

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

170259

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HIPPARCOS KATALOĞU'NDA YANLIŞ KODLANMIŞ OLASI ÖRTEN
ÇİFT YILDIZLARIN AYIKLANMASI

İbrahim ÖZAVCI

ASTRONOMİ ve UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2005

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Selim O. SELAM danışmanlığında İbrahim ÖZAVCI tarafından hazırlanan bu çalışma 20/10/2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

(Ünvanı, Adı ve Soyadı, Kurumu)

Başkan : Prof. Dr. Halil KIRBIYIK, ODTÜ Fizik Bölümü

(Ünvanı, Adı ve Soyadı, Kurumu)

Üye : Doç. Dr. Selim O. SELAM Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

(Ünvanı, Adı ve Soyadı, Kurumu)

Üye : Doç. Dr. Fehmi EKMEKÇİ Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(Adı ve Soyadı)

Prof. Dr. Ülkü Mehmetoğlu

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HIPPARCOS KATALOĞU'NDA YANLIŞ KODLANMIŞ OLASI ÖRTEN ÇİFT YILDIZLARIN AYIKLANMASI

İbrahim ÖZAVCI

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Selim O. SELAM

Bu tezde, HIPPARCOS uyduyu tarafından ilk kez değişen yıldız olduğu ortaya konan ve değişim türleri otomatik bir sınıflama ile DSCT (δ Scuti'ler), BCEP (β Cephei'ler) ve RRC (C alt türü RR Lyrae'ler) olarak belirlenen zonklayan değişenler ve değişim türü kesinlik kazanmayan (HIPPARCOS kataloğunda P olarak kodlanan) değişen yıldızlar arasından, gerçekte kısa dönemli öten çift olabilecek sistemlerin ayıklanması ve gerçek ışık değişim doğalarının ortaya konması üzerine bir çalışma yapılmıştır. HIPPARCOS uyduyu tarafından keşfedilmiş ve ilgili kataloglarında DSCT, BCEP, RRC ve P olarak kodlanmış yıldızlar arasından, bu çalışmada tarif edilen seçim ölçütlerine dayanarak bir örnek grubu oluşturulmuştur. Öncelikle örnek grubu içerisinde yer alabilecek gerçek zonklayan değişenler Rucinski ve Duerbeck'in (1997) W UMa-türü sistemler için ortaya koyduğu $\log P - (B-V)$ kalibrasyondan gösterdikleri sapmalarla ayıklanmıştır. Sonrasında Selam'ın (2004) izlediği teknikle öten değişen adaylarının kendi aralarındaki alt tür ayırımı (belirlemesi) yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda ilk seçim ölçütleri ile belirlenen yıldızlar arasından 27 adet öten çift adayının tamamının olası degen çiftler olabileceği belirlenmiştir. Bu sistemlerden 25 tanesinin HIPPARCOS fotometrik gözlemlerine dayalı ışık eğrileri Rucinski (1993b) yöntemi ile analiz edilmiş ve temel geometrik elemanları (q kütle oranı, f değişim derecesi ve i yörünge eğim açısı) için ilk yaklaşım değerleri belirlenmiştir. Bu sistemlerden DN Boo ve FT UMa sistemleri için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) yeni fotometrik gözlem verisi üretilmiş ve bu gözlemlerden oluşturulan üç renk (B, V, R) ışık eğrileri Wilson-Devinney ışık eğrisi analiz programının 2003 sürümüyle (WD-2003) analiz edilmiştir.

2005, 69 sayfa

Anahtar Kelimeler: Öten değişen çift yıldızlar, W UMa-türü Çiftler, β Lyr-türü Çiftler, DN Boo, FT UMa

ABSTRACT

Master Thesis

ON THE SEPERATION OF MISS-IDENTIFIED POSSIBLE ECLIPSING BINARIES IN THE HIPPARCOS CATALOGUE

İbrahim ÖZAVCI

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Astronomy and Space Sciences

Supervisor : Assoc.Prof. Dr. Selim O. SELAM

In this thesis, a study was done about clarifying the variabilitiy type ambiguity and determining the true nature of the light variability of some HIPPARCOS satellite discoveries of DSCT (δ Scuti's), BCEP (β Cephei's), RRC (c sub-title RR Lyrae's) and P (Periodic variables but the true nature of the light variability can not determined) types in which their variability types assigned with an automated classifying procedure of HIPPARCOS mission and probably including miss-identified short-period eclipsing binaries. A working sample of HIPPARCOS discoveries of DSCT, BCEP, RRC and P types was constructed with the aid of selection criteria described in this work. Initially, the true pulsating variables in this sample were separated with their deviations from the Log P - (B-V) calibration for WUMa type systems defined by Rucinski and Duerbeck (1997). Afterwards, the variability type discrimination for the remaining eclipsing binaries candidates was done by following the technique of Selam (2004). After these processes, the number eclipsing binary candidates reduced to 27 for the working sample and as a result all of them turned out to be plausible contact binaries. The light curves of 25 of them based on HIPPARCOS photometry were analyzed with the aid of Rucinski (1993b) method and first approximation to their basic geometrical elements (namely, q mass ratio, f degree of contact, and i orbital inclination angle) were determined. Among these systems, new photometric observations were obtained at the TÜBİTAK National Observatory (TUG) for DN Boo and FT UMa and the relevant B, V, R light curves were analysed by using 2003 version of the Wilson-Devinney Code (WD-2003).

2005, 69 pages

Key Words: Eclipsing Binary Stars, W UMa-type Binaries, β Lyr-type Binaries, DN Boo, FT UMa

TEŞEKKÜR

Bu çalışma boyunca yoğun iş temposuna rağmen bana zaman ayıran danışman hocam Doç. Dr. Selim O. SELAM'a ilgi ve özverisinden dolayı teşekkür ederim.

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli faydalandığım ve bana her konuda yardımcı olan, başta Araş.Gör. Hakan Volkan ŞENAVCI, Araş.Gör. Mesut YILMAZ'a olmak üzere Korhan Yelkenci'ye ve tüm hocalarıma teşekkür ederim.

İbrahim ÖZAVCI
Ankara, Ekim 2005



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖRNEK GRUBUNUN OLUŞTURULMASI ve SEÇİM ÖLÇÜTLERİ.....	9
3. İŞIK EĞRİLERİNİN ANALİZİ.....	25
4. DN Boo ve FT UMa ÇİFT SİSTEMLERİNİN FOTOMETRİK GÖZLEMLERİ VE İŞIK EĞRİSİ ANALİZİ.....	30
4.1 DN Boo Çift Sisteminin Fotometrik Gözlemleri ve İşık Eğrisi Analizi.....	30
4.1.1 DN Boo'nun gözlemleri	31
4.1.2 DN Boo çift sisteminin ışık eğrisi analizi ve sonuçları.....	33
4.2 FT UMa Çift Sisteminin Fotometrik Gözlemleri ve İşık Eğrisi Analizi	39
4.2.1 FT UMa' nin gözlemleri.....	39
4.2.2 FT UMa çift sisteminin ışık eğrisi analizi ve sonuçları.....	42
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	47
KAYNAKLAR.....	50
EKLER.....	53
EK 1 DN Boo'nun B bandı fotometrik gözlem verisi.....	53
EK 2 DN Boo'nun V bandı fotometrik gözlem verisi.....	55
EK 3 DN Boo'nun R bandı fotometrik gözlem verisi.....	57
EK 4 FT UMa'nın B bandı fotometrik gözlem verisi.....	59
EK 5 FT UMa'nın V bandı fotometrik gözlem verisi.....	62
EK 6 FT UMa'nın R bandı fotometrik gözlem verisi.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	68

SİMGELER DİZİNİ

q	Kütle oranı (m_2/m_1)
$M_{1,2}$	Bileşenlerin kütlesi
x_λ	Kenar kararma katsayısı
A_t	Bolometrik albedo
R	Yansıma katsayısı
$\Omega_{1,2}$	Eşpotansiyel yüzeyler
I_j	Yeğinlik
$T_{1,2}$	Bileşenlerin sıcaklıklarını
$L_{1,2}$	Bileşenlerin kesirsel ışınım güçleri
α	Yıldızın sağaçıklığı
δ	Yıldızın dikaçıklığı
L_3	Üçüncü ışık katkısı (kesirsel)
i	Sistemin yörünge eğimi
$A_{h,c}$	Bileşenlerin bolometrik albedoları (h ; sıcak bileşen, c ; soğuk bileşen)
C	Jacobi eş potansiyelleri
f	Değme derecesi (% olarak)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 HIPPARCOS H_p bandı (düz çizgi) ile soldan sağa Johnson B_j , V_j ve Cousins R ve I bandlarının dalgaboyuna bağlı geçirgenlik eğrileri.....	2
Şekil 1.2.a HIPPARCOS dedektörünün görelî yanıt profili, b. Yanıt profilinin düz (flat) kısmının detayı.....	4
Şekil 2.1 Duerbeck'in (1997) çalışmasına ait Log P – (B-V) diyagramı.....	10
Şekil 2.2 İlk seçim ölçütleri ile belirlenen yıldızların Log P – (B-V) diyagramındaki dağılımı.....	12
Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan articlars.....	15
Şekil 2.4 İlgili yıldızların $a_2 - a_4$ filtresindeki konumları.....	23
Şekil 2.5 İlgili yıldızların $a_2 - a_1$ filtresindeki konumları.....	23
Şekil 3.1 f değme derecesi'nin üç farklı değeri için Rucinski'nin (1997b) ürettiği tüm olası sentetik ışık eğrilerinin fourier katsayılarına ait $a_2 - a_4$ diyagramı.....	26
Şekil 4.1 DN Boo'nun HIPPARCOS katalogunda verilen ışık eğrisi.....	30
Şekil 4.2 DN Boo'nun B, V, R ışık eğrileri ile (B-V) ve (V-R) renk eğrileri.....	33
Şekil 4.3 DN Boo'nun farklı q değerli için yapılan q taraması.....	35
Şekil 4.4 DN Boo'nun B-bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan articlars.....	36
Şekil 4.5 DN Boo'nun V-bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan articlars.....	37
Şekil 4.6 DN Boo'nun R-bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan articlars.....	37
Şekil 4.7 DN Boo sisteminin 0.00, 025, 0.50 ve 0.75 evrelerindeki geometrik modeli.....	38
Şekil 4.8 FT UMa'nın HIPPARCOS kataloğunda verilen ışık eğrisi.....	39
Şekil 4.9 FT UMa'nın B, V, R ışık eğrileri ile (B-V) ve (V-R) renk eğrileri.....	41
Şekil 4.10 FT UMa'nın farklı q değerli için yapılan q taraması.....	43
Şekil 4.11 FT UMa'nın B- bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan articlars.....	44
Şekil 4.12 FT UMa'nın V- bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan articlars.....	45
Şekil 4.13 FT UMa'nın R- bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan articlars.....	45
Şekil 4.14 FT UMa'nın 0.0, 0.25, 0.5 ve 0.75 evresindeki geometrik modeli.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

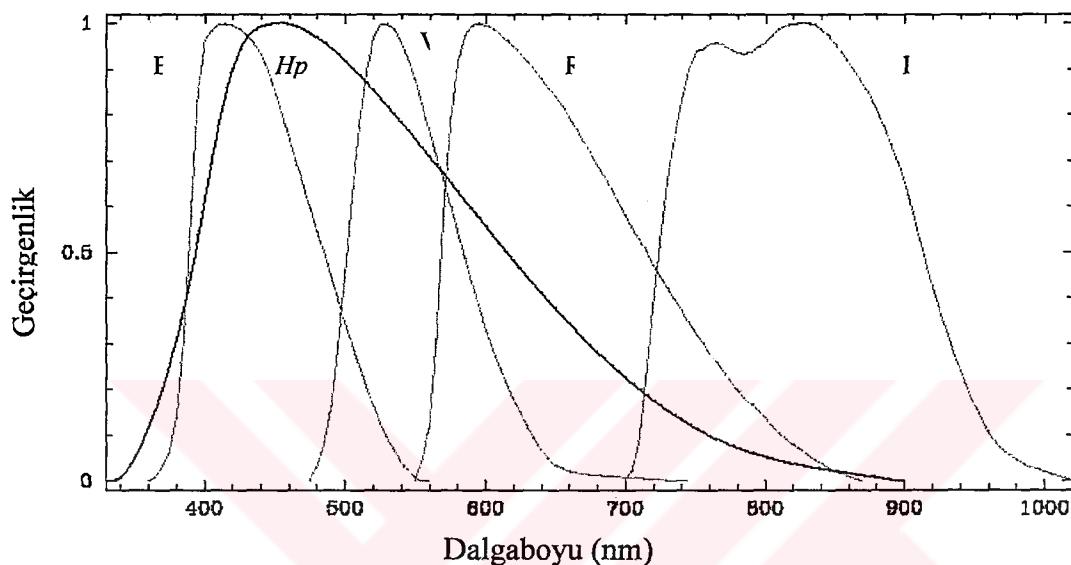
Çizelge 2.1 Seçilen sistemlere ilişkin parametreler.....	22
Çizelge 3.1 Sistemlerin (f , q , i) anahtar parametreleri ve teorik/gözlemsel tutulma derinlikleri.....	28
Çizelge 4.1 DN Boo ve gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarının katalog bilgileri.....	31
Çizelge 4.2 DN Boo yıldıza ait ışık eğrisi karakteristikleri.....	32
Çizelge 4.3 DN Boo çift yıldızı için ulaşılan analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.4 FT UMa ve gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarının katalog bilgileri.....	40
Çizelge 4.5 FT UMa yıldıza ait ışık eğrisi karakteristikleri.....	41
Çizelge 4.6 FT UMa çift yıldızı için ulaşılan analiz sonuçları.....	44

1. GİRİŞ

1980 yılında ESA'nın bilimsel programına kabul edilen HIPPARCOS (High-Precision PARallax COllecting Satellite) projesi, astrometrik gözlemlere adanmış ilk uydu gözlemevini içeriyordu. 8 Ağustos 1989 tarihinde, ESA'nın Ariane 4 roketi ile Fransız Guyana'sındaki Kourou üssünden fırlatılan HIPPARCOS uydusu, yarıçapı 36,000 km olan ve neredeyse dairesel biçimli, yer merkezli bir yörüngeye oturtulmak üzere tasarlanmıştı. Ancak fırlatma işleminin hemen sonrasında itici roketlerinden birinde oluşan bir arıza sonucu, yer etrafında oldukça basık bir yörüngeye (enberi uzaklığı 526 km, enöte uzaklığı 36,000 km) yerleştirildi. Bu nedenle uydunun kritik görev parametreleri ve gözlem stratejisi kısa süre içinde tamamen değişikliğe uğradı.

29 cm çaplı aynalı bir teleskop içeren HIPPARCOS uydusu ile asıl olarak amaçlanan görev, 13-14 kadir parlaklık limitine kadar 120,000 civarındaki yıldızın, yaklaşık 2 milyasn duyarlılıkla konum, özhareket ve paralaklarını (yani uzaklıklarını) belirlemekti. 26 Kasım 1989 tarihinde başlanan bilimsel gözlemler 15 Ağustos 1993 tarihine kadar sürmüştür ve toplamda 37 haftalık gözlem verisi ile 118,218 yıldızın amaçlanan astrometrik verileri elde edilmiştir. Astrometrik gözlemlere paralel olarak HIPPARCOS uydusu ile çok sayıda yan ürün de elde edilmiştir. Mevcut fotometresinin verisi ile TYCHO adı verilen ikinci bir katalog oluşturulmuştur. Bu katalogta 1,058,332 yıldızın 0^m.02 duyarlıklı fotometrik gözlemleri yer almaktadır. Kendine özgü, geniş banda sahip bu fotometrik sistem ile her bir yıldız başına ortalama 110 ölçüm noktası elde edilmiştir. Alınan toplam fotometrik ölçüm sayısı $\sim 1.3 \times 10^7$ civarındadır. Bu fotometrik veriden 11,597 değişen yıldızın ışık eğrileri ve temel parametrelerinin yer aldığı ayrı bir katalog daha üretilmiştir (HIPPARCOS Variability Annex (HIPVA), ESA SP-1200 Vol.11 ve Vol.12). HIPPARCOS uydusu verisi 23,882 ikili ve çoklu yıldız sistemlerinin astrometrik ve fotometrik gözlemlerini de içermektedir ve bu veriden de ayrıca bir katalog daha üretilmiştir (HIPPARCOS Double and Multiple Systems Annex (HIPDMSA), ESA SP-1200 Vol.10).

HIPPARCOS uydusuna özgü tasarlanmış olan geniş-band fotometrik sistem, H_p gösterimi ile anılmaktadır. H_p fotometrik bandı ile Johnson ve Cousins fotometrik sistemlerine ait diğer bandların geçirgenlik eğrilerinin karşılaştırması, Şekil 1.1 de verilmiştir. HIPPARCOS fotometresi, çok-renk Johnson fotometrik sistemi ile karşılaştırılabilir düzeyde özelliklere sahip duyarlı bir fotometrik sistemdir.

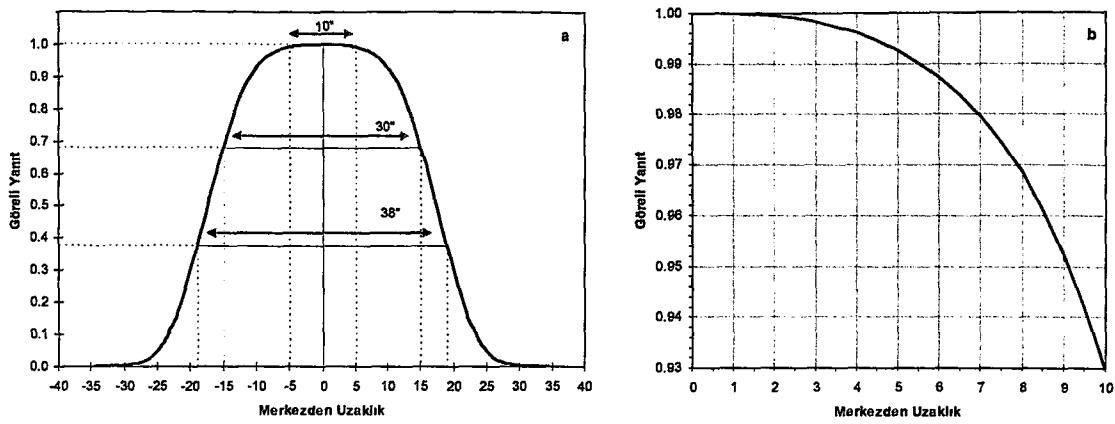


Şekil 1.1 HIPPARCOS H_p bandı- (düz çizgi) ile soldan sağa Johnson B_j , V_j ve Cousins R ve I bandlarının dalgaboyuna bağlı geçirgenlik eğrileri

HIPPARCOS uydusunda kullanılan teleskop, tam yansımatsız Schmidt türü bir teleskop olup, elektromanyetik tayfin, görsel bölgesinde çalışmaktadır. Teleskopun odak düzlemine, 1.208 yay saniyesi aralıklarla yerleştirilmiş 2,688 tane paralel yarıktan (slit) oluşan bir ızgara (grid) yerleştirilmiştir. Bu ızgara, gökyüzünde yaklaşık $0^{\circ}.9$ karelük alana bakmaktadır. Dedektörün anlık görüş alanı ise yaklaşık $38''$ dir. Ancak hareketli ek optik sistemler ve ızgara yardımıyla $0^{\circ}.9$ karelük alan içerisinde yönlendirilebilir. Böylece teleskopun anlık görüş alanında ölçümlü yapılan yıldızların tanımlanması ve birbirlerinden ayırt edilmeleri mümkün olmaktadır.

HIPPARCOS katalogunda H48 ve değişen yıldızlara ilişkin HIPVA ekinin HH2 alanında, bir yıldızın ikili veya çoklu bileşenlere sahip olup olmadığı bilgisi (component flag) yer almaktadır. Burada bahsedilen bileşenlerin, çoğunlukla ilgili yıldıza fiziksel olarak bağlı olmayan, sadece dedektörün anlık görüş alanı içine giren bileşenler olduğu unutulmamalıdır. Bu tür sistemlerin bileşenlerinin birbirinden ayırt edilebilmesi için, HIPPARCOS uydusunun teknik özelliklerine ve yeteneklerine bağlı olarak ortaya konmuş sınırlar vardır. Temel olarak bileşenlerin birbirinlerinden ayırt edilebilmesi için aralarındaki açısal ayrılığın $0''.10 - 0''.15$ den daha büyük ve aralarındaki parlaklık farkının $3.5 - 4$ kadirden daha küçük olması gerekmektedir. Bu sınırlar alt limitleri oluşturmaktadır ve alt limitleri geçemeyen ikili veya çoklu sistemler HIPPARCOS gözlemlerinde ayırt edilememiştir. Dolayısıyla katalogda yer alan fotometrik ölçümler, sistemlerin bütünsel parlaklığını içermektedir.

İkili ve çoklu sistemlerin birbirinden ayırt edilebilmelerinde üst limitleri ise HIPPARCOS uydusu dedektörünün sonlu boyuta sahip anlık görüş alanı ve dedektörün görelî yanıt profili ortaya koymaktadır. HIPPARCOS uydusunun detektörü toplamda $38''$ çaplı, dairesel biçimli bir anlık görüş alanına sahiptir. Ancak bu dedektörün her bölgesi aynı duyarlılıkta değildir ve merkezden kenara doğru gidildikçe duyarlık azalmaktadır (Şekil 1.2.a.b). Dolayısıyla dedektörün kullanılabilir (useful) etkin görüş alanının çapı yaklaşık $30''$ dir. Bu durumda ikili ve çoklu sistemlerin bileşenlerinin birbirinden olan açısal uzaklıklarını ve etkin görüş alanındaki konumları, bilşenlerin parlaklıklarının ayrı ayrı elde edilebilmesinde belirleyici rol oynamaktadır. Belirli koşullar altında, ilgili yıldızların etkin görüş alanındaki konumları, yani merkezi bölgeye olan açısal uzaklıklarına göre, Şekil 1.2.a'da verilen dedektörün yanıt profiline bağlı olarak düzeltmeler yapılmaktadır ve her birinin gerçek parlaklık değerleri belirlenebilmektedir. Ancak merkezi bölgeden uzaklaşıkça bu düzeltme işleminin hassasiyetini kaybettiği bir gerçekdir. Bu düzeltmeler ve elde edilen fotometrik gözlemlerin arındırma sonuçlarına ilişkin olarak HIPPARCOS kataloğunun H48 alanında bulunan işaretler ("*", "A, B, C, ...", "-") farklı anlamlar taşımaktadır.



Şekil 1.2.a HIPPARCOS dedektörünün göreli yanıt profili, b. Yanıt profilinin düz (flat) kısmının detayı

Bunlara ait açıklamaları kısaca özetlersek:

- “**” : Bileşenler arasındaki açısal ayıryklik değeri $10''$ ne kadar olanlar H48 alanında bu işaret ile kodlanmıştır. Gözlenen parlaklık değeri, merkezden olan uzaklık göz önüne alınarak, detektörün yanıt profiline uyumlu olarak düzeltilmiştir. Bu tür kodlanan yıldızların fotometrik verilerinde, tüm bileşenlerin ışığı da bulunmaktadır. Bu yıldızlarla çalışma yapılacaksa, bu ilave ışiktan arındırma işlemi yapılmalıdır.
- “A,B,...” : Bileşenler arasındaki açısal ayıryklik değeri $10''$ den büyük olanlar H48 alanında, bileşen sayısını da belirleyecek şekilde “A”, “B”,... kodlanmıştır. Bileşenlerin parlaklıkları, detektörün yanıt eğrisine uyumlu olarak düzeltilmiştir. Bu tür kodlanan yıldızların açısal ayırykliği, yeteri kadar büyük olduğu için, katalogda bileşenlerin verileri (konum ve parlaklık) ayrı ayrı verilmiştir ve ilave ışık düzletmesi yapmaya gerek yoktur.
- “-“ : Bu tür kodlanmış yıldızlarda bileşenlerden biri, ölçümler sırasında dedektörün yanıt profiline güveniligi en düşük olduğu bölgelere denk gelmiştir. Dolayısıyla sağlıklı bir parlaklık düzeltisi yapılamamıştır. Bu yüzden bu yıldızların verileri çok sağlıklı değildir. Bu sistemler genelde çoklu sistemlerdir.

Fotometrik gözlem verilerinin indirgeme işlemlerinde, 22,000 adet standart yıldız kullanılmıştır. Fotometrik verilerin analizi, HIPPARCOS projesi çerçevesinde iki ayrı grup tarafından hemen hemen aynı zamanlarda yapılmıştır (Geneva Gözlemevi ve Royal Greenwich Gözlemevi). Ancak analizlere ayrılan sürenin kısıtlı olması ve basitleştirilmiş analiz tekniklerinin kullanılmasından dolayı, yeni keşfedilen değişen yıldızların türlerine göre sınıflandırma işlemi çok sağlıklı olmamıştır. Bu duruma ilişkin uyarılar ve ihtiyatlı yaklaşılması gereken veriler HIPPARCOS katalogunda (ESA 1997) da belirtilmiştir. Değişen yıldızlara ait HIPPARCOS fotometrik verileri çeşitli dönemlilik tarama algoritmalarından geçirilerek, sonuçlar literatürde bulunan mevcut sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Ancak birçok yıldızın dönemlilik tarama işlemleri, veri yetersizliğinden dolayı sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilememiştir. Bu yüzden HIPPARCOS uydusu tarafından keşfedilen değişen yıldızların değişim dönemleri (P) ve buna bağlı olarak sınıflandırılmaları aldatıcı olabilmektedir. Ayrıca katalogda, örten değişen çift yıldızlar ile bünyesel değişen yıldızların ayrı edilmesinde (sınıflandırılmasında) problemler olabileceği, açık bir şekilde ifade edilmiştir (ESA 1997).

HIPPARCOS uydusu gözlemleri ile keşfedilen çok sayıda değişen yıldızın değişim türü (sınıflandırılması) belirlenememiştir. Bu yıldızlara ilişkin veriler kataloglanırken, ışık değişim dönemlerinin belirlenip belirlenememesine göre, kendi içinde ikiye ayrılmıştır. Birinci grup, ışık değişim dönemleri belirlenen ve sadece “periyodik değişenler” olarak sınıflandırılan yıldızları içermektedir. Bu yıldızlar için HIPVA ekinde, değişim dönemi (P), başlangıç zamanı (T_0), değişim genliği (A), yıldız adı ve varsa literatür referansı verilmektedir. İkinci grup ise “çözümsüz (unsolved)” olarak sınıflanan ve ışık değişim dönemleri belirlenemediğinden katalogta sadece değişim genliği, yıldız ismi ve varsa literatür referansı verilen yıldızlardan oluşmaktadır. Bu tür sınıflandırılan yıldızlardan bazlarının, literatürde bulunan çalışmalarına bakıldığından, “*yarı-düzenli değişenler*” sınıfına dahil edilen yıldızlar olduğu anlaşılmıştır. Ancak literatürde yayınlanan dönem değerleriyle HIPPARCOS verilerinden elde edilen değerler birbirleriyle uyusmamaktadır. Bu sebepten dolayı bu tür yıldızlar için bir dönem değeri saptanamamıştır ve çözümsüz değişenler arasında yer almıştır.

HIPPARCOS uydusu tarafından yeni keşfedilen değişen yıldızlar, *HIPVA*'nın *P2* alanında "*" işaretü ile gösterilmiştir. Ayrıca *HIPVA*'nın *P5* alanında ise bu yıldızların değişim türleri bulunmaktadır. Örneğin W UMa'lar *EW*, β Lyrae türü değişenler ise *EB* şeklinde kodlanmıştır. Ancak HIPPARCOS uydusu tarafından keşfedilen değişen yıldızların tümünün değişim türü yukarıda anladığımız nedenlerden dolayı belirlenmemiştir. Değişen yıldız olmalarına rağmen bu yıldızlar için, *HIPVA*'nın *P5* alanında değişen türü yer almaz ve "periyodik değişenler" (*P*), olarak adlandırılırlar. Bu tür kodlanmış değişenler, genellikle kısa dönemli ve düşük genlikli değişenlerdir.

Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın astrometrik gözlem uydusu HIPPARCOS tarafından yapılan fotometrik tarama gözlemleri çok sayıda yeni değişen yıldızın keşfedilmesine olanak tanımıştır. Bunların arasında düzgün ve kısa dönemli ışık değişimini gösterenlerin sayısı oldukça yüksektir. Yeni keşfedilen bu değişen yıldızların değişim türü tanımlaması, ışık eğrilerinin basit Fourier dönüşümlerine dayalı otomatik bir yöntemle yapılmış ve kataloglanmıştır (ESA 1997). Ancak bu otomatik yöntemin ölçütleri, bazı özel koşullarda, kısa yörunge dönemli örten çiftlerle, yine kısa döneme sahip zonklayan değişenleri birbirine karıştırmıştır. Bu bağlamda, daha çok kısa dönemli DSCT, BCEP, RRC gibi zonklayan türler ve değişim türü kesinlik kazanmayan (HIPPARCOS katalogunda *P* olarak kodlanan) değişen yıldızlar ile, düşük ışık değişim genliğine sahip *EW*, *EB*, *ELL* gibi kısa yörunge dönemli çift yıldızlar birbirine karıştırılmıştır. Literatürde bu duruma ilişkin bir çok çalışma vardır. Örneğin HIPPARCOS katalogunda, CC Lyn, FH Cam ve CU CVn yıldızları *EB* türü değişen olarak kodlanmıştır. Ancak Rucinski ve arkadaşları bu yıldızların bünyesel değişen oldukları göstermiştir (Rucinski 2002). Benzer şekilde HIPPARCOS katalogunda bünyesel değişen olarak kodlanmış bazı yıldızların da, farklı araştırmacıların yaptıkları çalışmalar sonucu "değen çift yıldızlar" (*EW*) oldukları anlaşılmıştır. Bunlara örnek olarak; FI Boo (Lu *et al.* 2001), HI Dra ve V351 Peg (Gomez-Forrellad *et al.* 1999), ET Leo (Rucinski *et al.* 2002), V2357 Oph (Rucinski *et al.* 2003), HH UMa (Pribulla *et al.* 2003), ve NN Vir (Rucinski and Lu 1999) gösterilebilir. Ayrıca HIPPARCOS katalogunda *P* olarak kodlanmış periyodik değişenler, düşük genlikli ve kısa dönemli değişenler oldukları için, düşük genlikli bünyesel değişenler (*RRC*, *DSCT/DSCTC*, *BCEP*) veya düşük yörunge eğim açısına sahip yakın çift yıldızlar (*EW*, *EB*, *EA*, *ELL*) olabilirler.

Duerbeck (1997) yapmış olduğu bir çalışmasında, HIPPARCOS kataloğu sadece periyodik değişen olarak sınıflanan ancak gerçek ışık değişim nedeni tam olarak ortaya konamayan yeni keşifleri ayıklamış ve W UMa-türü değişenler için daha önce ortaya konan $\log P$ - ($B-V$) bağıntısını (Rucinski and Duerbeck 1997) kullanarak, içlerinden kısa dönemli örten çift adaylarını (çoğunlukla EW türü) belirlemeye çalışmıştır. HIPPARCOS keşifleri arasındaki değişim türü karmaşası sadece zonklayan değişenler ile örten değişenler arasında yaşanmamaktadır. Düşük ışık değişim genliğine sahip örten değişenler de kendi içinde bir tür karmaşasına uğramıştır. Bu bağlamda, Selam (2004) çok sayıda HIPPARCOS keşfi olan kısa dönemli EW , EB , EA arası tür karmaşasını, orijinal olarak Rucinski (1997a,b) tarafından önerilen ve ışık eğrilerinin Fourier dönüşümlerinden elde edilen bazı katsayılar arasındaki bağıntılardan yararlanan bir teknikle çözmüştür. Sonuç olarak HIPPARCOS uydusu tarafından yeni keşfedilmiş kısa dönemli değişen yıldızların değişim türü karmaşası halen çözüm bekleyen bir problemdir.

DSCT, *BCEP*, *RRC* ve P türü olarak belirlenen çok sayıda HIPPARCOS keşfinin, aslında katalogda listelenen dönemlerin tam iki katı süreli yörüngे dönemine sahip örten çiftler ve büyük çoğunlukla da W UMa türü geçen çiftler olma olasılığı bulunmaktadır. Çünkü bu sistemler genellikle kısa dönemli ve düşük ışık değişim genliğine sahip sistemlerdir. W UMa türü (EW) sistemler sürekli ışık değişimini gösteren ve 5-20 saat arasında yörüngे dönemine sahip örten çift yıldızlardır. Ortak bir zarfla sarılı iki Güneş benzeri yıldız içerirler. Büyük kütleli bileşenden küçük kütleliye geniş ölçekli bir enerji aktarımı söz konusudur ve bu olgu ortak zarf boyunca her iki bileşenin yüzey sıcaklıklarını kabaca eşitlemektedir. Bileşenlerinin yüzey sıcaklıklarının eşitliği, W UMa türü sistemlerin ayırt edici bir özelliğiidir. Başlangıçta açıklanması en güç olan bu özellikler, Lucy (1968) tarafından önerilen “*Değen Model*”in ortaya konmasına öncülük etmiştir. Birbirlerine uyguladıkları güçlü tedirginlik etkileri altında her iki bileşen de eşdönme özelliğine sahiptir. W UMa türü sistemler, çift yıldızların sahip olabileceği en düşük açısal momentum değerlerini gösterirler ve bu açıdan çift yıldız evrimi konusunda da ayrıcalıklı bir yere sahiptirler. W UMa türü sistemlerin fiziksel parametreleri arasında izlenen yarı-deneysel bağıntılar (korelasyonlar) bu evrim çalışmalarının temel dayanağıdır ve istatistiksel güvenirlilik düzeyleri, parametreleri iyi

bilinen örnek sayısına çok bağımlıdır. Bu tez çalışması, fiziksel parametreleri iyi belirlenmiş bu türden örten çift yıldızların mevcut sayısına katkıda bulunması ve HIPPARCOS kataloğundaki tür karmaşasına belirli ölçüde çözüm getirmesi açısından önemlidir.

Bu tez çalışmasının amacı, HIPPARCOS uydusu tarafından ilk kez değişen yıldız olduğu ortaya konan ve değişim türleri otomatik sınıflama ile DSCT, BCEP, RRC olarak belirlenen zonklayan değişenler ve değişim türü kesinlik kazanmayan (HIPPARCOS kalaloğunda P olarak kodlanan) değişen yıldızlar arasından gerçekte kısa dönemli örten çift olan sistemleri ayıklamak ve gerçek ışık değişim doğalarını ortaya koymaktır.

2. ÖRNEK GRUBUNUN OLUŞTURULMASI ve SEÇİM ÖLÇÜTLERİ

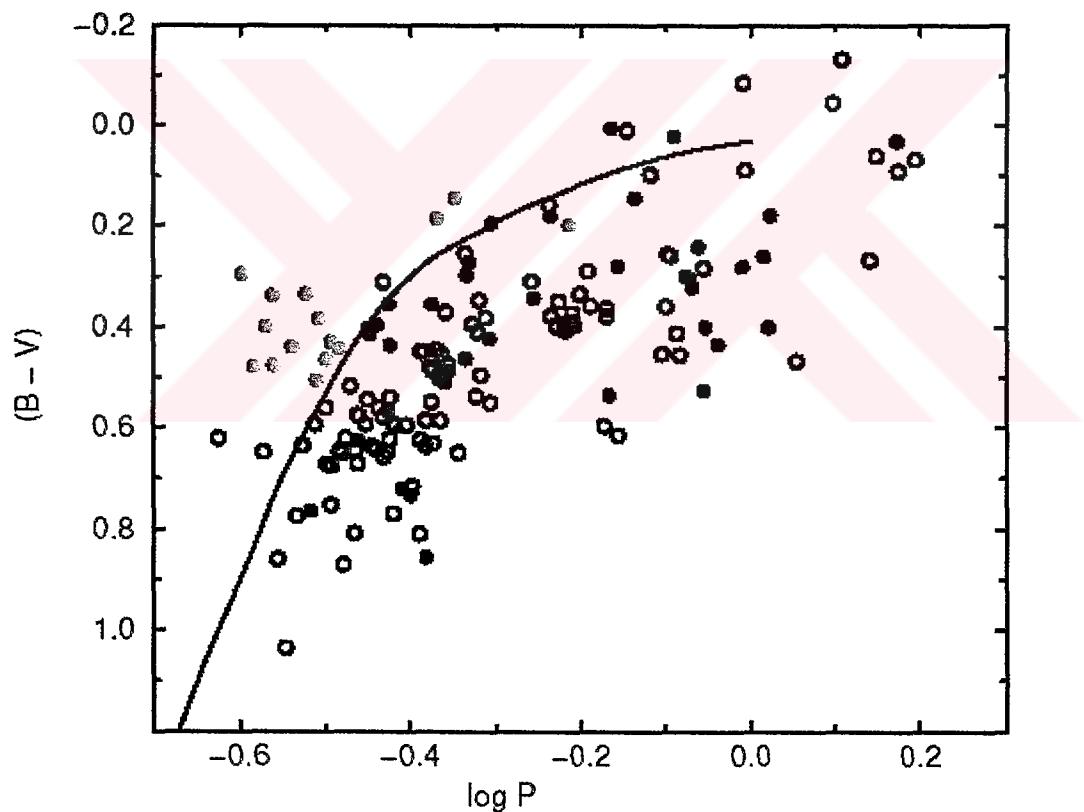
Bölüm 1'de, HIPPARCOS uydusu tarafından yeni keşfedilmiş değişen yıldızlardan, özellikle kısa ışık değişim dönemine ve düşük genlige sahip olanlarının, değişen türlerinin belirlenmesinde yaşanan karışıklıktan söz edildi. Bu çalışmada, bu yıldızlar içerisinde, olası örten değişenlerin ve ortaya koyduğumuz seçim ölçütlerine bağlı olarak, özellikle W UMa türü örten çift sistemlerin olup olamayacağı tartışılmıştır.

HIPPARCOS uydusu tarafından keşfedilen ve bu çalışmanın amacına uyan değişen yıldızlar, HIPPARCOS kataloğunun (ESA 1997) "Variability Annex (HIPVA)" cildinden, aşağıda listelenmiş olan seçim ölçütleri doğrultusunda belirlenmiş ve örnek grubumuz için ilk potansiyel liste oluşturulmuştur:

- HIPVA'nın *P2* alanında “*” ile işaretlenmiş (ışık değişiminin ilk kez HIPPARCOS görevi sırasında keşfedildiğini simgeler) yıldızlar,
- HIPVA'nın *P5* alanında değişim türü *RRC*, *DSCT/DSCTC*, *BCEP*, *RRC?*, *DSCT?*, *BCEP?* ve değişen türü kesinlik kazanmamış “periyodik değişenler” (*P* ile kodlananlar),
- HIPVA'nın *P3* alanında tayf türü A5 ve daha geç tayf türünden olan yıldızlar,
- HIPVA'nın *P11* alanında verilen ışık değişim dönemi ≤ 0.5 gün olan yıldızlar,
- HIPPARCOS kataloğunun 12.cildinde verilen ışık eğrilerinden, simetrik yapıda veya simetrik yapıya çok yakın olan yıldızlar.

Öncelikle, herhangi bir literatür taraması yapılmadan, HIPPARCOS kataloğu bulunan yıldızlardan, sadece yukarıda verilen ölçütler göz önüne alınarak yapılan taramada, 113 adet yıldız belirlenmiştir. Daha sonra, bu yıldızlar için geniş çaplı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu tarama sırasında ağırlıklı olarak NASA-ADS (Astrophysics Data System) ve SIMBAD astronomik veri tabanları kullanılmıştır. Bu literatür taraması sonucunda, ilk seçim ölçütlerine dayalı olarak belirlediğimiz 113 adet yıldızdan 47 tanesi için, HIPPARCOS kataloğunun yayımlandığı 1997 yılından bu yana, çeşitli araştırmacıların farklı gözlemleri ile değişen türlerinin belirlendiği ve kesinlik kazandığı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu 47 yıldız çalışmamızın kapsamından çıkartılmıştır.

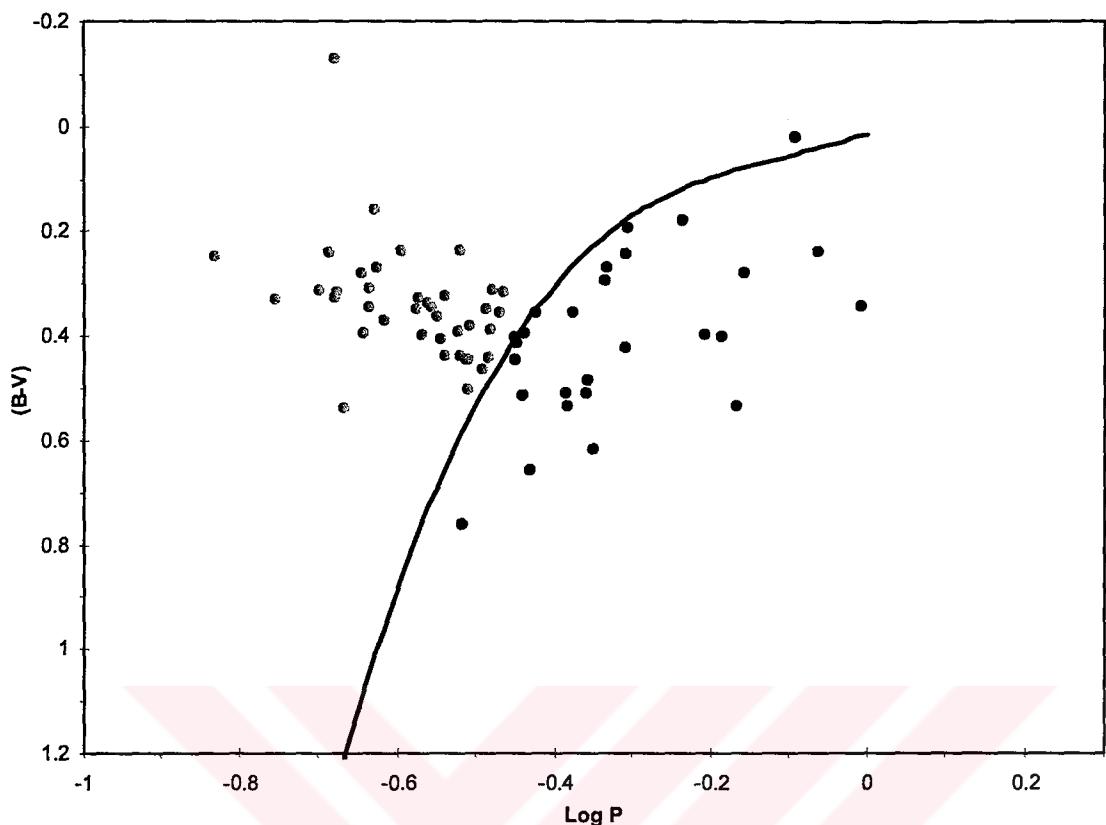
Bölüm 1'de HIPPARCOS keşfi değişen yıldızların bir kısmı için, değişim türlerinin belirlenmesinde yaşanan karmaşaaya çözüm bulmak amacıyla Duerbeck'in (1997) yaptığı çalışmadan kısaca bahsedilmiştir. Duerbeck bu çalışmasında, HIPPARCOS uydusu keşfi olan, ancak değişim türü belirlenmemiş, kısa dönemli ve düşük genlikli değişen yıldızları (HIPPARCOS kataloğuunda P ile kodlanan) Rucinski ve Duerbeck'in (1997) W UMa türü degen çift sistemler için oluşturduğu dönem-renk ($\log P - (B-V)$) diyagramına yerleştirmiştir (Şekil 2.1) ve içlerinden olası W UMa türü, geç tür degen çift yıldız adaylarını ayırmıştır. Duerbeck, seçmiş olduğu HIPPARCOS keşiflerini bu diyagrama yerleştirirken, HIPPARCOS kataloğuunda verilen dönemlerin 2 katını kullanmıştır.



Şekil 2.1 Duerbeck'in (1997) çalışmasına ait $\log P - (B-V)$ diyagramı

Duerbeck'in (1997), Şekil 2.1'de verilen dönem-renk diyagramında içi boş daireler, Rucinski'nin (1993a) dönem-renk bağıntısını oluştururken kullandığı ve parametreleri güvenilir yöntemlerle belirlenmiş W UMa türü degen çift sistemleri temsil etmektedir. Duerbeck bu noktaları, gerçekci bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla diyagrama yerleştirmiştir. Diyagramdaki sürekli eğri, Rucinski and Duerbeck'in (1997) W UMa sistemleri için ortaya koydukları yarı-deneysel dönem-renk kalibrasyonunun önemli bir sınırını belirlemektedir ve olabilecek en "mavi" degen çift sistemlerin bu diyagramdaki teorik yerini temsil etmektedir. Dolayısıyla tür belirleme amacı ile diyagrama yerleştirilecek yıldızlardan bu sınırın altında kalanlar olası W UMa türü (EW) yıldızlar olacaktır. Bu bağlamda, Duerbeck'in diyagrama yerleştirdiği HIPPARCOS keşiflerinden, ilgili sınırın altında kalanlar içi dolu siyah dairelerle, üstünde kalanlar ise içi dolu gri renkli dairelerle gösterilmiştir. Duerbeck (1997) sonuç olarak "mavi sınır"ın altında kalan yıldızları güçlü EW adayları olarak belirlemiş, sınırın üzerinde kalan, göreli olarak daha kısa dönemli ve daha mavi olan yıldızların ise büyük olasılıkla δ Scuti (DSCT) ve c-alt türü RR Lyrae (RRC) türü zonklayan değişenler olabileceğini vurgulamıştır. Duerbeck'in bu çalışmasını takip eden ve ilgili yıldızları konu alan çok sayıda çalışma, bu yolla yapılan ayıklamanın sağlam temellere dayandığını göstermiştir.

Bu tez çalışmasının örnek grubunu oluşturmak üzere ortaya konan seçim ölçütleri gereği, 66 yıldızdan oluşan çalışma listemizin, Duerbeck'in (1997) yıldızlarını da içерdiği açıklır. Benzer bir irdelemeyi yapmak ve örnek grubumuzdaki gerçek zonklayan değişenleri ayıklamak üzere çalışma listemizdeki yıldızlar $\log P - (B-V)$ diyagramına yerleştirilmiştir. Yıldızların HIPPARCOS kalalogunda gün cinsinden verilen dönem değerlerinin iki katı kullanılmıştır. (B-V) renk ölçüği değerleri de HIPPARCOS katalogunun H37 alanından alınmıştır. 66 adet yıldızımızın, oluşturulan $\log P - (B-V)$ diyagramındaki dağılımı Şekil 2.2'de görülmektedir. Diyagramdaki sürekli eğri W UMa türü çift sistemler için ortaya konan "mavi sınırı" temsil etmektedir. Buna göre, mavi sınırın altında kalan ve diyagramda içi dolu siyah dairelerle noktalanan 27 adet yıldız olası degen çift adayı olarak belirlenmiştir. Sınırın üzerinde kalan ve diyagramda içi dolu gri dairelerle noktalanan yıldızlar ise, büyük olasılıkla kısa dönemli DSCT ve/veya RRC türü zonklayan değişenlerdir ve bu nedenle çalışmamızın kapsamından çıkartılmıştır.



Şekil 2.2 İlk seçim ölçütleri ile belirlenen yıldızların Log P – (B-V) diyagramındaki dağılımı

Optik Kütleçekimsel Mercekleme Deneyi (OGLE – Optical Gravitational Lensing Experiment), gökada merkezi doğrultusunda kütleçekimsel mikro-mercekleme olgusunun izlenmesi yoluyla, gökadamızdaki görülemeyen (kayıp) maddenin miktarını belirlemeyi amaç edinmiş, uzun soluklu bir projeysi (Udalski *et al.* 1992, 1993). Bu projenin çok sayıdaki yan ürünlerinden biri olarak galaktik merkez doğrultusunda yüzlerce yeni değişen yıldız keşfedilmiştir (Udalski *et al.* 1994, 1995a, b). Projenin ilgili kataloglarında, yalnızca yeni keşfedilen örten değişen sayısı 950 civarındadır. Rucinski (1997a,b), OGLE projesi kapsamında keşfedilen örten çiftlerin ayıklanması ve ışık değişim türlerinin (EA, EB, EW) belirlenmesi amacıyla otomatik bir tür belirleme algoritması geliştirmiştir. Basitce “Fourier filtresi” olarak adlandırılabilceğimiz bu ayıklama yöntemi, ilgili yıldızların ışık eğrilerine fit edilen 11 terimli Fourier kozinüs serisinin katsayıları arasındaki ilişkiye dayanmaktadır ve temeli yine Rucinski'nin (1993b) geliştirdiği basitleştirilmiş bir ışık eğrisi analiz metodundan gelmektedir. Buna

göre, ilgili yıldızların ışık eğrileri, en yüksek ışık düzeyine (0.25 veya 0.75 evresi) normalize edilerek toplam kesirsel ışınım gücü cinsinden ifade edilmiş ve

$$I(\theta) = \sum_{i=0}^{10} a_i \cos(2\pi i \theta) \dots \quad (1)$$

şeklindeki 11 terimli Fourier kosinüs serisi ile fit edilmiştir. Burada a_i , θ ve $I(\theta)$ sırası ile Fourier katsayılarını, evre açısını ve normalize kesirsel ışınım gücünü değerlerini temsil etmektedir. Fit sonucunda a_i ($i=0,1,\dots,10$) şeklinde elde edilen 11 tane Fourier katsayısından sadece a_1 , a_2 ve a_4 , katsayıları, "Fourierfiltresi" olarak adlandırdığımız ayıklama yöntemi açısından önemlidir. Bu katsayılar, ayrıca bu tez çalışmasına konu olan yıldızların basitleştirilmiş ışık eğrisi analizlerinin de temelini oluşturmaktadır. Rucinski (1997a, b), yaptığı çalışmalarında, a_2 - a_4 düzleminde, ayrık çiftlerin (EA), W UMa (EW) ve β Lyrae (EB) türü sistemlerden

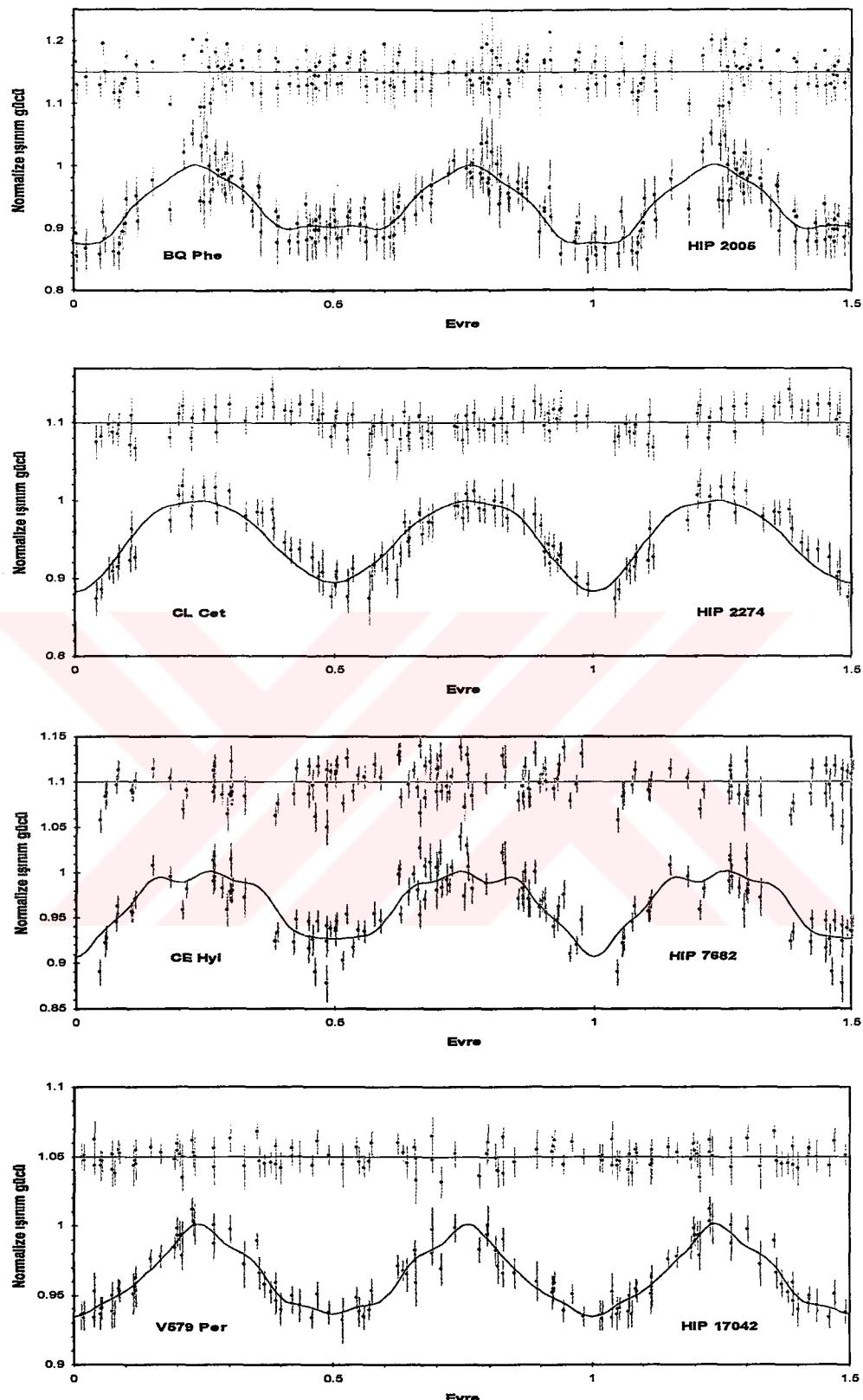
$$a_4 < a_2 (0.125 - a_2) \dots \quad (2)$$

koşulu ile kolaylıkla ayıklanabileceğini göstermiştir. Eşitlik halinde bu bağıntı marginal (iç) değme durumunda bulunan yakın çift sistemlerin teorik yerini ifade etmektedir. Benzer şekilde, yukarıdaki yöntemle EA türü örten çiftlerden ayıklanmış örnek grubu içerisinde EB türü sistemlerin, EW türü sistemlerden

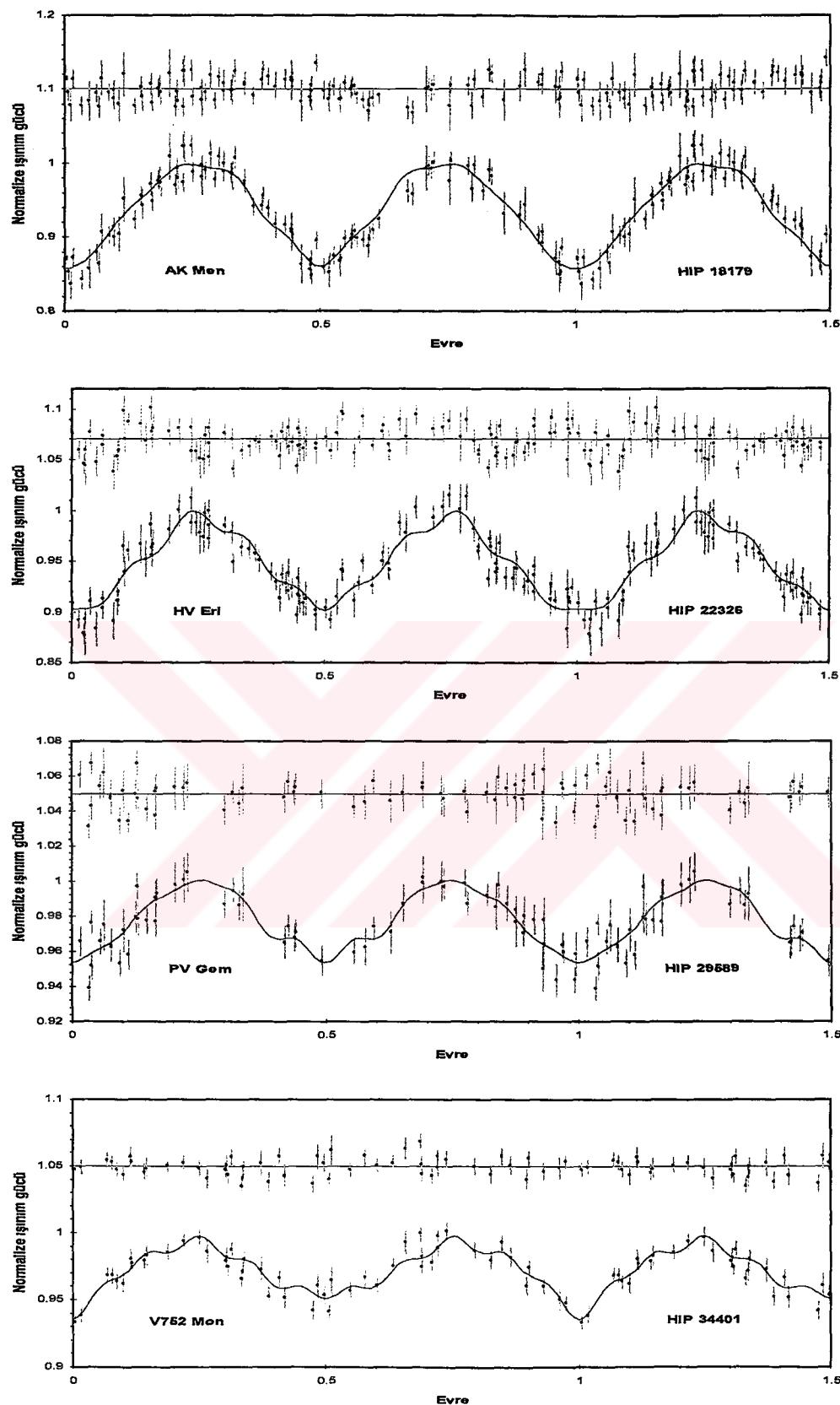
$$a_1 < -0.02 \dots \quad (3)$$

koşulu ile ayıklanabileceğini de göstermiştir. Eşitlik halinde bu bağıntı degen çift sistemler için kabul edilebilir en yüksek minimum derinlikleri farkına sahip sistemlerin teorik yerini ifade etmektedir. Bu tez çalışmasının kapsamı içinde kalan 27 adet örten çift adayının, kendi aralarındaki ışık değişim türü belirlemesi yukarıda tarif edilen "Fourierfiltresi" teknigi ile gerçekleştirılmıştır. Örnek grubumuz içinde yer alan 27 adet örten çift yıldız adayının fotometrik gözlemleri (H_p parlaklıkları) ve bunlara ilişkin standart hataları (σ_{H_p}), HIPPARCOS "Epoch Photometry Annex (HIPEPA)" veri arşivinden (<http://astro.estc.esa.nl/Hipparcos/apps/PlotCurve.htm>) alınmış ve ilgili ışık

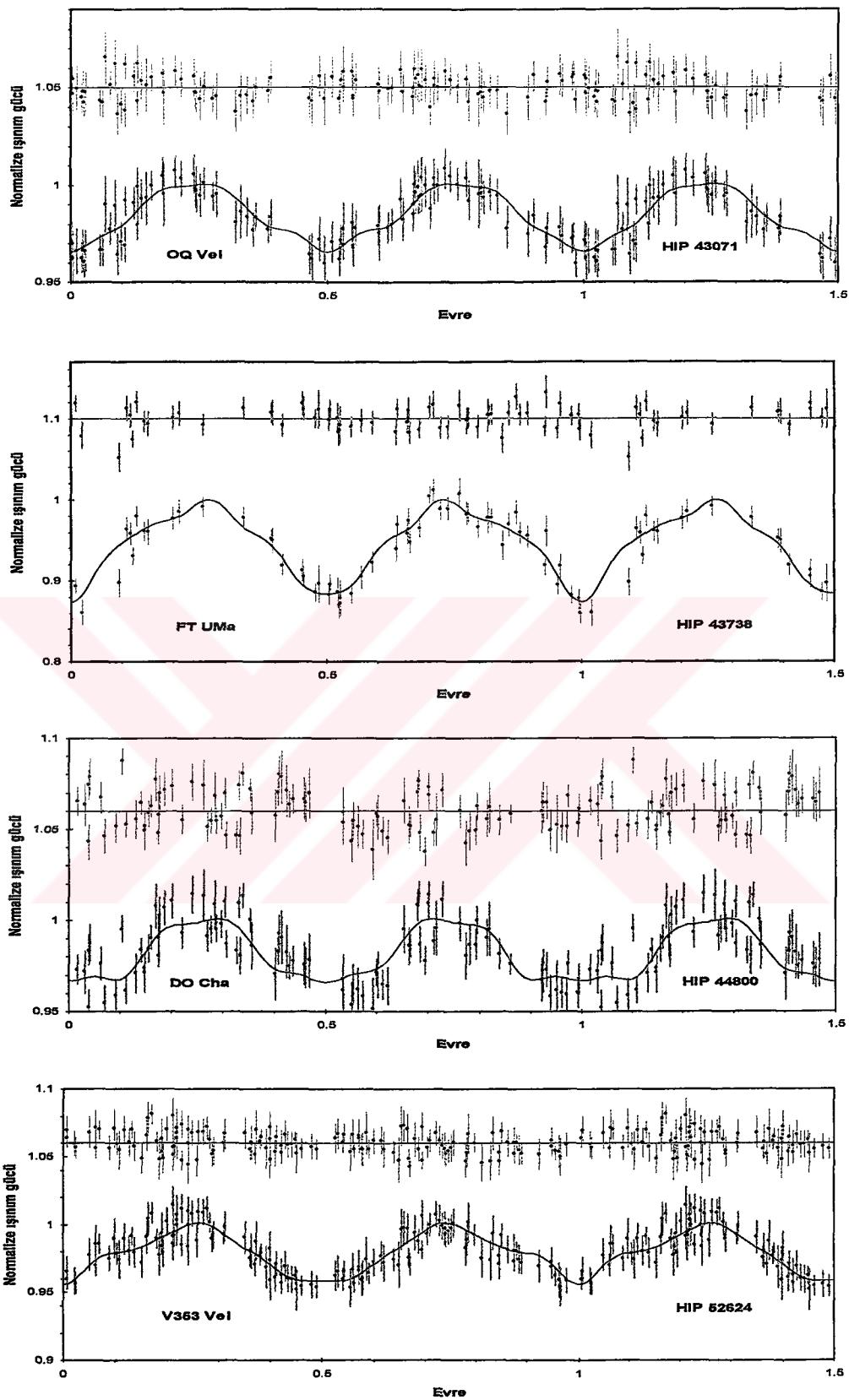
eğrileri, *HIPPEPA*'nin *HH10* ve *HH11* alanından alınan ışık elemanları (P ve T_0) kullanılarak oluşturulmuştur. Örnek grubu yıldızlarımız, HIPPARCOS katalogunda örtен çift yıldızlar olarak değerlendirilmediklerinden, *HH10* alanında verilen dönemler ikiye katlanmıştır. Bu çalışmada, *HIPPEPA*'in *HT4* alanında her bir gözlem noktası için betimlenen kalite ölçütlerinden yalnızca 0 ve 1 değerine sahip olanlar kullanılmıştır. Daha sonra ışık eğrileri, en yüksek ışık düzeyinde (0.25 veya 0.75 yörünge evresi) 1'e normalize edilerek kesirsel ışınım gücü cinsinden ifade edilmiştir. Örnek grubumuz içerisinde birkaç yıldızın yakın görsel bileşenleri olduğu belirlenmiştir. Bu sistemler Çizelge 2.1'de CCDM katalog (Dommanget and Nys 2002) numaraları ile listelenmiştir. Bir yıldızın HIPPARCOS fotometrik gözlemleri, uydu alıcısının etkin görüş alanı altında integre edilmiş akılardan hesaplanmaktadır (bkz. Bölüm 1). Dolayısıyla açısal ayaklılığı $10''$ inden daha küçük ilave bileşen içeren sistemlerin fotometrisi, uydu alıcısının görelî olarak büyük olan bu görüş alanından dolayı, yakın bileşenlerinin ışığından etkilenmiş olabilir. Bu durum, ilgili sistem için HIPPARCOS kataloğu yer alan *H48* alanının kontrol edilmesi ile kolayca anlaşılmaktadır. Buna göre, örnek grubu içerisinde yer alan 3 sistemin fotometrisinin yakın bileşenleri tarafından etkilendiği ortaya çıkmıştır. Bu sistemlerin yakın çifti oluşturan bileşenlerinin bütünlük ve ilave bileşenlerine ait HIPPARCOS *Hp* parlaklıkları, katalogun HIPDMSA cildinden alınmıştır. Daha sonra kesirsel ışınım gücü cinsinden L_3 üçüncü ışık parametreleri hesaplanarak HIPPARCOS fotometrik gözlemlerinden arındırılmıştır. Bu işlemler yapıldıktan sonra, normalize edilmiş ışık eğrilerine, denklem 1 de verilen 11 terimli Fourier kosinus serisi fit edilmiştir. Bu fit işlemleri, PRISM4 (Graph PAD software Inc.) programında üretilen bir proje ve en küçük kareler yöntemiyle, fark kare toplamları ($\Sigma(O-C)^2$) en küçük olacak şekilde yapılmıştır. 27 sistem içinden 2 tanesinin (AR Ari ve V1359 Ori), yetersiz gözlem verisi ve dolayısıyla tamamlanmamış evre aralıkları geniş olduğundan ışık eğrilerine fit yapılamamıştır. Geriye kalan 25 sistemin ışık eğrisine yapılan fitler ve bu fitlerden olan artıkları Şekil 2.3'de verilmiştir. Yapılan fitlerden elde edilen fourier katsayıları ve bunlara ilişkin belirleme hataları, yıldızlara ilişkin diğer bazı parametrelerle beraber Çizelge 2.1'de listelenmiş ve açıklamaları çizelgenin altında verilmiştir.



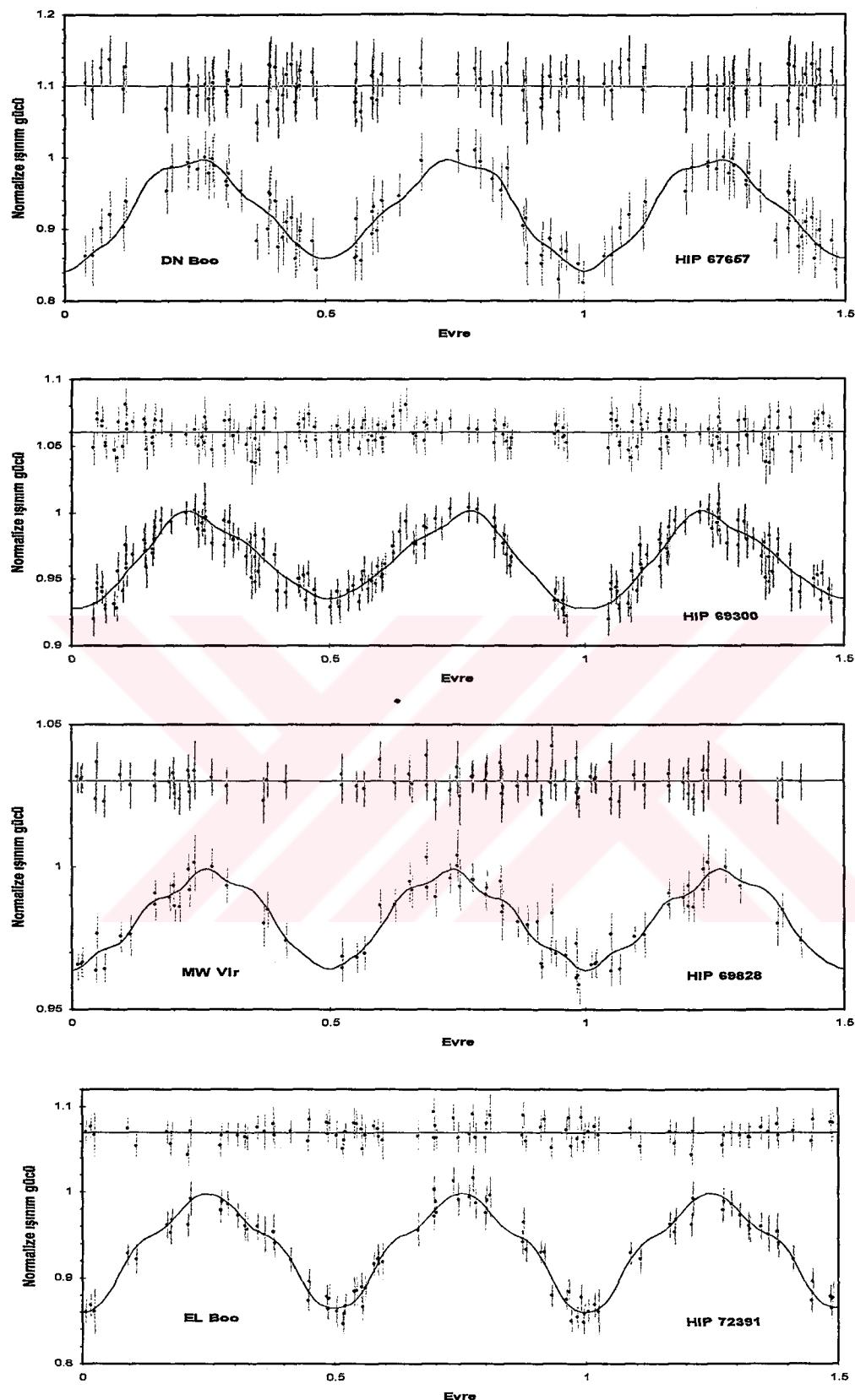
Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan artıklar



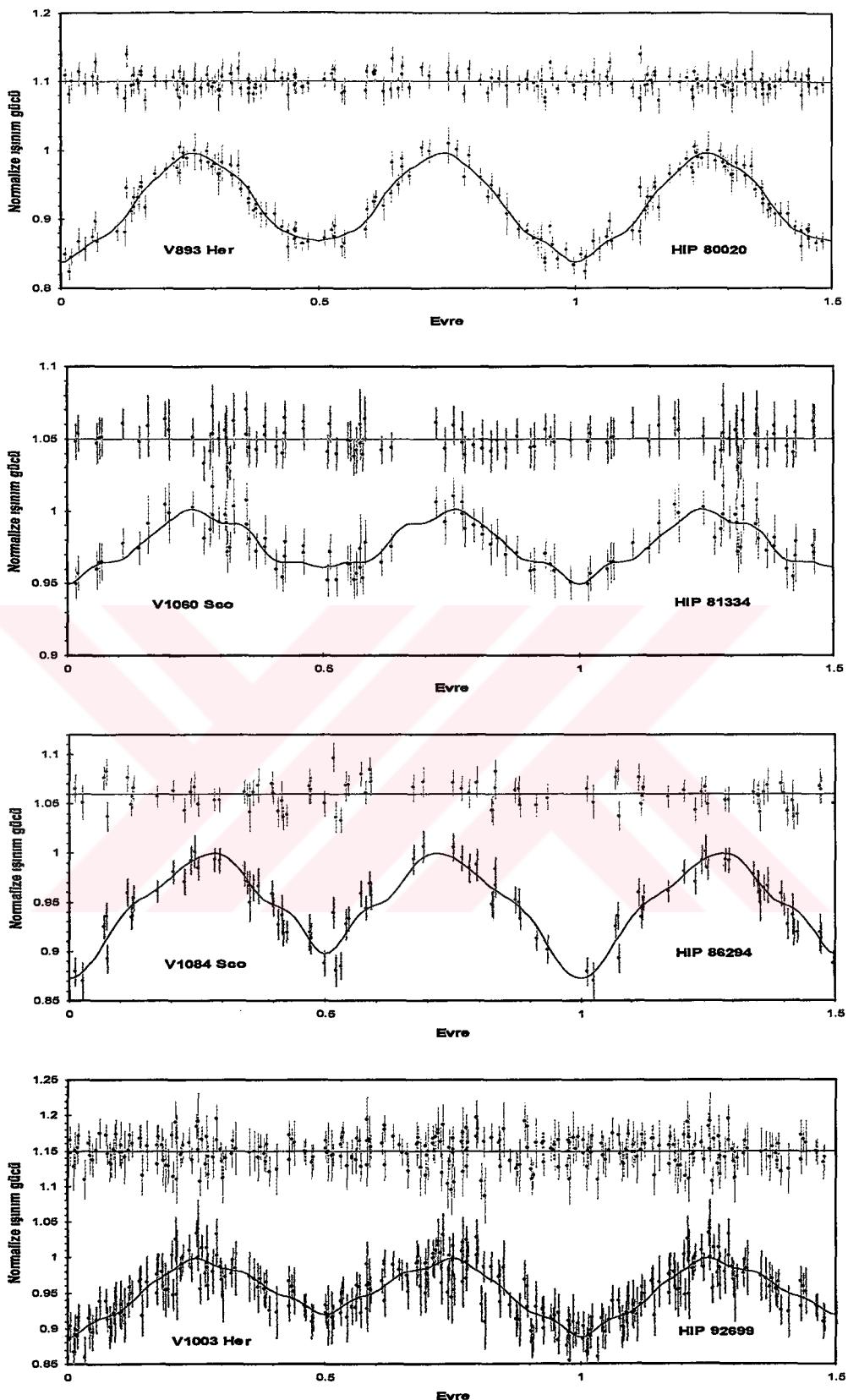
Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan artıklar (devam)



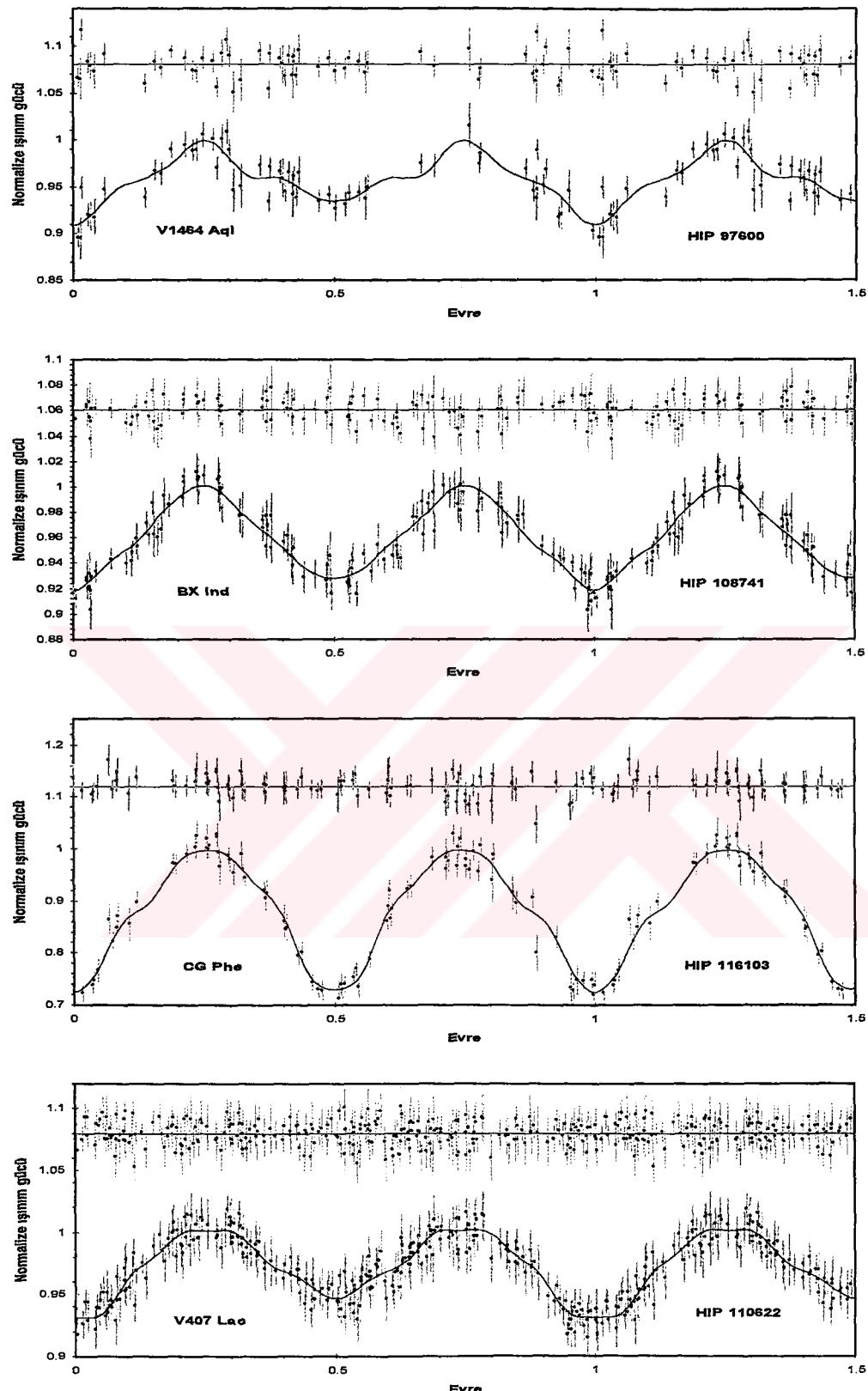
Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan artıklar (devam)



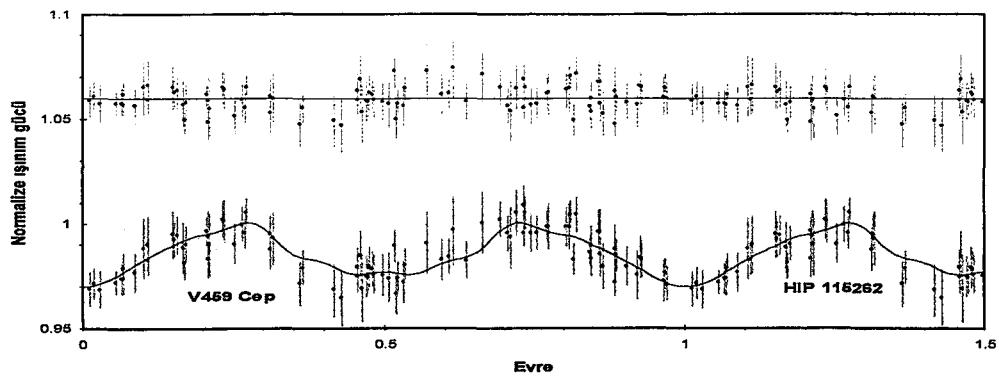
Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan artıklar (devam)



Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan artıklar (devam)



Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan artıklar (devam)



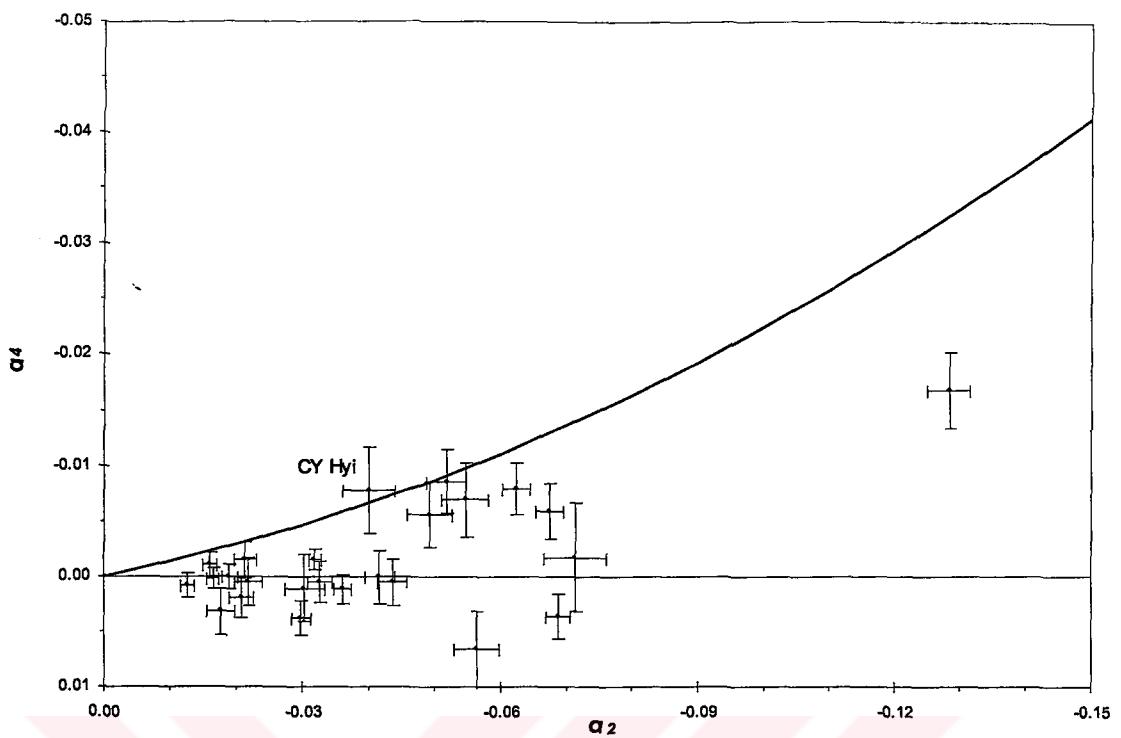
Şekil 2.3 Örnek grubu yıldızlarının ışık eğrilerine yapılan Fourier fitleri ve bu fitlerden olan artıklar (devam)

Bu çalışma kapsamında kalan ve a_1 , a_2 , a_4 katsayıları Çizelge 2.1'de listelenen 25 yıldızın, $a_2 - a_4$ düzlemindeki konumları Şekil 2.4, $a_2 - a_1$ düzlemindeki konumları ise Şekil 2.5'de verilmiştir. Aslında denklem (3) ile verilen koşul sadece a_1 katsayısı ile ilgili olsa da, filtreleme sonuçlarının görsel açıdan daha kolay izlenebilmesini sağlamak açısından $a_2 - a_1$ düzlemi üzerinde gösterilmesi tercih edilmiştir. Her iki diyagramdaki sürekli çizgiler, ilgili sınır koşullarının (denklem (2) ve (3)), eşitlik hallerini temsil etmektedir.

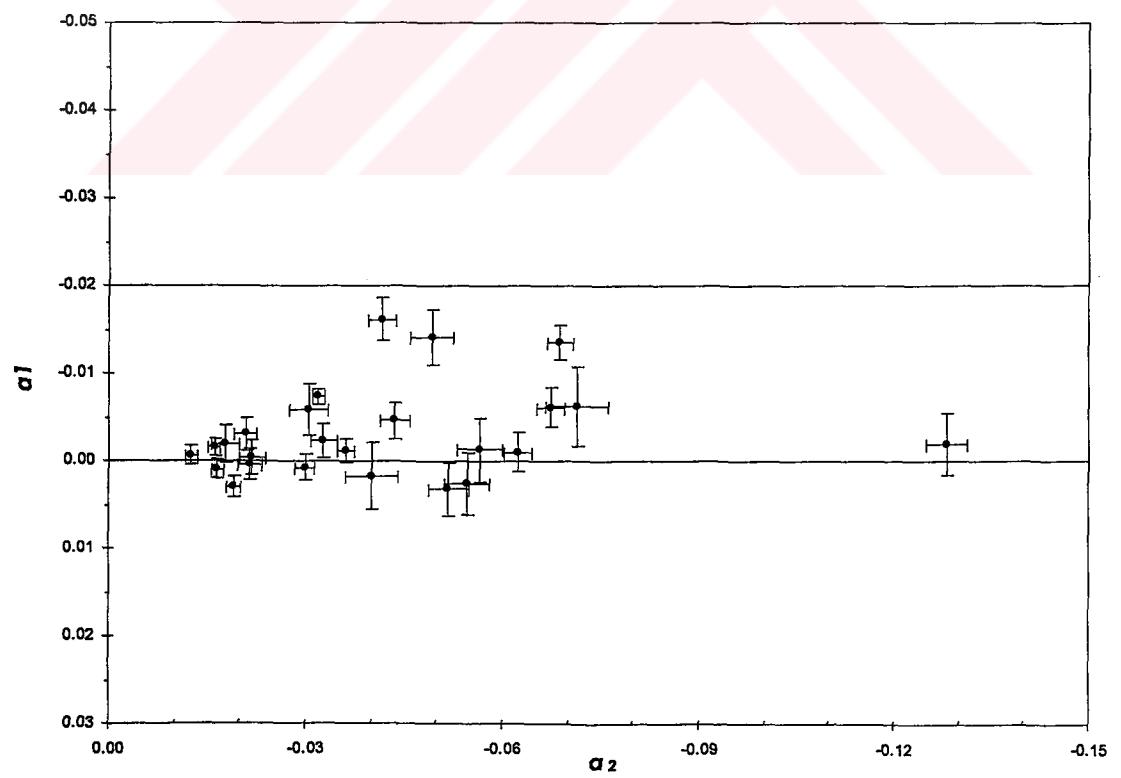
Çizelge 2.1 Seçilen sistemlere ilişkin parametreler

Hip no (1)	GCVS (2)	Dönem (3)	Tayf türü (4)	(B-V) (5)	CCDM no (6)	$P^{(n)}$ (7)	L_3 (8)	a_1 (9)	a_2 (10)	a_4 (11)	$\Sigma (O-C)^2$ (12)
2005	BQ Phe	0.4369680	F3/F5V	0.509	-	-	-	-0.001(4)	-0.057(3)	0.007(3)	0.074
2274	CL Cet	0.6216180	F2V	0.398	-	-	-	0.002(3)	-0.055(4)	-0.007(3)	0.023
7682	CE Hyi	0.4408940	F5V	0.486	J01389-5835 A	2.001	0.415	0.002(4)	-0.040(4)	-0.008(4)	0.036
15361	AR Ari	0.3540784	F0	0.446	-	-	-	-	-	-	-
17042	V579 Per	0.4656240	A0	0.272	-	-	-	0.001(1)	-0.030(2)	0.004(2)	0.005
18179	AK Men	0.4124460	F5V	0.511	J03533-7949 A	0.480	0.070	-0.006(2)	-0.067(2)	-0.006(2)	0.023
22326	HV Eri	0.4218960	A5	0.355	-	-	-	-0.005(2)	-0.044(2)	0.001(2)	0.021
22454	V1359 Ori	0.3643160	F0	0.396	-	-	-	-	-	-	-
29589	PV Gem	0.3761300	F0	0.355	-	-	-	0.000(2)	-0.022(2)	0.000(2)	0.004
34401	V752 Mon	0.4629020	F0	0.297	J07079-0441 A	1.712	0.385	0.000(2)	-0.021(2)	-0.001(2)	0.002
43071	OQ Vel	0.5813380	A5V	0.180	-	-	-	0.001(1)	-0.017(1)	0.000(1)	0.004
43738	FT Uma	0.6547038	F0	0.403	-	-	-	0.003(3)	-0.052(3)	-0.009(3)	0.012
44800	DO Cha	0.6814460	F7V	0.535	-	-	-	-0.002(2)	-0.018(2)	0.003(2)	0.011
52624	V353 Vel	0.4952520	A3 IV/V	0.194	-	-	-	0.003(1)	-0.019(1)	0.000(1)	0.009
67657	DN Boo	0.4475680	G0	0.620	-	-	-	-0.006(5)	-0.071(5)	-0.002(5)	0.028
69300	-	0.8687520	A4 V	0.241	-	-	-	-0.002(2)	-0.033(2)	0.000(2)	0.008
69828	MW Vir	0.4930780	A5 IV	0.244	-	-	-	-0.002(1)	-0.016(1)	-0.001(1)	0.001
72391	EL Boo	0.4137720	F8	0.536	-	-	-	-0.001(2)	-0.062(2)	-0.008(2)	0.008
80020	V893 Her	0.9836240	F2	0.347	-	-	-	-0.014(2)	-0.069(2)	0.004(2)	0.018
81334	V1060 Sco	0.3617140	F2V	0.515	-	-	-	-0.003(2)	-0.021(2)	0.002(2)	0.005
86294	V1084 Sco	0.3033120	G6V	0.763	-	-	-	-0.014(3)	-0.049(3)	-0.006(3)	0.010
92699	V1003 Her	0.4933220	A7	0.423	-	-	-	-0.016(2)	-0.042(2)	0.000(2)	0.084
97600	V1464 Aql	0.6978220	A2	0.280	-	-	-	-0.006(3)	-0.030(3)	0.001(3)	0.012
108741	BX Ind	0.3551700	F2V	0.402	-	-	-	-0.001(1)	-0.036(1)	0.001(1)	0.010
110622	V407 Lac	0.8130760	A0	0.021	-	-	-	-0.007(1)	-0.032(1)	-0.002(1)	0.023
115262	V459 Cep	0.3576100	F2	0.415	-	-	-	-0.001(1)	-0.013(1)	0.001(1)	0.003
116103	CG Phe	0.3707520	F8	0.657	-	-	-	-0.002(4)	-0.128(3)	-0.017(3)	0.034

(1) HIPPARCOS numarası, (2) GCVS değişen yıldız isimi, (3) sistemlerin dönemi (HIPEPA'nın HH10 alanında verilen dönemlerin iki katı), (4) tayf türü, (5) (B-V) renk ölçüği, (6) görsel bileşeni olan ve HIPPARCOS fotometrisi 3.ışıkta etkilendiş olan sistemlerin CCDM kataloğu numarası, (7) görsel veya tayfsal bileşenin yay saniyesi biriminde açısal ayrılığı, (8) üçüncü ışık katkısı, (9)-(11) Fourier katsayıları, parantez içindekiler son basamak düzeyinde hata, (12) yapılan Fourier fitinin fark kare toplamları



Şekil 2.4 İlgili yıldızların $\alpha_2 - \alpha_4$ filtresindeki konumları



Şekil 2.5 İlgili yıldızların $\alpha_2 - \alpha_1$ filtresindeki konumları

Şekil 2.4'deki $a_2 - a_4$ diyagramında, sürekli çizgi ile gösterilen $a_4 = a_2 (0.125 - a_2)$ sınır koşulu, *EA* türü sistemleri *EB* ve *EW* türü sistemlerden ayırmaktadır. Dolayısıyla eğrinin altında kalan sistemler *EB* ve *EW* türü sistemler iken, üstünde kalan tek sistem CY Hyi'nin *EA* türü yarı-ayrık veya ayrık bir örten çift yıldız olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak şekilde de görüleceği gibi CY Hyi ilgili sınır koşullarına çok yakındır (bkz. hata barları) ve marginal değmeye sahip bir sistem olma ihtimali çok yüksektir. Aynı biçimde Şekil 2.5 deki $a_2 - a_1$ diyagramında ise *EB* türü sistemlerden, *EW* türü sistemleri ayıklanabilmektedir (Selam 2004). Benzer şekilde, Şekil 2.5'deki filtrelemede, sınır koşulunun üzerinde hiçbir yıldız olmaması, seçilen sistemlerin tümünün, *EW* türü degen çift sistemler olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Duerbeck'in (1997) ortaya koyduğu ve Şekil 2.2 ile elde edilen sonuçla da uyum içindedir. Yani Çizelge 2.1'de listelenen 27 yıldızdan, ışık eğrilerine fourier fiti yapılabilen 25 yıldız büyük olasılıkla *EW* türü örten değişen çift yıldız sistemleridir. AR Ari ve V1359 Ori'nin, HIPPARCOS ışık eğrilerinde, yetersiz veri ve tamamlanmamış evre aralıkları olduğu için anlamlı bir fourier fiti yapılamamıştır. Bu yüzden Çizelge 2.1'de ki ilgili alanları boş bırakılmıştır.

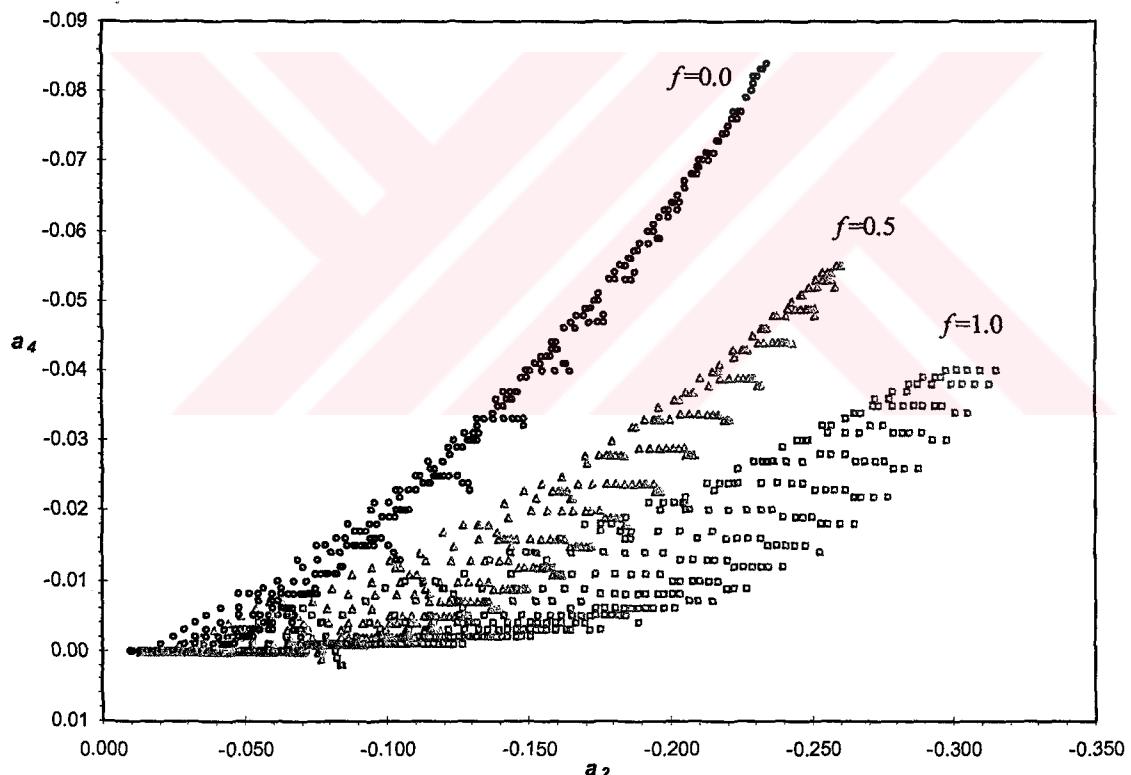
3. İŞIK EĞRİLERİİNİN ANALİZİ

Bölüm 2'de ortaya konan seçim ölçütleri ve değişim türü belirleme yöntemi ile tespit edilen ve Çizelge 2.1 de listelenen 25 tane olası W UMa türü degen çift yıldız sisteminin HIPPARCOS ışık eğrileri, Rucinski'nin (1993b) basitleştirilmiş ışık eğrisi analiz metodu ile analiz edilmiştir. Bu metod kısaca, Rucinski'nin iyi bilinen WUMA kodunun (Rucinski 1973, 1974, 1976; Hill and Rucinski 1993) nomografik (tablolandırılmış) türevi olarak tarif edilebilir. Nomogram tablolarını oluştururken Rucinski'nin temel düşüncesi, W UMa türü degen çiftlerin ışık değişiminde geometrik nedenlerin baskın olduğunu söylemektedir. Bu bağlamda W UMa türü sistemlerin ışık eğrilerinin, pratik olarak yalnızca $q=m_2/m_1$ kütle oranı, i yörüngə eğimi ve f değişim derecesi olmak üzere 3 anahtar parametre ile ifade edilebildiğini göstermiştir (Rucinski 1993b). Değişim derecesi parametresi f , yakın çift yıldız sistemlerinin geometrisi ve dinamikini ifade etmekte kullanılan Roche geometrisinin kullanıldığı Jacobi eş potansiyelleri C cinsinden;

şeklinde ifade edilmektedir. Burada C_1 ve C_2 , sırasıyla, iç ($f = 0$) ve dış ($f = 1$) kritik eş potansiyellerdir. C ise sisteme ait ortak zarfin eş potansiyelini temsil etmektedir. Rucinski, WUMA kodu yardımı ile, sistematik olarak (f, q, i) parametre uzayını taramış ve karşılık gelen sentetik ışık eğrilerini üretmiştir. f 'nin 0.0, 0.5 ve 1.0 değerleri için $\Delta q = 0.05$ ve $\Delta i = 2.5^\circ$ artımla $0.05 \leq q \leq 1$ ve $30^\circ \leq i \leq 90^\circ$ aralığında ürettiği sentetik ışık eğrilerine bir önceki bölümde anlatılan teknik ile Fourier fitleri uygulayarak ilgili Fourier katsayılarını içeren nomogramları oluşturmuştur. Sentetik ışık eğrisi hesabında fotometrik V-bandı için, Güneş'i temsil eden işımasal parametreleri kullanmıştır. Buna göre $T_{eff} = 5770$ K, çekim kararması üssünü $\beta \approx 0.32$ ve bolometrik albedo değerini $A = 0.5$ olarak seçmiştir. Rucinski (1993b) çalışmasında, bu şekilde seçilmiş işımasal parametrelerin çok da kısıtlayıcı olmadığını ve u doğrusal kenar kararma katsayısı olmak üzere, bu yolla hesaplanan sentetik ışık eğrilerinin $[5900, 0.57] \leq [Teff, u] \leq [5660, 0.61]$ aralığında atmosferik parametrelerle sahip tüm sistemlerin ışık eğrilerini, kabul edilebilir hata sınırları içinde temsil edebildiğini de-

göstermiştir. Rucinski ayrıca aynı parametre uzayına karşılık gelen teorik tutulma derinlikleri $d_{minI-t} = 1 - l(0^\circ)$ ve $d_{minII-t} = 1 - l(180^\circ)$ tablolarını da oluşturmuştur. Bu derinlik tabloları bir sistem için elde edilen çözümün geçerliliğini sınamak açısından çok önemlidir.

Teorik Fourier katsayıları ve tutulma derinliklerini içeren nomogramlar Rucinski'nin kişisel FTP sitesinden (http://www.astro.utoronto.ca/~rucinski/fourier_depth.html) alınmış ve f değme derecesi parametresinde daha ince aralıklı tablolar elde etmek üzere $\Delta f = 0.1$ aralıkla interpole edilmiştir. Şekil 3.1'de f in üç farklı değeri için a_2 ve a_4 Fourier katsayılarının nomogram değerlerinin $a_2 - a_4$ diyagramındaki dağılımı görülmektedir.



Şekil 3.1 f değme derecesi'nin üç farklı değeri için Rucinski'nin (1997b) ürettiği tüm olası sentetik ışık eğrilerinin Fourier katsayılarına ait $a_2 - a_4$ diyagramı

Şekil 3.1'de verilen diyagram yardımıyla, çözüm metodunun, gözlenmiş bir degen çiftin ışık eğrisine uygulanması oldukça basittir. Rucinski (1993b) tarafından da tarif edildiği gibi, bir sistemin ışık eğrisine yapılan Fourier yaklaşımı sonucunda bulunan gözlemsel a_2 ve a_4 katsayılarının $a_2 - a_4$ düzleminde belirttiği konuma en yakın olan teorik (a_2, a_4) noktaları seçilir. Bu teorik noktalara karşılık gelen teorik tutulma derinliklerinden yalnızca birinin, gözlemsel tutulma derinlikleri ile uyuştuğu görülecektir. Bu durumda uyuşmanın sağlandığı teorik (a_2, a_4) noktasına ilişkin (f, q, i) parametre seti aranan çözümüdür. Bu yolla elde edilen çözümün “tekliği” önemli bir konudur ve bu çalışmanın son bölümünde tartışılacaktır.

Johnson V -bandı ile HIPPARCOS Hp -bandının etkin dalgaboyları neredeyse aynıdır. Bu bandlar arasında sadece renge bağlı bir sıfır noktası farkı (offset) vardır (bkz. HIPPARCOS Kataloğu Vol:3, sayfa 274-275). Dolayısıyla, belirli bir aralık içerisindeki görelî değişim (örneğin ışık eğrisinin genliği) incelendiği sürece iki fotometrik bandın birbirine denk olduğu kabul edilebilir. Bu nedenle Hp -bandı gözlem verilerine herhangi bir dönüşüm uygulanmamış ve doğrudan maksimum ışık düzeyine normalize edilerek kullanılmıştır.

Yukarıda tarif edilen biçimî ile Rucinski'nin basitleştirilmiş analiz yöntemi, örnek grubundaki 25 sistemin HIPPARCOS ışık eğrilerine uygulanmış ve yaklaşık çözümleri elde edilmiştir. Çözüm sonuçları ve ilgili teorik/gözlemsel tutulma derinlikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Son kolonda verilen KP ; kalite parametresi, HIPPARCOS ışık eğrilerinin, dolayısıyla yapılan Fourier fitlerinin, kalitesini niceleyen bir parametre olarak ortaya konmuştur (5-iyi ; 1-kötü). Analizler sonucunda elde edilen çözüm sonuçlarının fizikalî anlamlılığı sınanırken bu parametre de göz önünde bulundurulmuştur.

Çizelge 3.1 Sistemlerin (f , q , i) anahtar parametreleri ve teorik/gözlemsel tutulma derinlikleri

HIP no (1)	GCVS (2)	f (3)	q (4)	i (5)	$d_{\text{minI}}-t$ (6)	$d_{\text{minII}}-t$ (7)	$d_{\text{minI}}-g$ (8)	$d_{\text{minII}}-g$ (9)	KP (10)
2005	BQ Phe	0.4	0.65	40.0	0.124	0.098	0.118	0.116	2
2274	CL Cet	0.0	0.15	55.0	0.117	0.105	0.120	0.111	5
7682	CE Hyi	0.0	0.05	57.5	0.093	0.073	0.092	0.084	3
17042	V579 Per	0.2	0.05	50.0	0.065	0.063	0.066	0.059	4
18179	AK Men	0.2	0.20	55.0	0.143	0.140	0.142	0.139	5
22326	HV Eri	0.2	0.70	40.0	0.097	0.099	0.099	0.096	5
29589	PV Gem	0.0	0.95	30.0	0.046	0.047	0.047	0.046	5
34401	V752 Mon	0.4	0.20	32.5	0.065	0.049	0.061	0.049	3
43071	OQ Vel	0.3	0.05	37.5	0.034	0.034	0.038	0.031	4
43738	FT Uma	0.1	0.15	55.0	0.127	0.116	0.130	0.126	5
44800	DO Cha	0.1	0.05	40.0	0.033	0.034	0.038	0.031	1
52624	V353 Vel	0.0	1.00	30.0	0.044	0.041	0.044	0.044	2
67657	DN Boo	0.1	0.40	52.5	0.159	0.140	0.142	0.140	5
69300	-	0.4	0.10	42.5	0.072	0.065	0.070	0.064	3
69828	MW Vir	0.2	0.05	37.5	0.036	0.036	0.037	0.030	5
72391	EL Boo	0.0	0.25	55.0	0.141	0.135	0.143	0.136	5
80020	V893 Her	0.8	0.05	90.0	0.162	0.130	0.170	0.137	5
81334	V1060 Sco	0.5	0.15	30.0	0.051	0.039	0.051	0.039	3
86294	V1084 Sco	0.1	0.10	55.0	0.127	0.102	0.110	0.103	4
92699	V1003 Her	0.6	0.30	35.0	0.112	0.081	0.089	0.081	4
97600	V1464 Aql	0.1	0.80	35.0	0.091	0.066	0.070	0.067	3
108741	BX Ind	0.5	0.15	40.0	0.081	0.072	0.081	0.074	5
110622	V407 Lac	0.1	0.10	45.0	0.069	0.054	0.066	0.059	4
115262	V459 Cep	0.1	0.05	35.0	0.030	0.023	0.031	0.023	2
116103	CG Phe	0.3	0.40	65.0	0.276	0.271	0.271	0.267	5

(1) HIPPARCOS numarası, (2) GCVS değişen yıldız adı, (3) değme derecesi, (4) kütle oranı, (5) yörünge eğim açısı, (6) teorik I. minimum derinliği, (7) teorik II. minimum derinliği, (8) gözlemsel I. minimum derinliği, (9) gözlemsel II. minimum derinliği, (10) yapılan fitlerin güvenilriliğini niceleyen kalite parametresi (5-iyi ; 1-kötü).

Gerek bulunduğuuz enlem, gerekse yıldızların parlaklık ve değişim genlikleri göz önünde bulundurularak, Çizelge 3.1'de listelenen yıldızlar arasından, DN Boo ve FT UMa sistemleri için, bu tez çalışması kapsamında yeni fotometrik gözlem verisi üretilmiştir. Bu gözlemlere dayalı ışık eğrileri, daha ileri tekniklere dayanan ışık eğrisi analiz yöntemlerinden biri olan Wilson-Devinney (Wilson and Devinney 1971, Wilson 1979) yöntemi ile çözülmüş ve sonuçları bir sonraki bölümde ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

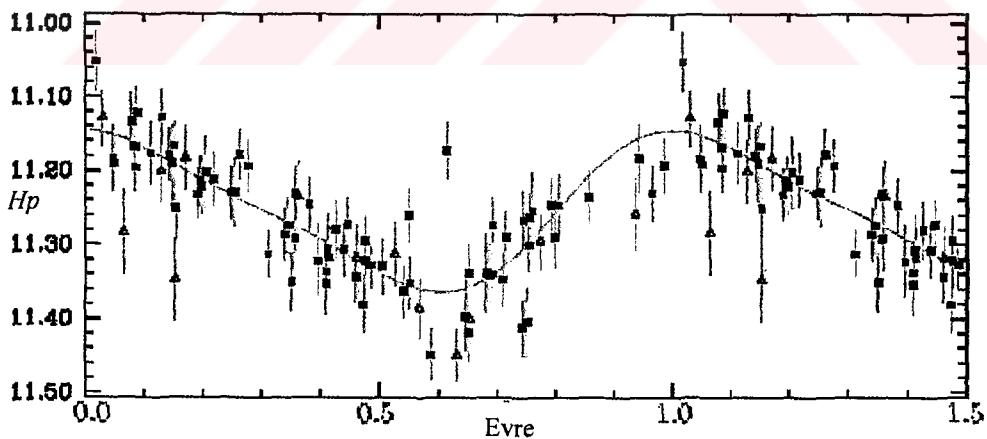


4. DN Boo ve FT UMa ÇİFT SİSTEMLERİNİN FOTOMETRİK GÖZLEMLERİ ve İŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

Bu bölümde, bu tez çalışması kapsamında olası örten değişen çift yıldız sistemleri olarak belirlenmiş ve literatürde herhangi bir çalışması bulunmayan DN Boo ve FT UMa sistemlerinin yeni gözlemleri ve ışık eğrisi analizleri verilmiştir.

4.1 DN Boo Çift Sisteminin Fotometrik Gözlemleri ve ışık Eğrisi Analizi

DN Boo (HIP 67657), HIPPARCOS Uydusu (ESA, 1997) tarafından değişen yıldız olduğu keşfedilen bir yıldızdır. HIPPARCOS katalogunda değişen türü belirlenemediği için “periyodik değişenler (P)” sınıfında bırakılmıştır. Kazarovets vd'nin (1999) yayınladığı HIPPARCOS uydusu tarafından keşfedilen 3153 adet değişen yıldızın isim listesinde DN Boo, kesin olmamakla birlikte, olası bir W UMa sistemi olarak kodlanmıştır (EW:). Bu tez çalışması kapsamında da gösterildiği gibi DN Boo, güçlü bir W UMa türü örten değişen çift yıldız adayıdır. DN Boo'nun HIPPARCOS katalogunda yer alan ışık eğrisi Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 DN Boo'nun HIPPARCOS katalogunda verilen ışık eğrisi

Sistem, G0 tayf türünden olup, H_p parlaklığı $11^m.145$ ile $11^m.364$ arasında değişim göstermektedir. Sistemin bugüne kadar yayınlanmış herhangi bir fotometrik veya tayfsal çalışması yoktur.

4.1.1 DN Boo'nun gözlemleri

DN Boo'nun yeni fotometrik gözlemleri 12-13-14 Mart 2005 tarihlerinde, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde yapılmıştır. Gözlemler, 40 cm lik Cassegrain teleskobuna bağlı SSP-5A fotoelektrik fotometresi ve Johnson B, V, R filtrelerinde gerçekleştirilmiştir. Gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına ait bilgiler, Çizelge 4.1'de listelenmiştir. Sistemin HIPPARCOS kataloğundaki ışık elemanları;

$$BJD_{\text{MinI}} = 244\,8500.202 (4) + 0.^g\,223784(2) \times E$$

olarak verilmiştir. Bölüm 3'de de bahsedildiği gibi HIPPARCOS kataloğunda verilen dönem değeri ikiye katlanmıştır. DN Boo'nun yapılan yeni gözlemleri sonucunda elde edilen ve bu çalışmada kullanılan yeni ışık elemanları ise,

$$HJD_{\text{MinI}} = 2453443.4726 (3) + 0.^g\,447568 (2) \times E \quad \text{dir.}$$

Çizelge 4.1 DN Boo ve gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarının katalog bilgileri

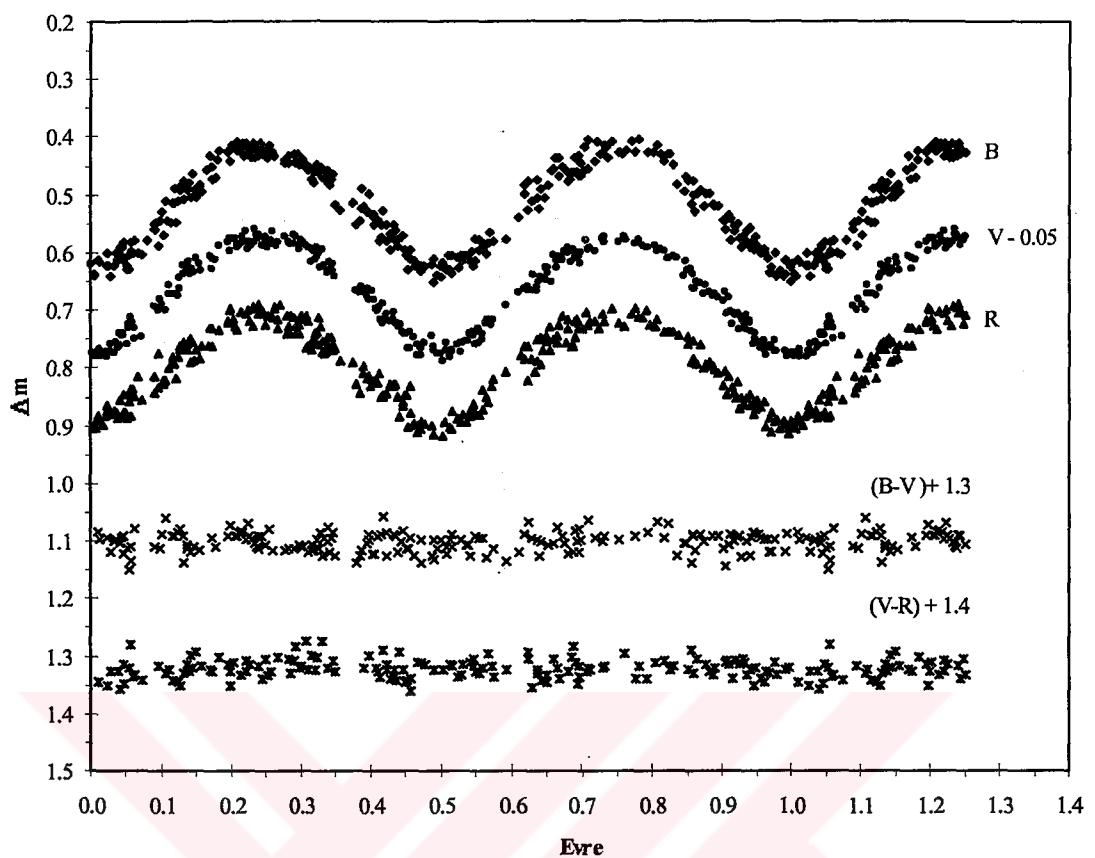
Parametre	DN Boo	Mukayese	Denet
BD no	+15° 2636	+15° 2638	+15° 2639
α_{2000}	$13^{\text{sa}}51^{\text{dk}}42^{\text{sn}}$	$13^{\text{sa}}52^{\text{dk}}14^{\text{sn}}$	$13^{\text{sa}}52^{\text{dk}}53^{\text{sn}}$
δ_{2000}	$+14^{\circ}18'06''$	$14^{\circ}20'28''$	$14^{\circ}53'53''$
m_v	$11^m.3$	$10^m.5$	$10^m.14$
Tayf Türü	G0	G0	G0

Her bir geceye ve fotomerik banda ait sökümleme katsayıları mukayese yıldızı gözlemlerinden hesap edilmiştir. Atmosferik sökümlemeden arındırılmış, değişene ait

diferansiyel B, V, R bandı ışık eğrileri ile (B-V) ve (V-R) renk eğrileri Şekil 4.2'de verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi sisteme ait (B-V) ve (V-R) renklerinde sistematik bir sapma bulunmamaktadır ve bu durum bileşenler arasında ısisal değişim oranının oldukça yüksek olduğunu bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Her gözlemin olası hatalı B, V, R bandları için sırası ile ± 0.014 , ± 0.011 ve ± 0.028 olarak hesaplanmıştır. Gözlemlerden 1 adet birinci, 1 adet de ikinci minimum hesaplanmıştır. Bunlar $\text{Min I} = 2453443.4726$ (3) ve $\text{Min II} = 2453442.3540$ (3) dir. Sisteme ait ışık eğrisi karakteristikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 DN Boo yıldızına ait ışık eğrisi karakteristikleri

Nicelik	ΔB	ΔV	ΔR
0.25 evresindeki max. ışık	0.426 ± 0.007	0.633 ± 0.007	0.711 ± 0.008
0.75 evresindeki max. ışık	0.425 ± 0.010	0.627 ± 0.006	0.713 ± 0.012
0.00 evresindeki min. ışık	0.630 ± 0.014	0.825 ± 0.004	0.901 ± 0.007
0.50 evresindeki min. ışık	0.629 ± 0.015	0.820 ± 0.010	0.903 ± 0.010
$\Delta_{\text{max.}}(m_{0.25}-m_{0.75})$	0.001	0.006	-0.003
$\Delta_{\text{min.}}(m_{0.00}-m_{0.50})$	0.001	0.050	-0.002
Min I Derinliği	0.204	0.192	0.190
Min II Derinliği	0.204	0.192	0.189



Şekil 4.2 DN Boo'nun B, V, R ışık eğrileri ile (B-V) ve (V-R) renk eğrileri

Çizelge 4.2'den ve Şekil 4.2'den de görüleceği gibi, maksimum ve minimum seviyeleri arasında önemli bir fark yoktur ve ışık eğrisinin biçimini tipik bir W UMa türü sistemin ışık eğrisine benzemektedir.

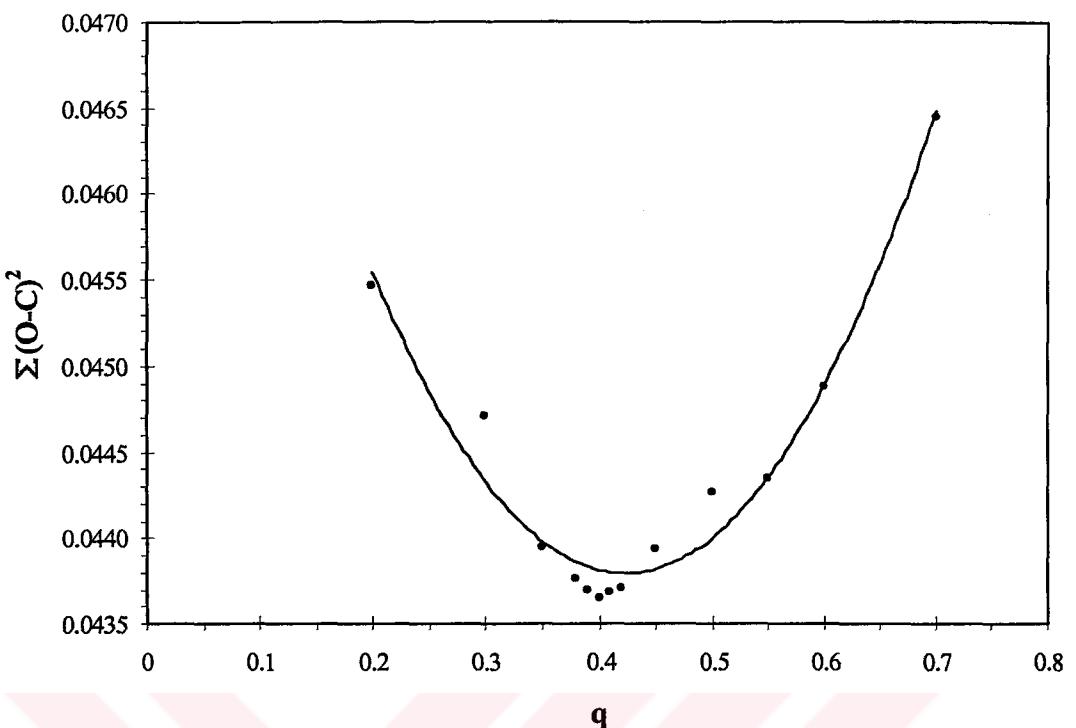
4.1.2 DN Boo çift sisteminin ışık eğrisi analizi ve sonuçları

DN Boo'ya ait fiziksel parametreleri belirlemek üzere elde edilen yeni ışık eğrileri Wilson-Devinney (WD) yöntemi ile analiz edilmiştir. Model ilk olarak 1971 yılında Wilson ve Devinney tarafından yayınlandı (Wilson and Devinney 1971). WD, Roche geometrisi kabulu altında yıldızlara ait dönme, çekimsel bozulmalar, yansımaya etkisi, kenar ve çekim kararma etkilerini modelleyebilmektedir. Yönteme göre gözlenmiş ışık eğrisi ile kuramsal ışık eğrisi arasındaki fark karelerin toplamını ($\Sigma(O-C)^2$) en küçük

yapan parametreler, gerçek sistemin en olası değerleri olarak kabul edilmektedir. Yöntem ilk oluşturulduğunda dairesel yörüngeler ve eş dönme kabulleri altında modelleme yapabiliyordu. 1979'da (Wilson 1979) yöntem, ışık eğrileri ile birlikte dikine hız eğrilerini de eş zamanlı olarak modelleyebilecek hale getirildi ve bununla birlikte düzeltilmiş Roche modeli kullanılarak dışmerkezli yörüngeleri ve eş olmayan dönmeye sahip sistemleri modelleyebilecek hale getirildi. Bu analiz programı birçok yayın ve program güncellemesi ile halen gelişimini sürdürmekte ve bazı kısıtlamaları giderilmektedir.

Bu çalışmada Wilson-Devinney ışık eğrisi analiz yönteminin WD-2003 sürümü kullanılmış ve ışık eğrisi analizi için, programa normal noktalar yerine doğrudan gözlemsel veriler girilmiştir. Sistemin tayf türüne göre (G0), sisteme ait birinci bileşenin sıcaklığı, Gray and Corbally'ın (1994) anakol yıldızları için oluşturdukları, tayf türü - sıcaklık kalibrasyon tablolarından, $T_1 = 5847$ K olarak belirlenmiştir. Sisteme ilişkin sıcaklıklara bağlı olarak lineer olmayan kenar kararma katsayıları van Hamme (1993)'in tablolarından, çekim kararma katsayıları ve albedo değerleri sistemin fiziğine uygun bir şekilde sırası ile Lucy (1967) ve Rucinski (1969)'den alınmıştır. Model atmosfer olarak WD-2003 programında kullanılan Kurucz yıldız atmosferi modeli (Kurucz 1993) kullanılmıştır.

Sistemin bugüne kadar yapılmış, herhangi bir ışık eğrisi analizi veya tayfsal çalışması bulunmadığından, sisteme ait ilk girdi parametreleri (q, i, f) için, bu çalışmada bölüm 3'de ayrıntılı bir şekilde açıklanan metod ile elde edilen parametreler kullanılmıştır. Bunun için, sistemin V bandı gözlemlerinden elde edilen ışık eğrisi kullanılmıştır. Bulunan ilk yaklaşım parametreleri, $q (m_2/m_1) = 0.4$, $f = 0.1$ ve $i = 55^\circ$ dir. Ayrıca farklı q değerleri için yine WD-2003 programı kullanılarak yapılan q taraması sonucunda da $q = 0.4$ değerinde $\Sigma(O-C)^2$ artıkları en küçük çıkmaktadır (Şekil 4.3). Dolayısıyla bu çalışmada kütle oranı değeri $q = 0.4$ olarak kullanılmıştır.

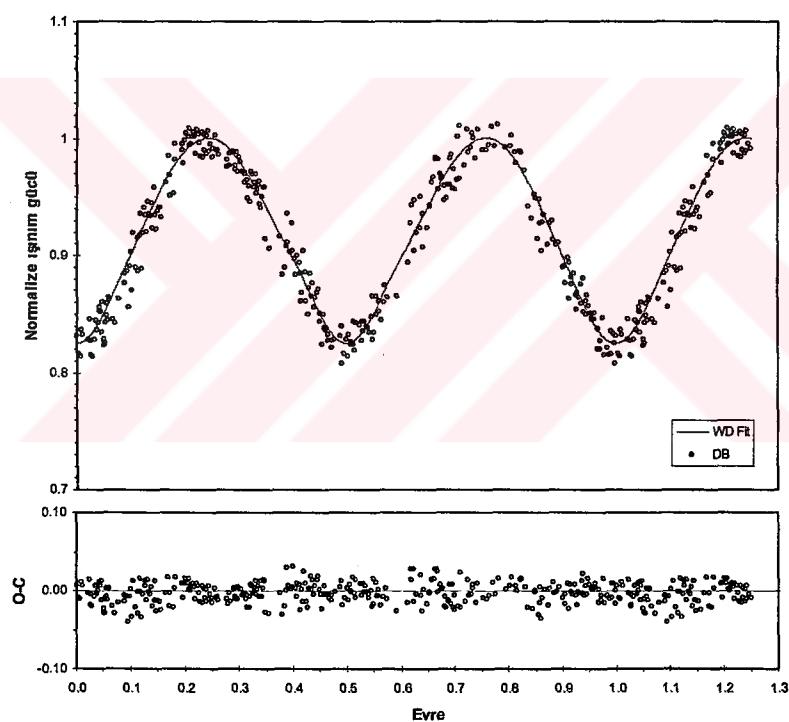


Şekil 4.3 DN Boo'nun farklı q değerli için yapılan q taraması

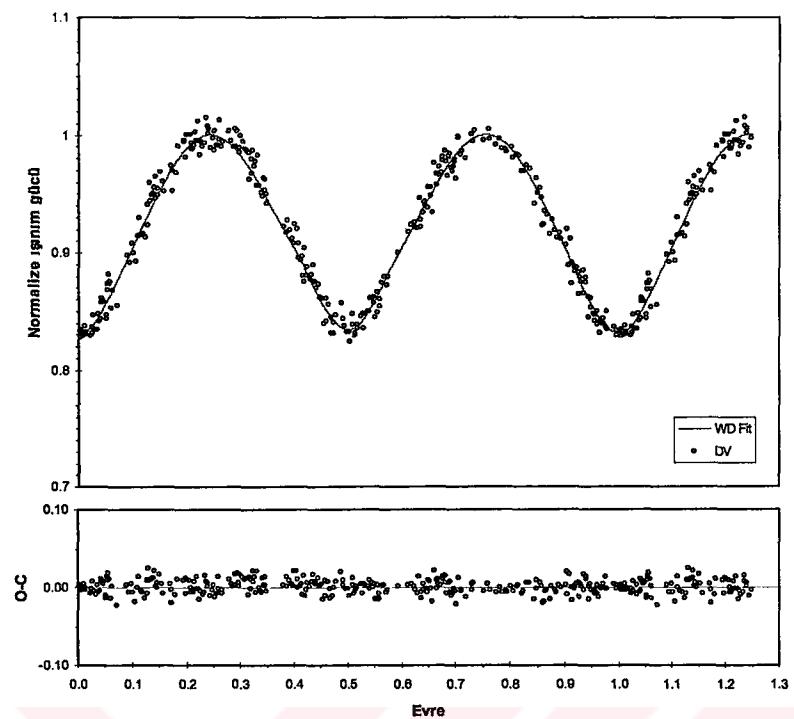
WD-2003 programında geçen çift sistemlerin fiziksel özelliklerine uygun olan mod (MOD 3) kullanılmıştır. Analiz esnasında q ve T_1 parametreleri sabit tutularak, Ω , i , T_2 parametreleri serbest bırakılmıştır. Yapılan ardışık denemeler sonucu en küçük fark kare toplamını ($\Sigma (O-C)^2$) veren parametreler ile, en iyi çözüme ulaşılmıştır. Sisteme ait fiziksel parametrelerin çözüm sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. B, V, R bandlarındaki gözlemlisel ve kuramsal ışık eğrileri ve farkları sırasıyla Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6'da verilmiştir. DN Boo sisteminin 0.00, 0.25, 0.50 ve 0.75 evrelerindeki geometrik modeli ise Şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 DN Boo çift yıldızı için ulaşılan analiz sonuçları

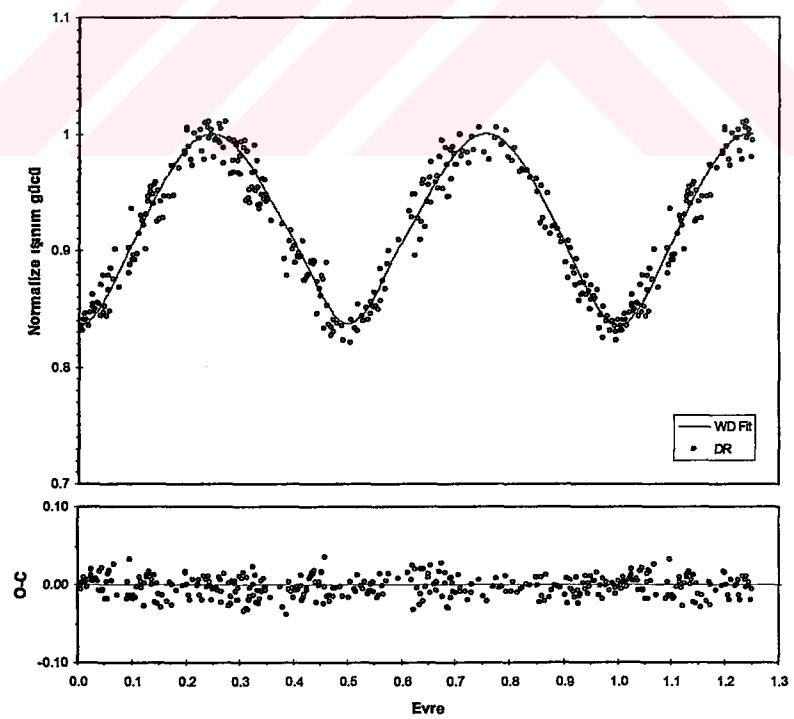
Nicelik	Değer	Hata	Nicelik	B	Hata	V	Hata	R	Hata
$q = m_2/m_1$	0.4		n	324		301		293	
T_1	5847		$\Sigma(O-C)^2$	0.057		0.025		0.055	
$g_1 = g_2$	0.32		X_1	0.834		0.757		0.664	
$A_1 = A_2$	0.5		X_2	0.835		0.757		0.665	
T_2	5842	± 12	Y_1	0.161		0.242		0.257	
i	55.145	± 0.292	Y_2	0.160		0.241		0.257	
$\Omega_{1,2}$	2.650	± 0.004	$L_1 / L_{1,2}$	0.675	± 0.030	0.681	± 0.027	0.679	± 0.022
f	0.114								



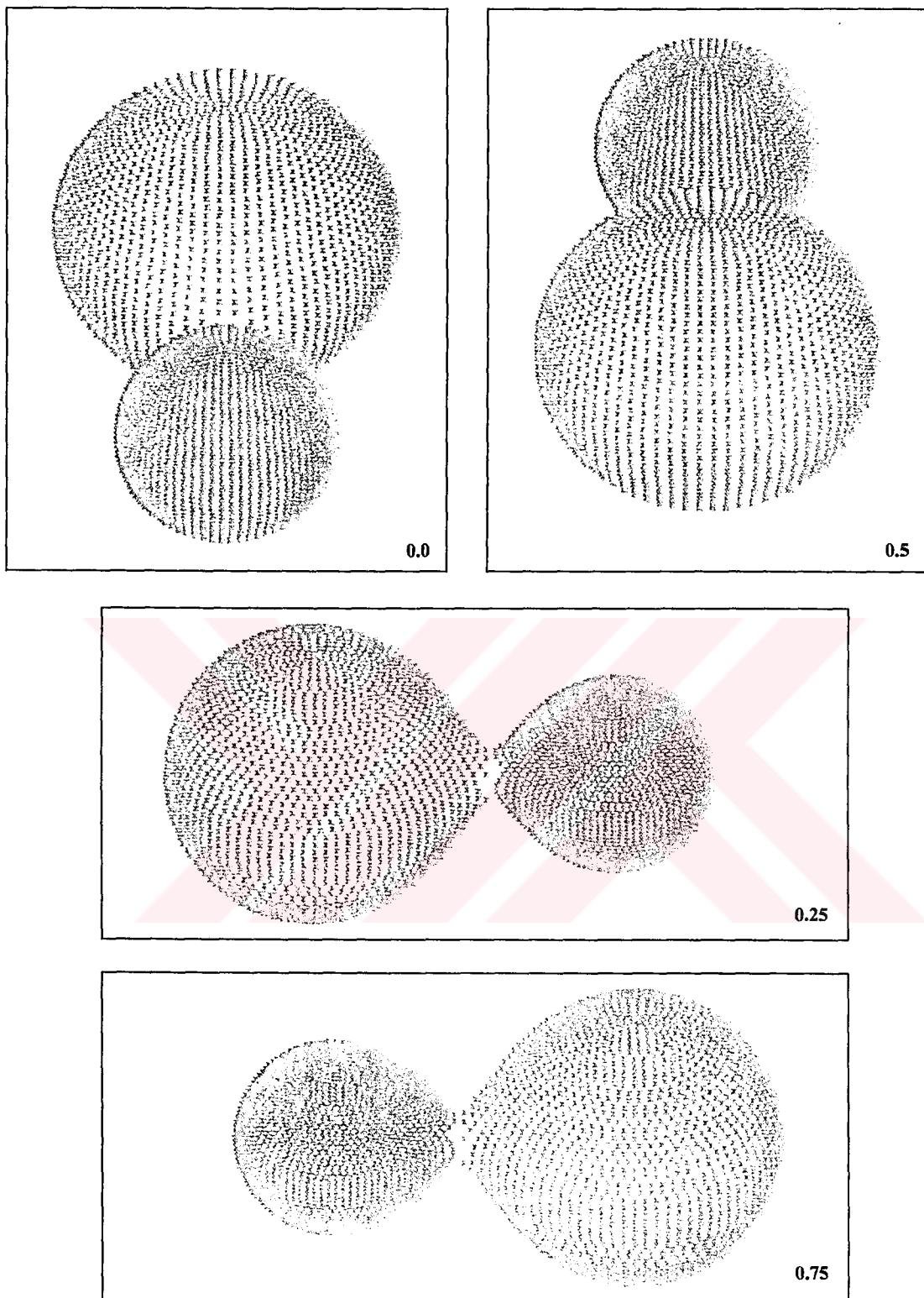
Şekil 4.4 DN Boo'nun B-bandı gözlemleri ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar



Şekil 4.5 DN Boo'nun V-bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar



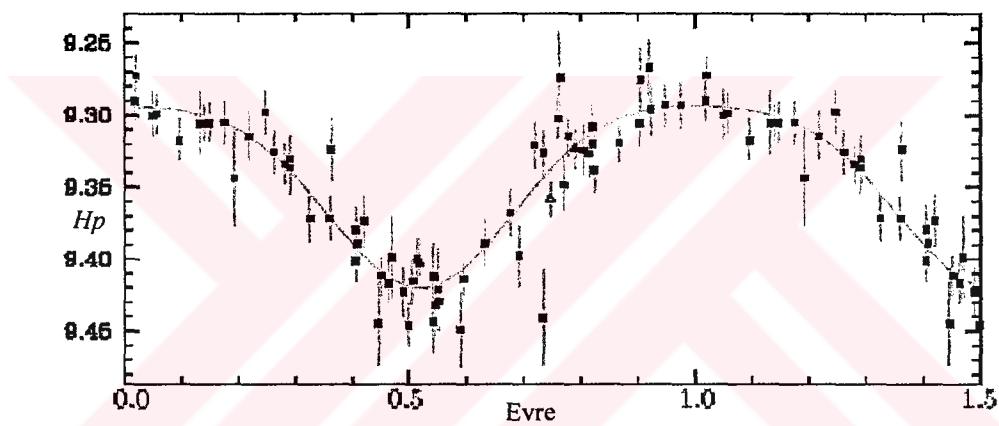
Şekil 4.6 DN Boo'nun R-bandındaki gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar



Şekil 4.7 DN Boo sisteminin 0.00, 025, 0.50 ve 0.75 evrelerindeki geometrik modeli

4.2 FT UMa Çift Sisteminin Fotometrik Gözlemleri ve Işık Eğrisi Analizi

FT UMa (HIP 43738), HIPPARCOS Uydusu (ESA 1997) tarafından değişen yıldız olduğu keşfedilen bir yıldızdır. HIPPARCOS kataloğunda değişen türü belirlenemediği için “periyodik değişenler (P)” sınıfında bırakılmıştır. Kazarovets vd.’nin (1999) yayınladığı HIPPARCOS uydusu tarafından keşfedilen 3153 adet değişen yıldızın isim listesinde FT UMa, kesin olmamakla birlikte olası bir RRC türü zonklayan değişen olarak kodlanmıştır (RRC:). Ancak bu tez çalışmasında gösterildiği gibi FT UMa, güçlü bir örten değişen çift yıldız adayıdır. FT UMa’nın HIPPARCOS kataloğunda yer alan ışık eğrisi Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 FT UMa’nın HIPPARCOS kataloğunda verilen ışık eğrisi

Sistem, F0 tayf türünden olup, H_p parlaklığı $9^m.294$ ile $9^m.420$ arasında değişim göstermektedir. Sistemin bugüne kadar yayınlanmış herhangi bir fotometrik veya tayfsal çalışması bulunmamaktadır.

4.2.1 FT UMa’nın gözlemleri

FT UMa’nın yeni fotometrik gözlemleri 11-12-13-14 Aralık 2004 tarihlerinde, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)’nde elde edilmiştir. Gözlemler, 40 cm lik Cassegrain teleskopuna bağlı SSP-5A fotoelektrik fotometresi ve Johnson B, V, R filtrelerinde gerçekleştirilmiştir. Gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarına

ait bilgiler, Çizelge 4.4'de listelenmiştir. Sistemin HIPPARCOS kataloğundaki ışık elemanları;

$$BJD \text{ MinI} = 2448500.0726 (4) + 0.^g 3273519(10) \times E$$

olarak verilmiştir. Bölüm 3'de bahsedildiği gibi HIPPARCOS kataloğunda verilen dönem değeri ikiye katlanmıştır. FT UMa'nın yapılan yeni gözlemleri sonucunda elde edilen ve bu çalışmada kullanılan yeni ışık elemanları ise,

$$HJD \text{ MinI} = 2453353.3514 (8) + 0.^g 6547038 (10) \times E \quad \text{dir.}$$

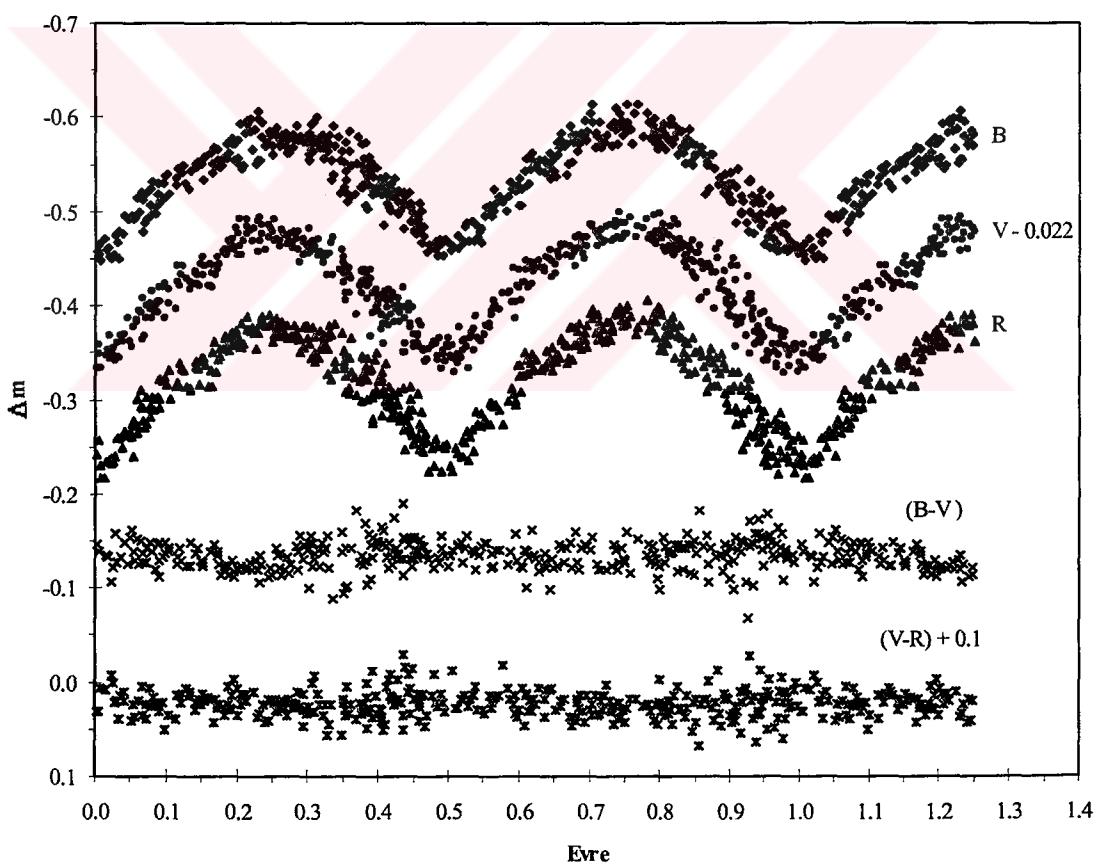
Çizelge 4.4 FT UMa ve gözlemlerde kullanılan mukayese ve denet yıldızlarının katalog bilgileri

Parametre	FT UMa	Mukayese	Denet
BD no	+51° 1458	+51° 1457	+52° 1339
α_{2000}	08 ^{sa} 54 ^{dk} 30 ^{sn}	08 ^{sa} 53 ^{dk} 47 ^{sn}	08 ^{sa} 49 ^{dk} 45 ^{sn}
δ_{2000}	+51°14'40"	50°50'06"	51°29'14"
m_v	9 ^m .25	9 ^m .77	9 ^m .35
Tayf Türü	F0	F8	F5

Her bir geceye ve fotometrik banda ait sönümleme katsayıları mukayese yıldızı gözlemlerinden hesap edilmiştir. Atmosferik sönümlemeden arındırılmış, değişene ait diferansiyel B, V, R bandı ışık eğrileri ile (B-V) ve (V-R) renk eğrileri Şekil 4.9'da verilmiştir. Her gözlemin olası hatası B, V, R bandları için sırası ile ± 0.025 , ± 0.017 ve ± 0.038 olarak hesaplanmıştır. Gözlemlerden 1 adet birinci, 2 adet de ikinci minimum hesaplanmıştır. Bunlar Min I = 2453353.3514 (8), Min II = 2453354.3348 (5) ve Min II = 2453352.3703 (4) dir. Sisteme ait ışık eğrisi karakteristikleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 FT UMa yıldızına ait ışık eğrisi karakteristikleri

Nicelik	ΔB	ΔV	ΔR
0.25 evresindeki max. ışık	-0.578 ± 0.012	-0.455 ± 0.008	-0.378 ± 0.01
0.75 evresindeki max. ışık	-0.59 ± 0.007	-0.462 ± 0.012	-0.386 ± 0.009
0.00 evresindeki min. ışık	-0.46 ± 0.007	-0.321 ± 0.011	-0.239 ± 0.013
0.50 evresindeki min. ışık	-0.464 ± 0.007	-0.331 ± 0.009	-0.237 ± 0.016
$\Delta_{\text{max.}}(m_{0.25}-m_{0.75})$	0.012	0.007	0.008
$\Delta_{\text{min.}}(m_{0.00}-m_{0.50})$	0.004	0.01	-0.002
Min I Derinliği	0.130	0.141	0.149
Min II Derinliği	0.126	0.131	0.149



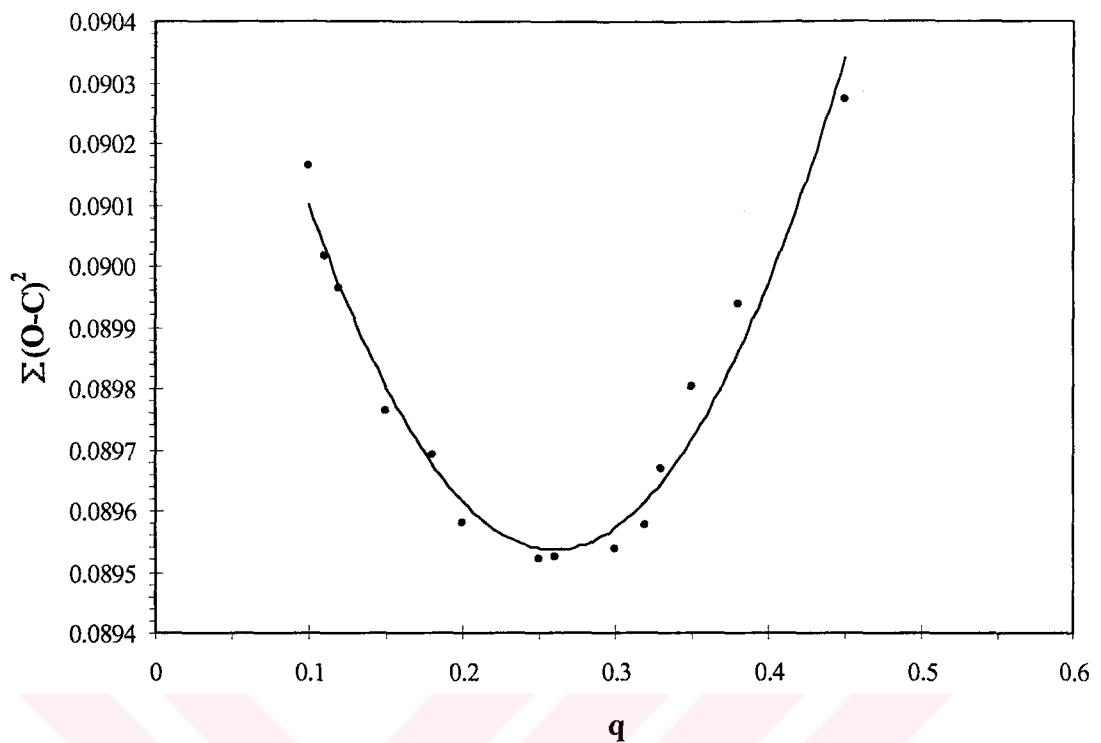
Şekil 4.9 FT UMa'nın B, V, R ışık eğrileri ile (B-V) ve (V-R) renk eğrileri

Çizelge 4.5'den ve Şekil 4.9'dan da görüleceği gibi maksimum ve minimum seviyeleri arasında çok ufak farklılıklar vardır. Sistemin tüm bandlardaki ışık eğrilerinde ölçüsü çok düşük olmakla beraber, II. maksimum seviyesi I. maksimum seviyesinden daha yüksektir ve bu olgu W UMa türü sistemlerde izlenen O'Connel etkisi olarak bilinir.

4.2.2 FT UMa çift sisteminin ışık eğrisi analizi ve sonuçları

FT UMa'ya ait fiziksel parametreleri belirlemek için, WD-2003 programı kullanılmış ve ışık eğrisi analizi için, programa normal noktalar yerine doğrudan gözlemsel veriler girilmiştir. Sistemin tayf türüne göre, (F0) sisteme ait birinci bileşenin sıcaklığı, Gray and Corbally'ın (1994) anakol yıldızları için oluşturdukları, tayf türü - sıcaklık kalibrasyon tablolarından, $T_1 = 7250$ K olarak belirlenmiştir. Sisteme ilişkin sıcaklıklara bağlı olarak lineer olmayan kenar kararma katsayıları van Hamme (1993)'in tablolarından, çekim kararma katsayıları ve albedo değerleri sistemin fiziğine uygun bir şekilde sırası ile Lucy (1967) ve Rucinski (1969)'den alınmıştır.

Sistemin bugüne kadar yapılmış, herhangi bir ışık eğrisi analizi veya tayfsal çalışması bulunmadığından, sisteme ait ilk girdi parametreleri (q , i , f) için bu çalışmada Bölüm 3'de ayrıntılı bir şekilde açıklanan metod ile elde edilen parametreler kullanılmıştır. Ancak sistemin ışık değişim genliği çok küçük olduğundan dolayı bu ilk yaklaşım parametrelerine ihtiyatlı yaklaşım olarak q taraması yapılmıştır. WD programında, farklı q değerleri içinde en küçük fark kare toplamını veren q değeri seçilmiştir (Şekil 4.10). Bu veriler ışığında kullanılan ilk yaklaşım parametreleri $q (m_2/m_1) = 0.25$, $i = 55^\circ$ dir.

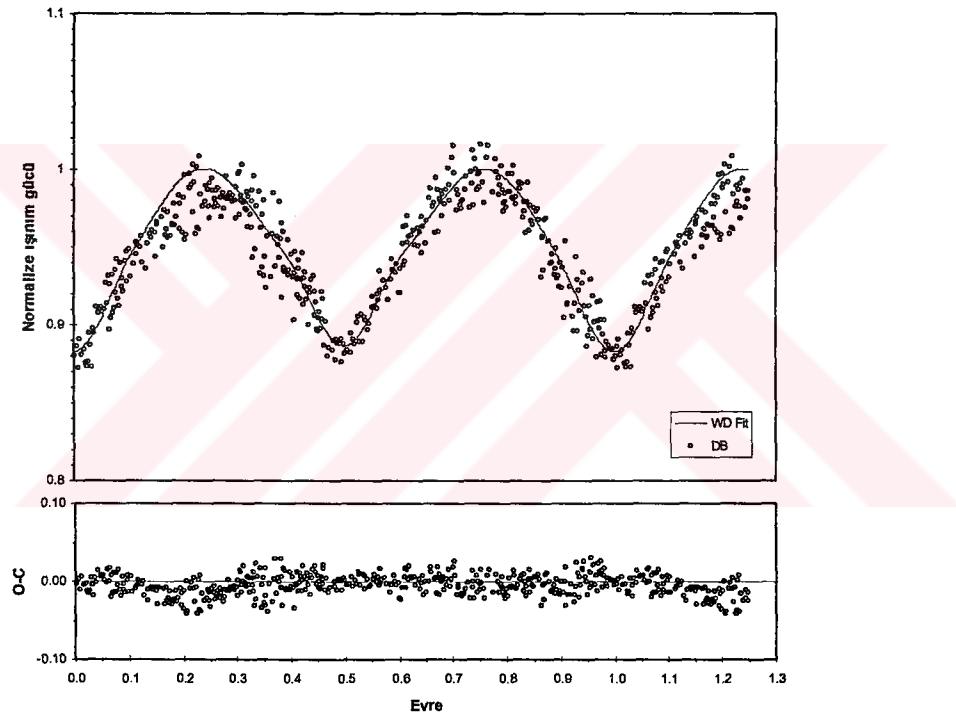


Şekil 4.10 FT UMa nın farklı q değerli için yapılan q taraması

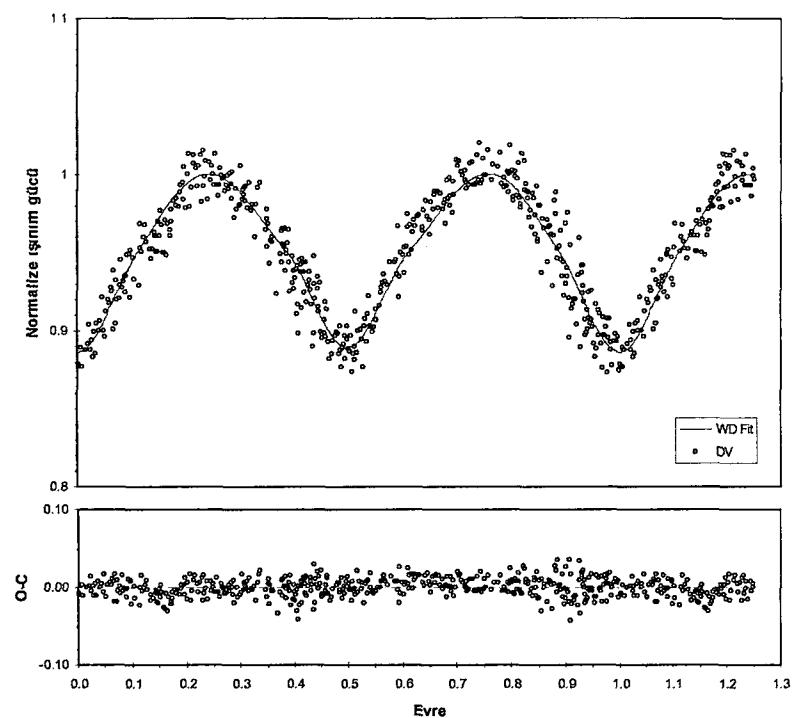
WD-2003 programında, sistemin fizигine uygun olan mod (MOD 3) kullanılmıştır. Analiz esnasında q ve T_1 parametreleri sabit tutularak, Q , i , T_2 parametreleri serbest bırakılmıştır. Yapılan ardışık denemeler sonucu en küçük fark kare toplamını ($\Sigma (O-C)^2$) veren parametreler ile, en iyi çözüme ulaşılmıştır. Sisteme ait fiziksel parametrelerin çözüm sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. B, V, R bantlarındaki gözlemlisel ve kuramsal ışık eğrileri ve farklısı sırasıyla Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13'de verilmiştir. Sistemin 0.0, 0.25, 0.5, 0.75 evresindeki geometrik modeli Şekil 4.14'de verilmiştir. Sonuç olarak FT UMa sistemi degmeye-yakın bir örten çift sistemdir. Geometrik tutulma etkisi çok az, düşük yörunge eğimine sahip bir sistemdir. Bu durum ışık eğrilerinde izlenen düşük ışık değişim genliğini açıklamaktadır.

Çizelge 4.6 FT UMa çift yıldızı için ulaşılan analiz sonuçları

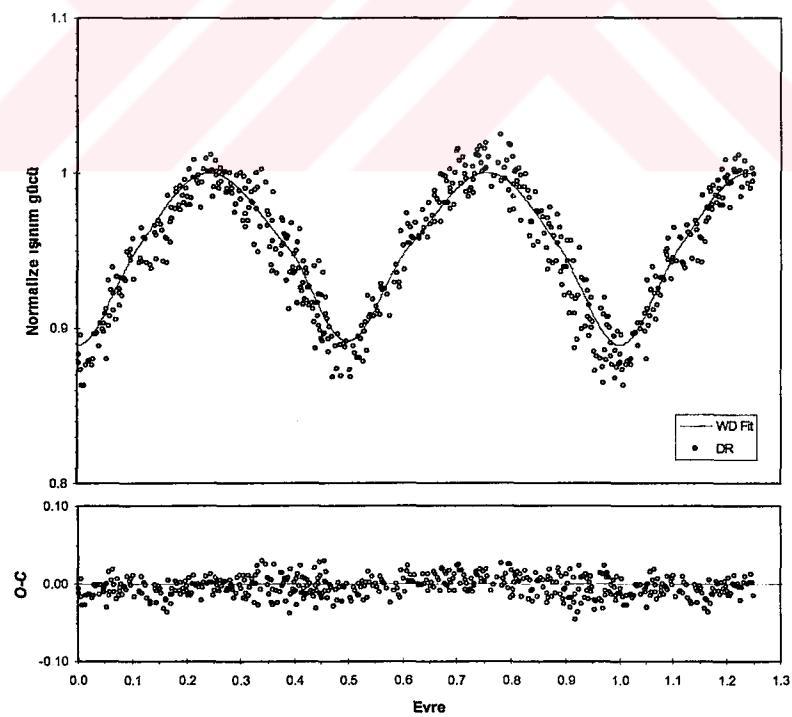
Nicelik	Değer	Hata	Nicelik	B	Hata	V	Hata	R	Hata
$q = m_2/m_1$	0.25		n	418		451		434	
T_1	7250		$\Sigma(O-C)^2$	0.081		0.068		0.080	
$g_1 = g_2$	0.32		X_1	0.780		0.681		0.582	
$A_1 = A_2$	0.5		X_2	0.787		0.689		0.592	
T_2	7033	± 41	Y_1	0.299		0.297		0.296	
i	54.484	± 0.579	Y_2	0.281		0.291		0.293	
$\Omega_{1,2}$	2.3858	± 0.01	$L_1 / L_{1,2}$	0.861	± 0.07	0.820	± 0.06	0.791	± 0.05



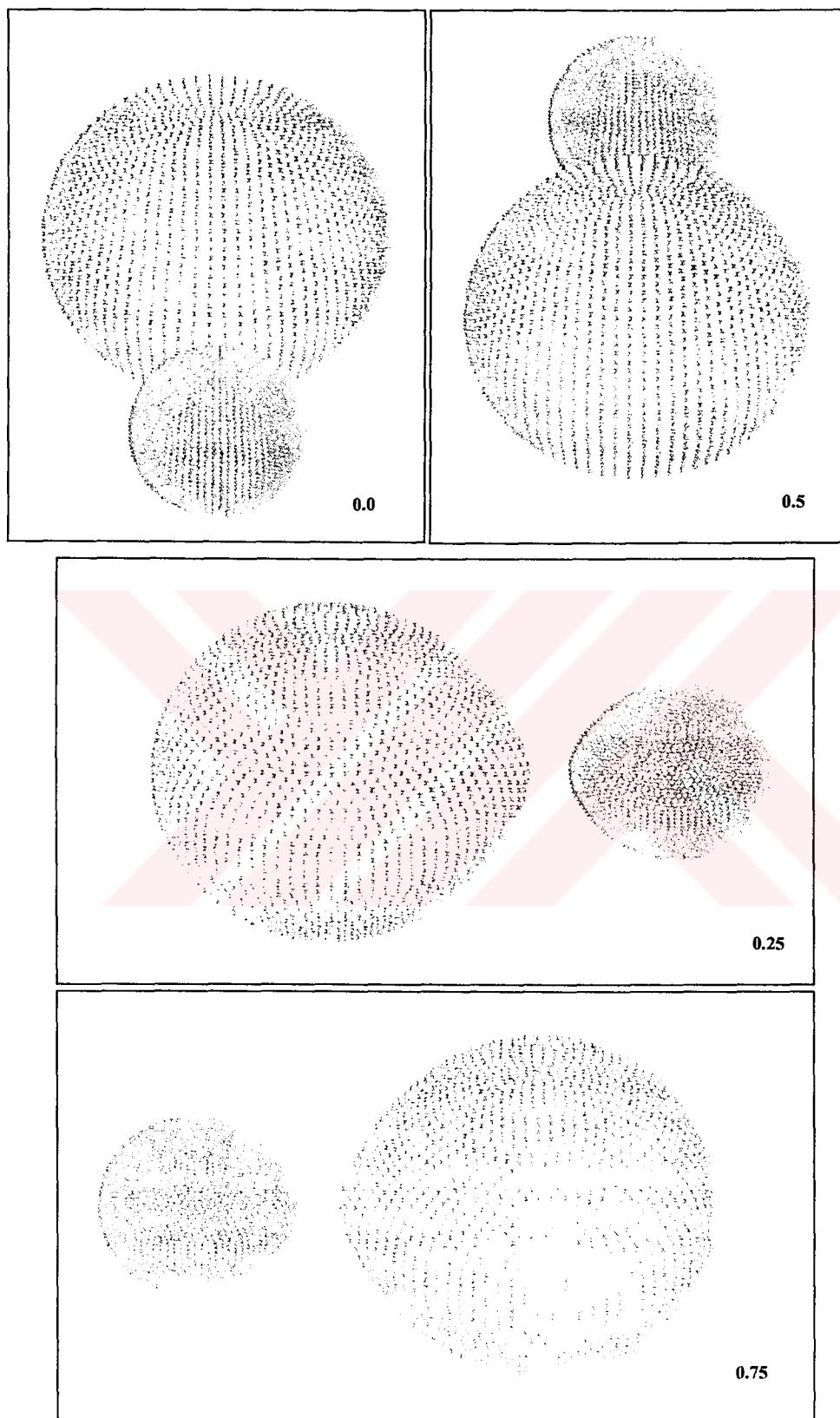
Şekil 4.11 FT UMa'nın B-bandı gözlemlsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar



Şekil 4.12 FT UMa'nın V- bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar



Şekil 4.13 FT UMa'nın R- bandı gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar



Sekil 4.14 FT UMa'nın 0.0, 0.25, 0.5 ve 0.75 evresindeki geometrik modeli

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

HIPPARCOS uyduşu tarafından keşfedilmiş, ancak ışık değişim türlerinin belirlemesinde sorunlar yaşanan, kısa dönemli ve düşük genlikli değişen yıldızlardan, değişen türü *DSCT*, *BCEP*, *RRC* ve *P* olarak verilmiş yıldızların, aslında katalogda listelenen dönemlerin tam iki katı süreli yörünge dönemine sahip örten çiftler ve büyük çoğunlukla da W UMa-türü degen çiftler olma olasılığı bulunmaktadır. Bu tez çalışması, bahsi geçen yıldızlar içerisinde, olası kısa dönemli örten çift sistemlerin ayıklanmasını ve bu sistemlere ilişkin fiziksel parametreler için ilk yaklaşım değerlerinin belirlenmesini içermektedir. Bu amaçla, ışık değişim türlerinin belirlenmesinde Duerbeck'in (1997) $\log P - (B-V)$ diyagramı ve Selam'in (2004) uyguladığı "Fourier Filtreleri" teknigi kullanılmıştır (Bölüm 2). Ayıklama işlemleri sonucunda seçilmiş sistemlerden 27 adedinin güçlü örten çift yıldız adayı olduğu ve tamamının W UMa türü örten değişen çift yıldız olabileceği ortaya çıkmıştır. Bu yıldızlardan 25 tanesinin ışık eğrileri (AR Ari ve V1359 Ori sistemlerinin gözlemsel verisi yetersiz olduğundan, ışık eğrilerine fit yapılamamıştır), Rucinski'nin (1993b) basitleştirilmiş ışık eğrisi analiz metodu ile çözülmüş ve sistemlere ilişkin f değme derecesi, q kütle oranı ve i yörünge eğim açısı anahtar parametreleri için ilk yaklaşım değerleri elde edilmiştir.

Örnek grubumuzda yer alan ve HIPPARCOS ışık eğrileri analiz edilen 25 sistemden tayf türleri (diğer bir deyişle yüzey sıcaklıkları), 2. bölümde kullanılan basitleştirilmiş ışık eğrisi analiz metodunun geçerli olduğu sıcaklık aralığının dışında kalan sistemlerin çözüm sonuçlarında bir miktar belirsizlik beklenebilir. Gray and Corbally'nin (1994) cüce yıldızlar için ortaya koydukları etkin sıcaklık kalibrasyonuna göre 2. bölümde verilen üst ve alt sınırlar F9 ve G3'e karşılık gelmektedir. Bu çalışmaya konu olan sistemlerin büyük çoğunluğu orta F tayf türündendir ve tanımlı aralığın üst sınırına yakın, fakat dışındadırlar. Ancak W UMa türü sistemlerin ışık değişiminde geometrik etkilerin çok daha baskın olduğu hatırlanacak olursa (Rucinski 1993b), buradan ışık eğrisi analiz sonuçlarına gelecek belirsizliklerin çok küçük olduğu tahmin edilmektedir.

HIPPARCOS uydusunun fotometrik gözlemleri ortalama bir duyarlığa sahiptir. Bu kalitedeki gözlemler için, Rucinski (1997a) tarafından da tartışıldığı gibi, ileri düzeyli ışık eğrisi analiz yöntemleri yerine bu çalışmada kullanılan türden basitleştirilmiş analiz metodlarının kullanımını daha uygundur. Düşük genlikli W UMa sistemlerinin a_2 ve a_4 katsayıları sıfıra çok yakın çıkmakta ve $a_2 - a_4$ düzleminde f parametresinin tespit edilmesinde ciddi bir belirsizliğe yol açmaktadır. Ayrıca yeterli evre aralığının gözlenmemiş olması ve gözlemsel verideki hata/saçılma olaylarından olumsuz yönde etkilenmiş olabilir. Bu yüzden Çizelge 3.1'in son sütununda bir kalite parametresi verilmiştir. Bu parametre, sistemin HIPPARCOS gözlemlerinin hatası ve yapılan Fourier fiti göz önüne alınarak saptanmıştır ve çözüm sonuçlarının fiziksel olarak anlamlılığı açısından dikkate alınması gereken bir parametredir.

Bu çalışmada 25 sistem için fotometrik çözümler ilk kez elde edilmiştir. Bu sistemler için elde edilen ilk yaklaşım parametrelerinin, ileride yapılacak daha duyarlı fotometrik gözlemlerden türeyecek ışık eğrilerinin analizinde başlangıç değerleri olarak kullanılacağı ve bu alandaki açığı önemli ölçüde kapatacağı düşünülmektedir.

Bu sistemlerden, gözlem koşulları uygun olan DN Boo ve FT UMa sistemlerinin, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde yeni fotometrik gözlemleri yapılmış ve bu gözlemlerden üretilen ışık eğrileri, Wilson – Devinney yönteminin WD-2003 sürümü kullanılarak analiz edilmiştir.

DN Boo sistemi için, Rucinski'nin (1993b) ortaya koyduğu metod ile bulunan ilk yaklaşım parametreleri ($q (m_2/m_1) = 0.4$, $f = 0.1$ ve $i = 55^\circ$) ile daha ileri tekniklere dayanan WD yöntemi çözümleri uyum içerisindeidir (Çizelge 4.3). Ayrıca yapılan q taramasında da, $q (m_2/m_1) = 0.4$ değeri için en küçük fark kare toplamlarına ulaşılmıştır. Sonuç olarak DN Boo sistemi, değme derecesi $f \sim 0.11$ olan W UMa türü örten değişen bir çift yıldız sistemidir ve ilk defa bu tez çalışması kapsamında ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. İleride yapılacak taysal gözlemlerle, sistemin doğası daha net bir şekilde ortaya konabilir.

Bu çalışma kapsamında gözlenmiş olan diğer sistem FT UMa'nın ışık değişim genliği, oldukça düşüktür ($\sim 0^m.13$). Yapılan analizler sonucunda elde edilen geometrik modelden de görüleceği gibi (Şekil 4.14) yörünge eğim açısı oldukça düşük bir değere ($i \sim 55^\circ$) sahiptir ve dolayısıyla ışık değişiminde yakınlık etkilerinden kaynaklanan yapılar daha baskındır. Bileşenlerin örtüğü ve örtüldüğü alanlar görece küçüktür. Bileşenlerin de sıcaklıklarının birbirine yakın olmasından dolayı, neredeyse eşit maksimum ve minimum derinlikli bir ışık eğrisine sahiptir. İleride yapılacak tayfsal gözlemlerle, sistemin doğası daha net bir şekilde ortaya konabilir.



KAYNAKLAR

- Dommangé, J. and Nys, O. 2002. *Observations et Travaux* 54; 2 (VizieR On-Line Data Catalog: I/274).
- Duerbeck, H. W. 1997. True and Possible Contact Binaries in the Hipparcos Catalogue Information Bulletin on Variable Stars, No. 4513.
- ESA. 1997. The Hipparcos and Tycho Catalogues. ESA SP-1200.
- Gomez-Forrellad, J. M., Garcia-Melendo, E., Guarro-Flo, J., Nomen-Torres, J. and Vidal-Sainz, J. 1999. Observations of Selected HIPPARCOS Variables. Information Bulletin on Variable Stars, No. 4702.
- Gray, R. O. and Corbally, C. J. 1994. The calibration of MK spectral classes using spectral synthesis. 1: The effective temperature calibration of dwarf stars. *Astronomical Journal*, 107; 742-746.
- Hill, G. and Rucinski, S. M. 1993. in Light Curve Modelling of Eclipsing Stars. Springer, s.135.
- Kazarovets, A. V., Samus, N. N., Durlevich, O. V., Frolov, M. S., Antipin, S. V., Kireeva, N. N. and Pastukhova, E. N. 1999. The 74th Special Name-list of Variable Stars. Information Bulletin on Variable Stars, No. 4659.
- Kurucz, R. L. 1993. New Atmospheres for Modelling Binaries and Disks, in E., F., Milone (ed.). *Light Curve Modelin of Eclipsing Binary Stars*. Springer, s.93-102, New York.
- Lu, W., Rucinski, S. M., and Ogloza, W. 2001. Radial Velocity Studies of Close Binary Stars IV. *Astronomical Journal*, 122; 402-412.
- Lucy, L. B. 1967. Gravity-Darkening for Stars with Convective Envelopes. *Zeitschr. F. Astrophys*, 65; 89.
- Lucy, L. B. 1968. The Structure of Contact Binaries. *Astrophysical Journal*, 151. 1123.
- Pribulla, T., Parimucha, S., Chochol, D. and Vanko, M. 2003. Information Bulletin on Variable Stars, No. 5414.
- Rucinski, S., M. 1969. The Proximity Effects in Close Binary Systems. II. The Bolometric Reflection Effect for Stars with Deep Convective Envelopes. *Acta Astronomica.*, 19; 245.
- Rucinski, S. M. 1973. The W UMa-type Systems as Contact Binaries. I. Two Methods of Geometrical Elements Determination. Degree of Contact. *Acta Astronomica*, 23; 79.
- Rucinski, S. M. 1974. The W UMa-type Systems as Contact Binaries. II. A- and W-type Systems.. *Acta Astronomica*, 24; 119.
- Rucinski, S. M. 1976. Photometry and geometrical elements of CC Com. *Publications of Astronomical Society of the Pacific*, 88; 777-787.
- Rucinski S.M. 1993a. The Realm of Interacting Binary Stars. Kluwer Acad. Publ., p.111, Dordrecht.

- Rucinski, S. M. 1993b. A simple description of light curves of W UMa systems. *Publications of Astronomical Society of the Pacific*, 105; 1433-1440.
- Rucinski, S. M. 1997a. Eclipsing Binaries in the OGLE Variable Star Catalog.I.W UMa-Type Systems as Distance and Population Tracers in Baade's Window. *Astronomical Journal*, 113; 407.
- Rucinski, S. M. 1997b. Eclipsing Binaries in the OGLE Variable Star Catalog.II.Light Curves of the W UMa-Type Systems in Baade's Window. *Astronomical Journal*, 113; 1112.
- Rucinski, S. M. and Duerbeck, H. W. 1997. Absolute Magnitude Calibration for the W UMa-Type Systems Based on HIPPARCOS Data. *Publications of Astronomical Society of the Pacific*, 109; 1340-1350.
- Rucinski, S. M. and Lu, W. 1999. Radial Velocity Studies of Close Binary Stars II. *Astronomical Journal*, 118; 2451-2459.
- Rucinski, S. M. 2002. The 7.5 Magnitude Limit Sample of Bright Short-Period Binary Stars. I. How Many Contact Binaries Are There?. *Publications of Astronomical Society of the Pacific*, 114; 1124-1142.
- Rucinski, S. M., Lu, W., Capobianco, C. C., Mochnacki, S. W., Blake, R. M., Thomson, J. R., Ogłozna, W. and Stachowski, G. 2002. Radial Velocity Studies of Close Binary Stars. VI. *Astronomical Journal*, 124; 1738-1745.
- Rucinski, S. M., Capobianco, C. C., Lu, W., DeBond, H., Thomson, J. R., Mochnacki, S. W., Blake, R. M., Ogłozna, W., Stachowski, G. and Rogoziecki, P. 2003. Radial Velocity Studies of Close Binary Stars VIII. *Astronomical Journal*, 125; 3258-3264.
- Selam, S. O., 2004. Key parameters of W UMa-type contact binaries discovered by HIPPARCOS. *Astronomy and Astrophysics*, 416; 1097-1105.
- Udalski, A., Szymanski, M., Kaluzny, J., Kubiak, M. and Mateo, M. 1992. The Optical Gravitational Lensing Experiment. *Acta Astronomica*. 42; 253-284.
- Udalski, A., Szymanski, M., Kaluzny, J., Kubiak, M. and Mateo, M. 1993. The Optical Gravitational Lensing Experiment - Color-Magnitude Diagrams of the Galactic Bulge. *Acta Astronomica*. 43; 69-90.
- Udalski, A., Kubiak, M., Szymanski, M., Kaluzny, J., Mateo, M. and Krzeminski, W. 1994. The Optical Gravitational Lensing Experiment. The Catalog of Periodic Variable Stars in the Galactic Bulge. I. Periodic Variables in the Center of the Baade's Window. *Acta Astronomica*. 44; 317-386.
- Udalski, A., Szymanski, M., Kaluzny, J., Kubiak, M., Mateo, M. and Krzeminski, W. 1995a. The Optical Gravitational Lensing Experiment. The Catalog of Periodic Variable Stars in the Galactic Bulge. II. Periodic Variables in Four Baade's Window Fields: BW1, BW2, BW3 and BW4. *Acta Astronomica*. 45; 1-235.

- Udalski, A., Olech, A., Szymanski, M., Kaluzny, J., Kubiak, M., Mateo, M. and Krzeminski, W. 1995b. The Optical Gravitational Lensing Experiment. The Catalog of Periodic Variable Stars in the Galactic Bulge. III. Periodic Variables in Four Baades Window Fields: BW5, BW6, BW7 and BW8. *Acta Astronomica*. 45; 433-622.
- van Hamme, W. 1993. New limb-darkening coefficients for modeling binary star light curves. *Astronomical Journal*, 106; 2096-2117.
- Wilson, R.E. and Devinney, E.J. 1971. Realization of Accurate Close-Binary Light Curves Application to MR Cygni. *Astronomical Journal*, 166; 605.
- Wilson, R.E., 1979. Eccentric orbit generalization and simultaneous solution of binary star light and velocity curves. *Astronomical Journal*, 234; 1054-1066.

EK 1 DN Boo'nun B bandı fotometrik gözlem verisi

HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB
3442.2977	0.5126	3442.4064	0.4990	3442.5402	0.5552	3443.3407	0.4570
3442.2999	0.5518	3442.4092	0.4769	3442.5441	0.5736	3443.3424	0.4553
3442.3022	0.5442	3442.4112	0.5096	3442.5457	0.5713	3443.3467	0.4430
3442.3041	0.4900	3442.4143	0.5048	3442.5486	0.5830	3443.3485	0.4094
3442.3085	0.4989	3442.4162	0.5238	3442.5505	0.5919	3443.3499	0.4310
3442.3115	0.5522	3442.4200	0.5036	3442.5528	0.5951	3443.3519	0.4262
3442.3149	0.5803	3442.4221	0.4827	3442.5545	0.5849	3443.3534	0.4176
3442.3166	0.5713	3442.4272	0.4367	3442.5575	0.5946	3443.3554	0.4365
3442.3195	0.5799	3442.4289	0.4374	3442.5594	0.5996	3443.3571	0.4091
3442.3213	0.5948	3442.4322	0.4554	3442.5626	0.6101	3443.4030	0.4940
3442.3243	0.5746	3442.4347	0.4622	3442.5645	0.6236	3443.4052	0.4749
3442.3263	0.5869	3442.4374	0.4614	3442.5670	0.5989	3443.4075	0.5147
3442.3298	0.5677	3442.4389	0.4367	3442.5703	0.6319	3443.4093	0.4996
3442.3316	0.6024	3442.4408	0.4329	3442.5764	0.6502	3443.4114	0.4980
3442.3347	0.6091	3442.4424	0.4463	3442.5794	0.6381	3443.4130	0.4907
3442.3366	0.6120	3442.4456	0.4158	3442.5826	0.6172	3443.4156	0.5209
3442.3386	0.6233	3442.4477	0.4065	3442.5879	0.6225	3443.4171	0.4992
3442.3412	0.6234	3442.4578	0.4131	3442.5899	0.6401	3443.4194	0.4968
3442.3496	0.6498	3442.4664	0.4280	3442.5955	0.6044	3443.4209	0.5164
3442.3517	0.6383	3442.4698	0.4287	3442.5973	0.5922	3443.4230	0.5213
3442.3535	0.6219	3442.4715	0.4238	3442.6012	0.6034	3443.4246	0.5190
3442.3554	0.6171	3442.4746	0.4070	3442.6027	0.5965	3443.4298	0.5437
3442.3571	0.6279	3442.4765	0.4250	3443.3022	0.4820	3443.4321	0.5343
3442.3591	0.6022	3442.4796	0.4048	3443.3040	0.5275	3443.4338	0.5403
3442.3606	0.6349	3442.4857	0.4257	3443.3097	0.4737	3443.4361	0.5629
3442.3659	0.6235	3442.4890	0.4249	3443.3118	0.4901	3443.4376	0.5515
3442.3677	0.6134	3442.4906	0.4149	3443.3172	0.4818	3443.4399	0.5898
3442.3702	0.6084	3442.4934	0.4311	3443.3192	0.4592	3443.4419	0.5769
3442.3720	0.6139	3442.4949	0.4407	3443.3207	0.4546	3443.4438	0.5629
3442.3739	0.5978	3442.4973	0.4295	3443.3227	0.4370	3443.4453	0.5558
3442.3754	0.5755	3442.4989	0.4310	3443.3242	0.4660	3443.4474	0.5805
3442.3783	0.5747	3442.5015	0.4478	3443.3261	0.4509	3443.4490	0.5734
3442.3801	0.5808	3442.5041	0.4827	3443.3275	0.4535	3443.4514	0.5938
3442.3822	0.6006	3442.5095	0.4712	3443.3294	0.4765	3443.4529	0.6005
3442.3839	0.5813	3442.5134	0.4760	3443.3312	0.4743	3443.4547	0.5934
3442.3856	0.5637	3442.5152	0.5278	3443.3333	0.4618	3443.4580	0.6334
3442.3871	0.5771	3442.5331	0.5448	3443.3350	0.4619	3443.4595	0.6327
3442.3951	0.5748	3442.5351	0.5605	3443.3368	0.4655	3443.4628	0.6403
3442.4038	0.5395	3442.5383	0.5780	3443.3383	0.4658	3443.4671	0.6399

EK 1 DN Boo'nun B bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB
3443.4688	0.6390	3443.5735	0.4221	3444.4187	0.5484	3444.5145	0.4590
3443.4703	0.6156	3443.5750	0.4345	3444.4206	0.4897	3444.5159	0.4697
3443.4720	0.6264	3443.5767	0.4353	3444.4221	0.5456	3444.5179	0.4617
3443.4754	0.6411	3443.5781	0.4284	3444.4244	0.4915	3444.5193	0.4575
3443.4768	0.6117	3443.5798	0.4156	3444.4259	0.5082	3444.5213	0.4733
3443.4844	0.6235	3443.5812	0.4293	3444.4285	0.4926	3444.5229	0.4641
3443.4882	0.6007	3443.5850	0.4349	3444.4323	0.4635	3444.5269	0.5247
3443.4898	0.6124	3443.5874	0.4281	3444.4338	0.5053	3444.5408	0.5219
3443.4918	0.5874	3443.5888	0.4282	3444.4364	0.4834	3444.5424	0.5189
3443.4932	0.6143	3443.5971	0.4449	3444.4414	0.4591	3444.5444	0.5283
3443.4954	0.6288	3443.5992	0.4435	3444.4435	0.4336	3444.5458	0.5277
3443.4968	0.6267	3443.6021	0.4294	3444.4450	0.4522	3444.5484	0.5361
3443.4986	0.6009	3443.6039	0.4464	3444.4488	0.4380	3444.5500	0.5317
3443.5000	0.5788	3443.6053	0.4484	3444.4546	0.4225	3444.5519	0.5396
3443.5049	0.6037	3443.6106	0.4491	3444.4564	0.4200	3444.5534	0.5504
3443.5128	0.5513	3443.6121	0.4591	3444.4578	0.4126	3444.5553	0.5272
3443.5143	0.5487	3443.6139	0.4575	3444.4594	0.4164	3444.5569	0.5500
3443.5163	0.5438	3443.6153	0.4623	3444.4608	0.4240	3444.5598	0.5662
3443.5177	0.5283	3443.6170	0.4487	3444.4625	0.4164	3444.5613	0.5504
3443.5198	0.5089	3443.6185	0.4645	3444.4640	0.4114	3444.5631	0.5612
3443.5215	0.5449	3443.6205	0.4510	3444.4659	0.4319	3444.5649	0.5761
3443.5240	0.5143	3443.6219	0.4658	3444.4675	0.4134	3444.5669	0.5718
3443.5254	0.5115	3443.6236	0.4804	3444.4713	0.4115	3444.5688	0.5932
3443.5274	0.5091	3443.6252	0.4833	3444.4728	0.4140	3444.5708	0.6283
3443.5291	0.4838	3443.6271	0.4642	3444.4747	0.4323	3444.5724	0.5949
3443.5312	0.4775	3443.6286	0.5148	3444.4762	0.4109	3444.5765	0.6170
3443.5328	0.4902	3444.3638	0.6134	3444.4778	0.4226	3444.5789	0.6320
3443.5345	0.4797	3444.3680	0.6184	3444.4795	0.4277	3444.5813	0.6227
3443.5359	0.5045	3444.3782	0.5999	3444.4818	0.4149	3444.5856	0.6191
3443.5379	0.4909	3444.3803	0.6409	3444.4848	0.4334	3444.5870	0.6085
3443.5393	0.4870	3444.3824	0.6224	3444.4920	0.4377	3444.5925	0.6418
3443.5411	0.4838	3444.3846	0.6114	3444.4941	0.4320	3444.5950	0.6253
3443.5425	0.4938	3444.3863	0.5906	3444.4973	0.4310	3444.5972	0.6279
3443.5498	0.4717	3444.3887	0.5814	3444.4987	0.4427	3444.5989	0.6044
3443.5522	0.4696	3444.3904	0.6222	3444.5003	0.4312	3444.6023	0.6064
3443.5541	0.4227	3444.3928	0.5829	3444.5018	0.4355	3444.6043	0.6019
3443.5595	0.4280	3444.3950	0.5766	3444.5034	0.4396	3444.6066	0.6020
3443.5609	0.4408	3444.3974	0.5995	3444.5047	0.4495	3444.6093	0.6092
3443.5653	0.4088	3444.4030	0.5777	3444.5069	0.4511	3444.6126	0.6221
3443.5669	0.4234	3444.4082	0.5608	3444.5085	0.4743	3444.6141	0.6141
3443.5697	0.4160	3444.4104	0.5866	3444.5106	0.4782	3444.6163	0.5944
3443.5713	0.4096	3444.4136	0.5684	3444.5127	0.4511	3444.6177	0.5918

EK 2 DN Boo'nun V bandı fotometrik gözlem verisi

HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV
3442.3001	0.7142	3442.4202	0.6957	3442.5507	0.7716	3443.4054	0.6813
3442.3024	0.7200	3442.4223	0.6841	3442.5530	0.8098	3443.4077	0.6771
3442.3087	0.7114	3442.4273	0.6630	3442.5547	0.7995	3443.4095	0.7132
3442.3117	0.7306	3442.4291	0.6640	3442.5577	0.8067	3443.4115	0.6993
3442.3151	0.7445	3442.4324	0.6504	3442.5596	0.8027	3443.4132	0.7027
3442.3168	0.7355	3442.4349	0.6509	3442.5627	0.8135	3443.4158	0.7223
3442.3196	0.7558	3442.4376	0.6471	3442.5646	0.8109	3443.4173	0.7073
3442.3244	0.7532	3442.4391	0.6571	3442.5671	0.8030	3443.4196	0.7181
3442.3265	0.7702	3442.4410	0.6558	3442.5796	0.8228	3443.4211	0.7259
3442.3300	0.7870	3442.4426	0.6514	3442.5828	0.8188	3443.4232	0.7209
3442.3318	0.7888	3442.4458	0.6286	3442.5881	0.8273	3443.4247	0.7275
3442.3349	0.7883	3442.4479	0.6412	3442.5901	0.8222	3443.4300	0.7174
3442.3368	0.7951	3442.4564	0.6257	3442.5956	0.8111	3443.4323	0.7270
3442.3388	0.8098	3442.4580	0.6224	3442.5974	0.7915	3443.4340	0.7729
3442.3414	0.8141	3442.4666	0.6315	3442.6014	0.7794	3443.4363	0.7600
3442.3498	0.8182	3442.4699	0.6209	3442.6029	0.7633	3443.4378	0.7567
3442.3519	0.8253	3442.4717	0.6299	3443.3042	0.7102	3443.4401	0.7615
3442.3537	0.8249	3442.4767	0.6355	3443.3084	0.6868	3443.4421	0.7725
3442.3573	0.8178	3442.4798	0.6300	3443.3099	0.7150	3443.4440	0.7592
3442.3593	0.8297	3442.4813	0.6385	3443.3120	0.6901	3443.4455	0.7670
3442.3608	0.8179	3442.4843	0.6402	3443.3139	0.6934	3443.4476	0.7874
3442.3661	0.8211	3442.4859	0.6424	3443.3158	0.6753	3443.4492	0.7886
3442.3679	0.8052	3442.4891	0.6382	3443.3173	0.6754	3443.4516	0.8061
3442.3704	0.8025	3442.4908	0.6480	3443.3194	0.7004	3443.4530	0.8138
3442.3722	0.7891	3442.4936	0.6442	3443.3209	0.6523	3443.4548	0.8180
3442.3741	0.7880	3442.4951	0.6464	3443.3228	0.6735	3443.4563	0.8268
3442.3756	0.7873	3442.4975	0.6611	3443.3244	0.6564	3443.4582	0.8156
3442.3785	0.7822	3442.4991	0.6606	3443.3263	0.6617	3443.4597	0.8160
3442.3803	0.7899	3442.5016	0.6545	3443.3277	0.6473	3443.4616	0.8206
3442.3824	0.7718	3442.5043	0.6588	3443.3296	0.6418	3443.4630	0.8224
3442.3840	0.7658	3442.5096	0.6671	3443.3314	0.6647	3443.4690	0.8201
3442.3858	0.7742	3442.5136	0.6865	3443.3335	0.6431	3443.4705	0.8294
3442.3872	0.7661	3442.5154	0.7129	3443.3351	0.6607	3443.4737	0.8243
3442.3953	0.7401	3442.5333	0.7333	3443.3370	0.6489	3443.4756	0.8251
3442.4040	0.7197	3442.5353	0.7546	3443.3385	0.6677	3443.4770	0.8291
3442.4066	0.7125	3442.5384	0.7519	3443.3409	0.6277	3443.4786	0.8288
3442.4094	0.7152	3442.5404	0.7558	3443.3426	0.6444	3443.4830	0.8298
3442.4114	0.7155	3442.5443	0.7842	3443.3469	0.6482	3443.4846	0.8075
3442.4145	0.7081	3442.5459	0.7667	3443.3521	0.6327	3443.4884	0.8050
3442.4164	0.7004	3442.5488	0.7838	3443.4032	0.6923	3443.4899	0.8138

EK 2 DN Boo'nun V bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV
3443.4920	0.7930	3443.5835	0.6293	3444.4580	0.6256	3444.5651	0.7771
3443.4934	0.7919	3443.5852	0.6397	3444.4596	0.6252	3444.5671	0.7727
3443.4956	0.8071	3443.5875	0.6354	3444.4610	0.6397	3444.5690	0.7886
3443.4969	0.7729	3443.5890	0.6124	3444.4627	0.6360	3444.5710	0.8160
3443.4988	0.7713	3443.5916	0.6324	3444.4642	0.6229	3444.5726	0.8135
3443.5002	0.7797	3443.6023	0.6205	3444.4661	0.6139	3444.5767	0.8275
3443.5050	0.7966	3443.6041	0.6223	3444.4677	0.6452	3444.5790	0.8274
3443.5130	0.7428	3443.6055	0.6378	3444.4730	0.6098	3444.5815	0.8065
3443.5145	0.7502	3443.6108	0.6391	3444.4749	0.6197	3444.5857	0.7944
3443.5165	0.7311	3443.6122	0.6407	3444.4797	0.6226	3444.5872	0.8107
3443.5179	0.7404	3443.6141	0.6427	3444.4820	0.6356	3444.5926	0.8360
3443.5200	0.7493	3443.6155	0.6475	3444.4834	0.6295	3444.5952	0.8050
3443.5217	0.7234	3443.6172	0.6398	3444.4864	0.6374	3444.5974	0.8273
3443.5242	0.7221	3443.6187	0.6508	3444.4922	0.6226	3444.5990	0.8212
3443.5255	0.7207	3443.6207	0.6450	3444.4943	0.6308	3444.6025	0.8087
3443.5276	0.7247	3443.6221	0.6733	3444.4957	0.6364	3444.6045	0.8059
3443.5293	0.7127	3443.6238	0.6808	3444.4975	0.6365	3444.6095	0.8035
3443.5314	0.6883	3443.6253	0.6658	3444.5005	0.6426	3444.6128	0.7937
3443.5330	0.6827	3443.6273	0.6682	3444.5020	0.6266	3444.6143	0.8097
3443.5347	0.6758	3443.6288	0.6914	3444.5035	0.6321	3444.6165	0.8041
3443.5361	0.6858	3444.3661	0.8240	3444.5087	0.6674	3444.6179	0.7979
3443.5381	0.6827	3444.3699	0.8313	3444.5108	0.6622		
3443.5395	0.6601	3444.3735	0.8248	3444.5128	0.6551		
3443.5413	0.6697	3444.3784	0.8200	3444.5147	0.6739		
3443.5427	0.6795	3444.3826	0.8234	3444.5195	0.6837		
3443.5500	0.6594	3444.3865	0.7888	3444.5215	0.6785		
3443.5524	0.6621	3444.3889	0.7920	3444.5231	0.6815		
3443.5543	0.6369	3444.3906	0.8104	3444.5410	0.7082		
3443.5596	0.6323	3444.3930	0.7727	3444.5426	0.7172		
3443.5611	0.6468	3444.3952	0.7996	3444.5445	0.7257		
3443.5655	0.6338	3444.4174	0.7052	3444.5460	0.7307		
3443.5671	0.6391	3444.4245	0.6926	3444.5486	0.7160		
3443.5699	0.6312	3444.4261	0.6713	3444.5501	0.7453		
3443.5714	0.6310	3444.4287	0.6813	3444.5521	0.7481		
3443.5737	0.6325	3444.4305	0.6650	3444.5536	0.7643		
3443.5752	0.6370	3444.4324	0.6773	3444.5555	0.7705		
3443.5769	0.6333	3444.4437	0.6546	3444.5570	0.7648		
3443.5783	0.6181	3444.4452	0.6789	3444.5600	0.7682		
3443.5800	0.6241	3444.4548	0.6309	3444.5615	0.7636		
3443.5814	0.6380	3444.4566	0.6252	3444.5633	0.7710		

EK 3 DN Boo'nun R bandı fotometrik gözlem verisi

HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR
3442.5798	0.8977	3443.5243	0.7868	3444.4766	0.6982	3444.5183	0.7695
3444.3701	0.9036	3443.5257	0.7917	3443.5816	0.7034	3443.6240	0.7598
3443.4758	0.9038	3444.4224	0.8160	3443.5837	0.7246	3444.5197	0.7455
3444.3720	0.8916	3443.5278	0.7805	3444.4799	0.7087	3443.6255	0.7646
3443.4772	0.8843	3443.5295	0.7628	3443.5854	0.7077	3444.5216	0.7465
3443.4787	0.8907	3444.4247	0.7674	3443.5877	0.7088	3443.6275	0.7601
3443.4801	0.8975	3444.4263	0.7581	3444.4836	0.7113	3444.5233	0.7674
3444.3770	0.8826	3443.5316	0.7536	3443.5892	0.6934	3443.6290	0.7644
3443.4832	0.8772	3443.5332	0.7692	3444.4852	0.6973	3444.5273	0.7868
3442.5883	0.8736	3444.4289	0.7602	3444.4866	0.7298	3442.2981	0.7900
3444.3786	0.8632	3443.5349	0.7510	3443.5918	0.7158	3442.3002	0.8255
3443.4848	0.8814	3444.4307	0.7491	3443.5934	0.6910	3442.3026	0.8426
3444.3807	0.8789	3443.5363	0.7879	3444.4924	0.7077	3442.3044	0.8069
3444.3828	0.8723	3444.4326	0.7564	3443.5975	0.7407	3444.5428	0.7964
3443.4886	0.8746	3443.5382	0.7856	3444.4945	0.7281	3444.5447	0.8159
3443.4901	0.8874	3443.5397	0.7674	3443.5996	0.7396	3444.5461	0.8123
3442.5958	0.8540	3443.5414	0.7833	3444.4959	0.7084	3442.3089	0.8289
3443.4921	0.8827	3443.5429	0.7631	3443.6024	0.7132	3444.5488	0.8227
3442.5976	0.8436	3444.4418	0.7630	3444.4977	0.7107	3442.3119	0.8193
3443.4935	0.8767	3444.4439	0.7321	3444.4990	0.7275	3444.5503	0.8246
3444.3891	0.8773	3443.5501	0.7325	3443.6043	0.7398	3444.5523	0.8229
3443.4958	0.8865	3444.4454	0.7617	3444.5007	0.7231	3442.3152	0.8076
3442.6016	0.8581	3443.5545	0.7346	3443.6057	0.7406	3444.5538	0.8488
3443.4971	0.8433	3444.4550	0.7184	3444.5022	0.7092	3442.3170	0.8483
3444.3932	0.8825	3443.5598	0.7216	3444.5037	0.7153	3444.5557	0.8455
3442.6031	0.8353	3443.5613	0.6964	3444.5051	0.7086	3444.5572	0.8429
3443.4990	0.8360	3444.4568	0.6985	3443.6110	0.7658	3442.3198	0.8412
3443.5004	0.8473	3444.4582	0.7139	3444.5073	0.7187	3442.3217	0.8299
3444.3978	0.8153	3444.4598	0.7267	3443.6124	0.7635	3444.5602	0.8281
3443.5052	0.8561	3444.4612	0.7325	3444.5089	0.7687	3444.5617	0.8271
3443.5132	0.8407	3443.5673	0.7023	3443.6143	0.7552	3442.3246	0.8303
3444.4086	0.8147	3444.4662	0.7069	3443.6156	0.7397	3444.5635	0.8278
3443.5147	0.8317	3443.5716	0.7063	3444.5110	0.7527	3442.3267	0.8493
3444.4108	0.7745	3444.4679	0.6983	3443.6174	0.7382	3444.5652	0.8841
3443.5167	0.8274	3443.5739	0.7189	3444.5130	0.7126	3444.5673	0.8572
3443.5181	0.8215	3443.5753	0.7264	3443.6188	0.7569	3442.3301	0.8650
3444.4140	0.8267	3444.4717	0.6923	3444.5148	0.7275	3444.5692	0.8436
3443.5202	0.8201	3443.5785	0.6961	3443.6209	0.7711	3442.3319	0.8464
3443.5219	0.7997	3444.4751	0.7062	3444.5162	0.7529	3444.5712	0.9007
3444.4191	0.7811	3443.5802	0.6907	3443.6223	0.7749	3444.5727	0.8758

EK 3 DN Boo'nun R bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR
3442.3351	0.8294	3442.4166	0.7467	3442.4910	0.7153	3442.5598	0.8585
3442.3369	0.8965	3443.3122	0.7926	3442.4952	0.7378	3443.4565	0.9000
3442.3390	0.8985	3443.3141	0.7674	3442.4977	0.7362	3442.5629	0.8858
3444.5769	0.9087	3442.4203	0.7510	3442.4993	0.7371	3443.4599	0.9116
3444.5792	0.9043	3443.3160	0.7435	3442.5018	0.7374	3442.5648	0.8768
3442.3416	0.8911	3443.3175	0.7284	3442.5045	0.7438	3442.5673	0.8920
3444.5817	0.8946	3442.4225	0.7682	3442.5098	0.7445	3443.4632	0.8877
3444.5859	0.8973	3443.3211	0.7489	3443.4055	0.7579	3442.5706	0.9036
3444.5874	0.9144	3442.4275	0.7430	3443.4078	0.7882	3443.4674	0.8931
3444.5928	0.9170	3443.3230	0.7548	3442.5138	0.7520	3443.4692	0.8973
3442.3557	0.8907	3443.3246	0.7244	3443.4096	0.7835	3443.4707	0.9044
3442.3595	0.8999	3443.3265	0.7084	3443.4117	0.7940	3444.3663	0.9138
3442.3610	0.9037	3443.3279	0.7541	3443.4134	0.7586	3443.4724	0.8916
3444.5992	0.8741	3443.3298	0.7153	3443.4160	0.7997		
3444.6027	0.8875	3442.4351	0.7310	3443.4175	0.7928		
3442.3663	0.8919	3443.3316	0.7628	3443.4198	0.7907		
3442.3680	0.8777	3442.4378	0.7628	3443.4213	0.7948		
3442.3706	0.8910	3443.3337	0.7177	3443.4234	0.8017		
3444.6097	0.8839	3442.4393	0.7451	3443.4249	0.8080		
3442.3724	0.8719	3443.3353	0.7144	3442.5335	0.8289		
3442.3742	0.8770	3442.4411	0.7215	3443.4302	0.8064		
3444.6129	0.8610	3443.3372	0.7309	3442.5354	0.8460		
3442.3758	0.8751	3443.3387	0.7308	3443.4325	0.8139		
3442.3786	0.8787	3443.3411	0.7031	3443.4342	0.8338		
3444.6181	0.8696	3443.3428	0.7237	3442.5405	0.8407		
3442.3805	0.8353	3442.4481	0.7192	3443.4365	0.8530		
3442.3826	0.8482	3443.3471	0.7194	3443.4380	0.8250		
3442.3842	0.8572	3443.3489	0.7296	3442.5445	0.8706		
3442.3860	0.8311	3442.4566	0.7055	3443.4403	0.8508		
3442.3874	0.8163	3443.3523	0.7174	3442.5461	0.8631		
3442.3955	0.8054	3443.3574	0.6962	3443.4422	0.8626		
3442.4042	0.7764	3442.4668	0.7199	3442.5490	0.8514		
3442.4068	0.7830	3442.4701	0.7268	3443.4457	0.8436		
3443.3026	0.7606	3442.4750	0.7066	3442.5508	0.8641		
3443.3044	0.8223	3442.4769	0.6963	3443.4478	0.8593		
3442.4096	0.7607	3442.4800	0.7126	3442.5532	0.8786		
3442.4116	0.7844	3442.4815	0.7118	3443.4494	0.8691		
3443.3086	0.8060	3442.4845	0.6999	3442.5549	0.8539		
3442.4147	0.7874	3442.4860	0.7238	3443.4518	0.8654		
3443.3100	0.7501	3442.4893	0.7275	3442.5579	0.8678		

EK 4 FT UMa'nın B bandı fotometrik gözlem verisi

HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB
3351.3000	-0.5483	3351.4820	-0.5535	3351.6331	-0.5490	3352.3809	-0.4710
3351.3021	-0.5240	3351.4852	-0.5512	3351.6346	-0.5427	3352.3850	-0.4840
3351.3103	-0.5284	3351.4874	-0.5575	3351.6399	-0.5584	3352.3865	-0.4888
3351.3119	-0.5295	3351.4940	-0.5624	3351.6428	-0.5261	3352.3910	-0.4902
3351.3146	-0.5204	3351.4955	-0.5413	3351.6473	-0.5204	3352.3937	-0.4890
3351.3162	-0.5246	3351.4989	-0.5495	3351.6522	-0.5186	3352.3953	-0.4861
3351.3196	-0.5192	3351.5010	-0.5660	3351.6538	-0.4862	3352.4003	-0.4830
3351.3260	-0.5262	3351.5045	-0.5487	3351.6570	-0.5178	3352.4032	-0.4956
3351.3277	-0.5449	3351.5062	-0.5573	3351.6584	-0.5057	3352.4047	-0.5046
3351.3375	-0.4888	3351.5093	-0.5718	3352.2416	-0.5937	3352.4091	-0.5064
3351.3401	-0.4990	3351.5109	-0.5624	3352.2449	-0.5784	3352.4117	-0.5011
3351.3477	-0.5138	3351.5140	-0.5777	3352.2470	-0.5999	3352.4134	-0.5089
3351.3511	-0.4967	3351.5163	-0.5721	3352.2504	-0.5685	3352.4163	-0.5161
3351.3638	-0.4840	3351.5193	-0.5766	3352.2566	-0.5648	3352.4256	-0.5167
3351.3694	-0.4793	3351.5212	-0.5925	3352.2583	-0.5818	3352.4378	-0.5247
3351.3711	-0.4856	3351.5278	-0.5929	3352.2616	-0.5913	3352.4412	-0.5275
3351.3747	-0.4859	3351.5310	-0.5996	3352.2634	-0.5703	3352.4432	-0.5303
3351.3766	-0.4572	3351.5336	-0.5877	3352.2687	-0.5211	3352.4462	-0.5446
3351.3799	-0.4662	3351.5367	-0.5982	3352.2706	-0.5639	3352.4484	-0.5492
3351.3818	-0.4640	3351.5384	-0.6058	3352.2735	-0.5340	3352.4545	-0.5549
3351.3848	-0.4636	3351.5441	-0.5707	3352.2755	-0.5102	3352.4608	-0.5513
3351.3863	-0.4553	3351.5478	-0.5846	3352.2866	-0.5266	3352.4638	-0.5630
3351.3892	-0.4582	3351.5494	-0.5822	3352.2921	-0.5325	3352.4655	-0.5556
3351.3910	-0.4653	3351.5532	-0.5867	3352.2938	-0.5035	3352.4682	-0.5437
3351.3970	-0.4592	3351.5552	-0.5815	3352.3023	-0.5465	3352.4772	-0.5703
3351.4015	-0.4520	3351.5582	-0.5759	3352.3088	-0.5216	3352.4786	-0.5726
3351.4032	-0.4497	3351.5597	-0.5811	3352.3138	-0.5174	3352.4818	-0.5904
3351.4075	-0.4667	3351.5631	-0.5833	3352.3173	-0.5169	3352.4835	-0.5820
3351.4092	-0.4497	3351.5647	-0.5761	3352.3191	-0.5367	3352.4867	-0.5734
3351.4283	-0.4987	3351.5681	-0.5795	3352.3222	-0.5224	3352.4882	-0.5790
3351.4317	-0.5134	3351.5723	-0.5917	3352.3242	-0.5018	3352.4915	-0.5718
3351.4346	-0.5209	3351.5738	-0.5774	3352.3278	-0.5072	3352.4930	-0.5823
3351.4377	-0.5239	3351.5800	-0.5737	3352.3294	-0.5174	3352.4957	-0.5970
3351.4397	-0.5320	3351.5849	-0.5841	3352.3327	-0.5196	3352.4973	-0.5750
3351.4446	-0.5293	3351.5880	-0.5948	3352.3344	-0.4896	3352.5032	-0.5941
3351.4463	-0.5116	3351.5896	-0.5744	3352.3387	-0.4772	3352.5058	-0.5674
3351.4499	-0.5305	3351.5927	-0.5728	3352.3430	-0.5083	3352.5073	-0.5788
3351.4520	-0.5151	3351.5968	-0.5807	3352.3571	-0.4698	3352.5123	-0.5739
3351.4609	-0.5287	3351.5991	-0.5772	3352.3620	-0.4680	3352.5216	-0.5698
3351.4651	-0.5426	3351.6179	-0.5749	3352.3668	-0.4713	3352.5248	-0.5865
3351.4669	-0.5407	3351.6228	-0.5485	3352.3732	-0.4625	3352.5262	-0.5714
3351.4805	-0.5475	3351.6287	-0.5507	3352.3778	-0.4610	3352.5310	-0.5821

EK 4 FT UMa'nın B bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB
3352.5337	-0.5841	3353.3077	-0.4774	3353.4281	-0.5448	3353.5620	-0.5679
3352.5352	-0.6142	3353.3095	-0.4931	3353.4327	-0.5485	3353.5689	-0.5332
3352.5381	-0.5873	3353.3126	-0.5143	3353.4350	-0.5295	3353.5809	-0.5260
3352.5398	-0.5726	3353.3165	-0.4887	3353.4382	-0.5249	3353.5825	-0.5201
3352.5425	-0.6048	3353.3180	-0.4658	3353.4396	-0.5438	3353.6006	-0.5735
3352.5448	-0.6136	3353.3205	-0.4737	3353.4440	-0.5506	3353.6022	-0.5468
3352.5497	-0.5806	3353.3231	-0.4788	3353.4510	-0.5335	3353.6059	-0.5524
3352.5527	-0.6044	3353.3308	-0.4999	3353.4525	-0.5595	3353.6073	-0.5237
3352.5545	-0.5952	3353.3325	-0.4848	3353.4612	-0.5677	3353.6123	-0.5240
3352.5579	-0.5904	3353.3358	-0.4587	3353.4638	-0.5543	3353.6154	-0.5356
3352.5594	-0.5860	3353.3375	-0.4752	3353.4657	-0.5480	3353.6240	-0.5308
3352.5638	-0.5665	3353.3400	-0.4614	3353.4709	-0.5566	3353.6254	-0.5022
3352.5681	-0.5932	3353.3418	-0.4695	3353.4738	-0.5566	3353.6295	-0.5181
3352.5729	-0.5765	3353.3478	-0.4639	3353.4797	-0.5544	3353.6320	-0.5119
3352.5758	-0.5753	3353.3569	-0.4484	3353.4823	-0.5514	3353.6359	-0.4823
3352.5773	-0.5724	3353.3595	-0.4710	3353.4864	-0.5462	3353.6464	-0.4790
3352.5828	-0.5872	3353.3639	-0.4621	3353.4877	-0.5495	3353.6506	-0.4797
3352.5854	-0.5861	3353.3681	-0.4535	3353.4907	-0.5832	3353.6531	-0.5021
3352.5868	-0.5623	3353.3695	-0.4756	3353.4947	-0.5858	3353.6543	-0.4668
3352.5896	-0.5514	3353.3742	-0.4794	3353.4961	-0.5659	3354.2178	-0.5561
3352.5981	-0.5578	3353.3772	-0.4762	3353.4994	-0.5507	3354.2214	-0.5735
3352.5995	-0.5693	3353.3786	-0.4963	3353.5011	-0.5550	3354.2231	-0.5548
3352.6023	-0.5666	3353.3815	-0.4912	3353.5038	-0.5542	3354.2262	-0.5388
3352.6039	-0.5688	3353.3828	-0.4943	3353.5053	-0.5793	3354.2311	-0.5805
3352.6410	-0.4982	3353.3853	-0.4965	3353.5108	-0.5739	3354.2331	-0.5545
3352.6500	-0.5343	3353.3867	-0.4921	3353.5144	-0.5701	3354.2455	-0.5188
3352.6514	-0.5167	3353.3893	-0.4938	3353.5160	-0.5615	3354.2489	-0.5794
3352.6536	-0.5089	3353.3907	-0.5143	3353.5188	-0.5899	3354.2631	-0.5229
3352.6591	-0.5226	3353.3934	-0.5200	3353.5214	-0.5699	3354.2744	-0.5376
3353.2145	-0.5991	3353.3951	-0.4783	3353.5245	-0.5721	3354.2794	-0.5249
3353.2174	-0.5726	3353.3974	-0.4876	3353.5262	-0.5707	3354.2858	-0.4974
3353.2190	-0.5736	3353.3989	-0.4911	3353.5305	-0.5629	3354.2913	-0.5110
3353.2327	-0.5770	3353.4014	-0.4949	3353.5336	-0.5683	3354.2973	-0.5083
3353.2360	-0.5834	3353.4028	-0.5067	3353.5355	-0.5762	3354.3001	-0.5000
3353.2429	-0.5739	3353.4054	-0.5026	3353.5383	-0.5758	3354.3018	-0.4880
3353.2480	-0.5535	3353.4068	-0.4969	3353.5403	-0.5795	3354.3049	-0.4920
3353.2650	-0.5490	3353.4094	-0.5182	3353.5430	-0.5761	3354.3065	-0.4868
3353.2868	-0.5298	3353.4109	-0.5083	3353.5444	-0.5779	3354.3107	-0.4850
3353.2883	-0.5108	3353.4149	-0.5379	3353.5471	-0.5744	3354.3137	-0.4582
3353.2911	-0.4875	3353.4181	-0.5393	3353.5485	-0.5615	3354.3152	-0.4643
3353.2976	-0.5119	3353.4196	-0.5187	3353.5531	-0.5642	3354.3202	-0.4621
3353.3021	-0.4778	3353.4265	-0.5356	3353.5580	-0.5741	3354.3228	-0.4546

EK 4 FT UMa'nın B bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB	HJD 2450000+	ΔB
3354.3248	-0.4711	3354.4045	-0.5438	3354.4740	-0.5710	3354.5566	-0.5875
3354.3276	-0.4689	3354.4059	-0.5560	3354.4754	-0.5691	3354.5593	-0.5715
3354.3292	-0.4534	3354.4090	-0.5562	3354.4784	-0.5749	3354.5607	-0.5603
3354.3330	-0.4672	3354.4105	-0.5634	3354.4800	-0.5819	3354.5695	-0.5610
3354.3345	-0.4593	3354.4145	-0.5496	3354.4830	-0.5912	3354.5724	-0.5188
3354.3414	-0.4753	3354.4172	-0.5533	3354.4878	-0.5953	3354.5765	-0.5611
3354.3465	-0.4674	3354.4185	-0.5425	3354.4891	-0.6102	3354.5779	-0.5615
3354.3521	-0.4693	3354.4236	-0.5418	3354.4922	-0.6042	3354.5807	-0.5454
3354.3569	-0.4688	3354.4281	-0.5362	3354.4937	-0.5966	3354.5859	-0.5359
3354.3629	-0.4784	3354.4341	-0.5599	3354.4972	-0.5936	3354.5904	-0.5404
3354.3717	-0.4973	3354.4366	-0.5764	3354.4987	-0.5944	3354.5918	-0.5174
3354.3746	-0.4953	3354.4381	-0.5835	3354.5211	-0.5786	3354.5945	-0.5112
3354.3764	-0.5235	3354.4451	-0.5510	3354.5259	-0.5820	3354.6048	-0.4989
3354.3840	-0.5110	3354.4479	-0.5523	3354.5292	-0.5800	3354.6305	-0.4970
3354.3870	-0.5018	3354.4494	-0.5755	3354.5307	-0.5694	3354.6318	-0.5170
3354.3916	-0.5323	3354.4518	-0.5814	3354.5337	-0.5804	3354.6345	-0.5041
3354.3932	-0.5244	3354.4535	-0.5636	3354.5351	-0.5807	3354.6359	-0.4707
3354.3956	-0.5224	3354.4618	-0.5860	3354.5375	-0.5932	3354.6389	-0.4567
3354.3974	-0.5286	3354.4648	-0.6047	3354.5389	-0.5992	3354.6437	-0.5005
3354.3999	-0.5068	3354.4663	-0.6136	3354.5525	-0.5674		
3354.4016	-0.5065	3354.4712	-0.5826	3354.5552	-0.5738		

EK 5 FT UMa'nın V bandı fotometrik gözlem verisi

HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV
3351.3001	-0.3919	3351.4807	-0.4145	3351.6230	-0.4068	3352.3622	-0.3119
3351.3023	-0.4174	3351.4822	-0.4113	3351.6288	-0.3684	3352.3642	-0.3300
3351.3058	-0.3742	3351.4854	-0.4220	3351.6333	-0.4147	3352.3670	-0.3358
3351.3105	-0.4276	3351.4876	-0.4297	3351.6348	-0.4167	3352.3687	-0.3434
3351.3121	-0.3946	3351.4942	-0.4229	3351.6384	-0.3855	3352.3716	-0.3243
3351.3148	-0.4032	3351.4957	-0.3974	3351.6401	-0.4012	3352.3765	-0.3219
3351.3164	-0.3942	3351.4990	-0.4111	3351.6445	-0.3704	3352.3779	-0.3171
3351.3198	-0.3918	3351.5012	-0.4305	3351.6475	-0.3764	3352.3810	-0.3229
3351.3215	-0.3757	3351.5047	-0.4364	3351.6490	-0.3727	3352.3852	-0.3412
3351.3262	-0.3651	3351.5064	-0.4334	3351.6523	-0.3525	3352.3867	-0.3335
3351.3376	-0.3819	3351.5095	-0.4326	3351.6539	-0.3376	3352.3895	-0.3441
3351.3403	-0.3269	3351.5111	-0.4479	3351.6572	-0.3848	3352.3912	-0.3489
3351.3479	-0.3558	3351.5142	-0.4493	3351.6586	-0.3576	3352.3939	-0.3527
3351.3513	-0.3453	3351.5165	-0.4606	3352.2418	-0.4375	3352.3954	-0.3665
3351.3570	-0.3188	3351.5195	-0.4553	3352.2451	-0.4472	3352.4004	-0.3393
3351.3590	-0.3260	3351.5214	-0.4691	3352.2568	-0.4103	3352.4033	-0.3482
3351.3639	-0.3529	3351.5280	-0.4690	3352.2585	-0.4344	3352.4049	-0.3563
3351.3696	-0.3361	3351.5338	-0.4612	3352.2618	-0.4499	3352.4093	-0.3695
3351.3713	-0.3496	3351.5369	-0.4686	3352.2689	-0.4161	3352.4119	-0.3768
3351.3749	-0.3495	3351.5386	-0.4719	3352.2708	-0.4038	3352.4136	-0.3776
3351.3768	-0.3250	3351.5416	-0.4646	3352.2736	-0.3909	3352.4164	-0.3752
3351.3801	-0.3317	3351.5443	-0.4378	3352.2756	-0.4083	3352.4258	-0.3921
3351.3820	-0.3367	3351.5480	-0.4507	3352.2868	-0.3987	3352.4308	-0.4185
3351.3850	-0.3353	3351.5496	-0.4609	3352.2885	-0.3919	3352.4323	-0.3814
3351.3864	-0.3085	3351.5534	-0.4691	3352.2923	-0.4034	3352.4380	-0.4028
3351.3893	-0.3113	3351.5554	-0.4476	3352.2939	-0.3985	3352.4414	-0.4269
3351.3912	-0.3264	3351.5584	-0.4404	3352.3025	-0.3961	3352.4433	-0.3974
3351.3972	-0.3250	3351.5599	-0.4592	3352.3043	-0.3803	3352.4464	-0.4011
3351.4033	-0.3250	3351.5632	-0.4530	3352.3090	-0.3599	3352.4486	-0.4138
3351.4077	-0.3386	3351.5649	-0.4436	3352.3140	-0.3952	3352.4547	-0.4177
3351.4094	-0.3224	3351.5683	-0.4544	3352.3175	-0.3918	3352.4610	-0.4301
3351.4285	-0.3733	3351.5725	-0.4482	3352.3244	-0.3712	3352.4640	-0.4365
3351.4319	-0.3857	3351.5740	-0.4383	3352.3280	-0.3755	3352.4657	-0.4254
3351.4347	-0.3790	3351.5802	-0.4308	3352.3296	-0.3652	3352.4684	-0.4228
3351.4399	-0.3935	3351.5851	-0.4345	3352.3329	-0.3727	3352.4703	-0.4358
3351.4448	-0.3816	3351.5882	-0.4461	3352.3346	-0.3588	3352.4730	-0.4303
3351.4465	-0.3819	3351.5898	-0.4367	3352.3389	-0.3371	3352.4745	-0.4438
3351.4500	-0.3981	3351.5929	-0.4317	3352.3416	-0.3382	3352.4773	-0.4431
3351.4522	-0.3656	3351.5970	-0.4317	3352.3432	-0.3617	3352.4788	-0.4313
3351.4611	-0.3746	3351.5993	-0.4338	3352.3546	-0.3358	3352.4820	-0.4414
3351.4653	-0.3996	3351.6166	-0.4238	3352.3573	-0.3382	3352.4836	-0.4307
3351.4671	-0.4106	3351.6181	-0.4200	3352.3593	-0.3249	3352.4869	-0.4371

EK 5 FT UMa'nın V bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV
3352.4884	-0.4512	3352.6592	-0.3691	3353.3774	-0.3398	3353.4866	-0.4324
3352.4917	-0.4530	3353.2176	-0.4553	3353.3788	-0.3478	3353.4879	-0.4463
3352.4932	-0.4403	3353.2192	-0.4755	3353.3817	-0.3657	3353.4909	-0.4627
3352.4959	-0.4502	3353.2253	-0.4574	3353.3830	-0.3397	3353.4949	-0.4591
3352.4975	-0.4409	3353.2329	-0.4313	3353.3855	-0.3352	3353.4963	-0.4466
3352.5033	-0.4641	3353.2362	-0.4647	3353.3868	-0.3544	3353.5013	-0.4358
3352.5060	-0.4570	3353.2378	-0.4488	3353.3895	-0.3639	3353.5040	-0.4465
3352.5104	-0.4580	3353.2406	-0.4388	3353.3908	-0.3615	3353.5055	-0.4537
3352.5125	-0.4448	3353.2431	-0.4242	3353.3936	-0.3704	3353.5110	-0.4634
3352.5218	-0.4473	3353.2463	-0.4399	3353.3953	-0.3413	3353.5146	-0.4556
3352.5249	-0.4685	3353.2482	-0.4383	3353.3976	-0.3455	3353.5161	-0.4478
3352.5264	-0.4509	3353.2509	-0.4467	3353.3990	-0.3640	3353.5190	-0.4480
3352.5297	-0.4484	3353.2525	-0.4084	3353.4016	-0.3746	3353.5215	-0.4479
3352.5312	-0.4511	3353.2571	-0.3841	3353.4030	-0.3646	3353.5247	-0.4541
3352.5339	-0.4541	3353.2651	-0.4229	3353.4056	-0.3730	3353.5264	-0.4518
3352.5383	-0.4720	3353.2870	-0.3876	3353.4070	-0.3776	3353.5293	-0.4439
3352.5427	-0.4513	3353.2885	-0.3810	3353.4096	-0.3697	3353.5307	-0.4475
3352.5449	-0.4618	3353.2912	-0.3344	3353.4110	-0.3972	3353.5338	-0.4450
3352.5499	-0.4601	3353.2928	-0.3567	3353.4151	-0.4008	3353.5357	-0.4563
3352.5529	-0.4701	3353.2962	-0.3637	3353.4183	-0.3958	3353.5385	-0.4573
3352.5547	-0.4486	3353.2977	-0.3640	3353.4198	-0.3795	3353.5405	-0.4245
3352.5581	-0.4462	3353.3004	-0.3450	3353.4267	-0.4025	3353.5432	-0.4447
3352.5596	-0.4466	3353.3078	-0.3742	3353.4282	-0.4204	3353.5473	-0.4330
3352.5623	-0.4423	3353.3097	-0.3362	3353.4329	-0.4196	3353.5486	-0.4611
3352.5639	-0.4568	3353.3128	-0.3406	3353.4352	-0.4071	3353.5514	-0.4447
3352.5667	-0.4577	3353.3167	-0.3479	3353.4384	-0.4022	3353.5533	-0.4408
3352.5683	-0.4390	3353.3182	-0.3431	3353.4398	-0.3945	3353.5582	-0.4498
3352.5731	-0.4403	3353.3207	-0.3294	3353.4424	-0.4018	3353.5622	-0.4299
3352.5760	-0.4387	3353.3282	-0.3295	3353.4442	-0.4117	3353.5691	-0.4457
3352.5775	-0.4339	3353.3310	-0.3364	3353.4467	-0.4004	3353.5811	-0.4305
3352.5830	-0.4442	3353.3327	-0.3506	3353.4482	-0.3998	3353.6008	-0.4044
3352.5856	-0.4434	3353.3377	-0.3339	3353.4512	-0.4113	3353.6060	-0.4063
3352.5898	-0.4298	3353.3402	-0.3303	3353.4527	-0.4193	3353.6074	-0.3920
3352.5911	-0.4174	3353.3420	-0.3126	3353.4555	-0.3989	3353.6125	-0.3858
3352.5957	-0.4128	3353.3464	-0.3314	3353.4571	-0.3991	3353.6156	-0.3863
3352.5983	-0.4068	3353.3526	-0.3134	3353.4614	-0.4206	3353.6215	-0.3901
3352.5997	-0.4331	3353.3571	-0.3117	3353.4640	-0.4163	3353.6242	-0.3846
3352.6041	-0.4239	3353.3641	-0.3300	3353.4659	-0.4222	3353.6256	-0.3695
3352.6502	-0.3896	3353.3657	-0.3449	3353.4711	-0.4380	3353.6283	-0.3620
3352.6515	-0.3682	3353.3683	-0.3325	3353.4756	-0.4428	3353.6296	-0.3753
3352.6538	-0.3622	3353.3696	-0.3191	3353.4799	-0.4374	3353.6322	-0.3784
3352.6552	-0.3487	3353.3744	-0.3456	3353.4825	-0.4318	3353.6361	-0.3279

EK 5 FT UMa'nın V bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV	HJD 2450000+	ΔV
3353.6416	-0.3811	3354.3347	-0.3254	3354.4326	-0.4127	3354.5595	-0.4263
3353.6466	-0.3386	3354.3371	-0.3366	3354.4383	-0.4408	3354.5656	-0.4329
3353.6532	-0.3568	3354.3388	-0.3075	3354.4495	-0.4345	3354.5697	-0.4170
3353.6545	-0.3319	3354.3416	-0.3276	3354.4520	-0.4205	3354.5767	-0.4185
3354.2402	-0.4105	3354.3432	-0.3552	3354.4536	-0.4385	3354.5781	-0.4123
3354.2541	-0.4052	3354.3467	-0.3402	3354.4577	-0.4334	3354.5808	-0.4118
3354.2567	-0.4171	3354.3523	-0.3116	3354.4603	-0.4281	3354.5822	-0.4365
3354.2611	-0.4163	3354.3570	-0.3314	3354.4650	-0.4650	3354.5847	-0.4425
3354.2714	-0.3889	3354.3600	-0.3441	3354.4665	-0.4613	3354.5861	-0.4021
3354.2746	-0.3935	3354.3631	-0.3428	3354.4713	-0.4543	3354.5906	-0.4154
3354.2796	-0.3923	3354.3647	-0.3429	3354.4742	-0.4510	3354.5920	-0.3809
3354.2860	-0.3852	3354.3719	-0.3597	3354.4755	-0.4495	3354.5947	-0.3664
3354.2886	-0.3608	3354.3747	-0.3732	3354.4786	-0.4477	3354.5961	-0.4204
3354.2915	-0.3967	3354.3765	-0.3833	3354.4802	-0.4629	3354.5990	-0.4278
3354.2932	-0.3382	3354.3842	-0.3916	3354.4832	-0.4639	3354.6009	-0.4042
3354.2975	-0.3548	3354.3918	-0.3939	3354.4852	-0.4474	3354.6050	-0.3601
3354.3003	-0.3771	3354.3934	-0.3830	3354.4880	-0.4482	3354.6115	-0.4096
3354.3020	-0.3345	3354.3958	-0.3654	3354.4924	-0.4766	3354.6148	-0.3842
3354.3051	-0.3483	3354.3976	-0.3995	3354.4974	-0.4663	3354.6163	-0.3892
3354.3067	-0.3352	3354.4000	-0.3976	3354.4989	-0.4548	3354.6202	-0.3382
3354.3109	-0.3181	3354.4018	-0.3842	3354.5213	-0.4524	3354.6239	-0.3489
3354.3139	-0.3219	3354.4047	-0.4038	3354.5261	-0.4573	3354.6266	-0.3700
3354.3154	-0.3327	3354.4061	-0.4172	3354.5293	-0.4560	3354.6320	-0.3608
3354.3204	-0.3395	3354.4092	-0.4197	3354.5339	-0.4362	3354.6347	-0.3554
3354.3230	-0.3219	3354.4132	-0.4230	3354.5352	-0.4537	3354.6361	-0.3359
3354.3250	-0.3433	3354.4147	-0.4185	3354.5376	-0.4520	3354.6391	-0.3108
3354.3278	-0.3264	3354.4173	-0.4252	3354.5390	-0.4625	3354.6439	-0.3432
3354.3294	-0.3181	3354.4187	-0.4259	3354.5433	-0.4693	3354.6455	-0.3066
3354.3332	-0.3335	3354.4238	-0.4154	3354.5511	-0.4427		

EK 6 FT UMa'nın R bandı fotometrik gözlem verisi

HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR
3351.3003	-0.3090	3351.4502	-0.3196	3351.5995	-0.3576	3352.3595	-0.2511
3351.3024	-0.3147	3351.4524	-0.3160	3351.6024	-0.3536	3352.3624	-0.2254
3351.3060	-0.3135	3351.4613	-0.3136	3351.6168	-0.3518	3352.3644	-0.2513
3351.3107	-0.3145	3351.4654	-0.3152	3351.6183	-0.3491	3352.3672	-0.2531
3351.3123	-0.3285	3351.4673	-0.3325	3351.6216	-0.3446	3352.3717	-0.2307
3351.3149	-0.3398	3351.4808	-0.3360	3351.6232	-0.3295	3352.3766	-0.2501
3351.3165	-0.3067	3351.4824	-0.3343	3351.6290	-0.3057	3352.3812	-0.2400
3351.3200	-0.3103	3351.4856	-0.3450	3351.6335	-0.3461	3352.3828	-0.2403
3351.3217	-0.3107	3351.4944	-0.3317	3351.6350	-0.3446	3352.3854	-0.2551
3351.3263	-0.2908	3351.4959	-0.3143	3351.6403	-0.3319	3352.3868	-0.2660
3351.3281	-0.3303	3351.4992	-0.3290	3351.6431	-0.2790	3352.3896	-0.2607
3351.3378	-0.2886	3351.5014	-0.3540	3351.6477	-0.3109	3352.3914	-0.2686
3351.3405	-0.2627	3351.5048	-0.3535	3351.6492	-0.3062	3352.3941	-0.2882
3351.3481	-0.2922	3351.5065	-0.3681	3351.6525	-0.2833	3352.3956	-0.2721
3351.3515	-0.2703	3351.5096	-0.3558	3351.6574	-0.2948	3352.4006	-0.2728
3351.3572	-0.2295	3351.5113	-0.3525	3351.6588	-0.2924	3352.4035	-0.2806
3351.3591	-0.2407	3351.5144	-0.3626	3352.2420	-0.3448	3352.4051	-0.2766
3351.3641	-0.2787	3351.5167	-0.3742	3352.2453	-0.3497	3352.4080	-0.2967
3351.3659	-0.2327	3351.5196	-0.3622	3352.2570	-0.3674	3352.4121	-0.2936
3351.3698	-0.2460	3351.5216	-0.3811	3352.2587	-0.3788	3352.4138	-0.2943
3351.3715	-0.2722	3351.5282	-0.3882	3352.2638	-0.3816	3352.4166	-0.2900
3351.3750	-0.2634	3351.5340	-0.3716	3352.2710	-0.3412	3352.4260	-0.2983
3351.3769	-0.2518	3351.5445	-0.3796	3352.2758	-0.3125	3352.4325	-0.2955
3351.3803	-0.2569	3351.5482	-0.3915	3352.2870	-0.3199	3352.4416	-0.3424
3351.3822	-0.2455	3351.5498	-0.3807	3352.2925	-0.3332	3352.4435	-0.3279
3351.3852	-0.2610	3351.5536	-0.3871	3352.2941	-0.3002	3352.4466	-0.3321
3351.3866	-0.2352	3351.5556	-0.3795	3352.2998	-0.3434	3352.4488	-0.3318
3351.3895	-0.2426	3351.5586	-0.3675	3352.3045	-0.3066	3352.4549	-0.3335
3351.3914	-0.2578	3351.5601	-0.3822	3352.3141	-0.3152	3352.4592	-0.3358
3351.3974	-0.2343	3351.5634	-0.3796	3352.3177	-0.3092	3352.4612	-0.3393
3351.4079	-0.2589	3351.5651	-0.3794	3352.3194	-0.3056	3352.4642	-0.3458
3351.4096	-0.2595	3351.5684	-0.3681	3352.3226	-0.2959	3352.4658	-0.3321
3351.4203	-0.2608	3351.5727	-0.3714	3352.3246	-0.2830	3352.4686	-0.3419
3351.4220	-0.2392	3351.5742	-0.3645	3352.3282	-0.3117	3352.4732	-0.3441
3351.4262	-0.2655	3351.5803	-0.3774	3352.3297	-0.2828	3352.4746	-0.3632
3351.4287	-0.2932	3351.5835	-0.3788	3352.3331	-0.2892	3352.4775	-0.3606
3351.4320	-0.2905	3351.5853	-0.3601	3352.3348	-0.2657	3352.4790	-0.3578
3351.4349	-0.3032	3351.5884	-0.3765	3352.3375	-0.2555	3352.4822	-0.3779
3351.4381	-0.2941	3351.5900	-0.3406	3352.3391	-0.2591	3352.4838	-0.3769
3351.4401	-0.3022	3351.5931	-0.3446	3352.3434	-0.2877	3352.4871	-0.3765
3351.4449	-0.3027	3351.5946	-0.3545	3352.3548	-0.2495	3352.4886	-0.3731
3351.4467	-0.3221	3351.5972	-0.3583	3352.3575	-0.2592	3352.4919	-0.3814

EK 6 FT UMa'nın R bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR
3352.4934	-0.3535	3353.2235	-0.3522	3353.3857	-0.2747	3353.5015	-0.3725
3352.4961	-0.3713	3353.2255	-0.3797	3353.3870	-0.2784	3353.5042	-0.3811
3352.4976	-0.3560	3353.2331	-0.3449	3353.3897	-0.3006	3353.5057	-0.3892
3352.5035	-0.3876	3353.2363	-0.3686	3353.3910	-0.2730	3353.5112	-0.3800
3352.5061	-0.3713	3353.2380	-0.3783	3353.3938	-0.3108	3353.5148	-0.3619
3352.5106	-0.3784	3353.2465	-0.3268	3353.3955	-0.2773	3353.5163	-0.3688
3352.5127	-0.3745	3353.2527	-0.3289	3353.3978	-0.2701	3353.5192	-0.3772
3352.5162	-0.3659	3353.2653	-0.3419	3353.4018	-0.2813	3353.5217	-0.3709
3352.5177	-0.3677	3353.2844	-0.2889	3353.4032	-0.2902	3353.5248	-0.3732
3352.5204	-0.3643	3353.2871	-0.3295	3353.4058	-0.2886	3353.5266	-0.3784
3352.5220	-0.3777	3353.2887	-0.3144	3353.4071	-0.3019	3353.5294	-0.3658
3352.5251	-0.3951	3353.2914	-0.2750	3353.4098	-0.3007	3353.5340	-0.3657
3352.5266	-0.3903	3353.2930	-0.2876	3353.4153	-0.3239	3353.5359	-0.3790
3352.5299	-0.3852	3353.2979	-0.2860	3353.4184	-0.3319	3353.5387	-0.3679
3352.5314	-0.3801	3353.3006	-0.2543	3353.4200	-0.3013	3353.5407	-0.3510
3352.5341	-0.3814	3353.3080	-0.3007	3353.4269	-0.3174	3353.5434	-0.3570
3352.5356	-0.3996	3353.3099	-0.2651	3353.4284	-0.3400	3353.5475	-0.3664
3352.5385	-0.3895	3353.3144	-0.2568	3353.4331	-0.3320	3353.5535	-0.3682
3352.5429	-0.3691	3353.3168	-0.2639	3353.4354	-0.3138	3353.5584	-0.3728
3352.5451	-0.3765	3353.3184	-0.2688	3353.4385	-0.3119	3353.5624	-0.3650
3352.5500	-0.3854	3353.3209	-0.2446	3353.4399	-0.3096	3353.5650	-0.3275
3352.5531	-0.4055	3353.3312	-0.2744	3353.4443	-0.3416	3353.5693	-0.3689
3352.5549	-0.3732	3353.3329	-0.2865	3353.4469	-0.3166	3353.5829	-0.3259
3352.5583	-0.3744	3353.3362	-0.2659	3353.4514	-0.3418	3353.5863	-0.3075
3352.5598	-0.3876	3353.3379	-0.2723	3353.4529	-0.3375	3353.5980	-0.3261
3352.5669	-0.3899	3353.3404	-0.2407	3353.4556	-0.3152	3353.6010	-0.3353
3352.5685	-0.3616	3353.3421	-0.2344	3353.4573	-0.3324	3353.6026	-0.3341
3352.5733	-0.3733	3353.3466	-0.2236	3353.4616	-0.3627	3353.6062	-0.3333
3352.5762	-0.3688	3353.3481	-0.2321	3353.4642	-0.3437	3353.6127	-0.3204
3352.5776	-0.3776	3353.3528	-0.2361	3353.4660	-0.3461	3353.6158	-0.3230
3352.5858	-0.3666	3353.3558	-0.2304	3353.4713	-0.3656	3353.6171	-0.3093
3352.5900	-0.3441	3353.3573	-0.2178	3353.4758	-0.3700	3353.6244	-0.2988
3352.5913	-0.3441	3353.3599	-0.2177	3353.4801	-0.3579	3353.6258	-0.2862
3352.5958	-0.3655	3353.3643	-0.2369	3353.4827	-0.3677	3353.6285	-0.2848
3352.5984	-0.3504	3353.3659	-0.2382	3353.4841	-0.3557	3353.6298	-0.2953
3352.5998	-0.3512	3353.3685	-0.2341	3353.4868	-0.3562	3353.6363	-0.2782
3352.6027	-0.3518	3353.3698	-0.2396	3353.4881	-0.3609	3353.6418	-0.2833
3352.6043	-0.3471	3353.3746	-0.2604	3353.4911	-0.3753	3353.6432	-0.3144
3352.6414	-0.2753	3353.3776	-0.2498	3353.4925	-0.3752	3353.6454	-0.2621
3352.6579	-0.2721	3353.3790	-0.2671	3353.4951	-0.3727	3353.6497	-0.3065
3353.2178	-0.3985	3353.3819	-0.2625	3353.4965	-0.3775	3353.6510	-0.2601
3353.2194	-0.3972	3353.3832	-0.2673	3353.4997	-0.3545	3353.6534	-0.2713

EK 6 FT UMa'nın R bandı fotometrik gözlem verisi (devam)

HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR	HJD 2450000+	ΔR
3353.6547	-0.2453	3354.3372	-0.2246	3354.4454	-0.3443	3354.5392	-0.3821
3354.2235	-0.3218	3354.3418	-0.2440	3354.4497	-0.3576	3354.5513	-0.3334
3354.2266	-0.3408	3354.3469	-0.2573	3354.4522	-0.3576	3354.5529	-0.3612
3354.2334	-0.3724	3354.3525	-0.2369	3354.4538	-0.3574	3354.5610	-0.3514
3354.2425	-0.3655	3354.3572	-0.2456	3354.4563	-0.3682	3354.5699	-0.3350
3354.2458	-0.3240	3354.3602	-0.2737	3354.4579	-0.3654	3354.5728	-0.3247
3354.2542	-0.3284	3354.3633	-0.2857	3354.4622	-0.3793	3354.5742	-0.3464
3354.2635	-0.3067	3354.3721	-0.2736	3354.4652	-0.3935	3354.5769	-0.3543
3354.2716	-0.3294	3354.3749	-0.2947	3354.4667	-0.3959	3354.5782	-0.3397
3354.2748	-0.3389	3354.3844	-0.2735	3354.4715	-0.3898	3354.5810	-0.3335
3354.2798	-0.2825	3354.3920	-0.3121	3354.4743	-0.3838	3354.5863	-0.3486
3354.2862	-0.2817	3354.3936	-0.3062	3354.4757	-0.3653	3354.5907	-0.3329
3354.2917	-0.2683	3354.3960	-0.2986	3354.4788	-0.3624	3354.5922	-0.2970
3354.2933	-0.2477	3354.3978	-0.3365	3354.4834	-0.3828	3354.6052	-0.3150
3354.2962	-0.2727	3354.4002	-0.3267	3354.4853	-0.3737	3354.6067	-0.2481
3354.3005	-0.2897	3354.4020	-0.3089	3354.4881	-0.3917	3354.6117	-0.3243
3354.3022	-0.2533	3354.4049	-0.3500	3354.4926	-0.3976	3354.6150	-0.3025
3354.3052	-0.2599	3354.4063	-0.3286	3354.4975	-0.3959	3354.6204	-0.3009
3354.3069	-0.2748	3354.4094	-0.3399	3354.4991	-0.3824	3354.6241	-0.2815
3354.3097	-0.2553	3354.4149	-0.3432	3354.5215	-0.3825	3354.6268	-0.2869
3354.3111	-0.2644	3354.4189	-0.3317	3354.5263	-0.3659	3354.6363	-0.2396
3354.3140	-0.2575	3354.4240	-0.3521	3354.5295	-0.3518	3354.6409	-0.2202
3354.3155	-0.2252	3354.4301	-0.3572	3354.5340	-0.3706	3354.6441	-0.2382
3354.3206	-0.2311	3354.4328	-0.3476	3354.5354	-0.3809		
3354.3296	-0.2489	3354.4385	-0.3664	3354.5378	-0.3706		

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İbrahim ÖZAVCI

Doğum yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 1980

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Anıttepe Lisesi - 1996

Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü - 2002

Yayınları (SCI ve diğer)

SCI

Albayrak, B., Selam, S. O., Ak, T., Elmaslı, A., Özavcı, I. 2005. Light-time effect in the eclipsing binary system AM Leonis. *Astronomische Nachrichten*. 326; 122-126.
Selam, S., Albayrak, B., Yılmaz, M., Şenavcı, H. V., Özavcı, I., ÇetintAŞ, C. 2005. First Ground-Based Photometry and Light Curve Analysis of the Recently Discovered Contact Binary HX UMa. *Astrophysics and Space Science*. 296; 305-308.

Diğer

O. Aksu, İ. Özavcı, K. Yüce, T. Tanrıverdi, H. V. Şenavcı, M. Yılmaz, A. Kara, F. Kaya, C. ÇetintAŞ, D. Çınar, D. Özuyar, Ö. Baştürk, E. Aydin, Ö. Altagan, H. T. Şener, Ö. Kabadayı, K. Yelkenci, B. Evin. 2005. Photoelectric minima of some Eclipsing Binary Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*. 5588.
Helvacı, M., Elmaslı, A., Tanrıverdi, T., Özavcı, İ. Törün, M., Albayrak, B., Selam, S.O. Kara, A., Bingöl, F., Mahmutoğlu, B. 2004. Amateur & Professional Researches at the Ankara University Observatory (Poster). The 93rd Annual Meeting of the AAVSO, including A Day in Honor of Janet Akyüz Matteei (1943-2004), Brandeis University/Home Suites Inn, Waltham, Massachusetts, ABD.

- Özavcı, İ., Elmaslı, A., Aksu, O., Yılmaz, M., ÇetintAŞ, C., Şenavcı, H. V., Tanrıverdi, T., Kara, A., Ak, T., Selam, S. O., Albayrak, B. 2004. AM Leo ve TX Her Çift Sistemlerinin Dönem Değişimi (Bildiri). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Elmaslı, A., Özavcı, İ., Tanrıverdi, T., Kara, A., Yılmaz, M., Şenavcı, H. V., Aksu, O., ÇetintAŞ, C., Ak, T., Selam, S. O., ve Albayrak, B. 2004. AR Aur ve UV Leo Çift Sistemlerinin Dönem Değişimi (Bildiri). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Yılmaz, M., Tanrıverdi, T., ÇetintAŞ, C., Şenavcı, H. V., Aksu, O., Kara, A., Elmaslı, A., Özavcı, İ., Albayrak, B., ve Selam, S.O. 2004. NN Vir ve V351 Peg'in Fotometrik Analizi (Bildiri). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Tanrıverdi, T., ÇetintAŞ, C., Şenavcı, H. V., Kara, A., Aksu, O., Özavcı, İ., Elmaslı, A., Yılmaz, M., Selam, S.O., ve Albayrak, B. 2004. SW Lac'in Üç Yıllık Işık Eğrisi Değişimi (Bildiri). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Şenavcı, H. V., Yılmaz, M., Özavcı, İ., Aksu, O., ÇetintAŞ, C., Elmaslı, A., Kara, A., Tanrıverdi, T., Albayrak, B., ve Selam, S.O. 2004 V776 Cas ve V842 Her Değen Çift Yıldızlarının Işık Eğrisi Analizi (Bildiri). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- ÇetintAŞ, C., Şenavcı, H. V., Elmaslı A., Tanrıverdi, T., Yılmaz, M., Özavcı, İ., Kara, A., Aksu, O., Albayrak, B., ve Selam, S.O. 2004. BB Peg Sisteminin Dönem ve Işık Eğrisi Analizi (Poster). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Aksu, O., Kara, A., Yılmaz, M., Özavcı, İ., Tanrıverdi, T., Elmaslı, A., ÇetintAŞ, C., Şenavcı, H. V., Selam, S.O., ve Albayrak, B. 2004. UX Her ve CO Lac Çift Sistemlerinin Dönem Değişimi (Poster). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Kara, A., Aksu, O., Tanrıverdi, T., ÇetintAŞ, C., Şenavcı, H. V., Yılmaz, M., Özavcı, İ., Elmaslı, A., Ak, T., Albayrak, B., ve Selam, S.O. 2004. CF Tau Çift Yıldızının Dönem Değişimi (Poster). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Tunç, T., Elmaslı, A., ÇetintAŞ, C., Aksu, O., Özavcı, İ., Tanrıverdi, T., Yılmaz, M., Kaya, F., Şenavcı, H.V., Kara, A., Albayrak, B. ve Selam, S.O. 2004. SZ Her Çift Yıldızının Dönem Değişimi (Poster). XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Müyesseroglu, Z., Törün, E., Özdemir, T., Gürol, B., Özavcı, I., Tunç, T., Kaya, F. 2003. Photoelectric minima of some Eclipsing Binary Stars. Information Bulletin on Variable Stars. 5463.