizik Ana Bilim Dalı, 2011-

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

İLETİŞİM

E-posta Adresi: elif_karabacak@windowslive.com