

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

SEÇİLMİŞ BAZI DELTA SCUTİ BİLEŞENLİ ÖRTEN
ÇİFT SİSTEMLERİN İŞİKÖLÇÜMÜ

Tunç ŞENYÜZ

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 14.01.2010

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Esin SOYDUGAN

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Tunç ŞENYÜZ tarafından Doç. Dr. Esin SOYDUGAN yönetiminde hazırlanan “Seçilmiş Bazı Delta Scuti Bileşenli Örten Çift Sistemlerin Işıkolçümü” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Osman DEMİRCAN

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Esin SOYDUGAN

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Sema EKİCİ

Jüri Üyesi

Sıra No:

Tez Savunma Tarihi: 14 Ocak 2010

Prof. Dr. Ahmet ERDEM

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) tarafından 2008/72 no’lu projeden desteklenmiştir.

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.

Tunç ŞENYÜZ

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sırasında benden hiçbir yardımı esirgemeyen Hocam Doç. Dr. Esin SOYDUGAN ve Doç. Dr. Faruk SOYDUGAN'a, mod analizi çalıŐmalarında büyük katkı sağlayan Prof. Dr. Michel Breger ve grubuna, ayrıca tüm bölüm arkadaŐlarıma teşekkür ederim.

Tez çalıŐmasındaki yıldızların gözlemleri için kullandığım Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi ve tüm çalıŐanlarına ve gözlemlerde bana yardımcı olan Uzm. Mehmet TÜYSÜZ, ArŐ. Gör. aėlar PÜSKÜLLÜ, YL. Öėr. Filiz KAHRAMAN ve YL. Öėr. ÇaėdaŐ KANVERMEZ'e çok çok teşekkür ederim.

Tunç ŞENYÜZ

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

- M_{\odot}** : Güneş Kütlesi
 R_{\odot} : Güneş Yarıçapı
 P_{zonk} : Zonklama Dönemi
 $P_{yör}$: Yörünge Dönemi
 T_e : Yıldız Yüzeyinin Etkin Sıcaklığı
 Q : Gün Birimde Zonklama Sabiti
 M_{bol} : Bolometrik Parlaklık
 S/N : Sinyal / Gürültü Oranı
 R : Tayfsal Çözümleme Gücü
 P : Yörünge Dönemi
 P : Basınç
 N : Avagadro Sayısı
 T : Sıcaklık
 L_1 : Birinci Lagrange Noktası
 e : Basıklık
 i : Yörünge Eğikliği
 q : Kütle Oranı
 $A_{1,2}$: Bileşenlerin Yansıtma Katsayıları
 $g_{1,2}$: Bileşenlerin Çekimsel Kararma Katsayıları
 $\Omega_{1,2}$: Bileşenlerin Potansiyelleri
 $r_{1,2}$: Bileşenlerin Görelî Yarıçapları
 $T_{1,2}$: Bileşenlerin Sıcaklıkları
 $L_{1,2}$: Bileşenlerin Işıtmaları
CCD: Charge Coupled Device
 $vsini$: Ekvatoriyel Dönme Hızının İzdüşümü
H-R: Hertzsprung-Russell Diagramı
W-D: Wilson-Devinney Programı
 g : Çekim Sabiti
 m : Azimutal Mertebe
 l : Küresel Harmonik Derece
 n : Radyal Mertebe
 m : Parlaklık (Kadir Cinsinden)
 α : Zonklama Yarı Genliği

f : Zonklama Frekansı

Φ : Evre

σ : Hata Payı

ÇOMÜG: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi

oEA: Zonklama Gösteren Algoller

MinI: Birinci Minimum

MinII: İkinci Minimum

HJD: Heliocentric Julian Day

UT: Universal Time

ÖZET

SEÇİLMİŞ BAZI DELTA SCUTİ BİLEŞENLİ ÖRTEN ÇİFT SİSTEMLERİN IŞIKÖLÇÜMÜ

Tunç ŞENYÜZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Esin SOYDUGAN

14.01.2010, 52

Bu tez çalışmasında, δ Scuti bileşenli Algol türü iki sistemin, EF Her ve BG Peg, ışıkölçüm gözlemleri yapılmış ve analiz edilmiştir. EF Her'in gözlemleri 2007 ve 2009, BG Peg'in gözlemleri de 2008 gözlem sezonunda Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde yapılmıştır. Her iki sistemin ışık eğrileri, Wilson-Devinney (W-D) programının (Wilson ve Devinney 1971, van Hamme ve Wilson 2005) 2005 sürümü ile analiz edildi ve sisteme ilişkin geometrik ve fiziksel parametre değerleri belirlendi. Bulunan parametreler kullanılarak her bir sistem için, kuramsal ışık eğrileri oluşturuldu. Yansıma, basıklık ve tutulma etkilerini gözlemlerden çıkartmak için, kuramsal ışık eğrilerinden her bir gözlem noktasının farkı alındı. Kalan veriye PERIOD 04 programı uygulandı, dizgelerin δ Scuti türü değişim gösteren baş bileşenlerinin zonklama parametreleri belirlenmiş, genlik ve güç tayfları oluşturulmuştur. EF Her sisteminin FAMIAS programında mod analizi yapılmış ve sistemin l derecesi 0 olarak bulunarak sistemin temel çapsal mod ile zonklama yaptığı ilk kez bu çalışmada ortaya konmuştur.

Tez kapsamında gözlemleri yapılan EF Her ve BG Peg'in ilk kez detaylı bir şekilde ışık eğrisi ve frekans analizi yapılmış ve zonklama özellikleri ayrıntılı olarak belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: δ Scuti yıldızları, EF Her, BG Peg,

ABSTRACT

PHOTOMETRY OF SOME SELECTED THE ECLIPSING BINARY SYSTEMS CONTAINING DELTA SCUTI TYPE PULSATORS

Tunç ŞENYÜZ

Canakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Space Sciences and Technologies Thesis of Master of Science

Advisor: Doç. Dr. Esin SOYDUGAN

14.01.2010, 52

In this thesis, the results photometric analyses of two Algol type binaries, EF Her and BG Peg, containing a δ Scuti type pulsator has been presented. While EF Her has been observed during 2007 and 2009; the observations of BG Peg carried out during 2008 observing seasons at Canakkale Onsekiz Mart University Observatory. These light curves have been analyzed with Wilson-Devinney (W-D) (Wilson ve Devinney 1971, van Hamme ve Wilson 2005) code and also the physical and geometric parameters of the systems were determined. The theoretical light curves of the systems have been constructed using the parameters obtained from the light curve analysis. To exclude the proximity and eclipse effects from the light curves, the theoretical curves subtracted from the observational data. The frequency analysis has been performed using the residual light curves for each system and the power and amplitude spectrums have been obtained. For the analysis, we have used PERIOD 04 package (Lenz and Breger, 2005). The mode analysis of EF Her has been made using FAMIAS code (Zima, 2008) and we determined the l degree as zero. According to l value, it is found that the hotter component of the system is pulsating in the fundamental radial mode.

In this thesis, the light curve and frequency analysis of EF Her and BG Peg has been made for the first time in detail. The properties of the systems and also the pulsational behaviour of their hotter components have been determined.

Keywords: δ Scuti stars, EF Her, BG Peg

İÇERİK	Sayfa
TEZ SINAV SONUÇ BELGESİ.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
BÖLÜM 1-GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı.....	3
BÖLÜM 2- δ SCUTİ YILDIZLARI.....	5
2.1 δ Scuti Yıldızlarının Özellikleri.....	5
BÖLÜM 3- ZONKLAMA DOĞASI.....	9
3.1 Zonklama Doğasındaki Kuantum Katsayıları.....	9
3.2 Çapsal ve Çapsal Olmayan Zonklamalar.....	10
3.3 Zonklama Uyarılma Mekanizması.....	11
3.3.1 Kappa Uyarılma Mekanizması.....	11
BÖLÜM 4-ÇİFT SİSTEMLERDE δ SCUTİ TÜRÜ ZONKLAMA.....	14
BÖLÜM 5-MOD ANALİZİ.....	19
5.1 Uzaysal Filtreleme Yöntemi.....	19
5.2 Watson Yöntemi.....	20
5.3 FAMIAS Bilgisayar Yazılımı.....	22
BÖLÜM 6- IŞIKÖLÇÜM GÖZLEMLERİ.....	24
6.1 EF Her.....	24
6.1.1 Işıkölçüm Gözlemleri.....	24
6.1.2 Işık Eğrisi Çözümü.....	26
6.1.3 Frekans Analizi.....	29
6.1.4 Mod Analizi.....	34
6.2 BG Peg.....	35
6.2.1 Işıkölçüm Gözlemleri.....	35
6.2.2 Işık Eğrisi Çözümü.....	37
6.2.3 Frekans Analizi.....	40
BÖLÜM 7- SONUÇLAR.....	43
KAYNAKLAR.....	

Çizelgeler	
Şekiller	
Özgeçmiş	

BÖLÜM 1**GİRİŞ**

Işığın zamanla değişim gösteren yıldızlara değişen yıldız denir. Yüzey katmanları büzülüp genişleyen yıldızlara ise zonklayan yıldızlar denir. H-R diagramı üzerinde klasik Cepheid kuşağı olarak da bilinen “kararsızlık kuşağı” bulunur. Bu kuşak içerisinde ve yakınlarında bu tür değişim gösteren bir grup değişen yıldız bulunmaktadır. Bunlar; Güneş benzeri zonklayan yıldızlar, Cepheid değişenleri, W Virginis değişenleri, γ Dor yıldızları, RR Lyr değişenleri, β Cepheidler, δ Scuti değişenleri ve beyaz cücelerdir.

Güneş, en iyi bildiğimiz zonklayan yıldızdır. 3 ile 15 dakikalık yüzlerce modda zonklama yapmaktadır. Güneş benzeri zonklayan yıldızlar anakol üzerinde kararsızlık kuşağının soğuk kenarına yakın kısımda bulunurlar. Kütleleri $1,6 M_{\odot}$ civarındadır (Christensen-Dalsgaard, 1982; Houdek ve ark., 1999). Diğer zonklayan yıldızlardan farklı olarak, Güneş’in Stochastic uyartılma mekanizması ile zonklama yaptığı düşünülmektedir (Goldreich ve Keeley, 1977).

1995 yılında bir grup Populasyon I (Öbek I) non-radyal (çapsal olmayan) zonklama gösteren γ Dor yıldızı anakolda ve kararsızlık kuşağının kırmızı kenarı yakınlarında gözlenmiştir. Bu yıldızlar genelde erken F tayf türü olmakla beraber genlik değişimleri 0,1 kadir civarındadır (Cousins ve ark., 1989). Zonklama dönemleri 0,5 ile 3 gün arasındadır. Genelde yüksek dereceli çekim modu (g-modu) ile zonklama gösterirler. Bu yıldızların kütleleri, yapılan gözlemsel çalışmalar ile 1,5 ile $1,8 M_{\odot}$ arasında bulunmuştur (Kaye ve ark., 1999). Handler ve Shobbrook (2002) yaptıkları gözlem sonucunda δ Scuti yıldızları ile γ Dor yıldızları arasında bir benzerlik olup olmadığını araştırmışlardır. Her iki yıldız türü için uyartılma mekanizması farklıdır. δ Scuti yıldızları için uyartılma mekanizması κ soğurma mekanizması iken, γ Dor yıldızları için uyartılma mekanizması konvektif hücre hareketidir (Guzik ark., 2000, 2002).

SX Phe yıldızlarının δ Scuti yıldızları ile benzer olduğu düşünülüyordu fakat SX Phe yıldızları δ Scuti yıldızlarından farklı olarak Populasyon II yıldızlarıdır. Sahip oldukları düşük metal bollukları ve yüksek genlik değişimleri bu yıldızları Populasyon II yıldızı yapmaktadır (Frolov ve ark., 1984). Zonklama mekanizması Kappa mekanizması olarak öngörülmektedir.

Kütle aralığı 0,9 ile 1,15 M_{\odot} arasındadır. β Cepheid yıldızları anakol yakınında bulunan genç Populasyon I yıldızlarıdır. Kütle aralığı 8 ile 18 M_{\odot} 'dir. Genellikle düşük dereceli basınç (p-modu) ve çekim modu ile zonklama yaparlar. Zonklama dönemleri 2 ile 8 saat arasındadır. Dev ve cüce olmak üzere bilinen 100'den fazla üyesi vardır. Birçok β Cepheid yıldızı çok modlu ışık ve çizgi profili değişimi göstermektedir. Kararsızlık kuşağında mavi kenara yakın kısımda bulunurlar ve zonklamadan sorumlu olan mekanizma içinde Kappa mekanizması öngörülmektedir. Zonklamayı sürdüren demir veya daha ağır elementlerdir.

RR Lyr yıldızları kararsızlık kuşağında klasik Cepheidlerin hemen alt kısmında bulunurlar. Bu yıldızlar anakol öncesi zonklama gösteren yıldızlardır ve aynı zamanda klasik çapsal (radyal) zonklayanlar diye de bilinir. Birçok tek dönemli RR Lyr'in zonklama dönemi yarım gün civarındadır. Bu yıldızlar genellikle küresel kümelerde görülmektedir ve ilk RR Lyr yıldızı da bir küresel kümede bulunmuştur. Bunlar daha çok küresel kümelerin yaş ve uzaklık belirlenmesi için kullanılırlar. Kütle aralığı yaklaşık olarak 0,5 ile 2,2 M_{\odot} 'dir. Küresel bozulma ve kinematik özelliklerine göre, bu yıldızlar Populasyon II yıldız adaylarıdır. Hidrojen zarf kalınlığı kalın olan RR Lyr yıldızları kararsızlık kuşağında kırmızı kola daha yakın iken; Hidrojen zarf kalınlığı ince olan RR Lyr ise mavi kola daha yakındır. Mavi yatay koldaki RR Lyr yıldızlarının kütle aralığı 0,60 ile 0,80 M_{\odot} arasındadır ve bu yıldızlarda Hidrojen ışınımsal (radyatif) bölgenin dışında bir kabukta yakılır. Helyum iyonizasyon kısmında uyarılmalar meydana gelir (Santis ve Casisi, 1999). RR Lyr yıldızları, sahip oldukları ışık eğrilerine, zonklama modlarına ve genlik değişimlerine göre 1980'li yıllara kadar RRA, RRb ve RRC'ler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. RRd olarak isimlendirilen çeşit ise, diğer 3 gruptan farklı olarak çift zonklama modu göstermektedir ve zonklama dönemleri diğer gruplara göre daha uzundur.

RV Tauri yıldızları H-R diagramında bulunun uzun dönemli değişen W Virginis yıldızları adı altında anılan değişenlerdir (Pollard ve Lloyd, 2000). Bu yıldızların zonklama dönemleri 30 ile 150 gün arasındadır. RV Tauri yıldızlarında da diğer zonklayanlar gibi zonklamadan sorumlu olan mekanizma, Kappa soğurma mekanizmasıdır. İyonizasyon bölgesindeki ilgili element, hem HeI-HeII hem de HI –HII dir.

Populasyon II Cepheidleri; merkez sonrası Helyum yakan ve kütleleri 0,5 M_{\odot} ' den daha büyük olan yatay koldan devler koluna doğru uzanan özel bir Cepheid türüdür. 20. yüzyılın başlarında daha uzun dönemli Cepheid'ler Henrietta Leavitt tarafından keşfedil-

miştir. Uzun bir süre bunlar W Virginis yıldızları olarak adlandırıldılar. Bugün II. tür Cepheid'ler döneme göre birkaç gruba ayrılır. 1 ve 5 gün arasında BL Her'ler, 10 ile 20 gün arasında W Virginis'ler, 20 günden daha uzun dönemliler RV Tauri'lerdir.

1.1 Tezin Amacı

Son yıllarda çift sistemlerde, bileşenlerinden birisi δ Scuti türü değişim gösteren yıldızlar üzerine yapılan çalışmalar, oldukça önemlidir. Bu türden sistemler büyük çoğunluğu klasik Algol olmakla birlikte, hem çiftin üyesi olup hem de zonklama göstermesi bakımından ayrı bir öneme sahiptir. Zonklamayan yoldaş bileşen, zonklayan baş bileşenden evrim bakımından öndedir. Roche lobunu doldurmuş olabilir. Bu nedenle, zonklayan bileşene doğru kütle aktarması beklenmelidir. Zonklama genliğindeki değişim kütle aktarımına bağlı olarak değişiyorsa, kütle aktarım hızı ve miktarı hakkında öngörü yapabiliriz. Zonklayan bileşen etrafında madde toplanması, yıldızın zonklama dönemlerinde de değişime neden olacaktır. Yoldaş bileşen tarafından baş bileşenin $1\text{gr}'\text{lık}$ yüzeyine uygulanan çekim etkisi, zonklama döneminde ve genliğinde değişime neden olacağı da yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Bu tür sistemlerin sayısı, yapılan yeni keşiflerle hızla artış göstermiştir.

Bu çalışmada, Algol türü bileşenlerinden birisi δ Scuti türü değişim gösteren iki tane çift sistem seçilmiştir. EF Her ve BG Peg sisteminin literatürde, hiçbir çalışması bulunmamaktadır. Seçilen sistemlerin ışıkölçüm gözlemleri yapılmış ve ışık eğrileri elde edilmiştir. EF Her ve BG Peg'in, sıcak bileşeninin δ Scuti türü değişim gösterdiği de bu çalışmada belirlenmiştir. Her iki sistemin ışık eğrisi çözümü ile kuramsal eğrileri oluşturulmuş, çifte ilişkin geometrik ve fiziksel parametre değerleri bulunmuştur. Oluşturulan kuramsal eğrilerden, gözlem noktalarının farkı alınarak, çiftten kaynaklanan yakınlık etkileri sistemlerden uzaklaştırılmıştır. Geriye sadece, zonklamadan kaynaklanan veriye, Fourier analizi yapılmış, zonklayan baş bileşenin zonklama dönemi, genliği ve modu belirlenmeye çalışılmıştır.

Birinci bölüm kararsızlık kuşağı ve bu kuşağın dışında yer alan, zonklayan değişen yıldızlarının genel özellikleri hakkında bilgiler içermektedir.

İkinci bölümde, δ Scuti yıldızlarının özellikleri verilmektedir.

Üçüncü bölümde, zonklama doğası (zonklamaya ilişkin kuantum sayıları) ve zonklamadan sorumlu olan mekanizma üzerinde durulmuştur.

Dördüncü bölümde, Algol türü çift sistemlerde δ Scuti türü zonklamaların önemi üzerinde durulmuştur.

Beşinci bölümde, mod belirleme yöntemleri açıklanmıştır.

Altıncı bölümde, gözlenen sistemlere ilişkin bilgiler, ışık eğrisi ve frekans analizi sonuçları verilmiştir.

Son bölümde, bulunan sonuçlar üzerinde durulmuştur.

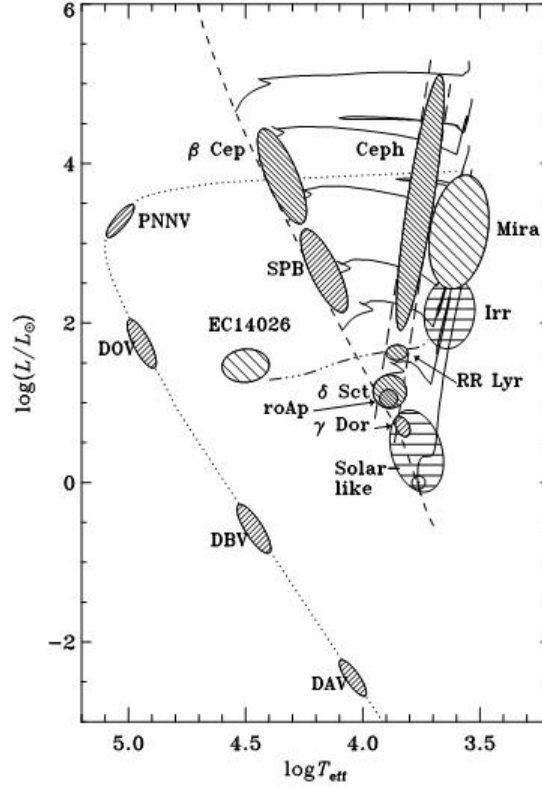
BÖLÜM 2 **δ SCUTİ YILDIZLARI****2.1 δ Scuti Yıldızlarının Özellikleri**

δ Scuti yıldızları hakkındaki ilk bilgiler 1900'lü yıllarda Wright tarafından gelmiştir. Daha sonraki yıllarda Colacevich (1935) ve Fath (1935) bu yıldızların tayfsal çözümlerini yapmışlardır. δ Scuti yıldızları RR Lyr yıldızlarından daha yüksek metal bolluğu ve farklı dönem-ışıtma ilişkisine sahip oldukları için Smith (1955) bu yıldızları Cüce Cepheid'ler olarak adlandırmıştır. Genlik değişimi $0^m,3'$ den daha büyük olan tüm yıldızları Bessel (1969) AI Vel yıldızları olarak isimlendirmiştir. Breger (1979, 1980) bu türdeki tüm değişenleri δ Scuti yıldızları olarak adlandırmayı önermiştir.

1975'lerden sonra gelişen teknoloji ile ışık ölçüm gözlemlerinin kalitesi artmış ve bir çok yeni δ Scuti yıldızı bulunmuştur. δ Scuti türü değişenlerin keşfi için gerekli araştırmalar, Breger (1969), Danziger ve Dickens (1967), Millis (1967), ve Jorgensen ve ark. (1971) tarafından yapılmıştır.

δ Scuti yıldızları tayf türleri A ile F arasında değişen; zonklama dönemleri 20 dakika ile 8 saat arasında olan değişen yıldızlardır (Breger, 1979). Genlik değişimleri 0,8 ile 2 kadir arasındadır (Breger, 1979). Çoğu δ Scuti yıldızları Populasyon I yıldızlarına aittir. Fakat yüksek uzay hızları ve düşük metal bollukları bir kaç değişenin Populasyon II ve SX Phe olarak adlandırılan yıldızlara ait olduklarını göstermiştir (Breger, 1979). Bu yıldızlar tek ve çok modlu çapsal ve çapsal olmayan (non radial) zonklama gösterirler. Zonklama modları genellikle düşük genlikli çapsal ve çapsal olmayan basınç ve çekim modlarıdır (Breger, 1979; Stobie ve Shobbrook, 1976; Millis, 1973; Dziembowski ve Kozlowski, 1974). Şekil 1.1'den de görüldüğü gibi, δ Scuti değişenleri, Cepheid karasızlık kuşağının anakolu kestiği yerde bulunurlar (Breger, 1979). Bu türden yıldızların yakınlarında RR Lyr'lar, roAp'ler ve γ Dor'lar bulunur ve zonklama dönemlerine göre aralarında iyi bir ayırım vardır. δ Scuti yıldızları bu anlamda birçok türden çapsal olmayan zonklayan yıldızların sadece bir bölümünü oluşturur. Zonklamalar yine diğer zonklayan değişenlerde olduğu gibi κ soğurma mekanizması ile sürdürülür. Uyarılmaldan He II iyonizasyon ve H iyonizasyon bölgeleri sorumludur (Breger, 1979). Anakol üzerinde yer alan δ Scuti yıldızlarının özellikleri evrimleşmiş olanlardan biraz farklıdır. Bunların dönemleri bir saat yöresinde olup ışık değişim genlikleri 0,02 kadir veya daha azdır.

Evrimleşmiş δ Scuti yıldızlarının hem dönemleri hem de genlikleri daha büyüktür. Bunun nedeni ise evrim ile beraber yıldızın yarıçapının büyümesi ve ses dalgasının aldığı yol miktarının artmasıdır.



Şekil-1.1 H-R diagramında farklı sınıflardaki zonklayan yıldızlar (J. Christensen-Dalsgaard, 2003).

δ Scuti türü yıldızların zonklama dönemlerinde, zaman içerisinde bir değişim gözlenmektedir. Zonklama dönemindeki bu değişimin, yıldızların evrim sürecinde yarıçaplarındaki değişimden kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Breger, 1993).

M yıldızın kütlesi (M_{\odot} biriminde), P zonklama dönemi, T_e etkin sıcaklık ve Q gün biriminde zonklama sabiti olarak alınırsa dönem-parlaklık bağıntısı Eşitlik 2.1’de verildiği gibi yazılabilir (Breger ve Pamyatnykh, 1998). Bu bağıntı uzun zaman ölçeğinde tek ve çift yıldızların evrim aşamalarında önemli rol almaktadır.

$$\log P = -0.3M_{bol} - 3\log T_e - 0.5\log M + \log Q + 12.708 \quad (2.1)$$

Eşitlik 2.1’deki $\log Q$ ifadesi Eşitlik 2.2 bağıntısı ile bulunabilir:

$$\log Q = -6.4549 + \log P + 0.5\log g + 0.1M_{bol} + \log T_e \quad (2.2)$$

Yıldızın evrimi süresince M_{bol} ve T_e değerlerindeki değişim ile dönem parlaklık bağıntısı Eşitlik 2.3'deki şekli ile yazılabilir:

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dt} = -0.69 \frac{dM_{bol}}{dt} - 3 \frac{1}{T_e} \frac{dT_e}{dt} + \frac{1}{Q} \frac{dQ}{dt} \quad (2.3)$$

Bu bağıntıdan da görüleceği gibi yıldız evrimleştikçe zonklama döneminde bir artış bekleriz. Bu sonuç, gözlemlerle iyi uyuşmaktadır. Yapılan modellere göre, anakol civarındaki δ Scuti yıldızlarındaki dönem değişimi $\frac{dP}{P dt} \approx 10^{-10}$ yıl⁻¹ iken, daha uzun

dönemli evrimleşmiş yıldızlar için $\frac{dP}{P dt} \approx 10^{-7}$ yıl⁻¹ olmalıdır. Gözlemler ile teorik

hesaplamalara ters düşen yıldızlar da görülmüştür. Bu tür yıldızlarda, yıldız evriminde artan yarıçap değerine karşılık dönemde azalma gözlenmiştir. Guzik ve Cox (1991) yaptıkları gözlemler sonucunda dönem değerlerinde bir azalma değil artma belirlemişlerdir. Walveren ve ark. (1992)'nin yapmış oldukları çalışmada, AI Vel yıldızına ait iki frekanstan birinde artış gözlenmiş, fakat ikinci frekansta bir değişim bulunamamıştır. Rodriguez ve ark. (1995) 'nin yaptıkları analizlerde Öbek I yıldızlarına ilişkin bir dönem artışı, Öbek II yıldızlarında ise dönem değerinde bir azalış belirlemişlerdir.

Anakolda zonklama gösteren yıldızlar, diğer yıldızlara göre çok daha yüksek dönme hızına sahiptir. Anakol sonrası evrimde bu değer giderek azalmaktadır. Devler koluna gelindiğinde minimum dönme hızı değerleri görülmektedir (Breger, 1969). Anakoldan itibaren artan ısıtma sınıfı dönme hızında sürekli bir düşüşe neden olmaktadır (Danziger ve Faber, 1972). Anakol üzerindeki zonklama gösteren yıldızların yüksek dönme hızlarının, zonklamadan kaynaklandığı yapılan gözlemler ve analizler ile doğrulanmıştır.

Zonklama gösteren bir yıldız düşük dönme hızına sahip ise, basınç ve merkezci çekim kuvvetleri etkisi ile bir takım elementler olması gereken seviyeden daha yukarıda ya da daha aşağıda bulunabilir. Bu durum Breger (1972) tarafından zonklama gösteren yıldızlarda difüzyon kuramında açıklanmıştır. Zonklama gösteren yıldızlarda en önemli katman HeII iyonlaşma bölgesidir. Bu katman difüzyon sebebi ile yıldızın iç katmanlarına çökerse, zonklama gözlenemeyebilir. Yüksek metal bolluğuna sahip yıldızlarda ise HeII iyonizasyon katmanı çok derinlerde olacağından H iyonizasyon bölgesinde zonklamalar görülmektedir. H iyonizasyon bölgesi difüzyondan HeII katmanı kadar çok fazla etkilen-

meyeceği için bu sınıftaki yıldızlardaki durum olağan şekli ile devam etmektedir. Bu şekilde metal bolluğunun değişiminin zonklama üzerine etkisi yapılan gözlemler ile doğrulanmıştır.

BÖLÜM 3 ZONKLAMA DOĞASI

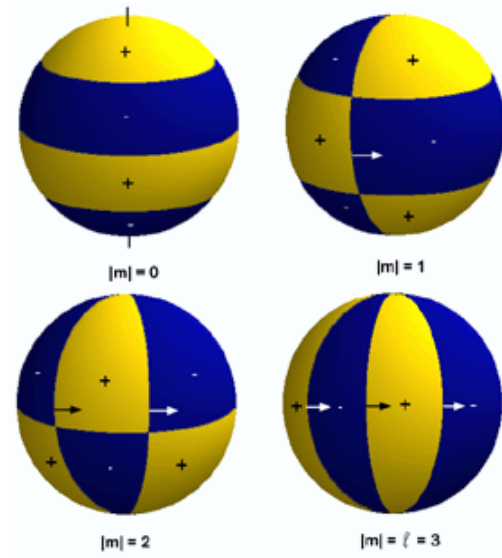
3.1 Zonklama Doğasındaki Kuantum Sayıları

Zonklama yapan herhangi bir yıldızın frekansını üç temel kuantum sayısı ile tanımlayabiliriz. Bu kuantum sayıları ile modların geometrik yapısını karakterize ederiz (bkz. Şekil 3.1). Bu kuantum sayıları şu şekilde ifade edilebilir:

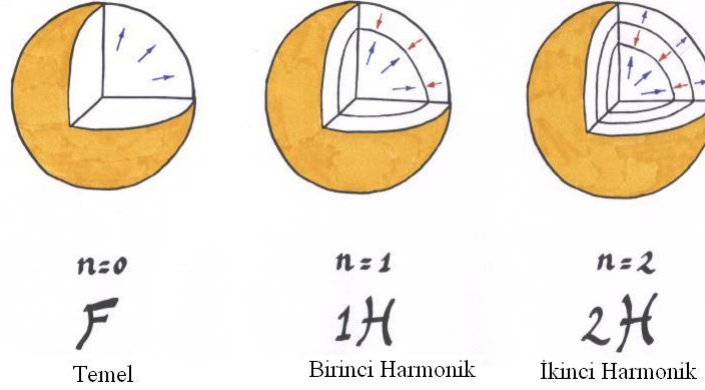
a) Küresel Harmonik Derece: Yıldız yüzeyi üzerindeki toplam düğüm çizgilerinin sayısını ifade eden küresel harmonik derecedir. “ l ” ile gösterilir. Çapsal zonklama için $l=0$, çapsal olmayan zonklamalarda ise l sıfırdan farklı bir sayıdır.

b) Azimutal Mertebe: Boylamsal sınır çizgilerinin sayısının kaç tane olduğunu belirtir ve “ m ” ile gösterilir. $-l < m < l$ arasındaki değerleri alır. Sıfırdan büyük olduğu durumlarda modu oluşturan dalga ile yıldızın dönmesi aynı yönde; sıfırdan küçük olduğu durumlarda ise modu oluşturan dalga ile yıldızın dönmesi zıt yöndedir.

c) Radyal Mertebe: Yıldız içerisindeki radyal doğrultudaki düğümlerin sayısıdır. “ n ” ile gösterilir ve l 'nin bir fonksiyonudur.



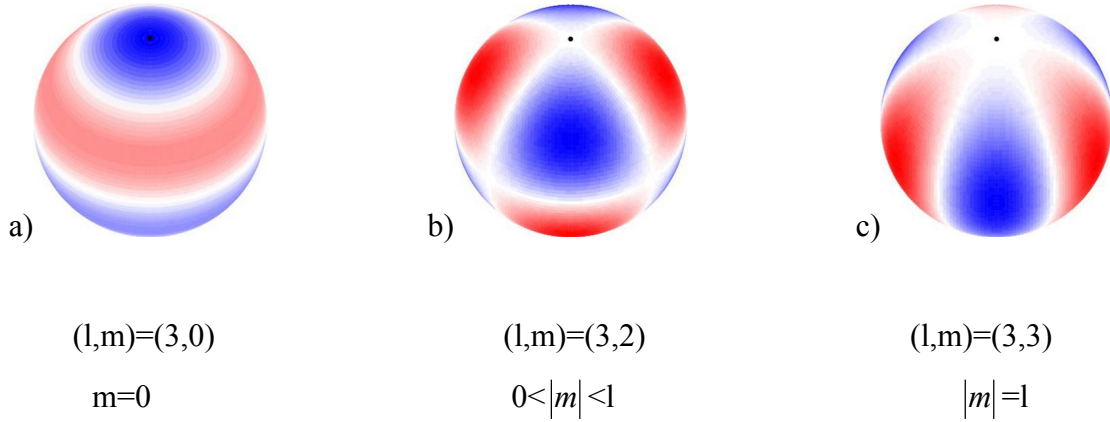
Şekil 3.1 Zonklamaya ilişkin l , m kuantum sayılarının gösterimi (<http://www.univie.ac.at/tops/dsn/texts/nonradialpuls.html>)



Şekil 3.2 Zonklama yapan yıldızdaki radyal mertebenin gösterimi (Handler, 2009).

3.2 Çapsal ve Çapsal Olmayan Zonklamalar

Zonklayan yıldızlar zonklama türlerine göre iki sınıfa ayrılmışlardır. Bunlar; çapsal ve çapsal olmayan zonklamalardır. Çapsal zonklamada, yıldız yarıçap doğrultusunda büzülüp genişler ve yıldız sahip olduğu küresel yapıyı korur. Bu durumda $l=0$ 'dır. En basit gösterim şekli $l=0, n=0$ 'dır (bkz. Şekil 3.2). Bu yapıya karşılık gelen mod, temel mod'tur. Zonklayan bir yıldızdaki çapsal temel mod, yıldızın sahip olabileceği en uzun dönemli mod'tur. Mod; herhangi bir genliği ve dönemi olan dalgayı temsil etmektedir. Çapsal olmayan zonklamalar çapsal zonklamadan farklı olarak küresel yapının tamamen bozulduğu ve en temel gösterim olarak $l>0$ durumundaki zonklamalardır. Bu zonklamalarda yıldız maddesi yarıçap doğrultusunda eş zamanlı olarak hareket etmez. Biz yıldız yüzeyini katmanların farklı hareketi şeklinde görürüz. Çapsal olmayan zonklamalarda dalganın hem çapsal hem de çapsal olmayan bileşeni vardır. Bu tür zonklamaları kendi içinde Şekil 3.3'te gösterildiği gibi zonal, tesserel ve sektörel olmak üzere üç sınıfa ayırabiliriz. Zonal modlar $m=0$ ve $l \neq 0$ durumunda olan modlardır. Küresel harmoniklerin tüm sınır çizgileri enlem çizgileridir. Sektörel mod ise; $|m|=l$ durumundaki modlardır. Bu durumda küresel harmoniklerin tüm sınır çizgileri boylam çizgileridir. Tesserel mod ise $l > |m| \neq 0$ durumu için geçerli olan modlardır. Bu durumda küresel harmoniklerin sınır çizgilerinin bazıları enlem bazıları da boylam çizgilerine karşılık gelebilir (Handler, 2009).



Şekil 3.3 Çapsal olmayan zonklamalarda a) zonal mod, b) tesseral mod, c) sektörel mod' a ilişkin gösterim (Handler, 2009).

3.3 Zonklama Uyarılma Mekanizması

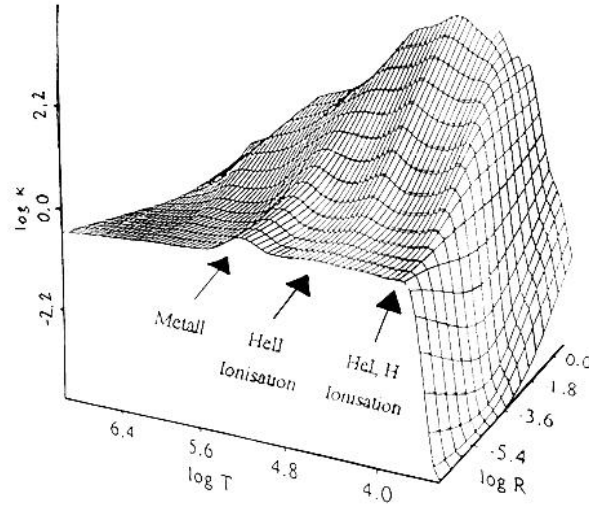
3.3.1 Kappa Uyarılma Mekanizması

Kappa mekanizması bir diğer adıyla Kappa soğurma mekanizması ilk kez Eddington tarafından 1942 yılında literatüre sunulmuştur. Zonklamalar yıldızın dış katmanlarında gerçekleşir. 1960'lı yıllardan itibaren zonklamanın nedenleri anlaşılmaya çalışılmıştır. Yıldızın dış katmanlarının soğurma karakteristikleri zonklamayı sürdüren mekanizmadır. Bu süreç "Kappa soğurma Mekanizması" olarak adlandırılır. Bu sürecin esası 1964-1965'li yıllarda Kippenhahn ve Weigert tarafından verilmiştir (Baker ve Kippenhahn, 1962, 1965; Zhevakin, 1963). Bu mekanizma sadece δ Scuti yıldızları için değil, tüm kararsızlık kuşağındaki hatta kararsızlık kuşağı dışındaki birçok yıldızların da zonklamalarından sorumlu olan mekanizmadır.

Kappa mekanizmasına göre zonklamalardan sorumlu en önemli element H (hidrojen)'dir. Fakat mekanizmanın bulunuşundan sonraki yapılan çalışmalarda He (Helyum)'un da önemli bir rol aldığı ortaya çıkmıştır (Cox, 1980). Kappa mekanizmasına göre ısı basınç yolu ile yıldızın dış katmanlarına iletilir ve yüzey katmanlarının genişlemesi ile serbest bırakılır. Yıldızın merkezinde üretilen fotonlar yüzeye doğru yol alırken, H ve He ionizasyon bölgesine geldiklerinde sıcaklık ve basınçta bir artma ile karşılaşılır. Basıncıdaki bu artma ile, yıldız katmanları yukarı doğru bir genişleme yapar. Daha sonra enerjilerini dış kısımlara aktaran fotonlar, geri çağırıcı kuvvet ile yıldız merkezine doğru

yol alırken genişlemiş olan yıldız yüzey katmanları geri çağırıcı kuvvetler etkisi ile tekrardan olağan konumlarına geri gelirler.

Yıldızların iç kısmında yıldız gaz opaklık (opacity) sıcaklık artışına bağlı olarak azalır (bkz. Şekil 3.4). Fakat bazı durumlarda, özellikle bazı bölgelerde bu durum zayıflar veya tersine döner. Özellikle hidrojen ve helyum iyonizasyon bölgelerinde, sıcaklık artışına bağlı olarak opaklık ta artar. Dolayısıyla bu iyonlaşma bölgesinde, sıcaklık ve yoğunluk artarken, opaklık da artar. Bu bölgede fazladan bir ısınma gerçekleşir ve dış katmanları genişletir.



Şekil 3.4 Zonklayan yıldızda sıcaklık ve yarıçapa göre donukluk değişimi (Handler, 2009)

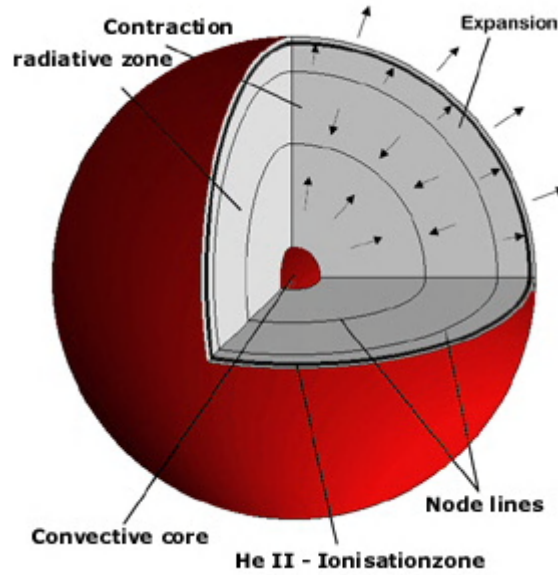
Bu bölgedeki katmanlar genişlediği zaman, enerjisini dış katmanlara aktardığından dolayı opaklık azalır. Bu azalma fazladan bir enerji kaybına neden olur ve yine ekstra düzenleyici kuvvete gereksinim vardır.

Bu mekanizmanın işleyişi kısaca şöyledir:

Merkezde üretilen fotonlar, kritik bölgeye (yani zonklamaya sebep olan elementin H, HeI ve HeII gibi nötr durumda olduğu veya daha fazla iyonlaşma derecelerine ulaşabileceği en son tabaka) geldiğinde buradaki atomlar tarafından tutulur ve atomlar iyonlaşırlar.

$P = NkT$ yasasına göre parçacık sayısı artacağından basınç gravitasyonel kuvveti yenerek üst tabakaları itmeye başlar ve şişme sırasında denge yarıçapında bu elektronlar atom çekirdeklerince yakalanırlar ve enerjilerini bırakırlar. Parçacık sayısı azalacağından basınç gravitasyonel kuvvete yenik düşer büzülme başlar.

Enerji akısının büyük bir kısmı ışınım ile transfer edildiği zaman, Kapa mekanizması çalışır. Konvektif transfer baskın süreç olduğu zaman, zonklamalar oluşmayacaktır. Hertzsprung-Russell diyagramında kararsızlık kuşağının kırmızı bölgelerindeki zonklamaların sönümlenme nedeni konveksiyonun etkin olmasındandır (Soydugan, 2005; <http://www.tass-survey.org/richmond/answers/pulsate.html>).



Şekil 3.5 ($n=2$) olan bir Radyal zonklayan yıldızın iç kısmının şematik gösterimi (<http://www.univie.ac.at/tops/dsn/texts/definitions.html>).

BÖLÜM 4

ÇİFT SİSTEMLERDE δ SCUTİ TÜRÜ ZONKLAMA

Bileşenler arasında kütle aktarımı yapan yarı ayrıık sistemler, klasik Algoller olarak adlandırılmaktadır. Böylesi sistemlerin, sıcak bileşenleri, zonklama göstermektedir. Mkrkichian (2004), bu türden sistemleri zonklama gösteren Algoller anlamına gelen (oEA)'lar olarak isimlendirilmiştir. Bu tür yıldızlarda, zonklama yapmayan bileşen (soğuk bileşen, yoldaş bileşen), L_1 (birinci Lagrange) noktasından zonklama yapan bileşene doğru kütle aktarımı yapmaktadır. Kütle aktarımı sonucunda yıldızın değişen kütle, yarıçap ve yoğunluğu zonklama özelliklerini de değiştirecektir (Mkrkichian ve ark., 2002b, 2003, 2004).

Algol türü çift sistemlerde zonklama çalışmaları, 1970'li yıllarda başlamıştır. Bu yıllarda, Tempesti (1971); Broglia ve Martin (1974); McNally ve Austin (1977); Jørgensen ve Gønbech (1978) çalışmalar yapmışlar ancak yeterli sonuçlar elde edememişlerdir. İlk çalışmanın başladığı tarihten 30 yıl sonra bile, sadece bilinen üç yıldız sistemi (AB Cas, Y Cam ve RZ Cas) bulunmaktaydı. Bu tür bileşenli yıldızların çalışmaları için iki grup kurulmuştur. Bunlar, D.E. Mkrkichian (2002a)'nın önderliğini yaptığı merkez Asya ağı (Central Asian Network, 1998) ve S.-L. Kim (2002)'in öncülüğünü yaptığı güney Kore grubudur (South Korean, 2002). Soydugan ve ark. (2006a) yılında hazırlamış oldukları δ Scuti bileşenli örten çift sistemler kataloğunda bu türden sistemlerin sayısını 25 olarak vermişlerdi. Bugün ise bu sayı yapılan yeni keşiflerle (Sumter ve Beaky, 2007; Turcu ve ark., 2008; Dimitrov ve ark., 2008a, 2008b, 2009a, 2009b; Liakos ve Niarchos, 2009 ve Soydugan ve ark., 2009) 43'e kadar ulaşmıştır (bkz. Çizelge 4.1). Özellikle, 2000'li yıllardan itibaren hassas ışıkölçüm gözlemlerinin yapılmasıyla, yeni keşiflerin sayısında oldukça büyük artış gözlenmiştir.

Çizelge 4.1.'de sıcak bileşeni δ Scuti türü zonklama gösteren Algol türü sistemlerin, V rengindeki maksimum parlaklığı (V_{maks}), yörünge dönemi ($P_{yör}$), zonklama dönemi (P_{zonk}) ve zonklama genlikleri (A) verilmektedir.

oEA'lardaki zonklama çalışmaları ile çift yıldız evrimine ilişkin bilgiler elde edebiliriz. Klasik Algoller de görülen, soğuk bileşenin zonklayan bileşen üzerine yaptığı, kütle aktarımı zonklama genliğini etkileyebilir (Soydugan ve ark., 2003). Zonklama çalışmaları ile kütle aktarım hızı belirlenebilir (Mkrkichian, 2003). Bu türden sistemlerin

BÖLÜM 4-CİFT SİSTEMLERDE δ SCUTİ TÜRÜ ZONKLAMA Tunc SENYÜZ

Çizelge 4.1. Zonklama gösteren oEA türü sistemler ve zonklama özellikleri.

Numara	oEA	V _{max}	P _{vor} (d)	P _{zonk} (d)	A (mag)	Kaynak*
1	Y Cam	10.50	3.3057	0.0665	0.0318(V)	1
2	R CMa	5.70	1.1359	0.0471	0.0088(B)	1
3	RZ Cas	6.26	1.1953	0.0156	0.0130(Y)	1
4	AB Cas	10.17	1.3669	0.0583	0.0392(V)	1
5	IV Cas	11.20	0.9985	0.0265	0.0100(B)	1
6	V346 Cyg	11.80	2.7433	0.0502	0.030(B)	1
7	V469 Cyg	12.80	1.3125	0.0278	0.020(V)	1
8	TW Dra	8.00	2.8069	0.0556	0.0042(V)	1
9	TZ Dra	9.60	0.8660	0.0194	-	1
10	TZ Eri	9.80	2.6062	0.0534	-	1
11	AS Eri	8.29	2.6641	0.0169	0.0134(V)	1
12	TU Her	10.88	2.2669	0.0556	0.008(V)	1
13	CT Her	10.60	1.7864	0.0192	0.03(B)	1
14	EF Her	11.00	4.7299	0.0993	0.068(B)	14
15	RX Hya	8.90	2.2817	0.0516	0.014(B)	1
16	AI Hya	9.35	8.2897	0.1380	0.02(B)	1
17	V577 Oph	10.98	6.0791	0.0695	0.0289(V)	1
18	AB Per	10.40	7.1603	0.1958	0.02(B)	1
19	IU Per	10.50	0.8570	0.0238	0.02(B)	1
20	AO Ser	10.70	0.8793	0.0465	0.02(B)	1
21	VV UMa	10.13	0.6874	0.0195	0.015(B)	1
22	HIP 7666	9.69	2.3723	0.0409	0.02(V)	1
23	HD 172189	8.85	5.7020	0.0510	0.05(V)	1
24	BO Her	10.80	4.2731	0.0745	0.08(V)	2
25	VY Mic	9.47	4.4363	0.0817	0.039(V)	3
26	IZ Tel	12.06	4.8802	0.0738	0.092(V)	3
27	MX Pav	11.35	5.7308	0.0756	0.154(V)	3
28	UNSW-V-500	12.52	5.3504	0.0734	0.35(V)	4
29	HD62571	8.73	3.2086	0.1105	0.10(V)	3
30	V2365 Oph	8.859	4.8656	0.0700	0.05(V)	5
31	Y Leo	10.09	1.6861	0.0270	0.008(V)	6
32	GSC 4550-1408	11.26	1.2383	0.0250	0.04(B)	7
33	GSC 3889-0202	10.60 (R)	2.7106	0.0441	0.05(V)	8
34	EW Boo	10.27	0.9063	0.0208	0.02(V)	9
35	GSC 4588-0883	11.32	3.2585	0.0493	0.015(R)	10
36	GSC 4293-0432	10.567	4.3844	0.1250	0.04(V)	11
37	TY Cap	10.30	1.4234	0.0413	0.052(V)	12
38	WY Cet	9.60	1.9397	0.0758	0.028(V)	12
39	DY Aqr	10.51	2.1597	0.0428	0.013(V)	13
40	BG Peg	11.39	1.9524	0.0391	0.045(V)	13,14
41	WY Leo	11.0	4.98578	0.065562	0.011(V)	15
42	RR Lep	9.98	0.91543	0.031382	0.005(V)	15
43	AC Tau	10.5	2.0434	0.057035	0.006(V)	15

*Kaynaklar: (1) Soydugan ve ark. (2006a); (2) Sumter ve Beaky (2007); (3) Pigulski ve Michalska (2007); (4) Christiansen ve ark.; (2007); (5) İbanoğlu ve ark., (2008); (6) Turcu ve ark., (2008); (7) Dimitrov ark., (2008a); (8) Dimitrov ark., (2008b); (9) Soydugan ark., (2008); (10) Dimitrov ark., (2009a); (11) Dimitrov ark., (2009b); (12) Liakos ve Niarchos (2009); (13) Soydugan ark., (2009); (14) Bu çalışma; (15) Dvorak, (2009).

BÖLÜM 4-CİFT SİSTEMLERDE δ SCUTİ TÜRÜ ZONKLAMA Tunc SENYÜZ

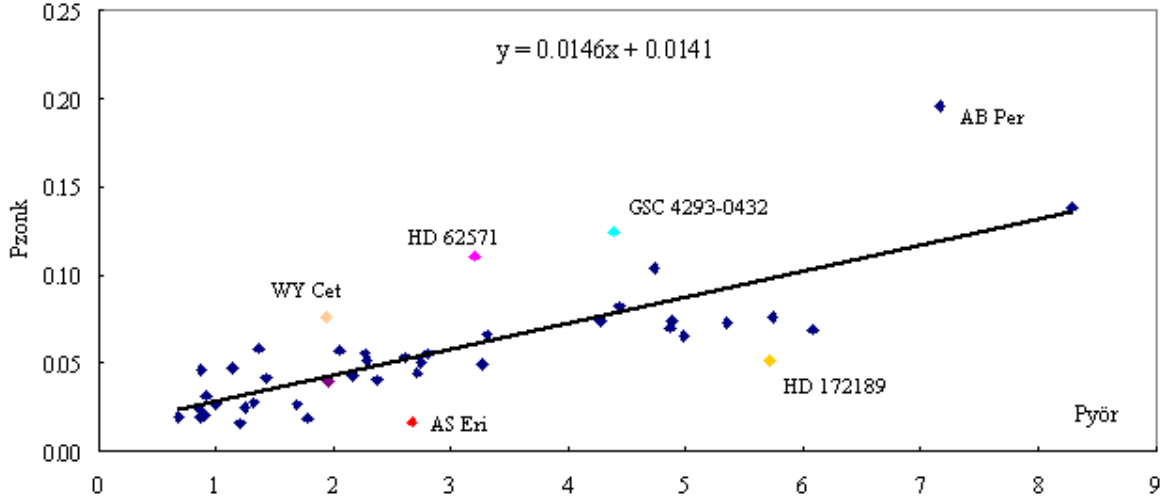
mutlak parametreleri varsa, zonklama dönemi (P_{zonk}) ile ikinci bileşenin zonklayan bileşenin 1 gramlık yüzeyi üzerine uyguladığı gravitasyonel çekim kuvveti (F) arasındaki ilişki ve yörünge dönemi ($P_{yör}$) ile zonklama dönemi (P_{zonk}) arasındaki bağıntı belirlenebilir (Soydugan ve ark., 2006b).

Bu iki korelasyona göre; yörünge dönemi arttıkça, zonklama dönemi artacaktır ve ikinci bileşenin birinci bileşenin 1 gramlık yüzeyi üzerine uyguladığı kuvvet arttıkça, zonklama dönemi küçülecektir (Soydugan ve ark., 2006b).

Yörünge dönemi ile zonklama dönemi arasındaki korelasyon ve standart hataları Çizelge 4.1’de listelenen 43 sistem için yeniden hesaplanmış ve denklem 4.1’de verilmiştir. Buna göre; zonklama dönemi yörünge döneminin, yaklaşık %1.5 katıdır.

$$P_{zonk} = 0,0146 (2) P_{yör} + 0,0141 (8) \quad (4.1)$$

Ayrıca bu sistemlerin, bu korelasyondaki dağılımları da ($R^2=0.605$), Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

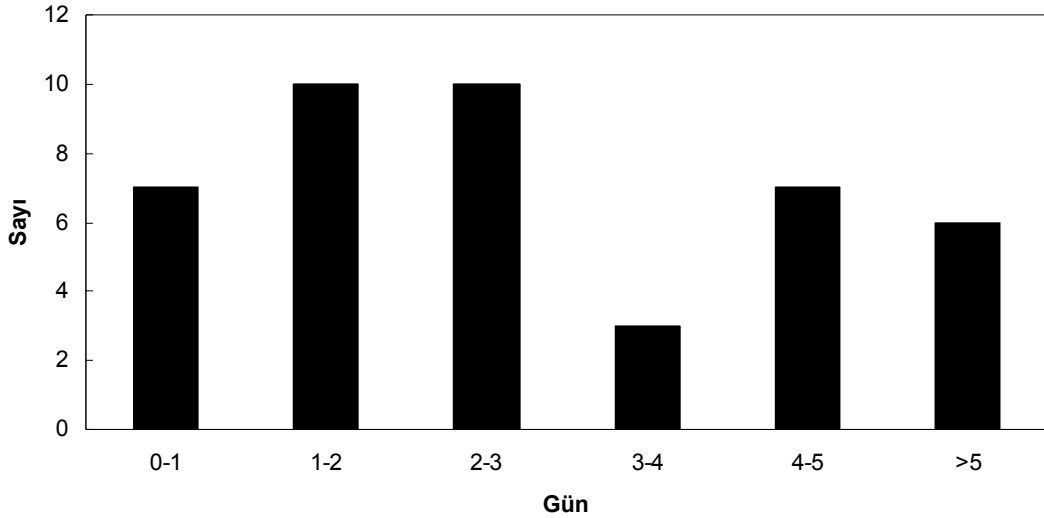


Şekil 4.1 $P_{yör}$ - P_{zonk} arasındaki dağılım.

Soydugan ve ark. (2006b) yılında 20 sistem için bu korelasyon dağılımını belirlemiştir. Bu çalışmada bu korelasyon, 43 sistem için yeniden hesaplandı. Uzun dönemli sistemlerde (GSC 4293-0432, HD 172189, AB Per hariç) Şekil 4.1’den görüldüğü gibi korelasyonla uyum içerisindedir. Korelasyondan sapan sistemlerden olan AB Per, tek bir gözlemevinde sadece 5 gece gözlenmiştir (Kim ve ark., 2002). Daha duyarlı zonklama

BÖLÜM 4-ÇİFT SİSTEMLERDE δ SCUTİ TÜRÜ ZONKLAMA Tunc ŞENYÜZ

döneminin belirlenmesi için, fotometrik kampanya gözlemine ihtiyaç vardır. HD172189, IC 4756 açık küme üyesi, ilginç bir sistemdir (Martin-Ruiz ve ark., 2005; İbanoğlu ve ark., 2009). Sistemin ışık eğrisi, ayırık sistemlerin ışık eğrisine benzediği halde, İbanoğlu ve ark. (2009), bu sistemi yarı-ayırık olarak belirlemişlerdir. Evrimsel süreçlerin, bu sistemin sıcak bileşenin, zonklama dönemini etkilediği düşünülmektedir. HD 62571'in sadece, ASAS-3 (All Sky Automated Survey) (Pojmański 2001, 2002, 2003; Pojmański ve Maciejewski 2004, 2005; Pojmański ve ark., 2005) veri tabanında yer alan verileri kullanılarak, sıcak bileşenin zonklama yaptığı belirlenmiştir. Zamana yayılmış veriler oldukça azdır. Bu nedenle, daha fazla ve zamana yayılmış optik gözlemlere gereksinim vardır. Korelasyondan sapan bir diğer sistem, AS Eri'dir. AS Eri, kampanya gözlemi yapılan ilk sistemdir. Sistemin baş bileşeni, küçük genlikli, çok modlu, çapsal olmayan değişimler içermektedir. Sistemde çok hızlı kütle aktarımı gösterilmiştir (Mkrichian ve ark., 2004). Bu nedenle, hızlı kütle aktarımının, baş bileşenin zonklama doğasını etkilediği düşünülmektedir.



Şekil 4.2 Çizelge 4.1'de listelenen 43 δ Scuti bileşenli örten çift sistemin yörünge döneminin dağılımı.

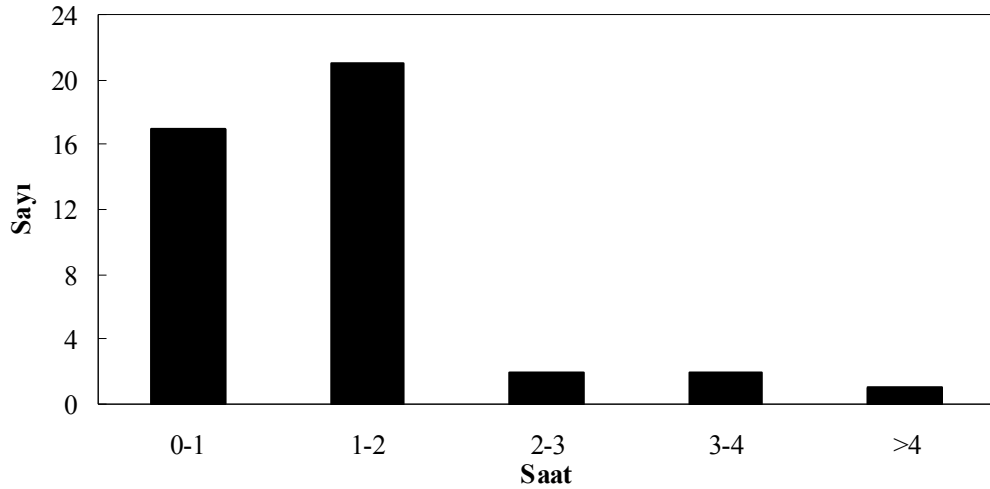
Soydugan ve ark. (2006b) yılında, 20 δ Scuti bileşenli örten çift sistemi kullanarak yaptığı çalışmada, 4 günden büyük dönemli, korelasyona katılan sistemlerin sayısı sadece 3 taneydi. Kısa dönemli sistemler korelasyonla çok iyi uyum göstermektedir. Uzun

BÖLÜM 4-ÇİFT SİSTEMLERDE δ SCUTİ TÜRÜ ZONKLAMA Tunc SENYÜZ

dönemli sistemlerin sayısı çok az olduğu için; bu tür sistemlere ihtiyaç vardır. Bu çalışmada ise uzun dönemli sistemlerin sayısı artmıştır.

Korelasyonu yapılan 43 δ Scuti bileşenli örten çift sistemlerin, 13 tanesi 4 günden büyük dönemlidir (bkz. Şekil 4.2). Şekil 4.2'deki dağılıma bakıldığında, yaklaşık olarak %63'ü 2 günden daha küçük yörünge dönemine sahip olan sistemlerdir.

Şekil 4.3'den görüldüğü gibi, 43 δ Scuti bileşenli örten çift sistemlerin sıcak bileşenlerine ilişkin zonklama dönemlerinin dağılımlarına bakıldığında, yaklaşık %88'nin 2 saatten daha kısa zonklama dönemlerine sahip olduklarını göstermiştir. Soydugan ve ark. (2006a) yılında yaptığı çalışmada, tek δ Scuti yıldızlarının zonklama dönemlerinin çiftin üyesi olan δ Scuti yıldızlarına göre, daha uzun dönemli olduklarını göstermiştir. Bunun nedeninin de evrimsel süreç olduğu düşünülmektedir. Bir çift sistemde zonklamayan bileşen, zonklayan bileşenin zonklama dönemini ve genliğini etkileyecektir.



Şekil 4.3 Çizelge 4.1'de listelenen 43 δ Scuti bileşenli örten çift sistemin zonklama döneminin dağılımı.

BÖLÜM 5

MOD ANALİZİ

Mod analizinde birçok fotometrik ve tayfsal yöntemler bulunmaktadır ve her bir yöntemin kendine ait üstünlükleri ve eksik yanları bulunmaktadır (Watson, 1988; Balona, 1986; Kennelly ve ark., 1998). Bu yöntemlerin başında çok renkli fotometre, çizgi profili değişimleri ve uzaysal filtreleme yöntemleri gelmektedir. Tüm bu yöntemler yıldız diski üzerindeki zonklama karakteristik özelliklerini temel unsur olarak kullanmaktadır. Bu çalışmada, farklı şekilde, mod belirleme yöntemlerinin çok kısa bir açıklanmasından sonra, tezde kullanılan bir başka mod belirleme yöntemi olan, bilgisayar yazılımı FAMIAS programı ile mod veya modlar nasıl belirlenir açıklanmaya çalışılacaktır.

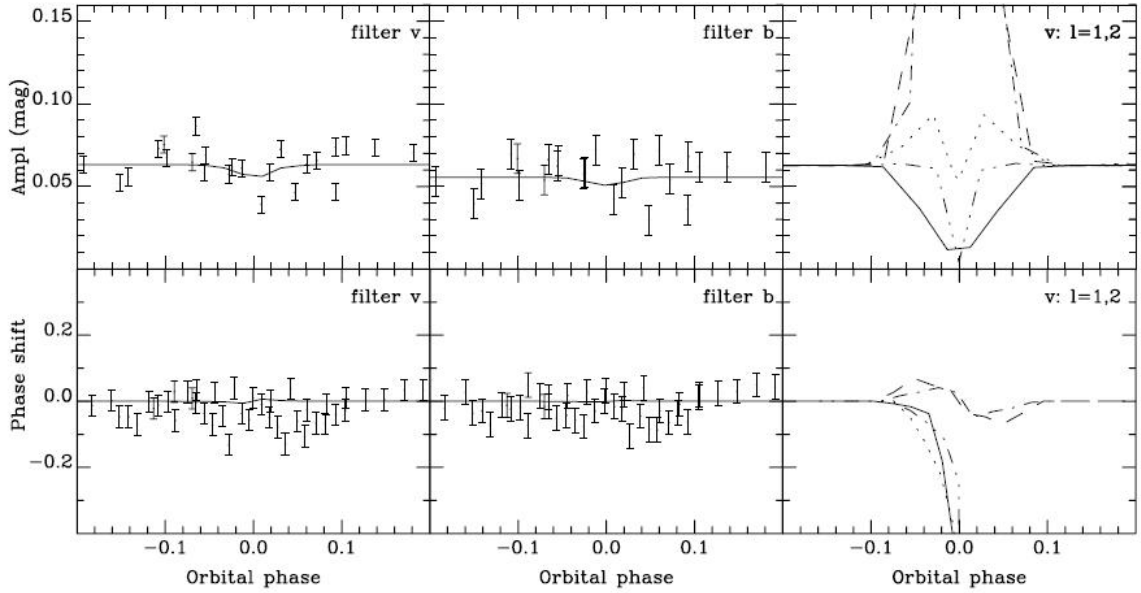
5.1 Uzaysal Filtreleme Yöntemi

Uzaysal filtreleme yöntemiyle çapsal olmayan zonklama modları belirlenebilir. Bunun için, zamana yayılmış Min I giriş ve çıkışını da kapsayacak şekilde çok fazla veriye gereksinim vardır. Bu yöntem, Algol türü çift sistemlerde, zonklayan bileşenin zonklama modlarını belirlemek için son yıllarda kullanılan en önemli yöntemlerden birisidir (Nather ve Robinson, 1974; Mkrichian ve ark, 2002b; Gamarova ve ark., 2003; Rodriguez ve ark., 2004). Hill (1978) de bu yöntemi, helioseismology için de kullanılmıştır.

Zonklama göstermeyen ikinci bileşenin uzaysal hareketi ile örtme-örtülme esnasında çift sisteme ait geometrik özellikleri ve bununla beraber zonklama doğasındaki l (radyal merteye) ve m kuantum sayılarını genlik ve evre değişimlerinden bulabiliriz. Fotometrik olarak sadece $(0 \leq l, |m| \leq 3)$ zonklama modları belirlenebilmektedir.

Şekil 5.1 Rodriguez ve ark. (2004) tarafından AB Cas örten çift yıldız sistemi için yapılan uzaysal filtre yöntemine ilişkin örnek bir uygulamayı göstermektedir. Yöntemin işleyişi kısaca şöyledir. Uzaysal filtreleme yöntemiyle mod belirlemeden önce, çiftten kaynaklanan yakınlık etkileri, gözlenen ışık eğrilerinin kuramsal ışık eğrilerinden çıkarılmasıyla arındırılmıştır ve daha sonra, Fourier analiziyle zonklayan bileşenin genlik ve evre değerleri belirlenmiştir. l , m kuantum sayıları, ışık eğrisi çözümü sonucunda bulunan sistem parametreleri ve her bir bileşenin sıcaklığı kullanılarak, model eğri setleri oluşturuldu. Mod analizinde 0.9-0.1 evre aralığına karşılık gelen veri setleri kullanıldı. Şekil 5.1’de sol ve orta panellerde Strömgren v ve b süzgeçlerinde gözlenen evre ve genlik

değişimi değerleri ile $l = 0$ için oluşturulan model kuramsal eğrileriyle bunlara ilişkin hata barları gösterilmektedir. Işık eğrisindeki her bir maksimum ve minimum evresindeki veriler kullanılarak zonklama evresi hesaplandı. Zonklama evresinde anlamlı bir değişim gözlenmedi ve birinci minimum evresinde genlik değerinde küçük bir azalma şeklinde değişim görüldü. Hem zonklama evresi hem de genlik değişimini temsil eden en iyi kuramsal model $l=0$ 'a karşılık gelmektedir. AB Cas için bulunan bu $l=0$ (çapsal mod) değeri daha önceden Rodriguez ve ark. (1998) ve Soyduğan ve ark. (2003)'ün başka yöntemleri kullanarak bulduğu değer ile bir uyum içerisinde dir.

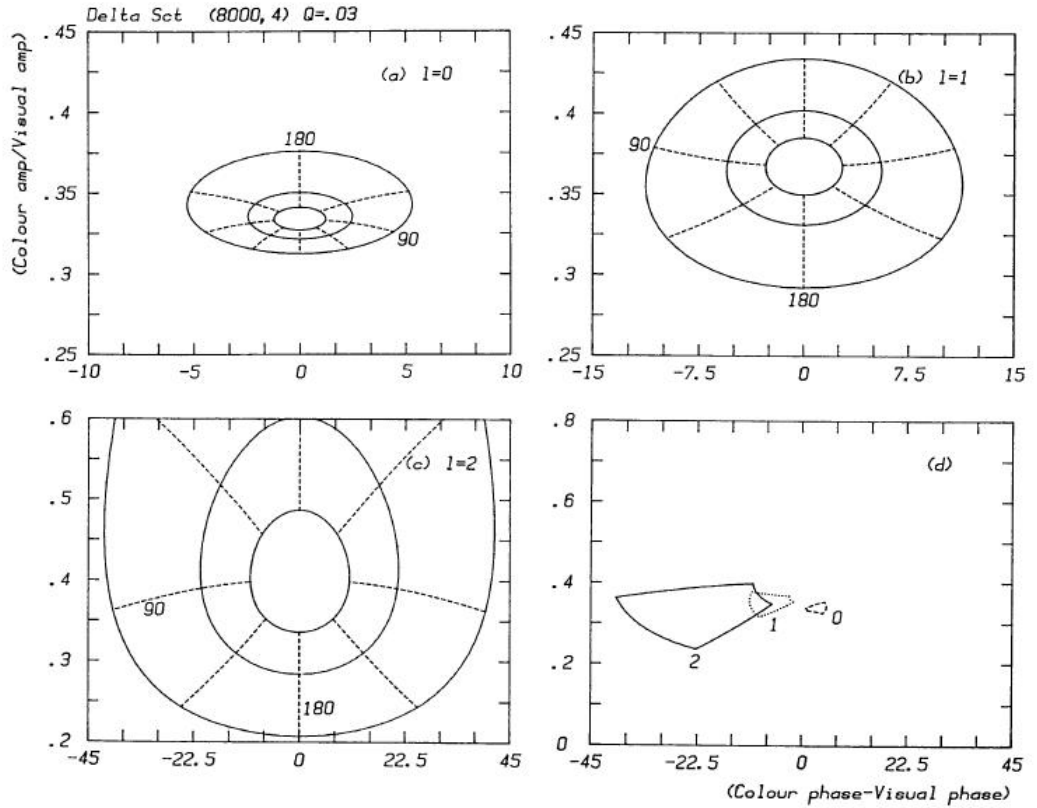


Şekil 5.1 Sol ve orta panellerde, AB Cas'ın 0,9 ve 0.1 evre aralıklarına karşılık Strömgen b ve v süzgeçlerinde elde edilmiş genlik ve evre kaymasına ilişkin değişimlerle, $l = 0$ 'a karşılık gelen kuramsal modeller görülmektedir. Sağ panelde, $l = 0$ 'ın dışında oluşturulmuş, $l=2, m=0$ (sürekli), $l=2, m=+1$ (kesikli), $l=2, m=+2$ (noktalı), $l=1, m=0$ (kesikli noktalı) ve $l=1, m=\pm 1$ (kesikli üç noktalı) modlarının tutulma içindeki, genlik ve evre kaymasına ilişkin modelleri gösterilmektedir (Rodriguez ve ark., 2004).

5.2 Watson Yöntemi

Bir diğer yöntem ise gözlenen salınımların frekans tayfında belirlenmesidir ki bunun bir diğer adı da çok renkli fotometri olarak bilinir. Mod analizinde en önemli yöntemlerin başında gelir. İki yada daha çok farklı filtrenin birbirlerine göre değişimlerinden çapsal olmayan zonklamalardaki l kuantum sayısı bulunabilir.

Literatürde bu yöntem Watson yöntemi olarak da bilinir. Filtreler arasındaki akı farklarından kaynaklanan genlik değişimleri ile bu filtreler için zonklama evreleri arasındaki ilişki ile mod analizi yapmak mümkündür. Watson 1988 yılında yayınladığı makalesinde her tür yıldız grubu için bu ilişkilere ait kuramsal olarak belirlediği grafikler vermiştir. Frekans analizi sonucu bulunan renk farkının genlik değerinin, görünür renge ilişkin genlik değerine oranıyla, renk farkının ve görünür renk için belirlenen evre değerleri arasındaki farka göre, kuramsal olarak belirlenmiş uygun dağılımlar kullanılarak (bkz. Şekil 5.2) l kuantum sayısı belirlenmektedir. Bu yöntemde oldukça duyarlı ve fazla sayıda veri gerektirmektedir. En başarılı sonuçlar daha büyük genlikli zonklama gösteren β Cep yıldızlarından alınmaktadır. Yıldız yüzey sıcaklığı düşük değerlere gittikçe filtreler arasındaki genlik farkları azalacağından, daha çok sıcak yıldızlar için kullanılan bir yöntem olarak tercih edilmektedir (Watson, 1988).



Şekil 5.2. δ Scuti yıldızlarının mod analizinde kullanılan model. Evre ve genliklerin alacağı değerlere göre, $l=0,1,2$ için oluşturulan kuramsal model aralıkları (Watson, 1988).

5.3 FAMIAS Bilgisayar Yazılımı

Günümüzde bu alanda çalışan birçok araştırmacı bilgisayar ortamında derlenmiş yazılımlar ile mod analizi yapmaktadır. Bunlardan en çok kullanılan programlardan biri ise FAMIAS'dır. FAMIAS, tayfsal ve fotometrik veri üzerinden zaman analizi gerçekleştirebilen bir bilgisayar yazılımıdır. İki ana araç seti içermektedir. İlk set, Fourier ve en küçük kareler metodu kullanarak gözlemler sonucunda elde edilen veriye uygulanan zaman analizini içermektedir. İkinci set ise, zaman analizi sonucu bulunan frekans ve frekansa ait genlik-evre değerlerini kullanarak yapılan mod analizidir (Zima, 2008).

Bu program Güneş ve Güneş'ten daha sıcak anakol yıldızları için uygulanabilir niteliktedir. γ Dor yıldızları, β Cep yıldızları ve δ Scuti yıldızları genellikle anakol ya da anakol civarında zonklama gösteren yıldızlar oldukları için, bu program bu tür yıldızların mod analizi ve frekans analizi için son derece uygundur.

Programın iki tür farklı veri için zaman analizi ve mod analizi yaptığını belirtmiştik. Tayfsal veride ki mod analizi için moment yöntemi (Briquet ve Aerts, 2003) ve Fourier parametre fiti yöntemi kullanılmaktadır (Zima, 2006). Fotometrik olarak yapılan mod analizinde, evre kayması ve genlik oran değerleri kullanılmaktadır. (Balona ve Stobie, 1979; Watson, 1988; Daszkiewicz ve ark., 2002).

a) Tayfsal mod analizi

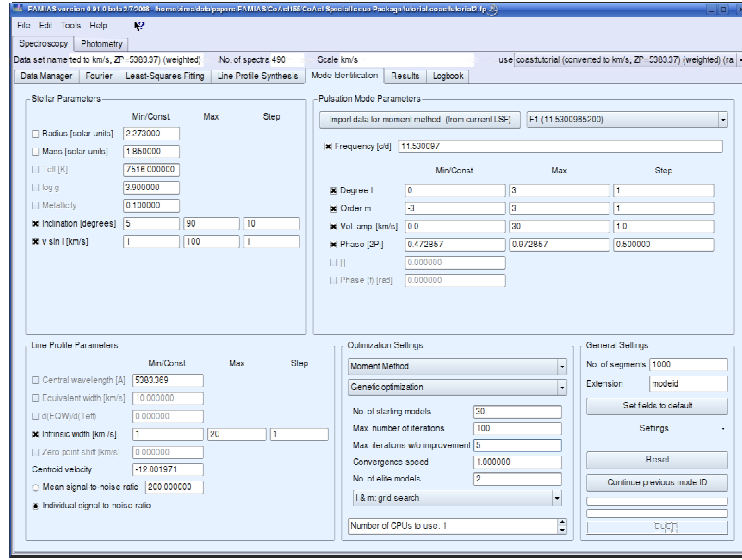
Tayfsal mod analizi için ($R > 40000$) yüksek çözünüme gücündeki ve yüksek sinyal/gürültü oranındaki ($S/N > 200$) veri setine ihtiyaç vardır. Tayfsal mod analizi ile l derecesi, m azimutal mertebeye ve bunlar ile birlikte sistemin $v \sin i$ değeri bulunabilir. Fourier yöntemi ile yüksek ve düşük dereceli modların genlik ve evre değerleri teorik modeller yardımı ile bulunmaktadır (Zima, 2006). Düşük genlikli modlar için moment yöntemi kullanılarak evre ve genlik değerleri bulunmaktadır (Briquet ve Aerts, 2003). Bu yöntemde, girdi parametreleri olarak, yörünge eğim açısı i , Güneş biriminde yarıçap (R_{\odot}), kütle (M_{\odot}), etkin sıcaklık (T_{\odot}), çekim kararma katsayısı (g) alınmaktadır. Tayfsal veri kullanılarak, FAMIAS programıyla mod belirlemeye ilişkin arayüz Şekil 5.3'te gösterilmektedir.

b) Fotometrik mod analizi

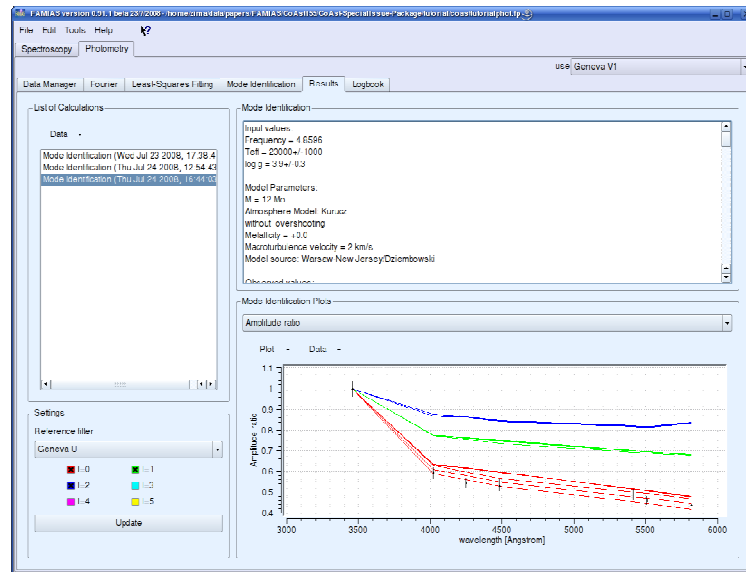
Fotometrik mod analizi için yüksek hassaslıkta ve farklı filtre seti ile yapılmış gözlem verisine ihtiyaç vardır. Fotometrik mod analizi ile sadece l derecesi tayin edilebilmektedir (bkz. Şekil 5.4).

Bu yöntem farklı filtrelerdeki evre kayması ve genlik oranlarını kıyaslayarak çalışmaktadır. Sistem şu anda Johnson UBV, Cousins RI, Stromgren ubvy ve Geneva sistemleri için fotometrik mod analizi yapabilmektedir. Işık eğrisi çözümünden bulunan T_e ve g değerlerine göre programda kayıtlı bulunan kütle aralığı seçilerek mod analizi yapmak mümkündür. Fotometrik mod analizi tayfsal mod analizinde olduğu gibi Fourier yöntemi kullanmaktadır.

Bu program ile bu tez çalışmasında seçilen yıldızların modları belirlenecektir.



Şekil 5.3. FAMIAS programının tayfsal mod analizi için arayüzünü gösteren panel görüntüsü (<http://www.ster.kuleuven.be/~zima/famias/>)



Şekil 5.4. FAMIAS programının fotometrik mod analizi için arayüzünü gösteren panel görüntüsü (<http://www.ster.kuleuven.be/~zima/famias/>)

BÖLÜM 6

IŞIKÖLÇÜM GÖZLEMLERİ

6.1 EF Her

EF Her klasik Algol türü örten çift sistemdir (Budding ve ark., 2004). Sistemin yörünge dönemi 4,729 gün ve V bandındaki fotometrik parlaklığı $\sim 11^m$ dir (Kreiner, 2004). Aynı zamanda V bandındaki birinci minimum derinliği $0^m,7$ dir. Bu sistemin literatürde yapılmış, ışıkölçüm ve tayfsal hiçbir çalışması yoktur. 1975 yılında Hilditch ve Hill yaklaşık 100 kadar yıldızın Strömngren fotometre kullanarak (b-y) renklerini belirlemiştir. Bu çalışmada EF Her'in de (b-y) rengi verilmektedir. Kim ve ark. (2004) yılında iki gecelik gözlem verisine dayanarak, EF Her'in sıcak bileşeninin zonklama yaptığını belirlediler. Şenyüz ve Soydugan (2008), EF Her'in literatürdeki ilk ışık eğrisi ve frekans analizi çalışmasını yaptılar.

6.1.1 Işıkölçüm Gözlemi

Gözlemler 2007 gözlem sezonunda Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde (ÇOMÜG) 30 cm'lik Schmidt-Cassegrain türü teleskop (T30) ve buna bağlı SBIG ST10MXE CCD kamera kullanılarak yapıldı. Kullanılan CCD kamera 2184×1472 boyutlarında olup, her bir pikselin boyutu $6.8 \mu m \times 6.8 \mu m$ ve görüş alanı 17×11 açı dakikasındır.

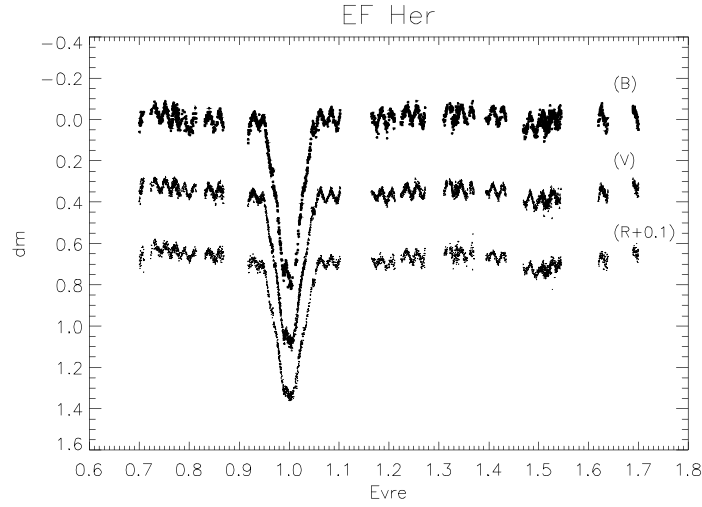
2007 gözlemlerinde 18 gecelik yaklaşık olarak 82 saatlik veri B, V ve R süzgeçlerinde elde edildi. Bu gecelere ilişkin gözlem süresi dağılımı da, Çizelge 6.1'de listelendi. EF Her ve gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızına ilişkin bilgiler, Çizelge 6.2'de verilmektedir. Tüm gözlem geceleri kullanarak hesaplanan, gözlem duyarlılığımız B, V ve R süzgeçleri için sırası ile, $0^m,014$; $0^m,011$ ve $0^m,012$ dir.

Kwee ve van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak sisteme ilişkin bir baş minimum zamanı (Hel JD $2454238.4797 \pm 0,0005$) hesaplandı. Sistemin B, V ve R süzgeçlerinde elde edilmiş literatürdeki ilk ışık eğrisi Şekil 6.1'de verilmektedir. Şekil 6.1'de, ışık eğrisinin maksimumlarında ve yan minimumlarında zonklamadan kaynaklanan parlaklık değişimleri göze çarpmaktadır.

Sistemin 2009 yılındaki gözlemleri ÇOMÜG’de T30 teleskopuna bağlı Apogee U47 CCD kamera ile 8 gece yapılmıştır. Kullanılan CCD kamera 1024×1024 boyutlarında olup, her bir pikselin boyutu 13 µm × 13 µm’dir. 2009 yılında yapılan gözlemlerde, 2007 yılında seçilen aynı mukayese ve denet yıldızı kullanılmıştır (bkz. Çizelge 6.2). Gözlem süresi dağılımı, Çizelge 6.3’te listelenmiştir. Gözlem duyarlılıkları B ve V süzgeçleri için sırasıyla, 0^m.012 ve 0^m.011’dir.

Çizelge 6.1 EF Her’in 2007 yılına ilişkin gözlem süresi dağılımı.

Tarih (UT)	Başlangıç (UT)	Başlangıç HJD (2454230+)	Süre (Saat)
12.05.2007	19:28:05	3.311	5.4
16.05.2007	19:38:03	7.318	5.3
17.05.2007	19:28:16	8.311	5.0
29.05.2007	19:16:53	20.303	4.0
30.05.2007	19:19:12	21.305	6.0
10.06.2007	19:08:06	32.297	5.1
12.06.2007	19:01:03	34.292	6.5
16.06.2007	19:51:36	38.327	5.5
19.06.2007	20:49:29	41.371	5.8
20.06.2007	19:29:19	42.316	5.1
22.06.2007	23:10:01	44.469	2.0
24.06.2007	19:44:15	46.326	4.5
25.06.2007	19:41:48	47.324	5.5
10.07.2007	19:32:52	62.318	4.5
16.07.2007	22:48:42	68.439	2.1
19.07.2007	20:58:59	71.377	3.5
20.07.2007	19:13:09	72.303	3.3
31.07.2007	19:12:00	83.302	3.3
			Toplam: 82.4



Şekil 6.1 EF Her'in 2007 gözlem sezonunda B,V,R süzgeçlerinde elde edilmiş ışık eğrileri.

Çizelge 6.2 EF Her ve bu sistemin gözlemlerinde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler.

Yıldız	GSC/TYC No	V mag.	B-V	Alpha (2000)	Delta (2000)
EF Her	-	11.00	-	16 55 26.70	+17 17 46.0
C1	GSC 1525-1000	11.86	0.939	16 55 10.70	+17 12 26.1
C2	GSC 1525-856	11.34	0.616	16 54 42.50	+17 11 15.3

Çizelge 6.3 EF Her'in 2009 yılına ilişkin gözlem süresi dağılımı.

Tarih (UT)	Başlangıç (UT)	Başlangıç HJD(2454960+)	Süre (Saat)
09.05.2009	20:32:55	1.356	4.0
30.05.2009	19:47:17	22.325	5.6
08.06.2009	19:37:12	31.318	4.5
19.06.2009	21:02:18	42.377	4.0
25.06.2009	20:36:32	48.359	4.0
30.06.2009	19:51:02	53.327	5.1
09.07.2009	20:34:48	62.358	3.5
13.07.2009	20:05:17	66.337	4.0
Toplam~35			

6.1.2 Işık Eğrisi Çözümü

Sistemin literatürde yayınlanmış ilk ışık eğrisi çalışması, Şenyüz ve Soyduğan (2008) tarafından yapılmıştır. Kuramsal ışık eğrileri, Wilson-Devinney (W-D) programının (Wilson ve Devinney, 1971; van Hamme ve Wilson, 2003) 2005 sürümü kullanılarak hesaplandı.

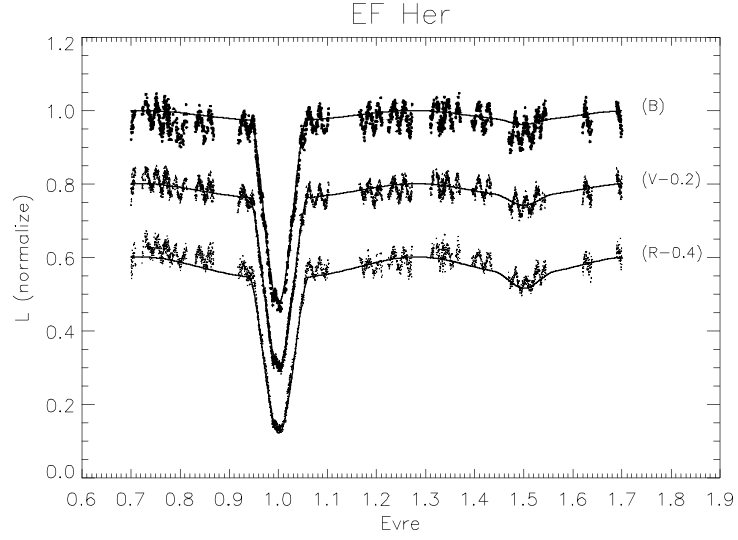
Kuramsal eğrileri oluşturmaktaki amaç, ışık eğrilerini, maksimumlarda ve yan minimumlarda çift sistemden kaynaklanan etkilerden (yansıma, basıklık) arındırmak ve geriye sadece zonklamadan kaynaklanan parlaklık değişimlerini elde etmektir.

2007 yılındaki B, V ve R süzgeçlerindeki tüm gözlem noktaları 0.255 evrede, sırasıyla $-0^m.039$, $0^m.332$ ve $0^m.557$ 'e göre normalize edildi. Işık eğrisinin maksimumlarında ve yan minimumlarında görülen zonklamadan kaynaklanan ışık değişimini ortadan kaldırmamak için, çözümde tüm veri kullanıldı ve hiçbir gözlem noktasının ortalaması alınmadı. Işık eğrisi analizinde; B, V ve R süzgeçlerinde sırasıyla, eş ağırlıkta alınan 1955, 2329 ve 2373 gözlem noktası kullanıldı.

Çözüm ilk olarak, bileşenlerin ayrık kabul edildiği, Mod 2'de denendi fakat çözüm sonucunda bileşenlerin potansiyel ($\Omega_{1,2}$) değerlerine göre, ikinci bileşenin Roche lobunu doldurduğu görüldü. Bu nedenle çözüm, sistemin yarı-ayrık kabul edildiği, Mod 5'te yapıldı. SIMBAD verilerine göre EF Her'in tayf türü A olarak verilmektedir. Bu değer göz önüne alınarak, A0 dan A9'a kadar bir sıcaklık taraması yapıldı ve bu sıcaklık taramasında kütle oranı (q) değeri çok küçük bir aralık içerisinde ($q=0.21-0.26$) değişim gösterdi. En küçük $\Sigma W(O-C)^2$ değeri, A2 tayf türüne karşılık gelen sıcaklık değeri için elde edildi. Buna göre; baş bileşenin sıcaklığı (T_1) A2 tayf türü için, 8912 K olarak belirlendi (Pickles, 1998) ve çözümde sabit parametre olarak kabul edildi.

Çözümde bazı parametreler serbest, bazıları da sabit parametre olarak kabul edildi. Serbest parametreler; evre kayması, yörünge eğikliği (i), yoldaş bileşenin yüzey sıcaklığı (T_2), baş bileşenin potansiyel değeri (Ω_1), kütle oranı (q), baş bileşenin ısıtması (L_1) dır. Sabit parametreler ise; baş bileşenin sıcaklığı (T_1), lineer ve bolometrik kenar kararma katsayıları (van Hamme, 1993), bolometrik Albedolar (A_1 ve A_2 , Rucinski 1969), çekim kararma katsayıları (g_1 ve g_2) sırasıyla radyatif atmosferler için (baş yıldız) von Zeipel (1924)'den ve konvektif atmosferler için (yoldaş yıldız) ise Lucy (1967)' den alınmıştır. Çözümde üçüncü cismin ışık katkısı l_3 te serbest parametre olarak bırakıldı fakat anlamlı sonuç vermediğinden toplam ışığa üçüncü cisimden herhangi bir katkı gelmediğine karar verildi. Çözümdeki iterasyonlar, olası hatalar düzeltmelerden büyük olana kadar devam etti. Her bir süzgeçteki gözlem verileri kullanılarak, ayrı ayrı ve eş zamanlı olmak üzere dört farklı çözüm yapılmıştı. Çözüm sonucunda bulunan sisteme ilişkin, geometrik ve fiziksel parametre değerleri Çizelge 6.4'te listelendi.

Bulunan parametre değerleriyle, kuramsal eğrilerin oluşturulması ve bu eğrilerin gözlem noktalarıyla uyumu, Şekil 6.2’de gösterilmektedir.

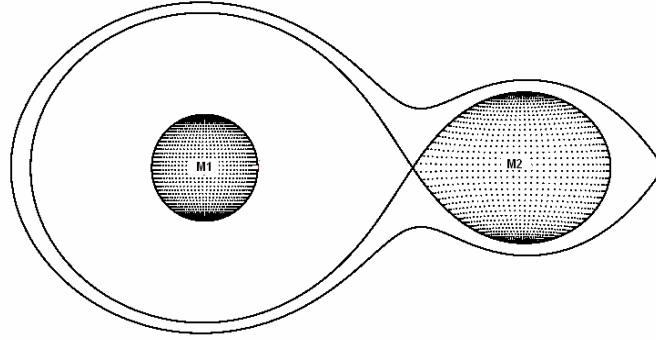


Şekil 6.2 EF Her’in normalize gözlem noktaları ve kuramsal eğrilerle uyumu.

Çizelge 6.4 W-D çözümünden elde edilen sistemin parametreleri.

Parametre	B	V	R	B&V&R
i (derece)	77.79 (1)	77.80 (2)	78.35 (6)	77.79 (4)
T ₁ (K)	8912	8912	8912	8912
T ₂ (K)	4837(200)	4681(200)	4657(200)	4638 (200)
Ω ₁	6.542 (68)	6.140 (46)	5.794 (40)	6.244 (29)
Ω ₂	2.25342	2.25342	2.25342	2.25342
Φ	0.0000 (1)	0.0006 (1)	0.0012 (1)	0.0006 (1)
q	0.208 (4)	0.208 (4)	0.188 (2)	0.209 (1)
L ₃	0.0	0.0	0.0	0.0
e	0.0	0.0	0.0	0.0
G ₁	1.00	1.00	1.00	1.00
G ₂	0.32	0.32	0.32	0.32
L ₁ / (L ₁ + L ₂)	0.937445	0.889458	0.838758	0.9591(B),0.8928(V), 0.8157(R)
L ₂ / (L ₁ + L ₂)	0.062549	0.110541	0.161241	0.0409(B),0.1072(V), 0.1843(R)
r _{1_ort}	0.159 (2)	0.168 (1)	0.178 (1)	0.167 (1)
r _{2_ort}	0.274 (3)	0.273 (10)	0.268 (3)	0.276 (1)
ΣW(O-C) ²	0.0152	0.0101	0.0102	0.0344

Sistemin $q = 0,21$ değeri için çizilen Roche geometrisi Şekil 6.3'te gösterilmektedir. Buna göre; yoldaş bileşen Roche lobunu doldurmuştur ve evrim bakımından baş bileşenden (zonklayan bileşen) daha öndedir, baş bileşene doğru kütle aktarması beklenmektedir. Bu kütle aktarmasının, zonklama genliğini ve dönemini değiştireceği düşünülmektedir (Soydugan ve ark., 2003).



Şekil 6.3 EF Her'in $q=0,21$ değeri için, Roche gösterimi.

6.1.3 Frekans Analizi

Sistemdeki zonklama doğasını ortaya çıkartabilmek için maksimumlarda görülen yakınlık etkilerinin ve minimumlarda görülen tutulma etkilerinin arındırılması gereklidir. Bu nedenle; W-D çözümü sonucunda elde edilen kuramsal eğri ile her bir gözlem noktası arasındaki farklar alındı ve Min I evresindeki veri de çıkartıldı. Geriye sadece zonklamadan kaynaklanan parlaklık değişimlerinin kaldığı veriye, frekans analizi yapmak üzere PERIOD 04 programı (Lenz ve Breger, 2005) uygulandı ve bulunan sonuçlar Çizelge 6.5'te listelendi. Baş bileşenin zonklama dönemi, 2,38 saattir. Toplam zonklama genliği, B, V ve R süzgeçleri için sırasıyla, $0^m,069$, $0^m,051$, $0^m,041$ dir.

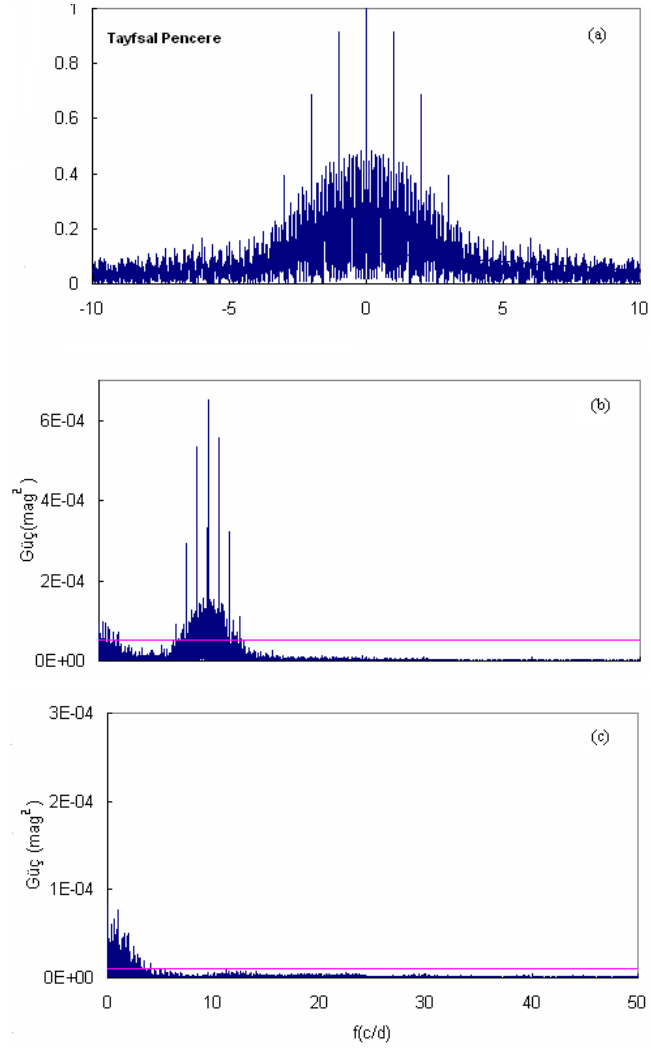
Çizelge 6.5 EF Her'in baş bileşenin zonklama özellikleri.

Parametre	B (2007)	V (2007)	R (2007)	B (2009)	V (2009)
Frekans (çevrim/gün)	10.0655 (1)	10.0653 (1)	10.0654 (2)	10.0650 (1)	11.0641 (1)
Yarı Genlik (mag)	0.0347 (8)	0.0256 (5)	0.0204 (6)	0.0326 (8)	0.0218 (9)
Evre	0.448 (3)	0.477 (3)	0.613 (5)	0.796 (5)	0.946 (2)

Bulunan sonuçlara göre çizilen, taysal pencere, güç tayfi ve artıklar için güç tayfi (baskın frekans arındırıldıktan sonra çizilen) sırasıyla, Şekil 6.4 a, b ve c de gösterilmektedir. Şekil 6.4 b ve c de çizilen sürekli çizgi, hesapladığımız duyarlılık sınırıdır. Elde ettiğimiz ilk frekans değeri Breger ve ark. (1993) 'nın koyduğu 4σ (S/N)'lık kritere göre, anlamlı bir frekans değeridir. Bu kritere göre, bu sınırın üstünde kalan piklerin gerçek frekans ve altında kalan piklerinse, gerçek frekans olarak kabul edilemez olduğunu söyleyebiliriz. Baskın moda ilişkin veri çıkartıldıktan sonra artıklara ikinci bir frekans analizi uygulanmış ve anlamlı bir frekans değeri elde edilememiştir. Frekans analizi sonucuna göre; EF Her'in baş bileşeni tek modla zonklamaktadır.

Kim ve ark. (2004)'nın iki gecelik B süzgecindeki verileri kullanarak yaptıkları frekans analizinde buldukları değerle (~2,5 saat) bizim bulduğumuz değer, hata mertebesinde uyum içerisindedir ve genlik değerinde de önemli bir değişim gözlenmemiştir.

EF Her örten çift yıldız sistemi, Bölüm 6.1.2'de söylendiği gibi, 2009 gözlem sezonunda maksimum zamanlarını elde etmek ve genlikte değişim olup olmadığını ortaya çıkarabilmek için, yeniden gözlendi. Frekans analizi sonucunda bulunan parametre değerleri, Çizelge 6.5'de listelendi. B süzgecinde elde edilen frekans değerleri, hem 2007 yılında hem de 2009 yılında aynı değerdedir ve zonklama genliğinde bir değişim görülmemektedir. 2009 yılında V süzgecinde elde edilen frekans değerinde, biraz farklılık görülmektedir. Bunun nedeni olarak, veri sayısının azlığı ve V süzgecindeki genliğin B süzgecine göre daha küçük olması söylenebilir.



Şekil 6.4 V rengindeki a) Tayfsal pencere b) Güç tayfı ve duyarlık sınırı c) Birinci baskın moda ilişkin frekans çıkarıldıktan sonra geriye kalan güç tayfı ve duyarlık sınırı.

EF Her'in baş bileşeninin V renginde elde edilmiş gecelik gözlemlerine, Çizelge 6.5'te verilen parametre değerleri (6.1) eşitliğinde kullanılarak yapılan, kuramsal eğri temsilleri Şekil 6.5'te gösterilmektedir.

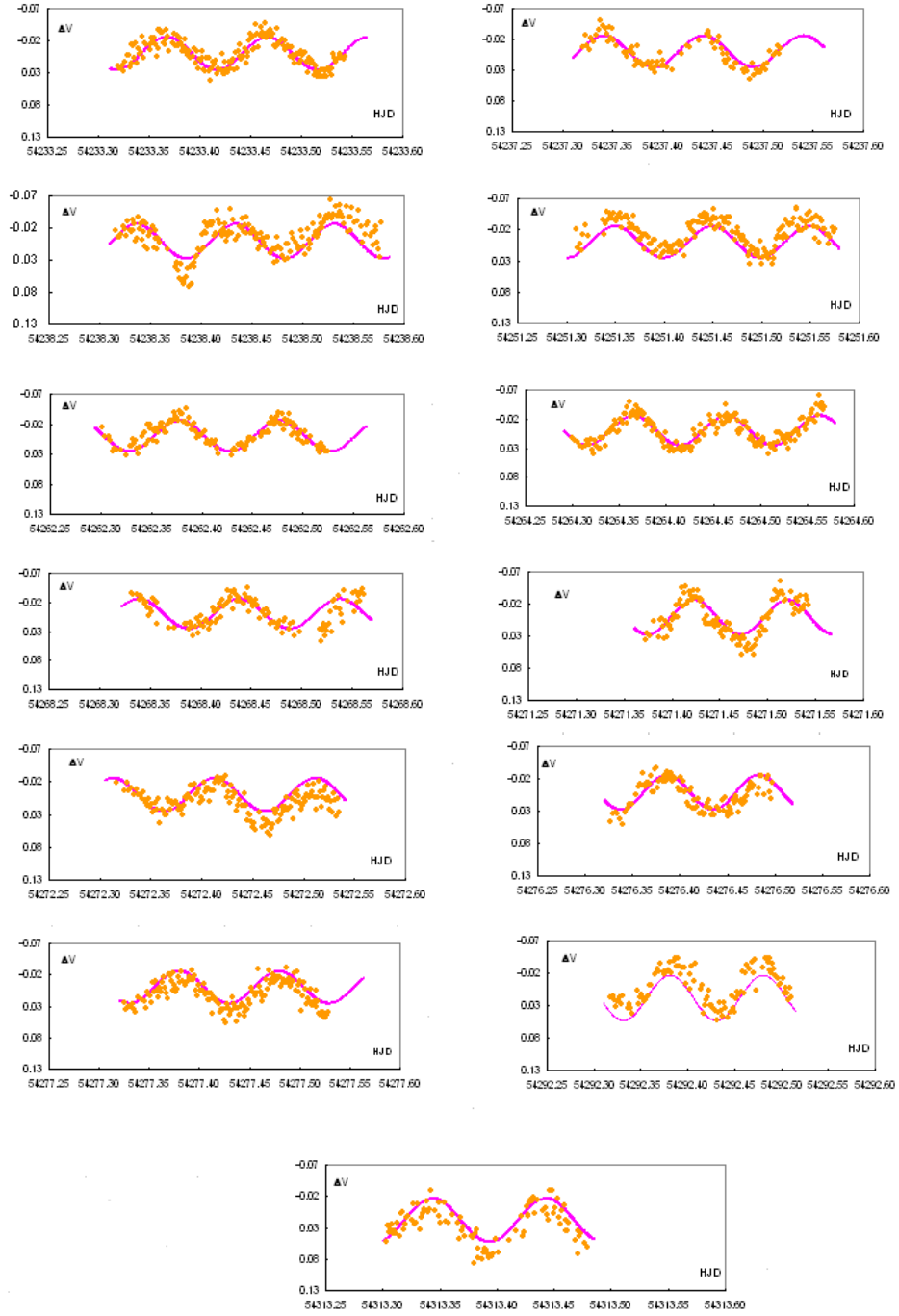
$$m(t) = \text{sıfır noktası} + \sum a_i \sin(2\pi f_i t + 2\pi \Phi_i) \quad (6.1)$$

Burada $m(t)$, hesaplanan parlaklık, a_i , Φ_i ve f_i sırasıyla, genlik, evre ve frekanstır. Şekil 6.5'ten de görüldüğü gibi, hesaplanan kuramsal eğrilerle, gözlem noktaları çoğu zaman uyum içerisindedir.

EF Her'in 2007 ve 2009 yılı gözlemlerinden zonklayan bileşene ilişkin, V süzgecinde yapılmış gözlemlerinden elde edilen maksimum zamanları okunmuş ve Çizelge 6.6'da listelenmiştir. Beklenildiği gibi, 2 yıllık elde edilmiş maksimum zamanlarından zonklama döneminde anlamlı bir değişim elde edilememiştir. Uzun zamana yayılmış gözlem verisine gereksinim vardır. Daha ileriki yıllarda bu yıldıza ilişkin maksimum zamanları toplandıkça, zonklama dönemindeki değişim yeniden irdelenecektir.

Çizelge 6.6 EF Her'in 2007 ve 2009 yıllarında yapılan gözlemlerindeki zonklama kaynaklı değişimlerden ölçülen maksimum zamanları.

Maksimum zamanı (V süzgeci) HJD	Hatası (V)
54251.4508	0.0006
54264.3643	0.0007
54264.4607	0.0006
54268.4378	0.0005
54272.4097	0.0014
54277.3793	0.0007
54277.4791	0.0005
54292.3848	0.0006
54292.4779	0.0006
54302.4197	0.0011
54313.3474	0.0006
54961.4463	0.0003
54982.4111	0.0004
54982.5075	0.0003
54991.3558	0.0005
54991.4489	0.0005



Şekil 6.5 EF Her'in baş bileşenin V renginde zonklamadan kaynaklanan gecelik ışık değişimlerinin, kuramsal eğriler ile uyumu.

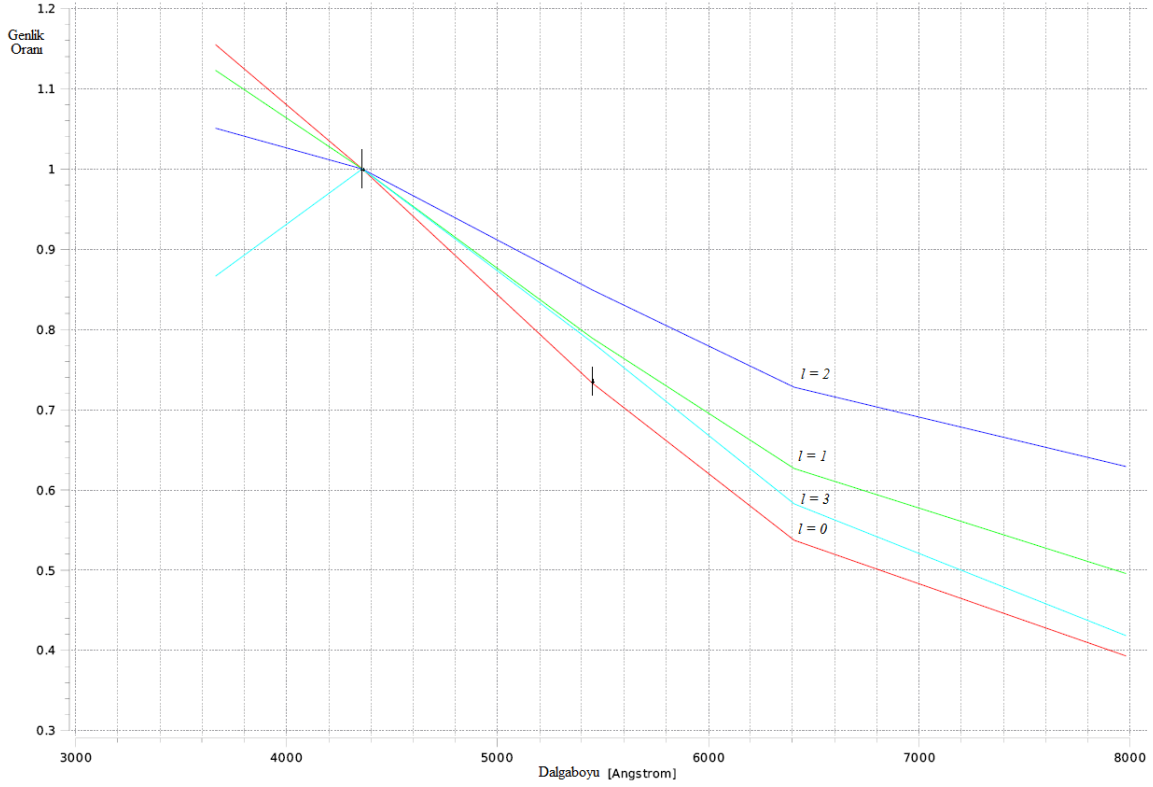
6.1.4 Mod Analizi

Sistemin ışık eğrisi çözümü ve frekans analizi tamamlandıktan sonra elde ettiğimiz bir takım parametreler ile mod analizi çalışması yapıldı. Mod analizi için FAMIAS programı kullanıldı. FAMIAS programı iki farklı veri tabanı üzerinden frekans ve mod analizi yapabilen bir yazılımdır. EF Her sistemi için elimizde tayfsal veri olmadığından dolayı fotometrik veri ile mod analizi çalışması gerçekleştirildi. Yazılımın fotometrik veri ile mod analizi kısmında, ilk olarak bazı girdi parametreleri gereklidir. Bu parametreler; ışık eğrisi çözümünde sabit parametre olarak kabul ettiğimiz A2 tayf türüne karşılık gelen 8912 K (Pickles, 1998) birinci bileşenin yüzey sıcaklığı, $1,90 M_{\odot}$ (Budding, 2007) değerinde baş bileşenin kütlesi ve bu değerler için literatürden seçtiğimiz log g değeri; ayrıca frekans analizinden elde ettiğimiz frekans ve bu frekanslara ait genlik değeri (bkz. Çizelge 6.5) olarak sıralanabilir. Yazılımda gerekli boşluklara bu parametre değerlerinin hataları ile birlikte yazılması gereklidir. Kendi içinde yaptığı bir takım iterasyon işlemleri sonucunda kullandığımız veriye en uygun modellerin çıktılarını sonuç kısmında göstermektedir.

Son işlem basamağında program bize bir referans filtresi sormaktadır ve diğer filtrelerdeki genlik ve evre kayması değerlerini göz önünde bulundurarak bize sistemin olası l kuantum sayısını verecektir. Sadece l kuantum sayısı diyebiliyoruz çünkü m azimutal mertebeye değeri için tayfsal veriye ihtiyaç vardır.

FAMIAS programı Johnson U, B, V, Cousin R, I, Strömgen u, b, v, y filtre setleri için işlem gerçekleştirebilmektedir. Bizim gözlemlerimiz ÇOMÜG'de Johnson B, V, R süzgeçlerinde gerçekleştirildi. Bu nedenle, EF Her sisteminin mod analizinde B ve V süzgeçlerini kullanabildik.

Programda B filtresi referans filtresi olarak seçildiğinde, sistemin olası modu $l = 0$ olarak bulundu ve farklı l değerleri için oluşturulan dalgaboyuna karşı genlik oranı değişimini içeren kuramsal modeller Şekil 6.6'da gösterildi. Bu bulunan l değeri çapsal moda karşılık gelmektedir. Buna göre, EF Her'in sıcak bileşen, çapsal modla zonklamaktadır.



Şekil 6.6 EF Her'in FAMIAS programıyla belirlenmiş, $l=0,1,2,3$ için kuramsal modelleri ve gözlenen genlik oranının $l=0$ ile uyumu

6.2 BG Peg

BG Peg Algol türü yarı ayrık bir sistemdir. Sistemin yörünge dönemi 1,952443 gün ve V filtresindeki toplam parlaklığı $10^m,50'$ dir (Samus ve ark., 2003). Sistemin bugüne kadar yapılmış olan hiçbir tayfsal ve fotometrik çalışması bulunmamaktadır. Brancewicz ve Dworak (1980) ve Budding ve ark. (2004) bu sistemin salt parametrelerini ve sistemin baş bileşeninin tayf türünü A2 olarak vermişlerdir. Sistemin baş minimum derinliği $1^m,10'$ dir (Malkov, 2006). Soydugan ve ark. (2006a) tarafından bu sistem zonklamaya aday sistemler arasında gösterilmişti. 2009 yılında BG Peg'in sıcak bileşeninin zonklamadan kaynaklanan parlaklık değişimleri gösterdiği ilk defa Soydugan ve ark. (2009) tarafından literatürde duyurulmuştur.

6.2.1 Işıkölcüm Gözlemleri

Gözlemlerimiz 2008 gözlem sezonunda ÇOMÜG'de B ve V süzgeçleri kullanılarak T40 teleskopuna bağlı SBIG STL-1001E CCD kamera ile yapıldı. 13 gecelik gözlem

zamanına karşılık yaklaşık 56 saatlik veri elde edildi ve gözlem zamanı dağılımı Çizelge 6.7’de listelendi.

BG Peg, gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler Çizelge 6.8’de gösterilmektedir. Gözlemler süresince mukayese yıldızı, denet yıldızına göre hiçbir değişim göstermemektedir. Sistemin literatürde elde edilmiş, ilk ışık eğrisi Şekil 6.7’de verilmektedir. Işık eğrisinin maksimumlarında, yan minimumlarında ve hatta minimum çukurunda görülen parlaklık değişimleri zonklamadan kaynaklanmaktadır.

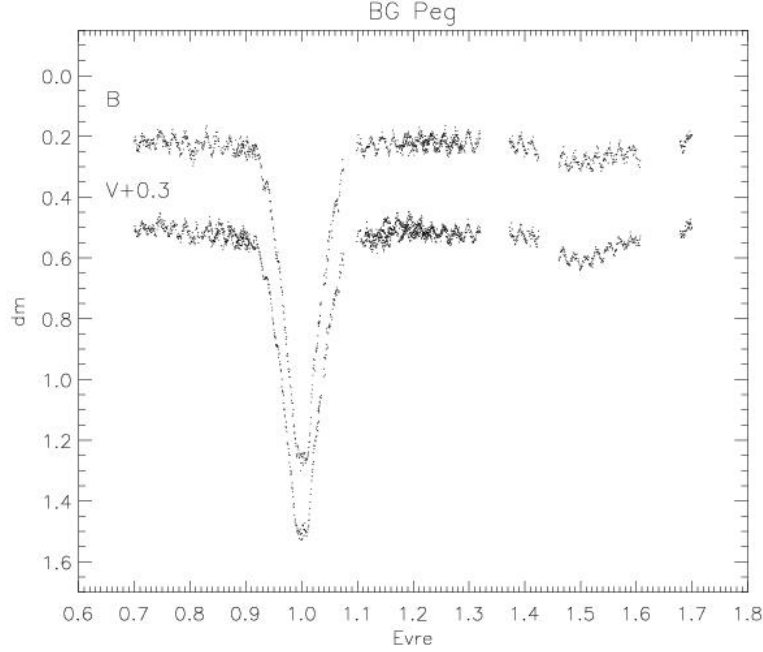
Çizelge 6.7 BG Peg’in gözlem süresi dağılımı.

Tarih	Başlangıç (UT)	Başlangıç HJD (2454710+)	Süre (Saat)
06/09/2008	00:25:27	6.481	2.0
18/09/2008	19:01:26	18.256	3.5
04/10/2008	20:35:02	34.321	2.5
05/10/2008	18:11:02	35.221	3.3
09/10/2008	18:11:00	39.220	7.0
16/10/2008	17:55:12	46.209	5.7
20/10/2008	18:11:05	50.220	3.0
27/10/2008	18:05:16	57.215	6.0
02/11/2008	18:22:33	63.227	5.0
03/11/2008	17:48:00	64.203	6.0
06/11/2008	17:46:33	67.202	5.0
15/11/2008	17:35:02	76.192	4.6
01/12/2008	18:16:48	92.220	2.2
			Toplam: 55.8

Çizelge 6.8 BG Peg, kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ait bilgiler.

Yıldız	GSC/TYC No	V mag.	B-V	Alfa (200)	Delta (200)
BG Peg	-	10.50	-	22 52 47.20	+15 39 09.0
C1	TYC 1698-1052	10.96	0.175	22 53 23.93	+15 33 13.8
C2	TYC 1698-1142	12.13	0.486	22 52 58.44	+15 32 52.7

Tüm gözlem geceleri kullanarak hesaplanan, gözlem duyarlılığımız B ve V süzgeçleri için sırası ile, $0^m,015$ ve $0^m,010$ dir. Kwee ve van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak sisteme ilişkin bir baş minimum zamanı (Hel JD 2454749.44 \pm 0,0005) hesaplandı.



Şekil 6.7 BG Peg'in B ve V filtrelerinde elde edilmiş ışık eğrileri.

6.2.2 Işık Eğrisi Çözümü

BG Peg'in baş bileşeninin zonklama özelliklerini ortaya koyabilmek için, tutulma ve yakınlık etkilerini ışık eğrilerinden çıkarmak üzere, kuramsal ışık eğrileri W-D programının 2005 sürümü kullanılarak hesaplandı. Işık eğrisi çözümünde, B ve V süzgeçlerindeki tüm gözlem noktaları sırasıyla, 0,753 ve 0,758 evre değerlerinde $0^m,215$ ve $0^m,209$ parlaklık değerine göre normalize edildi. Zonklamadan kaynaklanan parlaklık değişimlerini ortadan kaldırmamak için, hiçbir gözlem noktasının ortalaması alınmadı. Çözümde, B süzgecinde 1459 ve V süzgecinde 1515 gözlem noktası eş ağırlıklı alınarak kullanıldı.

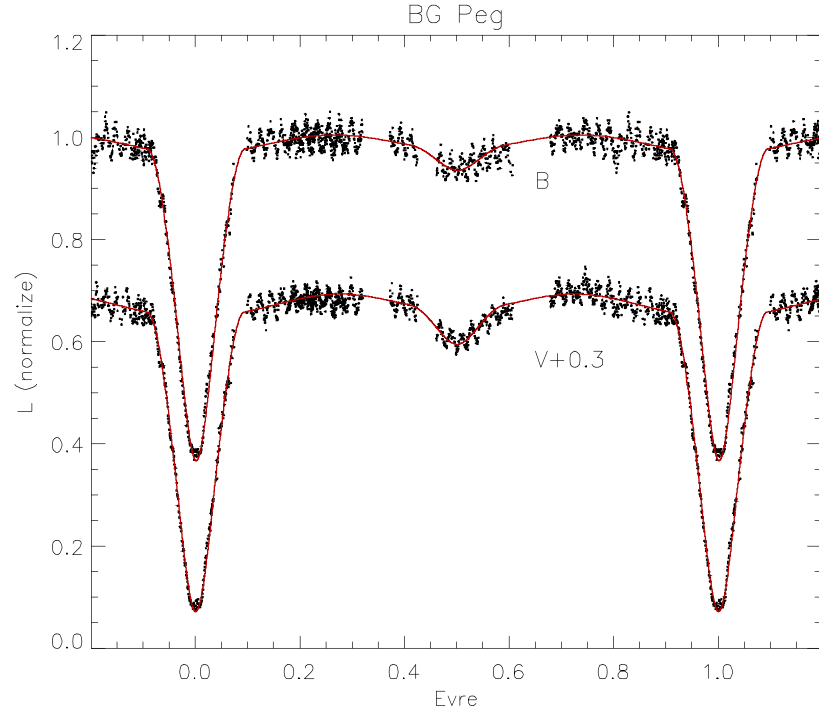
EF Her örten çift yıldız sisteminin çözümünde kullanılan aynı sabit ve serbest parametreler BG Peg'in çözümünde de kullanıldı. Brancewicz ve Dworak (1980) ve Budding ve ark. (2004) bu sistemin baş bileşeninin tayf türünü A2 olarak belirlediler. T_1 sıcaklığı A2 tayf

türüne karşı gelen, 8770 K olarak Popper (1980)'den alındı ve çözümde sabit parametre olarak kabul edildi.

Işık eğrisi çözümüne, EF Her sisteminde olduğu gibi, öncelikle sistem ayırık kabul edilerek başlandı. Çözüm sonucunda bileşenlerin potansiyel ($\Omega_{1,2}$) değerlerine göre, ikinci bileşenin Roche lobunu doldurduğu görüldü ve sistemin yarı ayırık olduğuna karar verildi. Bu aşamadan sonra, çözüm yarı ayırık yaklaşımına karşı gelen MOD 5'te yapıldı. B ve V süzgeçleri için ayrı ayrı ve eş zamanlı yapılan analiz sonucunda bulunan, sistemin geometrik ve fiziksel parametreleri Çizelge 6.9'de listelendi. Bu Çizelgedeki parametre değerleri kullanılarak çizilen kuramsal ışık eğrileriyle gözlem noktalarının uyumu, Şekil 6.8'de verilmektedir.

Çizelge 6.9 W-D çözümünden elde edilen sistem parametreleri.

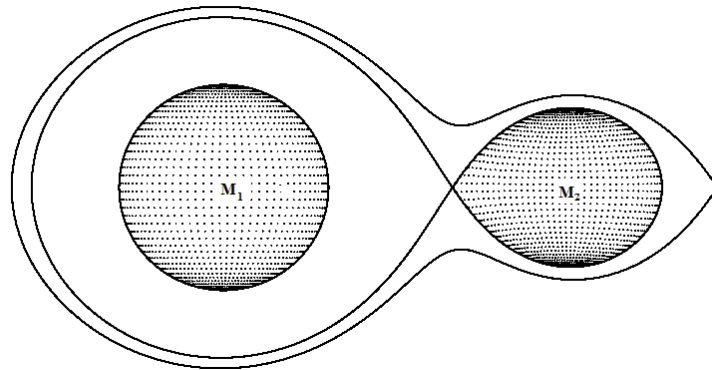
Parametre	B	V	B & V
i(derece)	80.23 (19)	83.91 (20)	83.17 (11)
T_h (K)	8770	8770	8770
T_c (K)	5271 (200)	5125 (200)	5155 (200)
Ω_h	3.643 (365)	3.556 (287)	3.638 (230)
Ω_c	2.3041	2.2839	2.3128
Evre Kayması	0.0021(1)	0.0012 (1)	0.0012 (1)
q	0.229 (4)	0.219 (4)	0.233 (3)
l_3	0.0	0.0	0.0
e	0.0	0.0	0.0
x_h	0.761	0.660	0.761 (B) 0.660 (V)
x_c	0.852	0.800	0.852 (B) 0.800 (V)
g_h	1.0	1.0	1.0
g_c	0.32	0.32	0.32
$L_1 / (L_1 + L_2)$	0.956	0.931	0.931
$L_2 / (L_1 + L_2)$	0.044	0.069	0.069
r_{1ort}	0.2976 (36)	0.3042 (27)	0.2979 (22)
r_{2ort}	0.2830 (24)	0.2797 (16)	0.2844 (37)



Şekil 6.8 BG Peg'in normalize gözlem noktaları ve kuramsal eğrilerle uyumu.

Sistemin $q = 0,19$ değeri için, Roche geometrisi Şekil 6.9'da gösterilmektedir.

EF Her gibi BG Peg'in de yoldaş bileşeni Roche lobunu doldurmuştur ve baş bileşene doğru olası bir kütle aktarımı olabilir.



Şekil 6.9 BG Peg'in $q=0.23$ için Roche gösterimi.

6.2.3 BG Peg'in Frekans Analizi

Frekans analizine başlamadan önce oluşturulan bu kuramsal eğrilerle gözlem noktalarının farkları alınarak çift olmadan kaynaklanan etkiler ortadan kaldırılmış ve sadece sıcak bileşenin zonklamasından kaynaklanan değişimler elde edilmiştir. B ve V filtreleri için oluşturulan bu fark değerleri, frekans analizi yapmak üzere; PERIOD 04 (Lenz ve Breger, 2005) programında kullanıldı. Her filtre seti için ayrı ayrı frekans değerlerini ve bu değerler için de genlikleri hesaplandı ve sonuçlar Çizelge 6.10'da listelendi.

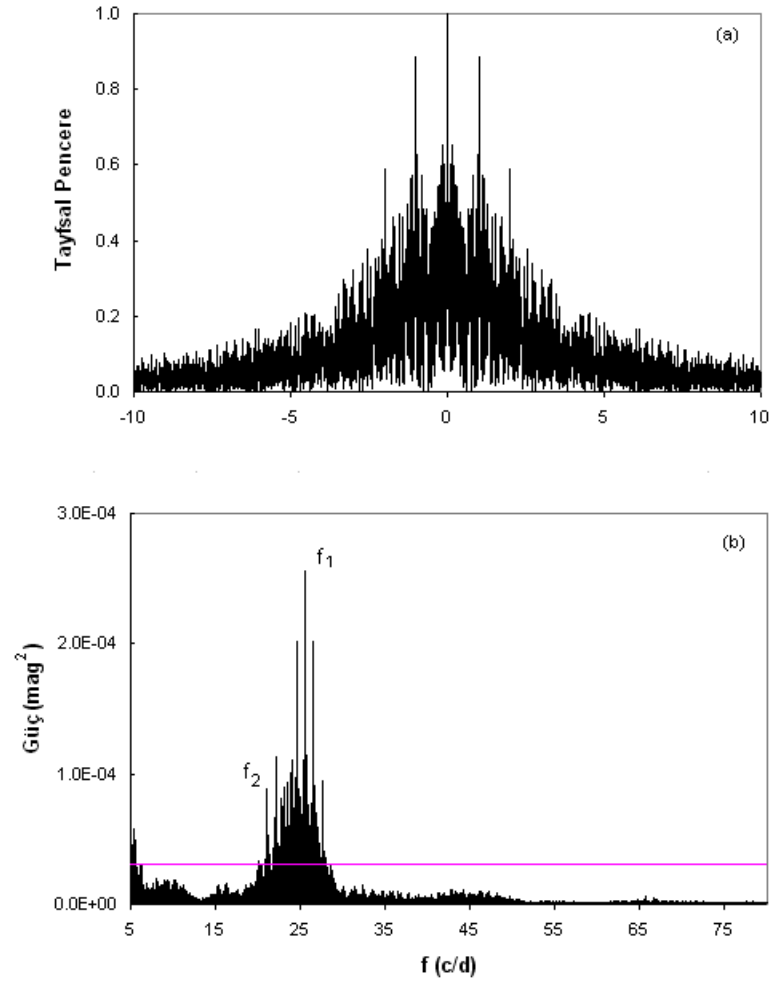
Çizelge 6.10 BG Peg'in baş bileşenin zonklama özellikleri.

Parametre	B	V
Frekans (çevrim/gün) - f_1	25.5438 (4)	
Frekans (çevrim/gün) - f_2	21.0553 (9)	
Yarı-genlik (mag) - A_1	0.0180 (6)	0.0153 (5)
Yarı-genlik (mag) - A_2	0.0079 (6)	0.0072 (5)
Evre - φ_1	0.5398 (49)	0.5514 (50)
Evre - φ_2	0.3426 (107)	0.3187 (107)
Sinyal/Gürültü oranı (f_1 için) - (S/N)	9.69	10.65
Sinyal/Gürültü oranı (f_2 için) - (S/N)	3.89	4.80

Frekans analizinden elde edilen sonuçlar kullanılarak V filtresi için tayfsal pencere (spectral window) ve güç tayfı (power spectrum) duyarlılık sınırları Şekil 6.10a ve 6.10b'de gösterilmektedir. İkinci frekans değeri, V süzgecinde duyarlılık sınırının üstünde olup, S/N oranı 5.5' tur. Bu değer Breger (1993) ($S/N \geq 4$) tarafından verilen kritere göre anlamlı kabul edilmiştir.

Fourier analizine göre; B ve V süzgeci için, periodogramda $f_1=25.54$ c/d'lik (~56 dakika) temel frekans ve $f_2=21.05$ c/d'lik (~68 dakika) ikinci frekans elde edilmiştir. B süzgecinde bulunan ikinci frekans değeri duyarlılık sınırının altında kalmaktadır ve S/N değeri 3.89 olup bu değer Breger (1993) tarafından verilen ($S/N \geq 4$) kriterine göre anlamlı kabul edilmemiştir. V filtresi için; BG Peg'in sıcak bileşeni iki modla zonklamaktadır ve çok döneme sahiptir. B süzgecinde, ikinci frekans değerinin test edilmesi için duyarlılık sınırının üstüne çıkması için, daha fazla ve duyarlı gözlem verisine gereksinim vardır.

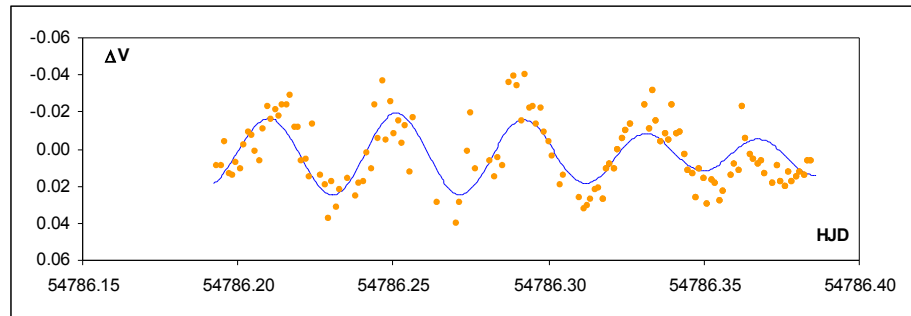
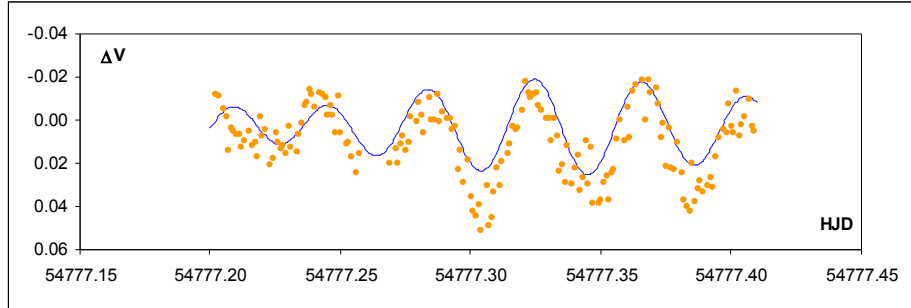
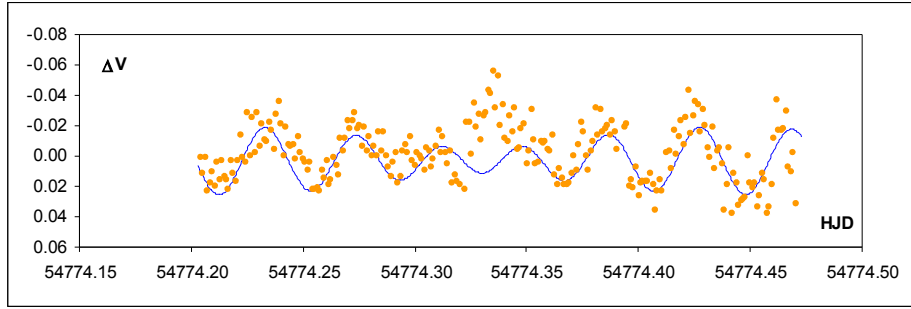
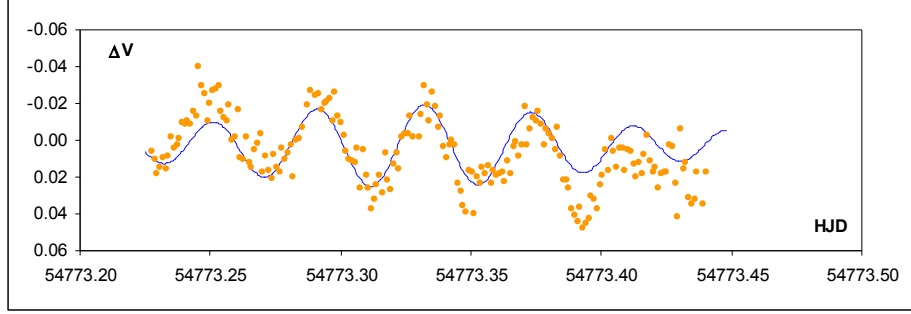
V filtresi için; ikinci frekans değeri çıkartılıp artıklara üçüncü bir fourier analizi uygulandığında, 2.83 c/d'lik bir frekans değeri elde edilmiştir. Bu bulunan değer δ Scuti yıldızlarının frekans aralığı için uygun bir değer değildir. Bu nedenle; anlamlı kabul edilmemiştir. Baş bileşenin toplam zonklama genliği, B ve V süzgeçleri için sırasıyla, $0^m.052$ ve $0^m.045$ 'dir.



Şekil 6.10 a) BG Peg için tayfsal pencere, b) V filtresi için güç tayfı ve duyarlılık sınırı (sürekli çizgi).

BG Peg'in baş bileşenin zonklama nedeniyle gösterdiği farklı gecelerdeki ışık değişimlerinin (6.1) eşitliği kullanılarak oluşturulan kuramsal eğriler ile uyumu Şekil 6.11'de gösterilmektedir. Gecelik fitlerden de görüldüğü gibi, baş bileşen ikiden daha

fazla moda sahip olabilir veya gecelik genlik değişimi de görülebilir. Daha duyarlı sonuçlar için, farklı boylamlarda yer alan gözlemevlerinin katılacağı, bir kampanya gözlemine gereksinim vardır.



Şekil 6.11 BG Peg'in baş bileşenin V renginde zonklamadan kaynaklanan gecelik ışık değişimlerinin, kuramsal eğriler ile uyumu.

BÖLÜM 7

SONUÇLAR

Hertzsprung-Russell (HR) diyagramındaki kararsızlık kuşağında RR Lyr yıldızlarının hemen alt kısmında yer alan δ Scuti bilşenli Algol türü çift sistemlerin gözlemleri ilk olarak Tempesti (1971) tarafından başlatılmıştır. 2000 yılının başlarına kadar bu türde değişim gösteren sistemlerin sayısı sadece üçtü (AB Cas, RZ Cas, Y Cam). Son yıllardaki gözlem duyarlılığının artmasıyla ve kampanya gözlemleri ile bu sayı bugün 43'e yükselmiştir (bkz Çizelge 4.1).

δ Scuti türü değişim gösteren sistemlerin gözlemlerinin analizi sonucunda yıldızların iç yapılarına ait parametreler bulunabilir ve bu parametreler teorik modellerin denetlelerinde önemli rol oynayabilirler.

Bu tez çalışmasında, Algol türünde, sıcak bileşeni δ Scuti türü bir değişim gösteren iki sistem incelenmiştir. Her iki sistemin hem ışık eğrisi çözümü hem de frekans analizi literatürde ilk defa yapılmış olacağı için sonuçlar yenidir. BG Peg örten çift yıldız sisteminin sıcak bileşeninin δ Scuti türü değişim gösterdiği, ilk defa bu çalışmayla ortaya çıkarılmıştır. ÇOMÜG'de yapılmış olan yeni bir keşiftir.

EF Her sisteminin gözlemleri 2007 ve 2009 yıllarında, ÇOMÜG'de yapılmıştır. Sistemin 2007 yılı gözlemlerinde elde edilen ışık eğrisi, Wilson-Devinney 2005 (W-D) programında analiz edildi. Çözüm sonunda bulunan parametre değerleri Çizelge 6.4'de listelendi. Sistemin literatürde verilmiş olan hiçbir parametre değeri bulunmamaktadır. Bu nedenle, yapılan çözüm denemelerinde, gözlemlerle en iyi uyuşmayı sağlayan ve en küçük hata değerleri elde edilen çözüm baş bileşenin tayf türünün A2 olarak yapılan çözüm denemesidir. Baş bileşenin tayf türü A2 olarak belirlenmiştir ve tayf türüne karşılık gelen 8912 K (Pickles, 1998) değeri baş bileşenin sıcaklık değeri olarak kabul edilmiştir. Sistemin kütle oranı, q ayrı ayrı ve eş zamanlı yapılan çözüm sonunda 0,21 olarak belirlenmiştir. Yapılan çözüm, sistemin literatürde yapılmış olan ilk ışık eğrisi çözümüdür.

Sistemin sıcak bileşeninden kaynaklanan zonklama doğasını ortaya koyabilmek için, her bir gözlem noktasının kuramsal eğrilerden farkları alındı. Çiftten kaynaklanan yansıma ve basıklık etkisi çıkarılarak sadece zonklamadan kaynaklanan parlaklık değişimleri kaldı. Bu elde edilen veriye PERIOD 04 (Lenz ve Breger, 2005) adlı paket program uygulandı. Baş bileşene ilişkin zonklama dönemi ve genliği elde edildi (bkz. Çizelge 6.5). Baş bileşenin zonklama dönemi, 2,38 saattir. Toplam zonklama genliği, B, V ve R süzgeçleri

için sırasıyla, $0^m,069$, $0^m,051$, $0^m,041$ dir. 2009 yılında elde edilen veriler kullanılarak yapılan frekans analizinde, yine B renginde zonklama dönemi 2,38 saat olarak elde edilmiştir. Toplam zonklama genliği ise, $0^m,065$ 'dir. Yapılan frekans analizi literatürde ayrıntılı yapılan ilk çalışmadır. Kim ve ark. (2004)'de sıcak bileşenin zonklama doğasını ortaya koymuşlar, sadece iki gecelik gözlem verisinden zonklama dönemini ve genliğini söylemişlerdir. EF Her sisteminin FAMIAS (Zima, 2008) programı ile yine literatürde ilk olarak, mod analizi gerçekleştirildi. l derecesi "0" olarak belirlendi. Buna göre, EF Her'in sıcak bileşeni çapsal, tek modla zonklamaktadır.

EF Her'in 2007 ve 2009 yıllarında yapılan gözlemlerinde, V renginde toplam on altı tane maksimum zamanı elde edilmiştir. Beklenildiği gibi, uzun yıllara yayılmış fazla veri olmadığından zonklama döneminde değişim belirlenmemiştir.

Gözlemleri yapılan diğer bir sistem ise BG Peg'dir. Sistemin gözlemleri 2008 gözlem sezonunda ÇOMÜG'de gerçekleştirildi. Bu sistemin ilk defa zonklama yaptığı bu çalışmada ortaya konmuştur (Soydugan ve ark., 2009). Elde edilen veriler, W-D 2005 programı ile analiz edildi ve sisteme ilişkin geometrik ve fiziksel parametre değerleri Çizelge 6.8'de listelendi. Sistemin baş bileşenin tayf türü literatürde, A2 olarak verildiğinden (Brancewicz ve Dworak; 1980 ve Budding ve ark., 2004), çözümde baş bileşenin sıcaklık değeri, A2 tayf türüne karşılık gelen 8770 K olarak Popper (1980)'den alınmıştır. Sistemin q değeri 0,19 olarak belirlenmiştir.

W-D çözümü ile elde edilen kuram eğri ile gözlemler sonucunda elde edilen ışık eğrilerinin farkı alınarak, yansıma ve basıklık etkilerinden arındırılan veri seti PERIOD 04 (Lenz ve Breger, 2005) programında frekans analizi yapmak üzere hazırlandı. Analiz sonucunda baş bileşene ait zonklama dönemi ve genlik değerleri bulundu (bkz Çizelge 6.9). BG Peg'in sıcak bileşeni iki modla zonklamaktadır. Zonklama dönemlerinin birisi 56 dk. diğeri ise 68 dk.'dır. B renginde de aynı sonuç bulunmuştur fakat daha fazla veriye gereksinim olduğundan ikinci frekans değeri duyarlılık sınırının altında kalmaktadır. Toplam zonklama genliği, B ve V süzgeçleri için sırasıyla, $0^m,052$ ve $0^m,045$ 'dir. Sıcak bileşene ilişkin frekans analizi de literatürde yapılan ilk frekans analizidir.

Sistemlerin her ikisi içinde çözümlerin literatürde olmaması, ilk defa bu tez çalışmasında sunulması ve yine BG Peg sisteminin ilk defa bu çalışmada sıcak bileşenin zonklama yaptığının keşfedilmesi yapılan çalışmaya ayrı bir önem katmaktadır.

EF Her ve BG Peg sisteminin yörünge dönemiyle zonklama dönemi arasındaki dağılımda (bkz. Şekil 4.1) ki yerine göre, korelasyonla uyumlu olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Baker N. Ve Kippenhahn R., 1962. The Pulsations of Models of δ Cephei Stars. With 17 Figures in the Text. *ZA* 54: 114.
- Baker N. Ve Kippenhahn R., 1965. The Pulsations of Models of Delta Cephei Stars. II. *ApJ* 142: 868
- Balona L. A. ve Stobie R. S., 1979. The effect of radial and non-radial stellar oscillations on the light, colour and velocity variations. *MNRAS* 189: 649.
- Balona L. A., 1986. Mode identification from line profile variations. *MNRAS* 219: 111.
- Bessell M. S., 1969. An Investigation of Short-Period Variable Stars. II. The AI Velorum Stars. *ApJS* 18: 195.
- Brancewicz H. K. ve Dworak T. Z., 1980. A catalogue of parameters for eclipsing binaries. *AcA* 30: 501.
- Breger M., 1969. Short-Period Variability of b, a, and F Stars. III. a Survey of Delta Scuti Variable Stars. *ApJS* 19: 79.
- Breger M., 1972. Main-Sequence Pulsation in Open Clusters. *ApJ* 176: 373.
- Breger M., 1979. Delta Scuti and related stars. *PASP* 91: 5.
- Breger M., 1980. The nature of dwarf Cepheids. V - Analysis and conclusions. *ApJ* 235: 153.
- Breger M., Stich J., Garrido R., Martin B., Jiang S. Y., Li Z. P., Hube D. P., Ostermann W., Paparo M. Ve Scheck M., 1993. Nonradial Pulsation of the Delta-Scuti Star Bu-Cancri in the Praesepe Cluster. *A&A* 271: 482.
- Breger M. ve Pamyatnykh A. A., 1998. Period changes of delta Scuti stars and stellar evolution. *A&A* 332: 958.
- Brogia P. Ve Martin F., 1974. Y Cam: an eclipsing system with a Delta Scuti primary. *A&A* 34: 89.
- Briquet M. ve Aerts C., 2003. A new version of the moment method, optimized for mode identification in multiperiodic stars. *A&A* 398: 687.
- Budding E., Erdem A., Çiçek C., Bulut I., Soyduğan F., Soyduğan E., Bakis V. ve Demircan O., 2004. Catalogue of Algol type binary stars. *A&A* 417: 263.
- Budding E. ve Demircan O. 2007. Introduction to Astronomical Photometry Second Edition. Cambridge University Press.
- Christensen-Dalsgaard J., 1982. On solar models and their periods of oscillation. *MNRAS* 199: 735.

- Christensen-Dalsgaard J., 2003. *Stellar Oscillation* (4th ed.). Institut for Fysik Astronomi, Aarhus Universitet Teoretisk Astrofysik Center. 26: 27.
- Christiansen, J. L., Derekas A., Ashley M. C. B., Webb J. K., Hidas M. G., Hamacher D. W. ve Kiss L. L., 2007. The first high-amplitude δ Scuti star in an eclipsing binary system. *MNRAS* 382: 239.
- Colacevich A., 1935. On the Variable Radial Velocity of δ Scuti. *PASP* 47: 231.
- Cousins A. W. J., Caldwell J. A. R. ve Menzies J. W., 1989. The Period of gamma Doradus. *IBVS* 3412.
- Cox J.P., 1980. *Theory of Stellar Pulsation*. Princeton University Press.
- Danziger I. J. ve Dickens R. J., 1967. Spectrophotometry of New Short-Period Variable Stars. *ApJ* 149: 55.
- Danziger I. J. ve Faber S. M., 1972. Rotation of evolving A and F stars. *A&A* 18: 428.
- Daszynska-Daszkiewicz J., Dziembowski W. A., Pamyatnykh A. A. ve Goupil M. J., 2002. Photometric amplitudes and phases of nonradial oscillation in rotating stars. *A&A* 392: 151.
- Dimitrov D., Kraicheva Z. ve Popov V., 2008a. Short-period oscillations found in the Algol-type system GSC 4550-1408. *IBVS* 5842.
- Dimitrov D., Kraicheva Z. ve Popov V., 2008b. Short-period oscillations in the Algol-type systems II: Newly discovered variable GSC 3889-0202. *IBVS* 5856.
- Dimitrov D., Kraicheva Z. ve Popov V., 2009a. Short-Period Oscillations in the Algol-type Systems III: Newly Discovered Variable GSC 4588-0883. *IBVS* 5883.
- Dimitrov D., Kraicheva Z. ve Popov V., 2009b. Short-Period Oscillations in the Algol-Type Systems IV: Newly Discovered Variable GSC 4293-0432. *IBVS* 5892.
- Dziembowski W. ve Kozłowski M., 1974. Low Mass Models for the AI Velorum Stars. *AcA* 24: 245.
- Dvorak S., 2009. Survey of Candidate Pulsating Eclipsing Binaries – I. *CoAst.* 160: 64.
- Eddington A. S., 1942. Conditions in the hydrogen convection zone. *MNRAS* 102: 154.
- Fath E. A., 1935. The Variability of δ Scuti. *PASP* 47: 232.
- Frolov M. S. ve Irkaev, B. N., 1984. On the Period-Luminosity Relation for delta Scuti Stars. *IBVS* 2504.
- Gamarova A. Y., Mkrtichian D. E., Rodriguez E., Costa V. ve Lopez-Gonzalez M. J., 2003. Application of the Spatial Filtration Method to RZ Cas. *ASPC* 292: 369.
- Goldreich P. ve Keeley D. A., 1977. Solar seismology. I - The stability of the solar p-modes. *ApJ* 211: 934.

- Guzik J. A. ve Cox A. N., 1991. Modeling of Delta Scuti variables: Diffusion, mass loss and period changes. *DSSN* 3: 6.
- Guzik J.A., Kaye A. B., Bradley P. A., Cox A. N. ve Neuforge C., 2000. Driving g-mode Pulsations in Gamma Doradus Variables. *ASPC* 203: 445.
- Guzik J. A., Kaye A. B., Bradley P. A., Cox A. N., Neuforge-Verheecke C. ve Warner P. B., 2002. A Proposed Pulsation Driving Mechanism for γ Doradus Variable Stars. *ASPC* 259: 502.
- Handler G. ve Shobbrook R. R., 2002. On the relationship between the δ Scuti and γ Doradus pulsators. *MNRAS* 333: 251.
- Handler G., 2009. Lecture Notes.
- Hilditch R. W. ve Hill G., 1975. Strömrgren four-colour observations of Northern Hemisphere binary systems. *MNRAS* 19: 101.
- Hill H. A., 1978. The New Solar Physics. J.A. Eddy Col. Westview Press 135p.
- Houdek G., Balmforth N. J. Christensen-Dalsgaard J. ve Gough D. O., 1999. Amplitudes of stochastically excited oscillations in main-sequence stars. *A&A* 351: 582.
- Ibanoğlu C., Evren S., Taş G., Çakırlı Ö., Bozkurt Z., Afşar M., Frasca A., Sipahi E., Dal H. A. ve Özdarcan O., 2008. Spectroscopic and photometric observations of the selected Algol-type binaries - II. V2080 Cygni and V2365 Ophiuchi. *MNRAS* 382: 331.
- Ibanoğlu C., Evren S., Taş G., Çakırlı Ö., Bozkurt Z., Afşar M., Sipahi E., Dal H. A., Özdarcan O., Çamurdan D. Z., 2009. Spectroscopic and photometric observations of the selected Algol-type binaries - IV. V799 Cassiopeiae, BX Piscium and HD 172189. *MNRAS* 392: 757.
- Jorgensen H. E., Johansen K. T. ve Olsen E. H., 1971. Variability of A and F main sequence stars. *A&A* 12: 223.
- Jorgensen H. E. ve Gonbech B., 1978. Four-colour photometry of eclipsing binaries. IX B - AI Hya, light curves and photometric elements. *A&A* 66: 377.
- Kaye A. B., Handler G., Krisciunas K., Poretti E. ve Zerbi F. M., 1999. Gamma Doradus Stars: Defining a New Class of Pulsating Variables. *PASP* 111: 840.
- Kennelly E. J., Bworn T. M., Kotak R., Sigut T. A. A., Horner S. D., Korzennik S. G., Nisenson P., Noyes R. W., Walker A. ve Yang S., 1998. The Oscillations of Tau Pegasi. *ApJ* 495: 440.

- Kim S. L., Lee J. W., Youn J. H., Kwon S. G. ve Kim C., 2002. Photometric study of a pulsating component in the eclipsing binary Y Cam. *A&A* 391: 213.
- Kim S.L., Lee J. W., Kwon S.G., Lee D. J., Mkrichian D. E. ve Youn J.H., 2002. Detection of a Pulsating Component in the Eclipsing Binary AB Per. *IBVS* 5325.
- Kim S.L., Koo J. R., Lee J. A., Kang Y. B., Choo K. J., Mkrichian D. E., Kim S. H., Lee D. J. ve Lee J. W., 2004. Discovery of short-periodic pulsating components in Algol-type eclipsing binary systems EF Her and CT Her. *IBVS* 5537.
- Kreiner J. M., 2004. Up-to-Date Linear Elements of Eclipsing Binaries. *AcA* 54: 207.
- Kwee K. K. ve van Woerden H., 1956. A method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable. *BAN* 12: 327.
- Lenz P. ve Breger M., 2005. Period04 User Guide. *CoAst.* 146: 53.
- Liakos A. ve Niarchos P., 2009. Observations of candidate oscillating eclipsing binaries and two newly discovered pulsating variables. *CoAst.* 160: 2.
- Lucy L. B., 1967. Gravity-Darkening for Stars with Convective Envelopes. *ZA* 65: 89.
- Malkov O. Yu., 2006. A catalogue of eclipsing variables. *A&A* 446: 785.
- Martín-Ruiz S., Amado P. J., Suárez J. C., Moya A., Arellano Ferro A., Ribas I. ve Poretti, E., 2005. HD 172189: an eclipsing and spectroscopic binary with a δ Scet-type pulsating component in an open cluster. *A&A* 440: 711.
- McNally C. J. ve Austin R. D., 1977. RS Cha: a delta Scuti Variable. *IBVS* 1334.
- Millis R. L., 1967. Photoelectric Observations of Two New Short-Period Variables. *PASP* 79: 262.
- Millis R. L., 1973. UBV photometry of 1 Monocerotis. *PASP* 85: 410.
- Mkrichian D. E., Kusakin A. V., Gamarova A. Yu., Rodriguez E., Kim S. L., Janiashvili E. B., Kuratov K. S. ve Mukhamednazarov S., 2002a. The Central Asian Network collaboration: first results on studies of pulsating components of eclipsing binaries. *PASPC* 256: 259.
- Mkrichian D. E., Kusakin A. V., Gamarova A. Yu. ve Nazarenko V., 2002b. Pulsating Components of Eclipsing Binaries: New Asteroseismic Methods of Studies and Prospects. *PASPC* 259: 96.
- Mkrichian D. E., Nazarenko V., Gamarova A. Yu., Lehmann H., Rodriguez E., Olson E. C., Kim S. L., Kusakin A. V. ve Rovithis-Livaniou H., 2003. Pulsations in Algols. *ASPC* 292: 113.

- Mkrтчichian D. E., Kusakin A. V., Rodriguez E., Gamarova A. Yu., Kim C., Kim S. L., Lee J. W., Youn J. H., Kang Y. W., Olson E. C. ve Grankin K., 2004. Frequency spectrum of the rapidly-oscillating mass-accreting component of the Algol-type system AS Eri. *A&A* 419: 1015.
- Nather R. E. ve Robinson E. L., 1974. Coherent oscillations in UX Ursae Majoris. *ApJ* 190: 637.
- Pickles A. J., 1998. A Stellar Spectral Flux Library: 1150-25000 Å. *PASP* 110: 863.
- Pigulski A. ve Michalska G., 2007. Pulsating Components of Eclipsing Binaries in the ASAS-3 Catalog. *AcA* 57: 61.
- Pojmański G., 2001. The All Sky Automated Survey (ASAS-3) System - Its Operation and Preliminary Data. *ASPC* 246: 53.
- Pojmanski G., 2002. The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. I. 0 h - 6 hQuarter of the Southern Hemisphere. *AcA* 52: 397.
- Pojmański G., 2003. The All Sky Automated Survey. The Catalog of Variable Stars. II. 6^h-12^h Quarter of the Southern Hemisphere. *AcA* 53: 341.
- Pojmanski G. ve Maciejewski G., 2004. The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. III. 12h-18h Quarter of the Southern Hemisphere. *AcA* 54: 153.
- Pojmanski G. ve Maciejewski G., 2005. The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. IV. 18^h-24^h Quarter of the Southern Hemisphere. *AcA* 55: 97.
- Pojmanski G., Pilecki B. ve Szczygiel D., 2005. The All Sky Automated Survey. Catalog of Variable Stars. V. Declinations 0 arcd - +28 arcd of the Northern Hemisphere. *AcA* 55: 275.
- Pollard K. R.ve Lloyd E. T., 2000. A Spectroscopic Study of RV Tauri Stars in the LMC. *ASPC* 203: 116.
- Popper D. M., 1980. Stellar masses. *ARA&A* 18: 115.
- Rodriguez E., López de Coca P., Costa V. ve Martin, S., 1995. Period changes and evolution in the lower part of the Instability Strip. *A&A* 299: 108.
- Rodriguez E., Claret A., Sedano J. L., Garcia J. M. ve Garrido R., 1998. The eclipsing binary system AB Cas: binarity and pulsation. *A&A* 340: 196.
- Rodriguez E., Garcia J. M., Gamarova A. Y., Costa V., Daszynska-Daszkiwicz J., López-González M. J., Mkrтчichian D. E. ve Rolland, A., 2004. δ Sct-type pulsations in eclipsing binary systems: AB Cas. *MNRAS* 353: 310.
- Rucinski S. M., 1969. The Proximity Effects in Close Binary Systems. II. The Bolometric Reflection Effect for Stars with Deep Convective Envelopes. *AcA* 19: 245.

- Samus N. N., Goranskii V. P., Durlevich O. V., Zharova A. V., Kazarovets E. V., Kireeva N. N., Pastukhova E. N., Williams D. B. ve Hazen M. L., 2003. An Electronic Version of the Second Volume of the General Catalogue of Variable Stars with Improved Coordinates. *Astl.* 29: 468.
- Santis R. ve Cassisi S., 1999. A pulsational approach to the luminosity of horizontal branch stellar structures. *MNRAS* 308: 97.
- Senyüz T. ve Soydugan E., 2008. A binary star with a δ Scuti component: EF Herculis. *CoAst* 157: 365.
- Smith H. J., 1955. Low-luminosity intrinsic variables with periods less than 0.2 day. *AJ* 60, 179.
- Soydugan E., Demircan O., Akan M. C. ve Soydugan, F., 2003. A Binary Star with a δ Scuti Component: AB Cassiopeiae. *AJ* 126: 1933.
- Soydugan E., 2005. Delta Scuti Bileşenli Örtün Çift Sistemlerin Işıkkölçümü (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi, TÜRKİYE.
- Soydugan E., Soydugan F., Demircan O. ve İbanoğlu C., 2006a. A catalogue of close binaries located in the δ Scuti region of the Cepheid instability strip. *MNRAS* 370: 2013.
- Soydugan E., İbanoğlu C., Soydugan F., Akan M. C. ve Demircan O., 2006b. The connection between the pulsational and orbital periods for eclipsing binary systems. *MNRAS* 366: 1289.
- Soydugan E., Tuysuz M., Bakıs V., Soydugan F., Senyuz T., Bilir S., Frasca A., Donmez A., Kacar Y. ve Demircan O., 2008. The preliminary results of the eclipsing binary system EW Boo with a δ Scuti component. *CoAst* 157: 379.
- Soydugan E., Soydugan F., Senyuz T., Puskullu C., Tuysuz M., Bakıs V., Bilir S. ve Demircan O., 2009. Discovery of delta Scuti type oscillations in two Algol-type binaries: DY Aqr and BG Peg. *IBVS* 5902.
- Stobie R. S. ve Shobbrook R. R., 1976. Frequency analysis of the Delta Scuti star, Theta Tucanae. *MNRAS* 174: 401.
- Sumter G. C. ve Beaky M. M., 2007. Delta Scuti Component Discovered in Eclipsing Binary System BO Her. *IBVS* 5798.
- Tempesti P., 1971. The Eclipsing Binary AB Cassiopeiae as a delta Scuti Star. *IBVS* 596.
- Turcu V., Pop A. ve Moldovan D., 2008. Discovery of Short-periodic Pulsating Component in the Eclipsing Binary Y Leonis. *IBVS* 5826.

- van Hamme W., 1993. New limb-darkening coefficients for modeling binary star light curves. *AJ* 106: 2096.
- van Hamme W. ve Wilson R. E., 2003. Stellar atmospheres in eclipsing binary models. *ASP Conf. Ser.* 298: 323.
- von Zeipel H., 1924. The radiative equilibrium of a rotating system of gaseous masses. *MNRAS* 84: 665.
- Walraven Th., Walraven J. ve Balona L. A., 1992. Discovery of additional pulsation modes in AI Velorum. *MNRAS* 254: 59.
- Watson R. D., 1988. Contributing factors to flux changes in nonradial stellar pulsations. *Ap&SS* 140: 255.
- Wilson R. E. ve Devinney E. J., 1971. Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni. *ApJ* 166: 605.
- Wright W. H., 1900. *ApJ* 12: 256.
- Zhevakin S. A., 1963. Physical Basis of the Pulsation Theory of Variable Stars. *ARA&A* 1: 367.
- Zima W., 2006. A new method for the spectroscopic identification of stellar non-radial pulsation modes. I. The method and numerical tests. *A&A* 455: 227.
- Zima W., 2008. FAMIAS User Manual. *CoAst.* 155: 17.
- Ishida T., (19 Mayıs 2000) “Why do some stars pulsate” <http://www.tass-survey.org/richmond/answers/pulsate.html>
- Breger ve ark. “General Properties” <http://www.univie.ac.at/tops/dsn/texts/definitions.html>
- Zima W., “FAMIAS” <http://www.ster.kuleuven.be/~zima/famias/>
- Breger ve ark. “Nonradial Pulsation” <http://www.univie.ac.at/tops/dsn/texts/nonradialpuls.html>

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa No
4.1	Zonklama gösteren oEA türü sistemler ve zonklama özellikleri...	15
6.1	EF Her'in 2007 yılına ilişkin gözlem süresi dağılımı.....	25
6.2	EF Her ve bu sistemin gözlemlerinde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ilişkin bilgiler.....	26
6.3	EF Her'in 2009 yılına ilişkin gözlem süresi dağılımı.....	26
6.4	W-D çözümünden elde edilen sistemin parametreleri.....	28
6.5	EF Her'in baş bileşeninin zonklama özellikleri.....	29
6.6	EF Her'in 2007 ve 2009 yıllarında yapılan gözlemlerindeki zonklama kaynaklı değişimlerden ölçülen maksimum zamanları..	32
6.7	BG Peg'in gözlem süresi dağılımı.....	36
6.8	BG Peg, kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ait bilgiler.....	36
6.9	W-D çözümünden elde edilen sistem parametreleri.....	38
6.10	BG Peg'in baş bileşeninin zonklama özellikleri.....	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No		Sayfa No
2.1	H-R diagramında farklı sınıflardaki zonklayan yıldızlar.....	6
3.1	Zonklamaya ilişkin l, m kuantum sayılarının gösterimi.....	9
3.2	Zonklama yapan yıldızdaki radyal mertebenin gösterimi.....	10
3.3	Çapsal olmayan zonklamalarda a)zonal mod, b) tesseral mod, c) sektörel mod' a ilişkin gösterim.....	11
3.4	Zonklayan yıldızda sıcaklık ve yarıçapa göre donukluk değişimi....	12
3.5	($n=2$) olan bir Radyal zonklayan yıldızın iç kısmının şematik gösterimi.....	13
4.1	Pyör-Pzonk arasındaki dağılım.....	16
4.2	Çizelge 4.1'de listelenen 43 δ Scuti bileşenli örten çift sistemin yörünge döneminin dağılımı.....	17
4.3	Çizelge 4.1'de listelenen 43 δ Scuti bileşenli örten çift sistemin zonklama döneminin dağılımı.....	18
5.1	Sol ve orta panellerde, AB Cas'ın 0,9 ve 0.1 evre aralıklarına karşılık Strömgen b ve v süzgeçlerinde elde edilmiş genlik ve evre kaymasına ilişkin değişimlerle, $l=0$ 'a karşılık gelen kuramsal modeller görülmektedir. Sağ panelde, $l=0$ 'ın dışında oluşturulmuş, $l=2, m=0$ (sürekli), $l=2, m=+1$ (kesikli), $l=2, m=+2$ (noktalı), $l=1, m=0$ (kesikli noktalı) ve $l=1, m=\pm 1$ (kesikli üç noktalı) modlarının tutulma içindeki, genlik ve evre kaymasına ilişkin modeller gösterilmektedir.....	20
5.2	δ Scuti yıldızlarının mod analizinde kullanılan model. Evre ve genliklerin alacağı değerlere göre, $l=0, 1, 2$ için oluşturulan kuramsal model aralıkları.....	21
5.3	FAMIAS programının tayfsal mod analizi için arayüzünü gösteren panel görüntüsü.....	23
5.4	FAMIAS programının fotometrik mod analizi için arayüzünü gösteren panel görüntüsü.....	23
6.1	EF Her'in 2007 gözlem sezonunda B,V,R süzgeçlerinde elde edilmiş ışık eğrileri.....	26

Şekil No		Sayfa No
6.2	EF Her'in normalize gözlem noktaları ve kuramsal eğrilerle uyumu.....	28
6.3	EF Her'in $q=0,21$ değeri için, Roche gösterimi.....	29
6.4	V rengindeki a) Tayfsal pencere b) Güç tayfı ve duyarlık sınırı c) Birinci baskın moda ilişkin frekans çıkarıldıktan sonra geriye kalan güç tayfı ve duyarlık sınırı.....	31
6.5	EF Her'in baş bileşenin V renginde zonklamadan kaynaklanan gecelik ışık değişimlerinin, kuramsal eğriler ile uyumu.....	33
6.6	EF Her'in FAMIAS programıyla belirlenmiş, $l=0,1,2,3$ için kuramsal modelleri.....	35
6.7	BG Peg'in B ve V filtrelerinde elde edilmiş ışık eğrileri.....	37
6.8	BG Peg'in normalize gözlem noktaları ve kuramsal eğrilerle uyumu.....	39
6.9	BG Peg'in $q=0.19$ için Roche gösterimi.....	39
6.10	a) BG Peg için tayfsal pencere, b) V filtresi için güç tayfı ve duyarlılık sınırı (sürekli çizgi).....	41
6.11	BG Peg'in baş bileşenin V renginde zonklamadan kaynaklanan gecelik ışık değişimlerinin, kuramsal eğriler ile uyumu.	42

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Tunç ŞENYÜZ

Doğum Yeri: Eskişehir

Doğum Tarihi: 17/08/1984

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü.

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

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce.

BİLİMSEL FAALİYETLER

a) Yayınlar-SCI-Diğer

- Bakış V., Bakış H., Bilir S., Soydugan, F., Soydugan E., Demircan O., Eker Z., Yaz E., Tüysüz M. ve Şenyüz T., 2010. *The spectroscopic orbits of three double-lined eclipsing binaries: I. BG Ind, IM Mon, RS Sgr.* NewA 15,1.
- Soydugan E., Soydugan F., Senyuz T., Puskullu C., Tuysuz M., Bakis V., Bilir S. ve Demircan O., 2009. *Discovery of delta Scuti type oscillations in two Algol-type binaries: DY Aqr and BG Peg.* IBVS 5902.

b) Bildiriler-Uluslararası-Ulusal

- Soydugan E., Tuysuz M., Bakis V., Soydugan F., Senyuz T., Bilir S., Frasca A., Donmez A., Kacar Y. ve Demircan O., 2008. *The preliminary results of the eclipsing binary system EW Boo with a δ Scuti component.* Communications in Asteroseismology 157, 379.
- Senyuz T. ve Soydugan E., 2008. *A binary star with a δ Scuti component: EF Herculis.* Communications in Asteroseismology 157, 365.
- Soydugan F., Kacar Y., Soydugan E., Bakis V., Tuysuz M., Senyuz T., Donmez A., Bilir S., Erdem A., Cicek C. ve Demircan O., 2008. *Orbital*

period analysis of some classical Algols with pulsating components.
Communications in Asteroseismology 157, 321.

- Doğru S.S. ve Senyuz T., 2005. *Sıvı Aynalı Teleskoplar.* Journal of İstanbul Kültür University 53,58.
- Senyuz T. ve Soyduğan E., 2008. *Delta Scuti Bileşenli Algol Türü Bir Sistem: EF Herculis.* XVI. Ulusal Astronomi Kongresi. 953, 965.

c) Katıldığı Projeler

- 106T688 Nolu TÜBİTAK Projesi. “*Ayrık Örtün Çift Yıldızları Kinematığı ve Yörünge Evrimleri.*”
- 107T634 Nolu TÜBİTAK Projesi. “*Delta Scuti Bileşenli Örtün Çift Sistemlerin Zonklama Özelliklerinin Belirlenmesi.*”
- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi 2008/72 nolu BAP Projesi. “*Delta Scuti Bileşenli Örtün Çift Sistemlerin Frekans Analizi.*”

İLETİŞİM

E-posta Adresi: tuncsenyuz@gmail.com