

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KROMOSFERİK ETKİN ÇİFT SİSTEMLERDE YAYGIN MADDENİN
ARAŞTIRILMASI**

Osman KARAKUŞ

ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Osman KARAKUŞ tarafından hazırlanan “**Kromosferik Etkin Çift Sistemlerde Yaygın Maddenin Araştırılması**” adlı tez çalışması 20/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Fehmi EKMEKÇİ

Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Halil KIRBIYIK

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Fehmi EKMEKÇİ

Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Selim O. SELAM

Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı



Üye: Prof. Dr. Altan BAYKAL

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Anabilim Dalı



Üye: Doç. Dr. Hakan Volkan ŞENAVCI

Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM

Enstitü Müdürü V.

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

20.06.2019



Osman KARAKUŞ

ÖZET

Doktora Tezi

KROMOSFERİK ETKİN ÇİFT SİSTEMLERDE YAYGIN MADDENİN ARAŞTIRILMASI

Osman KARAKUŞ
Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fehmi EKMEKÇİ

Bu tez çalışmasında, kromosferik etkin çift sistemlerde yaygın maddenin araştırılması amacıyla seçilen 14 kromosferik etkin ve ışık eğrilerinde tam tutulma olayı gösteren çift yıldız sistemin renk artışı analizleri sunulmaktadır. Renk artışı ölçümleri için, seçilen bu 14 çift yıldız sistemi ile birlikte bu etkin çift yıldız sistemlerin bileşenleri ile aynı tayf türü ve ışınım sınıfından olan 28 etkin olmayan referans yıldızların yeni Johnson-Cousins BVR_{cIc} , 2MASS ve WISE fotometrik gözlemleri kullanıldı. Ek olarak bu fotometrik verilere destek niteliğinde AR Lac ve bazı referans yıldızlarının TUG TFOSC ve Coude Eşel tayfları da incelenmiştir. Bir veya her iki bileşeni etkin 14 çift sistemin etrafında mevcut genişlemiş madde varlığını belirlemek için özellikle tutulma ve tutulma dışı evrelerdeki artık ışınlamalar incelendi. Renk artışı ölçümleri, gözlemlerden elde edilen renklerin, aynı $(B-V)_0$ renk ölçeklerine sahip referans yıldızların bünyesel renklerine göre fark alınarak yapıldı. Bulunan bu renk artıklarının karşılaştırması yapılmış ve yapılan bu karşılaştırmalardan özellikle ikinci minimum ve tutulma dışı evrelere göre birinci minimum evresinde daha yüksek seviyede artık ışınlamaların varlığı saptanmıştır. Gözlenen bu artık ışınlamalar, büyük bir olasılıkla, çift sistemin soğuk bileşeni etrafındaki yaygın maddeden kaynaklandığı sonucu tartışıldı. Elde edilen bu artık ışınlamaların karşılaştırmasıyla, incelenen bu sistemlerinin bazılarında, muhtemelen her iki bileşeni saran veya onları etkileyen yaygın maddenin varlığına ilişkin bulgular elde edilmiştir. SS Cam sistemine ait fotometrik verilerle elde edilen ışık eğrisi tutarlı bir dağılım göstermediğinden bu çalışmada SS Cam çift sistemi değerlendirilmeye alınamamıştır. Ayrıca RW UMa çift sistemine ait birinci minimum evresinde veri olmaması nedeniyle bu sistem hariç geri kalan 12 etkin çift sistemin, soğuk ve etkin bileşenlerine ait HR diyagramlarındaki konumuna göre yapılan inceleme ile, etkin çift sistemlerinin sahip olduğu yaygın maddenin sadece yıldız etkinliğinden değil aynı zamanda evrimsel süreçlerden de kaynaklanan özellikleri olduğu gösterilmiştir.

Mayıs 2019, 153 sayfa

Anahtar Kelimeler: Etkinlik, yıldız lekeleri, yaygın madde, renk ölçeği

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

A SURVEY OF THE EXTENDED MATTER AROUND CHROMOSPHERICALLY ACTIVE BINARY SYSTEMS

Osman KARAKUŞ
Ankara University

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

Supervisor: Prof. Dr. Fehmi EKMEKÇİ

In the present thesis, the colour excesses (CEs) of selected 14 chromospherically active and total eclipsing binary systems have been studied. For colour excess measurements, the colour observations of these 14 binaries together with 28 inactive reference stars of similar spectral types and luminosity classes of the components of these 14 binaries, have been obtained by using new Johnson-Cousins BVR_{cIc}, 2MASS, and WISE photometric systems. In addition, with the aim of having some supportive spectral data, some spectra of reference stars and AR Lac binary system, were taken by TFOSC and Coude Echelle Cameras attached to TUG RTT150 telescope. The CE values at around primary/secondary minima and outside eclipses have been examined to check the existence of extended matter around an active binary component(s) of these 14 binary systems. The CE measurement of a binary system was made based on the difference between the colour of a system and the intrinsic colour of a reference star of the same (B-V)₀ colour. The results of these CEs, especially during primary minima with those at secondary minima and outside eclipses, showed that these systems have greater excess radiation in primary minima than in both secondary minima and outside eclipses. It was found that the colour excesses, in general, most likely arise from the extended matter around the cooler component of a binary system. The comparison of CE values also showed that the extended matter of some of these systems had most likely covered or affected both of their components. Since the light curve obtained by the photometric data of the SS Cam active binary systems does not show a consistent distribution, the SS Cam binary system could not be included in the evaluation. Also, since no observational data was obtained during primary minimum of RW UMa, this binary system had to be excluded in examination of the locations of primary components on HR diagram together with corresponding evolutionary tracks. With remaining 12 systems of this study, an examination of the locations of cool and active components on HR diagram together with corresponding evolutionary tracks showed that most of the active binary systems have an extended matter caused not only from stellar activity but also more likely caused from evolutionary processes.

May 2019, 153 pages

Key Words: Activity, stellar spots, extended material, colour index

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösterici olan, kıymetli zamanını bana ayırıp büyük bir sabır ve özveri ile bana faydalı olmak için elinden gelinini sunan değerli danışmam hocam Prof. Dr. Fehmi EKMEKÇİ'ye sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Yine çalışmamda destek ve önerilerini esirgemeyen tez izleme komitesi (TİK) üyeleri Prof. Dr. Halil KIRBIYIK, merhum Prof. Dr. Berahitdin ALBAYRAK ve Prof. Dr. Selim O. SELAM hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasında gözlemsel verilerin değerlendirmesi kapsamındaki önerileri ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Hakan Volkan ŞENAVCI hocama va tayfsal analiz işlemlerinde yardımcı olan Arş. Gör. Engin BAHAR'a teşekkür ederim. Gerek TUG'da ve gerekse AÜKR'deki gözlemlerde yardım ve ek katkılarından dolayı Arş. Gör. Dr. Doğuş ÖZUYAR, Onur YÖRÜKOĞLU, Oğuzhan KARADENİZ ve Cihan Tuğrul TEZCAN'a teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasında gözlemsel veri elde etmek için, TUG 11AT100-154-2 proje numarası ile T100, 13ARTT150-406 proje numarası ile RTT150 ve 14BRTT150-664 proje numarası ile RTT150 Teleskoplarının kullanılmasındaki desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a ve T40 Teleskobunun kullanımından dolayı da AÜKR'ye teşekkür ederim.

TUG ve AÜKR de gözlem projelerinin yapılmasında katkı ve desteklerinden dolayı TUG ve AÜKR nin ilgili yönetim ve özellikle Uzman Dr. Tuncay ÖZİŞİK'a teşekkür ederim.

Bu çalışmamda ve hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen rahmetli annem Saniye KARAKUŞ, rahmetli babam Enver KARAKUŞ ve başta kardeşim Ersin KARAKUŞ olmak üzere tüm kardeşlerime desteklerinden dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca, sabrı ve özverisi ile destek olan değerli eşim Merve KARAKUŞ ve hayatıma neşe katan biricik oğlum Oğuzhan KARAKUŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

Osman KARAKUŞ
Ankara, Mayıs 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Kromosferik Etkin Çift Sistemlerde Yaygın Madde	1
1.2 Fotometrik Çalışmalar.....	2
1.3 Kırmızıöte Çalışmalar	3
1.4 Tayfsal Çalışmalar	7
1.5 Yaygın Maddenin Yıldız Evrimi Çalışmalarındaki Yeri ve Önemi	15
2. YAYGIN MADDENİN ARAŞTIRILMASINDA KULLANILAN VERİLERİN SEÇİMİ VE ÖZELLİKLERİ.....	17
3. GÖZLEMLER	20
3.1 Fotometrik Gözlemler.....	20
3.2 2MASS ve WISE Gözlemleri.....	36
3.3 Kızarma Etkisinin Giderilmesi	38
3.4 Tayfsal Gözlemler	42
3.4.1 Düşük çözünürlüklü tayfsal gözlemler	42
3.4.2 Yüksek çözünürlüklü tayfsal gözlemler	43
4. GÖZLEMLERİN ANALİZİ.....	47
4.1 Fotometrik Analizler.....	47
4.2 Tayfsal Analizler	61
4.2.1 Düşük çözünürlüklü tayf analizi.....	61
4.2.2 Yüksek çözünürlüklü tayf analizi	67
5. BULGULAR.....	73
5.1 LX Per	73
5.2 SV Cam	74
5.3 VV Mon	74
5.4 SS Cam	75
5.5 GK Hya	75
5.6 RW UMa	76
5.7 UX Com.....	76
5.8 RS CVn.....	76
5.9 SS Boo.....	77
5.10 PW Her.....	77
5.11 AW Her	78
5.12 RT Lac.....	78
5.13 AR Lac	79
5.13.1 Fotometrik bulgular.....	79
5.13.2 Düşük çözünürlüklü tayfsal bulgular.....	79
5.13.3 Yüksek çözünürlüklü tayfsal bulgular	80
5.14 RT And	81

6. SONUÇ ve TARTIŞMALAR.....	82
KAYNAKLAR	92
EKLER.....	98
EK 1 Gözlemlerde kullanılan Landolt standart yıldız listesi	98
EK 2 Referans yıldızlarına ilişkin uzaklık, toplam sönümleme, mutlak parlaklık ve renk değerleri.....	99
EK 3 Seçilen referans yıldızlarına ait renk-renk diyagramları.....	102
EK 4 Etkin çift yıldız sistemlerine ilişkin elde edilen V_0 ve $W1$ filtrelerinde ışık eğrileri	102
EK 5 Program yıldızlarına ilişkin renk artık değerleri.....	120
EK 6 Etkin çift yıldızların görsel bölge renk artıklarının çift sistemlerin yörünge evresine karşılık değişimleri	124
EK 7 AR Lac çift yıldız sistemine ait düşük çözünürlüklü TFOSC süreklilik tayfları ve bu tayflara ait model çözümleri	137
EK 8 HD 195405 (G2IV) ve HR6256 (K0IV) referans yıldızları ile HD 23249 (K0 IV) ve HD 12235 (G2 IV) ait yüksek çözünürlüklü normalize H_α tayf profillerinin karşılaştırması.....	146
EK 9 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü normalize H_α tayf profili ve bu profile ait model çözümleri	147
ÖZGEÇMİŞ.....	153

SİMGELER DİZİNİ

Å	Angström
a	Çift yıldızlarda yarı büyük eksen uzunluğu
$A(\lambda)$	Toplam sönümleme
B,V,R _c ,I _c	Filtrelerdeki parlaklıklar
(B-V), (V-R), (V-I), (R-I)	renkler
C	Farklı iki tayf bölgesinde ölçülen parlaklıklarının farkı
EW	Eşdeğer genişlik
F	Yıldızın yüzeyinde ölçülen ışıyım akısı
f	Yıldızın Yer yüzeyinde ölçülen ışıyım akısı
i	Eğim açısı
Jy	Jansky
K	Kelvin
M _☉	Güneş kütlesi
m	Kadir; parlaklık birimi
P	Periyod
R	Yarıçap
R _☉	Güneş yarıçapı
RA	Renk artığı
RÖ	Renk ölçeği
T	Sıcaklık
T ₀	Minimum zamanı
V	Cismın V bandındaki maksimum parlaklığı
Z	Metal bolluğu
w	Çift yıldızlarda bileşenlerin ışıyımına katkı yüzdeleri
σ	Hata
π(mas)	Paralaks
λ	Dalgaboyu
τ	Optik derinlik

Kısaltmalar

BD	Bonner Durchmusterung Kataloğu
CABs	Kromosferik etkin çift sistem kataloğu
CCD	Charge Couple Device
E	Yörünge evresi
Gaia	Uzaklık Kataloğu
HD	Henry Draper Kataloğu
HJD	Güneş Merkezli Julian zamanı
HR	Parlak Yıldızlar Kataloğu
SA	Selected Areas
S/N	Sinyal/Gürültü Oranı
UT	Evrensel zaman
WISE	Orta kırmızıöte yıldız kataloğu
2MASS	Yakın kırmızıöte yıldız kataloğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 GK Hya kromosferik etkin çift yıldız sistemine ait tayfsal enerji dağılımı.....	6
Şekil 1.2 AW Her ve RS CVn çift yıldız sistemlerine ait Ca II H & K çizgi salma profil özellikleri	8
Şekil 1.3 UX Com çift yıldız sistemine ait H_{α} çizgi profili	8
Şekil 1.4 GK Hya çift yıldız sistemine ait H_{α} çizgi profil model çalışması	9
Şekil 1.5 RS CVn'lerde yaygın maddeye ilişkin fiziksel gösterim	11
Şekil 1.6 Koordinat sisteminde, prominens parametrelerinin gösterimi	11
Şekil 1.7 Çıkarılan (artık) H_{α} profilinde, 'prominens'in etkisi	13
Şekil 1.8 AW Her çift yıldız sistemine ait H_{α} profilinde, 'prominens'in etkisi	14
Şekil 1.9 Çizgi profilinde yıldız lekelerinin oluşturduğu hörgüç yapıları	15
Şekil 2.1 Seçilen yıldızların galaksideki konumları	17
Şekil 3.1 Filtrelere ilişkin geçirgenlik değerleri ve normalize yanıt eğrileri	21
Şekil 3.2 Birinci dereceden ortalama atmosferik sönmüleme katsayıları	24
Şekil 3.3 "B" filtresindeki aletsel parlaklık değişimi	29
Şekil 3.4 İki farklı renkteki yıldız için "B" filtresindeki aletsel parlaklık değişimi	32
Şekil 3.5 Landolt yıldızlarının standart ve gözlenen renk değerlerinin grafiği	36
Şekil 3.6 Galaktik sönmülemenin dalgaboyuna bağlı normalize değişimi	40
Şekil 3.7 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü TUG Coude Eşel normalize H_{α} çizgi profilleri	46
Şekil 4.1 Regresyon doğruları ile birlikte görsel bölge renk-renk grafikleri	49
Şekil 4.2 SS Boo ve HD 111094 yıldızlarının tayfsal enerji dağılımlarının karşılaştırılması	51
Şekil 4.3 UX Com ve BD+54 2777 yıldızlarının tayfsal enerji dağılımlarının karşılaştırılması	52
Şekil 4.4 AR Lac ve HD 56168 yıldızlarının tayfsal enerji dağılımlarının karşılaştırılması	52
Şekil 4.5 Program yıldızlarının evrimsel durumlarını gösteren HR diyagramı	53
Şekil 4.6 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait renk artığı grafikleri	55
Şekil 4.7 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait iki renk artığı grafiği	59
Şekil 4.8 13 çift sistemin renk artık değerlerinin (B-V) ₀ ye göre dağılımı	60
Şekil 4.9 HD 210925 referans yıldızına ait tayfsal enerji dağılımı.....	62
Şekil 4.10 Atmosferik (tellürik) çizgi özellikleri	62
Şekil 4.11 HD 138749 Be yıldızına ait gözlenen akı değişimi	63
Şekil 4.12 HR 5510 (M1 III) yıldızına ait gözlenen akı değişimi	63
Şekil 4.13 HD 131447 Referans yıldızına ait tayfsal eneji dağılımı	64
Şekil 4.14 HD 131447 Referans yıldızına ait tayfsal eneji dağılımı	64
Şekil 4.15 HD 210925 Referans yıldızına ait tayfsal eneji dağılımı	65
Şekil 4.16 HD 210925 Referans yıldızına ait tayfsal eneji dağılımı	66
Şekil 4.17 AR Lac çift yıldız sistemine ait tayfsal eneji dağılımı.....	66
Şekil 4.18 AR Lac yıldız çift sistemine ait gözlenen akı değişimi	67
Şekil 4.19 HD 195405 ve HR6256 referans yıldızlarına ait normalize H_{α} tayfları	68
Şekil 4.20 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü H_{α} model tayf çözümü	69
Şekil 4.21 AR Lac çift yıldız sistemine ait H_{α} artık tayf profilleri	70
Şekil 4.22 AR Lac çift yıldız sistemine ait teorik dikine hız eğrisi	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Prominens parametreleri	12
Çizelge 2.1 Seçilen kromosferik etkin çift sistemler	18
Çizelge 2.2 Referans yıldız listesi (etkinlik göstermeyen yıldızlar)	19
Çizelge 3.1 Fotometrik filtrelere ilişkin özellikler	23
Çizelge 3.2 Kromosferik etkin çift sistemlerin TUG ve AÜKR’de gerçekleştirilen fotometrik gözlem bilgileri	25
Çizelge 3.3 Referans yıldızların TUG ve AÜKR’de gerçekleştirilen fotometrik gözlem bilgileri	26
Çizelge 3.4 AÜKR'deki gözlem gecelerine ilişkin birinci dereceden gecelik ortalama atmosferik sönmüleme katsayıları	29
Çizelge 3.5 TUG'daki gözlem gecelerine ilişkin birinci dereceden gecelik ortalama atmosferik sönmüleme katsayıları	31
Çizelge 3.6 İki farklı renkteki yıldız için birinci dereceden gecelik ortalama atmosferik sönmüleme katsayıları	32
Çizelge 3.7 İkinci dereceden ortalama atmosferik sönmüleme katsayıları	33
Çizelge 3.8 AÜKR ve TUG için standart dönüşüm katsayıları (kadir biriminde).....	35
Çizelge 3.9 Dalgaboyuna bağlı normalize galaktik sönmüleme miktarı	41
Çizelge 3.10 Referans yıldızlarının TUG Eşel tayf bilgileri.....	44
Çizelge 3.11 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü TUG Eşel tayf bilgileri	44
Çizelge 3.12 AR Lac çift yıldız sistemine ait yörünge parametreleri	45
Çizelge 4.1 I. Minimum evresinde program yıldızlarına ait renk artışı özeti	54

1. GİRİŞ

Kromosferik etkin çift sistemler (CABs), bir veya her iki bileşeni güçlü kromosferik, geçiş bölgesi ve koronal etkinlik gösteren, F tayf türünden daha geç tayf türüne sahip ayırık çift yıldız sistemleridir. Bu grup, en az bir bileşeni evrimleşmiş soğuk bileşenden oluşan, ilk kez Hall (1976) tarafından RS CVn (RS Canum Venaticorum, bu grubun ilk örnek yıldızı) çift sistemleri olarak tanımlanmıştır. Ardından, benzer etkinlik gösteren sistemlerin her iki bileşeni de anakol yıldızlarından oluşan diğer sistemler için yapılan bir tanımlama Bopp ve Fekel (1977) tarafından BY Dra (BY Draconis, bu grubun ilk örnek yıldızı) çiftleri şeklinde yapılmıştır. Hall (1976)' dan sonra Strassmeier vd. (1988) ilk defa kapsamlı bir şekilde kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait katalog oluşturmuşlar, ardından Strassmeier vd. (1993) bu katalogu güncellemişlerdir. Son olarak, 409 çift yıldız içeren bir CABs katalogu Eker vd. (2008) tarafından yayınlanmıştır. Bu sistemlerde gözlemlenen etkinlik, derin konveksiyon bölgelerinin varlığına ve dinamo mekanizmasını harekete geçiren hızlı dönmeye atfedilmektedir. Yani, çift sistemler bileşenlerinin birbirlerine uyguladıkları çekim etkileri nedeniyle nispeten hızlı dönmeye ve yıldızın dönme dönemi ile dolanma dönemlerinin senkronize olmasına zorlanırlar (Montes vd. 1996). CABs sistemlerinin ışık eğrileri, etkinlik gösteren yıldızın fotosferindeki yıldız lekelerinden kaynaklanan ışık değişimleri (bozulmalar) göstermektedirler. Bu lekeler fotosferde koyu alanlar şeklinde kendini gösterirken kromosfer katmanında belirgin bir şekilde Ca II H ve K ve H_{α} , H_{β} ,... vd. Balmer çizgilerinde salma özelliği göstermektedirler. Aynı şekilde bu etkinlik koronada radyo ve X-ışın salması şeklinde kendini göstermektedir.

1.1 Kromosferik Etkin Çift Sistemlerde Yaygın Madde

Kromosferik etkin bileşenlerle ilgili yapılan araştırmalar, bu tür yıldızlarda yaygın madde varlığını göstermektedir. Örtün çift sistemlerde, örtülen yıldız ile ilişkili çevresel maddeyi araştırmak veya benzer durumları belirlemek için genellikle tam tutulma gösteren etkin kromosferik çiftler kullanılmıştır. Tam tutulma anında etkin yıldız fotosferi tamamen örtülebilir ve bu evrede yıldızın tayfında anormal belirtiler oluşturabilmektedir (Hall ve

Ramsey 1994). Kromosferik etkin sistemlerde yaygın madde varlığına ilişkin genel beklenti bu sistemlerde:

- Elektromanyetik tayfın kırmızıöte, moröte bölgelerinde artık ışınlamaların varlığı, (Rhomb ve Fix 1977; Busso vd. 1990; Scaltriti 1990; Scaltriti vd. 1993; Ekmekçi 2010),
- Flare (parlama) etkinliklerinin görülmesi, (Simon vd. 1980; Brown ve Brown 2006),
- Manyetik alan kökenli kutuplanmış ışınlam (polarizasyon) ve radyo gözlemleri (Mutel ve Weisberg 1978, Mutel vd. 1987),
- Kırmızıöte, IRAS gözlemleri (Busso vd. 1988),

ile elde edilen bulgulara dayandırılmaktadır. Özellikle etkin yıldız çevresinde veya diğer bileşen çevresinde (muhtemelen sistemin etrafında ortak zarf şeklinde) simetrik/asimetrik yaygın yıldız maddesinin bulunmasına dayanmaktadır. Hall ve Ramsey (1992a, b, 1994) tarafından yapılan çalışmalara ek olarak günümüze kadar yapılmış çalışmalar, RS CVn'lerde yaygın (genişlemiş/çevresel) madde varlığının, genel bir yapı olduğu sonucunu açıkça göstermiştir.

1.2 Fotometrik Çalışmalar

Bu tür etkin çift yıldız sistemlerindeki fotometrik değişimler, fotosferdeki leke veya leke gruplarının boyut, konum, etkin sıcaklıkları gibi birkaç fiziksel parametreyle ilişkilendirilmektedir. Lekelerin özelliklerini ve değişimlerini açıklamak için fotometrik leke modelleri geliştirilmiştir. Leke modellemeleri bu ışık eğrilerindeki fotometrik değişimleri temsil ederken, modelin sağlaması yapıldığında leke boyutları, şekilleri ve sıcaklıkları için aynı sonuçlara ulaşılamamaktadır. Leke sıcaklığı ve leke alanı arasındaki korelasyon nedeniyle leke model çözümleri farklı sonuçlar vermektedir. Küçük, soğuk bir leke, çoğu durumda, daha büyük, daha sıcak bir lekeyle aynı ışık eğrisini üretebilmektedir. Bu belirsizliği çözebilmek için en az iki renk fotometrik veri gerekmektedir. Johnson fotometrik sistemine ait yaygın kullanılan (B-V) renk ölçeği yerine, Vogt (1981) tarafından önerildiği şekilde leke sıcaklığı ve alanının birbirlerinden

bağımsız olarak elde edilmesinde (V-R) renk ölçeğinin kullanımı daha etkili olduğu belirtilmektedir (Catalano vd. 2002).

Poe ve Eaton (1985)'in geç tip bileşenli 9 çift sistemde yıldız leke alanları ve sıcaklıkları ile ilgili yaptıkları çalışmada, (U-B), (B-V) ve (V-R) renk ölçeğine ait değişimlerde kenar kararma etkisinin dalgaboyuna bağımlılığından kaynaklanan önemli katkılar olurken, (V-I) renk ölçeğinde kenar kararma etkisinin çok düşük olduğunu ve bu renk değişiminden leke sıcaklığı belirlenmesinin daha güvenilir olduğunu göstermişlerdir.

Fekel vd. (1986) tarafından kromosferik etkin yıldızlar hakkında yapılan araştırmada, kromosferik olarak bilinen veya şüphelenilen 52 geç tayf türünden yıldızın fotometrik ve tayfsal gözlemleri elde edildi. Bu çalışmada gözlemlenen (B-V) renk değerleri ile bünyesel/öz renk değerleri eşleştirildiğinde (V-R) ve (V-I) nın gözlemlenmiş ve bünyesel renklerinin kıyaslanması sonucu, gözlenen kromosferik etkin sistemlerin tipik olarak 0.06 ile 0.10 kadir seviyelerinde renk artığına sahip oldukları görülmüştür.

Fekel vd. (1986)'nin çalışmalarında belirtildiğine göre, Bopp ile yapılan özel görüşmede çok büyük olan (görünen yüzeyin yaklaşık % 30'u) ve sıcaklık farkı $\Delta T=1000$ K olan yıldız lekelerinin (V-R)'de yaklaşık olarak sadece 0.03^m büyüklüğünde, (B-V)'de ise yaklaşık 0.02^m büyüklüğünde bir değişime neden olmaktadır.

1.3 Kırmızıöte Çalışmalar

Kromosferik etkin çift sistemlerde manyetik etkinlik sonucu ortaya çıkan artık ışıınımların, görsel bölge fotometrik filtre bantlarında oldukça düşük ışıık değişim genlikleri gösterdiği ve bunlarında yıldız yüzeyini kaplayan karanlık lekelerle ilişkili olduğu belirtilmektedir (Busso vd. 1987)

Busso vd. (1987), VV Mon'un da aralarında bulunduğu 4 RS CVn türü çift sistemin görsel ve yakın kırmızıöte çalışmasında bu çiftlerin 2 veya 3'ünde kırmızıöte artığının olduğunu bunun da basitçe soğuk yıldız lekeleriyle açıklanamıyacağını belirtmişlerdir.

Bunun, yıldız kökenli veya yıldızlararası iyonize maddedeki serbest-serbest geçişlerden ziyade sistemi saran toz içerikli çevresel maddeden kaynaklanabileceğini öne sürmüşler ve bu konuda daha kapsamlı gözlemlerin yapılması gerektiğini de vurgulamışlardır.

Rucinski (1987) Güneş benzeri yıldızlarda (V-R), (R-I) renk ölçekleri ile etkinlik belirteçleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmayı amaçlayan çalışmada, Ca II ve Mg II salma akıları ile (V-R) ve (R-I) renk ölçekleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Etkinlik düzeyi arttıkça her iki renk ölçeğinde de, alt devler için çok zayıf bir artış/fazlalık belirtisi görülürken cüce yıldızlarda tersine eksiklik/azlık olarak tespit edilmiştir. Rucinski (1987) alt devlerde gözlenen bu etkinin, RS CVn türü yıldızlarda gözlenen yakın kırmızıötedeki artıklarla veya diğer yüksek etkinlik gösteren yıldızlarda gözlenen artık ışınlara benzer olabileceğini belirtmiş, seçilen örnek yıldızların tek yıldız ve orta dereceli etkin alt dev olduklarını da vurgulamıştır. Kırmızıöte artık ışınımın, RS CVn türü etkin yıldızların yanı sıra genç T Tauri yıldızlarında, FK Ser gibi T Tauri sonrası yıldızlarda veya AB Dor gibi genç olduğu düşünülen geç tür etkin yıldızlarda da görüldüğünü belirtmiştir.

Bu türden yıldızlarda izlenen kırmızıöte artıkların olası kaynağı için, genellikle yıldızların yüzeyinde geniş alanlar kaplayan karanlık fotosferik leke bölgeleri önerilmektedir (Rucinski 1987). Ne var ki Poe ve Eaton (1985) tarafından yapılan çalışmada yıldız yüzeyinin lekesiz kısmındaki kenar kararma etkisi diskin renkleri üzerinde şaşırtıcı derecede büyük etkiye sahip olabildiği belirtilmektedir. Karanlık leke bölgelerinden kaynaklanan renk değişimleri göreceli olarak çok düşük olduğu ve bu yüzden artıklar hakkında tutarlı bir yorum yapmanın çözümden uzak bir mesele olduğu da sıklıkla vurgulanmaktadır (Rucinski 1987).

1970'li yıllarda Dünya'nın çevresinde yörüngede dolanan bir uydu üzerine kırmızıötesi teleskop yerleştirme olasılığı düşünülmekteydi. Kırmızıöte; elektromanyetik tayfta görsel bölge sonundan başlayarak radyo bölgeye kadar uzanan bir tayfsal bölgeyi kapsamaktadır. Kırmızıöte gözlemleri ile genellikle yıldızlararası gaz/toz, asteroid, kuyruklu yıldızlar ile soğuk kaynaklar tarafından üretilen zayıf ışınımın ait araştırma konuları çalışılmaktadır. Bu teleskop, Dünya atmosferinin üzerinde olacak ve farklı detektörlerle uzak kırmızıötesi dalga boylarında gökyüzünün geniş bir alanını

görüntüleyecekti. Bu amaçla geliştirilen IRAS (The Infrared Astronomical Satellite: Kırmızıöte Astronomi Uydusu) uydusu 25 Ocak 1983 tarihinde fırlatıldı. Teleskop, sıvı helyum ile soğutulan 62 detektör içermektedir. Teknik donanımın gözlem sinyallerini etkilememesi için mutlak sıfırdan birkaç derece yukarıdaki bir sıcaklık değerine kadar soğutulması gerekiyordu. IRAS 10 ay boyunca 12, 25, 60 ve 100 mikron dalgaboylarında, yüksek hassasiyetli tüm gökyüzü haritasını oluşturmuş, dört defa gökyüzünün % 96'dan fazla bir alanını taramıştır. IRAS, astronomik kaynak kataloğunun iki katı kadar, yaklaşık 500.000 kırmızıöte kaynağı belirlemiştir. Ulaştığı çözünürlük sayesinde, kromosferik etkin yıldızlardaki olası disk yapıları gibi daha önce çalışılamayan ayrıntılar için araştırma olanakları sağlamış oldu.

Busso vd. (1988) IRAS gözlemlerini kullanarak, RS CVn türü çift sistemlerin ışık eğrilerinde izlenen kırmızıöte artıklarla ilgili gerçekleştirdikleri çalışmada, sadece CF Tuc sisteminde kayda değer bir kırmızıöte artık gördüklerini bildirmişler ve çalışma genelinde RS CVn çiftlerinin kırmızıöte artık miktarı, etkinlik düzeyleri ve evrimsel durumları arasında herhangi bir ilişki bulamadıklarını belirtmişlerdir.

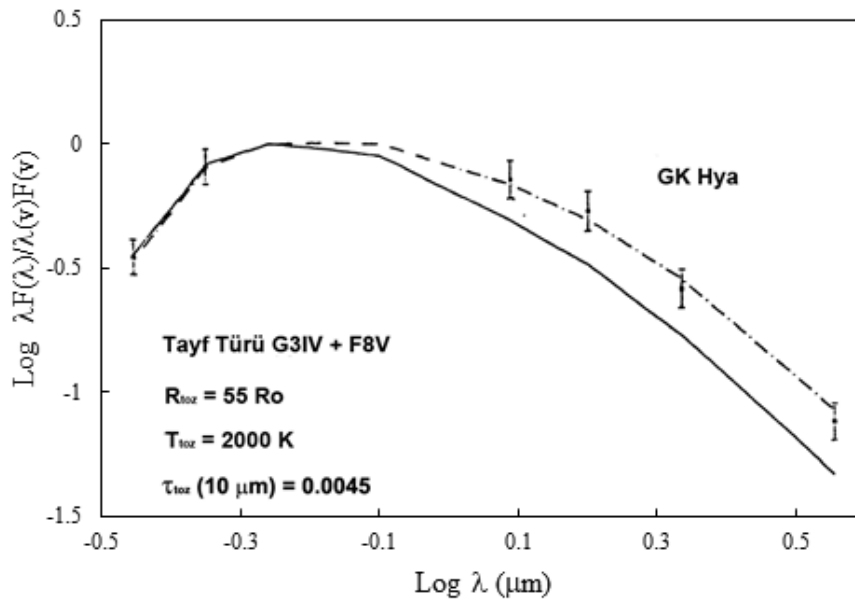
Busso vd. (1990) tarafından yapılan çalışmada, RS CVn türü çiftlerin etrafındaki disk yapısının kökeni hakkında da değerlendirme yapmışlardır. Görsel bölge (UBVRI) verilerinden çiftlerin % 40'nın açık bir kırmızıöte artık gösterdiğini belirtmişler ve izlenen artıklara ilişkin en mantıklı senaryo olarak yıldız etrafında ince bir disk yapısının varlığına işaret etmişlerdir. Bu artık ışınımın çiftlerin evrimsel durumu hakkında olası yorumlarının ise hala tartışma konusu olduğunu belirtmişlerdir. Busso vd. (1990)'nin sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- i) Kırmızıöte artıklar yıldızların etkinlik düzeyleriyle doğrudan açıklanamaz,
- ii) Benzer olarak bunlar, evrimsel durumla ilişkili olan normal kütle kaybı ile ilişkili değildir, çünkü daha az evrimleşmiş çift sistemlerde kırmızıöte artık görülürken çok sayıda dev bileşenli kaynak için kırmızıöte artığın hiç izlenmediği durumlar mevcuttur,
- iii) Kırmızıöte artık ışınım gösteren kaynaklar, bir veya her iki bileşeni orta düzeyde evrimleşmiş durumda (dev koluna gelmemiş ama anakolun biraz üzerinde) bulunan

gruba dahildirler, burada bileşenlerden birinin Hertzsprung boşluğundan geçişi ve bu esnada belirgin kütle kayıp mekanizması tetiklenmiş olabilir ve bu da gözlenen çevresel maddenin kaynağı olabilir,

- iv) Alternatif olarak, kırmızıöte artık ışıınım gösteren çiftler, evrim sürecinde anakoldan biraz evrimleşmiş bileşenlere sahip olduğu için, onların artıkları evrimin bu aşamasının kalıntıları olabilir ki, bu aşamada sistem anakolda ya da hemen üzerinde gözlemlenen (BY Dra çiftler) pek çok etkin yıldızda olduğu gibi yoğun “flare” etkinliği yoluyla koronal kütle atım evresinden geçmiş olabilir.

Scaltriti vd. (1993)’nin 12 RS CVn türü çift sistemin görsel, yakın kırmızıöte ve bazı çiftlerin elde edilmiş IRAS fotometrik gözlemlerini içeren çalışmalarında, çift sistemlerin yaklaşık % 40’ında yıldız lekesi ile modüle olmayan ve sistemlerin etrafında disk yapısı kaynaklı kırmızıöte artık ışıınım gösterdiği bulunmuştur. Enerji dağılımlarının detaylı analizleri de bu sonucu doğrulamış ve soğurucu maddenin silikat içerikli madde kaynaklı olduğu ve kütlesi hakkında bilgi de içerdiği belirtilmiştir. Şekil 1.1’de Scaltriti vd. (1993)’nin çalışmasından, GK Hya çift yıldız sistemine ait artık ışıınım ve bir model çalışma sonucu gösterilmiştir. Artık gösteren kaynaklar arasında evrimde daha ileri safhada bulunan çiftlerin toz disklerinin kütlesinin daha büyük olduğu, bunun da manyetik etkinlik sonucu oluşan kütle kaybından kaynaklandığı sonucu elde edilmiştir.



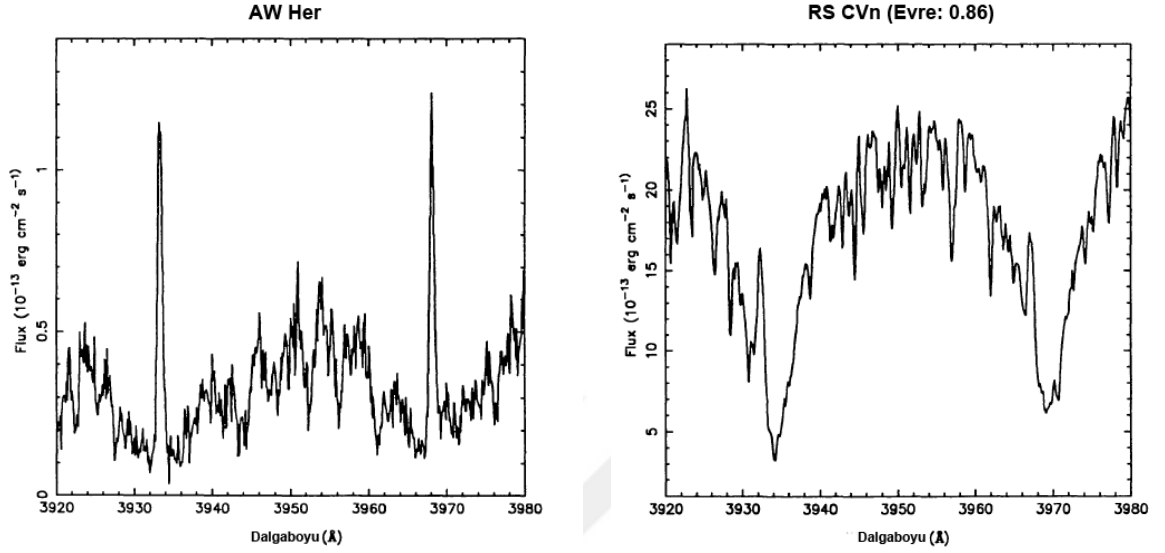
Şekil 1.1 GK Hya kromosferik etkin çift yıldız sistemine ait tayfsal enerji dağılımı (Scaltriti vd. 1993)

1.4 Tayfsal Çalışmalar

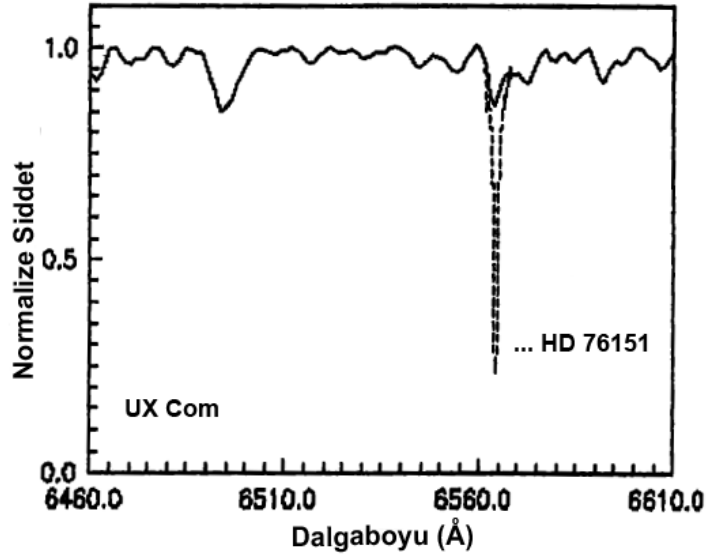
Yıldız tayfında gözlenen süreklilik ve çizgi profil yapıları, kuramsal olarak geliştirilen model atmosferler ile temsil edilebilmektedir. Soğuk yıldızlarda model atmosferlerin öngördüğünden farklı olarak, tayfin moröte ve kırmızıöte bölgesinde artık ışıınımların var olduğu görülmektedir (Rhomb ve Fix 1977, Busso vd. 1990, Scaltriti 1990, Scaltriti vd. 1993 ve bu çalışmada). Bu artık ışıınımlar, ısısal ışıınım yasaları (Planck yasası) ile ifade edilemeyen ve zamanla değişim gösteren ışıınım yapıları olmaktadır. Artık ışıınımlar, yıldız türlerine göre farklı nedenlerden (örneğin yeni oluşmakta olan anakol öncesi T Tauri yıldızlarda çekimsel etki ile merkezi yıldıza düşen maddenin yarattığı ve çift yıldızlarda bileşenler arası madde etkileşimlerinin neden olduğu artık ışıınımlar gibi) kaynaklanmaktadır. Ayrıca, soğuk yıldızların atmosferlerindeki manyetik alanın neden olduğu plazma etkileşimlerinden kaynaklanan artık ışıınımlar da görülmektedir. Yıldız atmosfer katmanlarında sıcaklığın farklı değerlere sahip olması, o katmanlardaki fiziksel süreçleri ve değişimleri ifade eden farklı çizgi tayflarının/profillerinin (fotosferik ve kromosferik çizgiler) oluşmasına neden olmaktadır

Ca II H (λ 3968.47 Å) ve K (λ 3933.67 Å) rezonans çizgilerinin profillerinde görülen güçlü merkezi salma bileşenleri (bkz. Şekil 1.2), kromosferik etkinliğin en temel belirteçlerindendir. Ayrıca kromosferik etkinlik, bu yıldızlarda UV salma çizgileri ve H α ve diğer Balmer soğurma çizgilerini dolduran salmanın varlığından da anlaşılabilir (bkz. Şekil 1.3 ve Şekil 1.4). Bu salma yapılarının, atmosferde ısısal olmayan süreçlerden kaynaklandığına ilişkin doğrudan kanıt oldukları belirtilmektedir. Çift sistemlerde bu salma yapıları dönme ile ve dolayısıyla yıldız lekeleri ile (yani mutlak yüzey akısı) ilişkili olduğu bulunmuştur (Montes vd. 1996). Güneş'te görülen bu türden salmalar, güçlü manyetik alanlar gösteren, kromosferik ağ yapıları ve "plaj" benzeri bölgelerle güçlendirilmiş kromosferik salma ile tanımlanmaktadır. Ancak, kromosferik etkin çift sistemlerde, kromosferik etkinlik göstergelerinin eşdeğer genişlik (EW) salma artıkları, bu yıldızların çift olma doğası nedeniyle, analizlerdeki karışıklıklardan dolayı nadiren belirlenmektedir. Bu karışıklığın sonucu olarak etkin bileşenin salması etkin olmayan, birçok durumda toplam gözlenen akıya başlıca katkıda bulunan bileşen

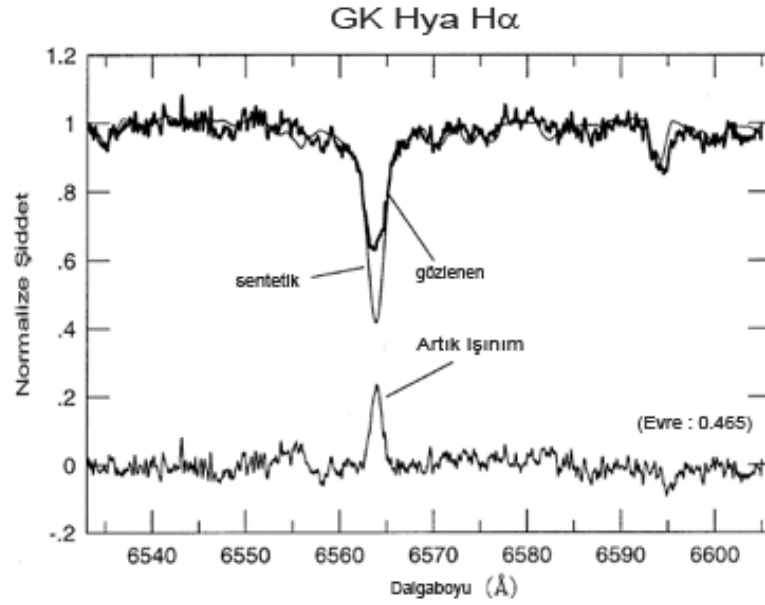
tarafından bozulmaktadır. Bunun yanında her iki bileşen etkin ise salmaları karışabilmektedir (Montes vd. 1996).



Şekil 1.2 AW Her ve RS CVn çift yıldız sistemlerine ait Ca II H & K çizgi salma profil özellikleri (Fernández-Figueroa vd. 1994)



Şekil 1.3 UX Com çift yıldız sistemine ait normalize H_{α} çizgi profili (Xuefu vd. 1996)



Şekil 1.4 GK Hya çift yıldız sistemine ait $H\alpha$ çizgi profili model çalışması (Gunn vd. 1997)

Etkinlik düzeyinin belirlenmesindeki bu zorluklara rağmen, manyetik etkinlik ve dinamo model çalışmalarında, çift sistemler önemli bir rol oynamaktadır. Bir başka deyişle, bir çift sistemin bileşeninin/bileşenlerinin etkinliği, onun fiziksel özelliklerinin belirlenmesine imkan sağlar. Bu sistemlerde bileşenlerin karşılıklı çekimsel kuvvetleri bileşen yıldızın hızlı dönmesine sebep olabilir ve yaşamının büyük bir kısmında yüksek etkinlik düzeyini sürdürebilir. Bu nedenle, bu sistemler; yüksek etkinlik düzeyi çalışmaları, yıldız dinamo modellerinin testleri için laboratuvar olmaktadır. Soğurma profillerinin modellenmesi ve tayfsal çıkarım teknikleri kullanılarak modellenebilen Ca II H ve K salmaları, artık salmaların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ca II H ve K çizgilerine ilişkin ölçülen mutlak kromosferik akılar, yıldız kromosferinden salınan enerjinin tahmini katkısının hesaplanabilmesini sağlamaktadır. Yapılan kimi çalışmalarda Ca II H ve K salma artıklarının etkin sıcaklık, dönme dönemi gibi yıldız parametrelerine bağımlılığı ve diğer etkinlik belirteçleriyle (geçiş bölgesi ve koronal etkinlik belirteçleri) olan ilişkisi sıklıkla araştırma konusu olmuştur (Montes vd. 1996).

Hall ve Ramsey (1992a), RS CVn yıldızlarının $H\alpha$ tayf çizgisi analizinden yararlanarak, örten çift yıldızlara ait yaygın madde özelliklerini, yıldızların etrafındaki maddenin

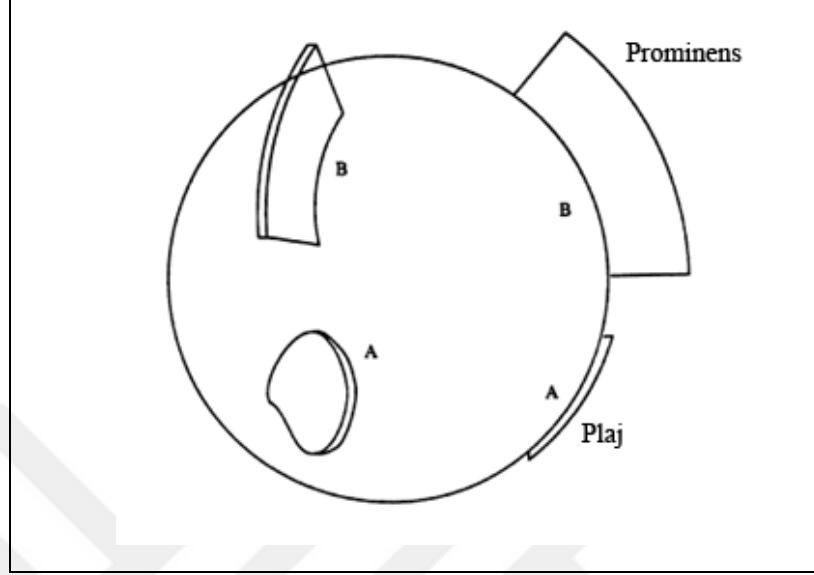
doğasını ve fiziksel özelliklerini araştırdılar. Bu sistemlerde, geniş yaygın soğuk bölgelerin yanı sıra, Güneş'te izlenen, prominens benzeri yapıların da var olabileceği belirtilmiştir. Hall ve Ramsey (1992a), RS CVn lerde “plaj” ve “prominens” lerin açıklamasını şu şekilde yapmışlardır: “plaj-benzeri” yapıların geometrisi yıldız yüzeyinde yatık (düzlemsel) alanlardır. “prominens-benzeri” yapılar ise geometrileri itibariyle dikey-doğrultuda oluşumlar olup, yıldız kenarında göründükleri zaman maksimum alan göstermektedirler. İki yapı arasındaki fiziksel ayrım; prominens-benzeri yapıların daha az yoğun oldukları, $H\alpha$ ’da etkinliğin zayıf olduğu ve plaj bölgelerine göre de soğuk oldukları yönündedir. Bu açıklamaya göre, basit fiziksel gösterim şekil 1.5’de verildiği gibidir.

Bu yapıların varlığını ispatlamak için $H\alpha$ ve $H\beta$ çizgilerine ait salma artık oranları $[E_{H\alpha}/E_{H\beta}]$ kullanılmıştır. Bu oranlarda, ilk önce çizgi salma artıklarının ayrı ayrı belirlenmesi gerekmektedir. Etkin sistemin tayfindan etkinlik göstermeyen bir mukayese yıldız tayfinin çıkarılması tekniğine (spectral subtraction) dayanarak sistemin artık tayfı elde edilebilmekte ve böylece sadece artık çizgi salmasını içeren tayf görüntüsü elde edilebilmektedir.

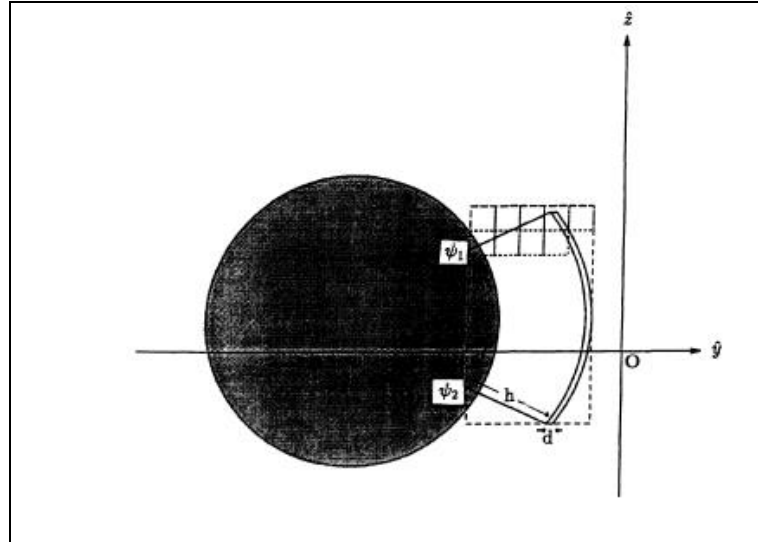
Yıldız diskinin kenarında prominenslerin görünmesiyle yüksek bir $E_{H\alpha}/E_{H\beta}$ salma artık oranı mümkün görünmesine rağmen, plaj bölgelerinde bu kadar yüksek bir oran görünmemektedir. Bunlar, bu yıldızların bazı etkin bölgelerinin, kromosferik plaj-benzeri yapılara göre prominens benzeri yaygın yapılardan oluştuğunun güçlü kanıtı olarak değerlendirilmektedir (Hall ve Ramsey 1994).

Hall ve Ramsey (1994), prominensler için bir model çizimini şekil 1.6 de gösterildiği gibi vermişlerdir. Bu modelde öncelikle prominenslerin belirleneceği koordinat sistemi tanımlanmıştır. Sistemin kütle merkezi koordinat sisteminin merkezinde, gözlemciler pozitif x-ekseni doğrultusu boyunca yer almaktadırlar. Yıldız z-ekseni etrafında saat dönme yönünün tersi yönünde dönmektedir. i , çiftin yörünge düzlemi ile z-ekseni (gökyüzü düzlemi) arasındaki açıdır. 0.0 evresi, soğuk yıldızın önde olduğu kavuşum anındaki evredir. Prominenslerin parametreleri şu şekilde tanımlanmıştır; prominens şekil

1.6 ve çizelge 1.1 'deki parametrelerle, dilim benzeri yapı olarak modellenmiştir. Bu modelde 8 parametre tanımlanmıştır.



Şekil 1.5 RS CVn'lerde yaygın maddeye ilişkin fiziksel gösterim. Plaj bölgesi, (A) ve Prominens bölgesi, (B) ile gösterilmiş geometrik yapılarla ilişkilendirilmiştir (Hall ve Ramsey 1994)



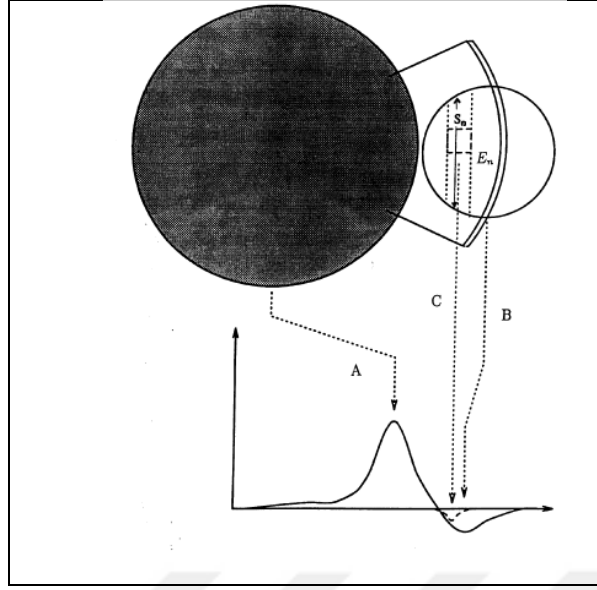
Şekil 1.6 Koordinat sisteminde prominens parametrelerinin gösterimi (Hall ve Ramsey 1994)

Çizelge 1.1 Prominens parametreleri (Hall ve Ramsey 1994)

Parametre	Sembol	Birim
Maksimum Enlem	Ψ_1	derece
Minimum Enlem	Ψ_2	derece
Boylam	ξ	derece
Dilim Yüksekliği	h	R (yıldız)
Dilim Kalınlığı	d	R (yıldız)
Elektron Yoğunluğu	n_e	$\times 10^{11} \text{cm}^{-3}$
Sıcaklık	T	K
Hız	V	km/s

Modele ilişkin genel açıklama, şekil 1.7 üzerinde örneklendirilmiştir. Şekil 1.7 ‘de tutulma yöresinde bir çift yıldız bileşeni görülmektedir. Burada, yıldız yarıçapları keyfi alınmıştır. Prominens, büyük yıldızın kenarında bulunmaktadır ve küçük yıldızın büyük bir kısmını da örtmektedir. Şekil 1.7’de görüleceği gibi bu dilim modelinde sabit hızlara sahip S_n şeritleri ve herbir E_n elementlere ilişkin bir alan içerisinde bulunan S_n şeritlerinin Δy ve Δz boyutları dikkate alınmaktadır. Çift sistemin şekildeki H_α çizgi tayfı bu evrede üretilmiştir. Burada 3 büyük ana bileşen, oklarla gösterilmiştir. Bu bileşenler A, B ve C harfleriyle gösterilmiştir. “A” bileşeni büyük yarıçapa sahip yıldızdan gelen artık salma profilini belirtmektedir. “B” bileşeni iki ögenin, yani küçük yıldızdan gelen artık ışınım ve dilimin örtmesinden ileri gelen soğurma özelliğini belirtmektedir. Son olarak “C” bileşeni, dilimde belirtilen E_n element bölgesinin neden olduğu soğurma özelliğini belirtmektedir. Burada işaretlenmemiş, elementin kendi örtmesinden gelen küçük bir miktarda da salmanın olacağı belirtilmektedir.

Bir E_n element bölgesi için şu 4 durumdan biri olabilir; 1- kendisi üzerinde bulunduğu yıldızın diskini örtebilir (karartabilir), 2- diğer yıldızın diskini örtebilir, 3- kendi üzerinde bulunduğu yıldız tarafından örtülebilir, 4- salmada, arkasında hiçbir yıldız diskisi olmadığı halde yer alabilir (katkıda bulunabilir).



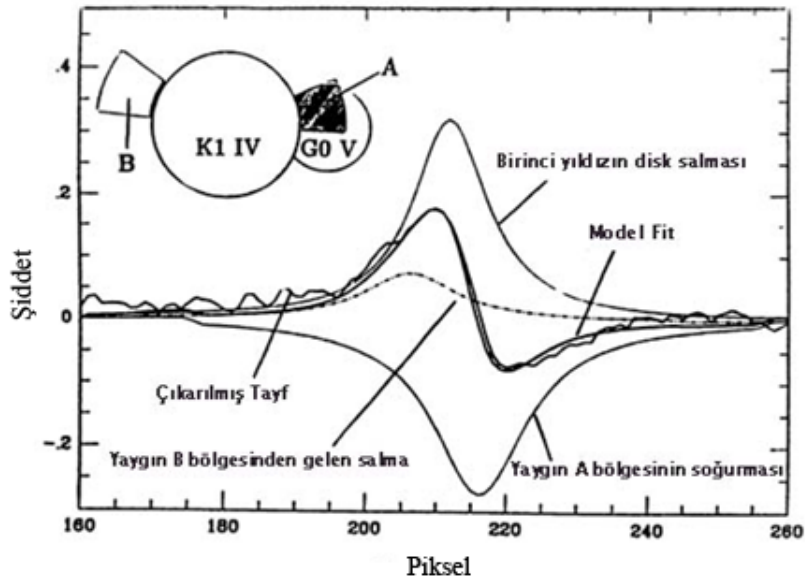
Şekil 1.7 Çıkarılan (artık) H_α profilinde, ‘prominens’in etkisi (Hall ve Ramsey 1994)

Benzer model fiti AW Her etkin çift yıldız sistemi için gösterilmiştir (Hall ve Ramsey 1992b, Şekil 1.8). Burada elde edilen tayf, çift sistemin 0.972 evresine aittir. Bu gözlenen tayf için model fiti şekil 1.8’de gösterilmiştir. Şekilde iki yaygın bölge görülmektedir: birinci yıldızın mavi kenarında biri, kırmızı kenarında da diğeri yer almaktadır. Kırmızı kenardaki yapı diğer yıldız bileşenini de kısmen örtmektedir. Bu dilimlerin yoğunluğu $3.5 \pm 2.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$, yükseklikleri $\sim 0.7 R_*$ ve öngörülen dilimin kalınlığı yıldız yarıçapının birkaç yüzde biri kadar olduğu belirtilmektedir. Bu yapı, büyük ölçekli ve sakin Güneş prominens özelliğini de anımsattığı belirtilmektedir. AW Her’in bu evrede $E_{H\alpha}/E_{H\beta}$ salma artık oranı için 6 ± 1 sonucu, yüzeysel prominens benzeri materyalin önemli miktarda varlığını göstermektedir. Şekil 1.8’de hem tayfsal analiz ve hem de yıldızların konfigürasyonu ile ilgili durum özetlenmektedir.

Hall ve Ramsey (1992a)’in yapmış oldukları bu çalışma ve o güne kadar yapılmış çalışmalar çerçevesinde, aşağıdaki genel sonuçlara varmışlardır:

1-Yaygın (genişlemiş/çevresel) maddenin bazı türleri RS CVn'lerde genel bir yapıdır. Bu yaygın maddenin delillerini elde etmek için yapılan ilk araştırmada incelenen 10 sistemden UX Com ve PW Her de dahil olmak üzere 8 tanesinde bu yapı saptanmıştır.

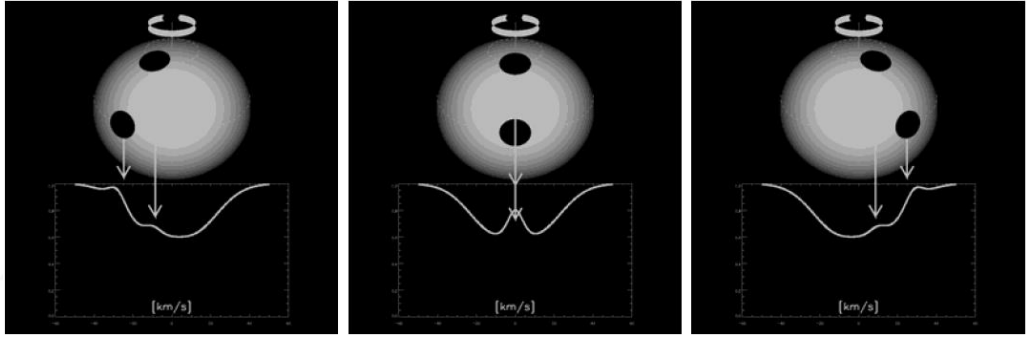
2- Kararlı, prominens benzeri yapıdaki bu çevresel madde kendi kuşattığı yıldız ile ortak bir dönmeye sahiptir. Bunun böyle olduğunu gösteren örnekler çeşitli yörünge dönemlerine sahip olan AW Her, SS Boo, MM Her ve UV Psc ve belki de PW Her, UX Com ve AD Cap'da bulunmuştur. Sadece düşük etkinlikli LX Per ve CQ Aur sistemleri çevresel materyal için küçük kanıtlar göstermektedir.



Şekil 1.8 AW Her çift yıldız sistemine ait H_{α} profilinde, 'prominens'in etkisi (Hall ve Ramsey 1992b)

Yıldız lekeleri için yapılan çalışmalar, fotomekrik ve tayfsal gözlemlerin birleştirilmesiyle lekelerle ilişkin fiziksel, geometrik ve kimyasal süreçler hakkında daha net bilgiler vermektedir. Leke sıcaklıkları ile ilgili tayfsal çalışmalarda, lekelerin çevresindeki fotosfere göre daha soğuk olmaları nedeniyle TiO ve VO molekül bantlarında izlenen değişimler fark edilmektedir (Ramsey ve Nations 1980). Leke rotasyonu ile gözlemcinin bakış doğrultusundan geçişleri sırasında tayflarda izlenen TiO ve VO molekül bantlarının şiddetlerinde önemli artışlar olurken, aynı zamanda Ca II H ve K ve H_{α} salmalarında da ciddi artışlar meydana gelmektedir. Görsel bölgede ortaya

çıkan bu özellikler dışında moröte bölge tayflarında etkin bölgelerden kaynaklanan tayf çizgilerinin salma şiddetlerinin de dönme modülasyonu ile değişim gösterdiği izlenmektedir. Ayrıca leke bölgeleri dönme nedeniyle yıldız diski boyunca hareket ettikçe, bazı tayfsal çizgi profilleri üzerinde lekeden kaynaklanan hörgüç benzeri yapıların profil boyunca hareket ettiği gözlemlenmektedir. Leke bölgesindeki soğurmanın, fotosfer kadar etkili bir şekilde katkıda bulunmamasından kaynaklanan bu hörgüç yapılardan yararlanarak soğuk yıldızların yüzey parlaklık dağılımının haritası çıkarılabilmektedir. Bu işlem, Doppler görüntüleme tekniği olarak adlandırılmaktadır. Doppler görüntüleme tekniği, tayfsal çizgi profillerindeki zamana bağlı şekilsel değişimlerin modellenmesi ile yıldız yüzey parlaklık dağılımının haritalanması yöntemine dayandırılmaktadır. Örnek bir gösterim şekil 1.9’da verilmektedir.



Şekil 1.9 Çizgi profilinde yıldız lekelerinin oluşturduğu hörgüç yapıları (Rice 2002)

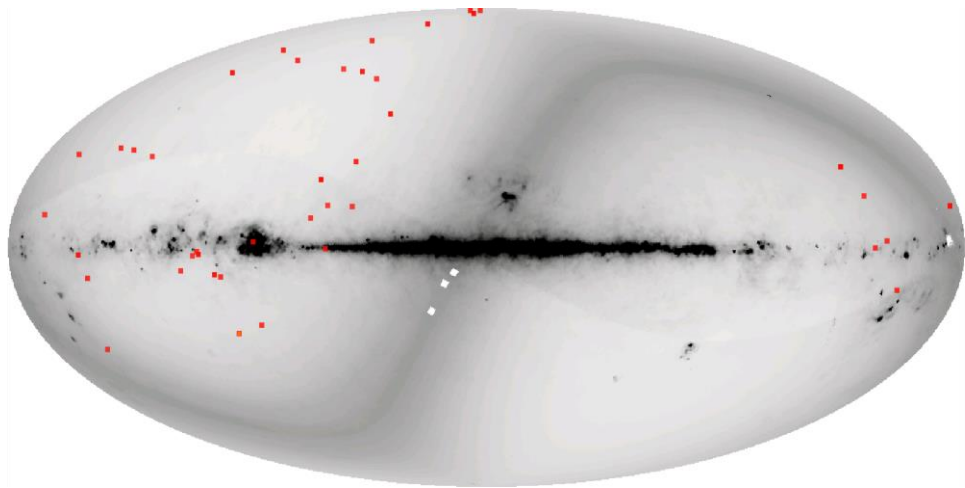
1.5 Yaygın Maddenin Yıldız Evrimi Çalışmalarındaki Yeri ve Önemi

Astrofiziğin önemli bir çalışma alanı da yıldız evrim çalışmalarıdır. Yıldızın yaşamı boyunca maruz kaldığı değişimler, yıldız evrim çalışmaları ile açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu konudaki çalışmalar, kuramlara ve gözlemlerden doğrudan ve dolaylı olarak elde edilen sonuçlara dayandırılmaktadır. Yıldızlar kütlelerine bağlı olarak evrim sürelerini ve süreçlerini farklı şekilde yaşarlar. Çift yıldız sistemleri, bu konuda birçok bilginin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede çift sisteme ait birçok parametre doğrudan bulunabildiği gibi çiftlerin bileşenlerinin birbirlerine uyguladıkları karşılıklı etkilerden (çekim, yanıtma, kütle aktarımı, ... vb) kimi fiziksel koşullar elde edilmeye çalışılmaktadır. Yıldızlar hidrojen yakan anakol sonrası evrim aşamasında çok

daha hızlı kütle kaybettikleri ileri evrim aşamalarına girerler. Bunun yanında yıldızın enerji akışı, manyetik etkinlik, bünyesel değişimler gibi birçok sebep de kütle kaybına neden olmaktadır. Kütle kaybı yıldızın içyapı süreçlerinin açıklanmasında ve evrimsel süreç hakkında bilgi vermektedir. Astrofiziğin temel problemlerinden biri de yıldızların nasıl kütle kaybettiklerinin anlaşılması olmuştur. Kaybedilen kütle, en genel olarak yıldız etrafında yaygın madde ve/veya yıldızlararası madde ve toz olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kütle, anakol öncesi yıldızların etrafında muhtemelen oluşum zamanına ait yıldızlararası madde iken, ileri evrim aşamalarında gözlenen bu madde evrimleşen merkezi yıldızdan (dev ve super dev yıldızlar, gezegenimsi bulutsu, nova ve supernova vb.), evrimsel süreç içerisinde atılan maddenin oluşturduğu yoğun bir yapı olarak görülmektedir. Hem yıldızları çevreleyen bu yoğun madde, hem de yıldızlararası madde yıldız tayfında, soğurma, yansıma veya salma yapıları olarak gözlenmektedir. Yıldızlararası madde/toz varlığı en çok kırmızıöteye ortaya çıkar. Merkezi yıldızdan gelen ışınlam ve etkin disk yapılarının mevcut olduğu durumlarda, muhtemelen disk boyunca yığılan madde, toz vs. merkezi yıldız tarafından ısıtılarak artık ışınlam salınmasına sebep olurken, gelen ışınlamın bu yapılarla soğurulmasıyla da yıldızın enerji dağılımında geniş soğurma yapıları olarak gözlenmektedirler. Gözlemsel kanıt olarak silikatlar, buzlar veya karbon zengini materyallerin neden olduğu tayfsal özellikler veya merkezi yıldızın sürekliliğinin üzerinde ısınan tozdan gelen kırmızıöteye artık ışınlamın varlığı elde edilebilmektedir. Ayrıca görsel bölgede toz, kızarmaya, sönümlemeye ve gelen ışık üzerinde kutuplanmaya (polarizasyon) yol açarken, yansıma bulutsularındaki etkileri doğrudan gözlenebilmektedir. Bu bağlamda yapılan bu tez çalışmasının, kromosferik etkin çift sistemlerde yaygın madde ve çevresel yıldız maddesinin varlığı, yıldız etkinliği ile ilişkisi ve evrimsel süreçle ilgili bir bilgiyi ortaya çıkarması açısından astrofiziğin bu alanındaki çalışmalarına önemli bir katkı sağlayacağı beklenmektedir. Kromosferik etkin yıldızlar, sahip oldukları konvektif katman varlığı ve dönmenin ortak etkisi ile yüzeylerinde manyetik etkinlik yapıları oluşmaktadırlar. Manyetik etkinliğin neden olduğu bu yapılar tıpkı Güneş'te olduğu gibi fotosferde soğuk yıldız lekesi iken kromosfer ve korona'da manyetik ilmekler şeklinde gözlenmektedirler. Yıldız rüzgarları nedeniyle meydana gelen kütle kaybının, kromosferik etkin çiftlerdeki bu yapıların başlıca sorumlusu oldukları gösterilmektedir.

2. YAYGIN MADDENİN ARAŞTIRILMASINDA KULLANILAN VERİLERİN SEÇİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmanın amacı, bir veya her iki bileşeni kromosferik etkin olan çift sistemlerde yaygın madde/genişlemiş çevresel maddenin (ya da atmosferin) varlığını, özelliklerini, leke etkinliği ve evrimsel süreçle olan ilişkisini çeşitli dalga boylarında yapılan fotometrik ve tayfsal gözlem verilerinden yararlanarak ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda tam tutulma gösteren 14 adet kromosferik etkin çift yıldız ve bu yıldızlarla aynı tayf türünden ve ışıınım sınıfından etkinlik göstermeyen tek yıldızlar seçilmiş ve fotometrik ve tayfsal gözlem programlarına dahil edilmişlerdir. Tam tutulma gösteren çift sistemlerin seçilme nedeni, varlığı muhtemel olan genişlemiş çevresel madde ile bileşen yıldızların örtme ve örtülme anlarındaki yapısal etkileşimlerini araştırmak ve bu yapılara has salma ve soğurma özelliklerini ortaya çıkarmaya çalışmaktır. Bu amaçla çizelge 2.1’de listelenen tam tutulma gösteren 14 adet kromosferik etkin çift yıldız sistemi, tam tutulma esnasında, bir bileşen yıldız diğer bileşeni tarafından örtüldüğünde tek bir yıldızın ışıınım özelliği gibi incelenip artık ışıınım düzeyi belirlenmiştir. Bu artık ışıınım düzeyi, aynı tayf türü ve ışıınım sınıfından etkinlik göstermeyen çizelge 2.2’de listelenen referans yıldızların ışık ölçüm değerleri ile karşılaştırma yapılarak elde edilmiştir. Seçilen yıldızların galaksideki konumları şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Seçilen yıldızların galaksideki konumları. Her bir kırmızı nokta bir yıldız veya çift sistemi göstermektedir (<http://irsa.ipac.caltech.edu> den oluşturulmuştur)

Çizelge 2.1 Seçilen kromosferik etkin çift sistemler. CABs katalog numarası, tayf türü ve ışınlm sınıfı, yörünge dönemi, yörünge eğim açısı ve Güneş biriminde yarıçap değeri Eker vd. (2008) tarafından hazırlanan katalogdan alınmıştır. Alt indisler olarak “h”; sıcak bileşen, “c”; soğuk bileşeni ifade etmektedir

CABs No	Yıldız Adı	Tayf Türü	i (deg)	R _h (R _☉)	R _c (R _☉)	To (HJD) ¹ Minimum Zamanı	P (gün) ¹
55	LX Per	F8V+G8IV-V	88.3	1.64	3.05	2452506.151	8.0382
118	SV Cam	F9V+K4V	89.4	1.24	0.73	2452500.114	0.5931
120	VV Mon	K0IV+G2IV	86.0	1.80	6.20	2452502.718	6.0504
124	SS Cam	F6IV+K0IV	83.0	2.20	6.40	2452502.302	4.8229
145	GK Hya	F8V+G8IV	83.7	1.51	3.39	2452503.580	3.5870
199	RW UMa	F9V+K1IV	88.0	2.31	4.24	2452506.670	7.3282
219	UX Com	G2V+K1III-IV	90.0	1.00	2.50	2452500.933	3.6424
223	RS CVn	F4IV+G9IV	86.9	1.99	4.00	2452500.425	4.7977
251	SS Boo	G0V+K1IV	88.8	1.31	3.28	2452501.031	7.6061
312	PW Her	K0IV+F8-G2	90.0	1.40	3.80	2452501.340	2.8812
314	AW Her	G2IV+K2IV	90.0	2.20	3.00	2452500.260	8.8008
383	RT Lac	G9IV+K1IV	89.0	4.41	4.81	2452504.489	5.0737
385	AR Lac	G2IV+K0IV	89.4	1.48	2.69	2452501.181	1.9832
399	RT And	G0V+K2V	87.5	1.26	0.92	2452500.351	0.6289

¹ Işık elemanları, TIDAK (Krakow'da Timing DAtabase) <http://www.as.up.krakow.pl/ephem/old-ephem/EPHEM-2012xi.TXT> web sitesinden alınmıştır.

Yaygın/çevresel maddenin varlığı, özellikleri ve leke etkinliği ile ilişkisini ortaya koymak üzere, bu çift sistemlerin ışık eğrilerinin tutulmalara karşılık gelen minimum ve tutulma dışı evrelerde (bileşenlerin tutulma başlangıcı, ortası ve sonundaki evreler ile tutulmanın olmadığı evreler) tayfın görsel, yakın kırmızı ve orta kırmızı bölgelerindeki süreklilik değişimi ile örnek bir sistem olarak seçilen AR Lac çift sisteminin düşük ve yüksek çözünürlüklü tayfları analiz edilerek sistemde artık ışınlm varlığı ve çevresel maddenin gözlemsel kanıtı araştırılmıştır.

Çizelge 2.2 Referans yıldız listesi (etkinlik göstermeyen yıldızlar)

İsim	Tayf Türü (Simbad Kataloğu)	Bu çalışma
HD 116044	G8IV D (-)	K2 III
HD 232843	K0III (Bouigue 1959)	K3 III
BD+01 1945	G8IV (Chuadze 1973)	K3 III
HD 231848	K0III (Boulon 1963)	K3 III
HD 210925	K0IV (Harlan 1969)	K3 III
HD 292944	K5 (Nesterov vd. 1995)	K4 III
HD 131447	K0IV (Heard 1965)	K5 III-IV
HD 235751	G8IV (McCuskey 1955)	K6 III
BD+28 2165	K1IV D (Ungren 1962)	K8 III
HD 127824	F4IV (Moore ve Paddock 1950)	F5 IV
HD 336601	G0 (Nesterov vd. 1995)	F9 IV
HD 195405	G2IV (Bidelman 1957)	F9 IV
HD 18403	G0IV (Heard 1950)	G0 IV-V
HD 291029	G5 (Nesterov vd. 1995)	G1 IV
BD+28 3198	G2V D (-)	G1 IV
BD+26 3026	G8IV (Yoss 1961)	G9 IV
HD 111094	K0IV (Yoss 1961)	K3 IV
BD+54 2777	K0IV (McCuskey 1955)	K4 IV
TYC 3973-2446-1	G5V D (-)	K5 IV
BD+46 1042	F5V (Chuadze 1973)	F0 V
HD 95975	F7IV (Heard 1965)	F5 V
HD 216685	F8V D (-)	F6 V
HD 145404	G0V (-)	F9 V
HD 259516	G2V (Chuadze 1973)	G0 V
HD 111540	G1VD (-)	G1 V
HD 56168	K2.5 V (Gray vd. 2003)	K2 V
HD 233357	K3V (Loth & Bidelman 1998)	K4 V
BD+01 1960 ¹	-	-

¹ Sadece 2 gece gözlem verisi elde edilmiş ve elde edilen bu verilerdeki tutarsızlık nedeni ile bu yıldız değerlendirmeye alınmamıştır.

3. GÖZLEMLER

Bu çalışmada görsel bandlardaki (BVR_{cIc}) fotometrik veriler, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'ndeki T100 Teleskobu ve Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi (AÜKR)'nde bulunan T40 Teleskobu ile yapılan gözlemlerden, yakın kırmızıöte ve orta kırmızıöte fotometrik veriler ise sırasıyla 2MASS ve WISE arşiv verilerinden elde edilmiştir. Fotometrik verilere destek niteliğinde yüksek ve düşük çözünürlüklü tayflar TUG'un RTT150 teleskobuna bağlı Coude ve TFOSC tayfçekerleri kullanılarak elde edilmiştir. Verilerin elde edilmesine ilişkin detay bilgiler metin içinde ilgili başlık altında verilmiştir. Elde edilen verilerin indirgeme, analiz aşamaları ve yıldızlara ilişkin değerlendirmeler de aşağıda verilmiştir.

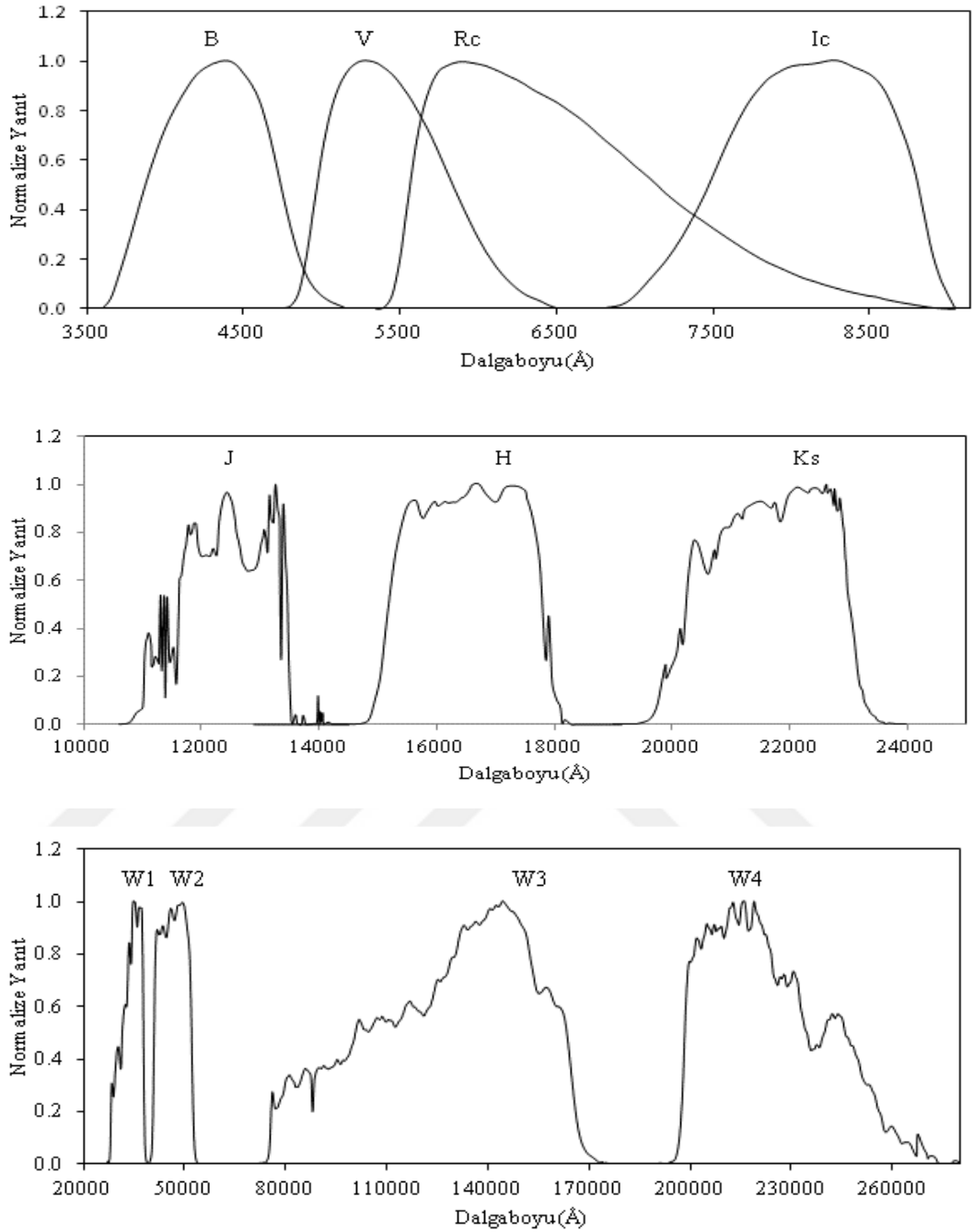
3.1 Fotometrik Gözlemler

Fotometri (Işıkkölçüm), gök cisimlerinin yaydığı elektromanyetik ışının şiddetini ölçme işidir. Bu ölçümü yapan alıcıya/dedektöre fotometre (ışıkölçer) denilmektedir. Eskiden fotoğraf plağı daha sonra fotokatlandırıcılarla ışık ölçümü yapılırken günümüzde bu ışık ölçümleri CCD (Charge-Coupled-Device) olarak bilinen aletler ile yapılabilmektedir. Dedektörler, üzerlerine düşen sinyalin ne kadarını algıladıklarını belirten “Kuantum etkinliği” olarak isimlendirilen parametreye göre değerlendirilirler. CCD’lerde bu oran % 90’lar civarındadır ve diğer dedektörlere göre daha geniş bir tayfsal aralıkta daha büyük olmaktadır.

CCD dedektörler, üzerlerine düşen ışığın şiddeti ile orantılı olarak elektrik sinyali üretirler. CCD’lerdeki sayısal dönüştürücüler sayesinde, yıldızdan gelen ışığın şiddeti sayısal değerlere dönüştürülür. Teleskop ve CCD ile elde edilen böylesi bir sayısal değer logaritmik ifadesi, kaynağın aletsel parlaklığını verir. Buna göre bir yıldızın aletsel parlaklığı kadir cinsinden (m_{aletsel});

$$m_{\text{aletsel}} = -2.5 * \log (\text{Sayım Değeri}) \dots\dots\dots (3.1)$$

Pogson bağıntısı ile elde edilir.



Şekil 3.1 Filtrelere ilişkin geçirgenlik değerleri ve normalize yanıt eğrileri. Johnson-Cousins BVR_cI_c (üst panel), 2MASS (orta panel) ve WISE (alt panel). (Filter Profile Service; “<http://svo2.cab.inta-csic.es/svo/theory/fps3/>” web sitesinden alınmıştır)

Bu parlaklık değerinden, kullanılan CCD’nin aletsel etkilerinin ve atmosferin ölçüm değeri üzerindeki etkilerinin arındırılması gerekmektedir. Gök cisimlerinden gelen ışınım çok geniş bir dalga boyu aralığına sahiptir. CCD’ler, üzerine düşen ışığın şiddetine bağlı

olarak sayısal değer üretmelerine karşılık, gelen ışınının dalgaboyuna göre ne kadar yoğunlukta olduğunu ayırt etme özelliğine sahip değildirlir. Bu nedenle bir yıldızın fotometrisini yapabilmek için farklı dalgaboyları aralığında farklı geçirgenliklere sahip filtreler kullanılmaktadır. En çok kullanılan filtreler Johnson UBV, Strömgren uvby vs. dir. Bu çalışmada kullanılan; Johnson-Cousins BVR_{cIc}, 2MASS, WISE filtrelerine ilişkin dalgaboyuna bağlı yanıt eğrileri şekil 3.1’ de ve bazı özellikleri çizelge 3.1’de verilmiştir. Elde edilen parlaklık değerleri kullanılan filtre ismiyle ifade edilmektedir. Filtreler geniş bant ve dar bant filtreler olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen görsel bölge parlaklık değerleri standart Johnson-Cousins BVR_{cIc} filtre parlaklık değerlerine dönüşümü yapılmış değerlerdir. Astronomide en çok kullanılan fotometri yöntemi, *diferansiyel* (fark) ve *standart fotometri* yöntemleridir. En genel hali ile bir gözlem gecesinde, aynı filtre takımı ile yapılan herhangi iki yıldızın parlaklık farkı ile elde edilen ölçüm, “*fark fotometrisi*” olarak adlandırılırken, aynı gözlem gecesinde standart bir yıldız gözlenerek ölçülen yıldızın parlaklığının standart yıldız parlaklığına kalibre edilmesiyle yapılan fotometri ise “*standart fotometri*” olarak adlandırılır. Bu iki yöntemin kendine göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Gökyüzünde konum olarak aynı atmosferik sönümlemeye maruz kalacak mesafede olan herhangi iki yıldızın fark fotometrisinde atmosferik etkinin düzeltilmesine gerek olmazken, standart fotometride atmosferik etkinin düzeltilmesi ve Teleskop + Dedektör + Filtre üçlüsü için standart sisteme dönüşüm katsayıları ve o gecede gözlenmiş en az bir standart yıldız gözleminin yapılmış olması gerekmektedir. Atmosferik sönümleme için gözlem gecesinde kullanılan filtre setlerine ilişkin atmosferik sönümleme katsayılarının da elde edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan ve standart yıldız gözlemleri için kullanılan Landolt kataloğu (Landolt 2009) bu türden katalogların başında gelmektedir.

Bu çalışma için seçilen tam tutulma gösteren etkin çift sistemler ile aynı tayf türünden ve konum olarak çift sistemlere yakın galaktik koordinatlarda yer alan ve etkinlik göstermeyen tek referans yıldızlar da gözlem programına dahil edilmiştir. Bu yıldızlar hem gecenin sönümleme katsayısını belirlemek hem de tam tutulma esnasında tek yıldız olarak görülen çift sistem bileşenlerinin enerji dağılımlarının karşılaştırılması için programa dahil edilmişlerdir. Seçilen yıldızlara ilişkin görsel bölge fotometri gözlemleri;

standart fotometrik yöntem ile Johnson-Cousins BVR_{cI_c} filtrelerindeki standart parlaklık değerlerine dönüştürülmüştür. Hem TUG hem de AÜKR gözlemlerine ilişkin gözlem detayları çizelge 3.2 ve çizelge 3.3’de verilmiştir. Bu gözlemler 11AT100-154-2 proje numarası ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi’nde bulunan T100 Teleskobu ve Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi’nde bulunan T40 Teleskobu ile 2012 Ağustos - 2014 Ağustos tarihleri arasında yapılmıştır. TUG T100 gözlemleri, odak düzleminde SI 1100, 4K X 4K CCD kamera ve Bessel BVRI filtre seti kullanılarak yapılmıştır. AÜKR T40 Kreiken Teleskobu gözlemleri, APOGEE ALTA U47 MB 1024 X 1024, 13 µm piksel CCD kamera ve Schüller Johnson-Cousins BVRI filtre seti kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca TUG’da seçilen yıldızlara ilişkin H α ve Ca II dar bant fotmetrik gözlemler yapılmış ancak yeterli gözlem verisi elde edilemediği için değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 3.1 Fotometrik filtrelerle ilişkin özellikler

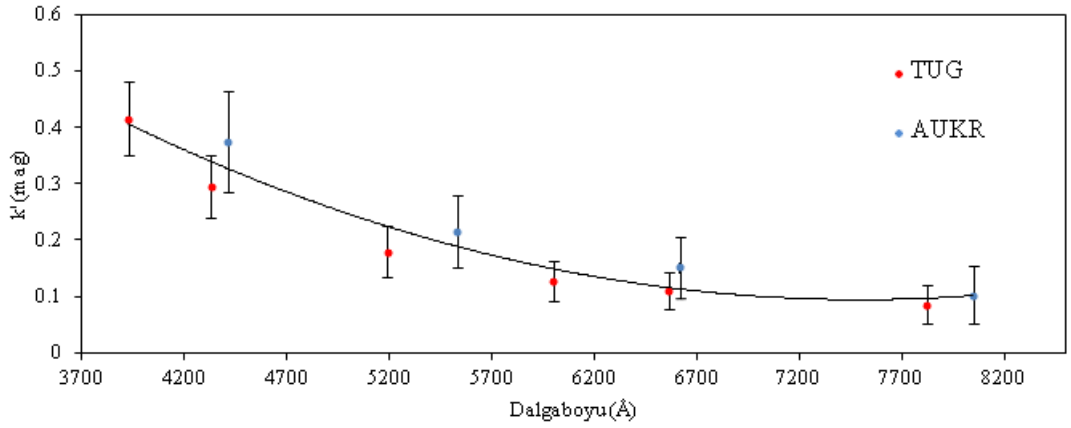
Filtre Adı	Maksimum Duyarlılıktaki Dalgaboyu (Å)	Band Genişliği (Å)	“0” Kadir deki Akı değeri f_{λ} (Jy)	Referans
B	4326	1816	3962	Pickles ve Depagne 2010
V	5445	1129	3688	Pickles ve Depagne 2010
R _c	6529	1877	3195	Pickles ve Depagne 2010
I _c	8104	1604	2520	Pickles ve Depagne 2010
J	12350	1620	1594±27.8	Cohen vd. 2003
H	16620	2510	1024±20.0	Cohen vd. 2003
K _s	21590	2620	666.8±12.6	Cohen vd. 2003
W1	33526	6625.6	306.7±4.6	Jarrett vd. 2011
W2	46028	10423	170.7±2.6	Jarrett vd. 2011
W3	115608	55069	29.0±0.4	Jarrett vd. 2011
W4	220883	41013	8.28±0.3	Jarrett vd. 2011

Yapılan gözlemlere ilişkin elde edilen aletsel parlaklıklar, Bias, Dark ve Flat düzeltme işlemleri yapılarak, CCD’nin gözlemler üzerindeki aletsel etkileri düzeltilmiş ve de açıklık fotometrisi IRAF (Image Reduction and Analysis Facility, <http://iraf.noao.edu>) QPHOT indirgeme paketi kullanılarak kadir biriminde elde edilmiştir. Gözlem gecelerinde bir yıldız, gözlem boyunca atmosferik etkinin belirlenmesi için yeter sayıda ve kullanılan filtrelerde gözlenerek o geceye ait ortalama atmosferik sönmüleme katsayıları elde edilmiştir. Gözlem gecelerine ilişkin atmosferik sönmüleme katsayıları çizelge 3.4 ve çizelge 3.5’de verilmiştir.

Yer atmosferi, içinden geçen ışık üzerinde sadece sönümlenmeye neden olmaz aynı zamanda onun kızarmasına da sebep olur. Uzun dalgaboyundaki ışınlamalar üzerinde ise böyle bir etkisi bulunmamaktadır (Hardie 1962). Bu etkiyi atmosferin Güneş ışığı üzerindeki etkisi olarak her gün yaşamaktayız. Sönümlenme, ışığın atmosferde aldığı yola ve aynı zamanda atmosferin bileşimine bağlıdır. Gök cisimlerinden gelen ışınlam, atmosferde genel olarak üç farklı etki ile sönümlemeye uğrar, bunlar Hardie (1962) tarafından aşağıdaki şekilde verilmiştir,

- 1- Moleküler soğurma bantları,
- 2- Atmosferdeki pus, toz, duman vs,
- 3- Moleküler saçılma, (kabaca λ^{-4} ile orantılı Rayleigh saçılması)

Atmosferik sönümlemenin dalgaboyuna bağımlılığı ortalama olarak şekil 3.2’de TUG ve AÜKR için elde edilmiştir.



Şekil 3.2 Birinci dereceden ortalama atmosferik sönümleme katsayıları. TUG için 15 gece, AÜKR için 27 gecenin ortalama değerleri alınmıştır (noktalar, CaII, B, V, R, H α , I filtrelerine ilişkin maksimum duyarlılıktaki dalgaboyu ve sönümleme değerini belirtmektedir)

Çizelge 3.2 Kromosferik etkin çift sistemlerin TUG ve AÜKR’de gerçekleştirilen fotometrik gözlem bilgileri. Gözlem tarihleri ve renk değerlerine ilişkin ortalama hataları

Yıldız Adı	Gözlem Tarihi	Her bir renk için veri adeti	$\sigma(B-V)_o$ (kadir)	$\sigma(V-R)_o$ (kadir)	$\sigma(V-I)_o$ (kadir)	$\sigma(R-I)_o$ (kadir)
LX Per	25 Ağu., 22, 29 Eyl. 2012;	950	0.054	0.035	0.035	0.033
	21 Tem., 24 Ağu., 14, 21 Eyl., 11, 25 Eki., 01, 08 Kas. 2013; 21 Mar. 2014					
SV Cam	08, 09 Eyl. 2012	21	0.031	0.033	0.021	0.031
VV Mon	01 Kas., 13 Ara. 2013; 31 Oca., 07 Şub. 2014	185	0.055	0.039	0.036	0.033
SS Cam	22, 29, 30 Eyl., 03 Kas., 2012; 11, 25 Eyl., 01Kas., 13 Ara., 2013	205	0.052	0.032	0.035	0.032
GK Hya	31 Oca., 07 Şub. 2014	40	0.057	0.042	0.039	0.037
RW UMa	13 Ara. 2013;	127	0.043	0.029	0.033	0.029
	31 Oca., 07 Şub., 14 Mar. 2014					
UX Com	25 May. 2013; 31 Oca., 07 Şub., 14 Mar. 2014	127	0.052	0.038	0.036	0.032
RS CVn	24 Ağu. 2012; 13, 27 Nis., 26 May., 24, 25 Haz., 01, 02, 21 Tem. 2013	105	0.058	0.043	0.046	0.042
SS Boo	31 Ağu., 30 Eyl. 2012; 27 Nis., 23 Haz., 01, 02, 20, 21 Tem. 2013	51	0.045	0.034	0.037	0.034
PW Her	24 Ağu., 10, 30 Eyl., 03 Kas. 2012;	161	0.059	0.041	0.038	0.036
	01, 22, 23, 24 Haz., 06, 26 Tem., 24 Ağu., 07, 14 Eyl. 2013					
AW Her	24, 25 Ağu., 10, 29, 30 Eyl. 2012;	160	0.053	0.038	0.039	0.036
	25 May., 25 Haz., 02, 06, 20, 21, 26 Tem., 25, 26 Ağu., 14 Eyl. 2013					
RT Lac	20 Tem., 24, 25, 30 Ağu., 09, 22, 29 Eyl. 2012; 25 Haz., 02, 20 Tem., 02, 03, 25, 26 Ağu.,	318	0.062	0.039	0.036	0.033
	07, 14 Eyl. 2013					
AR Lac	21 Tem., 24, 25 Ağu., 03 Kas. 2012;	300	0.061	0.043	0.042	0.041
	22, 23, 24 Haz., 01, 02, 06, 26 Tem. 2013					
RT And	20, 21 Tem., 24, 25, 30, 31 Ağu., 22 Eyl. 2012	293	0.048	0.029	0.032	0.029

Çizelge 3.3 Referans yıldızların TUG ve AÜKR’de gerçekleştirilen fotometrik gözlem bilgileri. Gözlem tarihleri ve renk değerlerine ilişkin ortalama hataları

Yıldız Adı	Gözlem Tarihi	Her bir renk için veri adeti	$\sigma(B-V)_0$ (kadir)	$\sigma(V-R)_0$ (kadir)	$\sigma(V-I)_0$ (kadir)	$\sigma(R-I)_0$ (kadir)
HD 116044	24 Ağu. 2012; 27 Nis., 01 Haz., 01, 21 Tem. 2013	30	0.016	0.008	0.008	0.009
HD 232843	22 Eyl. 2012; 24 Ağu., 14, 21 Eyl., 11, 25 Eki., 01, 08 Kas. 2013; 23 Ağu. 2014	241	0.009	0.007	0.008	0.007
BD +011945	31 Oca., 07 Şub. 2014	15	0.009	0.008	0.014	0.013
HD 231848	24 Ağu., 10 Eyl. 2012; 22, 23, 24 Haz., 21, 26 Tem. 2013; 02 Ağu. 2014	69	0.011	0.008	0.009	0.008
HD 210925	20, 21 Tem., 24, 25 Ağu., 03 Kas. 2012;	170	0.028	0.021	0.032	0.028
	22 Haz., 02, 26 Tem., 24 Ağu., 14 Eyl. 2013; 13, 20 Haz., 05 Tem., 09, 23, 30 Ağu. 2014					
HD 292944	25 Eki., 01 Kas. 2013; 31 Oca., 07 Şub. 2014	107	0.011	0.009	0.009	0.006
HD 131447	24, 31 Ağu., 30 Eyl. 2012; 27 Nis., 01, 23 Haz., 01 Tem. 2013; 16 May., 12 Tem. 2014	54	0.014	0.012	0.018	0.017
HD 235751	20, Tem., 30, Ağu., 09, 22, Eyl., 2012; 20, Tem., 02, 03, 25, 26, Ağu., 07, 14, Eyl., 2013; 13, Haz., 09, 16, 23 Ağu. 2014	169	0.016	0.008	0.011	0.008
BD +282165	31 Oca., 07 Şub., 16 May., 13 Haz. 2014	32	0.017	0.006	0.007	0.007
HD 127824	13, 27 Nis., 26 May., 01 Haz., 01, 21 Tem. 2013; 13, 20 Haz., 12 Tem. 2014	74	0.011	0.008	0.009	0.008
HD 336601	24, 25 Ağu., 10 Eyl. 2012; 22, 23, 24 Haz., 26 Tem., 24 Ağu., 07 Eyl. 2013; 20 Haz., 12 Tem.	77	0.012	0.013	0.009	0.011
HD 195405	21 Tem., 24 Ağu., 22 Eyl., 03 Kas. 2012;	103	0.013	0.009	0.013	0.009
	22, 23, 24 Haz., 01, 02, 26 Tem., 24 Ağu. 2013; 20 Haz., 05 Tem. 2014					
HD 18403	31 Ağu., 22 Eyl. 2012; 21 Tem., 24 Ağu., 13, 14, 21 Eyl., 11 Eki., 01, 08 Kas. 2013; 31 Oca., 23 Ağu. 2014	153	0.038	0.008	0.009	0.006
HD 291029	31 Oca., 07 Şub. 2014	19	0.011	0.009	0.011	0.009

Çizelge 3.3 Referans yıldızların TUG ve AÜKR’de gerçekleştirilen fotometrik gözlem bilgileri. Gözlem tarihleri ve renk değerlerine ilişkin ortalama hataları (Devam)

Yıldız Adı	Gözlem Tarihi	Her bir renk için veri adeti	$\sigma(B-V)_0$ (kadir)	$\sigma(V-R)_0$ (kadir)	$\sigma(V-I)_0$ (kadir)	$\sigma(R-I)_0$ (kadir)
BD +283198	24, 30 Ağu., 10 Eyl. 2012; 25 May., 25 Haz.,	105	0.014	0.009	0.016	0.012
	20, 21, 26 Tem., 25, 26 Ağu. 2013; 13, 20 Haz. 2014					
BD +263026	24, 25, 30 Ağu. 2012; 25, 26 Haz., 20, 21, 26 Tem., 25, 26 Ağu. 2013; 20 Haz., 02 Ağu. 2014	61	0.012	0.016	0.011	0.015
HD 111094	07 Şub., 14 Mar., 20 Haz. 2014	25	0.012	0.009	0.009	0.005
BD +542777	20 Tem., 24, 25, 31 Ağu., 22 Eyl. 2012; 14 Eyl. 2013; 16, 23, 30 Ağu. 2014	79	0.019	0.009	0.008	0.009
TYC 3973-2446-1	20 Tem., 25 Ağu., 10, 22, 29 Eyl. 2012;	134	0.026	0.011	0.019	0.019
	20 Tem., 02, 03, 25, 26 Ağu., 07, 14 Eyl. 2013; 09, 16, 23 Ağu. 2014					
BD +461042	22 Eyl., 03 Kas. 2012; 11, 25 Eki., 01 Kas., 13 Ara. 2013	89	0.008	0.008	0.009	0.006
HD 95975	25 May. 2013; 07 Şub., 14 Mar., 16 May. 2014	71	0.008	0.006	0.009	0.008
HD 216685	20, 21 Tem., 30, 31 Ağu., 08, 09, 10, 22 Eyl. 2012;	138	0.013	0.008	0.019	0.016
	14 Eyl. 2013; 20 Haz., 5 Tem., 09, 16, 23, 30 Ağu. 2014					
HD 145404	24, 31 Ağu. 2012; 27 Nis., 01, 23 Haz., 01, 06 Tem. 2013; 13 Haz. 2014	80	0.016	0.016	0.025	0.021
HD 259516	08, 09, 22 Eyl. 2012	12	0.007	0.012	0.009	0.011
HD 111540	25 May. 2013; 31 Oca., 07 Şub., 16 May., 13 Haz. 2014	42	0.011	0.007	0.007	0.007
HD 56168	22 Eyl., 03 Kas. 2012; 11, 25 Eki., 01 Kas., 13 Ara. 2013	86	0.015	0.015	0.016	0.009
HD 233357	08, 09, 22 Eyl. 2012; 23 Ağu. 2014	18	0.022	0.004	0.009	0.009

Atmosferin sönümlleme etkisi, yıldızdan gelen ışıının atmosferde kat ettiği yola bağlıdır. Atmosferde kat edilen yol; Hava Kütlesi (airmass) olarak ifade edilmektedir. *Hava kütlesi*; yıldızın zenit uzaklığı (z) ile ilişkilidir ve 30° ufuk yüksekliğinin yukarısındaki konumlar için aşığıdaki en genel bağıntı (3.2) ile ifade edilir:

$$X = \sec z \dots\dots\dots (3.2)$$

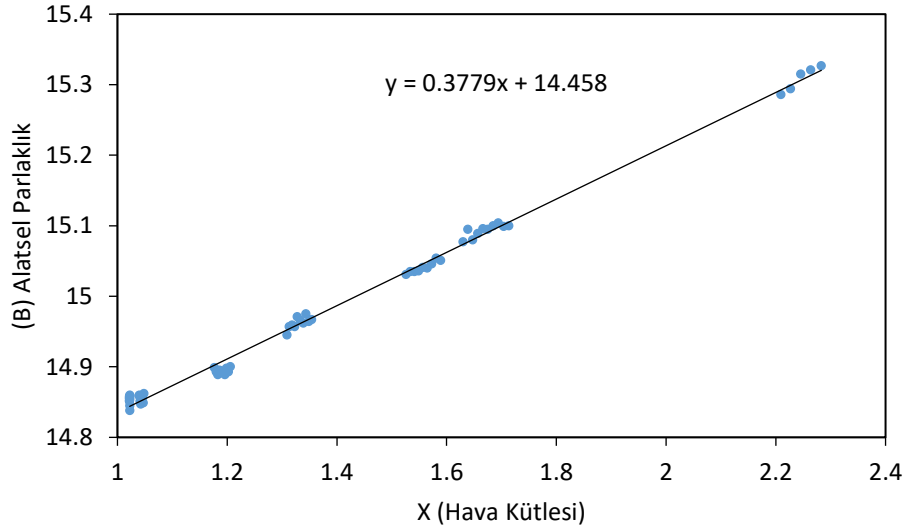
Bir yıldızın zenit uzaklığı, onun koordinatına, gözlemevinin enlemine ve gözlem zamanına bağlıdır. Yıldız tam gözlemcinin başucu (Zenit) doğrultusunda iken bu yol uzunluğu dolayısıyla hava kütlesi minimumdur ve gözlemcinin ufuk doğrultusuna doğru gidildikçe kat edilen yol ve sönümlleme miktarı, hava kütlesiyle birlikte artar (bkz. Şekil 3.3). Çizelge 3.4 ve çizelge 3.5’de de görüleceği üzere atmosferik sönümlleme etkisi kısa dalgaboylu ışıınlar üzerinde daha fazla etkilidir ve uzun dalgaboylarında bu etki yok denecek kadar azdır.

Bu çalışma için yapılan gözlem gecelerinde, atmosferik sönümlleme katsayısını hesaplamak için en az bir değişmeyen yıldız farklı X (hava kütlesi) değerlerinde yeter sayıda ve ilgili filtre setleri için gözlenmiştir. Bu gözlem sonucunda elde edilen ortalama sönümlleme katsayıları çizelge 3.4 ve çizelge 3.5’de verilmektedir.

01.05.2016 tarihinde AÜKR gözlemevinde yapılan gözlem gecesinde, atmosferik sönümlleme katsayısını bulmak için *HD 112233* (V9.85 kadir (B-V)=0.24 kadir) yıldız gözlenmiştir. *B* filtresinde alınan aletsel parlaklığın, gece boyunca farklı X (hava kütlesi) için değişimi şekil 3.3’de verilmektedir. Atmosferin o gece için sönümlleme modeli olarak da ifade edilen bu dağılımın, Zenit’te ($X=1$) minimum sönümlleme değerinde olduğu görülmektedir. Bu doğru ile elde edilen eğim değeri, o gece için ilgili filtrede veya renk için elde edildiğinde, yıldızın parlaklık veya renk değeri için atmosferin gecelik ortama sönümlleme katsayı değeridir. Bu değer *birinci dereceden atmosferik sönümlleme* katsayısı olarak ifade edilmektedir ve aşığıdaki (3.3) bağıntısı ile verilir.

$$k'_m = \frac{m_1 - m_2}{X_1 - X_2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Burada elde edilen birinci dereceden ortalama atmosferik sönümlleme katsayısı yıldızın rengine de bağlıdır.



Şekil 3.3 “B” filtresindeki aletsel parlaklık değişimi (kadir biriminde)

Çizelge 3.4 AÜKR’deki gözlem gecelerine ilişkin birinci dereceden gecelik ortalama atmosferik sönümlleme katsayıları (kadir biriminde)

Tarih	k _B	hata	k _V	hata	k _R	hata	k _I	hata	Hava Durumu
20.07.2012	0.428	0.007	0.254	0.005	0.190	0.003	0.113	0.004	AD
21.07.2012	0.372	0.043	0.215	0.029	0.156	0.029	0.092	0.049	AD
24.08.2012	0.428	0.007	0.254	0.005	0.190	0.003	0.113	0.004	AA
25.08.2012	0.307	0.028	0.150	0.017	0.095	0.017	0.084	0.011	AA
22.09.2012	0.303	0.010	0.146	0.008	0.077	0.007	0.037	0.013	AA
03.11.2012	Ortalama Sönümlleme Değeri Kullanıldı								-
14.04.2013	0.442	0.028	0.273	0.023	0.205	0.018	0.172	0.021	AB
27.04.2013	0.442	0.021	0.227	0.018	0.161	0.015	0.141	0.019	AA
25.05.2013	Ortalama Sönümlleme Değeri Kullanıldı								-
01.06.2013	Ortalama Sönümlleme Değeri Kullanıldı								AD
06.07.2013	Ortalama Sönümlleme Değeri Kullanıldı								AD
26.07.2013	Ortalama Sönümlleme Değeri Kullanıldı								AB
02.08.2013	0.575	0.067	0.290	0.040	0.196	0.033	0.140	0.028	AD
03.08.2013	0.582	0.016	0.311	0.011	0.195	0.013	0.174	0.007	-
17.08.2013	0.352	0.030	0.186	0.018	0.137	0.016	0.090	0.036	-
07.09.2013	0.380	0.014	0.185	0.009	0.121	0.012	0.068	0.007	AA

Çizelge 3.4 AÜKR'deki gözlem gecelerine ilişkin birinci dereceden gecelik ortalama atmosferik sökülme katsayıları (kadir biriminde) (Devam)

Tarih	k _B	hata	k _V	hata	k _R	hata	k _I	hata	Hava Durumu
13.09.2013	0.538	0.017	0.346	0.012	0.248	0.007	0.175	0.010	AD
14.09.2013	0.266	0.012	0.120	0.008	0.076	0.007	0.038	0.012	AA
21.09.2013	0.305	0.014	0.185	0.011	0.114	0.012	0.076	0.008	AB
11.10.2013	0.321	0.012	0.201	0.009	0.139	0.011	0.098	0.008	AA
25.10.2013	0.271	0.013	0.155	0.011	0.119	0.013	0.074	0.008	AA
01.11.2013	0.271	0.013	0.155	0.011	0.119	0.013	0.074	0.008	AA
08.11.2013	Ortalama Sökülme Değeri Kullanıldı								AA
13.12.2013	0.238	0.010	0.121	0.007	0.086	0.007	0.057	0.012	AA
31.01.2014	0.336	0.013	0.181	0.009	0.116	0.011	0.054	0.008	AA
07.02.2014	0.340	0.011	0.186	0.008	0.113	0.011	0.070	0.007	AA
14.03.2014	0.480	0.014	0.339	0.012	0.268	0.012	0.191	0.011	AA
21.03.2014	0.296	0.012	0.178	0.008	0.116	0.004	0.081	0.014	AA
16.05.2014	0.363	0.010	0.193	0.007	0.117	0.008	0.079	0.021	AA
13.06.2014	0.393	0.010	0.226	0.008	0.162	0.006	0.116	0.014	AA
20.06.2014	0.478	0.017	0.287	0.017	0.194	0.010	0.138	0.006	AA
05.07.2014	0.597	0.037	0.319	0.022	0.232	0.011	0.139	0.018	AD
12.07.2014	0.538	0.017	0.346	0.012	0.248	0.007	0.175	0.010	AA
02.08.2014	0.512	0.005	0.317	0.003	0.251	0.002	0.206	0.005	AD
09.08.2014	0.480	0.022	0.294	0.015	0.216	0.013	0.178	0.017	AD
16.08.2014	0.328	0.017	0.200	0.016	0.122	0.011	0.080	0.016	-
23.08.2014	0.388	0.016	0.208	0.012	0.149	0.008	0.110	0.004	AA
30.08.2014	0.647	0.022	0.393	0.016	0.293	0.009	0.215	0.017	AB
21.03.2014	0.296	0.012	0.179	0.008	0.116	0.004	0.081	0.014	AA
16.05.2014	0.363	0.009	0.193	0.007	0.117	0.008	0.079	0.021	AA
13.06.2014	0.393	0.009	0.226	0.008	0.162	0.006	0.116	0.014	AA
23.08.2014	0.388	0.016	0.208	0.012	0.149	0.008	0.110	0.004	AA
30.08.2014	0.647	0.022	0.393	0.016	0.293	0.009	0.215	0.017	AA
21.04.2016	0.327	0.019	0.208	0.014	0.160	0.008	0.028	0.006	AA
27.04.2016	0.381	0.008	0.198	0.006	0.166	0.005	0.026	0.006	AA
01.05.2016	0.401	0.008	0.268	0.007	0.200	0.005	0.140	0.014	AA
07.05.2016	0.428	0.009	0.244	0.007	0.181	0.005	0.158	0.009	AA
24.06.2016	0.504	0.016	0.330	0.011	0.226	0.007	0.151	0.011	AA
25.06.2016	0.578	0.009	0.322	0.007	0.238	0.006	0.108	0.009	AA

AA: Bulutsuz ve açık bir gece

AB: Hafif tül bulut geçişleri ardından açık ve temiz bir gece

AC: Yoğun bulut ardından açık bir gece

AD: Yoğun bulut geçişleri gözlemlendi, zaman zaman bulutlanma görüldü ama genelde açık bir gece

Çizelge 3.5 TUG'daki gözlem gecelerine ilişkin birinci dereceden gecelik ortalama atmosferik sönümlleme katsayıları (kadir biriminde)

Tarih	k _B	hata	k _V	hata	k _R	hata	k _I	hata	Hava Durumu
30.08.2012	0.213	0.006	0.136	0.005	0.088	0.006	0.048	0.005	AA
31.08.2012	0.244	0.017	0.137	0.009	0.112	0.008	0.052	0.007	AA
08.09.2012	0.347	0.007	0.229	0.006	0.112	0.008	0.116	0.009	AB
09.09.2012	0.234	0.012	0.124	0.005	0.075	0.022	0.063	0.003	AB
10.09.2012	Bir önceki günün katsayı değerleri kullanılmıştır								AA
29.09.2012	0.322	0.015	0.222	0.010	0.143	0.024	0.132	0.024	AB
30.09.2012	0.267	0.009	0.149	0.006	0.141	0.009	0.033	0.009	AA
25.05.2013	0.277	0.008	0.141	0.010	0.091	0.008	0.055	0.044	AB
26.05.2013	0.334	0.010	0.214	0.005	0.176	0.011	0.135	0.014	AB
22.06.2013	0.284	0.013	0.164	0.008	0.117	0.011	0.068	0.009	AA
23.06.2013	0.294	0.019	0.188	0.011	0.125	0.014	0.098	0.024	AA
24.06.2013	0.753	0.018	0.502	0.017	0.379	0.025	0.262	0.022	AC
25.06.2013	23.06.2013 Tarihindeki katsayı değerleri kullanılmıştır								AB
01.07.2013	21.07.2013 Tarihindeki katsayı değerleri kullanılmıştır								AA
02.07.2013	0.286	0.010	0.161	0.015	0.145	0.018	0.089	0.026	AA
20.07.2013	0.305	0.010	0.207	0.005	0.170	0.010	0.135	0.014	AA
21.07.2013	0.422	0.014	0.293	0.007	0.213	0.010	0.135	0.008	AA
24.08.2013	0.354	0.062	0.193	0.024	0.120	0.043	0.101	0.045	AD
25.08.2013	0.440	0.014	0.298	0.007	0.217	0.011	0.138	0.008	AD
26.08.2013	0.355	0.014	0.200	0.007	0.154	0.015	0.060	0.008	AB

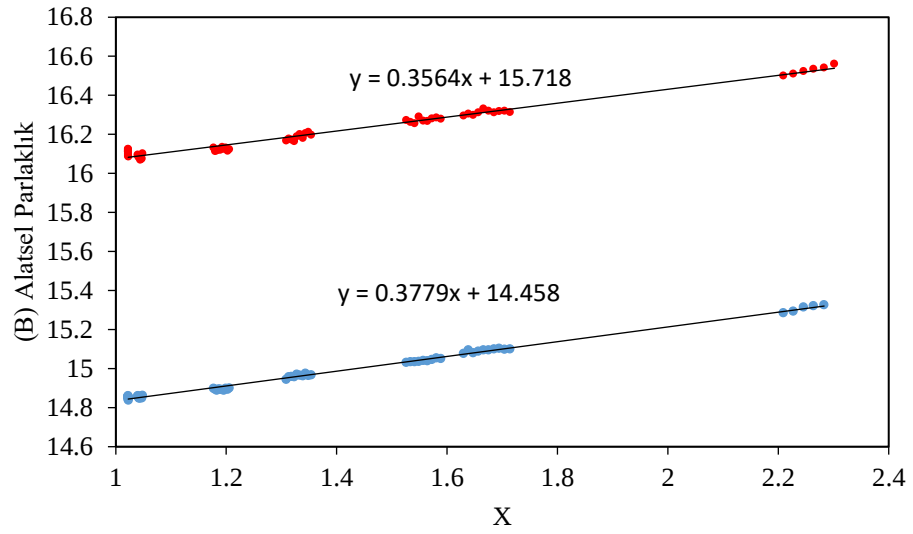
AA: Bulutsuz ve açık bir gece

AB: Hafif tül bulut geçişleri ardından açık ve temiz bir gece

AC: Yoğun bulut ardından açık bir gece

AD: Yoğun bulut geçişleri gözlemlendi, zaman zaman bulutlanma görüldü ama genelde açık bir gece

Atmosferik sönümlleme, şekil 3.2'de görüldüğü gibi, yıldız ışığını dalgalı olarak etkilerken, yıldızın rengine bağlı olarak da sönümlleme miktarı değişmektedir. Bunu 01.05.2016 tarihinde gecenin atmosferik sönümlleme katsayısını belirlemek için yapılan gözlem gecesinde daha net bir şekilde görebilmekteyiz. 01.05.2016 tarihinde AÜKR'de yapılan gözlem gecesinde, aynı CCD karesinde farklı renk değerlerinde, BD+28 2165 ($V=11.2$ kadir, $(B-V)=1.40$ kadir (Kırmızı renk)) ve HD 112233 ($V=9.85$ kadir, $(B-V)=0.24$ kadir (mavi renk)) farklı iki yıldız, birinci dereceden atmosferik sönümlleme katsayısını elde etmek için gözlenmişlerdir. Yıldızlara ilişkin farklı hava kütleindeki aletsel parlaklık dağılımları şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4 İki farklı renkteki yıldız için "B" filtresindeki aletsel parlaklık değişimi. (kadir biriminde)

Şekilde 3.4'de görüleceği üzere rengi mavi olan yani (B-V) değeri küçük olan HD 112233 için hesaplanan B filtresindeki birinci dereceden atmosferik sönmüleme katsayı değeri, BD+28 2165 kırmızı olan yıldızdan elde edilen sönmüleme miktarına göre daha büyük bir ortalama atmosferik sönmüleme katsayısı olarak elde edilmiştir. Yani sıcak yıldız aynı hava kütlesinde daha fazla sönmülemeye maruz kalmaktadır.

Çizelge 3.6 İki farklı renkteki yıldız için birinci dereceden gecelik ortalama atmosferik sönmüleme katsayıları. (AÜKR gözleminde iki farklı renkteki yıldız gözlemi ile elde edilmiştir)

Filtre	BD+28 2165, V=11.2 kadir (B-V)=1.40 kadir		HD 112233, V= 9.85 kadir (B-V)=0.24 kadir	
	Kadir	Hata (kadir)	Kadir	Hata (kadir)
k _B	0.356	0.006	0.378	0.003
k _V	0.244	0.004	0.256	0.003
k _R	0.196	0.005	0.120	0.004
k _I	0.131	0.005	0.118	0.005

Diğer filtreler için bu değerler çizelge 3.6'de verilmektedir. Aynı CCD karesinde yer alan ama farklı sıcaklık değerindeki bu iki yıldızın parlaklık değişimi ile elde edilen birinci dereceden ortalama atmosferik sönmüleme katsayılarının farkı, sönmülemenin dalgaboyuna bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. İkinci dereceden atmosferik

sönümlleme katsayısı olarak ifade edilen bu durum, atmosferik sönümlleme değerin dalgaboyuna bağlı renk ifadesini içermektedir. İkinci dereceden atmosferik sönümlleme katsayısını elde etmek için aynı gecede bir kırmızı bir mavi renkli iki yıldız kullanılarak elde edilen sönümlleme değeri farkının, yıldızların renk değeri (C) farkına oranı olarak (3.4)'de verilen formülle hesaplanabilmektedir.

$$k''_m = \frac{k'_{m1} - k'_{m2}}{(C)_1 - (C)_2} \dots\dots\dots (3.4)$$

İkinci dereceden atmosferik sönümlleme katsayısı, birinci dereceden sönümlleme katsayısı ile karşılaştırıldığında nispeten değer olarak küçük ve çok fazla değişmemektedir (Hardie 1969). Birinci ve ikinci dereceden sönümlleme katsayıları kullanılarak, X =1' değerine göre normalize edilen atmosferik etkiden arındırılan parlaklık ve renk değerleri Hardie (1969) tarafından verilen (3.5) ve (3.6) bağıntıları yardımıyla elde edilebilmektedir.

$$C_o = C_{aletsel} - (k'_c * X) - (k''_c * X * C_{aletsel}) \dots\dots\dots (3.5)$$

$$m_o = m_{aletsel} - (k'_m * X) - (k''_m * X * C_{aletsel}) \dots\dots\dots (3.6)$$

İkinci dereceden atmosferik sönümlleme katsayısının mevsimsel ve geceden geceye değişimi gözlem sonuçlarına etki etmeyecek mertebede küçük olduğu için gözlemeyleri için elde edilen ortalama değer, diğer elde edilmeyen geceler için de kullanılabilir. AÜKR T40 Teleskobu için Karakuş ve Ekmekçi (2017)'de 11 gece için elde edilen ikinci dereceden ortalama atmosferik sönümlleme katsayılarına ilişkin elde edilen sonuçlar bunun böyle olduğunu da destekler niteliktedir. TUG T100 teleskobu için Ak (2013) ve Karakuş ve Ekmekçi (2017) tarafından AÜKR T40 için elde ettikleri ikinci dereceden atmosferik sönümlleme katsayı değerleri çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7 İkinci dereceden ortalama atmosferik sönümlleme katsayıları (kadir biriminde)

Filtre	AÜKR	TUG
k'' _B	-0.036 ± 0.011	-0.040 ± 0.004
k'' _V	-0.010 ± 0.005	-0.010 ± 0.003
k'' _R	-0.015 ± 0.009	-0.014 ± 0.005
k'' _I	0.008 ± 0.019	-0.009 ± 0.006

2MASS ve WISE standart parlaklık değerleriyle birlikte AÜKR ve TUG'da elde edilen gözlem verilerinin birlikte değerlendirilmesinin yapılabilmesi için AÜKR ve TUG gözlemevleri için Teleskop + Dedektör + Filtre setleri için *Standart Dönüşüm Katsayılarının* bulunması gerekmektedir.

AÜKR T40 Kreiken Teleskobu için standart dönüşüm katsayıları, Karakuş ve Ekmekçi (2017) tarafından Landolt (2009) kataloğundan seçilen ve EK 1'de verilen yıldızlar kullanılarak elde edilmiştir. Yıldızların aletsel parlaklık değerlerinin, Landolt yıldız kataloğu kullanılarak standart parlaklık değerlerine dönüştürülmesi, parlaklıkların artık standart Johnson-Cousins BVR_cI_c filtre parlaklık değerlerine dönüşümünü sağlamaktadır. Standart sistem renk ve parlaklık dönüşümü aşağıda verilen bağıntılarla elde edilmiştir (Hardie 1962).

$$B = B_o + \epsilon_B * (B - V) + \xi_B \dots\dots\dots (3.7)$$

$$V = V_o + \epsilon_V * (B - V) + \xi_V \dots\dots\dots (3.8)$$

$$R = R_o + \epsilon_R * (V - R) + \xi_R \dots\dots\dots (3.9)$$

$$I = I_o + \epsilon_I * (V - I) + \xi_I \dots\dots\dots (3.10)$$

$$(B - V) = \mu * (B - V)_o + \xi_{BV} \dots\dots\dots (3.11)$$

$$(V - R) = \rho * (V - R)_o + \xi_{VR} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$(V - I) = \eta * (V - I)_o + \xi_{VI} \dots\dots\dots (3.13)$$

$$(R - I) = \lambda * (R - I)_o + \xi_{RI} \dots\dots\dots (3.14)$$

Burada;

"_o" ; indisi ile verilen atmosfer dışı renk ve parlaklık değerleri,

B, V, R, I, (B - V), (V - R), (V - I), (R - I); Standart parlaklık ve renkler,

$\epsilon_{B,V,R,I}$; indisleri için dönüşüm katsayıları,

μ, ρ, η, λ ; dönüşüm katsayıları ve

$\xi_{B,V,R,I,BV,VR,VI,RI}$; indislerindeki gecelik kesim değerleridir.

Buna göre; EK 1'de verilen yıldızların, AÜKR T40 Kreiken Teleskobu ve Johnson-Cousins BVRI filtre seti için standart dönüşüm katsayı değerlerini bulmak için gözlemleri

yapılmıştır. Gözlem gecelerine ilişkin Landolt renk değerlerine karşılık AÜKR T40 teleskobu ile elde edilen atmosfer dışı renk değerleri şekil 3.5’de verilmiştir. Grafiklerdeki dağılımlara ilişkin yapılan doğrusal bir fit $r^2=0.99$ regresyon katsayısı ile uyum sağlamaktadır. Bu şekilde renk ve parlaklık grafikleri elde edilerek, grafiklerden AÜKR için standart dönüşüm katsayıları Karakuş ve Ekmekçi (2017) tarafından elde edilmiştir. Çizelge 3.8’de hem AÜKR hem de TUG için elde edilen standart dönüşüm katsayıları verilmektedir. Burada TUG için AK (2013), aynı yöntemle T100 için standart dönüşüm katsayılarını elde etmiştir.

Çizelge 3.8 AÜKR ve TUG için standart dönüşüm katsayıları (kadir biriminde)

Filtre	AÜKR	TUG
ϵ_B	-0.035 ± 0.021	-0.002 ± 0.015
ϵ_V	-0.039 ± 0.023	-0.087 ± 0.021
ϵ_R	-0.079 ± 0.040	-0.123 ± 0.025
ϵ_I	0.013 ± 0.022	0.002 ± 0.024
μ	1.003 ± 0.007	1.144 ± 0.007
ρ	1.014 ± 0.008	0.942 ± 0.006
η	0.960 ± 0.007	0.901 ± 0.006
λ	0.904 ± 0.009	0.869 ± 0.008

Bir yıldızın standart parlaklığı m , rengi C olmak üzere aşağıdaki (3.15) ve (3.16) bağıntıları ile standart parlaklık ve renk değerleri elde edilmektedir.

$$m = m_{aletsel} - X(k'_m + k''_m * c) + (\epsilon_m * C) + \xi_m \dots\dots\dots (3.15)$$

$$C = c_{aletsel} - X(k'_c + k''_c * c) + (\epsilon_c * c) + \xi_c \dots\dots\dots (3.16)$$

Burada,

m, C ; standart parlaklık ve renk,

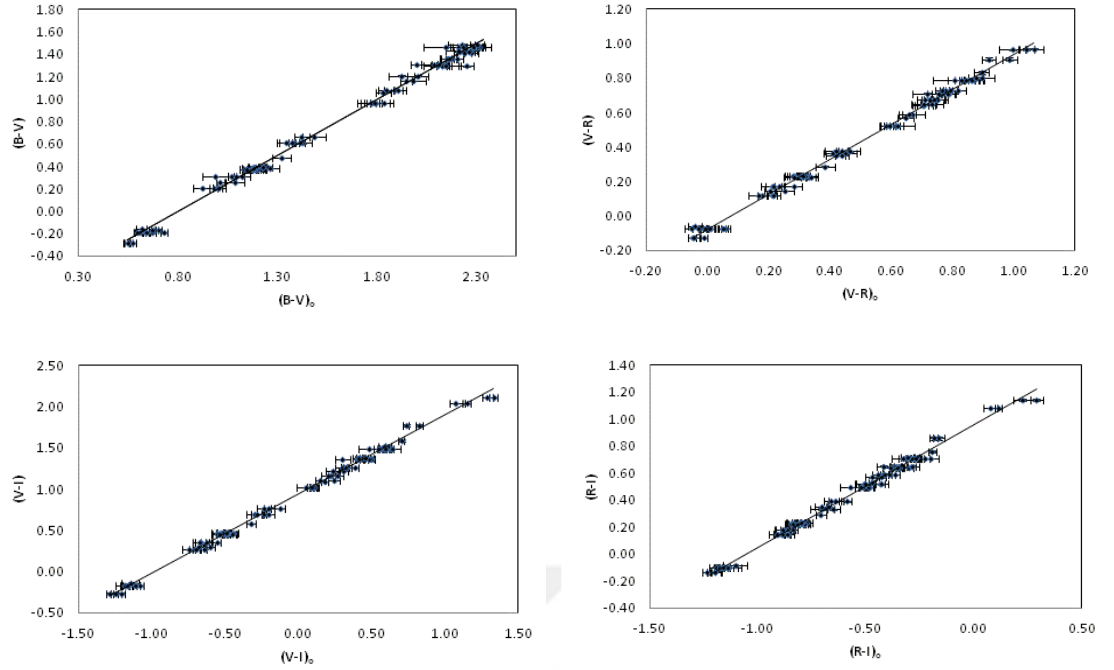
$m_{aletsel}, c_{aletsel}$; aletsel parlaklık ve renk,

c ; aletsel renk ölçeği,

$k'_{m,c}$; indisleri için m parlaklık ve c rengi için 1. sönümleme katsayısı,

$k''_{m,c}$; indisleri için m parlaklık ve c rengi için 2. sönümleme katsayısı,

X ; hava kütlesi ve $\xi_{m,c}$; indisleri için gecelik kesim değeridir.



Şekil 3.5 Landolt yıldızlarının standart ve gözlenen renk değerlerinin grafiği. “o” indis katalog değerlerini, dikey eksen AÜKR atmosfer dışı aletsel renk değerleri belirtmektedir (parlaklıklar kadir birimindedir)

Aletsel ve atmosferik etkilerden arındırılmış parlaklık değerleri (3.15) ve (3.16) bağıntıları kullanılarak, yıldızlara ilişkin standart parlaklık ve renk değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu parlaklıklar gözlemevi, teleskop, CCD ve filtreden bağımsız parlaklık değerlerine dönüşmüş değerlerdir. AÜKR ve TUG gözlemevlerinde yapılan, program yıldızları ve referans yıldızlarına ilişkin gözlemlerden, yukarıda belirtilen aşamalar sonunda standart parlaklık değerleri elde edilmiş ve EK 2’de verilmiştir. Program yıldızlarına ilişkin elde edilen parlaklık değerlerine karşılık çift sistemlerin evre grafikleri EK 4’de, hem görsel V_0 ve orta kırmızıöte $W1_0$ filtrelerinde alınan parlaklık değerleri örnek olarak gösterilmiştir.

3.2 2MASS ve WISE Gözlemleri

İki Mikron Tüm Gökyüzü Taraması; 2MASS (Two Micron All Sky Survey; Skrutskie vd. (2006)) J ($1.25 \mu\text{m}$), H ($1.65 \mu\text{m}$) ve K_s ($2.17 \mu\text{m}$), çizelge 3.1’de özellikleri ve şekil 3.1’de de geçirgenlikleri verilen, 3 filtre ile gökyüzü fotometrik tarama verisini

sunmaktadır. Bu çalışmadaki yıldızlara ilişkin gözlem verileri “All-Sky Point Source Catalog (PSC) Of Mass”, “<http://irsa.ipac.caltech.edu/Missions/2MASS.html>” web sayfalarından elde edilmiştir. 2MASS Kataloğundan elde edilen gözlem verilerinin tarihleri 1997 ve 2000 yıllarında elde edilmiş ve her bir yıldız için sadece 1 adet 2MASS gözlem veri seti bulunmaktadır.

Geniş Alan Kırmızıöte Araştırma uydusu (WISE, Wide-Field Infrared Survey Explorer; Wright vd. 2010) W1 (3.4 μm), W2 (4.6 μm), W3 (12 μm), W4 (22 μm), çizelge 3.1’de özellikleri ve şekil 3.1’de geçirgenlikleri verilen, 4 filtre ile gökyüzünü haritalandırmıştır. IRAS uydusunun 12 μm filtresine göre 100 kat daha hassas olduğu belirtilmektedir (Wright vd. 2010). Bu çalışmada kullandığımız tüm WISE verileri teleskobun soğutma tankının (kriyojenik soğutmasının) aktif olduğu dönemde elde edilen verilerdir. Çalışmamızdaki referans yıldızlarına ait tarama verileri, “All WISE Source Catalog”, değişen yıldızlarımıza ait veriler ise; “WISE Multiepoch Photometry (MEP) Catalog” başlığı altından (<http://irsa.ipac.caltech.edu/Missions/WISE.html>) web sayfası aracılığı ile elde edilmiştir. “WISE Multiepoch Photometry (MEP) Catalog” verileri seçtiğimiz kromosferik etkin çift sistemlerin yörünge dönemine ait birden fazla gözlem verisi sunmaktadır. Bu da kromosferik etkin çift sistemlerin daha önceki IRAS gözlem verilerine göre daha duyarlı filtreler ve çiftlerin farklı yörünge evresine ilişkin birden fazla gözlem verisi sunmaktadır. Bu veriler W1o filtresindeki parlaklık değişimi örnek alınarak EK 4’de gösterilmiştir.

Seçilen kromosferik etkin çift sistemlerin birden fazla kırmızıöte fotometrik verisi WISE uydusu ile elde edilmiştir. Gözlemler uydunun soğutma tankı aktif olan 2010 yılına ait verilerdir. Bu sistemlere ait görsel bölge verileri, TUG ve AÜKR gözlemevlerinden 2012-2014 yıllarında elde edilmiş verilerdir. Bu tez çalışması için yapılan görsel bölge fotometrik gözlem verileriyle yakın ve orta kırmızıöte fotometrik veri analizleri, kromosferik etkin sistemlerdeki gözlemsel sonuçlara dayalı yaygın maddenin araştırılması açısından ilk olmaktadır.

3.3 Kızarma Etkisinin Giderilmesi

Yıldızlararası ortam; (ISM, Interstellar Medium) yıldızlar, gök cisimleri vd. arasında kalan kısım olarak ifade edilir. Yıldızlararası ortamın madde yoğunluğu düşük olmasına rağmen, etkisi elektromanyetik tayfin her bölgesinde aynı değildir (bkz. Şekil 3.6). Genel olarak yıldızlararası ortam gaz ve toz içermektedir. Yıldızdan gelen ışık bu ortamdan geçerek bize ulaşmaktadır. Yıldızlararası ortam yıldızın ışığı üzerinde, atmosferik etkiye benzer şekilde sönümleme etkisine sahiptir. Işık üzerinde sönümleme etkisinin yanında cismin daha kırmızı görünmesine yani ışığının kızarmasına da sebep olmaktadır. Galaktik sönümleme olarak da ifade edilen bu sönümleme, cismin galaktik konumu ve bu konum doğrultusundaki madde yoğunluğuna ve cismin bize olan uzaklığına da bağlıdır. Galaktik sönümlemenin dalgaboyuna bağlı değişimi Fitzpatrick (1999) tarafından şekil 3.6'da gösterilmektedir. Burada sönümleme uzun dalgaboylarına doğru hızlı bir düşüş göstermektedir. Yani uzun dalgaboyu aralığında yıldızlararası ortam daha net görülmektedir. Şekil 3.6'da görüldüğü üzere kısa dalgaboylarındaki (2175 Å) tümsek, moröte bölgede yıldızlararası toz granüllerindeki silikatlardan ileri gelmektedir.

Bir yıldızın renginin nicel bir ölçüsü, renk ölçeği ile ifade edilmektedir. Farklı iki tayf bölgesinde ölçülen parlaklıklarının farkına veya akı oranlarının logaritmik ifadesine, *renk ölçeği* (RÖ) denir. Renk ölçeği aşağıdaki bağıntı (3.17) ile ifade edilmektedir.

$$RÖ_{(\lambda_1-\lambda_2)} = m_{\lambda_1} - m_{\lambda_2} = -2.5 * \log\left(\frac{F_{\lambda_1}}{F_{\lambda_2}}\right) \dots (3.17)$$

Bünyesel/öz renk ölçeği yıldızla özgül iken, gözlenen renk ölçeği yıldızlararası ve yıldız etrafındaki toz ve gaz nedeniyle yıldız ışığını dalgaboyuna bağlı olarak saçar ve soğurur, yıldızdan gelen ışığın renginin daha kırmızı görünmesine neden olur. Gözlenen ve bünyesel renk ölçekleri arasındaki farka, *renk artışı* (RA) denir. Bünyesel renk ölçeği yıldızın tayf türüne bağlıdır ve bu renk ölçeği yıldızın tayfindan bulunurken, renk artışı iki renk ölçeğinin karşılaştırılmasıyla bulunur. Yıldızlararası sönümlemenin dalgaboyuna bağımlılığı benzer tayf türündeki yıldızların çeşitli dalgaboylarındaki parlaklıklarının karşılaştırılmasıyla elde edilir.

Astronomide ($U-B$), ($B-V$) vb. farklı renk ölçekleri kullanılmaktadır. Ancak, en çok ($B-V$) renk ölçeği kullanılmaktadır. Çünkü, ($B-V$) renk ölçeği ile yıldızın yüzey sıcaklığı arasında ilişki bulunmaktadır. ($B-V$) değeri ne kadar küçük olursa yıldız o derece mavi, büyük olduğunda da kırmızı olarak görülür. Sıcak, yani mavi yıldızlarda, “B” filtresindeki tayfsal enerji dağılımları “V” filtresindeki tayfsal enerji dağılımlarına göre daha fazladır. Bu nedenle yıldızın “B” parlaklığı “V” parlaklığına göre yıldızlararası madde tarafından daha fazla soğrulur. Bu da yıldızın daha soğuk ve daha kırmızı görülmesine neden olur. Buna “*Yıldızlararası Ortamın Kızarma*” etkisi denilmektedir.

Renk artığı (RA) aşağıda verilen bağıntı ile ifade edilmektedir:

$$RA_{(\lambda_1-\lambda_2)} = R\ddot{O}(m_{\lambda_1}-m_{\lambda_2})_{\text{gözlenen}} - R\ddot{O}(m_{\lambda_1}-m_{\lambda_2})_{\text{bünyesel}} = A_{\lambda_1} - A_{\lambda_2} \dots (3.18)$$

Buradaki A_{λ_1, λ_2} katsayıları, belirtilen dalgaboyundaki yıldızlararası ortama ilişkin toplam soğurma miktarını ifade etmektedir.

Buna göre ($B-V$) rengi için,

$$RA_{(B-V)} = R\ddot{O}(B - V)_{\text{gözlenen}} - R\ddot{O}(B - V)_{\text{bünyesel}} = A_B - A_V \dots (3.19)$$

bağıntısı ile renk artığı yazılabilir. Bir yıldız için herhangi bir sönümleme etkisi olmaması durumunda “ $RA_{(B-V)} = 0$ ” olmalıdır. $RA_{(B-V)} > 0$ olması, yani bünyesel ($B-V$) renk ölçeğine göre gözlenen renk ölçeğinin büyük bir değer alması, yıldızın olduğundan *kırmızı* görünmesine sebep olacaktır. Çünkü yıldızlararası sönümleme “B” parlaklığında “V” dekine göre daha fazla olmaktadır. “B” parlaklığı “V” parlaklığına göre daha sönükleşecektir. $RA_{(B-V)} < 0$ olması ise yıldızın aynı tayf türüne göre parladığı, yani *mavileştiği* anlamına gelir. Bu da “B” parlaklığına ek bir katkı olduğunu göstermektedir.

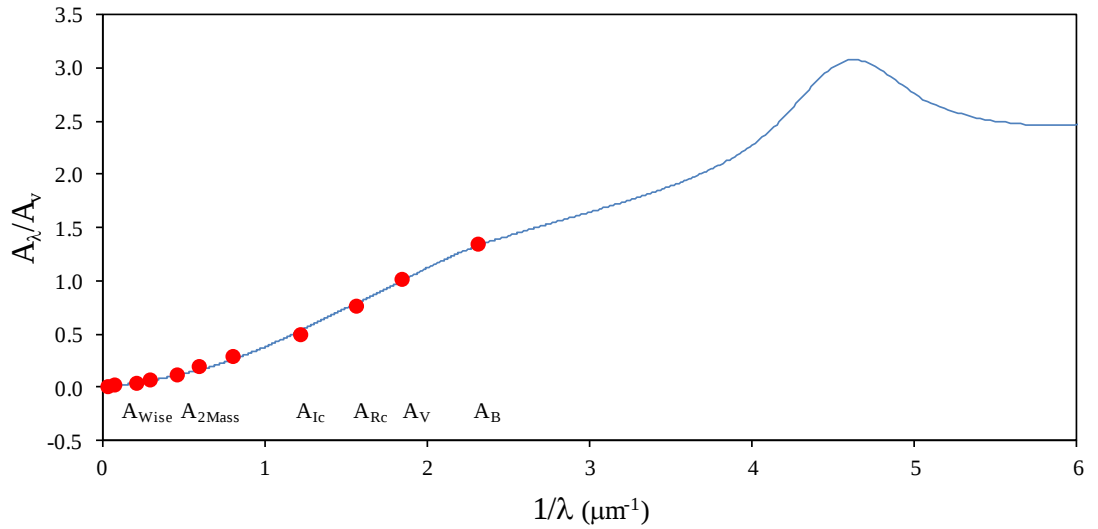
Bu çalışmada, seçilen yıldızların renk değerleri üzerindeki yıldızlararası ortamın etkisinden arındırma işleminde ilgili yıldızlar için belirlenen toplam soğurma değeri $A(v)$ kullanılmıştır. Seçilen yıldızların galaktik koordinatları doğrultusundaki dalgaboyuna

bağlı $A_{\infty}(b)$, (b , galaktik enlem) toplam soğurma değerini elde etmek için Schlafly ve Finkbeiner (2011) kızarma haritaları kullanılmıştır. Schlafly ve Finkbeiner (2011)'nin kızarma haritalardaki $A(\lambda, b)$ toplam soğurma değerleri her bir yıldız için, NASA/IPAC EXTRAGALACTIC DATABASE (<https://ned.ipac.caltech.edu/forms/calculator.html>) WEB tabanlı uygulaması ile yıldız doğrultusundaki sonsuz $A_{\infty}(\lambda, b)$ mesafe için hesaplanarak elde edilmiştir.

Buna göre seçilen yıldızların uzaklığa bağlı V filtresindeki toplam kızarma değeri ise

$$A_d(v, b) = A_{\infty}(v, b) \left(1 - \exp\left(\frac{-|d \sin(b)|}{H}\right) \right) \dots (3.20)$$

ile verilen Bahcall ve Soneira (1980)'nin bağıntısı ile hesaplanmıştır. Burada b , yıldızın galaktik enlemi, d , yıldızın uzaklığı, H , yıldızlararası tozun yükseklik ölçeği olup 125 pc (Marshall vd. 2006) olarak alınmıştır. Yıldız uzaklıkları ise GAIA 2 (Gaia data release 2; Gaia DR2, Brown vd. 2018) kataloğundan “<https://gea.esac.esa.int/archive/>” online web bağlantısı ile elde edilmiştir.



Şekil 3.6 Galaktik sönümlemenin dalgaboyuna bağlı normalize değişimi. Mavi çizgi, Fitzpatrick (1999) sönümleme modelini göstermektedir. Model, “<http://ulisse.pd.astro.it/Astro/ADPS/reddening.html>” web sitesinden alınmıştır. Kırmızı noktalar filtrelerle ilişkin sönümleme değerlerini göstermektedir

Yıldızlara ilişkin, belirtilen doğrultu ve uzaklık mesafesi için (3.20) bağıntısı ile hesaplanan V filtresindeki toplam sönümleme miktarı $A_d(v,b)$ değerinden, diğer filtrelerdeki toplam sönümleme miktarı Cardelli vd. (1989)'nin bağıntısı ile elde edilmiştir. Bu bağlamda, $A(v)$ filtresindeki toplam sönümleme miktarına göre normalize edilmiş diğer filtrelerdeki sönümleme miktarı çizelge 3.9'da verildiği gibi hesaplanmıştır. Filtrelere göre hesaplanan sönümleme değerleri şekil 3.6'da verilmiş olup Fitzpatrick (1999)'in yıldızlararası sönümlemenin dalgaboyuna göre dağılımı ile uyumlu oldukları görülmektedir.

Seçilen tüm yıldızlar için $A_\infty(v,b)$ toplam sönümlemenin yıldız uzaklığına indirgenmesi ile yıldıza ait $A_d(v,b)$ toplam sönümleme değeri elde edilmiştir. Elde edilen $A_d(v,b)$ toplam sönümleme değerinden diğer filtrelerdeki sönümleme değeri çizelge 3.9'daki katsayılar kullanılarak hesaplanmıştır. Buradan da tüm yıldızlara ait tüm filtrelerdeki kızarma değerlerindeki toplam sönümleme değerleri bulunmuş ve yıldızlararası sönümlemeden arındırılmış parlaklık ve renk değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 3.9 Dalgaboyuna bağlı normalize galaktik sönümleme miktarı (kadir biriminde)

Filtre	$A(\lambda)/A(v)$
B	1.336
V	1.000
R	0.751
I	0.479
J	0.282
H	0.181
K_s	0.116
W1	0.056
W2	0.035
W3	0.007
W4	0.003

Bu değerler EK 2'de referans yıldızlar için verilmiştir. Referans yıldızlarından elde edilen renk değerleri aynı tayf türünden değişen yıldızlar için bünyesel renk değerlerini ifade

etmektedir. Bunun için yıldızların tayf türü ve ışınım sınıflarının bulunması gerekmektedir.

Referans yıldızların tayf türlerini belirlemede standart renk değerine dönüşümü yapılan ve yıldızlarası sönmüleme etkisinden arındırılmış $(B-V)_0$ değerleri kullanılmıştır. Bulunan bu $(B-V)_0$ değerlerine karşılık gelen tayf türleri Pecaut ve Mamajek (2013) çalışmasından yararlanarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge 2.2’de verilmektedir. Yıldızlara ilişkin ışınım sınıfı, (3.21) bağıntısından, M_v (Mutlak parlaklık) değerleri elde edilerek, HR (Hertzsprung-Russell) diyagramındaki şekil 4.5’de gösterilen konumu ile belirlenmiştir.

$$M_v = V_0 - 5 \log d + 5 + A_v(d) \dots\dots\dots (3.21)$$

3.4 Tayfsal Gözlemler

Bu tez çalışmasında elde edilen fotometrik gözlem verilerine destek niteliğinde, AR Lac etkin çift sisteminin yüksek çözünürlüklü ve düşük çözünürlüklü tayfları ile çift sistemin tayf türünden etkinlik göstermeyen bazı referans yıldızların tayfları da elde edilmiş ve bu tayfların karşılaştırılması yapılarak çevresel yıldız maddesine ilişkin bulgular elde edilmeye çalışılmıştır.

3.4.1 Düşük çözünürlüklü tayfsal gözlemler

AR Lac çift sistemi ve bazı referans yıldızlarına ait düşük çözünürlüklü tayfsal gözlemler 14BRTT150-664 proje numarası ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi’nde bulunan RTT150 teleskobuna bağlı TFOSC (TUG Faint Object Spectrograph and Camera) tayfçekeri kullanılarak, 14.08.2015, 10.10.2015, 12.10.2015, 04.06.2016, 05.06.2016, 04.09.2016 ve 05.09.2016 tarihlerinde yapılmıştır. TFOSC tayfçekeri özellikleri dikkate alınarak seçilen 15 numaralı grism ile 3230 – 9120 Å dalgaboyu aralığında, çözünürlüğü $R \sim 749$ olan ve bazı referans yıldızları ile AR Lac çift sisteminin farklı evre aralıklarında toplam 2435 adet slit tayflar (AR lac için 2035 adet ve diğer referans ve standard yıldızları için 400 adet) elde edilmiştir. Tayfların ön indirgemesi (tayf başlıklarının düzenlenmesi, Flat

ve Bias düzeltmesi), açıklığın belirlenmesi, dalgaboyu kalibrasyonu ve dikine hız düzeltmesi ve akı kalibrasyonu ile yıldızlararası kızarmadan arındırma işlemleri IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programı ("<http://iraf.noao.edu>") kullanılarak yapılmıştır.

3.4.2 Yüksek çözünürlüklü tayfsal gözlemler

AR Lac çift sistemi, etkinlik göstermeyen aynı tayf türü ve ışınım sınıfından tek yıldız HD168874 ve HR 6256 yıldızlarına ait tayfsal gözlemler 13ARTT150-406 proje numarası ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan RTT150 teleskobuna bağlı Coude Eşel tayfçeker ve ANDOR CCD DV436 kamera kullanılarak 13-14 Temmuz 2013 tarihinde gerçekleştirildi. Bu 2 gecede AR Lac çift yıldız sistemine ait 12 adet olmak üzere 2'şer adet de referans yıldız tayfı elde edilmiştir. Coude Eşel tayfçekerin özelliği piksel başına 0.052 Å ve $H\alpha$ yöresindeki çözünürlük de yaklaşık $R \sim 40.000$ dir. Tayfların ön indirgemesi (tayf başlıklarının düzenlenmesi, Flat ve Bias düzeltmesi), açıklığın belirlenmesi, dalgaboyu kalibrasyonu, kozmik ışınlardan arındırılması ve dikine hız düzeltmesi işlemleri IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programı ("<http://iraf.noao.edu>") kullanılarak yapılmıştır.

Kromosferik etkin yıldızların en önemli manyetik etkinlik belirteçlerinden biri de $H\alpha$ çizgi salması veya $H\alpha$ soğurma çizgisini dolduran salmanın varlığıdır. Etkinlik düzeyinin belirlenmesi için $H\alpha$ çizgisinden ısısal ışınım katkısı yani fotosferik etkinin çıkarılması gerekmektedir. Bu işlem çift sistemlerde, bileşenlerde gözlenen tayfa bileşenlerin katkılarının ayrı ayrı tespitini gerektirmektedir. $H\alpha$ tayfindaki fotosferik etkinin giderilmesi için kullanılan yöntem "*Tayfsal Çıkarma Yöntemi*" olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde etkin olmayan yıldızların tayfı kullanılmakta ve elde edilen sentetik tayftan etkin yıldızın tayfı çıkarılmaktadır. Bu sayede etkinlik belirteci olarak salma veya soğurma artığı elde edilmektedir. Bu çalışmada STARMOD programı (Barden 1985, Montes vd. 2000) kullanılarak modelleme yapılmıştır. Programda AR Lac çift yıldız sisteminin bileşenlerinin tayf türü ve ışınım sınıfına sahip HD 195405 (G2IV) ve HR6256 (K0IV) yıldızları kullanılmıştır. Programın girdi parametresi olarak AR Lac

çift yıldız sisteminin bileşenlerin dönme hızı, yörünge hızı, bileşenlerin tayfa katkı oranı girilmektedir. AR Lac çift yıldız sisteminin elde edilen TUG tayflarından dikine hız eğrisi yeter sayıda tayf alınamadığından hesaplanamamıştır. Tayfsal gözlemlere ilişkin bazı bilgiler çizelge 3.10 ve çizelge 3.11’de verilmektedir. AR Lac çift yıldız sistemine ait yıldız parametreleri çizelge 3.12’de verilen değerler kullanılarak STARMOD programı için girdi parametreleri oluşturulmuştur.

AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü TUG Eşel H_{α} çizgi profilleri şekil 3.7’de evreye bağlı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.10 Referans yıldızlarının TUG Eşel tayf bilgileri

Yıldız Adı	HJD	Gözlem Tarihi	Gözlem Baş. UT	Poz Süresi	Hava Kütlesi	S/N
HR 6256	2456488.287	14.07.2013	18:36:28	1800	1.016	89
HR 6256	2456488.310	14.07.2013	19:08:57	1800	1.007	61
HD 195405	2456487.333	13.07.2013	19:39:31	2000	1.280	30
HD 195405	2456487.366	13.07.2013	20:18:08	3000	1.174	31

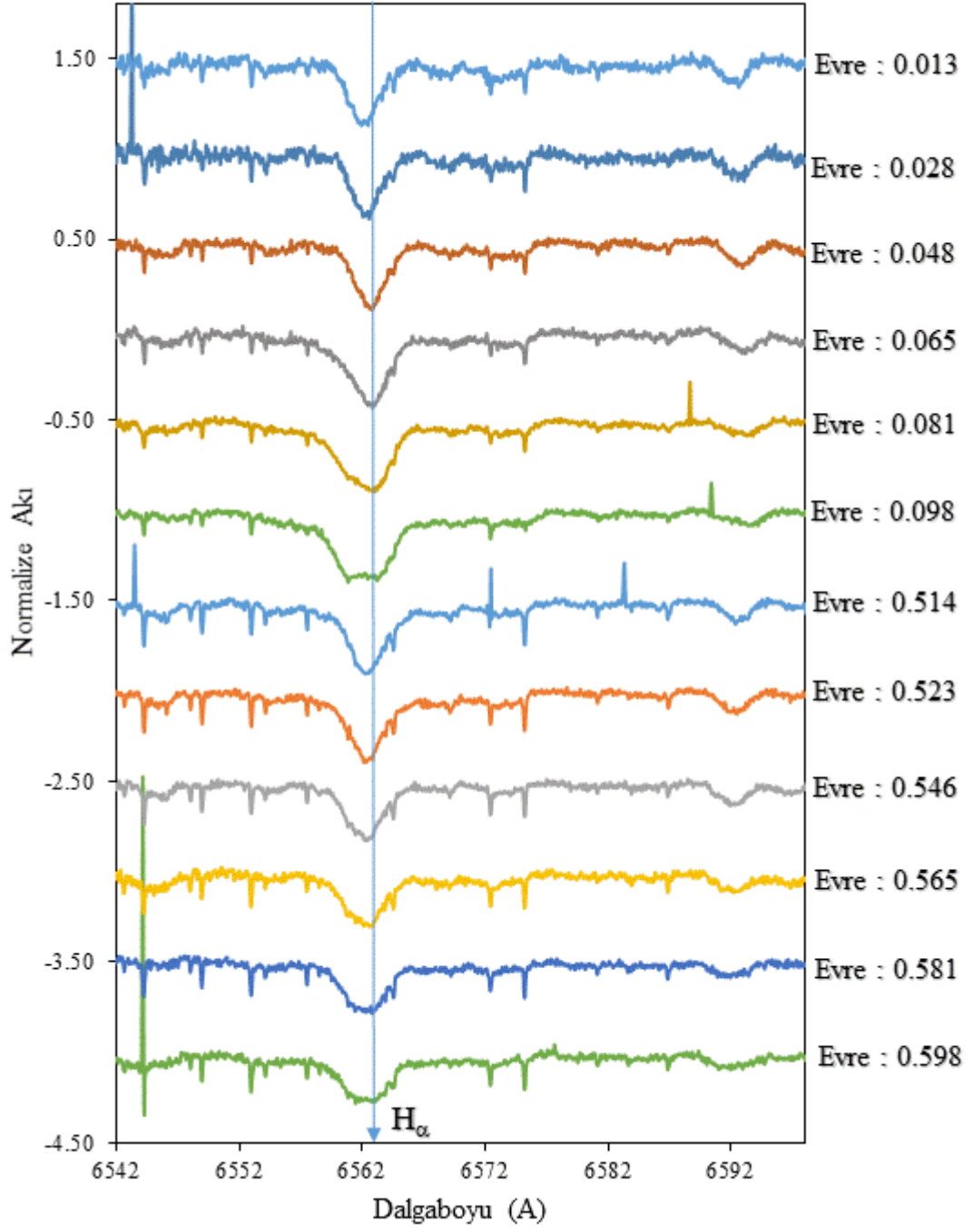
Çizelge 3.11 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü TUG Eşel tayf bilgileri

HJD	Gözlem Tarihi	Gözlem Baş. UT	Poz Süresi	Hava Kütlesi	Evre	G2 IV	K0 IV	G2 IV	K0 IV	S/N
						Dikine Hız	Dikine Hız	w ¹	w ¹	
2456487.407	13.07.2013	21:29:29	1800	1.242	0.012	-44.52	-25.62	0.00	1.00	41
2456487.437	13.07.2013	22:04:36	2700	1.157	0.026	-55.62	-15.71	0.08	0.92	54
2456487.475	13.07.2013	22:59:53	2700	1.069	0.046	-69.72	-3.10	0.25	0.75	84
2456487.509	13.07.2013	23:48:50	2700	1.027	0.063	-81.79	7.68	0.34	0.66	83
2456487.542	14.07.2013	00:36:32	2700	1.012	0.080	-93.02	17.72	0.36	0.64	92
2456487.576	14.07.2013	01:24:42	2700	1.023	0.097	-103.71	27.27	0.36	0.64	94
2456488.401	14.07.2013	21:12:38	2700	1.279	0.513	-23.82	-44.12	0.46	0.54	90
2456488.434	14.07.2013	22:00:09	2700	1.158	0.529	-17.62	-49.66	0.45	0.55	90
2456488.467	14.07.2013	23:01:02	2700	1.040	0.546	-11.47	-55.16	0.44	0.56	94
2456488.501	14.07.2013	23:36:17	2700	1.032	0.563	12.62	-76.68	0.37	0.63	70
2456488.534	15.07.2013	00:23:47	2700	1.013	0.579	23.81	-86.68	0.36	0.64	94
2456488.567	15.07.2013	01:11:18	2700	1.019	0.596	34.37	-96.12	0.36	0.64	80

¹Bileşenlerin ışıma katkı yüzdeleri (bkz. 4.2.1)

Çizelge 3.12 AR Lac çift yıldız sistemine ait yörünge parametreleri

Parametre	Birinci Bileşen	İkinci Bileşen	Referans
Tayf Türü	G2IV	K0IV	Frasca vd. 2000
Radyal Hız Eğrisinin Yarı Genliği (Km/s)	119.43 ± 0.49	106.73 ± 0.29	Frasca vd. 2000
$M(M_{\odot})$	1.17 ± 0.035	1.21 ± 0.077	Siviero vd. 2006
$R(R_{\odot})$	1.51 ± 0.005	2.61 ± 0.009	Siviero vd. 2006
$\text{Log}(g) \text{ cm/s}^2$	4.15 ± 0.021	3.69 ± 0.035	Siviero vd. 2006
$T \text{ (K)}$	5826 ± 5	5100 ± 100	Siviero vd. 2006
Dönme Hızı (Km/s)	46	73	Frasca vd. 2000
Yörünge Eğim Açısı i (derece)	90		Siviero vd. 2006
Yörünge dış merkezliği (e)	0		Siviero vd. 2006
Sistemin Kütle Merkezinin Uzak Hızı (Km/s)	-34.54 ± 0.50		Frasca vd. 2000



Şekil 3.7 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü TUG Coude Eşel normalize H_{α} çizgi profilleri. (tayflara -0.5 değeri eklenerek gösterilmiştir)

4. GÖZLEMLERİN ANALİZİ

4.1 Fotometrik Analizler

Etkin yıldızların tayf türünün belirlenmesindeki zorluklar nedeniyle, görsel ve kırmızıöte süreklilik bölgesinde artık ışınım varlığının tespiti için renk-renk diyagramları kullanışlı bir yöntemdir. Bu çalışmada etkin bileşen yıldızlarla etkinlik göstermeyen yıldızlar, renk-renk diyagramları ile karşılaştırılmış ve artık ışınım varlığı bulunmaya çalışılmıştır. Kırmızıöte bölgedeki artık ışınımı ve karakteristiğini belirlemek için çift sistemlere ait aynı evreye karşılık gelen fotometrik veriler, sıcaklığa duyarlı $(B-V)_0$ renk değerlerine karşılık, $(V-R)_0$, $(V-I)_0$, $(V-J)_0$, $(V-H)_0$ ve $(V-K_s)_0$, $(V-W1)_0$, $(V-W2)_0$, $(V-W3)_0$ ve $(V-W4)_0$ renk değerleri ağırlıklı olarak incelenmiştir. Burada $(V-\lambda)_0$ renk değerlerinin kullanılması, yıldızların görsel ve kırmızıöte süreklilik boyunca olası bir artık ışınım varlığının tespit edilmesi için tercih edilmiştir. Diğer taraftan ardışık renk değerleri, salma ve soğurma yapılarına ilişkin bir bilgiyi ortaya koymak için de araştırılmıştır.

Şekil 4.1 ve EK 3’de görsel ve kırmızıöte bölge renk-renk diyagramlarında, etkinlik göstermeyen yıldız dağılımlarıyla elde edilen regresyon analizleri, “r.m.s” (hata) değerleri (4.2)–(4.11) bağıntıları ile verilen dağılımlar üzerinde bir renk değerine sahip olan çift yıldız sistemleri için, bu renk artığı değerleri artık ışınımın varlığına atfedildi. Bu artık ışınım görsel bölge, yakın ve orta kırmızı bölge için elde edilerek program yıldızları için evreye bağlı bir değişim olup olmadığı araştırılmıştır. Referans yıldızlarına ait $(B-V)_0$ renk değerlerine karşılık $(V-\lambda)_0$ renk-renk diyagramları EK 2’de elde edilen veriler kullanılarak EK 3’deki grafikleri elde edilmiştir.

Renk-renk diyagramlarında, etkinlik gösteren çift yıldız sistemleriyle etkinlik göstermeyen tek normal yıldızlar karşılaştırılmıştır. Etkin sistemlerin I. minimum, II. minimum ve tutulma dışı evrelerindeki elde edilen $(B-V)_0$ renk ölçeğine karşılık $(V-\lambda)_0$ renk ölçekleri ile aynı tayf türünden (aynı $(B-V)_0$ değerine sahip) etkin olmayan yıldız renk değerleri ile yapılan bu karşılaştırmada, ilgili evreler için renk artık değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler EK 5’de verilmiştir.

Örnek olarak, $(V-R)_0$ için elde edilen renk artığı;

$$RA_{(V-R)} = R\ddot{O}(V - R)_{g\ddot{o}zlenen} - R\ddot{O}(V - R)_{b\ddot{u}nyesel} \dots\dots\dots (4.1)$$

bağıntısı ile ifade edilmektedir. Burada gözlenen renk ölçeği, etkin çift yıldız sistemin renk ölçeği olmak üzere, bu gözlenen renk ölçeği ile aynı $(B-V)_0$ değerine sahip referans yıldızlardan elde edilen (regresyon doğruları sonuçlarıyla) bünyesel renk ölçeğinin farkı, çift sistemde gözlenen evre için bir renk artığının olup olmadığını ifade etmektedir.

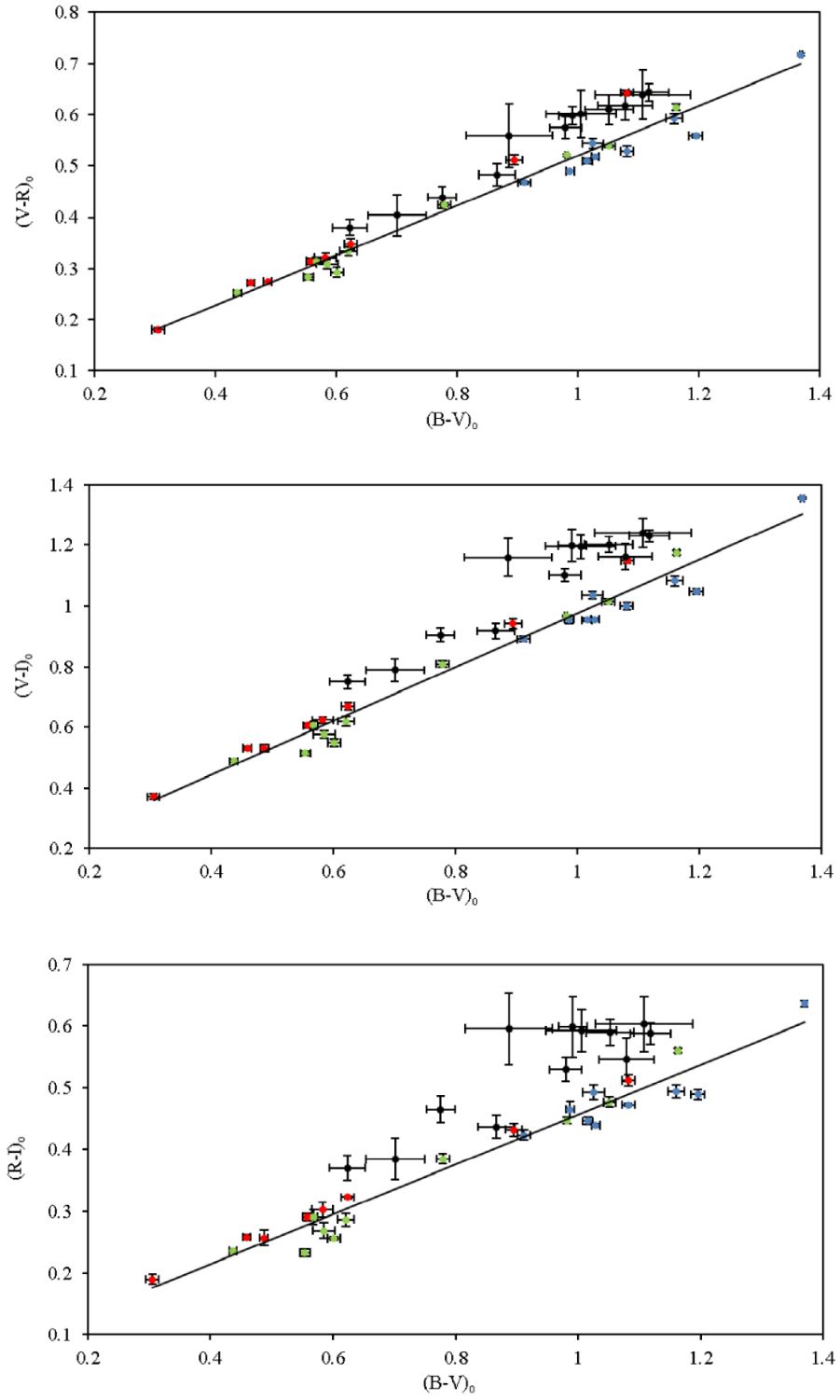
Sonuç olarak, aynı $(B-V)_0$ değeri için böyle bir karşılaştırma $RA_{(V-R)}$ renk artığı için bakıldığında,

- $RA_{(V-R)} = 0$ için renk artığı yok;
- $RA_{(V-R)} > 0$ için bir fazlalık veya salma,
- $RA_{(V-R)} < 0$ için bir azalma veya soğurma varlığı

olarak değerlendirilmektedir. Benzer şekilde diğer renk artıkları, $RA_{(V-I)}$, $RA_{(V-J)}$, $RA_{(V-H)}$, $RA_{(V-Ks)}$, $RA_{(V-W1)}$, $RA_{(V-W2)}$, $RA_{(V-W3)}$ ve $RA_{(V-W4)}$ için de aynı hesaplama yöntemi kullanılarak elde edilen renk artığı değerleri EK 5’de verilmiştir.

Referans yıldız renk değerleriyle elde edilen, $(B-V)_0$ ’ın fonksiyonu renk-renk grafikleri (Şekil 4.1 ve EK 3) kromosferik etkin çift sistemlerin renk artığının belirlenmesinde kullanılmıştır. Buradan elde edilen renk artığı değerlerine dayanarak bu artığın yıldız etkinliğinden mi ya da yıldız etrafında olası bir çevresel yıldız maddesinden mi kaynaklandığına ilişkin değerlendirme “6. Sonuç ve Tartışmalar” bölümünde verilmiştir.

Seçilen 14 kromosferik etkin sisteme ilişkin, görsel bölge verileri 2012-2014 yılları arasında özellikle tutulma ve tutulma dışı evrelerde elde edilmiştir (EK 4). Yıldızlara ilişkin 2MASS verileri ise gözlemlerimizden yaklaşık 10 yıl önce elde edilmiş ve her bir yıldız için birer adet tarama verisi bulunmaktadır. 2MASS verilerinden elde edilen renk-renk verileri WISE verileriyle elde edilen sonuçları da desteklemektedir.



Şekil 4.1 Regresyon doğruları ile birlikte görsel bölge renk-renk grafikleri. Mavi noktalar dev, yeşil noktalar altdev yıldızları, kırmızı noktalar cüce yıldızları ve siyah noktalar ise I.minimum evresinde değişen yıldız değerlerini göstermektedir

Seçilen yıldırlara ait WISE verileri, uydunun tam soğutma sistemlerinin etkin olduğu 2010 yılındaki verilerden oluşmaktadır. Bunun yanında yıldırlara ilişkin farklı evrelerde alınmış WISE gözlem verileri de bulunmaktadır (bkz. EK 4).

Referans yıldırlar kullanılarak elde edilen renk-renk diyagramları ilgili regresyon doğruları ile birlikte şekil 4.1’de ve EK 3’de verilmektedir. Renk-renk diyagramlarında referans yıldırların dağılımı Fekel vd. (1986) ve Rucinski (1987) tarafından verilen dağılımla benzerlik göstermektedir. Referans yıldırlar verileri ile oluşturulan renk-renk diyagramları şekil 4.1’de de görüldüğü üzere doğrusal bir fit ($y = ax + b$) ile birlikte verilmektedir. Regresyon analiz sonuçları,

$$(V - R)_o = 0.487[0.018] * (B - V)_o + 0.034[0.016]; r^2: 0.967; r.m.s.: 0.026 \dots (4.2)$$

$$(V - I)_o = 0.888[0.031] * (B - V)_o + 0.089[0.027]; r^2: 0.970; r.m.s.: 0.045 \dots (4.3)$$

$$(R - I)_o = 0.404[0.016] * (B - V)_o + 0.053[0.014]; r^2: 0.961; r.m.s.: 0.024 \dots (4.4)$$

olarak elde edilmiştir. Bunun yanında $(V - \lambda)_o$ gibi diğer filtreler için de,

$$(V - J)_o = 1.600[0.038] * (B - V)_o + 0.168[0.033]; r^2: 0.986; r.m.s.: 0.055 \dots (4.5)$$

$$(V - H)_o = 2.118[0.050] * (B - V)_o + 0.134[0.044]; r^2: 0.986; r.m.s.: 0.072 \dots (4.6)$$

$$(V - K_s)_o = 2.244[0.051] * (B - V)_o + 0.128[0.044]; r^2: 0.987; r.m.s.: 0.073 \dots (4.7)$$

$$(V - W_1)_o = 2.256[0.057] * (B - V)_o + 0.177[0.050]; r^2: 0.984; r.m.s.: 0.082 \dots (4.8)$$

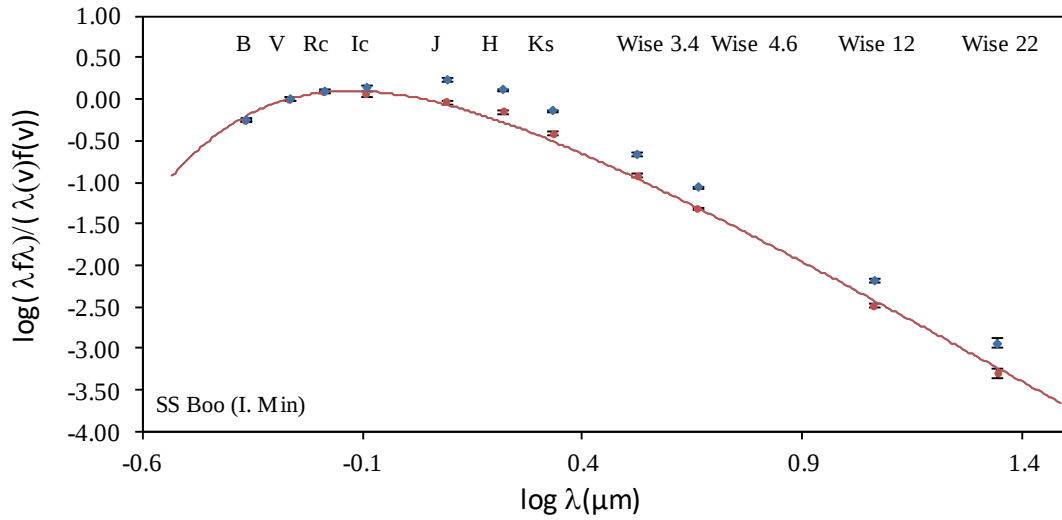
$$(V - W_2)_o = 2.301[0.066] * (B - V)_o + 0.108[0.057]; r^2: 0.980; r.m.s.: 0.095 \dots (4.9)$$

$$(V - W_3)_o = 2.290[0.054] * (B - V)_o + 0.110[0.047]; r^2: 0.986; r.m.s.: 0.077 \dots (4.10)$$

$$(V - W_4)_o = 2.361[0.085] * (B - V)_o + 0.109[0.073]; r^2: 0.969; r.m.s.: 0.122 \dots (4.11)$$

bağıntıları elde edilmiştir. Buradaki regresyon doğruları ile aynı tayf türünden herhangi bir renk artığına sahip olmayan yıldırların renk değerleri, değişen yıldırlara ilişkin bünyesel renk değeri olarak elde edilebilmektedir. Elde edilen bu bünyesel renk değerleri, değişenlerin gözlenen değerleri ile karşılaştırılarak, kromosferik etkin çift yıldırlar sistemlerine ait renk artığının olup olmadığı hesap edilmiş ve bulunan değerler EK 5’de tüm renkler için verilmiştir. I. minimum evresi için elde edilen sonuçlar çizelge 4.1’de verilmiştir.

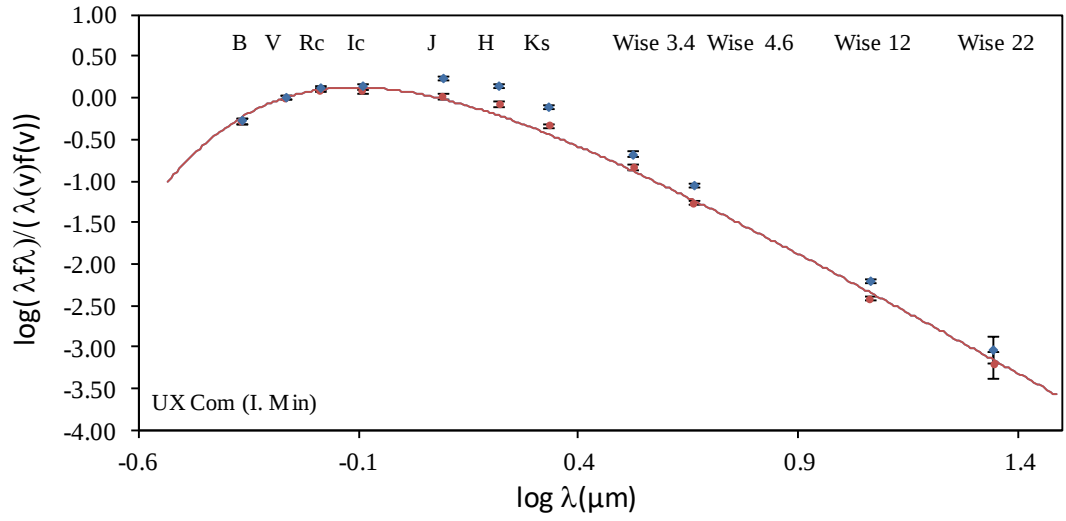
Elde edilen görsel, yakın ve orta kırmızıöte fotometrik verilere ilişkin normalize ve sürekli tayfsal enerji dağılımı (Spectral Energy Distribution; SED), SS Boo, UX Com, AR Lac çift yıldız sistemlerinin I. minimum evresinde aynı $(B-V)_o$ değerine sahip etkinlik göstermeyen referans yıldızları ile karşılaştırılmış ve şekil 4.2, şekil 4.3 ve şekil 4.4’de gösterilmiştir. Bu şekillerden görüleceği gibi açıkça SS Boo ve UX Com da artık ışıınım görülürken AR Lac çift sisteminde ise, bir artık ışıınım tespit edilememiştir. Şekil 4.2’de verilen filtrelere karşılık akı (f_{star}) değerleri, çizelge 3.1’de fotometrik filtrelere ilişkin “0” sıfır parlaklık değerindeki akı (f_o) değerleri aşağıdaki (4.12) bağıntısında kullanılarak elde edilmiştir.



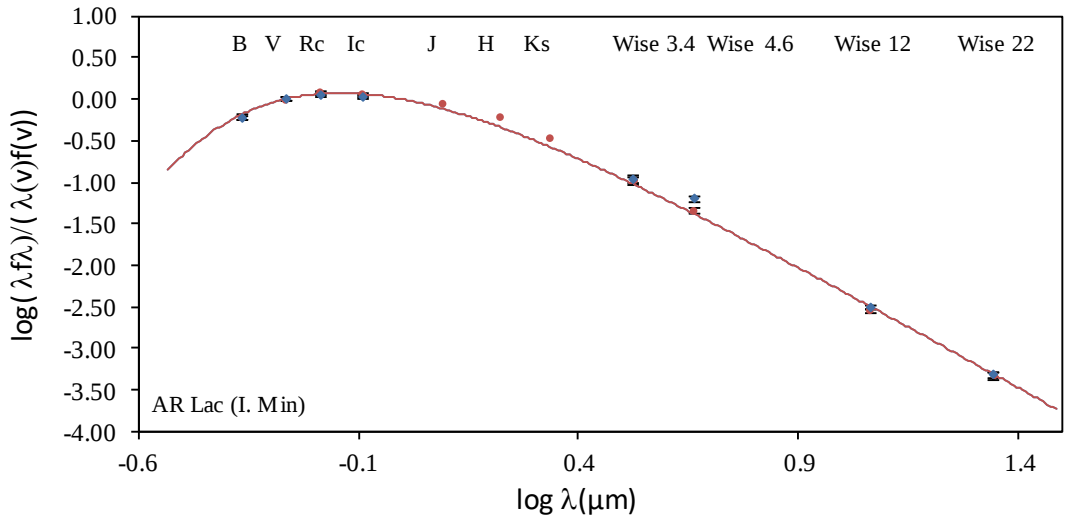
Şekil 4.2 SS Boo ve HD 111094 yıldızlarının tayfsal enerji dağılımlarının karşılaştırılması. Kırmızı noktalar, HD 111094 $((B-V)_o = 0.98 \pm 0.01)$, Mavi noktalar, SS Boo I.Min, $((B-V)_o = 0.96 \pm 0.02)$ fotometrik verileri, düz çizgi, $T(K)=4900$ ’daki karacisim enerji dağılımını göstermektedir

$$f_{star} = f_o 10^{(-0.4*m_{star})} \dots\dots\dots (4.12)$$

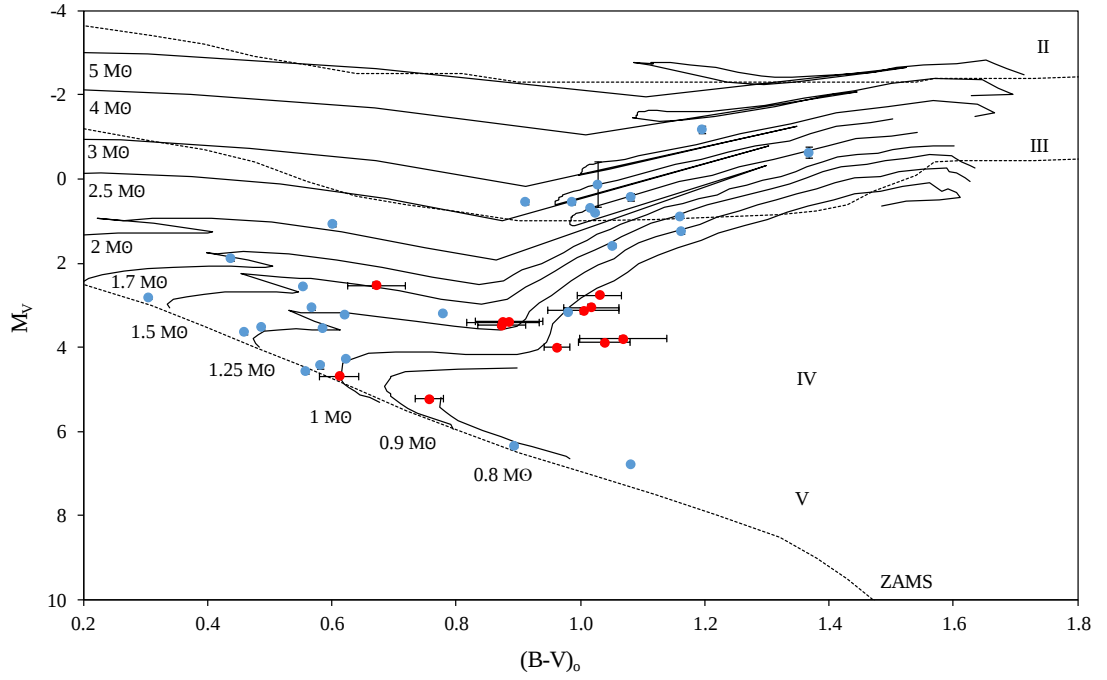
Buradaki, f_o ; sıfır kadir parlaklıktaki akı değeri ($\text{erg/cm}^2/\text{s}/\text{\AA}$) dir.



Şekil 4.3 UX Com ve BD+54 2777 yıldızlarının tayfsal enerji dağılımlarının karşılaştırılması. Kırmızı noktalar, BD+54 2777 $((B-V)_0=1.05\pm0.012)$, Mavi noktalar, UX Com I. Min $((B-V)_0=1.04\pm0.04)$ fotometrik verileri, düz çizgi, $T(K)=4700$ 'deki karacisim enerji dağılımını göstermektedir



Şekil 4.4 AR Lac ve HD 56168 yıldızlarının tayfsal enerji dağılımlarının karşılaştırılması. Kırmızı noktalar, HD 56168 $((B-V)_0=0.90\pm0.01)$, Mavi noktalar, AR Lac I. Min $((B-V)_0=0.87\pm0.04)$ fotometrik verileri, düz çizgi, $T(K)=5100$ 'daki karacisim enerji dağılımını göstermektedir



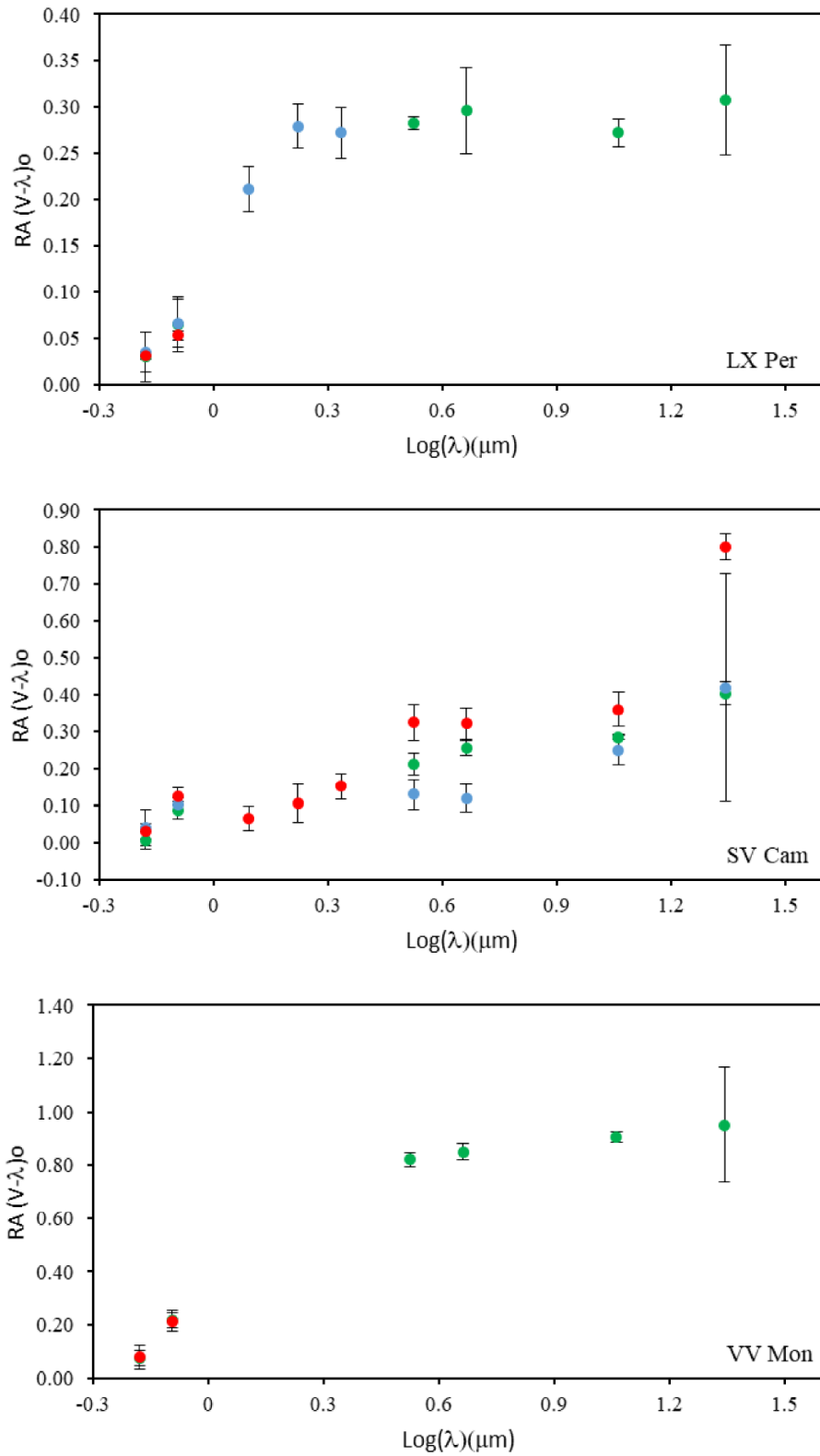
Şekil 4.5 Program yıldızlarının evrimsel durumlarını gösteren HR diyagramı. Mavi noktalar referans yıldızlarını, kırmızı noktalar değişen yıldızları göstermektedir. Değişen yıldızlar için belirtilen konum, I. Minimum evresinde sadece değişen yıldızın soğuk bileşeninin görüldüğü 0.0 evre değerleri kullanılarak elde edilmiştir. Düz koyu çizgiler, yıldızın kütle değerine göre teorik evrim yolunu göstermektedir. Modelde $Z=0.02$ Güneş bolluk değeri alınarak hesaplanmıştır (Lejeune ve Schaerer 2001). Kesikli noktalar Sung vd. (2013)'den alınmıştır

Şekil 4.5'de, RW UMa çift yıldız sistemi hariç I. minimum evresinde renk artışı ölçümü yapılabilen diğer 12 çift yıldız sisteminin soğuk bileşenlerinin HR diyagramında teorik evrim yolları ile karşılaştırılan konumları gösterilmiştir.

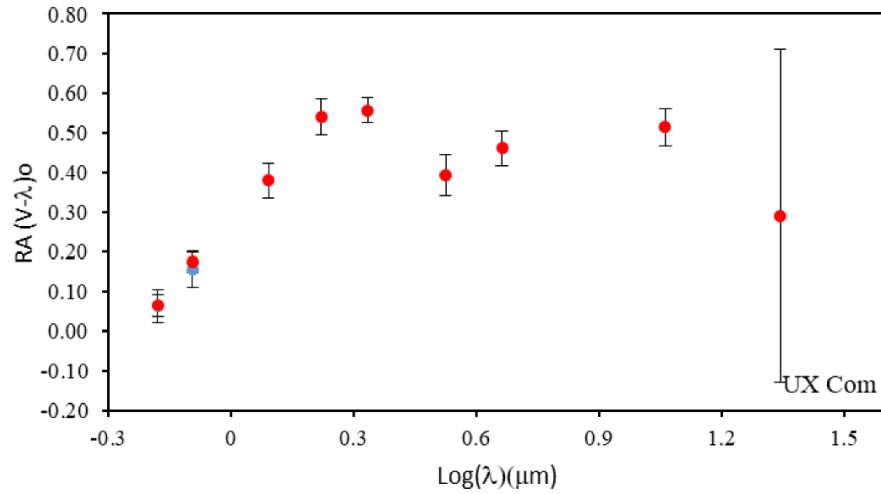
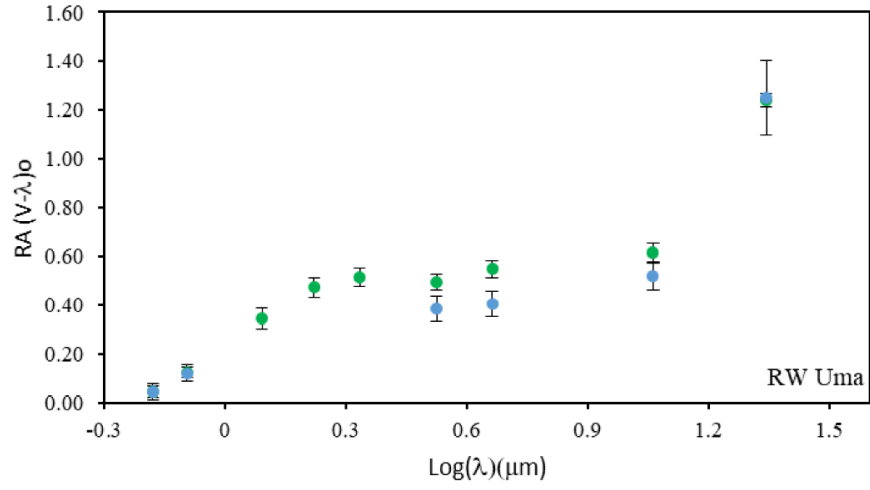
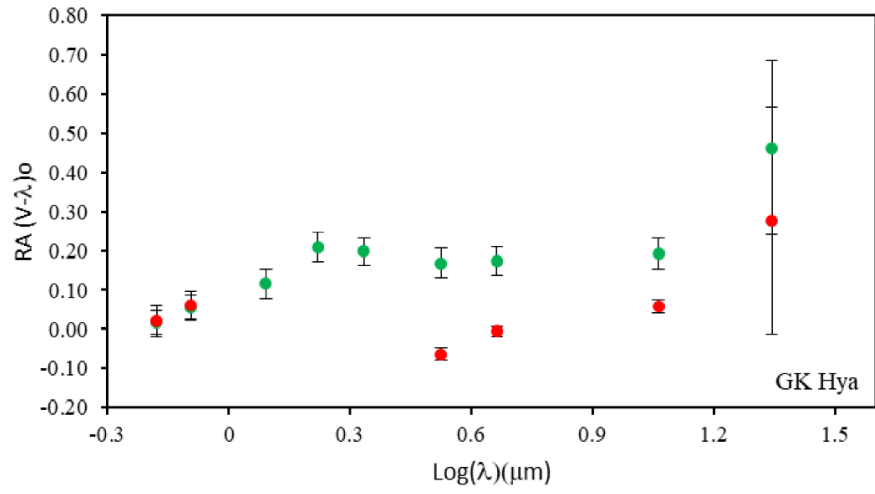
Şekil 4.6'da kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait I ve II. minimum evresi ve tutulma dışı yörünge evresindeki $RA_{(V-\lambda)}$ renk artışı değerlerinin λ dalgaboyuna karşılık grafiği verilmektedir. Etkin çift sistemlerin I. minimum evresine ait artık ışıınım istinaden özet olarak çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 I. Minimum evresinde program yıldızlarına ait renk artığı özeti (değerler kadir birimindedir, bazı hata değerleri parantez içerisinde verilmiştir)

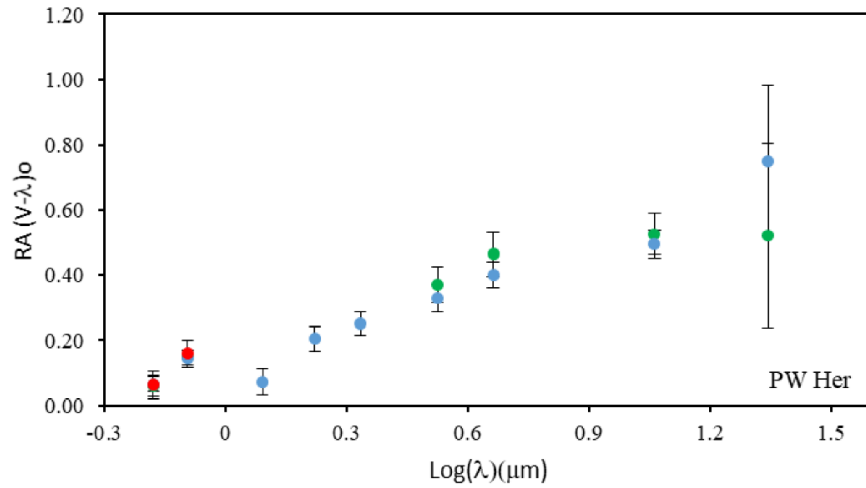
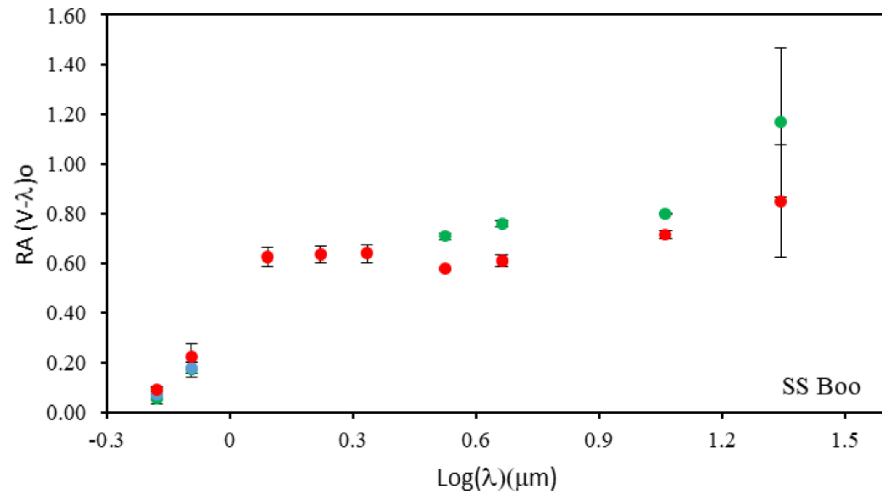
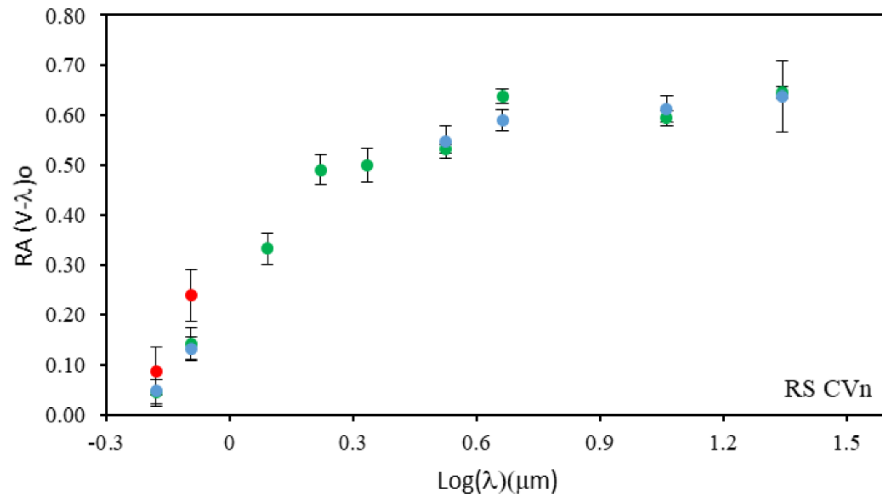
Yıldız Adı	$\pi(\text{mas})$	$A_v d(b)$	M_v (hata)	Görsel Renk Artığı	Yakın Kırmızıöte Renk Artığı	Orta Kırmızıöte Renk Artığı
LX Per	8.7(0.039)	0.141	3.385(0.015)	~ 0.04	~ 0.25	Gözlem Verisi Yok
SV Cam	11.777(0.04)	0.039	5.229(0.038)	~ 0.09	~ 0.1	~ 0.3
VV Mon	3.579(0.045)	0.002	3.125(0.073)	~ 0.15	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok
GK Hya	4.275(0.043)	0.073	2.524(0.063)	~ 0.05	Gözlem Verisi Yok	~ -0.04
RW UMa	2.666(0.048)	0.041	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok
UX Com	4.722(0.045)	0.026	3.880(0.057)	~ 0.1	~ 0.45	~ 0.48
RS CVn	7.361(0.041)	0.018	3.400(0.060)	~ 0.15	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok
SS Boo	4.216(0.026)	0.047	3.997(0.046)	~ 0.15	~ 0.63	~ 0.63
PW Her	4.378(0.022)	0.080	3.798(0.051)	~ 0.1	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok
AW Her	3.828(0.051)	0.225	3.049(0.079)	~ 0.04	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok
RT Lac	5.488(0.037)	0.200	2.764(0.046)	~ 0.08	Gözlem Verisi Yok	Gözlem Verisi Yok
AR Lac	23.433(0.03)	0.045	3.485(0.039)	~ 0.01	Gözlem Verisi Yok	~ 0.2
RT And	10.127(0.042)	0.072	4.695(0.040)	~ 0.06	Gözlem Verisi Yok	~ 0.22



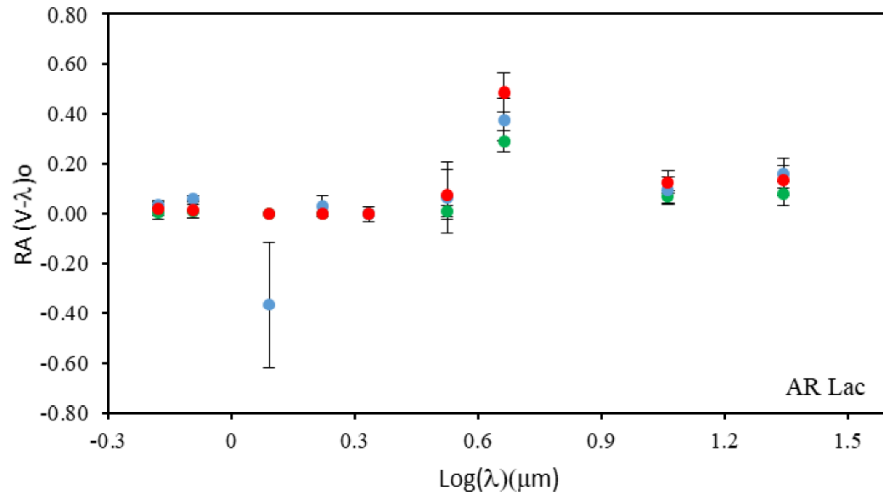
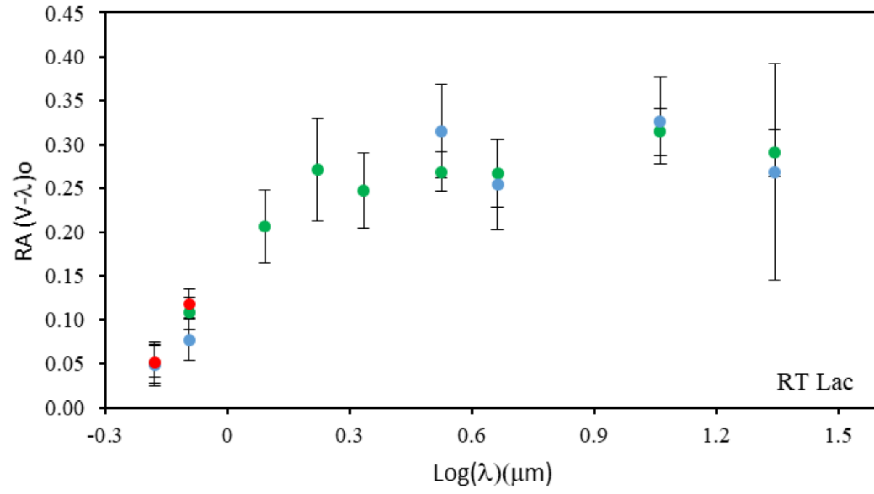
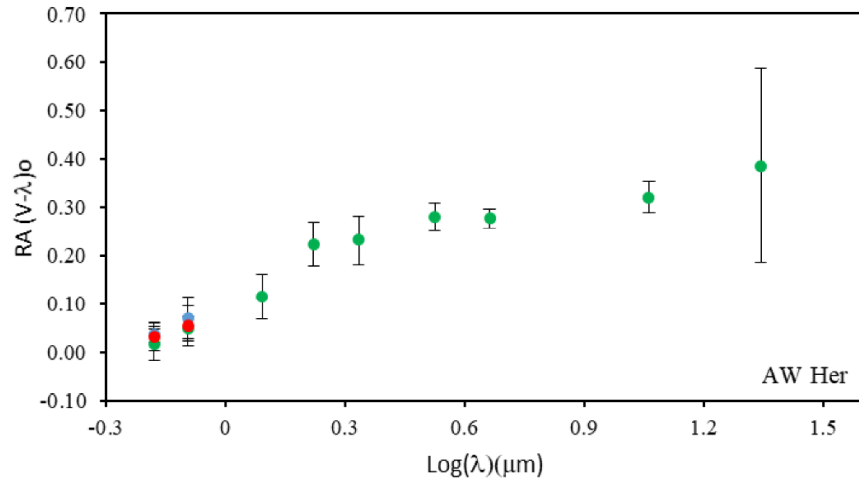
Şekil 4.6 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait renk artışı grafikleri. Kırmızı noktalar I. minimum, mavi noktalar II. minimum ve yeşil noktalar tutulma dışı evredeki verileri göstermektedir



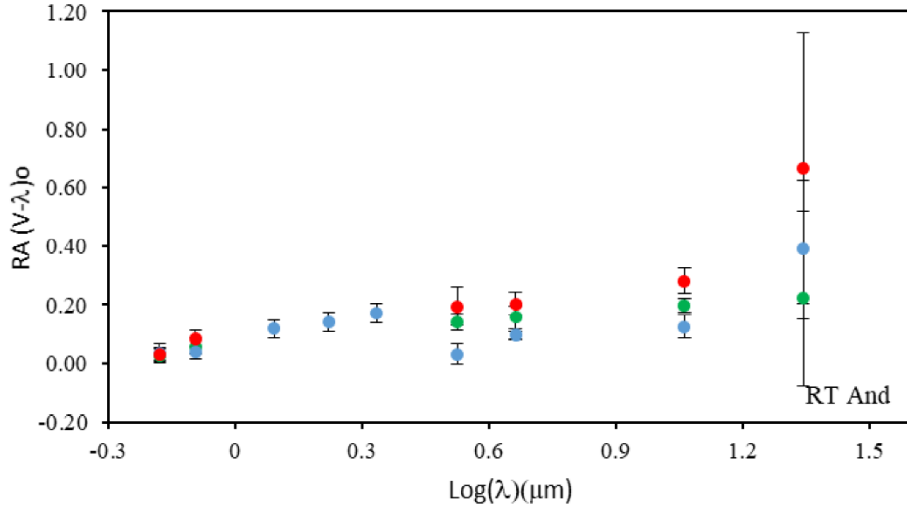
Şekil 4.6 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait renk artışı grafikleri. Kırmızı noktalar I. minimum, mavi noktalar II. minimum ve yeşil noktalar tutulma dışı evredeki verileri göstermektedir (Devam)



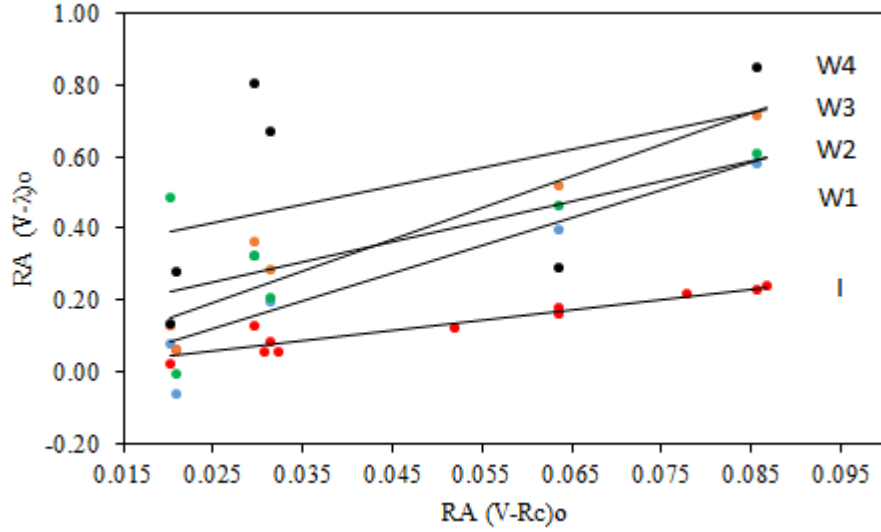
Şekil 4.6 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait renk artışı grafikleri. Kırmızı noktalar I. minimum, mavi noktalar II. minimum ve yeşil noktalar tutulma dışı evredeki verileri göstermektedir (Devam)



Şekil 4.6 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait renk artışı grafikleri. Kırmızı noktalar I. minimum, mavi noktalar II. minimum ve yeşil noktalar tutulma dışı evredeki verileri göstermektedir (Devam)

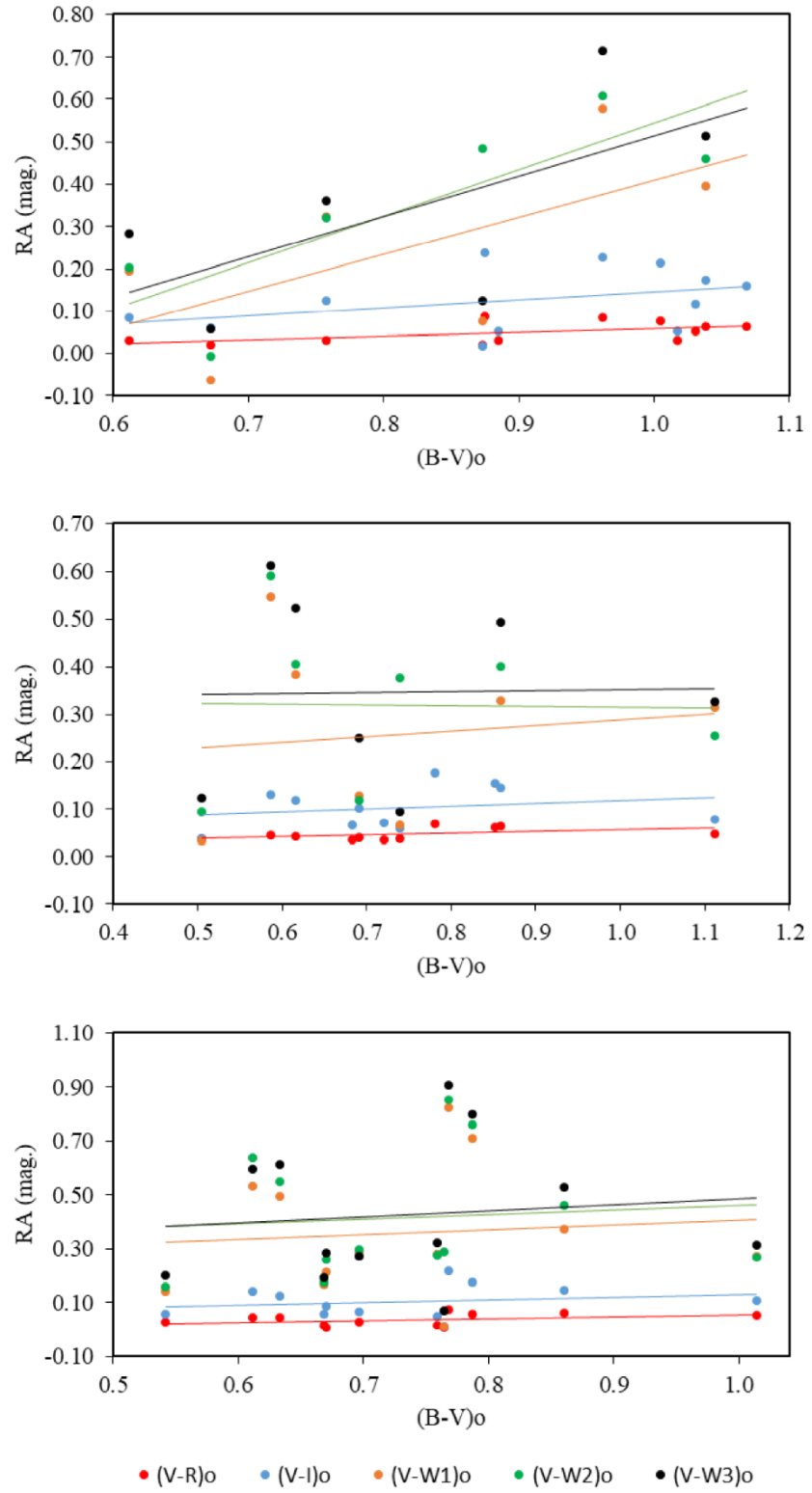


Şekil 4.6 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait renk artışı grafikleri. Kırmızı noktalar I. minimum, mavi noktalar II. minimum ve yeşil noktalar tutulma dışı evredeki verileri göstermektedir (Devam)



Şekil 4.7 Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerine ait iki renk artışı grafiği. (Değerler I. Minimum evresinde alınmıştır)

13 etkin çift sistemin tutulma ve tutulma dışı yörünge evrelerinde $RA(V-\lambda)_0$ (λ ; R, I, J, H, K_s, W1, W2, W3, W4) renk artık değerlerinin $(B-V)_0$ değerlerine göre değişimi şekil 4.6' de görüldüğü gibi elde edilmiştir. Buradan görüleceği üzere incelenen tüm etkin çift yıldız sistemleri uzun dalgaboyuna doğru gidildikçe bir renk artışı değerinde artış göstermektedir. Benzer sonuç, şekil 4.7'de I. minimum evresinde etkin çift sistemlere ait iki renkteki artık değerlerinin karşılaştırılmasında da görülmektedir.



Şekil 4.8 13 çift sistemin renk artk değerlerinin $(B-V)_0$ ye göre dağılımı. I. minimum evresi (üst panel), II. minimum evresi (orta panel), tutuma dışı evre (alt panel)

Şekil 4.8’de incelenen etkin çift yıldız sistemlerin I. ve II. minimum evresi ile tutulma dışı yörünge evresinde elde edilmiş $(B-V)_0$ değerine karşılık $RA(V-\lambda)_0$ değerleri gösterilmiştir. Burada etkin çift yıldız sistemlerin sadece soğuk bileşenin gözlemlendiği I. minimum evresine ait grafikten artan $(B-V)_0$ değerine karşılık renk artışı değerinin de arttığı görülmektedir. I. minimum evresinde regresyon analiz sonucundan (Şekil 4.8’de üst panel), verilere yapılan doğru fitinin eğimi

$RA(V-R)_0$ a karşılık $(B-V)_0$ da 0.09 ± 0.04 ,
 $RA(V-I)$ karşılık $(B-V)_0$ de, 0.19 ± 0.15 ,
 $RA(V-W1)$ karşılık $(B-V)_0$ de, 0.92 ± 0.53 ,
 $RA(V-W2)$ karşılık $(B-V)_0$ de ve 1.12 ± 0.36 ,
 $RA(V-W3)$ karşılık $(B-V)_0$ de 0.99 ± 0.56 ,

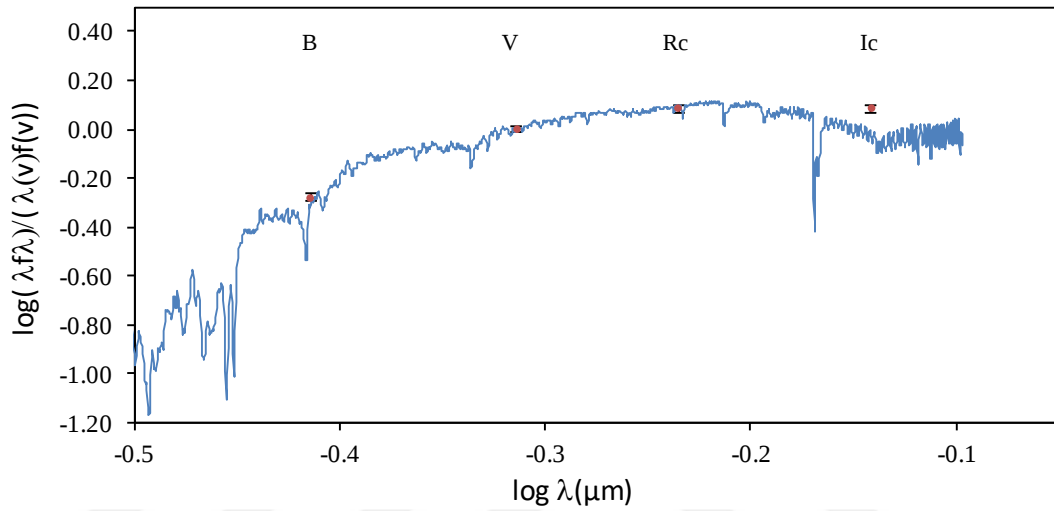
olarak elde edilmiştir. Aynı eğilimler II. minimum (orta panel) ve tutulma dışı (alt panel) yörünge evresinde fakat daha düşük eğimle gözlenmektedir. Bu eğimler açıkça, bu çalışmanın 13 etkin çift yıldız sistemin renk artışı miktarının daha uzun dalgaboyuna (görselden orta kırmızıöte bantlarına) doğru daha büyük değerlere sahip olduğunu göstermektedir.

4.2 Tayfsal Analizler

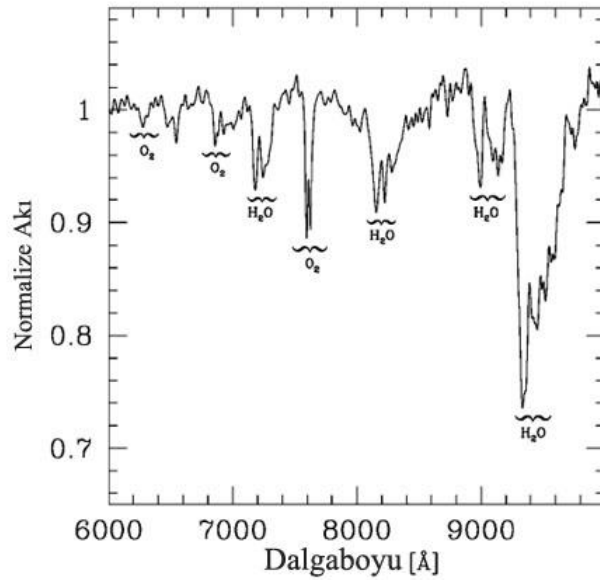
4.2.1 Düşük çözünürlüklü tayf analizi

Kromosferik etkin çift sistemlerde çevresel yıldız maddesinin varlığını araştırmak için elde edilen fotometrik verilere destek niteliğinde, tayfsal gözlemler TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi’nde bulunan RTT150 teleskobuna bağlı TFOSC tayfçekeri ile yapılmıştır. 14.08.2015, 10.10.2015, 12.10.2015, 04.06.2016, 05.06.2016, 04.09.2016 ve 05.09.2016 gecelerinde gözlenen yıldızlara ilişkin gözlem verisi elde edilmiştir. Gözlem gecelerinde akı kalibrasyonu için gözlenebilirlik dahilinde, Vega (HR 7001, A0 V, $V=0.03^m$), HR 7950 (B9.5 V, $V=3.77^m$), HR 4468 (B 9.5 V, $V=4.67^m$), HR 5510 (M1 III, $V=6.28^m$) ve HR 3454 (B3 V, $V=4.3^m$) standart yıldızlar olarak gözlenmiştir. Yıldızlara ilişkin standart parlaklık değerleri “<https://snfactory.lbl.gov/snf/spstds/>” web sitesinden alınmıştır. Gözlem gecelerine ait atmosferik sönmüleme değerleri T100 teleskobu için elde edilen ortalama sönmüleme değerleri kullanılarak elde edilmiştir.

Elde edilen düşük çözünürlüklü TFOSC verilerinde görüldüğü gibi, sıcak yıldızlarda daha az olmak üzere soğuk yıldızlarda “I_c” bandı yöresinde 6000 Å - 9000 Å dalgaboyu aralığı süreklilik bölgesinde geniş bir soğurma yapısı göstermektedir (Şekil 4.9). Bu etkiye yer atmosferinde bulunan su buharı, oksijen ve karbondioksit gazlarından kaynaklanan, *Tellürik Çizgiler* neden olmaktadır.

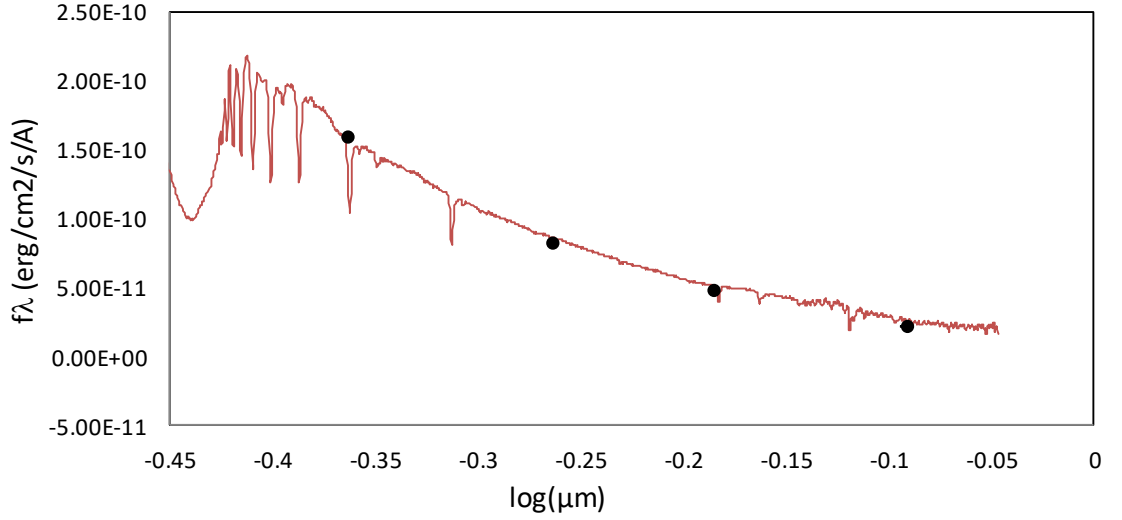


Şekil 4.9 HD 210925 referans yıldızına ait tayfsal enerji dağılımı. Mavi çizgi, TFOSC tayfçekeri ile 04.06.2016 tarih ve 01:47:41 UT, 1.08 hava kütlesi, 20 sn poz süresi verilerek elde edilmiş görsel akı değişimi, kırmızı noktalar ise fotometrik verileri göstermektedir

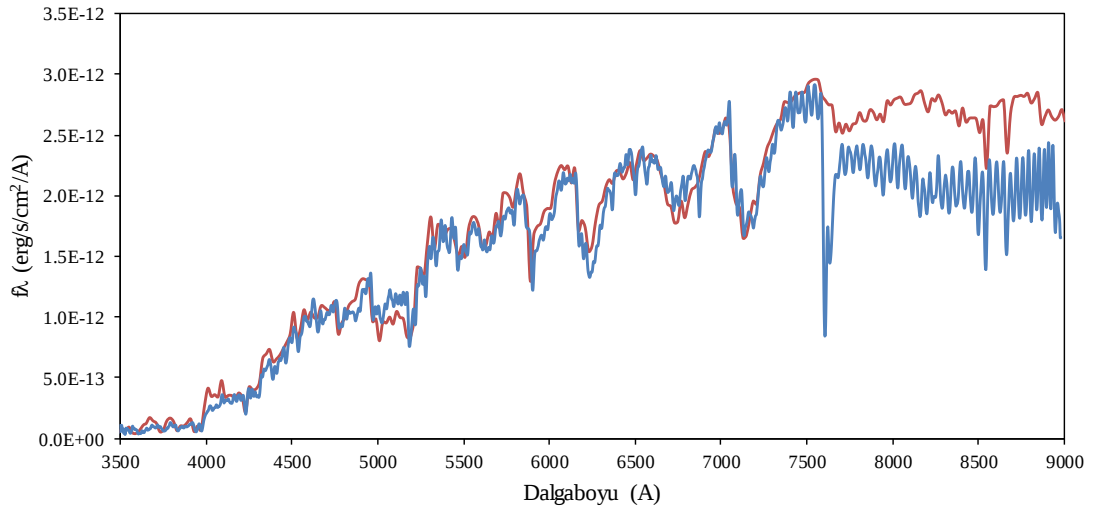


Şekil 4.10 Atmosferik (tellürik) çizgi özellikleri (Stritzinger vd. 2005)

Bu çizgiler, yıldızların çizgi profillerinden daha keskin yapıya sahip ve şekil 4.10'da gösterildiği gibi soğurma özelliği göstermektedirler.

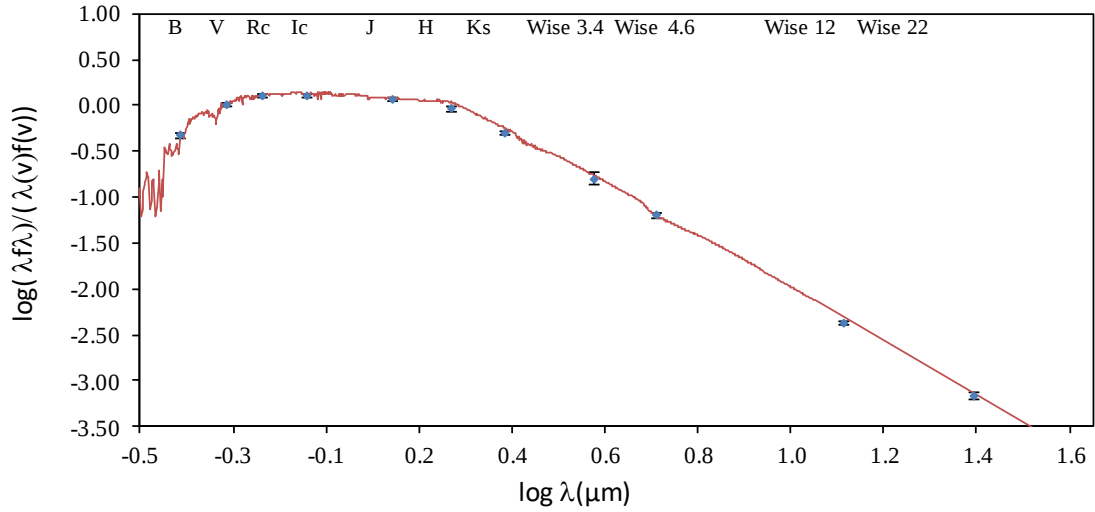


Şekil 4.11 HD 138749 Be yıldızına ait gözlenen akı değişimi. TFOSC tayfçekeri ile 04.06.2016 tarih ve 20:43:17 UT, 1.005 hava kütlesi, 2 sn poz süresi verilerek elde edilmiştir. Noktalar katalogtan alınan fotometrik verileri göstermektedir

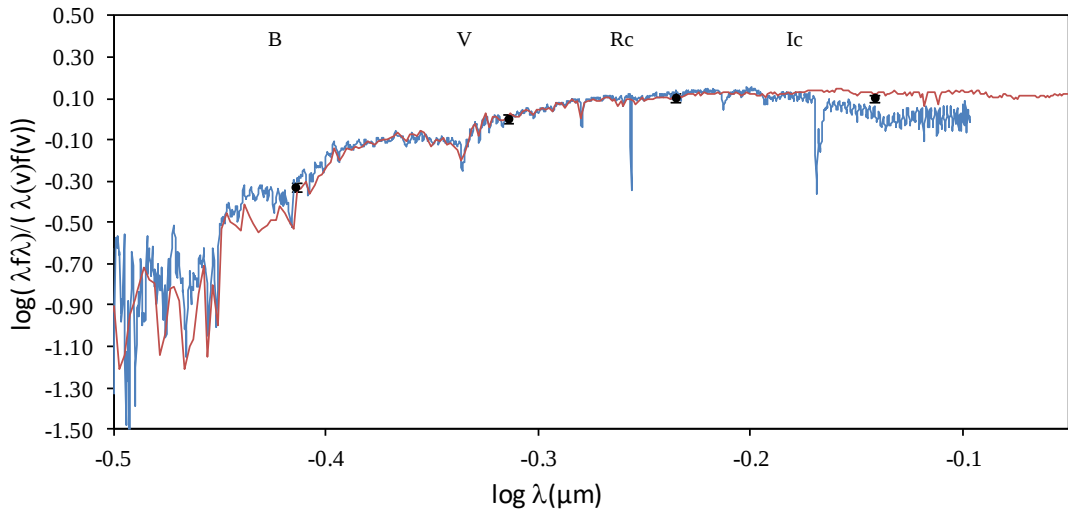


Şekil 4.12 HR 5510 (M1 III) yıldızına ait gözlenen akı değişimi. Mavi çizgi, TFOSC tayfçekeri ile 05.06.2016 tarih ve 21:18:39 UT, 1.06 hava kütlesi, 20 sn poz süresi verilerek elde edilmiştir. Kırmızı çizgi, $T(K)=3750$, $\text{Log}(g)=1.5 \text{ cm/s}^2$ için model sentetik tayfı göstermektedir

Tellürik çizgilerinin etkisini daha iyi anlamak için hızlı dönen ve sıcak bir yıldız olan HD 138749 Be (B6 V, $V=4.13$ kadir, $V\sin i=400$ km/s; "The spectroscopic Be stars Atlas" "<http://astrosurf.com/buil/us/becat.htm>" web sitesinden parametre değerleri alınmıştır) yıldızı ve HR 5510 (M1 III) soğuk yıldız gözlem programına dahil edilmiş ve tayfsal veriler şekil 4.11 ve şekil 4.12’de gösterilmiştir.

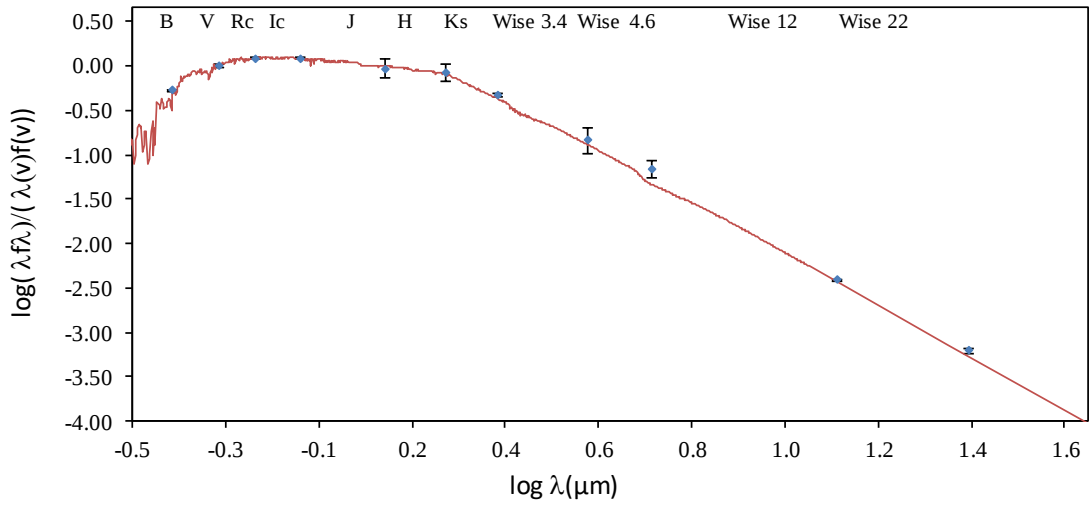


Şekil 4.13 HD 131447 Referans yıldızına ait tayfsal enerji dağılımı. Kırmızı çizgi (K)=4500, $\text{Log}(g)=3.0 \text{ cm/s}^2$ için model sentetik tayfı, mavi noktalar fotometrik verileri göstermektedir



Şekil 4.14 HD 131447 Referans yıldızına ait tayfsal enerji dağılımı. Mavi çizgi, TFOSC tayfçeki ile 04.06.2016 tarih ve 19:36:10 UT, 1.00 hava kütlesi, 600 sn poz süresi verilerek elde edilmiş gözlenen akı değerleridir. Kırmızı çizgiler $T(K)=4500$, $\text{Log}(g)=3.0 \text{ cm/s}^2$ için model sentetik tayfı, siyah noktalar fotometrik verileri göstermektedir

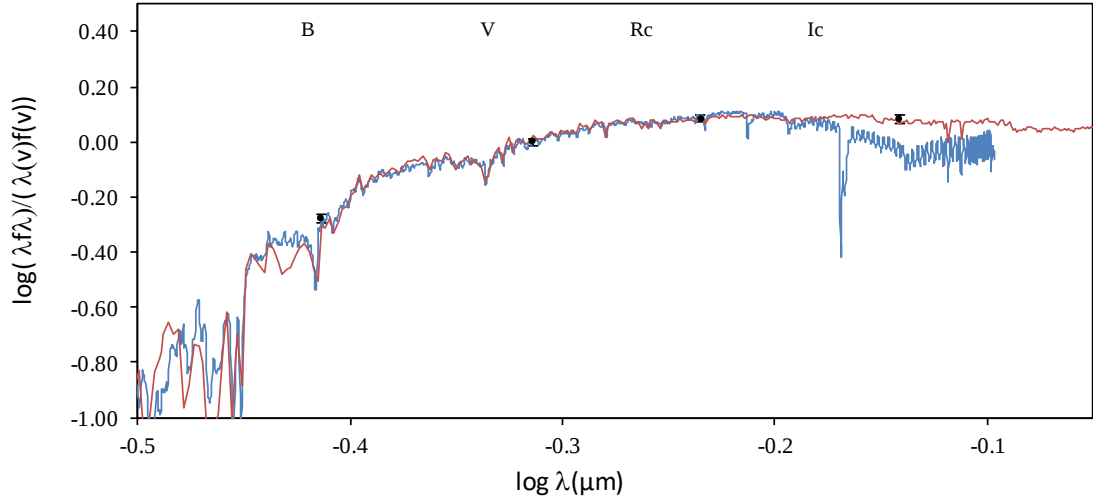
Elde edilen TFOSC tayflarını karşılaştırmak için, “<http://svo2.cab.inta-csic.es/theory/newov2/index.php>”, web sitesinden online olarak, sıcaklık, yüzey çekim ivmesi ve metal bolluğu değerlerine göre sentetik tayf elde edilerek karşılaştırma yapılmıştır. Buradaki teorik tayflar “sıfır” metal bolluğuna göre ATLAS9 Kurucz ODFNEW/NOVER (Castelli vd. 1997) atmosfer modeli kullanarak elde edilmiştir. Elde edilen fotometrik verilerin akı değerleri ile model tayf verilerinin uyumlu olduğu görülmektedir. Şekil 4.13, şekil 4.14, şekil 4.15 ve şekil 4.16’da bu uyum görülmektedir. Aynı sonuç TFOSC verileri için B,V, R_c filtreleri için uyumlu iken I_c filtresinde tellürik çizgi soğurması nedeniyle görsel tayf verilerinde bir akı azalması görülmektedir.



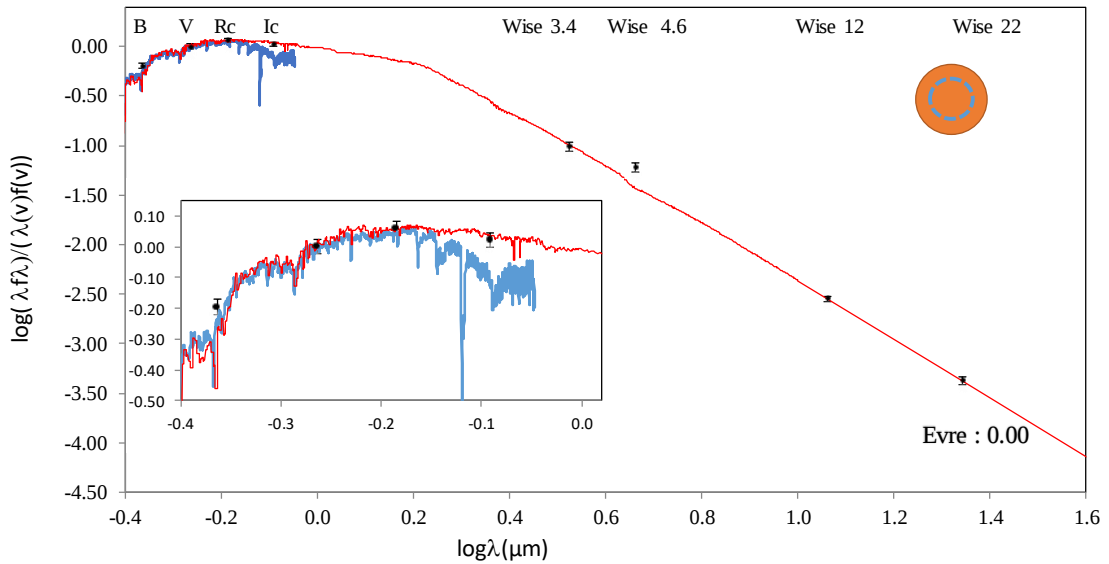
Şekil 4.15 HD 210925 Referans yıldızına ait tayfsal enerji dağılımı. Kırmızı çizgi T(K)=4750, Log(g)=3.0 cm/s² için model sentetik tayfı, mavi noktalar fotometrik verileri göstermektedir

AR Lac çift yıldız sistemi özellikle I. ve II. minimum evresi ve tutulma dışı evrelerde gözlenmiştir. Elde edilen gözlem verileri şekil 4.17 ve şekil 4.18’ de ve EK 7’de gösterilmiştir. Şekil 4.17’de AR Lac çift sistemine ait düşük çözünürlüklü süreklilik tayfı ve bu tayfa ait model çözümü görülmektedir. Şekillerde mavi çizgi gözlenen tayfı, kırmızı çizgi model sentetik tayfını göstermektedir. Bu işlem yapılırken bileşenlerin ışıınımaya katkı oranları ve bileşenlerin yörünge hareketleri nedeniyle tayf çizgilerindeki dalgaboyu kaymaları da hesaba katılmalıdır. G0 IV bileşeni için T(K)=5750, Log(g)=4.0 cm/s² ve Z=0 parametreleri kullanılarak, K0 IV bileşeni için ise T(K)=5000, Log (g)=3.5 cm/s² ve Z=0 parametreleri kullanılarak model tayf elde edilmiştir. Şekillerdeki noktalar

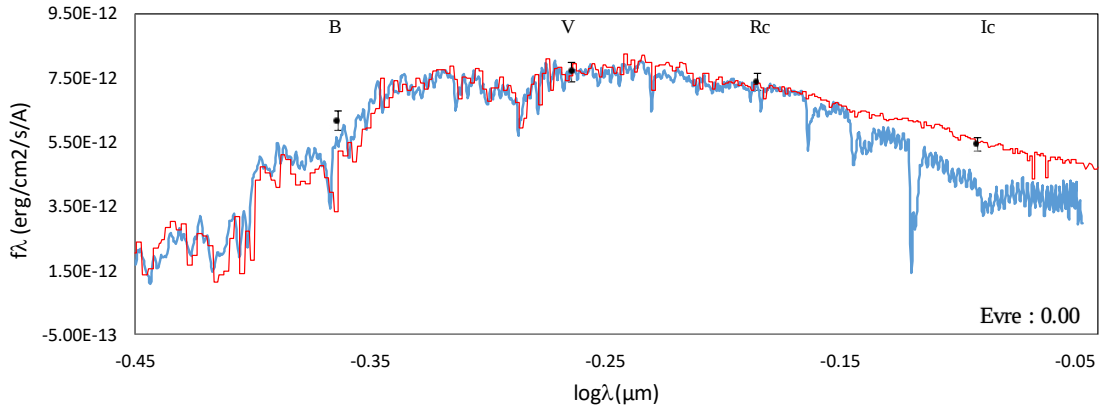
fotometrik verileri göstermektedir. Kırmızı ve mavi daireler şematik olarak çift sisteminin evreye bağlı konumlarını göstermektedir.



Şekil 4.16 HD 210925 Referans yıldızına ait tayfsal enerji dağılımı. Mavi çizgiler TFOSC tayfçekeri ile 04.06.2016 tarih ve 01:47:41 UT, 1.08 hava kütlesi, 20 sn poz süresi verilerek elde edilmiştir. Kırmızı çizgi $T(K) = 4750$, $\text{Log}(g) = 3.0 \text{ cm/s}^2$ olarak elde edilen sentetik tayfı göstermektedir. Siyah noktalar ise fotometrik verileri göstermektedir



Şekil 4.17 AR Lac çift yıldız sistemine ait tayfsal enerji dağılımı. Mavi çizgi, TFOSC tayfçekeri ile 10.10.2015 tarih ve 23:03:01 UT, $HJD = 2457306.464$, hava kütlesi = 1.47, poz süresi = 20 sn verilerek elde edilmiştir. Kırmızı çizgi sentetik tayfı, siyah noktalar fotometrik verileri göstermektedir



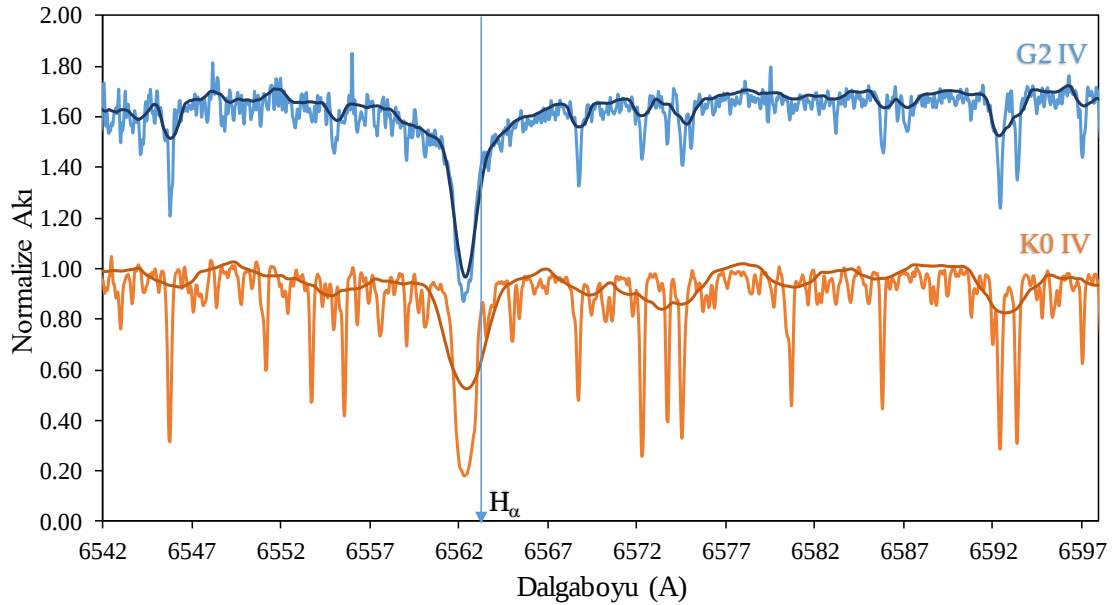
Şekil 4.18 AR Lac çift yıldız sistemine ait gözlenen akı değişimi. Mavi çizgi, TFOSC tayfçeki ile 10.10.2015 tarih ve 23:03:01 UT, HJD= 2457306.464, hava kütlesi = 1.47, poz süresi = 20 sn verilerek elde edilmiş gözlenen akı değerlerini, kırmızı çizgi, sentetik tayfı, siyah noktalar fotometrik değerleri göstermektedir

Şekil 4.17 normalize tayfsal enerji dağılımını gösterirken Şekil 4.18 gözlenen akı dağılımını göstermektedir. Model çözümde çift sistemden gelen akı, evreye bağlı bileşenlerin ışıma katkı oranları (w) ve ilgili mutlak parametreler ($T_{1,2}$, $M_{1,2}$, $R_{1,2}$, a , i) kullanılarak elde edilmiştir (bkz. Şenavcı vd. 2018).

4.2.2 Yüksek çözünürlüklü tayf analizi

AR Lac çift yıldız sisteminin manyetik etkinlik düzeyi ve çevresel yıldız maddesini belirlemek için, TUG'da elde edilen yüksek çözünürlüklü $H\alpha$ tayflarına tayf çıkarma yöntemi uygulanmıştır. Çift yıldızların fotosferik katkısını çıkarmak için ise bileşenlere ait aynı tayf türü ve ışıma sınıfından etkinlik göstermeyen HD 195405 (G2IV) ve HR6256 (K0IV) yıldızları da aynı gecede gözlenmiştir. Referans yıldızlarının TUG'da alınan tayflarına ilişkin değerlendirmede, dönme hızları, tayf türleri ve ışıma sınıflarının saptanmasında Montes vd. (1996)'nin etkinlik göstermeyen yıldızlara ilişkin kataloğu kullanılmıştır. Bu katalogdan yararlanılarak, HD 23249 (K0 IV) ve HD 12235 (G2 IV) yıldızlarının yüksek çözünürlüklü ELODIE tayfları (<http://atlas.obs-hp.fr/elodie/index.html>) TUG'da elde edilen tayflarla karşılaştırılmıştır (bkz. EK 8). Bu referans yıldızlarının TUG'da alınan tayfları ile yukarıda belirtilen yıldızların ELODIE

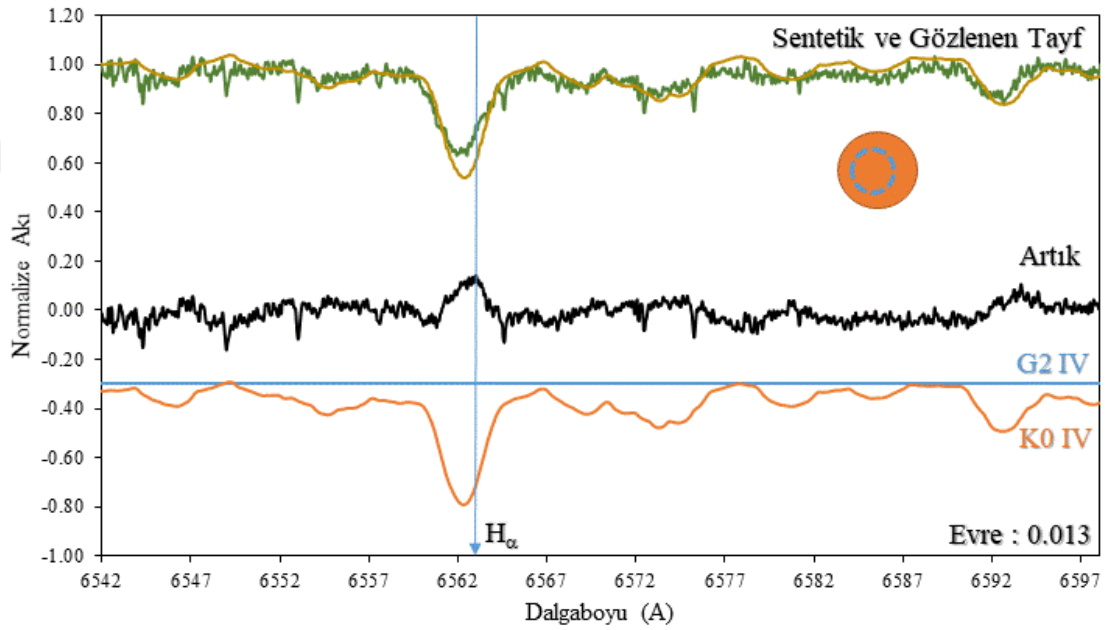
tayflarının karşılaştırılması sonucunda H_α tayf profillerinin uyum içinde olduğu görülmüştür. Bu tayfların analizinde, bileşenlerin tayf türlerine karşılık gelen dönme hızları Montes vd. (1996)'nin katalog değerlerinden; HD 195405 (G2IV) için dönme hızının 15 Km/s den küçük olduğu ve HR6256 (K0IV) yıldızının da 2 Km/s dönme hızı değerleri ile uyumlu olduğu saptanmıştır (bkz. EK 8). Buna göre HD 195405 (G2IV) yıldızı için 30 Km/s ve HR6256 (K0IV) için ise 70 Km/s dönme hızı STARMOD programına girdi parametresi olarak girilmiştir. Bu dönme hız değerlerine göre STARMOD yazılımının sentetik tayfları şekil 4.19'da gösterilmiştir. AR Lac çift yıldız sisteminin bileşenlerine ait evreye bağlı dikine hız değerleri, gözlenen tayfa olan katkı yüzdeleri (bkz. Şenavcı vd. 2018) ve dönme hızı değerleri STARMOD programına başlangıç parametresi olarak girilmiş ve her bir evre için AR Lac'ın sentetik tayfları elde edilerek gözlenen tayflardan çıkarma işlemi yapılarak artık (fark) tayf değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.19 HD 195405 ve HR6256 referans yıldızlarına ait normalize H_α tayfları. Düz çizgiler HD 195405 (G2IV) için 30 Km/s ve HR6256 (K0IV) için ise 70 Km/s dönme hızı için elde edilen sentetik tayfları belirtmektedir (HD 195405 tayf değerlerine 0.7 eklenmiştir)

Model sonuçları şekil 4.20 ve EK 9'da gösterilmektedir. Elde edilen H_α artık tayf sonuçları şekil 4.21'de gösterilmektedir. H_α artık (fark) tayfları incelendiğinde (Şekil 4.21), salma

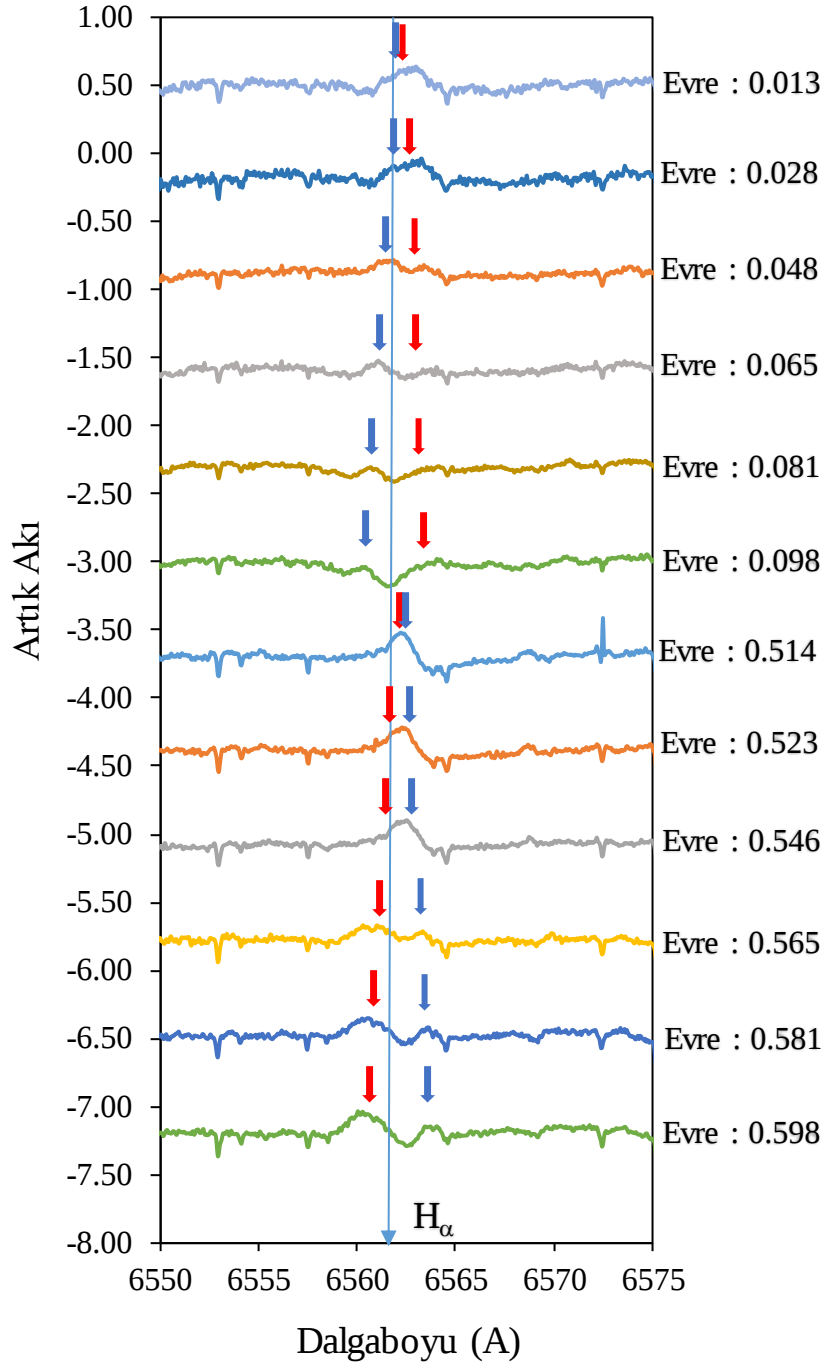
ve soğurma artık yapılarına sahip olduğu görülmektedir. Bu artık salma ve soğurma yapılarının belirlenmesi, onların nedeni ve kaynağı konusunda bilgi edinmek için, bu yapıların hangi bileşenden ileri geldiğinin belirlenmesi önemli olmaktadır. Bunun için salma ve soğurma yapılarının merkezi dalgaboylarına ait dikine hız değerlerinin tespiti iyi bir yöntemdir. Elde edilen dikine hız değerleri hangi bileşenin dikine hız değeri ile uyum sağlıyorsa salma ve soğurma yapısının o bileşen kaynaklı olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4.20 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü H_{α} model tayf çözümü. Yeşil çizgi gözlenen tayfı, sarı çizgi model sentetik tayfı, siyah çizgi artık tayfı, mavi çizgi G2 IV tayf türüne ait referans yıldız tayfı, turuncu çizgi, K0 IV tayf türüne ait referans yıldız tayfı belirtmektedir

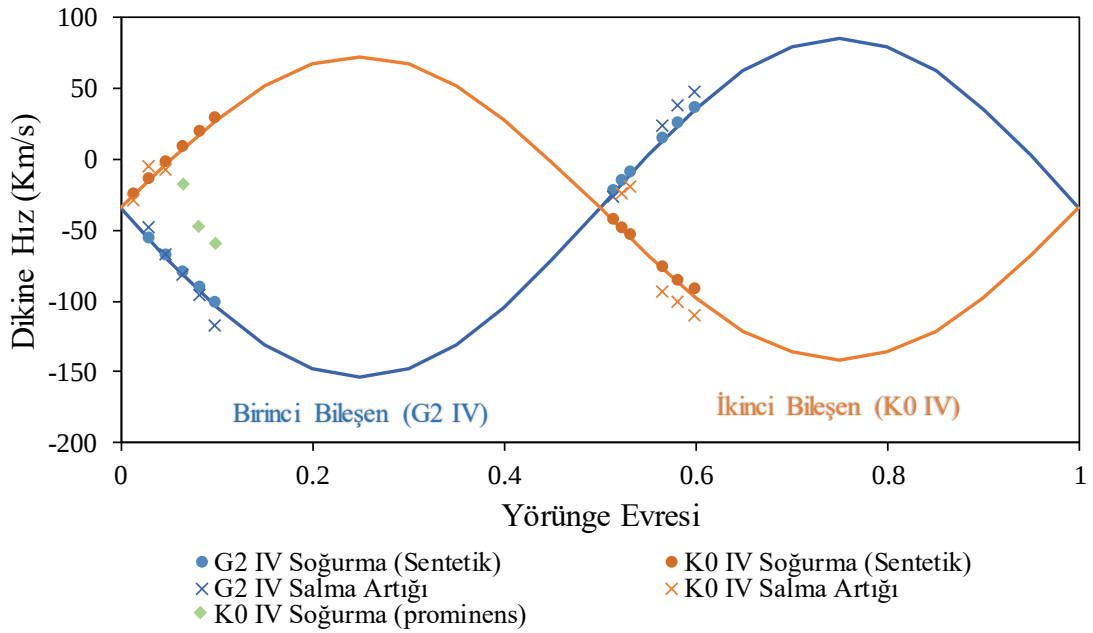
AR Lac etkin çift yıldız sistemine ait H_{α} profiline uygulanan tayf çıkarma işlemi sonucunda elde edilen artık (fark) tayftan, salma ve soğurma yapıları elde edilmiş ve salma çizgilerinin dikine hız ölçüm sonuçları Şekil 4.22’ de gösterilmiştir. Ölçümlerde, karışmış (line blending effect) çizgiler değerlendirmeye alınmamıştır. AR Lac çift yıldız sisteminde her iki bileşenden ileri gelen H_{α} salma artışı gözlenmiştir (Şekil 4.21). Özellikle ikinci minimum 0.565, 0.581 ve 0.598 evrelerinde bu durum açıkça görülmektedir. H_{α} salma artışının nedeni, kromosferik etkin çift sistemlerde manyetik etkinlikten kaynaklanmaktadır. Bu tez çalışmasında gözlenen H_{α} salma artışının soğuk

bileşende, sıcak bileşene göre daha fazla olması, etkin olan ve dönme hızı daha büyük olan soğuk bileşenin daha etkin olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.21 AR Lac çift yıldız sistemine ait H_{α} artık tayf profilleri (Kırmızı ok, soğuk bileşenin, mavi ok sıcak bileşenin H_{α} 'daki konumunu göstermektedir. Her bir tayf verisine -0.6 değeri eklenerek gösterilmiştir)

Bu durum kromosferik etkin yıldızlarda beklenen bir sonuçtur (bkz. Bölüm 1.4). Artık tayfta görülen soğurma yapısının dikine hız ölçüm sonuçları da şekil 4.22’ de gösterilmiştir. Burada gözlenen H_{α} soğurma artığı, özellikle birinci minimum 0.048, 0.065, 0.081 ve 0.098 evrelerinde açıkça görülmektedir. Soğurma yapısının dikine hız ölçüm değerleri, 0.065 evresinde -16.9 km/s ölçülen dikine hız değeri, 0.082 evresinde -47.51 km/s ve 0.098 evresinde -59.84 km/s’dir. H_{α} artık tayfında görülen bu soğurma yapılarının dikine hız ölçüm değerleri, soğuk bileşenin dönme hızı ile uyumlu olduğu ve bu ilave soğurma yapısının yıldızın yaklaşan kenarından yıldızın görünür yarımküresine doğru olduğu sonucu çıkarılmıştır.



Şekil 4.22 AR Lac çift yıldız sistemine ait teorik dikine hız eğrisi (Frasca vd. 2000), içi dolu noktalar H_{α} model çözümünden elde edilen tayfların teorik dikine hız değerlerini, artı işaretler H_{α} artık tayflarından ölçülen dikine hız değerlerini, yeşil kareler soğurma yapısına ilişkin dikine hız değerlerini belirtmektedir

Ayrıca belirlenen bu soğurma özelliği, AR Lac çift yıldız sisteminin soğuk bileşenindeki etkinliğin yüksek olduğunu ve kromosferik kökenli prominens yapısının varlığını göstermektedir. Bu sonuç, AR Lac çift yıldız sistemine ait 1997 yılı verilerini kullanarak Frasca vd. (2000) tarafından verilen H_{α} tayfsal sonuçları ile uyduğu görülmüştür. Frasca vd. (2000)’nin bu çalışmasında, AR Lac’ın I. minimum evresinde prominens benzeri yapıya ait ilave soğurmanın varlığı gösterilmiş ve bunun soğuk bileşenin dönme hızı ile

uyumlu olduğu belirtilmiştir. AR Lac etkin çift yıldış sistemine ilişkin görsel renk artığı grafikleri bu sistemde olası bir çevresel maddenin varlığını desteklemese de, bu düzeydeki prominenslere ilişkin gözlemsel kanıtlar, böylesi bir çevresel maddenin, renk artığı veremeyecek kadar düşük yoğunlukta var olabileceğini düşündürmektedir. Bu sonuç, Hall ve Ramsey (1994) tarafından elde edilen kromosferik etkin çift yıldış sistemlerinde bileşenin kenar dışına doğru genişlemiş/yayılmış bölgenin, tayftaki srekliiliğin yaklaşık %3 - %7 üzerinde olan bir salma katkısının varlığına ilişkin bulgular ile uyulmaktadır.



5. BULGULAR

Bu tez çalışmasında elde edilen renk artığı değerleri, her bir etkin çift yıldız sistem için gözlenen renkler ile ilgili regresyon bağıntılarından bulunan (referans yıldızların renklerine uygulanan regresyon analiz bağıntıları kullanılarak ilgili çift sistemin (B-V)_o değerine karşılık bulunan) renkler arasındaki farklar alınarak hesaplanmıştır. Bu şekilde elde edilen gözlemsel renk artığı değerlerinin güven aralığı, ilgili regresyon bağıntılarına ilişkin r.m.s (hata) değerleri kullanarak belirlenmiştir (bkz. (4.2) – (4.11) nolu bağıntılar). Yani, her bir bağıntı kullanılarak kendi hata değeri ile birlikte belirlenen renk artığı değerinin, kullanılan bu bağıntının r.m.s değerinden büyük olması durumunda ilgili çift sistem için bir renk artığının var olup olmadığına karar verilmiştir. Bu çalışma kapsamında gözlem verileri değerlendirilebilen, 13 etkin çift sistemin, bu yöntemle kestirilen renk artığı değerleri (bkz. Çizelge 4.1 ve EK 5), bu sistemlerde olası bir genişlemiş/çevresel yaygın maddenin varlığını ilgili fotometrik ya da tayfsal etkilerine dayanarak tespit edebilmek için, her bir çift sistemin tutulma (0.0E, 0.50E) ve tutulma dışı (0.25/0.75E) yörünge evrelerindeki renk artığı sonuçları incelenmiştir. Bu incelemede etkin sistemlerin her banttaki renk değerleri, aynı (B-V)_o değerlerine sahip olan ve etkinlik göstermeyen tek yıldız olan referans yıldızların renk değerleri ile karşılaştırma yöntemi, HR diyagramındaki evrimsel süreçlerin etkisini ortaya koyabilmek amacıyla uygulanmıştır.

Bu çalışma kapsamında ele alınan 14 adet kromosferik etkin çift yıldız sistemin her biri için elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

5.1 LX Per

(F8V + G8IV-V) tayf türü ve 8.04 gün yörünge dönemine sahip olan çift sistemin, görsel bölge (BVR_cI_c filtrelerinde) fotometrik verileri, 2012-2014 yılları arasında 12 gecede elde edilmiştir. Gözlem bilgileri çizelge 3.2’de verilmiş ve elde edilen verilerden V_o parlaklığının evreye bağlı değişimi EK 4’ de gösterilmiştir. Sistemin II. min yörünge evresinde sadece 1 adet (JHK_s filtrelerinde) 2MASS verisi varken, WISE (W1_o, W2_o, W3_o ve W4_o filtrelerinde) verisi olarak sadece 0.2 yörünge evresi yakınında gözlem verileri

bulunmaktadır. WISE verilerine ait $W1_0$ parlaklık değişim grafiği EK 4’de gösterilmiştir. Çift sisteme ait renk değerleri, aynı tayf türünden referans yıldız rengi ile karşılaştırılarak evre değerlerine ait renk artıkları elde edilmiş ve EK 5’de sonuçlar verilmiştir. Bu çizelgeden LX Per sistemine ait 0.0 evresinde renk artığı (RA) uzun dalgaboyuna doğru artmaktadır (Şekil 4.6). $(V-R)_0$ ’da renk artığı 0.031 kadir, $(V-I)_0$ ’da 0.053 kadir ve benzer renk artık eğilimi 0.5 evresinde de görülmektedir. 0.5 evrede, $(V-R)_0$ ’da renk artığı 0.035 kadir ve $(V-J)_0$ ’de renk artık değeri 0.21 kadire ulaşmaktadır. Yaklaşık 0.25 veya 0.75 yörünge evresi, çift sistemlerde her iki yıldızın gözlendiği tutulma dışı evredir, LX Per sistemine ait tutulma dışında renk artığı $(V-R)_0$ ’da 0.029 kadir iken aynı dalgaboyuna bağlı artışla $(V-W1)_0$ ’de 0.28 kadire ulaşmaktadır. Görsel bölge renk artığının evreye bağlı değişimi EK 6’de gösterilmiştir.

5.2 SV Cam

(F9V + K4V) tayf türünden bileşenlere ve 0.59 günlük yörünge dönemine sahip sistem, 2012 yılında 2 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). Gözlem verileri ile elde edilen V_0 ve WISE $W1_0$ filtrelerindeki evreye bağlı parlaklık değişimi EK 4’de gösterilmiştir. Renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre SV Cam sistemine ait 0.0 evresinde renk artığı $(V-R)_0$ ’de 0.03 kadir iken $(V-I)_0$ ’da 0.124 kadir gibi hızlı bir artış göstermiş ve ardından $(V-J)_0$ ’da 0.07 kadire düşmüştür. Ardından uzun dalgaboyuna doğru sürekli bir artışla $(V-W1)_0$ ’da 0.32 kadir renk artık değerine ulaşmıştır. SV Cam sistemine ait 0.5 evre ve tutulma dışında renk artık değerleri uzun dalgaboyuna doğru artışla, 0.5 evrede renk artığı $(V-R)_0$ ’da 0.041 kadir $(V-W1)_0$ ’da artışla 0.13 kadir değerine ulaşmıştır. Tutulma dışında ise aynı eğilimle $(V-R)_0$ ’da renk artığı 0.05 kadir, $(V-I)_0$ ’da 0.086 kadir, $(V-W1)_0$ ’da 0.21 ve $(V-W2)_0$ ’da 0.26 kadir değerlerine ulaşmıştır. Görsel bölge renk artığının evreye bağlı değişimi EK 6’da gösterilmiştir.

5.3 VV Mon

(K0IV + G2IV) tayf türünden bileşenlere ve 6.05 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2013-2014 yılları arasında 4 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). VV Mon çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_0 ve $W1$ parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri

EK 4’de verilmiştir. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evre yöresinde renk artığı $(V-R)_o$ ’de 0.078 kadir iken $(V-I)_o$ ’da 0.214 kadir değerine ulaşırken tutulma dışı evrede renk artığı $(V-R)_o$ ’de 0.072 kadirden $(V-I)_o$ ’da 0.218 kadir, $(V-W1)_o$ ’de 0.82 kadir, $(V-W2)_o$ ’de 0.85 kadir, $(V-W3)_o$ ’de 0.91 kadir, $(V-W4)_o$ ’de 0.95 kadir değerlerine ulaşmıştır.

5.4 SS Cam

(F6IV + K0IV) tayf türünden bileşenlere ve 4.82 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2012-2013 yılları arasında 8 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). SS Cam çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Sisteme ait hem görsel hem de orta kırmızıöte verilerinden görüleceği üzere sisteme ait tutulma ve tutulma dışı evreye ait verilerde tutarlı bir ışık eğrisi elde edilememiştir. Sisteme ait geçmiş yıllarda elde edilen ışık eğrisi ve ışık eğrisi parametreleriyle de kontrol edilmiş ama tutarlı bir veri dağılımı (hem görsel hemde kırmızıöte bölgede) oluşmadığından SS Cam sistemi bu çalışmada değerlendirmeye alınmamıştır.

5.5 GK Hya

(F8V + G8IV) tayf türünden bileşenlere ve 3.59 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2014 yılında 2 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). GK Hya çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Görsel fotometride sisteme ait sadece I. minimum evre yakınında gözlem verisi mevcuttur. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evre yöresinde renk artığı $(V-R)_o$ ’de 0.021 kadirden, $(V-I)_o$ ’de 0.062 kadir, $(V-W1)_o$ ’de -0.06 kadir, $(V-W2)_o$ ’de -0.01 kadir, $(V-W3)_o$ ’de 0.06 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.28 kadir değerlerine ulaşmıştır.

5.6 RW UMa

(F9V + K1IV) tayf türünden bileşenlere ve 7.33 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2013- 2014 yılları arasında 4 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). RW UMa çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve $W1$ parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Görsel fotometri verilerinden sisteme ait I. minimum evresinde veri bulunmamaktadır. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre renk artık değerleri uzun dalgaboyuna doğru bir artış göstermektedir. II. minimum evresinde renk artışı $(V-R)_o$ ’de 0.042 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.119 kadir, ve $(V-W4)_o$ ’de 1.25 kadir değerlerine ulaşmıştır. Renk artışı tutulma dışında da aynı karakteristik özelliği göstererek dalgaboyuna bağlı olarak artmıştır. Buna göre $(V-R)_o$ ’de 0.043 kadir, $(V-Ks)_o$ ’de 0.52 kadir, ve $(V-W4)_o$ ’de 1.24 kadir değerlerine ulaşmıştır. Görsel bölge renk artışı evreye bağlı değişimi EK 6’de gösterilmiştir.

5.7 UX Com

(G2V + K1III-IV) tayf türünden bileşenlere ve 3.64 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2013- 2014 yılları arasında 4 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). UX Com çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve $W1$ parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Görsel fotometri verilerinden tutulma dışı yörünge evresine ait veri bulunmamaktadır. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresinde renk artışı $(V-R)_o$ ’de 0.064 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.175 kadir, $(V-J)_o$ ’de 0.38 kadir, $(V-H)_o$ ’de 0.54 kadir, $(V-Ks)_o$ ’de 0.56 kadir, $(V-W1)_o$ ’de 0.40 kadir, $(V-W2)_o$ ’de 0.46 kadir, $(V-W3)_o$ ’de 0.51 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.29 kadir değerlerindedir. II. minimum evresinde renk artışı, $(V-R)_o$ ’de 0.062 kadir ve $(V-I)_o$ ’de 0.155 kadir değerlerindedir.

5.8 RS CVn

(F4IV + G9IV) tayf türünden bileşenlere ve 4.80 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2012- 2013 yılları arasında 9 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). RS CVn çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve $W1$ parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri

EK 4’de verilmiştir. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresindeki renk artışı $(V-R)_o$ ’de 0.087 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.239 kadir değerlerine ulaşırken II. minimum evresindeki renk artışı $(V-R)_o$ ’de 0.046 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.132 kadir, $(V-W1)_o$ ’de 0.55 kadir, $(V-W2)_o$ ’de 0.59 kadir, $(V-W3)_o$ ’de 0.61 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.64 kadir değerlerindedir. Tutulma dışı yörünge evresinde de dalgaboyuna bağlı artan renk artışı değerleriyle, $(V-R)_o$ ’de 0.043 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.65 kadir değerlerine ulaşmaktadır.

5.9 SS Boo

(G0V + K1IV) tayf türünden bileşenlere ve 7.61 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2012- 2013 yılları arasında 8 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). SS Boo çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresinde renk artışı, uzun dalgaboyuna doğru artarak, $(V-R)_o$ ’de 0.086 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.85 kadir değerine ulaşırken sistemin II. minimum evresinde renk artışı $(V-R)_o$ ’de 0.069 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.177 kadir değerlerindedir. Tutulma dışındaki renk artışı $(V-R)_o$ ’de 0.055 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 1.17 kadir değerine ulaşmaktadır. Görsel bölge renk artışının evreye bağlı değişimi EK 6’da gösterilmiştir.

5.10 PW Her

(K0IV + F8-G2) tayf türünden bileşenlere ve 2.88 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2012-2013 yılları arasında 13 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). PW Her çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresinde renk artışı, uzun dalgaboyuna doğru artmakta ve $(V-R)_o$ ’de 0.064 kadir ve $(V-I)_o$ ’de 0.159 kadir değerlerine ulaşmaktadır. II. minimum evresinde de benzer şekilde renk artışı $(V-R)_o$ ’de 0.064 kadir, $(V-K_s)_o$ ’de 0.25 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.75 kadir değerlerine ulaşmaktadır. PW Her çift sisteme ait tutulma dışı evrede renk artışı

tutulmalardakine benzer şekilde artmaktadır. Buna göre (V-R)_o'de 0.061 kadir ve ve (V-W3)_o'de 0.53 kadir değerlerine ulaşmaktadır.

5.11 AW Her

(G2IV + K2IV) tayf türünden bileşenlere ve 8.80 gün yörünge dönemime sahip sistem, 2012-2013 yılları arasında 15 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). AW Her çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4'de verilmiştir. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresinde renk artığı, (V-R)_o'de 0.032 kadir ve (V-I)_o'de 0.053 kadir değerine yükselirken II. minimum evresinde (V-R)_o'de 0.036 kadir ve (V-R)_o'de 0.071 kadir değerlerine ulaşmıştır. Çift sistemin tutulma dışı yörünge evresinde de sistemin tutulmalardaki renk artığının dalgaboyuna bağlı artışı aynı şekilde devam etmiştir. Buna göre (V-R)_o'de 0.016 kadir, (V-I)_o'de 0.049 kadir, (V-J)_o'de 0.11 kadir ve (V-W4)_o'de 0.39 kadir değerlerine ulaşmaktadır.

5.12 RT Lac

(G9IV + K1IV) tayf türünden bileşenlere ve 5.07 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2012-2013 yılları arasında 16 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). RT Lac çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4'de verilmiştir. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresinde renk artığı, (V-R)_o'de 0.052 kadir ve (V-I)_o'de 0.118 kadire ulaşırken çift sistemin II. minimum evresinde renk artığı (V-R)_o'de 0.048 kadir, (V-I)_o'de 0.078 kadir, (V-W1)_o'de 0.31 kadir, (V-W2)_o'de 0.25 kadir, (V-W3)_o'de 0.33 kadir ve (V-W4)_o'de 0.27 kadir değerlerine ulaşmıştır. Çift sistemin tutulma dışı yörünge evresindeki renk artığı, (V-R)_o'de 0.051 kadir, (V-I)_o'de 0.107 kadir, (V-J)_o'de 0.21 kadir, (V-H)_o'de 0.27 kadir, (V-K_s)_o'de 0.25 kadir, (V-W1)_o'de 0.27 kadir, (V-W2)_o'de 0.31 kadir ve (V-W4)_o'de 0.29 kadir değerlere ulaşmaktadır. Çift sistemin renk artık değerleri tutulmalarda ve tutulma dışı yörünge evresinde uzun dalgaboyuna doğru artan renk artığı özelliği göstermektedir.

5.13 AR Lac

5.13.1 Fotometrik bulgular

(G2IV + K0IV) tayf türünden bileşenlere ve 1.98 gün yörünge dönemine sahip sistem, 2012-2013 yılları arasında 11 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). AR Lac çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Sisteme ait renk artık değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresinde renk artığı, $(V-R)_o$ ’de 0.02 kadir ve $(V-W2)_o$ ’de 0.48 kadir değerine ulaşmış ardından kademeli olarak azalarak $(V-W3)_o$ ’de 0.13 kadir değerine ulaşmıştır. Çift sistemin renk artığı II. minimum evresinde ve tutulma dışı yörünge evresinde de benzer şekilde, uzun dalgaboyuna doğru artış göstermektedir. Buna göre II. minimum evresindeki renk artığı, $(V-R)_o$ ’de 0.037 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.059 kadir, $(V-J)_o$ ’de -0.37 kadir, $(V-H)_o$ ’de 0.03 kadir, $(V-Ks)_o$ ’de 0.01 kadir, $(V-W1)_o$ ’de 0.07 kadir, $(V-W2)_o$ ’de 0.38 kadir, $(V-W3)_o$ ’de 0.09 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.16 kadir değerlerine ulaşmaktadır. Buna karşılık AR Lac çift yıldız sisteminin tutulma dışı yörünge evresinde renk artığı, $(V-R)_o$ ’de 0.007 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.011 kadir, $(V-W1)_o$ ’de 0.01 kadir, $(V-W2)_o$ ’de 0.29 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.08 kadir değerlerine ulaşmaktadır. Görsel bölge renk artığının evreye bağlı değişimi EK 6’da gösterilmiştir.

5.13.2 Düşük çözünürlüklü tayfsal bulgular

AR Lac çift sistemine ait elde edilen tüm düşük çözünürlüklü tayflar ve bunlara ilişkin model ve fotometrik veriler EK 7’de gösterilmiştir. Şekil 4.17, şekil 4.18 ve EK 7’de, gözlenen düşük çözünürlüklü tayfların 6000 Å - 9000 Å dalgaboyu aralığında tellürik çizgilerden kaynaklı akı azalması tüm tayflarda görülmektedir. Buna karşılık fotometrik veri ile model tayf uyumu da tüm sonuçlarda görülmektedir. Fotometrik sonuçlar ve TFOSC 3500 Å- 9000Å yoresindeki düşük çözünürlüklü tayfsal analizleri sonucunda AR Lac çift sisteminde artık ışıınımına ait herhangi bir kanıt bulunamamıştır.

5.13.3 Yüksek çözünürlüklü tayfsal bulgular

AR Lac çift yıldız sisteminin yüksek çözünürlüklü tayfsal analiziyle, etkinlik belirteci H_{α} çizgisinin şiddeti aynı tayf türünden etkin olmayan yıldızların H_{α} tayf çizgilerinin şiddetleriyle karşılaştırılarak etkinliğin evreye bağlı şiddet değişimi elde edilmesi amaçlanmıştır. Tayf çıkarma metodu kullanılarak elde edilen her iki bileşenin H_{α} salma artık tayfları, 0.565, 0.581 ve 0.598 evrelerinde açıkça görülmektedir. Bu da her iki bileşenin etkin olduğunu göstermektedir. Bu artık salma düzeyleri Frasca vd. (2000) tarafından 1997 yıl verileri kullanılarak AR Lac çift yıldız sistemine ait H_{α} tayf çalışmasıyla uyumlu olduğu görülmüştür. 0.013 tam tutulma evresinde soğuk bileşen sıcak bileşeni tamamen örtmektedir. Bu evrede sadece soğuk bileşenden ışınım gelmektedir. Bu evrede H_{α} salma artışı net bir şekilde görülmektedir. Hem 0.013 evre esnasında ve hem de 0.028 evresinde alınan tayflarda H_{α} soğurma profili ve şiddetinin aynı olduğu görülmüştür. Bu iki evrede bulunan salma artıklarının eşit olduğu sonucu da H_{α} profili ile ilgili bulunan özelliği desteklediği görülmüştür. Bu evre ve sonraki I. minimum evre yakınındaki diğer tayflarda da, soğurma tayfının mavi kanadına sıcak bileşenden ileri gelen katkının arttığı saptanmıştır. 0.048 evresinde ikinci bileşen katkısı daha belirgin olurken diğer 0.06, 0.081 ve 0.098 evrelerdeki tayflarda ilave soğurma yapısı fark tayfında açıkça görülmektedir. Bu evrelerde gözlenen tayfların, model tayftan daha derin bir soğurma yapısına sahip olduğu I. minimum evre yakınındaki bu son 3 tayfta da görülmektedir. Frasca vd. (2000) 1997 yılında AR Lac çift yıldız sistemine ait H_{α} tayfsal çalışmasında, I. minimum civarı 0.938 ve 0.959 evrelerinde H_{α} salma artışının fazladan bir soğurma yapısından etkilendiği belirtilmiştir. Bu soğurma yapısının soğuk bileşenden kaynaklanan prominens benzeri yapılar olduğu da belirtilmiştir. 2013 yılında elde ettiğimiz TUG Eşel H_{α} tayf analizlerinde de aynı yapı yine I. minimum evresi yakınında görülmektedir. Bu çalışmanın analiz sonuçlarında bu ilave soğurma yapısına soğuk bileşen yıldızın genişlemiş atmosferi yani Güneş prominens benzeri yapıların neden olduğu sonucuna varılmıştır. Elde ettiğimiz tayflarda bu yapı, II. minimum evresinde görülmemiş olması ve aynı şekilde 1997 yılında I. minimum evresi yakınında görülen benzer soğurma yapısı sıcak bileşenin örtülme esnası veya örtülmeden çıkışında görülmesi bu ilave soğurma yapısının soğuk bileşenden kaynaklanan çevresel yıldız maddesi olacağı kanaatini güçlendirmiştir.

5.14 RT And

(G0V + K2V) tayf türünden bileşenlere ve 0.6289 günlük kısa yörünge dönemine sahip sistem, 2012 yılında 7 gece gözlenmiştir (Çizelge 3.2). RT And çift yıldız sistemine ait fotometrik verilere ilişkin V_o ve W1 parlaklıklarının evreye bağlı değişimleri EK 4’de verilmiştir. Sisteme ait renk artk değerleri EK 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre 0.0 evresinde renk artığı, $(V-R)_o$ ’de 0.031 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.083 kadir, $(V-W1)_o$ ’de 0.19 kadir, $(V-W2)_o$ ’de 0.21 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de 0.67 kadir değerine ulaşmıştır. RT And çift yıldız sisteminin II. minimum evresinde renk artığı, $(V-R)_o$ ’de 0.037 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.038 kadir, $(V-J)_o$ ’de 0.12 kadir, ve $(V-W4)_o$ ’de 0.39 kadir değerine ulaşmaktadır. Çiftin tutulma dışı yörünge evresinde renk artığı, $(V-R)_o$ ’de 0.028 kadir, $(V-I)_o$ ’de 0.059 kadir, $(V-W1)_o$ ’de 0.14 kadir ve $(V-W4)_o$ ’de artarak 0.22 kadir değerine ulaşmıştır. Görsel bölge renk artığının evreye bağlı değişimi EK 6’da gösterilmiştir.

6. SONUÇ ve TARTIŞMALAR

Bu tez çalışmasında, kromosferik etkin çift sistemlerde olası bir genişlemiş (yaygın)/ çevresel yıldız maddesinin varlığı araştırılmış, yıldız etkinliği ile ilişkisi ve evrimsel süreçle ilgili özellikleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla seçilen 14 adet tam tutulma gösteren kromosferik etkin çift sistemden 13 tanesinin Johnson-Cousins BVR_cI_c filtrelerinde elde edilebilmiş CCD fotometrik verisi ile yakın kırmızıöte JHK_s (2MASS) filtreleri ve de orta kırmızıöte W1, W2, W3, W4 (WISE) filtrelerindeki fotometrik veriler kullanılmıştır. Çalışmadaki 13 adet kromosferik etkin çift sistemin renk değerleri, etkinlik göstermeyen referans yıldızların renk değerleri ile karşılaştırılarak elde edilen renk artışı sonuçları EK 5’de verilmektedir. Renk artışı sonuçları çalışılan sistemlerde bir veya her iki bileşenin etrafındaki olası genişlemiş/çevresel ya da yaygın maddenin varlığına ilişkin karakteristik bir özellik ya da yaygın maddenin gözlemsel kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar şu şekilde tartışılabilir:

LX Per uzun dönemli çift yıldız sisteminin görsel bölge renk artışı değerlerinin evreye göre değişimi EK 6’da verilmiştir. Bu şekile göre, LX Per çift sisteminde yörünge evresinden bağımsız küçük bir renk artışı, görsel bölgede gözlenmektedir. I. minimum evresinde sıcak bileşen soğuk bileşen tarafından örtülmekte ve soğuk bileşen bu evrede tek yıldız özelliği göstermektedir. Çift yıldız sistemlerindeki bu tür tutulmalar, referans yıldızlarının renk ölçeği ve akı değerleri ile karşılaştırılarak sisteme ait renk ve akı artık değerlerinin tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. Sistemin renk artık düzeyi, tutulmalarda ve tutulma dışı evrelerde karşılaştırıldığında yaklaşık 0.04 kadir seviyesindedir. Sistem II. minimum evresinde, yakın kırmızıöte tayf bölgesinde, yaklaşık 0.25 kadir bir renk artışı göstermektedir. Ayrıca tutulma dışında, orta kırmızı tayf bölgesinde de 0.29 kadir bir renk artışı gözlenmektedir. II. minimum evresinde düşük bir görsel bölge renk artışı gözlenmiş olsa da yörünge evresine bağlı herhangi bir renk artışı değişimi neredeyse görülmemektedir (EK 6). Ayrıca tutulmalar ve tutulma dışı yörünge evrelerindeki renk artık değerleri karşılaştırıldığında, LX Per çift sisteminde tüm filtrelerde kayda değer bir renk artışı görülmektedir. Böylelikle, renk artışı değerlerinin

bu karakteristik özelliği göz önüne alındığında, LX Per çift sistemindeki renk artığının çoğunlukla sistemin soğuk bileşeninden kaynaklandığı sonucuna varılmaktadır. Hall ve Ramsey (1992a) tarafından tayfsal gözlemler kullanılarak yapılan çalışmada, LX Per çift sisteminde etkinlik düzeyinin düşük olduğu ve genişlemiş atmosfer yapılarına ilişkin herhangi bir bulguya rastlanmadığı belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada LX Per çift yıldız sistemindeki mevcut $H\alpha$ salma artığının nedeni olarak çevresel yıldız maddesinden ziyade kromosferik etkinlik olduğu sonucuna varılmıştır. LX Per çift sistemindeki tüm evreler için bu çalışmada elde edilen artık ışınım sonuçları, Hall ve Ramsey (1992a) tarafından bulunan prominens benzeri yaygın maddeye ilişkin sonuçlarla uyuşmamaktadır.

SV Cam kısa yörünge dönemine sahip, çift çizgili tayfsal çift yıldız sisteminin ışık eğrisinin 1 aylık sürede 0.1 kadirlik değişim gösterdiği belirtilmiştir (Kjurkchieva vd. 2000). Busso vd. (1990) SV Cam çift yıldız sisteminde, artık ışınımına ilişkin yaptıkları çalışmada kırmızıöte artık ışınım varlığını tespit edemediklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç çift sisteme ilişkin yaptığımız çalışmada, J filtresi verilerine göre (V-J)₀ renginin 0.07 kadirlik düşük bir renk artık değerine karşılık gelebilmektedir. Bunun yanında SV Cam çift yıldız sistemi diğer dalgaboylarında bazı önemli renk artık değerlerine sahiptir. Çift sistemin I. minimum evresinde, yaklaşık 0.07 kadirlik bir renk artık değeri görsel bölgede, 0.1 kadir renk artık değeri de yakın kırmızıöte bölgede gözlenmiştir (EK 5). SV Cam çift yıldız sistemi görsel bölge renk artık değerleri yörünge evresine bağlı olarak değişmektedir (EK 6). Sistemin tüm filtrelerde elde edilen renk artık değerleri şekil 4.6'da gösterilmiştir. Ayrıca sistemde gözlenen kırmızıöte renk artığa ilişkin katkının çoğunlukla SV Cam çiftinde soğuk bileşenden kaynaklandığı görülmektedir.

Şenavcı vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, SV Cam'ın tüm yörünge evrelerinde, Ca II kırmızıöte triplet çizgilerinde artık ışınımın varlığı belirlenmiş ve bu artık ışınımına yıldız lekeleriyle ilişkili kromosferik etkin bölgelerin neden olduğu da belirtilmiştir.

VV Mon çift yıldız sistemi görsel bölgede, 0.0E, 0.10E ve 0.9E yörünge evresinde yaklaşık 0.15 kadir değerinde diğer çift sistemlere göre nispeten büyük bir renk artık değerine sahiptir (EK 6). Çift sistemin bu evre aralığında kırmızıöte gözlemleri maalesef

bulunmamaktadır. Aynı zamanda, VV Mon çift sisteminin II. minimum evresinde görsel ve kırmızıöte gözlem verisi de bulunmamaktadır. Buna karşılık çift sistemin tutulma dışı yörünge evresinde, renk artık değerleri EK 5’de gösterilmiştir. Sistemin 2MASS ve WISE verilerinden dikkate değer renk artık değerleri tutulma dışı yörünge evresinde görülebilmektedir. Bu çalışmadaki diğer çift sistemlerde gözlenen renk artık değerlerinin karakteristik eğilimlerine dayanarak (Şekil 4.6), kırmızıöte artık ışınımın VV Mon da daha soğuk bileşenden geldiği sonucuna varılabilir. Busso vd. (1990) tarafından yapılan çalışmada VV Mon çift sisteminde kırmızıöte artık ışınım varlığı da belirtilmiştir.

GK Hya çift yıldız sistemine ait görsel bölge renk artık değeri I. minimum evresinde (0.9E ve 1.0E) 0.05 kadir gibi düşük bir düzeyde gözlenmiştir (EK 6). Çift sistemin görsel ve kırmızıöte gözlem verisi sadece I. minimum evresi yakınında elde edilmiştir. Bununla birlikte, GK Hya çift yıldız sisteminin I. minimum evresinde alınan görsel ve kırmızıöte gözlem verileri ile ilgili değerlendirme (Şekil 4.6 ve EK 5), GK Hya sisteminin (V-W3) renginde 0.06 kadir gibi düşük bir renk artık seviyesini göstermektedir. Bu artık ışınım GK Hya çift yıldız sisteminin soğuk bileşeninden kaynaklanıyor olabilir.

RW UMa çift yıldız sistemine ait I. minimum evresinde ne görsel bölgede ne de kırmızıöte bölgede herhangi bir gözlem verisi elde edilememiştir. Neyse ki, çift sistemin II. minimum ve tutulma dışı evrede gözlem verileri elde edilebilmiştir. Bu verilerden belirlenen renk artık değerleri şekil 4.6 ve EK 6’da gösterilmiştir. Buradan sisteme ait görsel bölge renk artık değerleri $\sim 0.05 < RA < \sim 0.1$ kadir aralığında olup kesin bir artık olduğu açıktır. Çift yıldız sistemi II. minimum ve tutulma dışı yörünge evresinde yakın ve orta kırmızıöte tayfsal aralıkta, artık ışınımına kanıt olan renk artık değerlerine sahiptir. Bosso vd. (1990) ve Scatriti vd. (1993) kırmızıöte gözlemlere dayanarak yaptıkları çalışmalarda RW UMa çift yıldız sistemine ait kırmızıöte artık ışınım varlığına rastlamadıklarını belirtmişlerdir.

UX Com çift yıldız sistemine ait görsel bölge renk artık düzeyi her iki tutulma evresinde de yaklaşık 0.1 kadir seviyesindedir (EK 6). 2MASS ve WISE, kırmızıöte renk artık değerleri de benzer eğilim göstermektedir. UX Com çift sisteminde renk artığının kaynağı

soğuk bileşenden gelmektedir (Şekil 4.3). Bosso vd. (1990) kırmızıöte gözlemlere dayanarak yaptıkları çalışmalarda UX Com çift sistemine ait kırmızıöte artık ışıınım varlığına rastlamadıklarını belirtmişlerdir. Hall ve Ramsey (1992a) çift sistemde genişlemiş yıldız maddesine ilişkin küçük kanıtlar bulduklarını ifade etmişlerdir.

RS CVn çift yıldız sistemi I. minimum evresinde 0.15 kadir değerinden büyük bir görsel bölge renk artık değerlerine sahiptir (EK 6). Çift sistemin II. minimum ve tutulma dışı yörünge evresinde de $RA(V-R)_0$ da ~ 0.05 - $RA(V-I)_0$ da > 0.1 kadir aralığında görsel bölge renk artışı gözlenmektedir. I. minimum evre aralığında maalesef kırmızıöte gözlem verisi bulunmamaktadır. Çift sistemin II. minimum ve tutulma dışı yörünge evresindeki renk artık değerleri EK 5 ve şekil 4.6'da gösterilmiştir. Buradan görüleceği üzere RS CVn çift yıldız sisteminde yakın ve orta kırmızıöte bölgede önemli ölçüde renk artışı gözlenmektedir. RS CVn çift yıldız sisteminde gözlenen renk artık değerleri, dağılım özellikleri ve evreye bağlı değişimi dikkate alarak sistemin çoğunlukla soğuk bileşeninden kaynaklandığını göstermektedir.

SS Boo çift yıldız sistemi I. minimum evresinde, görsel bölgede > 0.15 kadir ve kırmızıöte bölgede yaklaşık 0.63 kadir renk artık değerine sahiptir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.6). RS CVn çift yıldız sistemine benzer şekilde, SS Boo da ikinci minimum evresinde görsel taysal bölgede bazı dikkate değer ancak düşük renk artık değerlerine sahiptir. SS Boo'nun II. minimum evresinde 2MASS ve WISE gözlemleri bulunmamaktadır. Tutulma dışı yörünge evresinde sadece WISE gözlemleri bulunmaktadır. SS Boo çift yıldız sisteminde görülen renk artışı değerlerinin gözlenen karakteristik eğilimlerine dayanarak, bu fazla salmaların esas olarak bu sistemin daha soğuk bileşeninden geldiği anlaşılabılır. Hall ve Ramsey (1992a) tarafından yapılan çalışmada da çift sistemde genişlemiş yıldız maddesine ilişkin kanıtlar buldukları ifade edilmiştir.

PW Her çift yıldız sisteminin I. minimum evresinde görsel bölge aralığında yaklaşık 0.1 kadir renk artık değeri gözlenmektedir (EK 6). I. minimum evresinde maalesef kırmızıöte gözlem verisi bulunmamaktadır. Çift sistemin II. minimum ve tutulma dışı yörünge evrelerinde görsel bölge aralığında yaklaşık 0.1 kadir bir renk artık değeri mevcuttur.

Neyse ki, II. minimum ve tutulma dışı yörünge evrelerinde kırmızıöte gözlem verisi bulunmaktadır. Çift sistemin II. minimum evresinde yaklaşık 0.2 kadir, yakın kırmızıöte bölgede ve 0.3 kadir yakın kırmızıöte bölgede renk artık değerleri gözlenmiştir (Şekil 4.6 ve EK 5). Renk artığının karakteristiği ve düzeyleri dikkate alındığında, PW Her çift yıldız sistemindeki artık ışınımın daha çok soğuk bileşenden ileri geldiği sonucuna varılmıştır. Hall ve Ramsey (1992a)'de bu çift yıldız sistemde genişlemiş yıldız maddesine ilişkin küçük kanıtlar bulduklarını ifade etmişlerdir.

AW Her çift yıldız sistemi, LX Per çift yıldız sisteminde olduğu gibi, I. minimum evresi ve görsel bölgede yaklaşık 0.04 kadir gibi düşük bir renk değerine sahiptir (EK 5 ve EK 6). Benzer şekilde çift sistemin II. minimum ve tutulma dışı yörünge evresinde ve görsel bölgede de 0.04 kadir renk artık seviyesi gözlenmektedir. Çift sistemin her iki tutulma evresinde de kırmızıöte gözlem verisi bulunmamaktadır. Tutulma dışı yörünge evresinde yakın kırmızıöte bölgede yaklaşık 0.19 kadir, orta kırmızıöte bölgede de 0.29 kadir bir renk artığı gözlenmektedir. Burada, görsel tayf bölgeye göre yüksek yakın ve orta kırmızıöte bölge renk artık değerleri temel alındığında, artığın AW Her çift yıldız sisteminin soğuk bileşeni kaynaklı olabileceği sonucuna varılmıştır. Hall ve Ramsey (1994)'de 1990'da I. minimum evresinde AW Her çift yıldız sisteminin tayfsal gözlemlerine dayalı olarak yaptıkları çalışmada, çift sistemde genişlemiş yıldız maddesine ilişkin kanıtlar bulduklarını ifade etmişlerdir.

RT Lac çift yıldız sistemi, I. minimum evresi ve görsel bölgesinde yaklaşık 0.08 kadir seviyesinde, II. minimum ve tutulma dışı evrelerde de sırasıyla ~0.05 kadir ve 0.07 kadir seviyelerinde renk artık değerleri gözlenmektedir (EK 5 ve EK 6). Çift sistemin I. minimum evresinde yakın ve orta kırmızıöte gözlem verisi bulunmamaktadır. Sistemin tutulma dışı yörünge evresinde yakın kırmızıöte renk artık değeri 0.24 kadir ve orta kırmızıöte renk artık değeri de 0.28 kadir olarak bulunmaktadır. RT Lac çift yıldız sistemi için EK 5'deki çizelgede verilen tüm renk artık değerlerine dayanarak, çift sistemin artık ışınımının soğuk bileşen kaynaklı olabileceği sonucuna varılmaktadır. Hall and Ramsey (1992a)'da bu çift yıldız sistemde genişlemiş yıldız maddesine ilişkin küçük kanıtlar bulduklarını ifade etmişlerdir.

AR Lac çift yıldız sistemi I. minimum evresi ve görsel bölgede ortalama renk artışı yaklaşık 0.016 kadir değeri yaklaşık 0.031 kadirlik hata değeri ile belirlenmiştir (Şekil 4.4, EK 5 ve EK 6). Ayrıca çift sistemin II. minimum evresinde yaklaşık 0.04 kadir, tutulma dışı yörünge evresinde de yaklaşık 0.01 düzeyinde görsel bölgede renk artışı gözlenmiştir. Çift sistemin II. minimum evresinde gözlem verisi bulunan yakın kırmızıöte bölgede renk artık değeri $(V-J)_0$ da -0.37 kadir, $(V-H)_0$ da 0.03 kadir ve $(V-Ks)_0$ da 0.01 kadir olarak gözlenmiştir (EK 5). Orta kırmızıöte bölgede sistemin I. minimum evresi renk artık seviyesi yaklaşık olarak 0.2 kadir düzeyindedir. Her iki tutulma evresi ve tutulma dışı yörünge evresinde, tüm bantlardaki renk artık seviyelerinin karşılaştırılması (Şekil 4.6), AR Lac çift yıldız sisteminde kırmızıötede belirgin bir artışın olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, renk artık değerlerinin özelliği, artışın AR Lac çift yıldız sisteminde soğuk bileşenden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Busso vd. (1990)'de yaptıkları çalışmada AR Lac çift yıldız sistemine ait kırmızıöte artık ışınım varlığına rastlanmadığını belirtmişlerdir. AR Lac çift yıldız sistemine ait evreye bağlı olarak elde edilen fotometrik veriler, düşük çözünürlüklü tayf verileri ve oluşturulan sentetik model tayf verilerinin karşılaştırılmasıyla yapılan analiz çalışmasında AR Lac çift yıldız sisteminde görsel bölgede herhangi bir artık ışınımına ilişkin herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Şekil 4.4'de HD 56168 $((B-V)_0=0.90\pm0.01$ kadir), ile AR Lac I. Min, $((B-V)_0=0.87\pm0.04$ kadir), evresindeki fotometrik veriler karşılaştırılmış ve $T(K)=5100$ sıcaklığındaki karacisim enerji dağılımı ile yapılan modelde de artışa ilişkin herhangi bir sonuca rastlanılmamıştır. Ancak, yüksek çözünürlüklü tayflarının analizinden prominenslere ilişkin gözlemsel kanıtlar, AR Lac etkin çift yıldız sisteminde, renk artışı veremeyecek kadar düşük yoğunlukta bir çevresel maddenin var olabileceğini düşündürmektedir. Bu sonuç, AR Lac etkin çift yıldız sisteminde bileşenin kenar dışına doğru genişlemiş/yayılmış bölgenin, tayftaki sürekliliğin yaklaşık % 3 - % 7 kadar üzerinde olan bir salma katkısının varlığına ilişkin bulguları ile uyusmaktadır (Hall ve Ramsey 1994).

RT And kısa dönemli çift yıldız sistemi, I. minimum evresi ve görsel bölgede yaklaşık 0.06 kadir bir renk artık değerine sahiptir (EK 5 ve EK 6). Çift sistemin I. minimum evresinde yakın kırmızıöte bölgede gözlemler bulunmamaktadır. Ancak orta kırmızıöte bölge verileriyle elde edilen renk artışı yaklaşık 0.30 kadir düzeyindedir. Sistemin II.

minimum ve tutulma dışı yörünge evresindeki görsel bölge aralığında sırasıyla yaklaşık 0.03 ve 0.04 kadar renk artık değerlerine sahiptir. RT And çift yıldız sisteminde tüm filtrelerdeki renk artık değerleri karşılaştırıldığında, sistemde gözle görülür bir artığın olduğu görülmektedir (EK 5). Bu nedenle, RT And çift yıldız sistemindeki artık ışınımın muhtemelen soğuk bileşenden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Bu tez çalışmasıyla, ilk defa,

- Detaylı olarak kromosferik etkin çift sistemlerde yaygın madde ve yıldız etkinlik araştırmalarında evreye bağlı araştırma yapıldı,
- Kromosferik etkin çift sistemlerde evreye bağlı kırmızıöte fotometrik WISE uydu gözlem verisi kullanıldı (daha önceki çalışmalarda kullanılan IRAS uydu verileri her bir kaynak için sadece tek bir değer vermiştir. Ayrıca WISE gözlemleri IRAS 12 mikron gözlemlerinden 100 kat daha duyarlıdır),
- WISE uydu gözlem verilerine zaman olarak en yakın ve evreye bağlı detaylı görsel bölge fotometrik veriler bu çalışmada birlikte değerlendirildi,
- GAIA 2 uzaklık değerleri ve güncel yıldızlararası sönmüleme yaklaşımları ile analizler yapıldı,
- Yaygın maddenin evrimsel süreçle ilişkisi, HR diyagramında 12 etkin çift yıldız sistemin soğuk bileşenlerinin yerleri dikkate alınarak bulunan renk artığı değerleri bağlamında tartışıldı.

Gözlem verisi alınıp değerlendirilen 13 çift yıldız sisteminin tüm renk artık ölçümlerinin değerlendirilmesi ve ileride yapılması gerekli görülüp önerilebilecek çalışmalar şu şekilde özetlenebilir:

- SV Cam, RS CVn, SS Boo ve PW Her çift yıldız sistemleri görsel bölge renk artık değerleri çift sistemin yörünge evresine bağlı değişim gösterirken; LX Per, VV Mon, RW UMa, UX Com, AW Her ve RT Lac çift yıldız sistemleri görsel tayf bölgesinde yörünge evresine bağlı bir değişim göstermemektedir. Bununla birlikte AR Lac ve RT And çift yıldız sistemlerinin yörünge evresine bağlı görsel bölge renk artık değerlerinde bir

değişime sahip olmaları muhtemeldir. GK Hya çift yıldız sisteminde böyle bir özelliği görmek için yeterli fotometrik veri elde edilememiştir.

- Görsel bölgede elde edilen renk artık değerleri, çift sistemlerin yörünge evresinin bir fonksiyonu olarak değişim gösteren etkin çift yıldız sistemlerin, renk değerlerine ek bir katkının etkisi olabilir. Bu etki yıldız manyetik etkinliğinin sonucu olarak yıldız yüzeyindeki lekelerden kaynaklanıyor olabilir. Fekel, Moffet ve Henry (1986), bir yıldızın görünür yarım küresinin % 30'unu kaplayan ve 1000K'lık sıcaklık farkı olan bir lekenin yıldızın (V-R) renginde 0.03 kadar aynı şekilde (B-V) de de 0.02 kadar bir değişime sebep olacağını belirtmişlerdir.

- Genel olarak, bu çalışmada gözlem verileri değerlendirilebilen 13 etkin çift yıldız sistem için elde edilen artık ışınım değerleri uzun dalgaboylarına doğru artış göstermektedir (görsel bölgeden kırmızıöte bölgeye doğru, Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8). Bu artık ışınım, etkin çift yıldız sistemlerin tüm evrelerinde (tutulma ve tutulma dışı yörünge evrelerinde) gözlenmiş ve evreden bağımsız olduğu tespit edilmiştir. GK Hya, I. minimum evresinde görsel bölge artık ışınımına sahip iken WISE tayfsal bölgede bir soğurma özelliği göstermektedir. Ayrıca GK Hya çift yıldız sistemi tutulma dışı yörünge evresinde de 2MASS ve WISE tayfsal bölge aralığında I. minimum evresine göre fazla bir artık ışınımına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada bazı etkin çift yıldız sistemlerin tüm evrelerinde ve tüm filtrelerde bulunan açık bir artık ışınım, bu sistemlerdeki daha soğuk bileşen veya her iki bileşen etrafındaki sıcak ve genişlemiş yıldız maddesi varlığının açık bir kanıtıdır.

- İncelenen etkin çift sistemlerin I. minimum evresiyle diğer evreler karşılaştırıldığında, bu sistemlerin I. minimum evresinde elde edilen artık ışınımın tutulma dışındaki evrelere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu eğilim, çift yıldız sistemin soğuk bileşeni etrafındaki genişlemiş maddeden (genişlemiş atmosfer yapısından) kaynaklanıyor olabilir.

- Bir sistemin artık ışınım miktarı o sistem etrafındaki maddenin/gazın yoğunluğu hakkında bilgi verirken, etkin çift yıldız sistemlerde olası bir yaygın maddenin varlığını

da göstermektedir. Bu maddenin kimyasal özelliği konusunda, yakın kırmızıöte W3 filtresi (12 μm) ve W4 (22 μm) filtre aralıkları yıldız tayfında silikat' a ilişkin salma/soğurma özelliği gösteren geniş band profillerini içerir bölgede yer almaktadır. W3 ve W4 filtrelerinde bir renk artığının varlığı, genişlemiş/çevresel yıldız maddesinin silikat'a ilişkin kanıtı olabilmektedir. (bkz. Li vd. 2002, Li vd. 2007, van Breemen vd. 2011). Ek 5'de görüleceği üzere bu çalışmada incelenen neredeyse 13 çift sistemin tamamında (V-W3) ve (V-W4) renk değerlerinde bir renk artığı bulunmuştur. Bu filtrelerdeki artık ışıınım, bu çift sistemlerin etrafındaki çevresel maddenin silikat içerdiğine ilişkin kanıtlar sunmaktadır.

- AR Lac çift yıldız sistemine ait fotometrik ve TFOSC 3500 Å - 9000 Å yöresindeki düşük çözünürlüklü tayfsal analizleri sonucunda artık ışıınıma ait herhangi bir kanıt bulunamamıştır. Bunun yanında AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü TUG Coude Eşel tayflarına ilişkin H_{α} analizleri sonucunda, sistemin birinci bileşeninde yüksek olmakla birlikte her iki bileşenin etkin olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca analiz sonuçları soğuk bileşenin ilave soğurma özelliğine sahip etkinliğin neden olduğu prominens benzeri yapıların mevcut olduğu da tespit edilmiştir. Busso vd. (1988) tarafından yapılan IRAS gözlemleri kullanılarak AR Lac'ın da dahil edildiği çalışmasında en net kırmızıöte artık ışıınımın CF Tuc gibi etkinlik düzeyi düşük bir sistemde görüldüğü ve AR Lac gibi etkinliği yüksek olan bir sistemde kırmızıöte artık ışıınım görülmemesi artık ışıınımın çiftlerin evrimsel durumları ve yıldız etkinlik düzeyleri arasında bir ilişkinin bulunmadığı belirtilmişlerdi. AR Lac çift sistemi için yaptığımız çalışmalar bu sonuçları kısmen desteklemektedir (çift sistemin I. minimum evresinde (V-W2) için artık ışıınım bulunmuştur).

- 13 etkin çift sisteme ilişkin yaptığımız bu çalışmada, görsel ve kırmızıöte artık ışıınım (renk artığı değerlerinden elde edilen) ölçüm sonuçlarımız Busso vd. (1987) ve Scaltriti (1993) tarafından elde edilen sonuçlar ile uyum göstermektedir.

- RW UMa çift yıldız sistemi hariç diğer 12 çift yıldız sistemin soğuk bileşenlerinin teorik HR diyagramında konumları şekil 4.5'de gösterilmiştir. Burada incelenen çift

yıldız sistemlerinin soğuk bileşen yıldızları için, HR diyagramında artan $(B-V)_0$ değerlerine gidildikçe buna karşılık renk artışı değerinin de arttığı görülmektedir. Bu sonuç da, incelenen çift yıldız sistemlerin etkin bileşenlerinin çoğunun genişlemiş maddeye sahip olabileceğini, sistemin artık ışıyım kaynağı olarak yalnızca yıldız etkinliği değil, aynı zamanda ve çoğunlukla evrimsel süreç kaynaklı olabileceğini göstermektedir.

- Elde edilen $(B-V)_0$ ölçümlerine dayanarak (bkz. EK 2), bu çalışmada kullanılan referans yıldızlarının tayf türleri çizelge 2.2'de verilen şekilde güncellenmiştir. Burada kullanılan uzaklık değerleri GAIA 2 kataloğundan alınmıştır.

Bu tez çalışmasının sonuçlarına ek olarak yapılması gerekenler için yapılacak öneriler şunlar olabilir:

Kromosferik etkin çift sistemlere ilişkin polarizasyon gözlemleri ve yaygın maddenin kromosferik etkin çift sistemlerde, çiftlerin evrimsel durumlarıyla olan ilişkisini belirlemek için bileşenleri dev ve anakol olan çift yıldız sistemlerin de dahil edildiği çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ak, T. 2013. TUBITAK Ulusal Gözlemevi (TUG). Web Sitesi:
<http://tug.tubitak.gov.tr/tr/teleskoplar/t100-odak-duzlemi-aletleri>.
Erişim Tarihi: 01.05.2017
- Anonymous. Web Sitesi: <http://www.as.up.krakow.pl/ephem/old-ephem/EPHEM-2012xi.TXT>, Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <http://svo2.cab.inta-csic.es/svo/theory/fps3/>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <http://iraf.noao.edu>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <https://irsa.ipac.caltech.edu/Missions/2MASS.html>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <http://ulisse.pd.astro.it/Astro/ADPS/reddening.html>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <https://snfactory.lbl.gov/snf/spstds/>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <http://astrosurf.com/buil/us/becat.htm>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <http://svo2.cab.inta-csic.es/theory/newov2/index.php>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <http://irsa.ipac.caltech.edu>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <http://irsa.ipac.caltech.edu/Missions/WISE.html>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <https://ned.ipac.caltech.edu/forms/calculator.html>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Anonymous. Web Sitesi: <https://gea.esac.esa.int/archive/>,
Erişim Tarihi 24.04.2019
- Bahcall, J.N., Soneira, R.M. 1980. The Universe At Faint Magnitudes. I. Models For The Galaxy And The Predicted Star Counts. ApJS, 44, 73.
- Barden, S. C. 1985. A Study of Short-Period RS Canum Venaticorum and W Ursae Majoris Binary Systems - The Global Nature of H-alpha. ApJ, 295, 162B.

- Bidelman, W.P. 1957. Spectral Classification Of Stars Noted On Case Objective-Prism Plates. I. PASP, 69, 147.
- Brown, A.G.A., Vallenari, A., Prusti, T., de Bruijne, J.H.J., Babusiaux, C. 2018. Gaia Data Release 2. A&A, 616, A1.
- Brown, J.M., Brown, A. 2006. A Large Millimeter Flare On The RS CVn Binary σ Geminorum. ApJ, 638, L37.
- Bopp, B.W., Fekel Jr. F. 1977. Binary Incidence Among the BY Draconis Variables. AJ, 82, 490.
- Bouigue, M.R. 1959, Publ. Obs. Haute-Provence, 4, 52.
- Boulon, J. 1963, Publ. Obs. Haute-Provence, 6, 45.
- Busso, M., Scaltriti, F., Persi, M., Robberto, M., Silvestro, G. 1987. A Search For Non-Stellar Contributions To The Optical And Near -IR Flux Of RS CVn Binaries. A&A, 183, 83.
- Busso, M., Scaltriti, F., Persi, M., Ferrari-Toniolo, M., Origlia, L. 1988. IRAS Observations And IR Excesses Of RS CVn-Type Binaries. MNRAS, 234, 445.
- Busso, M., Scaltriti, F., Ferrari-Toniolo, M., Origlia, L., Persi, M., Robberto, M., Silvestro, G. 1990. On The Origin Of Circumstellar Shells Around RS CVn-Type Binaries. Mem. Soc. Astron. Italiana, 61, 77.
- Cardelli, J.A., Clayton, G.C., Mathis, J.S. 1989. The Relationship Between Infrared, Optical, And Ultraviolet Extinctions. A&A, 345, 245.
- Castelli, F.; Gratton, R. G. ve Kurucz, R. L. 1997. Notes on the convection in the ATLAS9 model atmospheres. A&A, 318, 841C.
- Catalano, S., Biazzo, K., Frasca, A., ve Marilli, E. 2002. Measuring Starspot Temperature From Line Depth Ratios. A&A, 394, 1009.
- Chuadze, A.D. 1973. Abastumanskaya Astrofiz. Obs. Byull, 44, 105.
- Cohen, Martin., Wheaton, Wm. A. ve Megeath, S. T. 2003. Spectral Irradiance Calibration in the Infrared. XIV. The Absolute Calibration of 2MASS. AJ, 126, 1090C.
- Eker, Z., Ak, N. F., Bilir, S., Doğru, D., Tüysüz, M., Soyduğan, E., Bakış, H., Uğraş, B., Soyduğan, F., Erdem, A., ve Demircan, O. 2008. A Catalogue Of Chromospherically Active Binary Stars (Third Edition). MNRAS, 389, 1722.
- Ekmekçi, F. 2010. A Survey Of IUE Spectra Of The Active Binary System UX Arietis. Publ. Astron. Soc. Australia, 27, 1.

- Fekel F.G., Moffet, T. J., Henry, G.G. 1986. A Survey Of Chromospherically Active Stars. *ApJS*, 60, 551.
- Fernández-Figueroa, M.J., Montes, D., Castro, D.E., ve Cornide, M. 1994. Ca II H And K And H α Emissions In Chromospherically Active Binary System (RS Canum Venaticorum And BY Draconis). *ApJS*, 90, 433 F.
- Fitzpatrick, E.L. 1999. Correcting for the Effects of Interstellar Extinction. *PASP*, 111, 63.
- Frasca, A, Marino, G., Catalano, S., and Marilli, E. 2000. AR Lacertae: H α Chromospheric Emission and Radial Velocities From Long-Term Optical Spectroscopy. *A&A*, 358, 1007.
- Gray, R.O., Corbally, C.J., Garrison, R.F., McFadden, M.T., And Robinson, P.E. 2003. Contributions To The Nearby Stars (Nstars) Project: Spectroscopy Of Stars Earlier Than M0 Within 40 Parsecs: The Northern Sample. I. *AJ*, 126, 2048.
- Gunn, A.G., Doyle, J.G., ve Houdebine E.R. 1997. Environments Of Active Close Binaries. *A&A*, 319, 211.
- Hall, D. S. 1976. The RS CVn Binaries and Binaries with Similar PROPERTIES. *ASSL*, 60, 287H.
- Hall, J.C., Ramsey, L.W. 1992a. Eclipse Observations Of RS CVn Binaries. I. A Survey For Extended Matter. *AJ*, 104, 1942.
- Hall, J.C., Ramsey, L.W. 1992b. A study Of Extended Matter In RS CVn Systems. *ASPC*, 26, 359
- Hall, J.C., Ramsey, L.W. 1994. Eclipse Observations Of RS CVn Binaries. II. A Parametric Model Of Extended Matter. *AJ*, 107, 1149.
- Harlan, E.A. 1969. MK Classifications For F- and G-Type Stars. I. *AJ*, 74, 916.
- Heard, J.F. 1950, *Publ. David Dunlap Obs.*, 2, 105.
- Heard, J.F. 1965. The Radial Velocities And Spectral Classes Of 55 Kapteyn Area Fundamental Stars In High Galactic Latitudes. *Publ. David Dunlap Obs.*, 2, 443.
- Hardie, R.H. 1962. In: Hiltner, W.A. (ed.) *Astronomical Techniques*, P. 184. University of Chicago Press, Chicago.
- Jarrett, T. H.; Cohen, M.; Masci, F.; Wright, E.; Stern, D.; Benford, D.; Blain, A, vd. 2011. The Spitzer-WISE Survey of The Ecliptic Poles. *ApJ*, 735, 112J.
- Karakus, O., Ekmekci, F. 2017. Photometric Calibration Of T40 Telescope System At Ankara University Kreiken Observatory (AÜKR). *Ap&SS*, 362, 116.

- Kjurkchieva, D. Marchev, D., Ogloza, W., 2000. Multicolor Photometry Of SV Cam in 1997. *Acta Astron.*, 50, 517.
- Landolt, A.U. 2009. UBVRI Photometric Standard Stars Around The Celestial Equator: Updates And Additions. *AJ*, 137, 4186.
- Lejeune, T., Schaerer, D. 2001. Database of Geneva Stellar Evolution Tracks And Isochrones For (UBV)_I(RI)_C JHKLL'M, HST-WFPC2, Geneva And Washington Photometric Systems. *A&A*, 366, 538.
- Li, A., Greenberg, J.M., ve Zhao, G. 2002. Modelling The Astronomical Silicate Features -I. On The Spectrum Subtraction Method. *MNRAS*, 334, 840L.
- Li, M.P., Zhao, G., Li, A. 2007. On the crystallinity of silicate dust in the interstellar medium. *MNRAS*, 382L, 26.
- Loth, A.L., Bidelman, W.P. 1998. Objective-Prism Spectral Classifications Of Northern Proper-Motion Stars. *PASP*, 110, 268.
- Marshall, D.J, Robin, A.C., Reyle, C., Schultheis, M., Picaud, S. 2006. Modelling The Galactic Interstellar Extinction Distribution In Three Dimensions. *A&A*, 453, 635.
- McCuskey, S.W. 1955. Stellar Spectra In Milky Way Regions. III. A Region In Cepheus-Lacerta. *ApJS*, 2, 75.
- Montes, D., Fernandez-Figueroa, M.J., Cornide, M., De Castro, E. 1996. The Behaviour Of The Excess Ca II H and K and He Emissions In Chromospherically Active Binaries. *A&A*, 312, 221.
- Montes, D., Fernández-Figueroa, M. J., De Castro, E., Cornide, M., Latorre, A., Sanz-Forcada, J. 2000. Multiwavelength Optical Observations of Chromospherically Active Binary Systems. III. High Resolution Echelle Spectra From Ca II H & K to Ca II IRT. *A&AS*, 146, 103M.
- Moore, J.H., Paddock, G.F. 1950. Radial Velocities, Spectral types, And Luminosity Classes Of 820 Stars. *ApJ*, 112, 48.
- Mutel, R.L., Weisberg, J.M. 1978. Two-Frequency Radio Polarimetry Of UX Arietis And HR 1099. *AJ*, 83, 1499.
- Mutel, R.L., Morris, D.H., Doiron, D.J, Lestrade, J.F. 1987. Radio Emission From RS CVn Binaries. II. Polarization And Spectral Properties. *AJ*, 93, 1220.
- Nesterov, V.V., Kuzmin, A.V., Ashimbaeva, N.T., Volchkov, A.A., Röser, S., ve Bastian, U. 1995. The Henry Draper Extension Charts: A Catalogue Of Accurate Positions, Proper Motions, Magnitudes And Spectral Types Of 86 933 Stars. *A&A*, 110, 367.

- Pecaut, M.J., Mamajek, E.E., 2013. Intrinsic Colors, Temperatures And Bolometric Corrections Of Pre-Main Sequence Stars. *ApJS*, 208, 9.
- Pickles, A. ve Depagne, É. 2010. All-Sky Spectrally Matched UBVRI - ZY and u·g·r·i·z·Magnitudes for Stars in the Tycho2 Catalog. *PASP*, 122, 1437P.
- Poe, C.H., Eaton, J.A. 1985. Starspot Areas And Temperatures In Nine Binary System With Late-Type Components. *ApJ*, 289, 644P.
- Ramsey, L.W. ve Nations, H.L. 1980. HR 1099 And The Starspot Hypothesis For RS Canum Venaticorum Binaries. *ApJ*, 239, 121.
- Rhombs, C.G., Fix, J.D. 1977. Spectrophotometry Of RS Canum Venaticorum, AR Lacertae, And UX Arietis. *ApJ*, 216, 503.
- Rice, J.B. 2002. Doppler Imaging Of Stellar Surfaces - Techniques And Issues. *AN*, 323, 220.
- Rucinski, S.M. 1987. Relation Between The (V-R) And (R-I) Color Indices And Activity For Solar-Type Stars. *PASP*, 99, 288R.
- Scaltriti, F. 1990, in İbanoğlu, C., ed, NATO ASI Ser. Vol. 319, Active Close Binaries, Kluwer Academic Pub., Dordrecht/Boston/London, P.493.
- Scaltriti, F., Busso, M., Ferrari-Toniolo, M., Origlia, L., Persi, P., Robberto, M., Silvetsro, G. 1993. Evidence From Infrared Observations Of Circumstellar Matter Around Chromospherically Active Binaries. *MNRAS*, 264, 5.
- Schlafly, E.F., Fingbeiner, D.P. 2011. Measuring Reddening With Sloan Digital Sky Survey Stellar Spectra And Recalibrating SFD. *ApJ*, 737, 103.
- Simon, T., Linsky, J.L., Schiffer, F.H. 1980. IUE Spectra Of A Flare In RS Canum Venaticorum-Type System UX Arietis. *ApJ*, 239, 911.
- Siviero, A., Dallaporta, S., and Munari, U. 2006. Period Change, Spot Migration and Orbital Solution For The Eclipsing Binary AR Lac. *BaltA*, 15, 387.
- Skrutskie, M.F., Cutri, R.M., Stiening, R., Weinberg, M.D., Schneider, S., Carpenter, J.M., vd. 2006. The Two Micron All Sky Survey (2MASS). *AJ*, 131, 1163.
- Strassmeier, K. G.; Hall, D. S.; Zeilik, M.; Nelson, E.; Eker, Z.; Fekel, F. C. 1988. A Catalog of Chromospherically Active Binary Stars. *A&AS*, 72, 291S.
- Strassmeier, K. G.; Hall, D. S.; Fekel, F. C. ve Scheck, M. 1993. A Catalog of Chromospherically Active binary Stars (Second Edition). *A&AS*, 100, 173S.
- Stritzinger, Maximilian; Suntzeff, Nicholas B.; Hamuy, Mario; Challis, Peter; Demarco,

- Ricardo; Germany, Lisa ve Soderberg, A. M. 2005. An Atlas of Spectrophotometric Landolt Standard Stars. *PASP*, 117, 810S.
- Sung, H., Lim, B., Besse, M.S., Kim, J. S., Hur, H., Chun, M.Y. ve Park, B. G. 2013. Sejong Open Cluster Survey (Sos).0. Target Selection And Data Analysis. *Journal of Korean Astronomical Society*, 46, 103.
- Şenavcı, H.V., Bahar, E., Montes, D., Zola, S., Hussain, G.A.J., Frasca, A., Işık, E. ve Yörükoğlu O. 2018. Star-Spot Distributions And Chromospheric Activity On The RS Cvn Type Eclipsing Binary SV Cam. *MNRAS*, 479, 875.
- Uppgren, A.R. 1962. The Space Distribution Of Late-Type Stars In A North Galactic Pole Region. *AJ*, 67, 37.
- van Breemen, J.M., Min, M., Chiar, J.E., Waters¹, L.B.F.M., Kemper, F., Boogert, A.C.A., Cami, J., Decin, L., Knez, C., Sloan, G.C., ve Tielens, A.G.G.M. 2011. The 9.7 And 18 Mm Silicate Absorption Profiles Towards Diffuse And Molecular Cloud Lines-Of-Sight. *A&A*, 526A, 152.
- Wright, E.L., Eisenhardt, P.R.M., Mainzer, A.K., Ressler, M. E., Cutri, R.M., Jarrett, T., vd. 2010. The Wide-Field Infrared Survey Explorer (WISE): Mission Description And Initial On-Orbit Performance. *AJ*, 140, 1868.
- Vogt, S. S. 1981. A Method for Unambiguous Determination of Starspot Temperatures and Areas - Application to II Pegasi, BY Draconis, and HD 209813. *ApJ*, 250, 327V.
- Yoss, K.M. 1961. Spectral And Luminosity Classifications And Measurements Of The Strength Of Cyanogen Absorption For Late-Type Stars From Objective-Prism Spectra. *ApJ*, 134, 809.
- Xuefu, L., He, H., ve Wenbai, Z. 1996. A New H α Survey Of Chromospherically Active Binaries (II). *Ap&SS*. 246, 39L.

EKLER

EK 1 Gözlemlerde kullanılan Landolt standart yıldız listesi (parlaklık değerleri kadir birimindedir)

Yıldız Adı	Sağ Açıklık	Dik açıklık	V	Hata (V)	(B-V)	Hata (B-V)
SA 99 438	07 56 39	-00 19 10	9.397	0.001	-0.156	0.0005
SA 101 363	09 59 03	-00 29 47	9.874	0.001	0.260	0.0006
SA 102 620	10 55 49	-00 52 58	10.074	0.0006	1.080	0.0005
SA 102 1081	10 57 49	-00 17 53	9.903	0.0007	0.664	0.0006
SA 103 302	11 56 51	-00 52 45	9.859	0.0007	0.370	0.0005
SA 104 306	12 41 48	-00 42 00	9.37	0.0067	1.592	0.0003
SA 104 461	12 43 51	-00 37 03	9.705	0.0005	0.476	0.0006
SA 105 505	13 36 09	-00 27 44	10.27	0.0061	1.422	0.0102
BD+02 2711	13 43 03	+01 25 57	10.369	0.0007	-0.163	0.0006
HD 121968	13 59 36	-02 59 04	10.256	0.0006	-0.185	0.0006
SA 106 700	14 41 36	-00 27 18	9.786	0.0008	1.364	0.0006
SA 106 575	14 42 23	-00 29 43	9.341	0.0007	1.306	0.0007
SA 106 485	14 44 59	-00 40 45	9.477	0.0009	0.378	0.0007
SA 107 544	15 37 33	-00 17 56	9.036	0.0010	0.399	0.0006
SA 107 347	15 39 21	-00 38 46	9.446	0.0011	1.294	0.0009
SA 109 231	17 46 05	-00 26 10	9.333	0.0008	1.465	0.0008
HD 149382	16 35 09	-04 02 38	8.943	0.0008	-0.282	0.0008
SA 108 1332	16 36 06	-00 05 50	9.208	0.0005	0.380	0.0007
SA 108 1491	16 37 59	-00 04 24	9.059	0.0006	0.964	0.0005
SA 109 231	17 46 05	-00 26 10	9.333	0.0008	1.465	0.0008
SA 109 537	17 46 27	-00 21 53	10.353	0.0022	0.609	0.0010
SA 110 340	18 42 13	+00 16 16	10.025	0.0008	0.308	0.0006
SA 111 773	19 38 00	+00 12 58	8.965	0.0009	0.209	0.0006
SA 112 275	20 43 20	+00 10 30	9.905	0.0001	1.210	0.0004
SA 113 475	21 42 36	+00 43 20	10.304	0.0004	1.058	0.0005
SA 114 176	22 43 55	+00 25 50	9.239	0.0010	1.485	0.0013
SA 115 271	23 43 26	+00 50 03	9.693	0.0005	0.612	0.0004
BD+01 4774	23 49 58	+02 28 41	8.993	0.0012	1.434	0.0016

EK 2 Referans yıldızlarına ilişkin uzaklık, toplam sönümleme, mutlak parlaklık ve renk değerleri (kadir birimindedir, hata değerleri parantez içersindedir)

Yıldız Adı	$\pi(\text{mas})$	$A_v d(\text{b})$	M_v	$(B-V)_0$	$(V-R)_0$	$(V-I)_0$	$(R-I)_0$	$(J-H)_0$	$(H-K_s)_0$	$(V-J)_0$
HD 116044	2.498(0.028)	0.103	0.546(0.053)	0.912(0.009)	0.468(0.003)	0.891(0.009)	0.423(0.008)	0.44(0.05)	0.14(0.05)	1.61(0.03)
HD 232843	2.431(0.545)	0.454	0.135(0.535)	1.029(0.007)	0.518(0.005)	0.956(0.006)	0.439(0.003)	0.50(0.03)	0.14(0.03)	1.83(0.03)
BD+01 1945	1.637(0.034)	0.072	0.554(0.054)	0.987(0.007)	0.490(0.009)	0.956(0.013)	0.465(0.012)	0.47(0.04)	0.12(0.04)	1.76(0.01)
HD 231848	3.008(0.037)	0.220	0.716(0.05)	1.016(0.008)	0.509(0.005)	0.954(0.007)	0.446(0.006)	0.50(0.02)	0.11(0.02)	1.77(0.03)
HD 210925	7.323(0.036)	0.086	0.82(0.029)	1.025(0.018)	0.544(0.009)	1.036(0.011)	0.493(0.012)	0.67(0.32)	0.14(0.22)	1.72(0.23)
HD 292944	1.726(0.063)	0.266	0.437(0.088)	1.081(0.011)	0.529(0.011)	1.001(0.012)	0.472(0.002)	0.55(0.04)	0.14(0.03)	1.87(0.03)
HD 131447	3.130(0.030)	0.054	0.898(0.051)	1.159(0.011)	0.593(0.011)	1.084(0.012)	0.494(0.011)	0.55(0.04)	0.11(0.04)	1.95(0.03)
HD 235751	0.959(0.034)	0.476	-1.165(0.097)	1.195(0.011)	0.559(0.003)	1.048(0.009)	0.489(0.008)	0.47(0.06)	0.20(0.06)	1.99(0.03)
BD+28 2165	0.827(0.046)	0.026	-0.625(0.14)	1.369(0.002)	0.718(0.003)	1.353(0.004)	0.637(0.005)	0.64(0.05)	0.19(0.05)	2.42(0.02)
HD 127824	4.936(0.031)	0.051	1.902(0.041)	0.437(0.007)	0.253(0.005)	0.489(0.007)	0.236(0.005)	0.15(0.04)	0.08(0.04)	0.89(0.03)
HD 336601	7.048(0.058)	0.082	3.077(0.052)	0.568(0.008)	0.314(0.011)	0.605(0.005)	0.291(0.009)	0.26(0.05)	0.03(0.05)	1.07(0.04)
HD 195405	9.365(0.033)	0.290	2.576(0.031)	0.554(0.011)	0.284(0.006)	0.515(0.009)	0.232(0.005)	0.22(0.01)	0.03(0.02)	0.98(0.02)
HD 18403	10.150(0.045)	0.140	3.553(0.037)	0.585(0.014)	0.309(0.006)	0.577(0.008)	0.269(0.002)	0.24(0.02)	0.08(0.02)	1.03(0.04)
HD 291029	3.019(0.038)	0.687	1.081(0.047)	0.601(0.007)	0.293(0.004)	0.551(0.007)	0.256(0.004)	0.31(0.05)	0.12(0.05)	1.18(0.02)
BD+28 3198	8.565(0.033)	0.101	3.228(0.033)	0.621(0.009)	0.333(0.006)	0.620(0.012)	0.286(0.009)	0.25(0.06)	0.07(0.06)	1.11(0.03)
BD+26 3026	6.755(0.029)	0.065	3.201(0.024)	0.779(0.009)	0.424(0.008)	0.809(0.008)	0.385(0.008)	0.38(0.02)	0.06(0.02)	1.45(0.02)
HD 111094	6.919(0.032)	0.014	3.169(0.021)	0.982(0.009)	0.521(0.007)	0.967(0.009)	0.447(0.004)	0.51(0.03)	0.09(0.02)	1.71(0.03)
BD+54 2777	2.879(0.027)	0.232	1.593(0.04)	1.051(0.015)	0.539(0.008)	1.014(0.008)	0.477(0.009)	0.56(0.04)	0.09(0.04)	1.84(0.03)
TYC 3973-2446-1	1.939(0.026)	0.156	1.269(0.05)	1.163(0.009)	0.615(0.004)	1.175(0.019)	0.559(0.021)	0.55(0.02)	0.12(0.03)	2.16(0.02)
BD+46 1042	4.957(0.046)	0.261	2.836(0.033)	0.305(0.004)	0.181(0.006)	0.372(0.007)	0.190(0.004)	0.17(0.02)	0.05(0.02)	0.70(0.02)
HD 95975	6.412(0.030)	0.012	3.659(0.034)	0.459(0.004)	0.272(0.002)	0.531(0.008)	0.258(0.006)	0.22(0.01)	0.03(0.02)	0.93(0.02)

EK 2 Referans yıldızlarına ilişkin uzaklık, toplam sönümleme, mutlak parlaklık ve renk değerleri (kadir birimindedir, hata değerleri parantez içersindedir) (Devam)

Yıldız Adı	$\pi(\text{mas})$	$A_v d(b)$	M_v	$(B-V)_o$	$(V-R)_o$	$(V-I)_o$	$(R-I)_o$	$(J-H)_o$	$(H-K_s)_o$	$(V-J)_o$
HD 216685	9.284(0.044)	0.053	3.541(0.036)	0.487(0.009)	0.275(0.005)	0.532(0.007)	0.257(0.006)	0.19(0.02)	0.07(0.02)	0.95(0.03)
HD 145404	16.699(0.033)	0.055	4.587(0.044)	0.558(0.004)	0.314(0.009)	0.605(0.013)	0.291(0.006)	0.22(0.02)	0.07(0.02)	1.08(0.04)
HD 259516	11.384(0.064)	0.067	4.447(0.068)	0.583(0.004)	0.321(0.004)	0.624(0.005)	0.302(0.001)	0.27(0.02)	0.06(0.01)	1.08(0.06)
HD 111540	8.854(0.080)	0.017	4.279(0.042)	0.624(0.009)	0.347(0.002)	0.670(0.004)	0.322(0.005)	0.31(0.03)	0.06(0.04)	1.19(0.03)
HD 56168	38.658(0.038)	0.012	6.36(0.023)	0.895(0.011)	0.512(0.011)	0.942(0.011)	0.432(0.002)	0.43(0.02)	0.09(0.02)	1.64(0.02)
HD 233357	36.966(0.045)	0.019	6.788(0.02)	1.082(0.009)	0.643(0.002)	1.150(0.007)	0.512(0.009)	0.49(0.02)	0.13(0.02)	1.98(0.02)

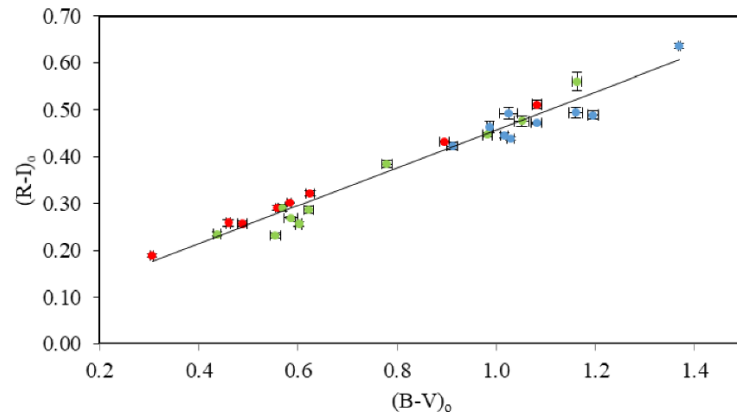
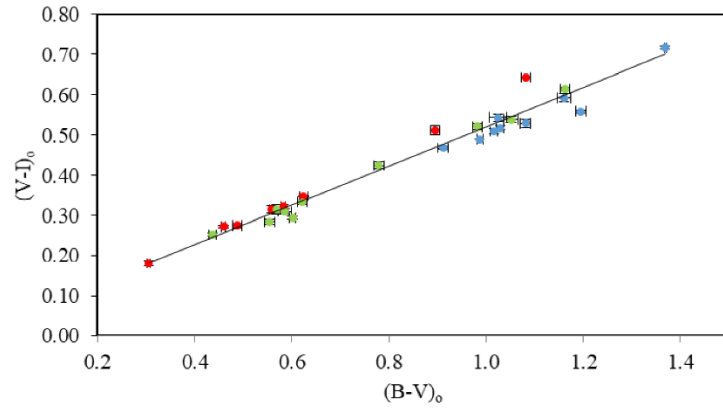
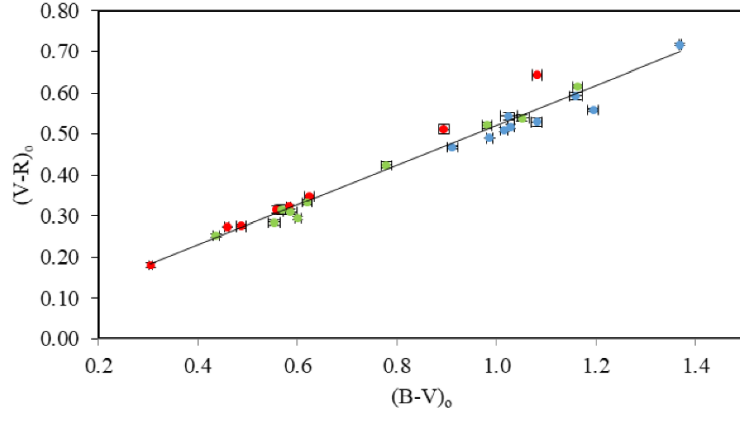
EK 2 Referans yıldızlarına ilişkin uzaklık, toplam sönümleme, mutlak parlaklık ve renk değerleri (kadir birimindedir, hata değerleri parantez içersindedir) (Devam)

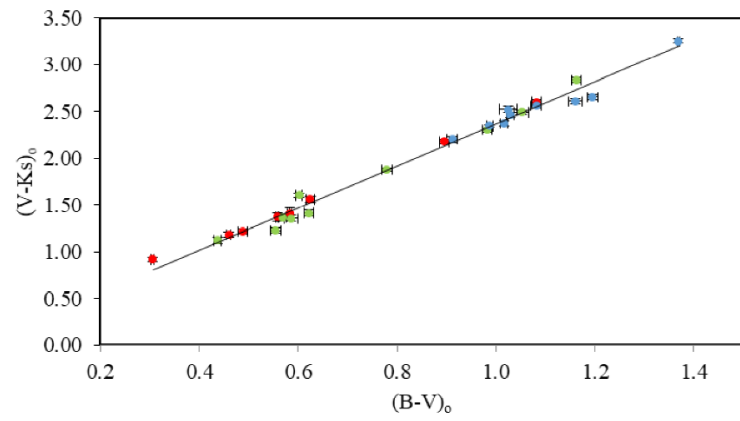
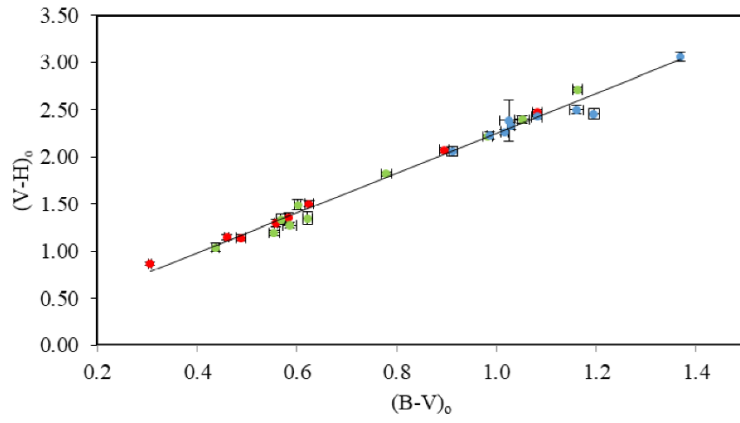
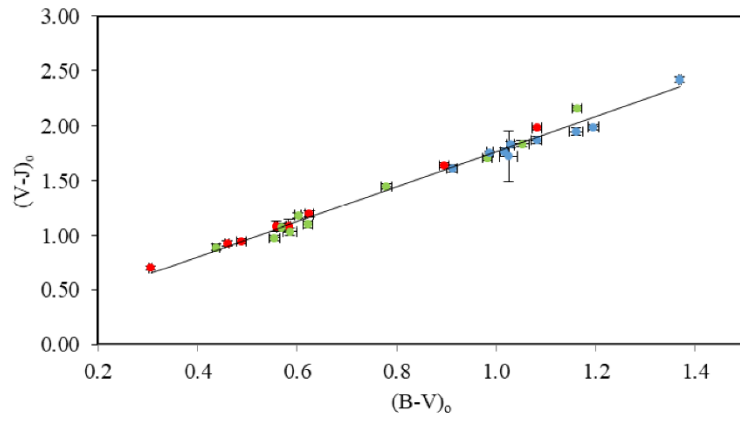
Yıldız Adı	$(V-H)_o$	$(V-K_s)_o$	$(W1-W2)_o$	$(W2-W3)_o$	$(W3-W4)_o$	$(V-W1)_o$	$(V-W2)_o$	$(V-W3)_o$	$(V-W4)_o$
HD 116044	2.06(0.05)	2.20(0.03)	-0.01(0.09)	-0.03(0.03)	0.05(0.05)	2.25(0.09)	2.25(0.04)	2.22(0.03)	2.27(0.06)
HD 232843	2.33(0.04)	2.47(0.03)	0.03(0.14)	-0.04(0.05)	0.09(0.04)	2.46(0.13)	2.49(0.06)	2.45(0.03)	2.55(0.05)
BD+01 1945	2.23(0.04)	2.35(0.01)	-0.13(0.04)	0.07(0.03)	0.06(0.09)	2.46(0.04)	2.34(0.02)	2.40(0.02)	2.46(0.09)
HD 231848	2.27(0.03)	2.37(0.03)	-0.09(0.11)	-0.01(0.04)	0.21(0.06)	2.54(0.11)	2.46(0.04)	2.45(0.03)	2.66(0.06)
HD 210925	2.39(0.22)	2.53(0.04)	0.20(0.42)	-0.22(0.23)	0.09(0.03)	2.56(0.35)	2.76(0.23)	2.54(0.02)	2.63(0.03)
HD 292944	2.43(0.02)	2.57(0.02)	-0.06(0.08)	0.03(0.03)	0.16(0.06)	2.61(0.07)	2.55(0.02)	2.58(0.02)	2.75(0.06)
HD 131447	2.5(0.05)	2.61(0.03)	-0.01(0.15)	-0.02(0.05)	0.07(0.04)	2.67(0.15)	2.66(0.06)	2.65(0.03)	2.72(0.05)
HD 235751	2.46(0.06)	2.66(0.03)	-0.01(0.09)	-0.04(0.03)	0.04(0.05)	2.71(0.09)	2.69(0.03)	2.67(0.03)	2.71(0.06)
BD+28 2165	3.06(0.05)	3.25(0.02)	-0.04(0.08)	0.04(0.03)	0.01(0.07)	3.32(0.08)	3.28(0.03)	3.32(0.02)	3.34(0.07)
HD 127824	1.04(0.04)	1.12(0.03)	-0.13(0.04)	0.01(0.03)	0.05(0.09)	1.25(0.05)	1.12(0.03)	1.12(0.03)	1.17(0.09)
HD 336601	1.34(0.06)	1.37(0.04)	-0.03(0.04)	0.01(0.03)	-0.23(0.14)	1.42(0.05)	1.39(0.04)	1.39(0.04)	1.17(0.14)
HD 195405	1.2(0.02)	1.23(0.03)	0.02(0.08)	0.03(0.04)	0.44(0.09)	1.25(0.08)	1.27(0.03)	1.30(0.04)	1.74(0.09)

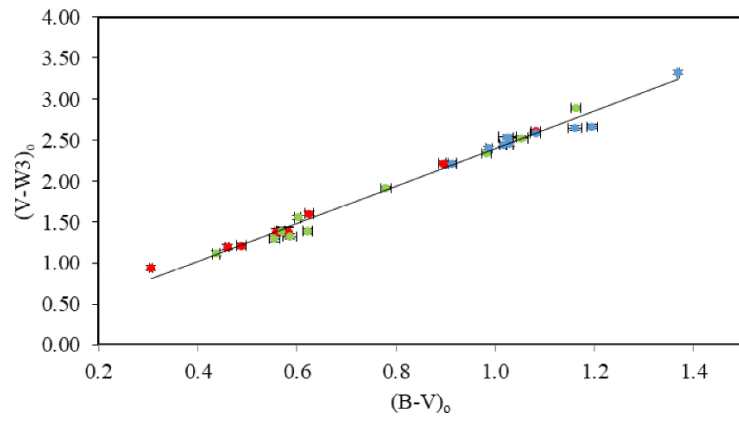
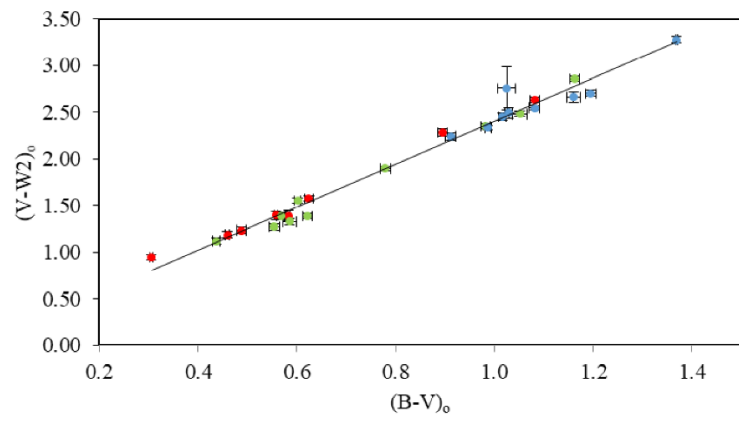
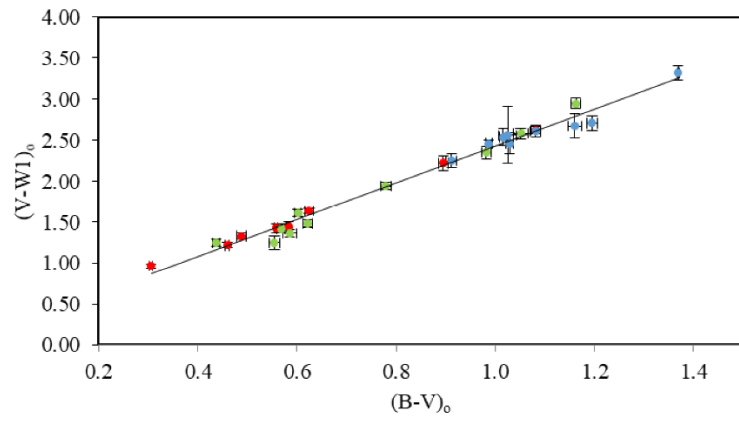
EK 2 Referans yıldızlarına ilişkin uzaklık, toplam sönümleme, mutlak parlaklık ve renk değerleri (kadir birimindedir, hata değerleri parantez içersindedir) (Devam)

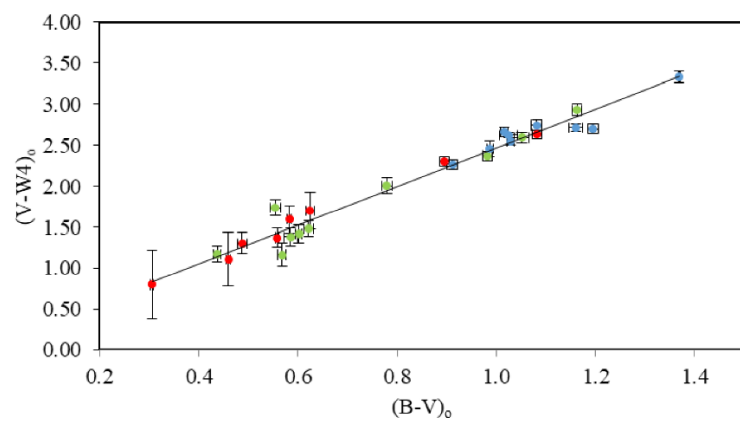
Yıldız Adı	(V-H) _o	(V-K _s) _o	(W1-W2) _o	(W2-W3) _o	(W3-W4) _o	(V-W1) _o	(V-W2) _o	(V-W3) _o	(V-W4) _o
HD 18403	1.27(0.03)	1.35(0.03)	-0.04(0.04)	0.01(0.03)	0.06(0.11)	1.37(0.04)	1.33(0.03)	1.33(0.03)	1.38(0.11)
HD 291029	1.49(0.06)	1.61(0.02)	-0.06(0.04)	0.01(0.03)	-0.14(0.11)	1.61(0.04)	1.56(0.03)	1.55(0.03)	1.42(0.11)
BD+28 3198	1.35(0.07)	1.41(0.03)	-0.09(0.04)	0.01(0.03)	0.09(0.09)	1.48(0.05)	1.39(0.03)	1.39(0.03)	1.48(0.09)
BD+26 3026	1.82(0.02)	1.88(0.02)	-0.04(0.05)	0.02(0.03)	0.09(0.09)	1.94(0.05)	1.90(0.02)	1.92(0.02)	2.01(0.11)
HD 111094	2.22(0.02)	2.30(0.02)	0.01(0.08)	-0.01(0.03)	0.03(0.06)	2.35(0.08)	2.35(0.03)	2.34(0.02)	2.37(0.06)
BD+54 2777	2.4(0.04)	2.49(0.02)	-0.09(0.07)	0.04(0.03)	0.07(0.06)	2.58(0.07)	2.48(0.03)	2.53(0.03)	2.59(0.06)
TYC 3973-2446-1	2.72(0.03)	2.84(0.03)	-0.09(0.06)	0.04(0.03)	0.04(0.07)	2.95(0.06)	2.86(0.03)	2.89(0.02)	2.93(0.07)
BD+46 1042	0.87(0.02)	0.92(0.02)	-0.02(0.03)	-0.01(0.03)	-0.15(0.42)	0.97(0.03)	0.95(0.02)	0.94(0.03)	0.80(0.42)
HD 95975	1.15(0.03)	1.18(0.03)	-0.03(0.03)	0.01(0.03)	-0.09(0.32)	1.22(0.03)	1.19(0.03)	1.20(0.03)	1.11(0.32)
HD 216685	1.14(0.03)	1.22(0.03)	-0.09(0.04)	-0.02(0.03)	0.09(0.13)	1.33(0.04)	1.23(0.03)	1.22(0.03)	1.30(0.13)
HD 145404	1.3(0.04)	1.37(0.04)	-0.03(0.04)	-0.01(0.03)	-0.01(0.11)	1.43(0.05)	1.39(0.04)	1.38(0.04)	1.37(0.11)
HD 259516	1.35(0.06)	1.41(0.06)	-0.05(0.03)	-0.01(0.03)	0.22(0.16)	1.44(0.06)	1.39(0.06)	1.38(0.06)	1.59(0.17)
HD 111540	1.5(0.04)	1.56(0.03)	-0.05(0.03)	0.03(0.03)	0.11(0.22)	1.63(0.03)	1.58(0.03)	1.60(0.03)	1.71(0.23)
HD 56168	2.08(0.03)	2.18(0.02)	0.06(0.09)	-0.07(0.04)	0.09(0.05)	2.22(0.09)	2.29(0.04)	2.22(0.03)	2.31(0.05)
HD 233357	2.48(0.02)	2.60(0.02)	0.01(0.05)	-0.02(0.03)	0.02(0.05)	2.62(0.05)	2.63(0.03)	2.61(0.02)	2.63(0.05)

EK 3 Seçilen referans yıldızlarına ait renk-renk diyagramları. Mavi noktalar dev yıldızları, yeşil noktalar altdev yıldızları, kırmızı noktalar ise cüce yıldızları göstermektedir (parlaklıklar kadar birimindedir)

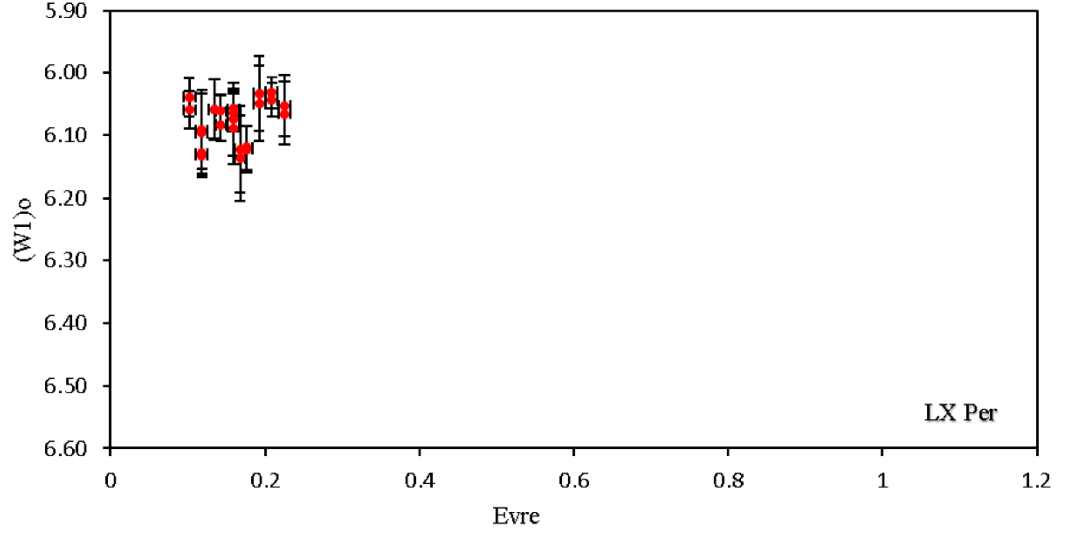
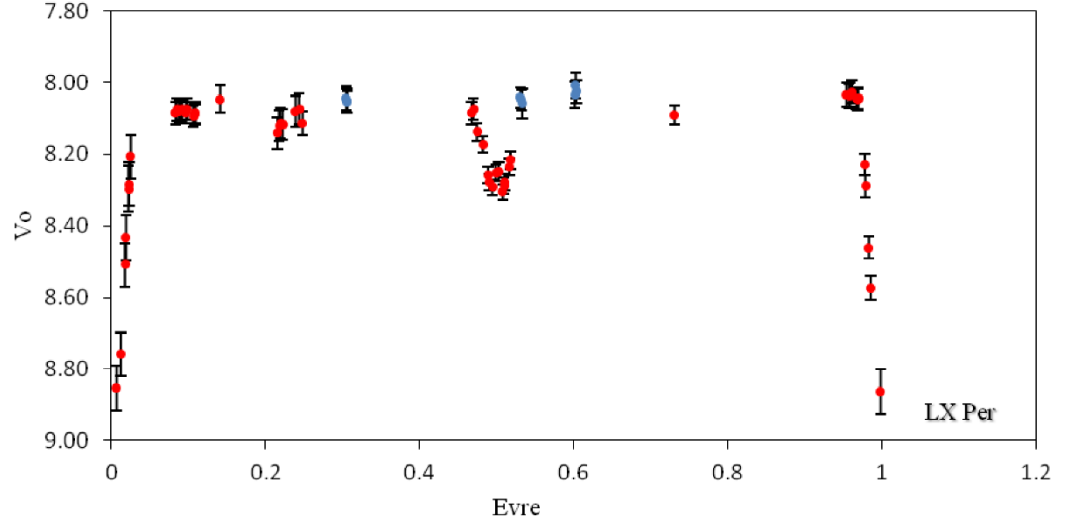


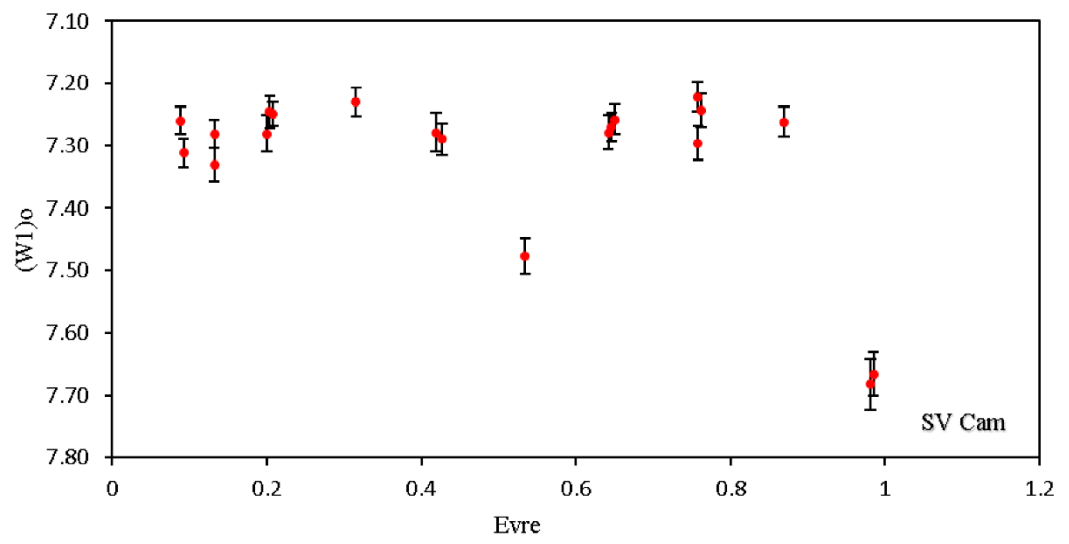
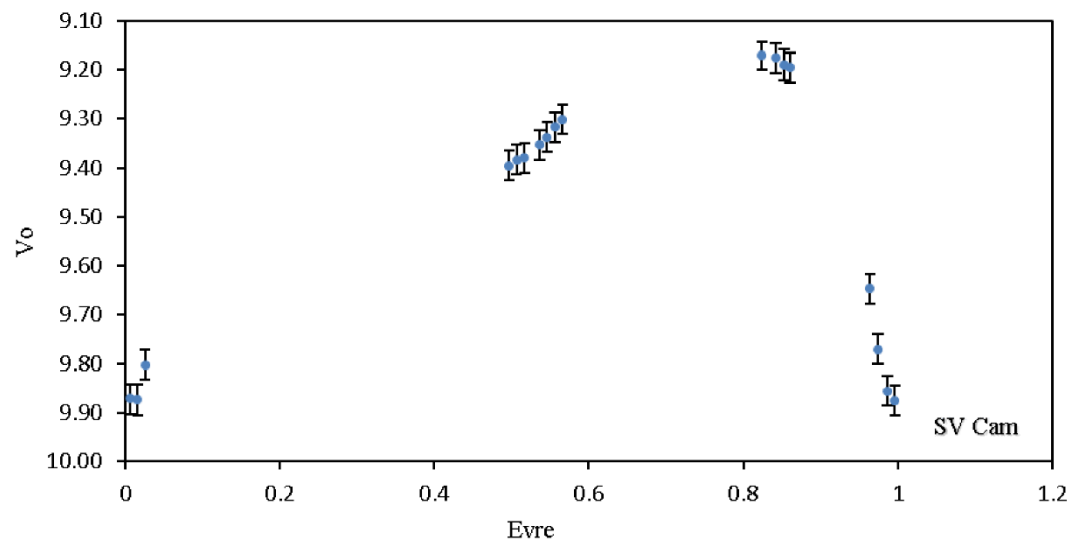


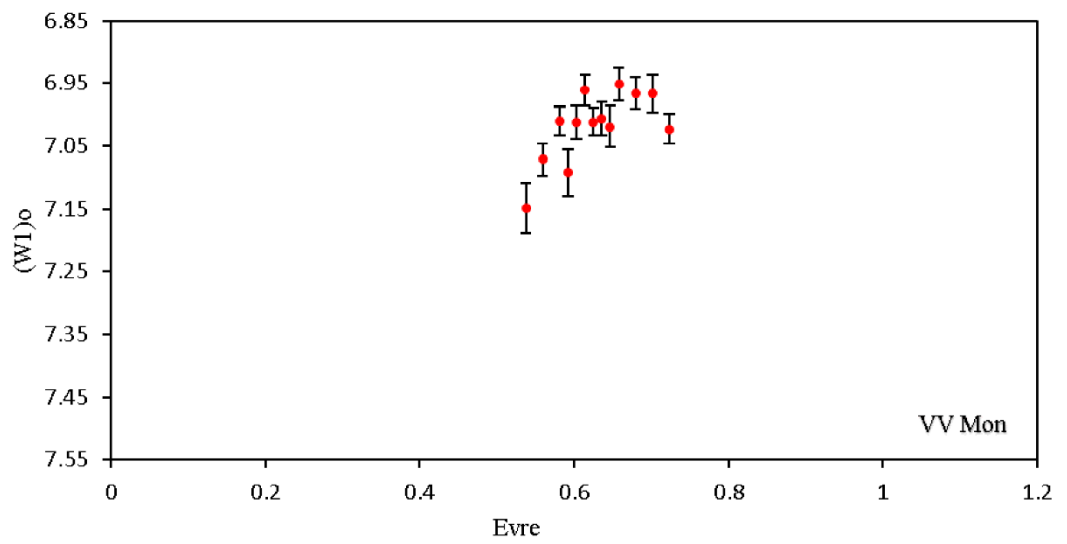
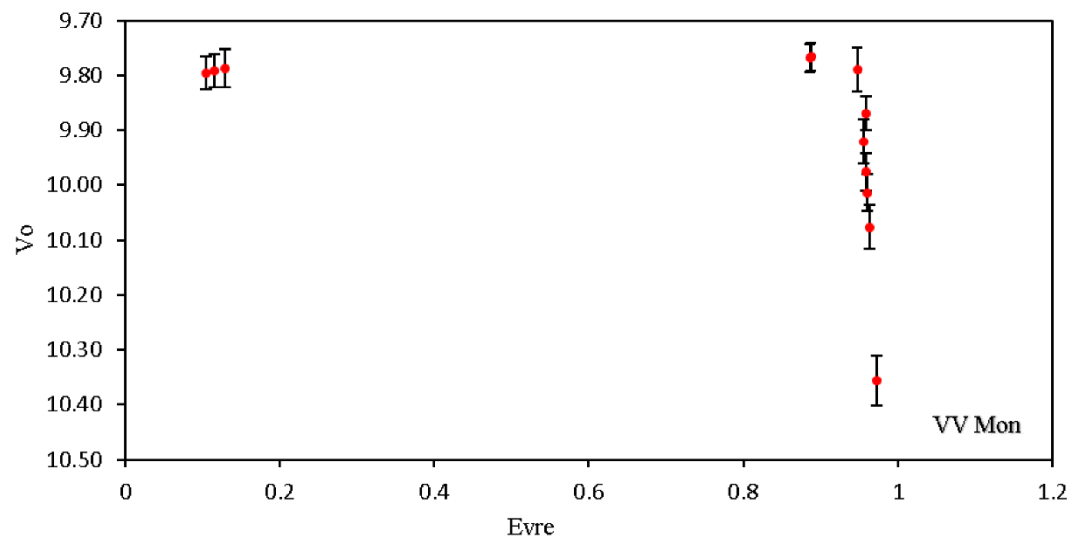


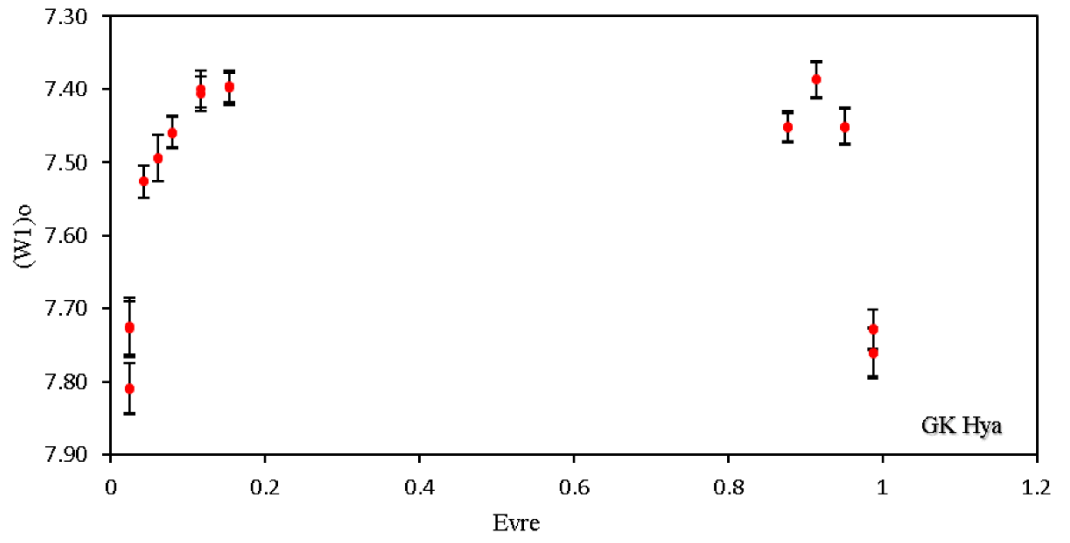
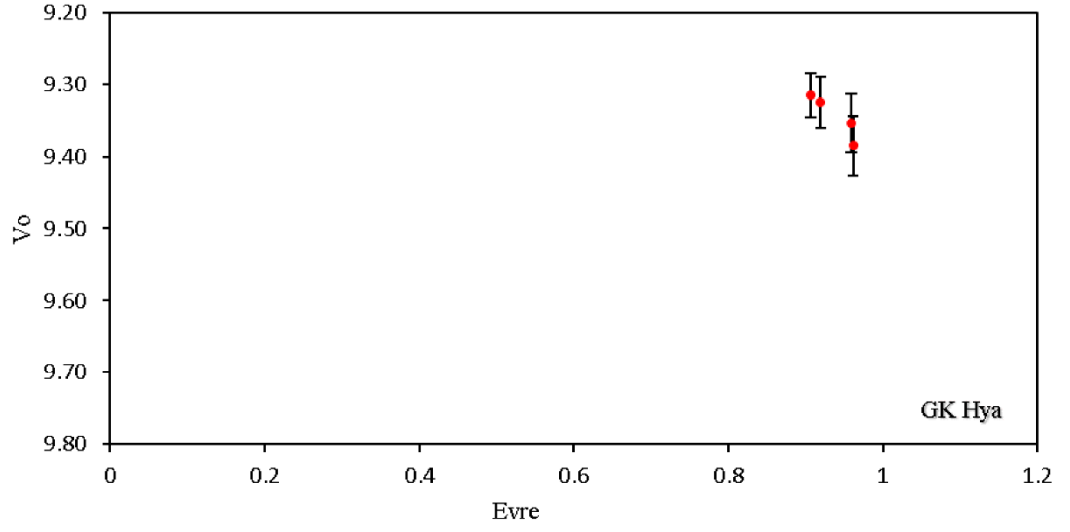


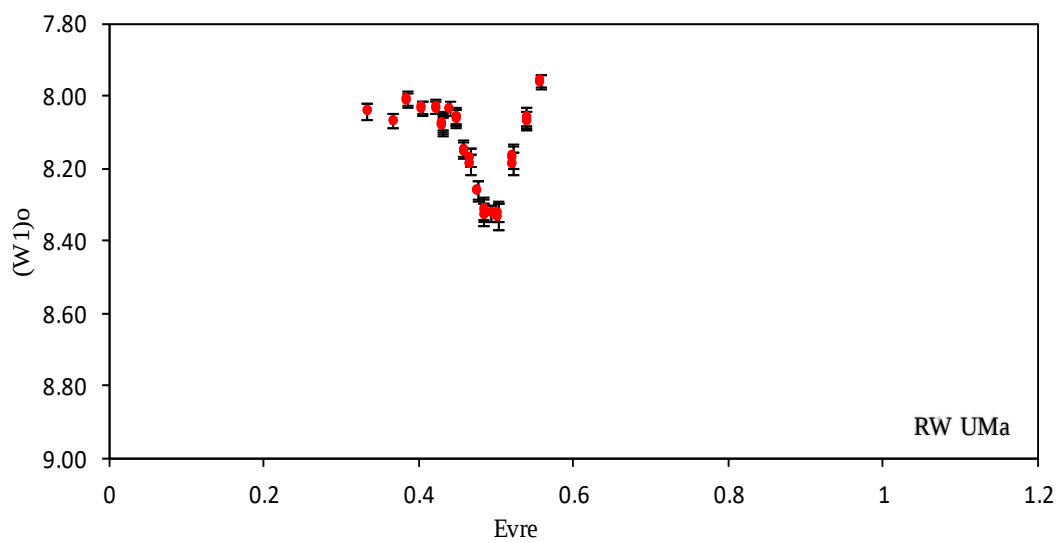
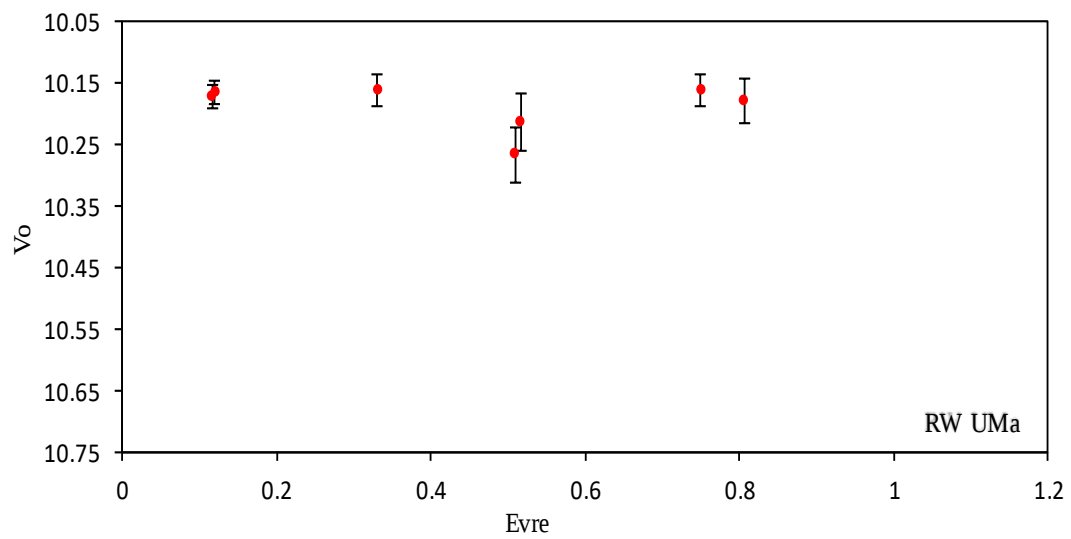
EK 4 Etkin çift yıldız sistemlerine ilişkin elde edilen V_o ve $W1$ filtrelerinde ışık eğrileri. V_o filtresiyle elde edilen ışık eğrisin kırmızı noktalar AÜKR, mavi noktalar TUG gözleminden elde edilmiş gözlemlere ait verilerdir (parlaklıklar kadir birimindedir)

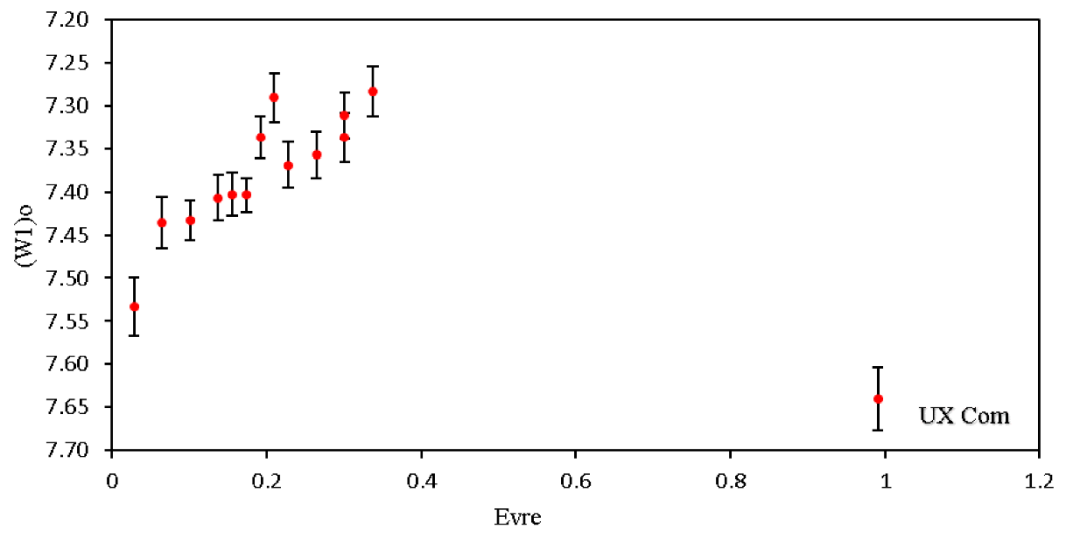
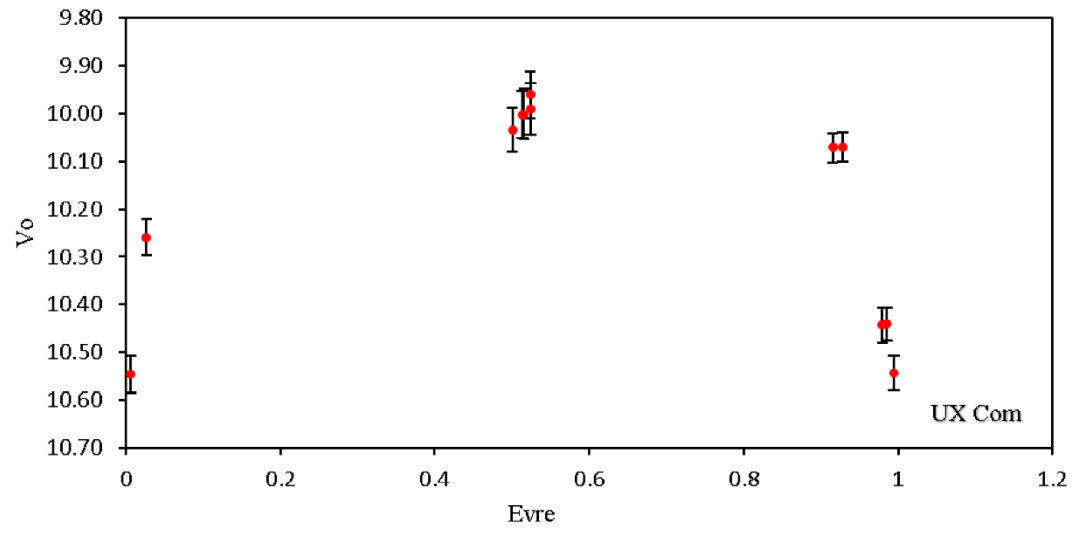


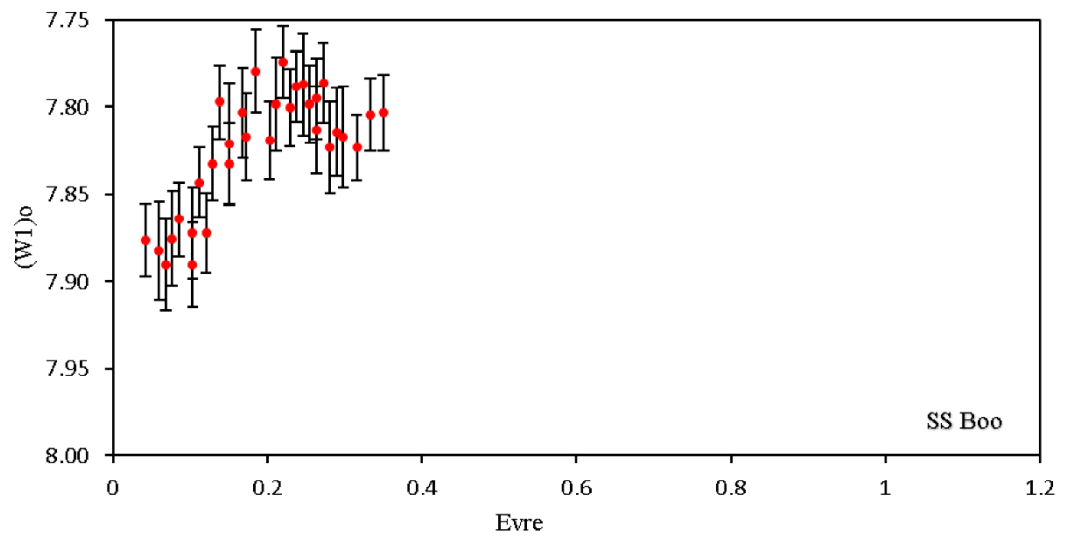
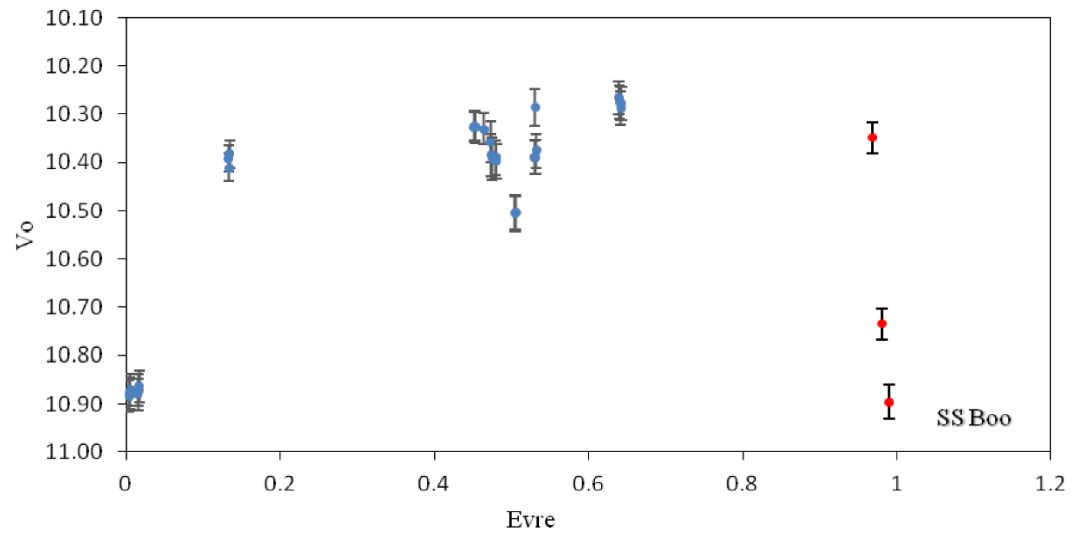


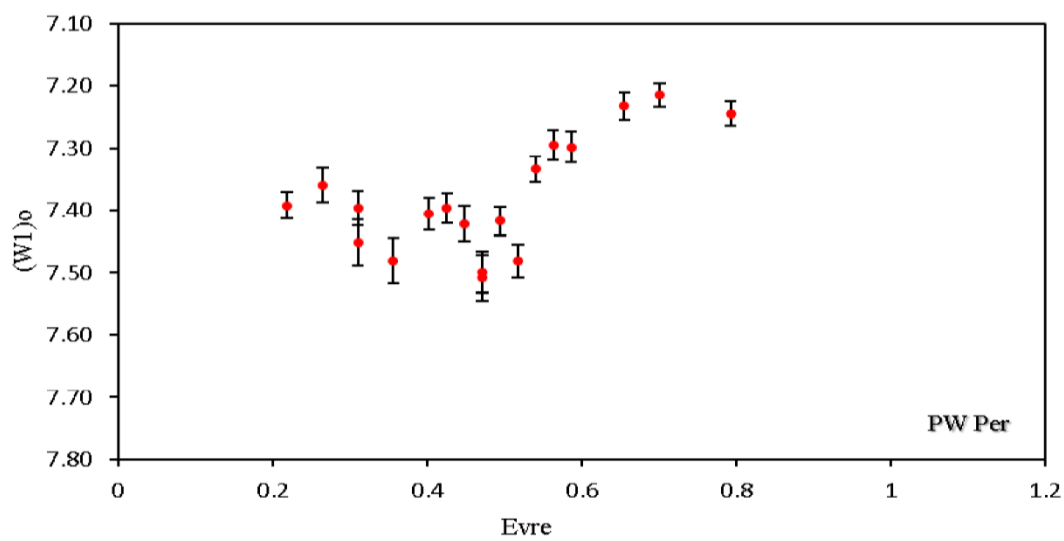
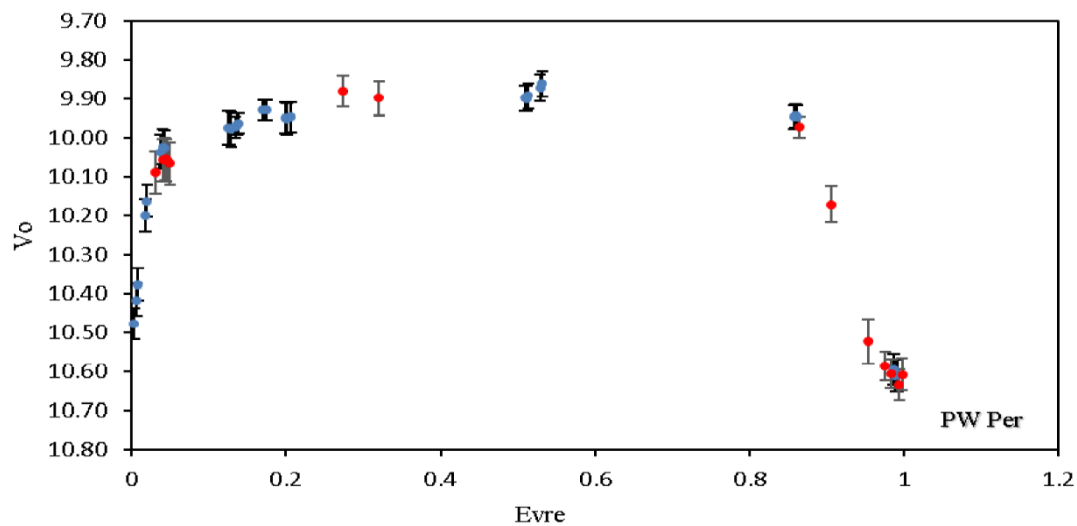


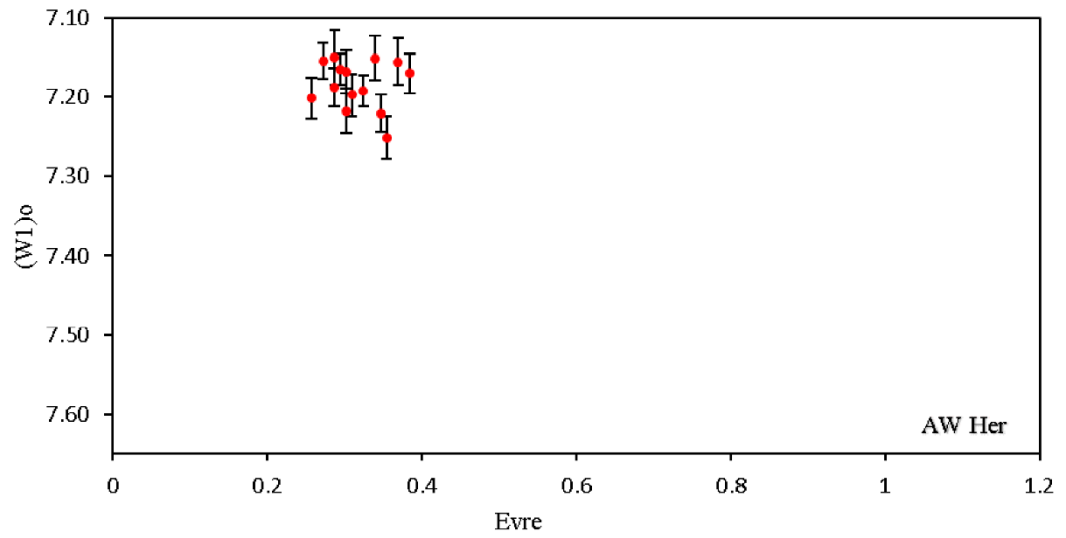
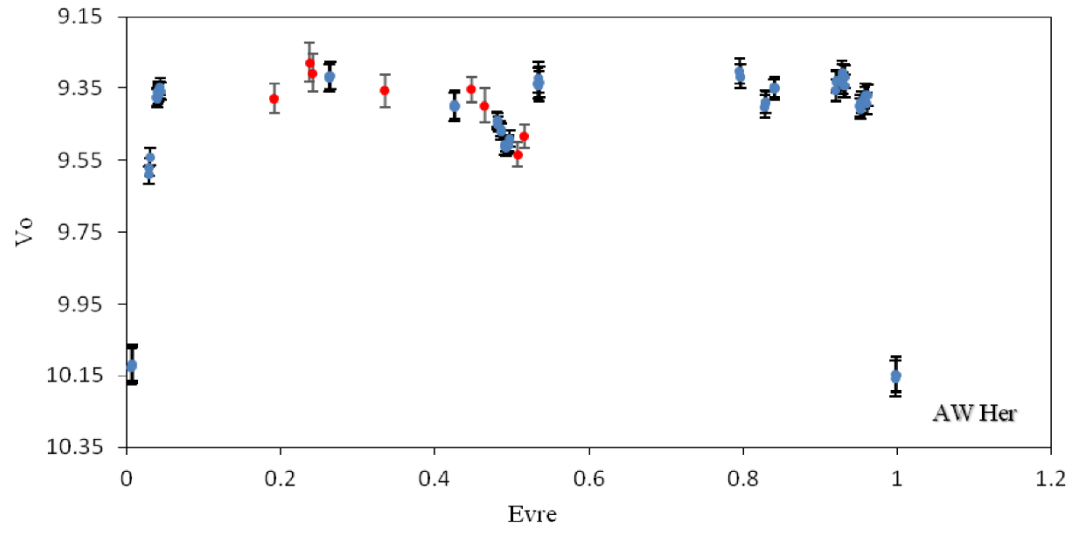


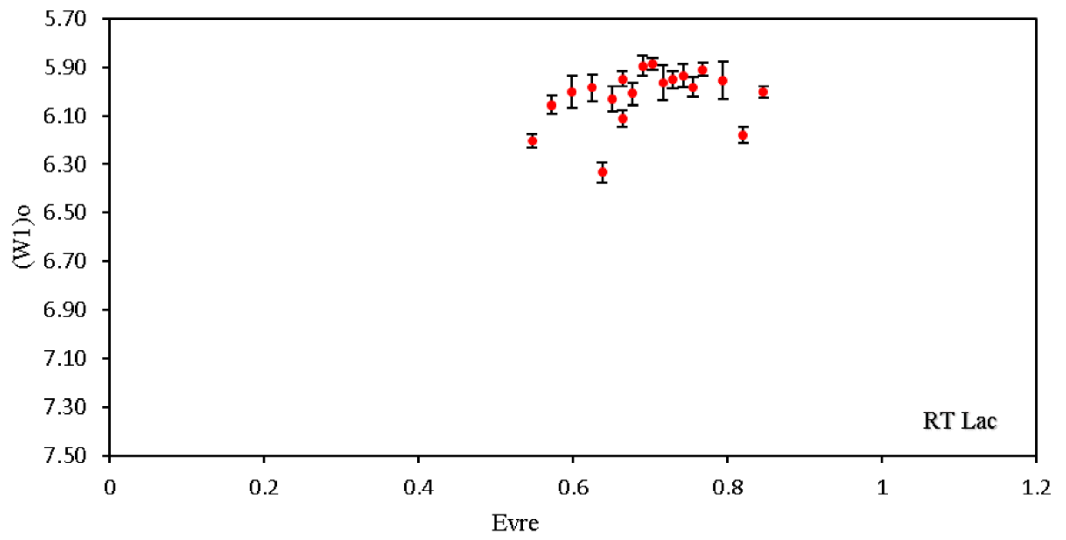
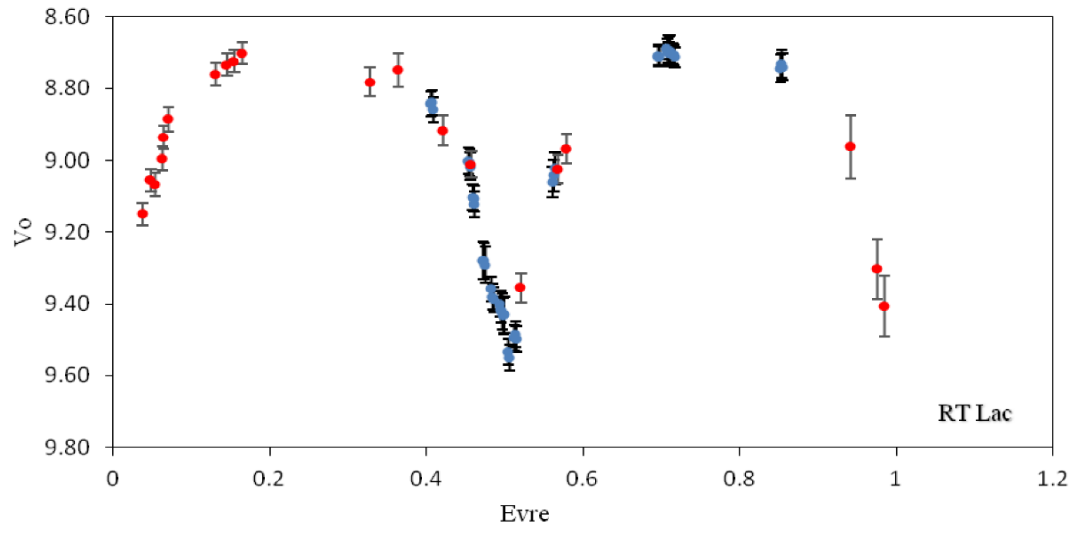


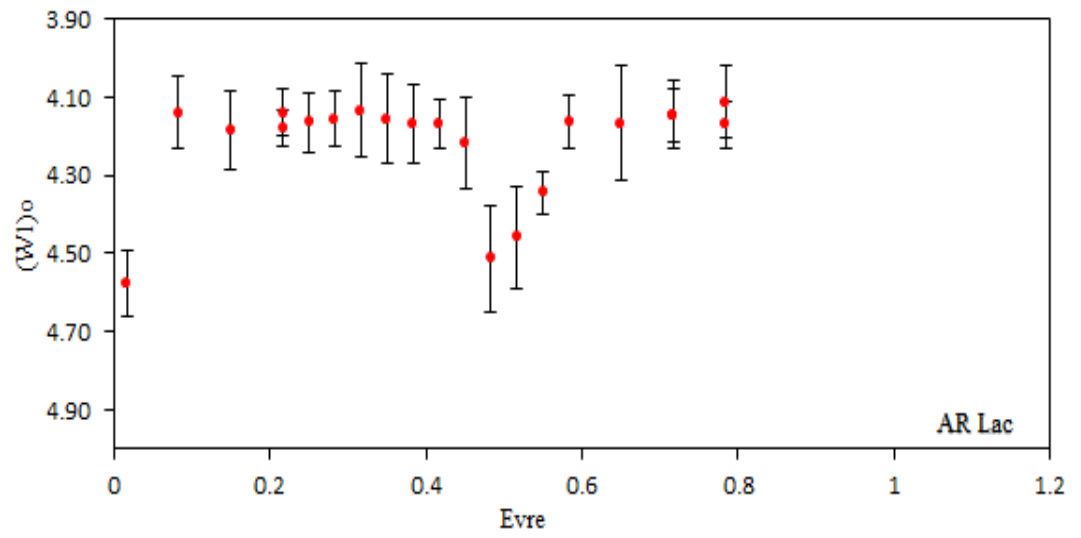
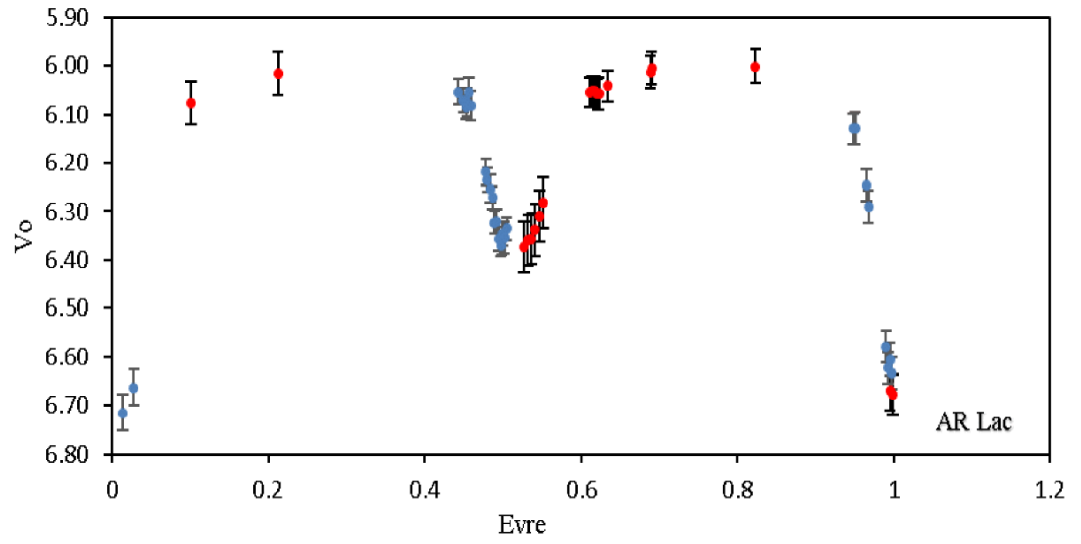


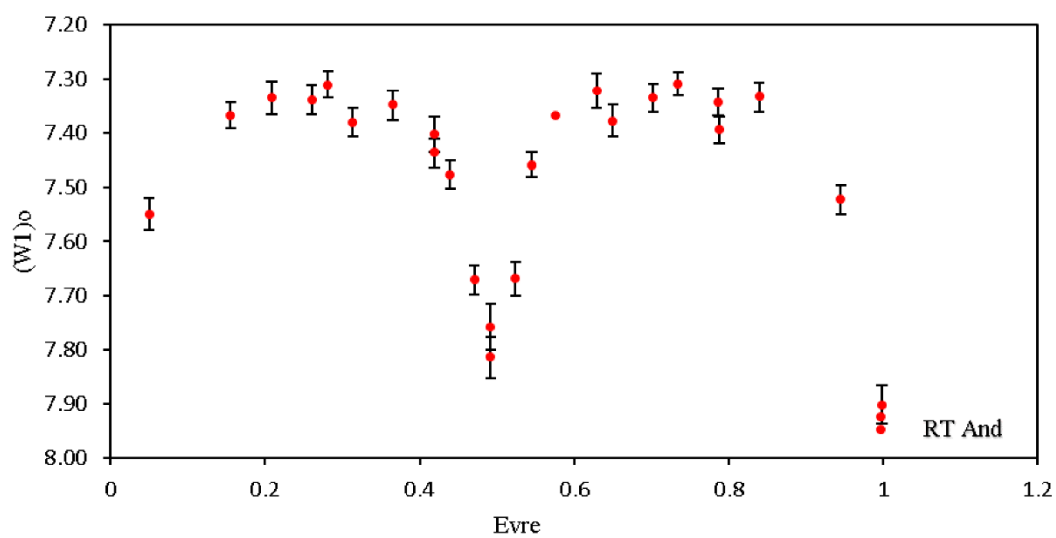
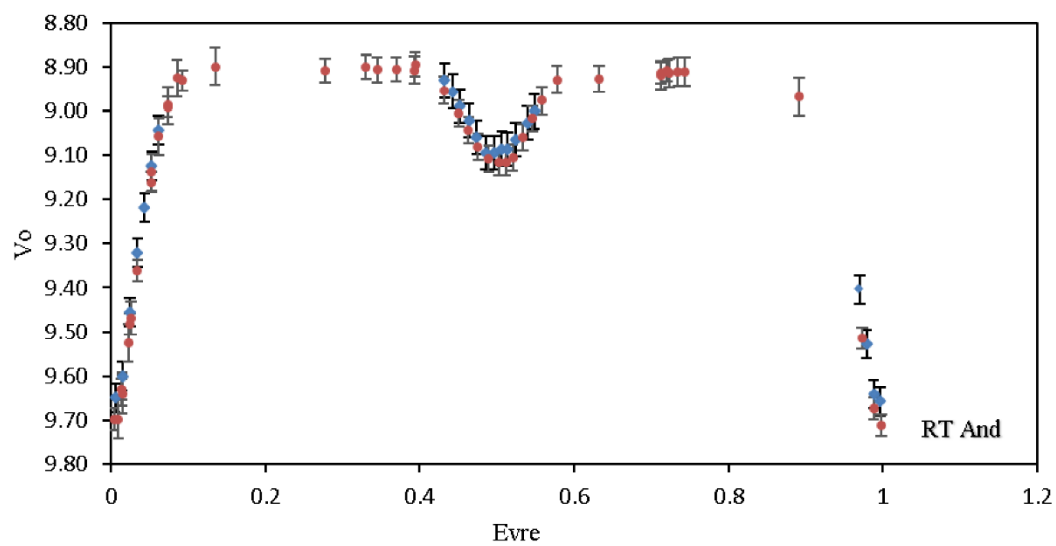












EK 5 Program yıldızlarına ilişkin renk artık değerleri (değerler kadir birimindedir)

Yıldız Adı	Min Türü	(B-V) _o (hata) kadir	RA _{(V-R)_o} (hata) kadir	RA _{(V-I)_o} (hata) kadir	RA _{(R-I)_o} (hata) kadir	RA _{(J-H)_o} (hata) kadir	RA _{(H-Ks)_o} (hata) kadir	RA _{(V-J)_o} (hata) kadir
LX Per	I	0.885(0.054)	0.031(0.005)	0.053(0.005)	0.022(0.001)	-	-	-
LX Per	II	0.682(0.038)	0.035(0.022)	0.066(0.025)	0.031(0.023)	0.07(0.01)	-0.01(0.02)	0.21(0.02)
LX Per	Tutulma Dışı	0.706(0.035)	0.029(0.027)	0.065(0.029)	0.035(0.021)	-	-	-
SV Cam	I	0.757(0.023)	0.030(0.021)	0.124(0.023)	0.093(0.022)	0.04(0.05)	0.05(0.05)	0.07(0.03)
SV Cam	II	0.691(0.029)	0.041(0.048)	0.103(0.017)	0.062(0.045)	-	-	-
SV Cam	Tutulma Dışı	0.681(0.024)	0.005(0.022)	0.086(0.024)	0.078(0.023)	-	-	-
VV Mon	I	1.005(0.058)	0.078(0.046)	0.214(0.039)	0.133(0.034)	-	-	-
VV Mon	II	-	-	-	-	-	-	-
VV Mon	Tutulma Dışı	0.778(0.039)	0.072(0.027)	0.218(0.028)	0.142(0.026)	-	-	-
GK Hya	I	0.672(0.047)	0.021(0.039)	0.062(0.037)	0.041(0.033)	-	-	-
GK Hya	II	-	-	-	-	-	-	-
GK Hya	Tutulma Dışı	0.678(0.045)	0.017(0.031)	0.055(0.033)	0.038(0.033)	0.1(0.03)	-0.01(0.03)	0.12(0.04)
RW UMa	I	-	-	-	-	-	-	-
RW UMa	II	0.615(0.047)	0.042(0.032)	0.119(0.035)	0.076(0.032)	-	-	-
RW UMa	Tutulma Dışı	0.643(0.028)	0.043(0.022)	0.123(0.023)	0.079(0.020)	0.13(0.03)	0.04(0.02)	0.35(0.04)
UX Com	I	1.038(0.041)	0.064(0.029)	0.175(0.026)	0.108(0.022)	0.17(0.05)	0.02(0.03)	0.38(0.04)
UX Com	II	0.851(0.061)	0.062(0.042)	0.155(0.044)	0.091(0.039)	-	-	-
UX Com	Tutulma Dışı	-	-	-	-	-	-	-
RS CVn	I	0.875(0.058)	0.087(0.049)	0.239(0.052)	0.148(0.049)	-	-	-
RS CVn	II	0.587(0.027)	0.046(0.026)	0.132(0.024)	0.084(0.025)	-	-	-
RS CVn	Tutulma Dışı	0.622(0.033)	0.043(0.027)	0.142(0.032)	0.096(0.026)	0.16(0.02)	0.01(0.02)	0.33(0.03)
SS Boo	I	0.962(0.021)	0.086(0.017)	0.226(0.052)	0.138(0.048)	0.02(0.02)	0.01(0.01)	0.62(0.04)
SS Boo	II	0.781(0.025)	0.069(0.025)	0.177(0.023)	0.107(0.024)	-	-	-

EK 5 Program yıldızlarına ilişkin renk artık değerleri (değerler kadir birimindedir) (Devam)

Yıldız Adı	Min Türü	(B-V) _o (hata) kadir	RA _{(V-R)_o} (hata) kadir	RA _{(V-I)_o} (hata) kadir	RA _{(R-I)_o} (hata) kadir	RA _{(J-H)_o} (hata) kadir	RA _{(H-Ks)_o} (hata) kadir	RA _{(V-J)_o} (hata) kadir
SS Boo	T. Dışı	0.797(0.023)	0.055(0.027)	0.173(0.031)	0.115(0.022)	-	-	-
PW Her	I	1.069(0.071)	0.064(0.044)	0.159(0.042)	0.095(0.038)	-	-	-
PW Her	II	0.859(0.031)	0.064(0.021)	0.144(0.026)	0.081(0.019)	0.14(0.03)	0.05(0.02)	0.07(0.04)
PW Her	Tutulma Dışı	0.871(0.026)	0.060(0.032)	0.147(0.023)	0.088(0.031)	-	-	-
AW Her	I	1.017(0.045)	0.032(0.029)	0.053(0.041)	0.021(0.035)	-	-	-
AW Her	II	0.719(0.023)	0.036(0.017)	0.071(0.043)	0.033(0.015)	-	-	-
AW Her	Tutulma Dışı	0.769(0.022)	0.016(0.033)	0.049(0.025)	0.032(0.031)	0.11(0.01)	0.01(0.02)	0.11(0.05)
RT Lac	I	1.031(0.035)	0.052(0.019)	0.118(0.018)	0.065(0.017)	-	-	-
RT Lac	II	1.112(0.031)	0.048(0.024)	0.078(0.024)	0.031(0.025)	-	-	-
RT Lac	Tutulma Dışı	1.024(0.028)	0.051(0.024)	0.107(0.018)	0.056(0.022)	0.08(0.04)	-0.02(0.04)	0.21(0.04)
AR Lac	I	0.873(0.039)	0.020(0.029)	0.017(0.035)	0.010(0.03)	-	-	-
AR Lac	II	0.739(0.026)	0.037(0.015)	0.059(0.014)	0.023(0.016)	0.40(0.25)	-0.03(0.04)	-0.37(0.25)
AR Lac	Tutulma Dışı	0.774(0.042)	0.007(0.032)	0.011(0.027)	0.005(0.028)	-	-	-
RT And	I	0.612(0.032)	0.031(0.021)	0.083(0.027)	0.051(0.025)	-	-	-
RT And	II	0.505(0.031)	0.037(0.031)	0.038(0.024)	0.002(0.028)	0.03(0.01)	0.03(0.02)	0.12(0.03)
RT And	Tutulma Dışı	0.552(0.038)	0.028(0.027)	0.059(0.026)	0.026(0.030)	-	-	-

EK 5 Program yıldızlarına ilişkin renk artık değerleri (değerler kadir birimindedir) (Devam)

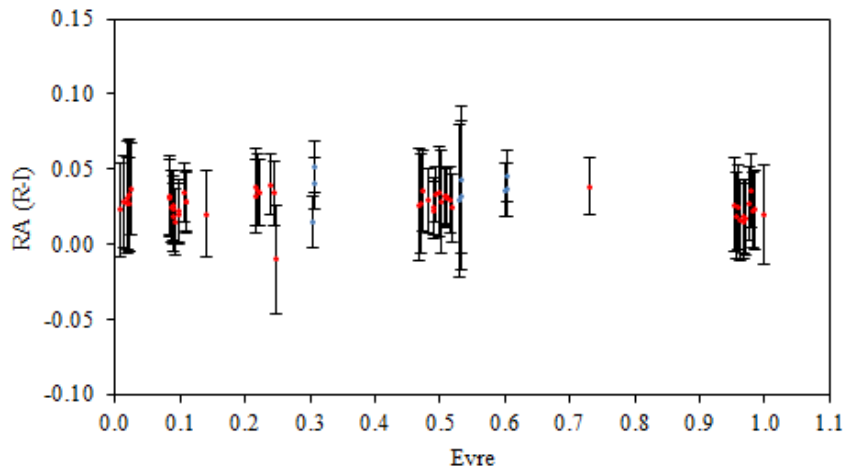
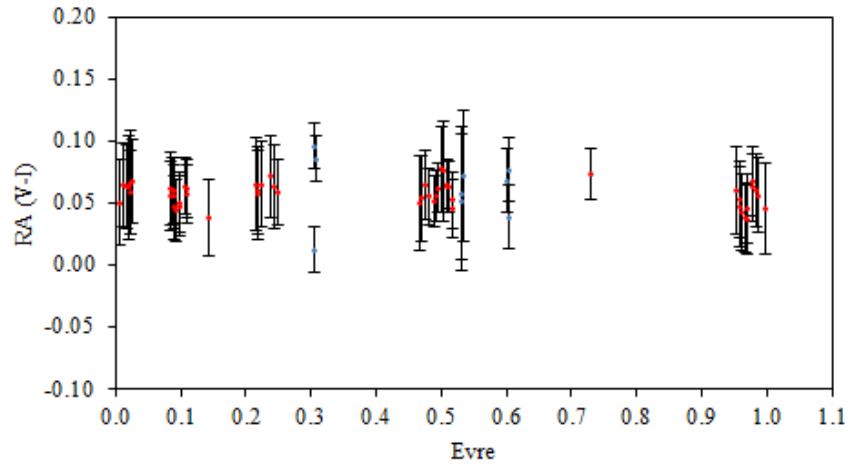
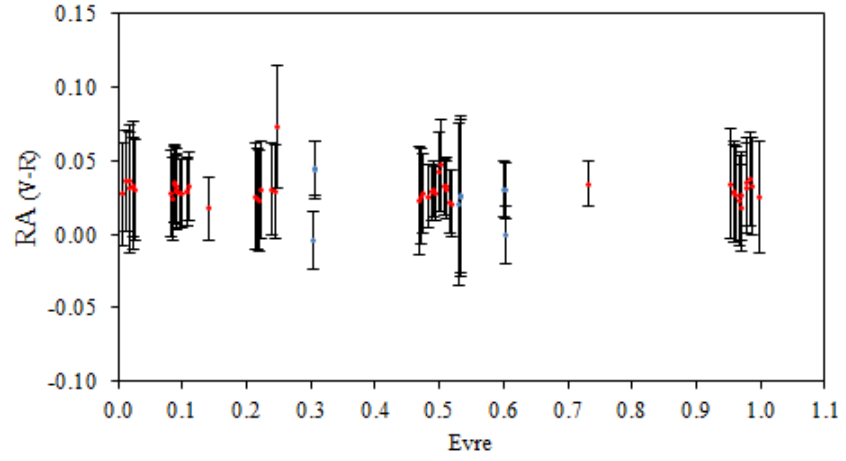
Yıldız Adı	Min Türü	$RA_{(V-H)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-Ks)o}$ (hata) kadir	$RA_{(W1-W2)o}$ (hata) kadir	$RA_{(W2-W3)o}$ (hata) kadir	$RA_{(W3-W4)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W1)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W2)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W3)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W4)o}$ (hata) kadir
LX Per	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LX Per	II	0.28(0.02)	0.27(0.03)	-	-	-	-	-	-	-
LX Per	T. Dış	-	-	0.02(0.05)	-0.02(0.05)	0.06(0.05)	0.28(0.01)	0.31(0.05)	0.27(0.01)	0.31(0.06)
SV Cam	I	0.11(0.05)	0.15(0.03)	0.01(0.01)	0.04(0.01)	0.46(0.04)	0.32(0.05)	0.32(0.04)	0.36(0.05)	0.81(0.04)
SV Cam	II	-	-	-0.01(0.04)	0.13(0.03)	0.19(0.31)	0.13(0.04)	0.12(0.04)	0.25(0.04)	0.42(0.31)
SV Cam	T. Dış	-	-	0.05(0.03)	0.03(0.01)	-0.02(0.23)	0.21(0.03)	0.26(0.02)	0.28(0.01)	0.04(0.03)
VV Mon	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VV Mon	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VV Mon	T. Dış	-	-	0.03(0.03)	0.06(0.03)	0.06(0.21)	0.82(0.03)	0.85(0.03)	0.91(0.02)	0.95(0.21)
GK Hya	I	-	-	0.06(0.01)	0.07(0.03)	0.24(0.29)	-0.06(0.02)	-0.01(0.01)	0.06(0.02)	0.28(0.29)
GK Hya	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GK Hya	T. Dış	0.21(0.04)	0.20(0.03)	0.01(0.03)	0.02(0.03)	0.29(0.22)	0.17(0.04)	0.17(0.04)	0.19(0.04)	0.46(0.22)
RW UMa	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RW UMa	II	-	-	0.04(0.02)	0.10(0.01)	0.84(0.1)	0.38(0.05)	0.41(0.05)	0.52(0.06)	1.25(0.15)
RW UMa	T. Dış	0.47(0.04)	0.52(0.04)	0.06(0.03)	0.07(0.02)	0.65(0.06)	0.49(0.03)	0.55(0.03)	0.61(0.04)	1.24(0.03)
UX Com	I	0.54(0.05)	0.56(0.03)	0.07(0.04)	0.05(0.04)	-0.22(0.42)	0.40(0.05)	0.46(0.04)	0.51(0.05)	0.29(0.42)
UX Com	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UX Com	T. Dış	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RS CVn	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RS CVn	II	-	-	0.07(0.04)	0.01(0.02)	0.07(0.10)	0.55(0.03)	0.59(0.02)	0.61(0.03)	0.64(0.07)
RS CVn	T. Dış	0.49(0.03)	0.51(0.03)	0.11(0.02)	-0.04(0.01)	0.08(0.01)	0.53(0.01)	0.64(0.01)	0.59(0.02)	0.65(0.01)

EK 5 Program yıldızlarına ilişkin renk artık değerleri (değerler kadir birimindedir) (Devam)

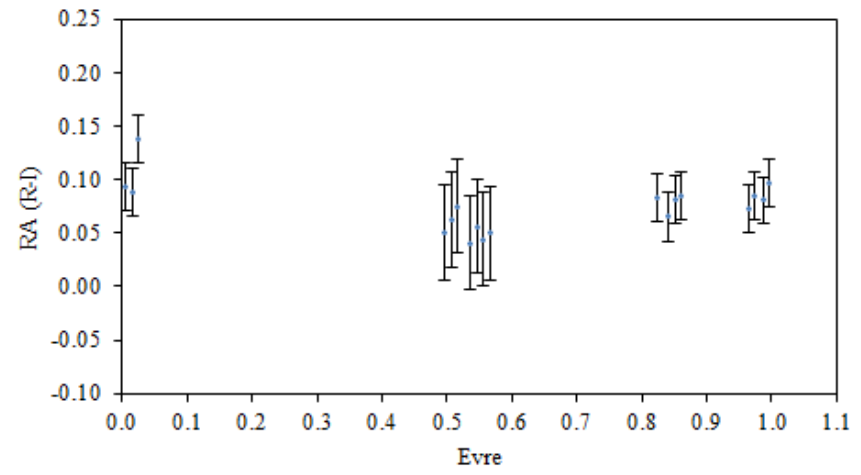
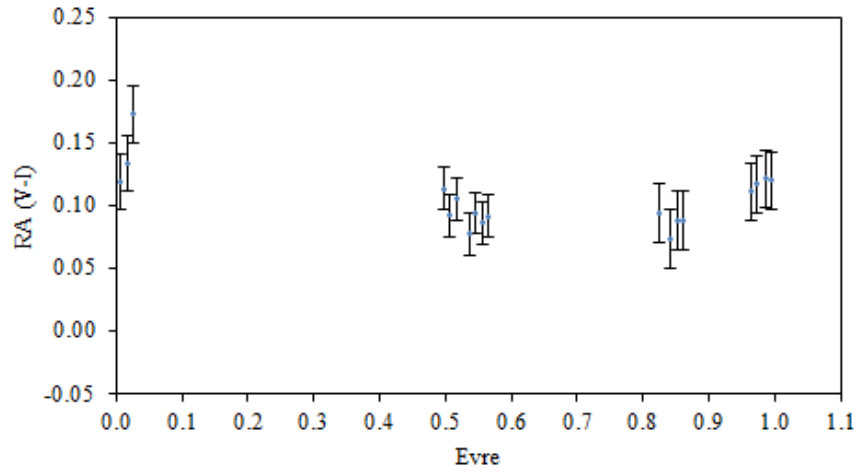
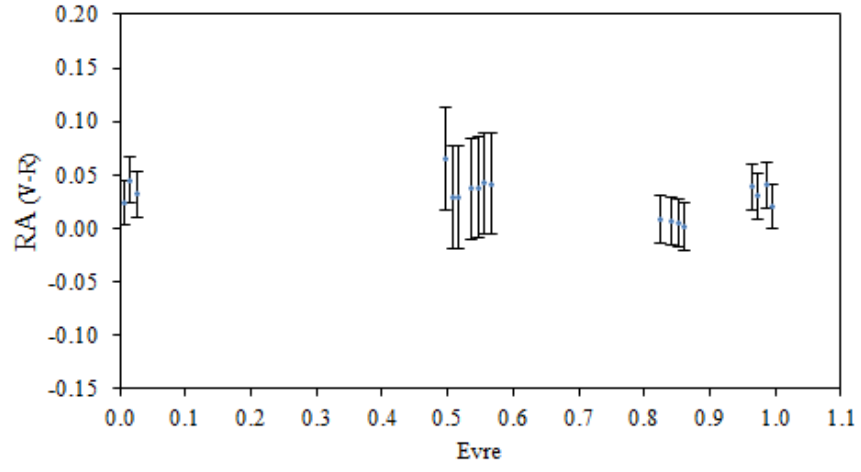
Yıldız Adı	Min Türü	$RA_{(V-H)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-Ks)o}$ (hata) kadir	$RA_{(W1-W2)o}$ (hata) kadir	$RA_{(W2-W3)o}$ (hata) kadir	$RA_{(W3-W4)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W1)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W2)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W3)o}$ (hata) kadir	$RA_{(V-W4)o}$ (hata) kadir
SS Boo	I	0.63(0.03)	0.64(0.03)	0.03(0.03)	0.11(0.04)	0.14(0.23)	0.58(0.01)	0.61(0.02)	0.71(0.02)	0.85(0.23)
SS Boo	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SS Boo	T. Dışı	-	-	0.05(0.02)	0.04(0.02)	0.39(0.30)	0.71(0.02)	0.76(0.01)	0.80(0.01)	1.17(0.30)
PW Her	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PW Her	II	0.21(0.04)	0.25(0.04)	0.07(0.03)	0.10(0.03)	0.27(0.23)	0.33(0.04)	0.39(0.04)	0.49(0.04)	0.75(0.23)
PW Her	T. Dışı	-	-	0.09(0.05)	0.06(0.02)	0.01(0.26)	0.37(0.05)	0.46(0.07)	0.53(0.06)	0.52(0.28)
AW Her	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AW Her	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AW Her	T. Dışı	0.22(0.05)	0.23(0.05)	0.01(0.03)	0.05(0.04)	0.08(0.21)	0.28(0.03)	0.28(0.02)	0.32(0.03)	0.39(0.20)
RT Lac	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RT Lac	II	-	-	-0.06(0.04)	0.07(0.03)	-0.05(0.12)	0.31(0.05)	0.25(0.05)	0.33(0.05)	0.27(0.12)
RT Lac	T. Dışı	0.27(0.06)	0.25(0.04)	0.01(0.02)	0.05(0.06)	-0.02(0.01)	0.27(0.02)	0.27(0.04)	0.31(0.03)	0.29(0.03)
AR Lac	I	-	-	0.41(0.11)	-0.36(0.07)	0.03(0.05)	0.08(0.10)	0.48(0.08)	0.13(0.05)	0.13(0.06)
AR Lac	II	0.03(0.04)	0.01(0.03)	0.31(0.15)	-0.28(0.07)	0.09(0.03)	0.07(0.14)	0.38(0.09)	0.09(0.06)	0.16(0.06)
AR Lac	T. Dışı	-	-	0.28(0.02)	-0.22(0.03)	0.03(0.04)	0.01(0.02)	0.29(0.04)	0.07(0.03)	0.08(0.05)
RT And	I	-	-	0.01(0.04)	0.08(0.01)	0.41(0.44)	0.19(0.07)	0.21(0.04)	0.28(0.04)	0.67(0.46)
RT And	II	0.14(0.03)	0.17(0.03)	0.06(0.03)	0.04(0.03)	0.3(0.24)	0.03(0.03)	0.09(0.01)	0.12(0.04)	0.39(0.24)
RT And	T. Dışı	-	-	0.02(0.05)	0.05(0.05)	0.05(0.30)	0.14(0.03)	0.16(0.04)	0.19(0.02)	0.22(0.31)

EK 6 Etkin çift yıldızların, görsel bölge renk artıklarının çift sistemlerin yörünge evresine karşılık değişimleri. Mavi noktalar AÜKR, kırmızı noktalar TUG verisidir (parlaklıklar kadar birimindedir)

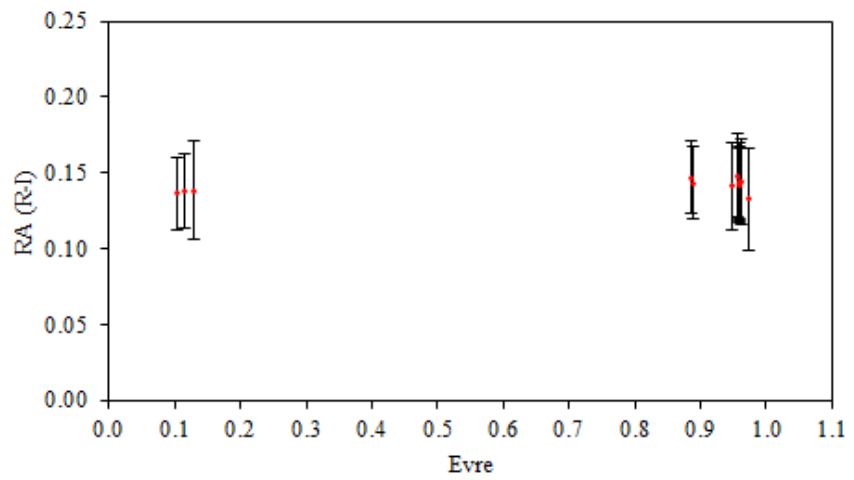
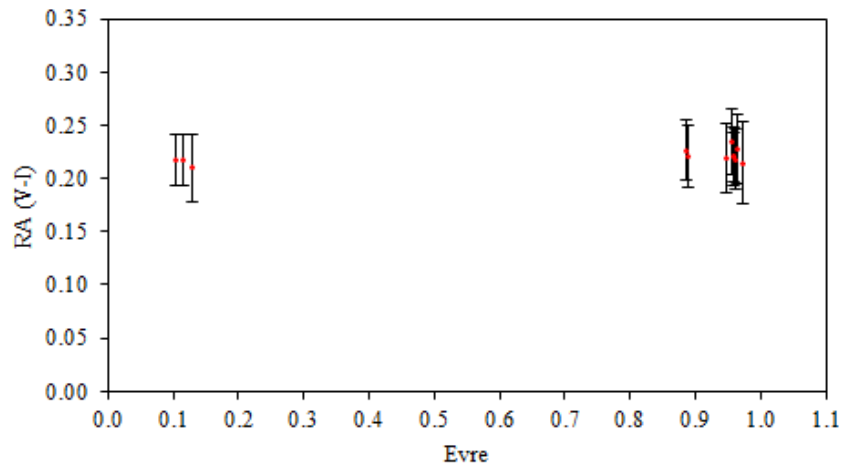
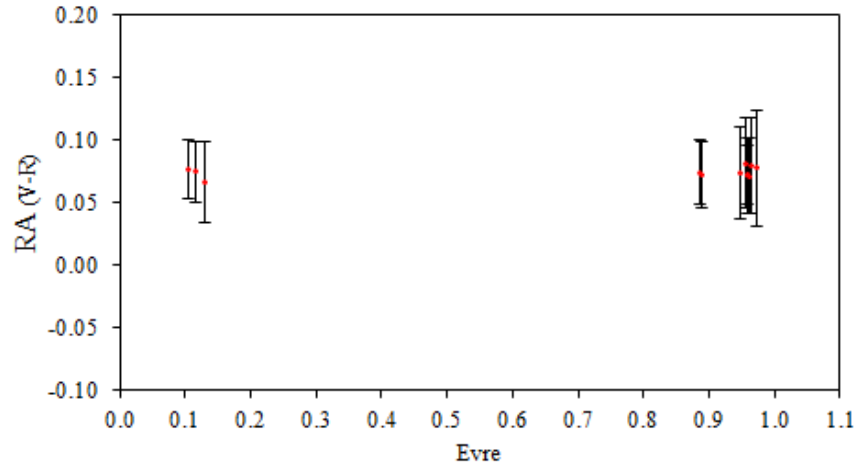
a) LX Per etkin çift sistemine ait grafikler;



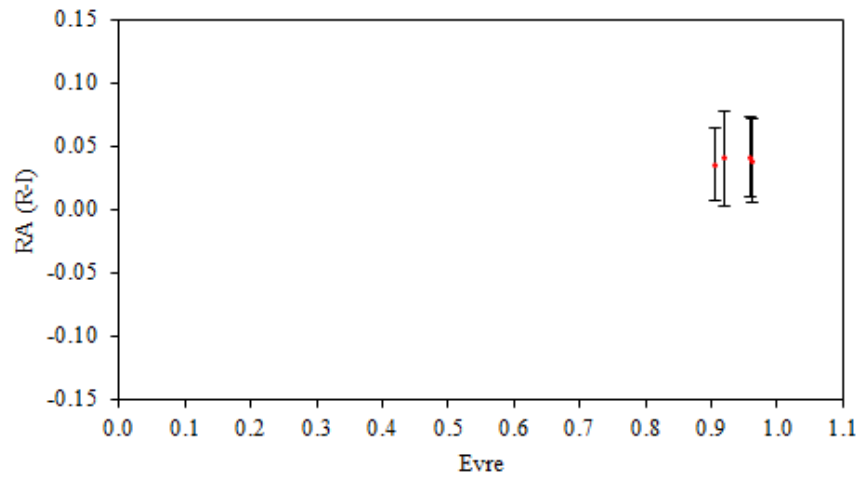
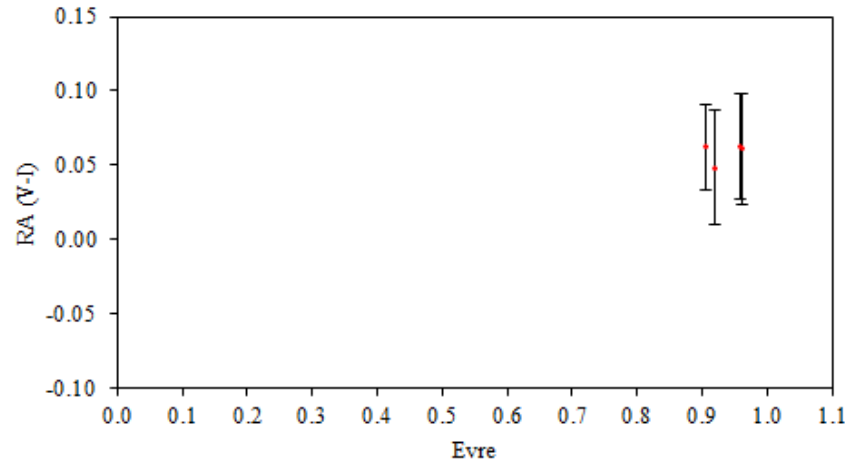
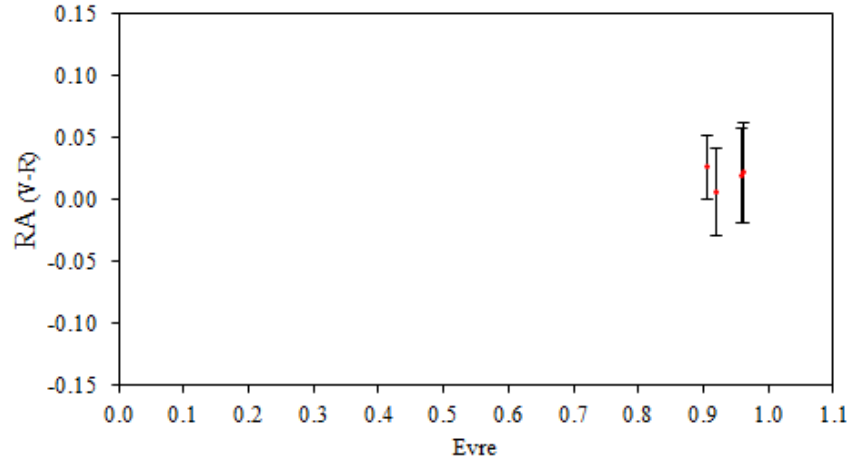
b) SV Cam etkin çift sistemine ait grafikler;



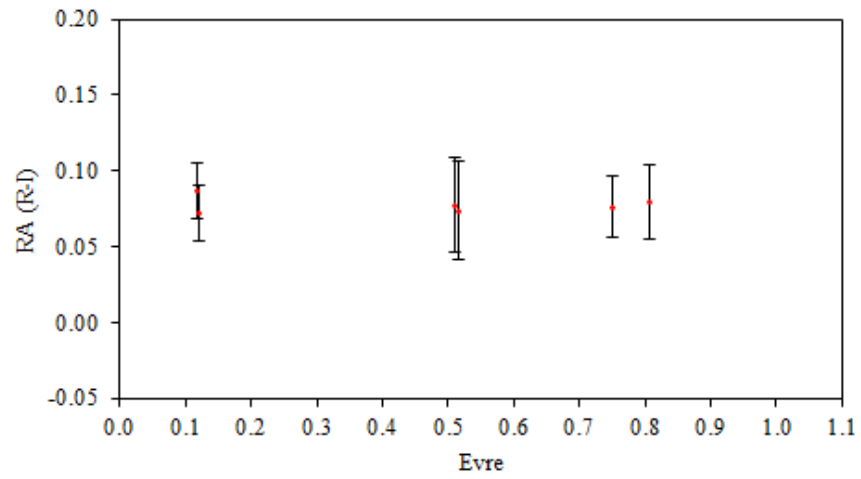
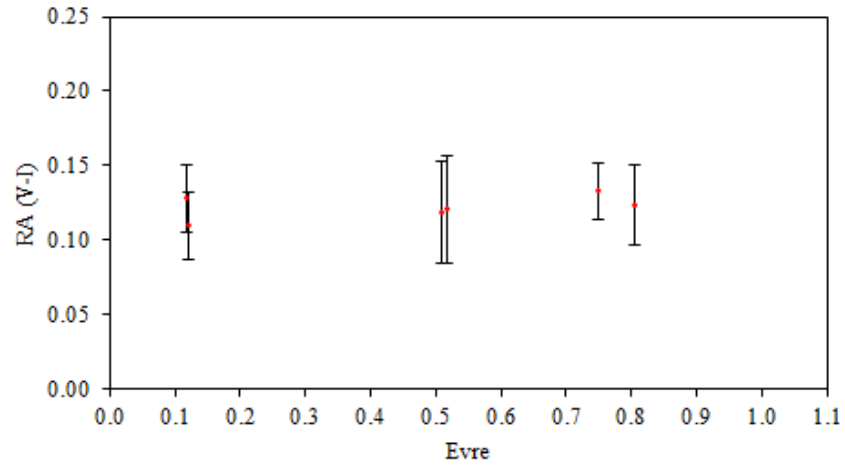
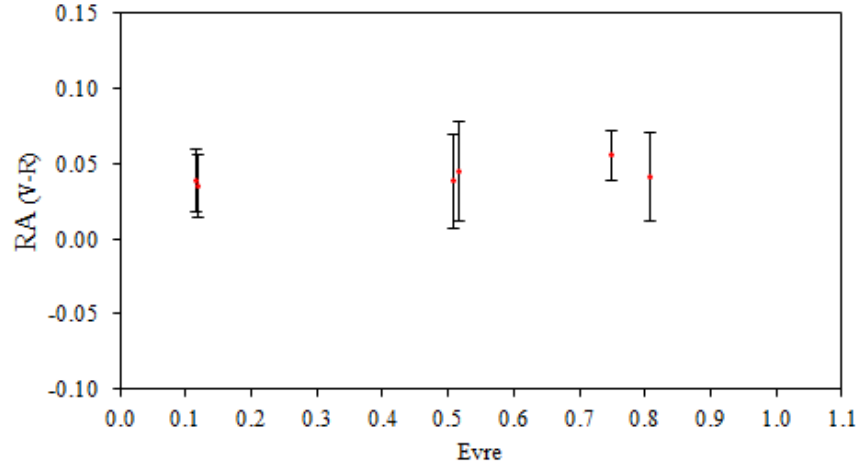
c) VV Mon etkin çift sistemine ait grafikler;



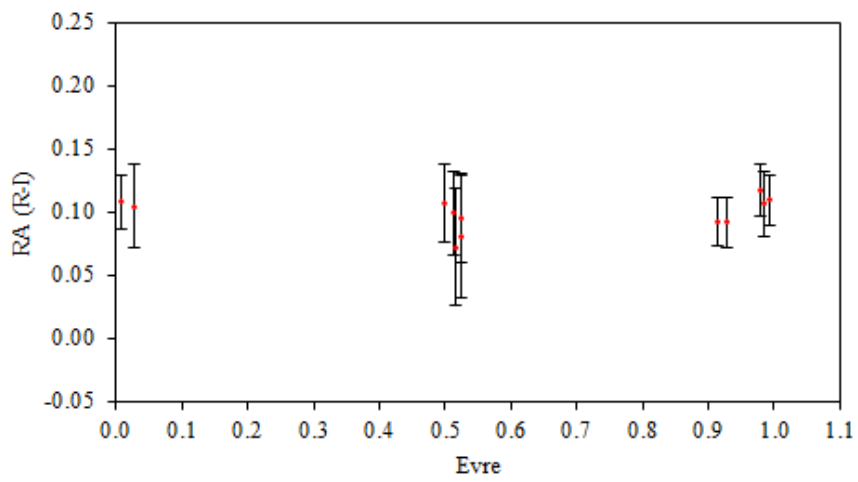
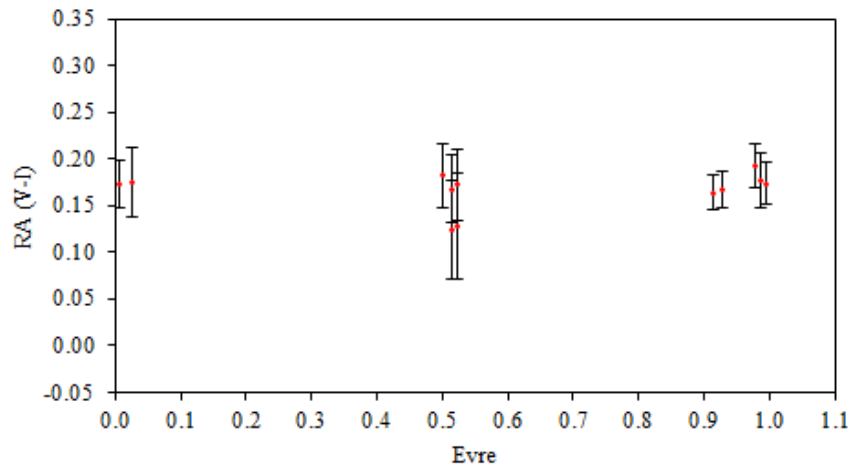
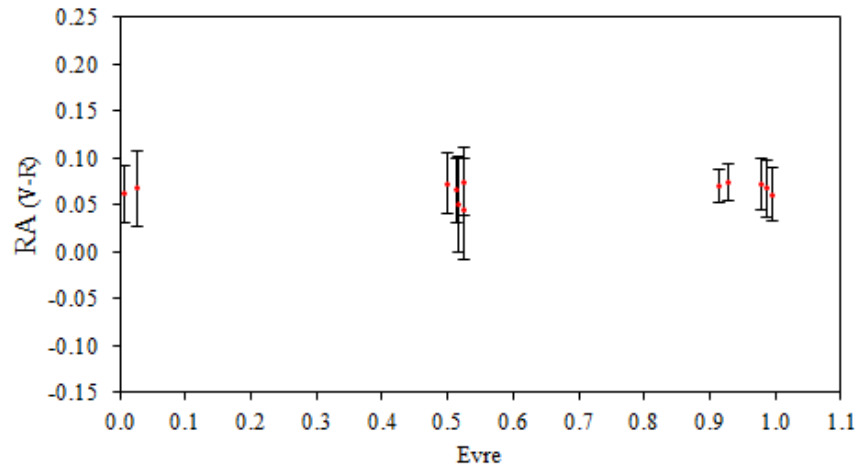
d) GK Hya etkin çift sistemine ait grafikler;



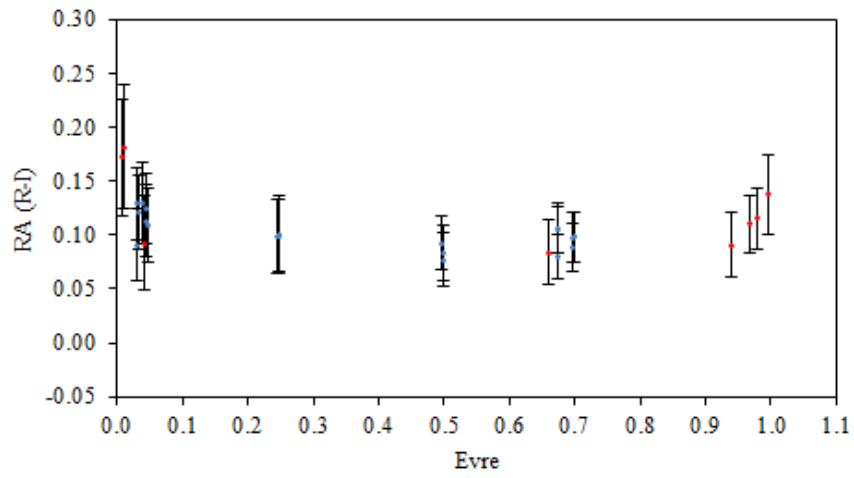
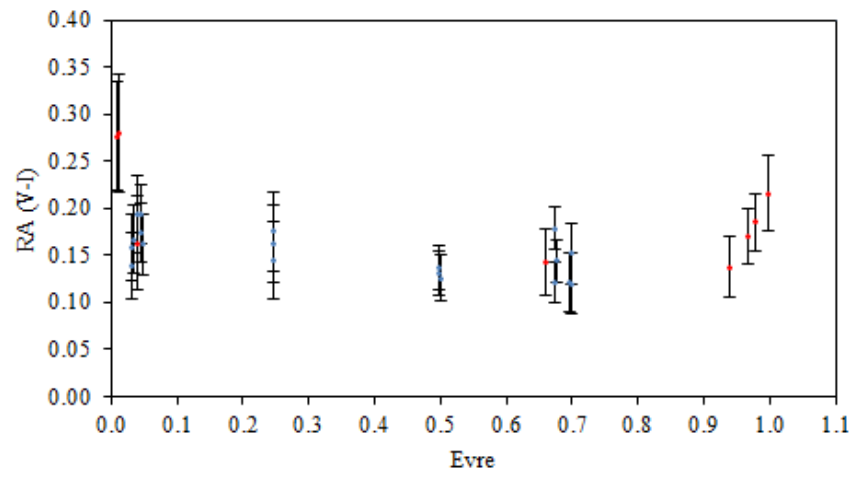
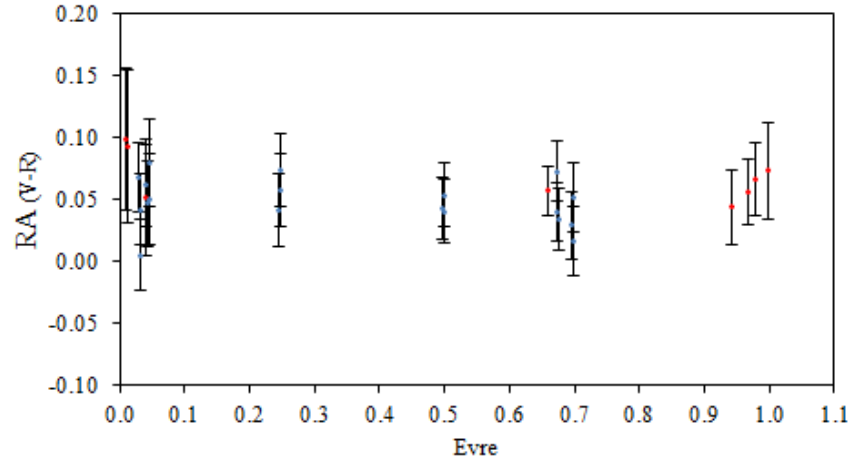
e) RW UMa etkin çift sistemine ait grafikler;



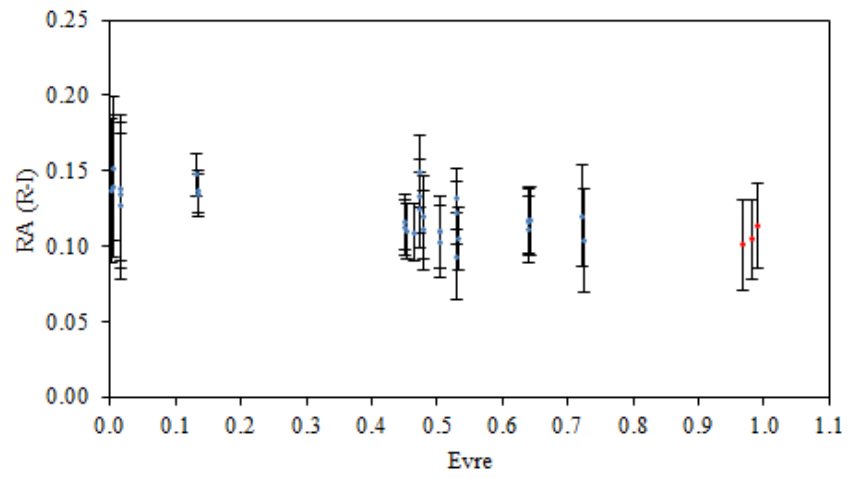
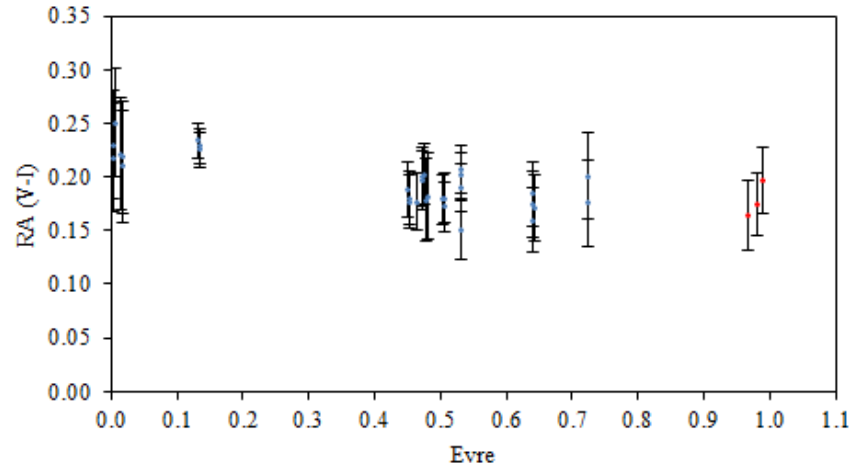
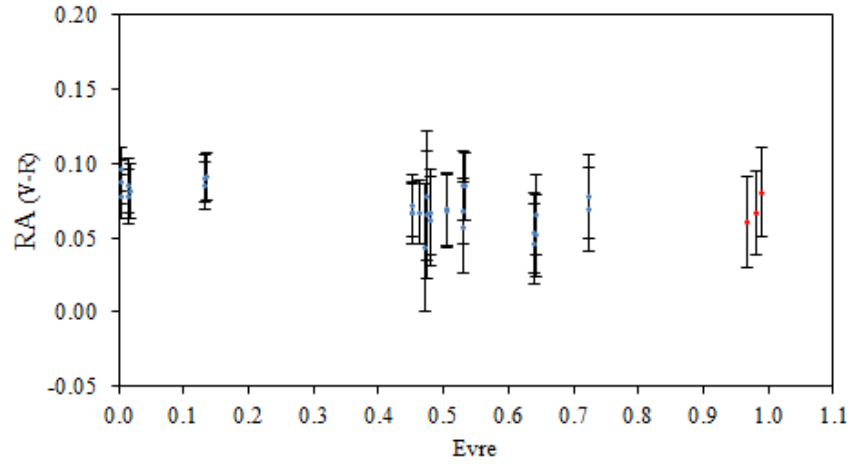
f) UX Com etkin çift sistemine ait grafikler;



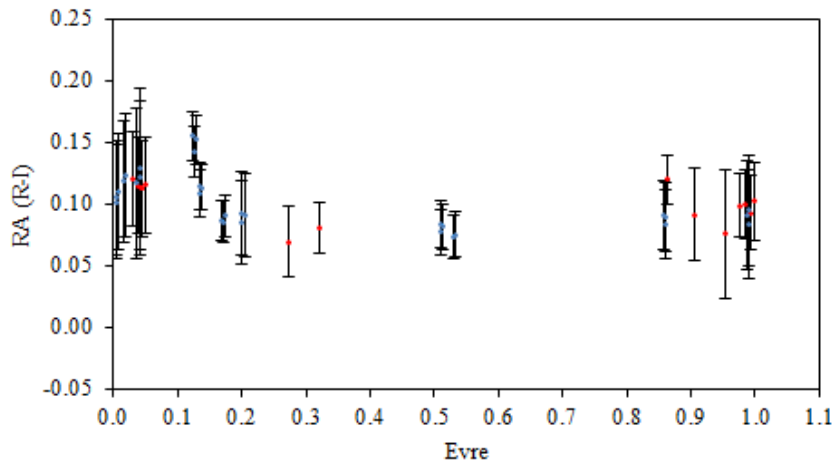
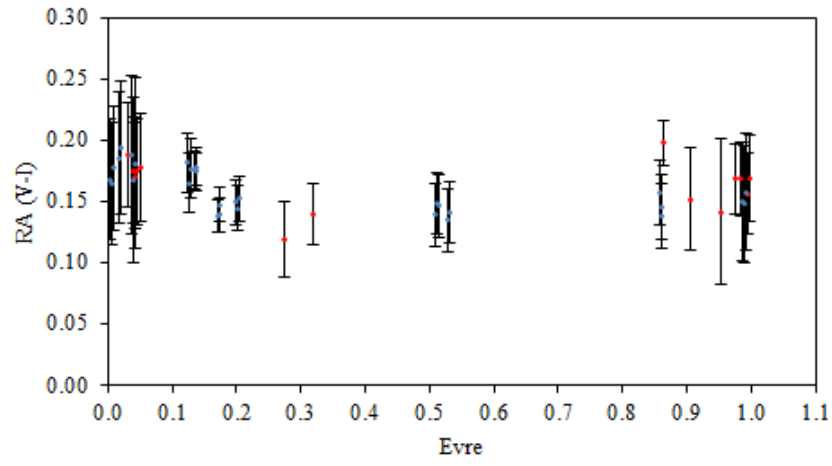
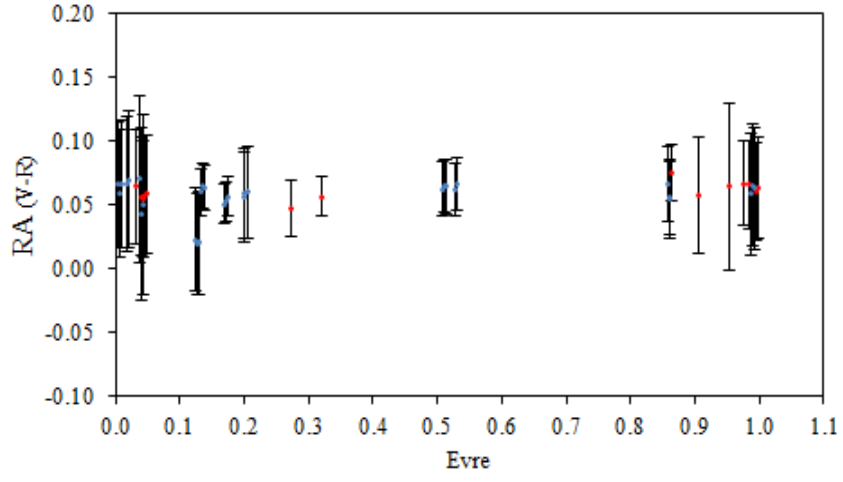
g) RS CVn etkin çift sistemine ait grafikler;



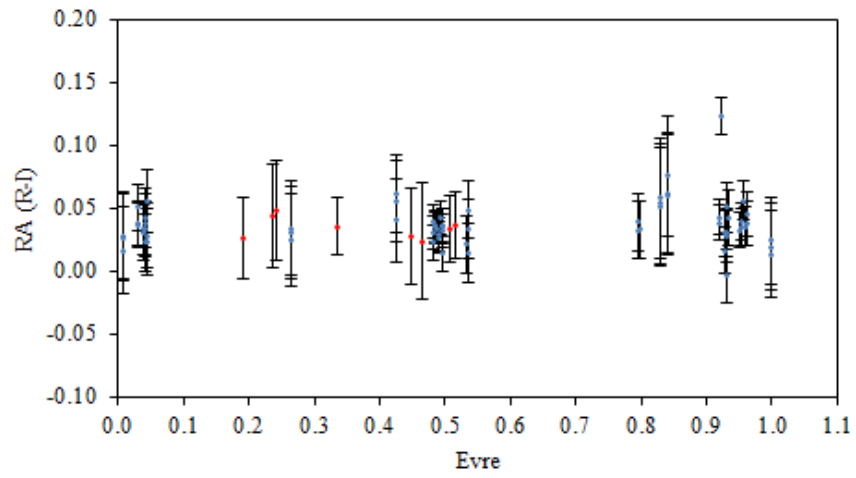
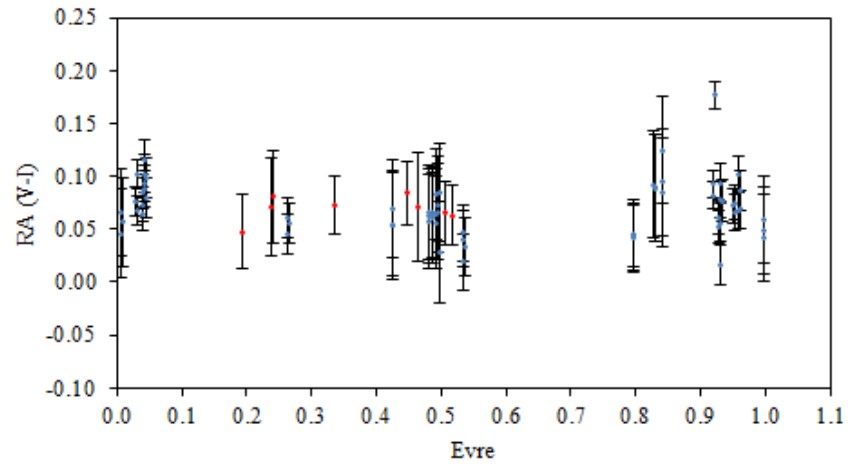
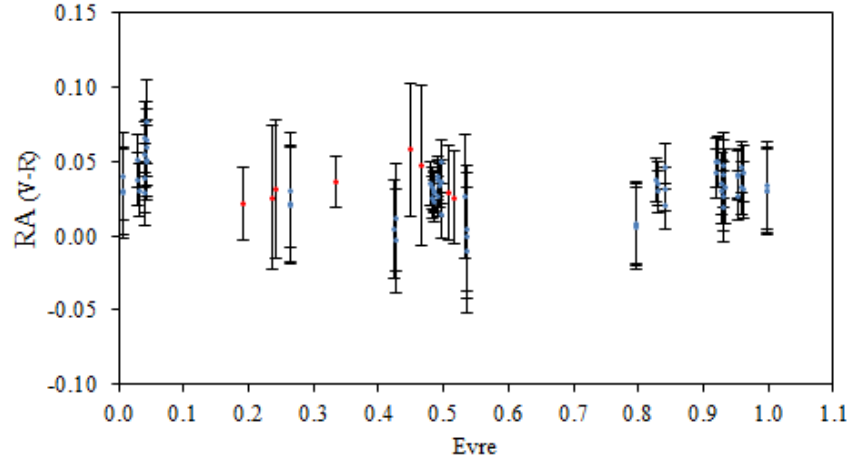
h) SS Boo etkin çift sistemine ait grafikler;



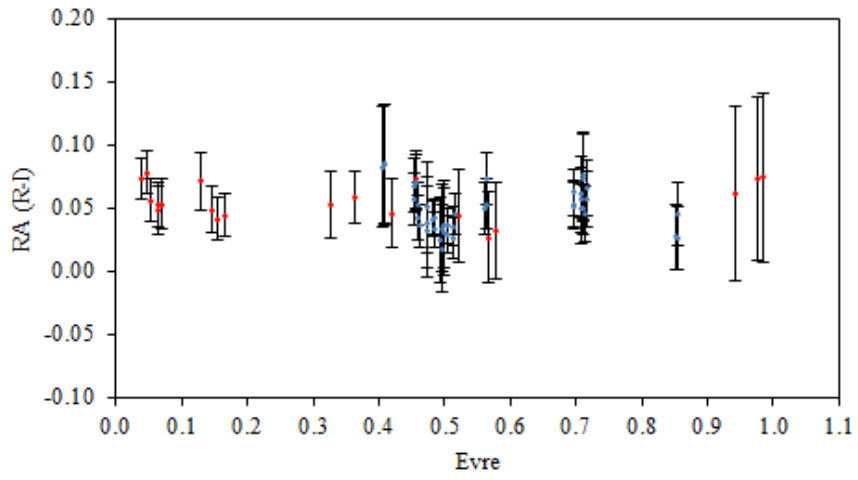
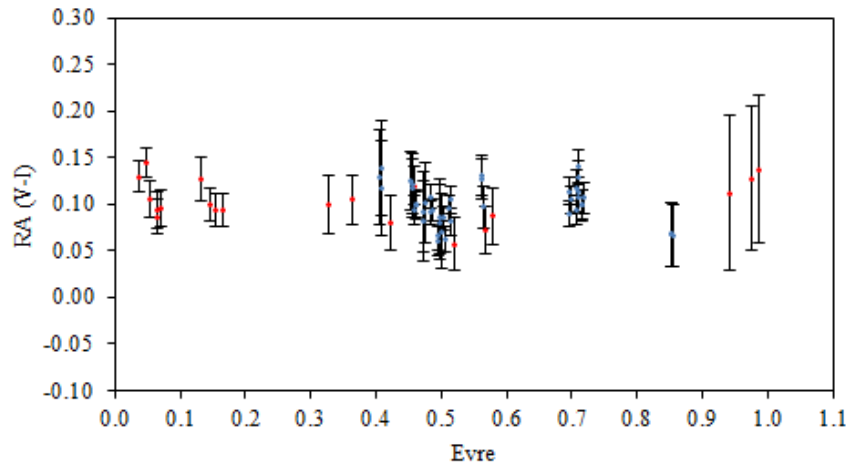
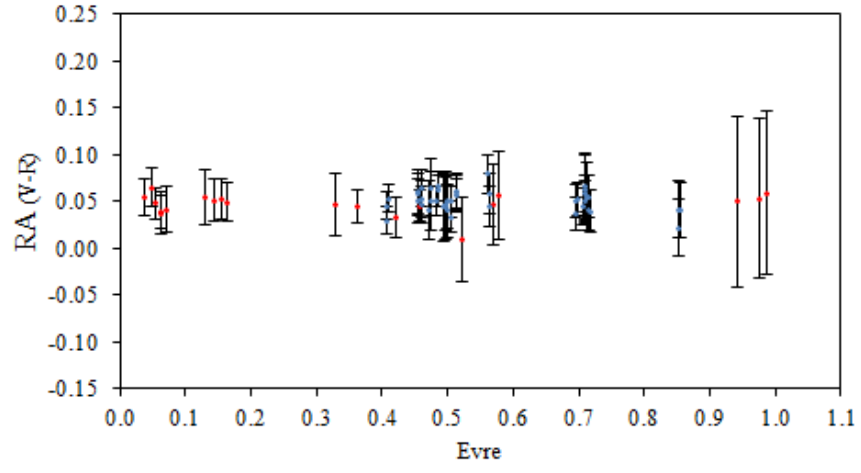
i) PW Her etkin çift sistemine ait grafikler;



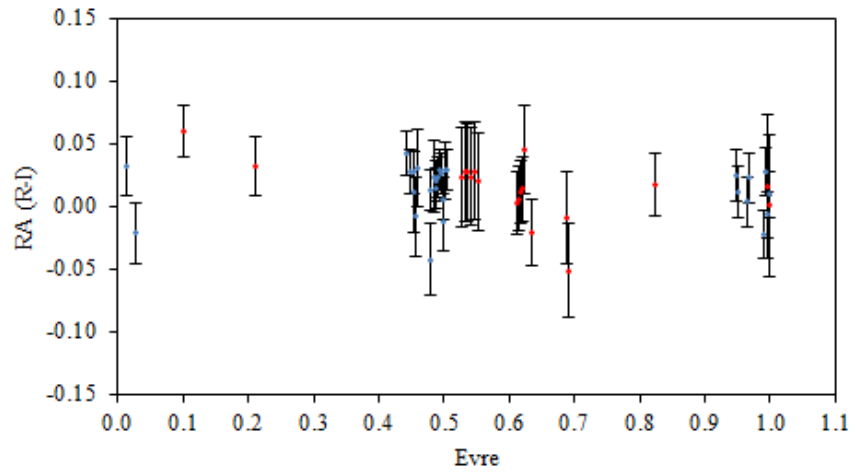
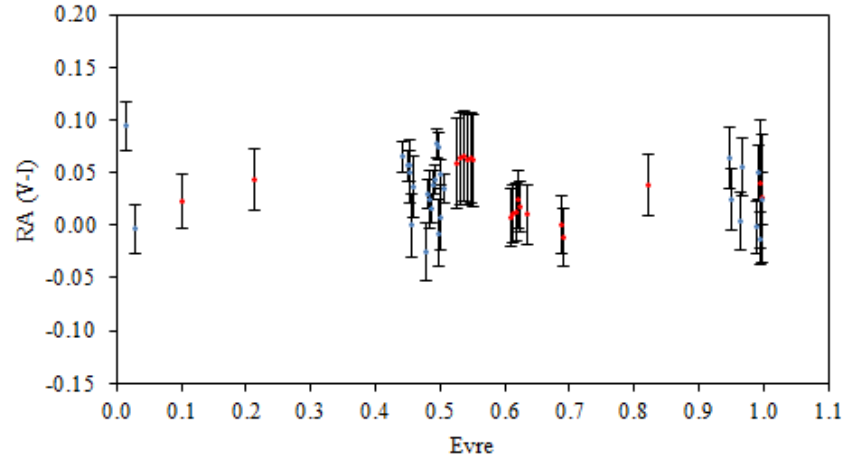
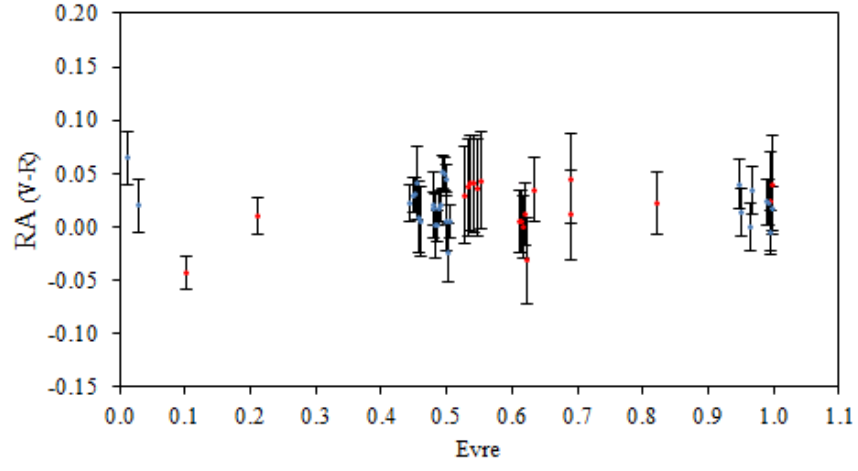
j) AW Her etkin çift sistemine ait grafikler;



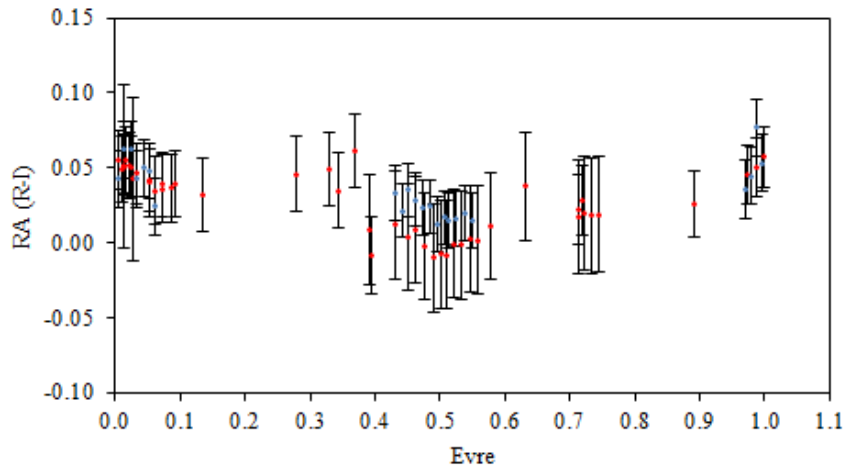
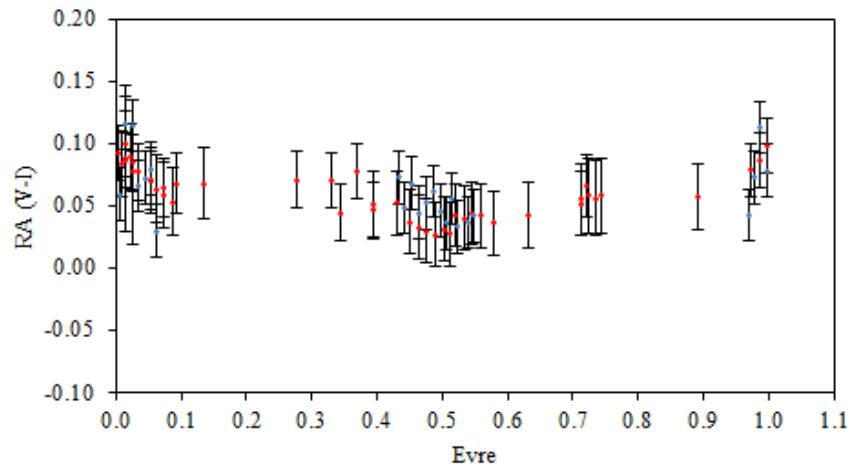
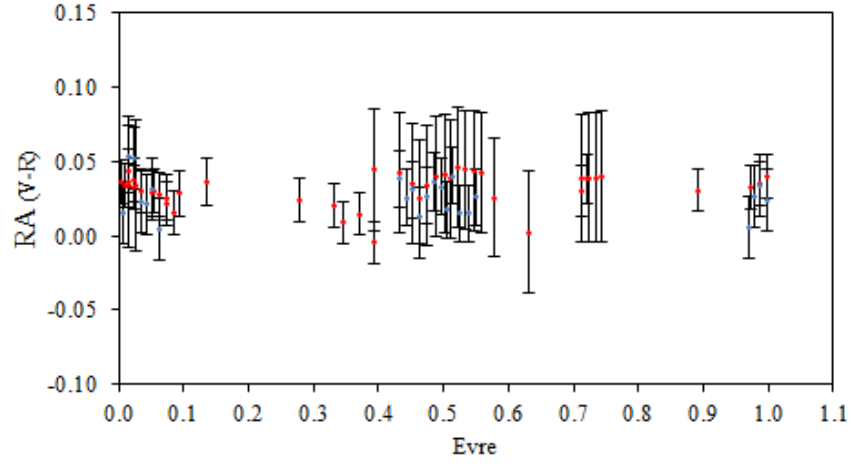
k) RT Lac etkin çift sistemine ait grafikler;



l) AR Lac etkin çift sistemine ait grafikler;

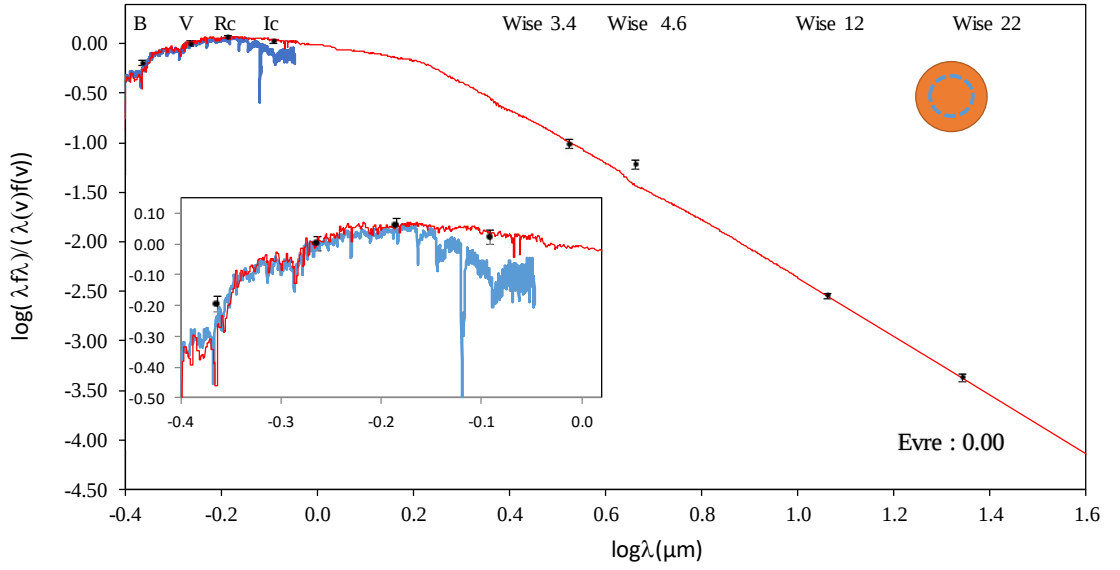


m) RT And etkin çift sistemine ait grafikler;

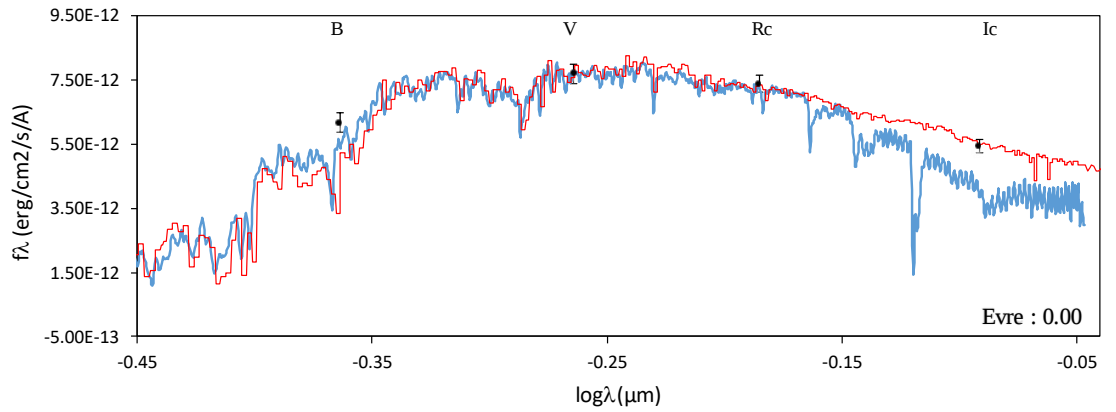


EK 7 AR Lac çift yıldız sistemine ait düşük çözünürlüklü TFOSC süreklilik tayfları ve bu tayflara ait model çözümleri. Mavi çizgi gözlenen tayfı, kırmızı çizgi model sentetik tayfını (G0 IV için $T(K)=5750$, $\text{Log}(g)=4.0 \text{ cm/s}^2$ ve $Z=0$, K0 IV için $T(K)=5000$, $\text{Log}(g)=3.5 \text{ cm/s}^2$ ve $Z=0$), siyah noktalar fotometrik verileri göstermektedir. Kırmızı ve mavi daireler şematik olarak çift sisteminin evreye bağlı konumlarını göstermektedir. a) Normalize tayfsal enerji dağılımı, b) Görsel akı dağılımı göstermektedir

a)

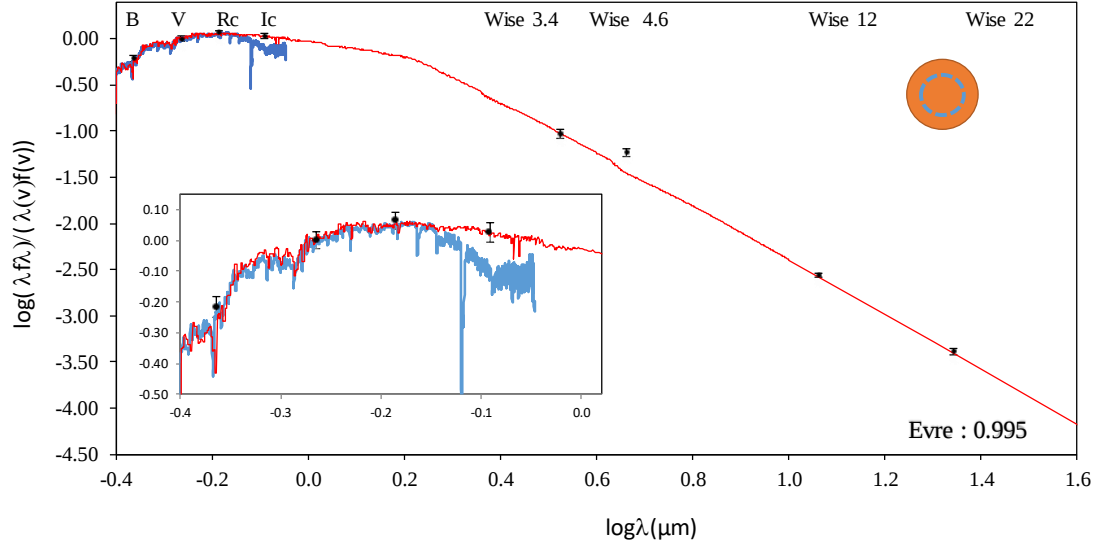


b)

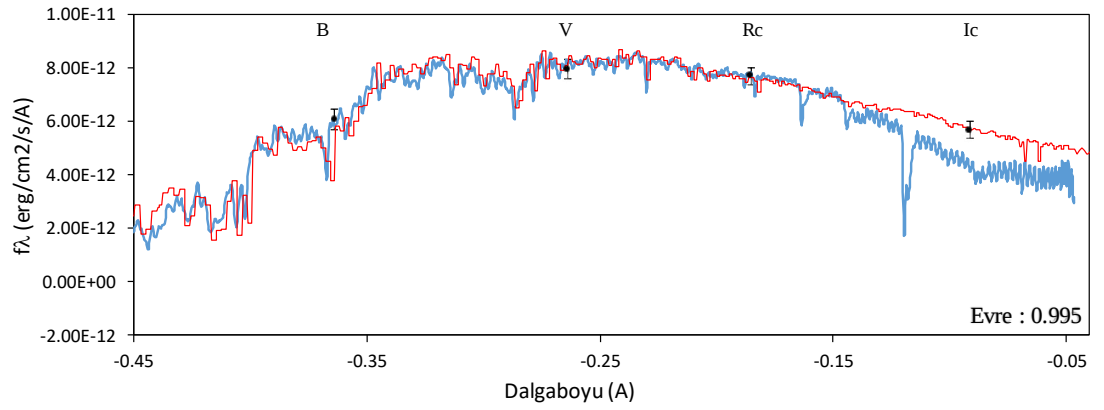


TFOSC tayfçekeri ile, 10.10.2015 tarih ve 23:03:01 UT, HJD= 2457306.464, hava kütlesi = 1.47, poz süresi = 20 sn verilerek elde edilmiştir

a)

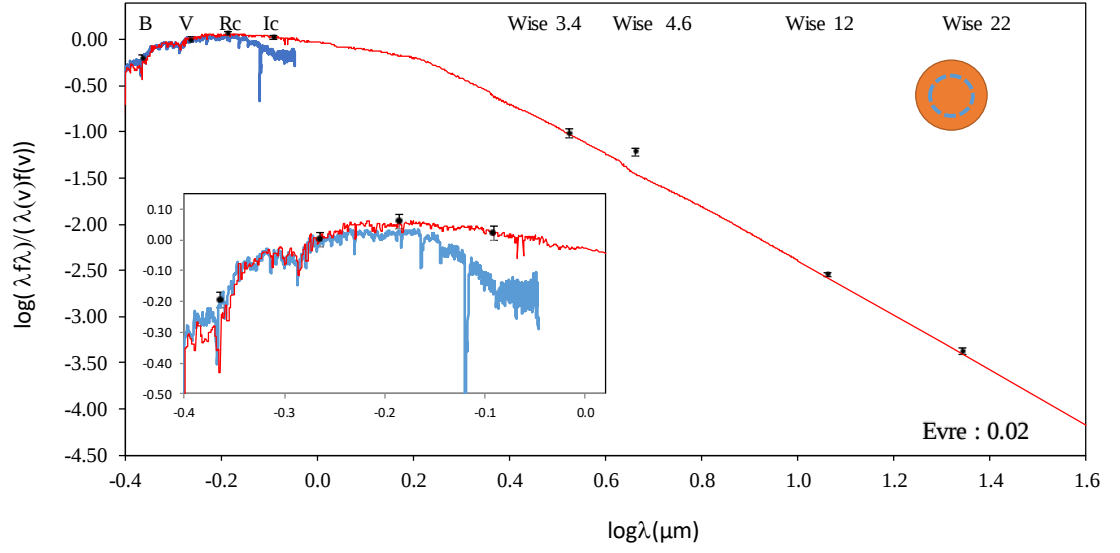


b)

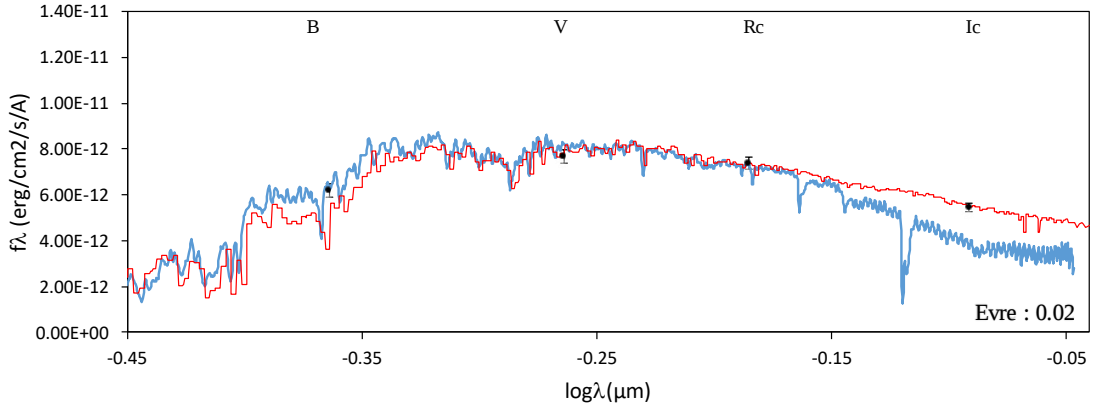


TFOSC tayfçekeri ile, 12.10.2015 tarih ve 22:11:28 UT, HJD= 2457308.428, hava kütlesi = 1.29, poz süresi = 30 sn verilerek elde edilmiştir

a)

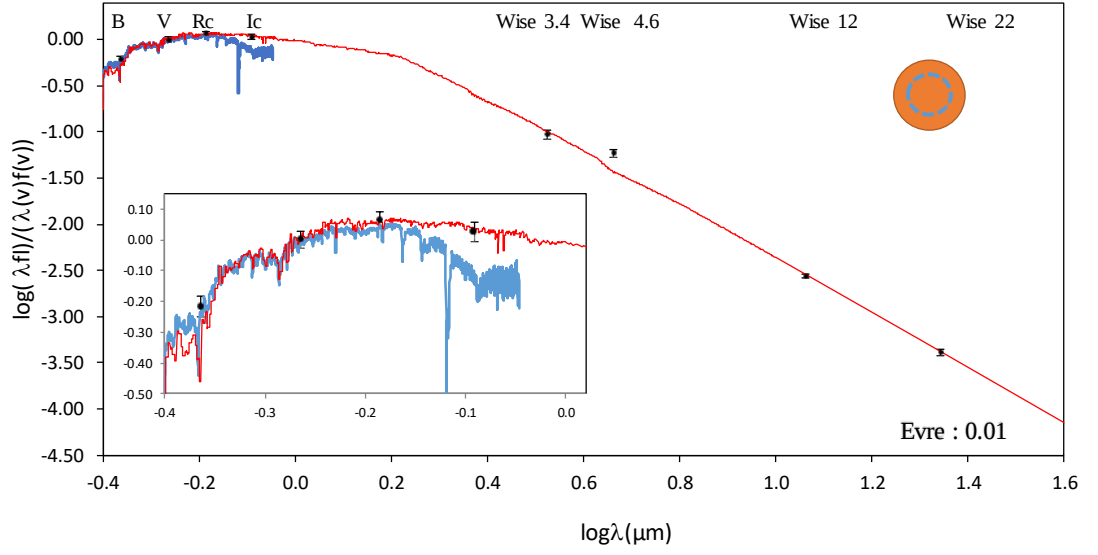


b)

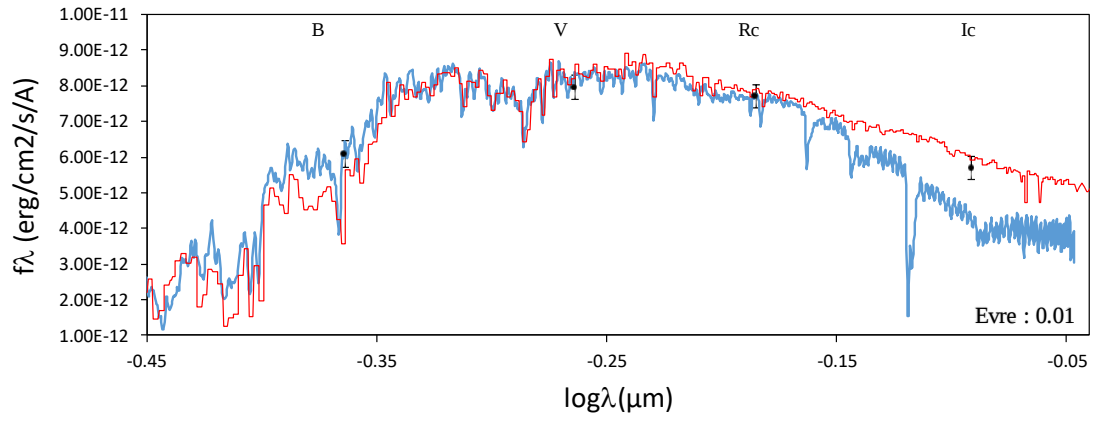


TFOSC tayfçekeri ile, 12.10.2015 tarih ve 23:30:37 UT, HJD= 2457308.483, hava kütlesi = 1.66, poz süresi = 30 sn verilerek elde edilmiştir

a)

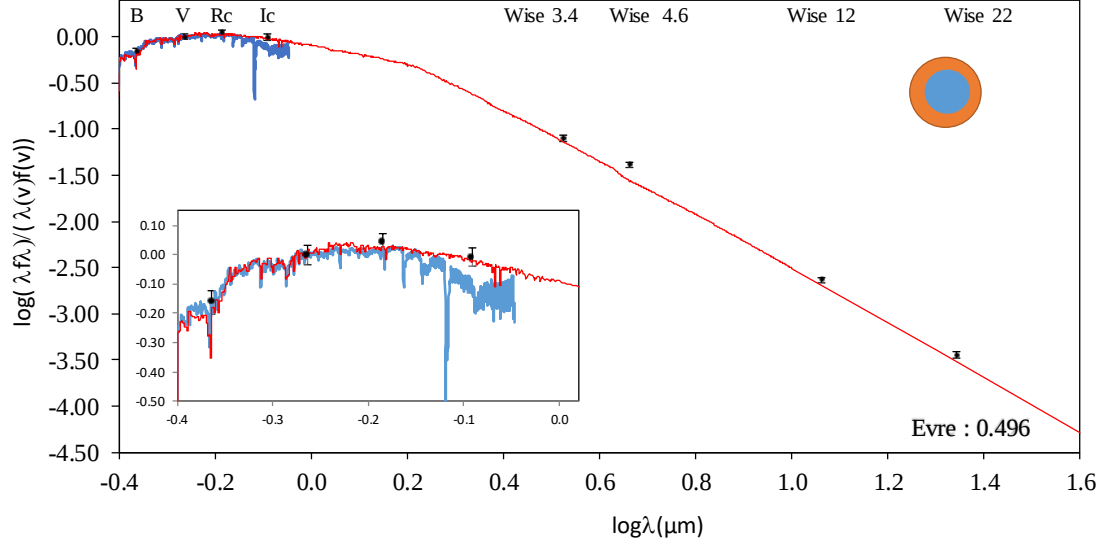


b)

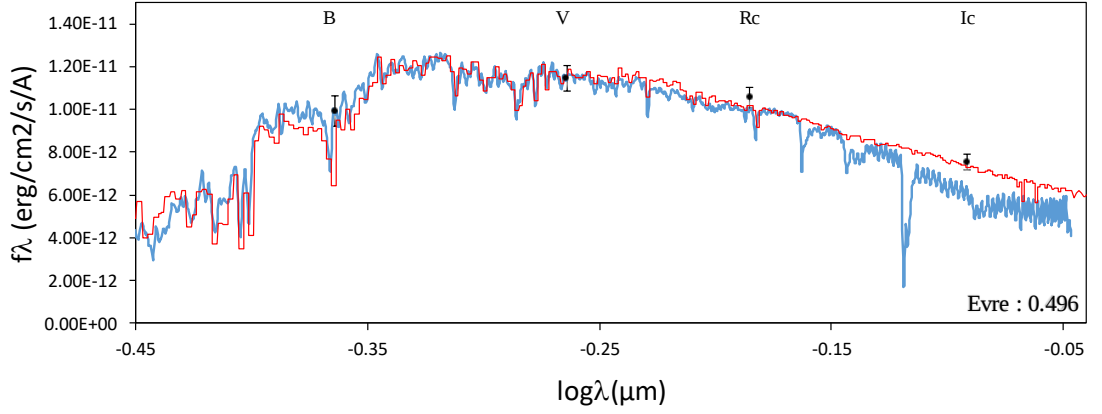


TFOSC tayfçekeri ile, 04.06.2016 tarih ve 22:58:02 UT, HJD= 2457544.456, hava kütlesi = 1.48, poz süresi = 20 sn verilerek elde edilmiştir

a)

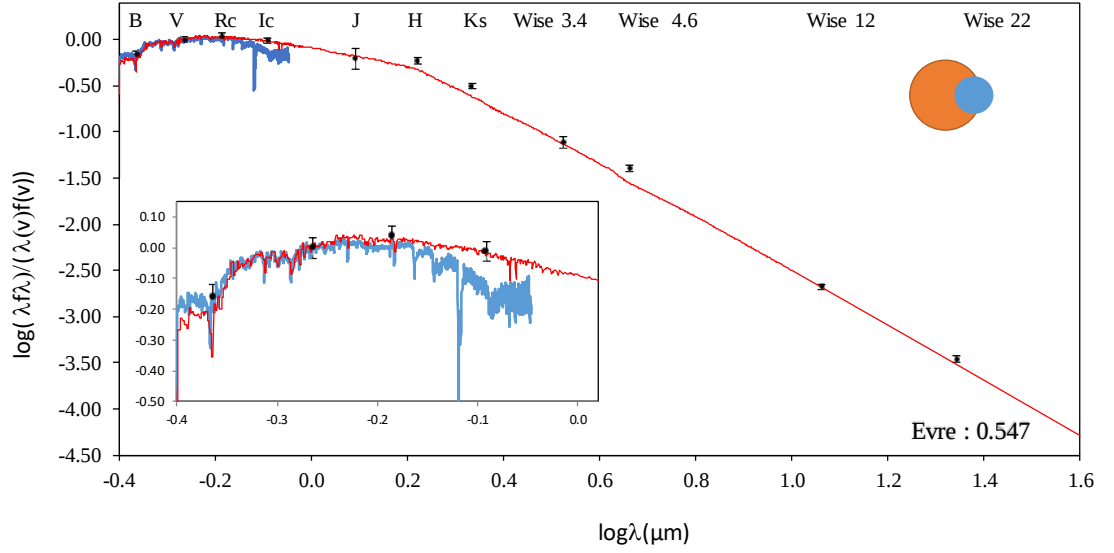


b)

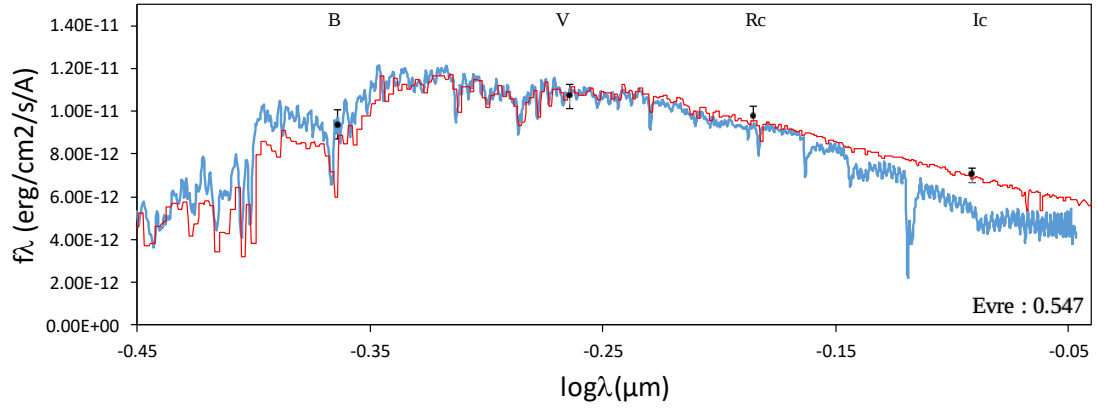


TFOSC tayfçekeri ile, 05.06.2016 tarih ve 22:08:49 UT, HJD= 2457545.422, hava kütlesi = 1.74, poz süresi = 20 sn verilerek elde edilmiştir

a)

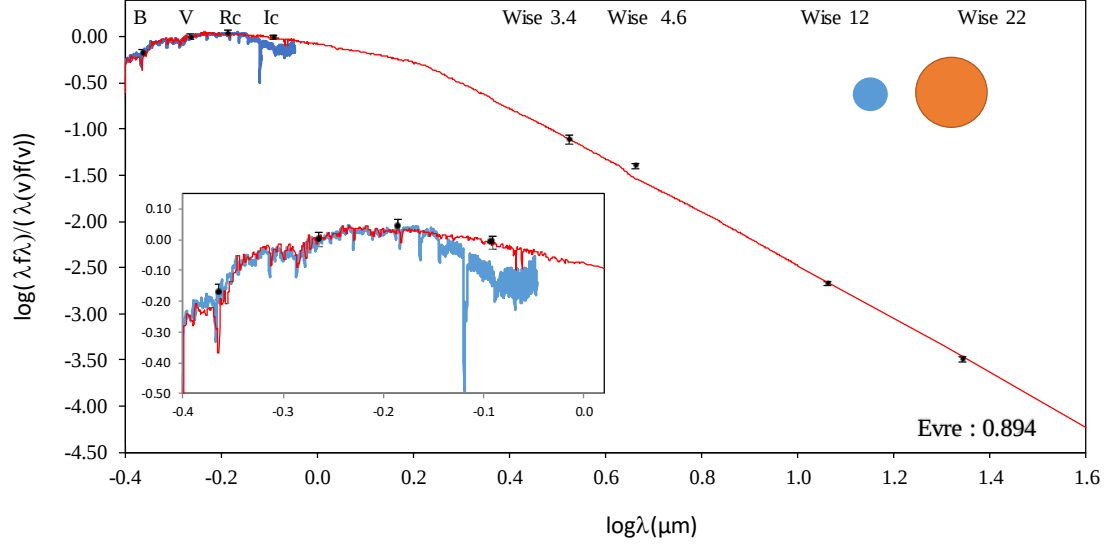


b)

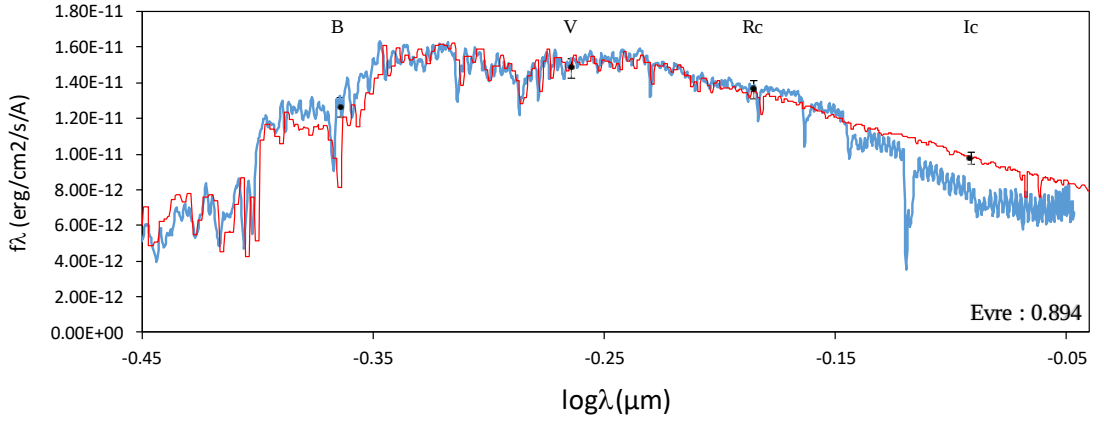


TFOSC tayfçekeri ile, 06.06.2016 tarih ve 00:32:36 UT, HJD= 2457545.522, hava kütlesi = 1.16, poz süresi = 20 sn verilerek elde edilmiştir

a)

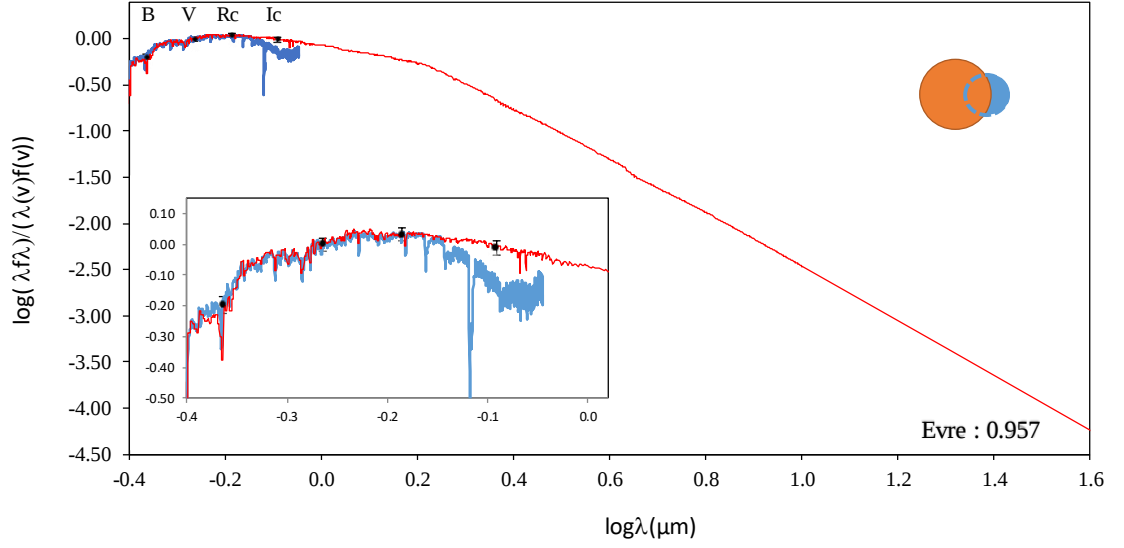


b)

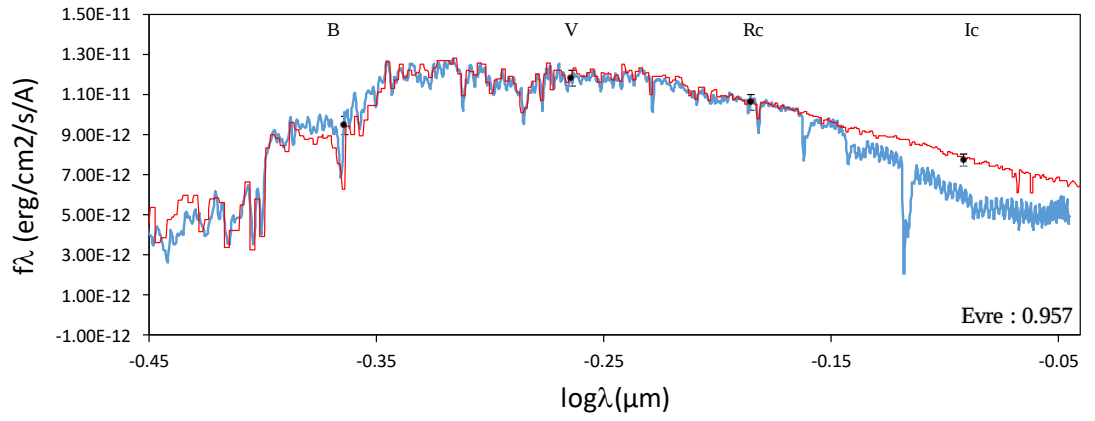


TFOSC tayfçekeri ile, 05.09.2016 tarih ve 22:25:47 UT, HJD= 2457637.438, hava kütlesi = 1.05, poz süresi = 7 sn verilerek elde edilmiştir

a)

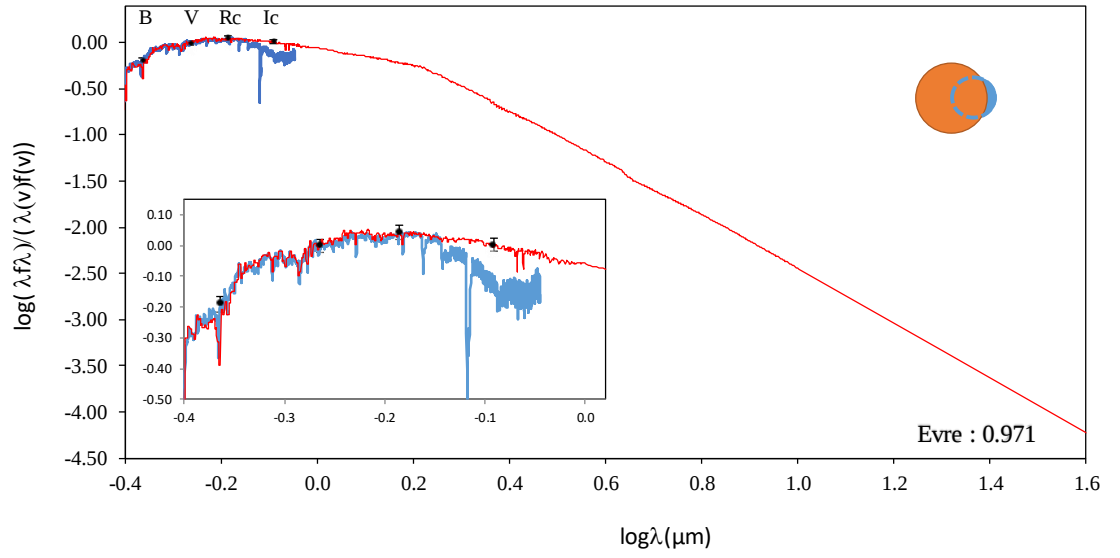


b)

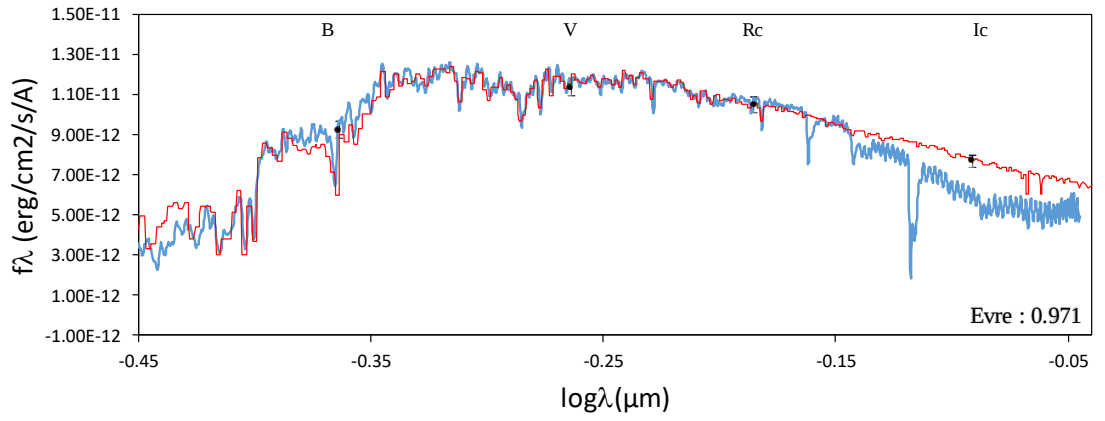


TFOSC tayfçekeri ile, 06.09.2016 tarih ve 01:24:21 UT, HJD= 2457637.562, hava kütlesi = 1.49, poz süresi = 7 sn verilerek elde edilmiştir

a)

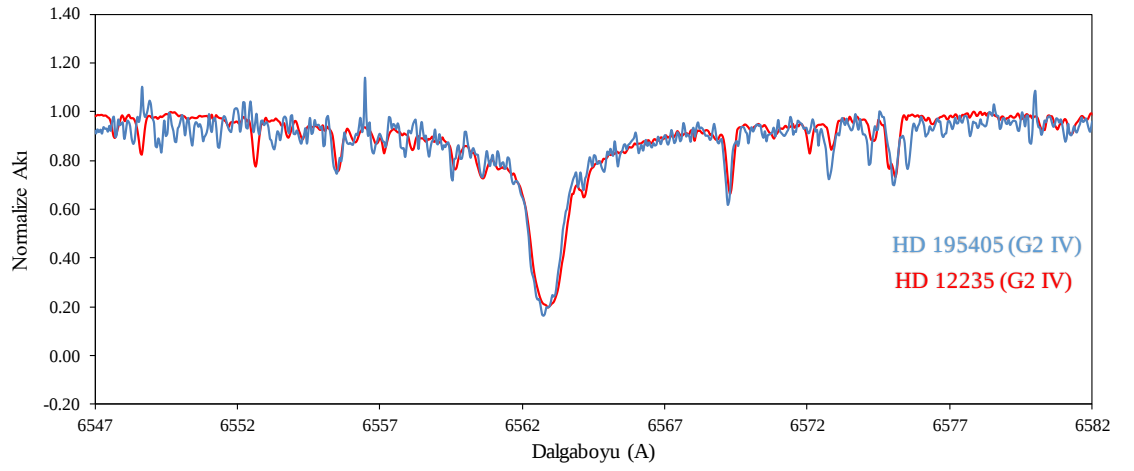
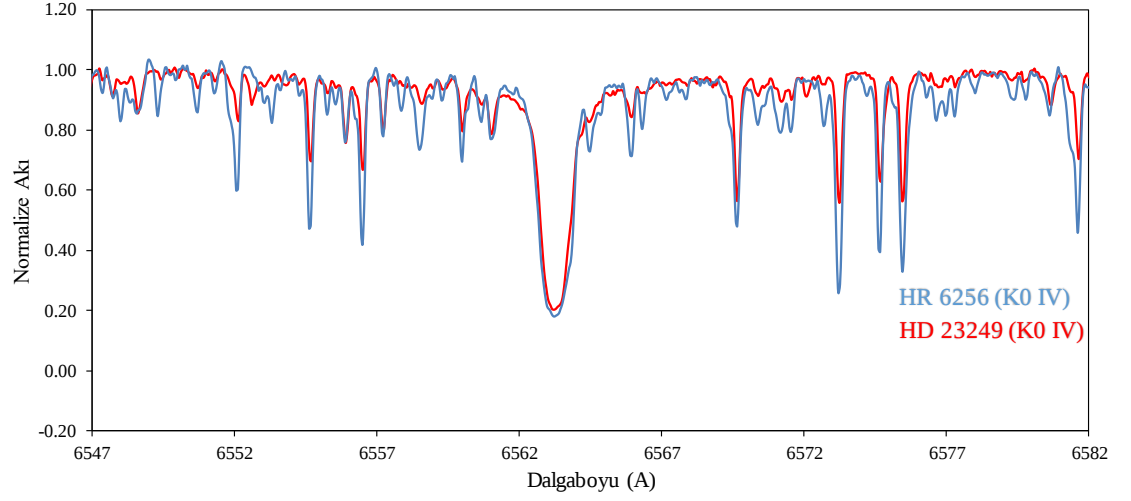


b)

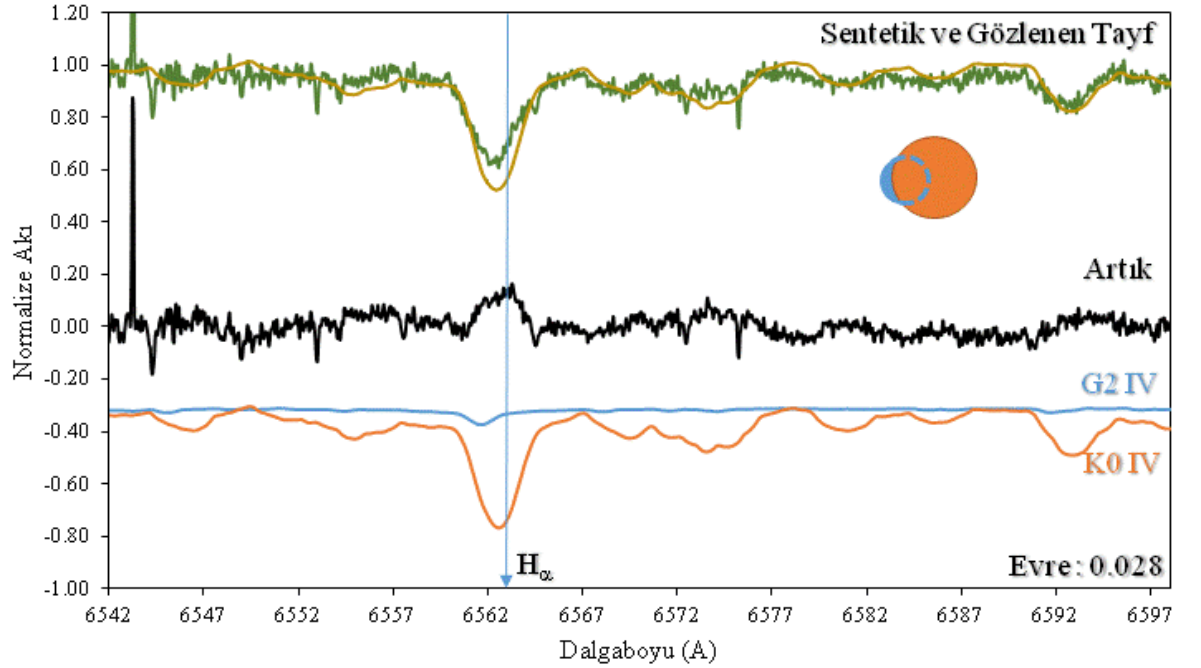
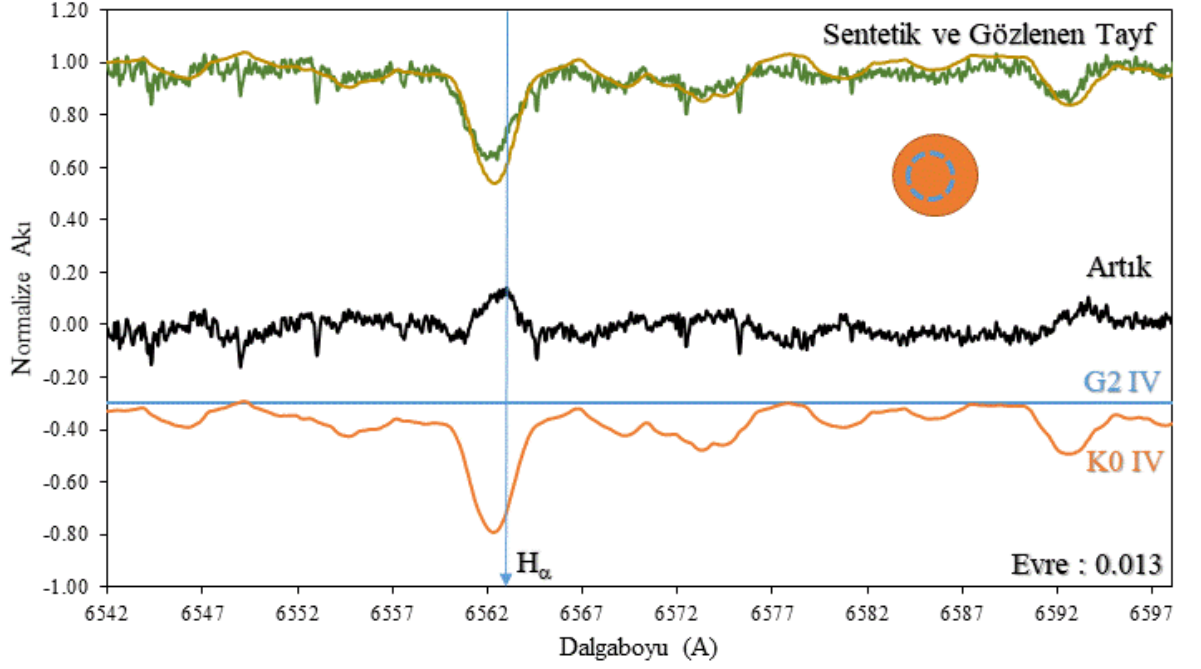


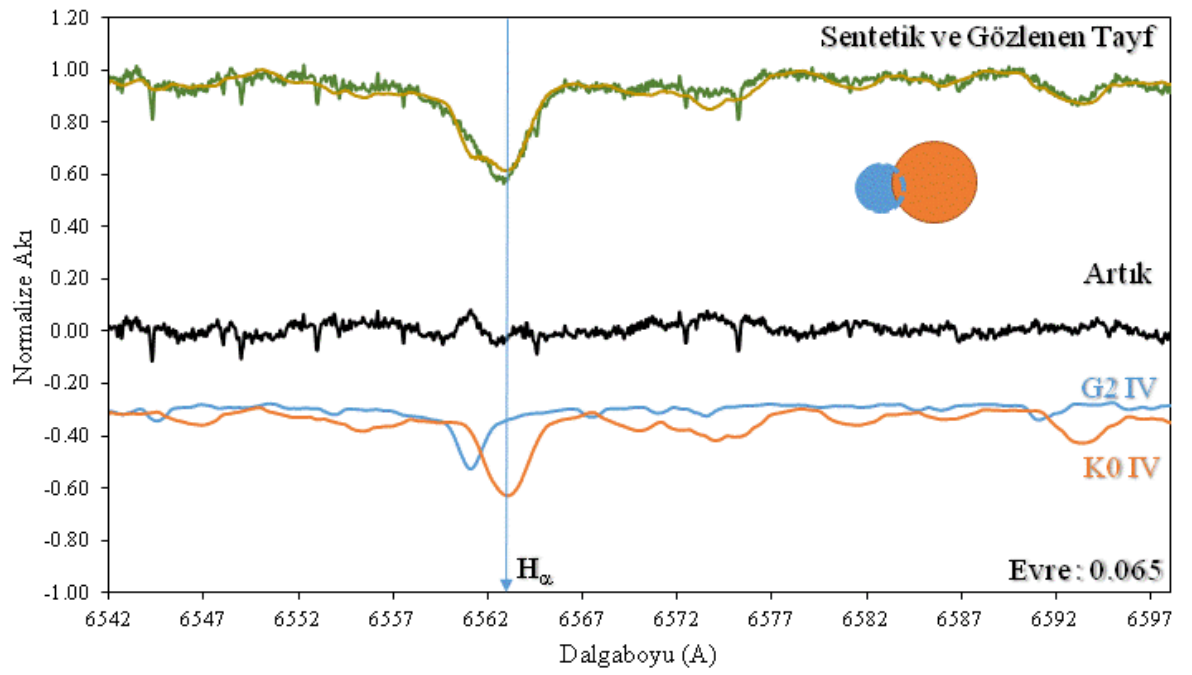
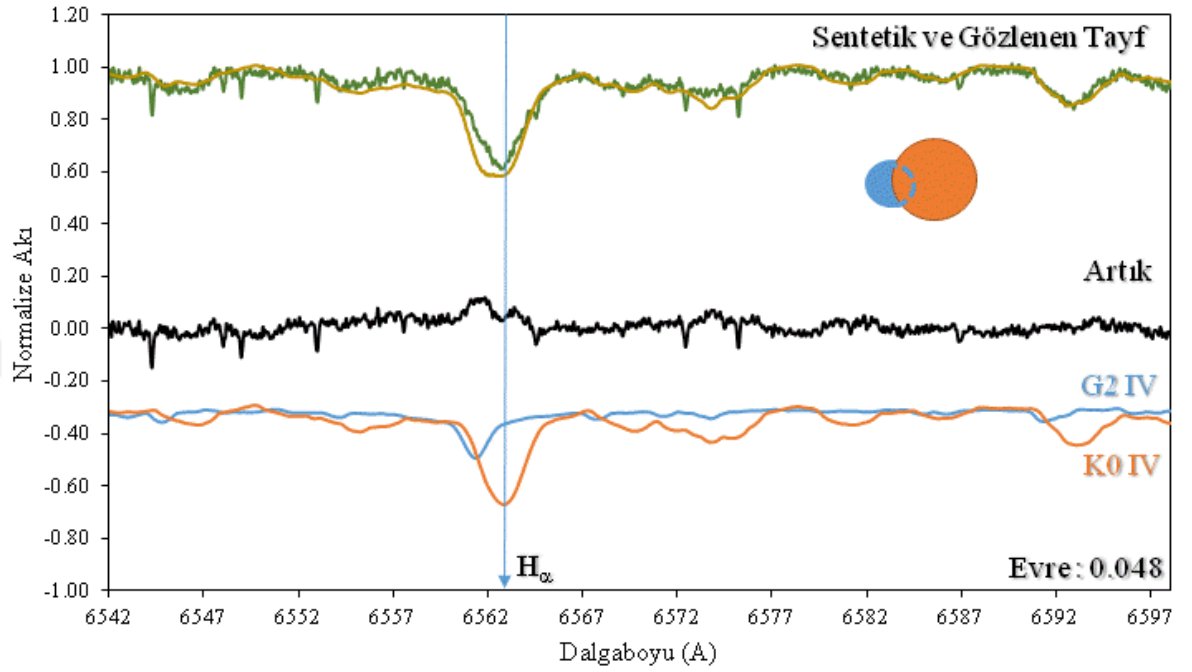
TFOSC tayfçekeri ile, 06.09.2016 tarih ve 02:05:09 UT, HJD= 2457637.590, hava kütlesi = 1.74, poz süresi = 7 sn verilerek elde edilmiştir

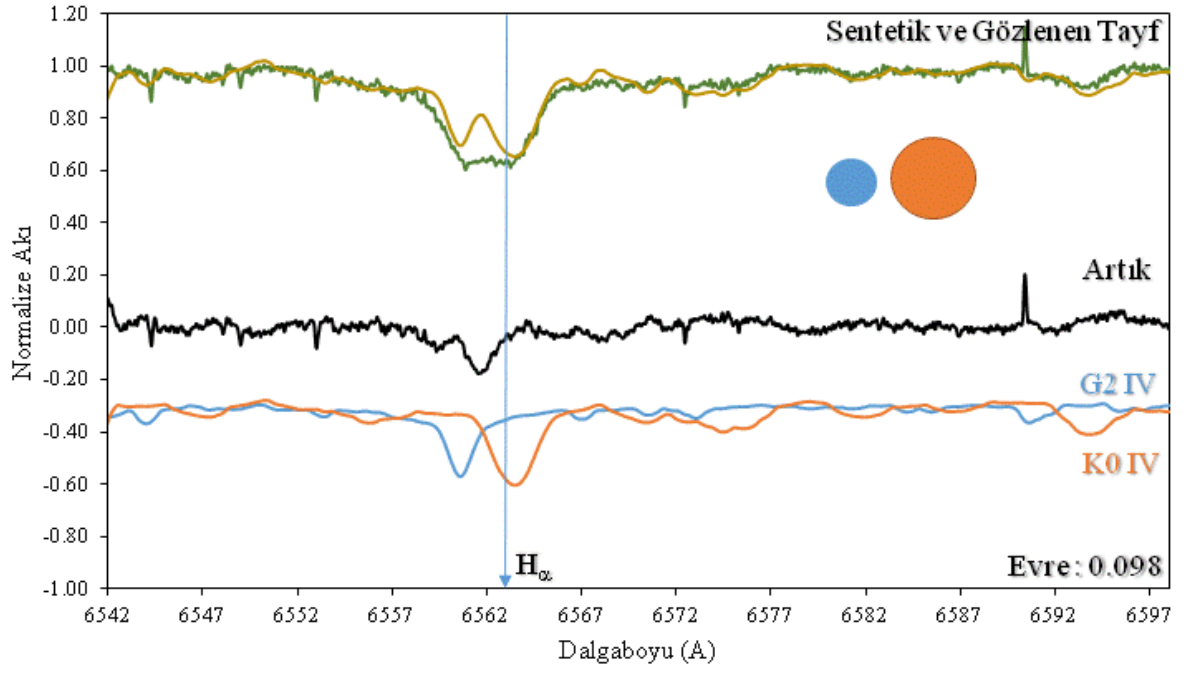
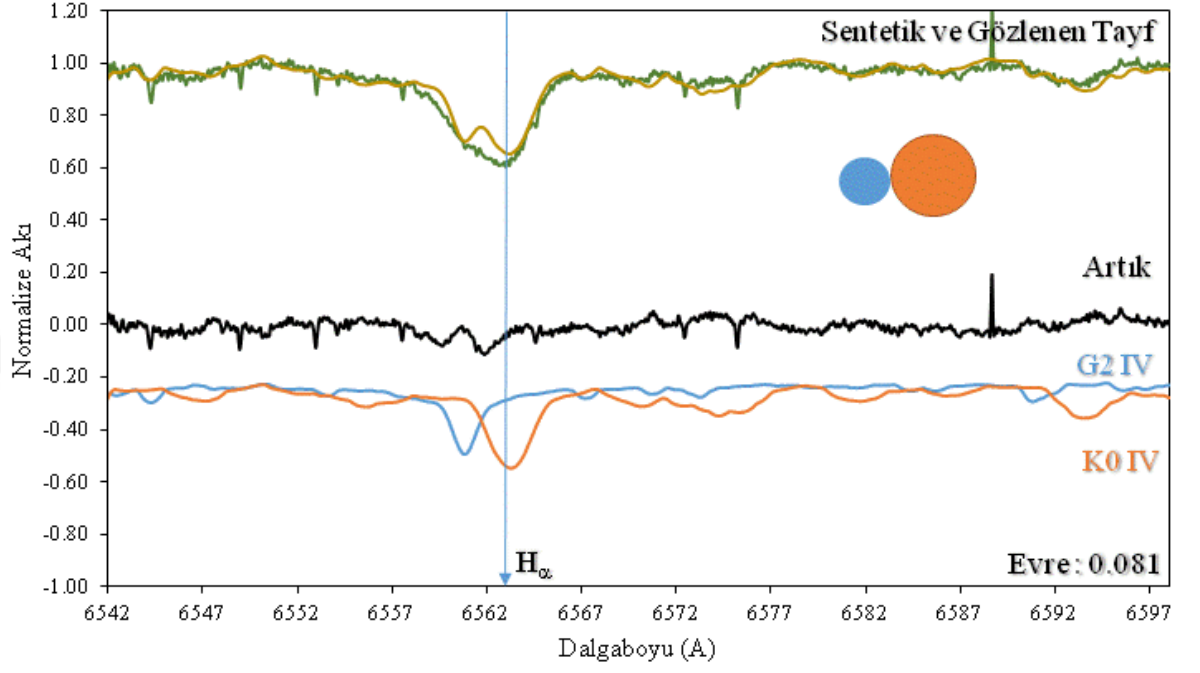
EK 8 HD 195405 (G2IV) ve HR6256 (K0IV) referans yıldızları ile HD 23249 (K0 IV) ve HD 12235 (G2 IV) yıldızlarına ait yüksek çözünürlüklü normalize H_{α} tayf profillerinin karşılaştırması. Mavi çizgi TUG, kırmızı çizgi ELODIE tayflarını belirtmektedir

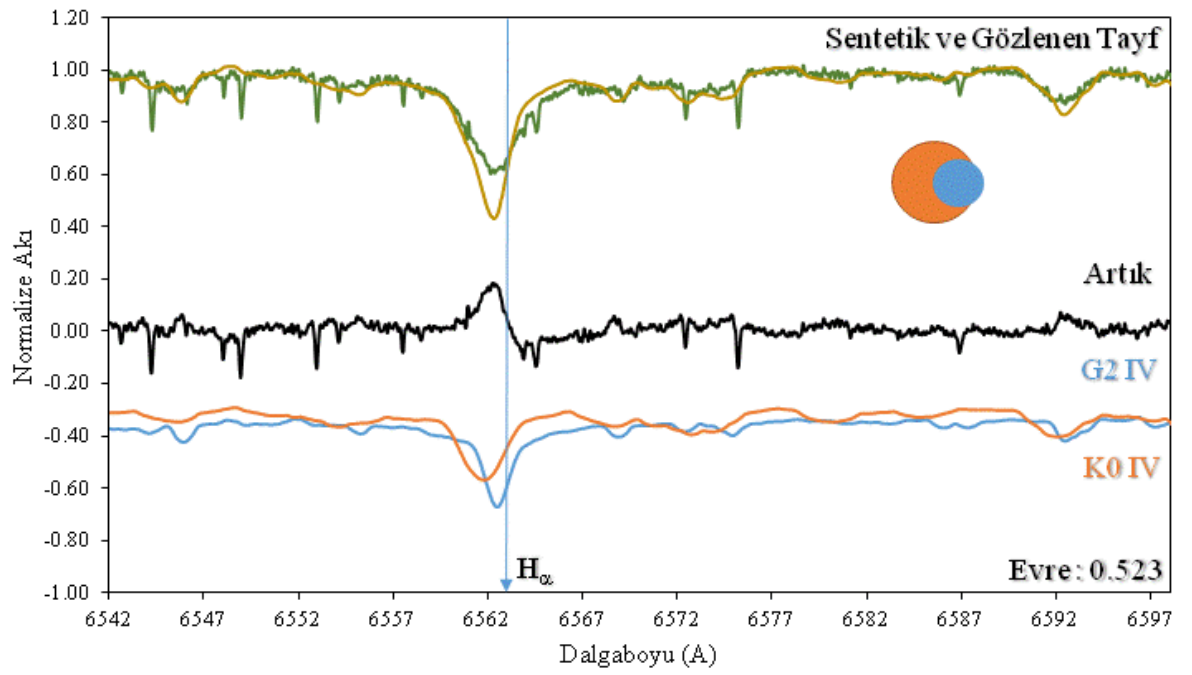
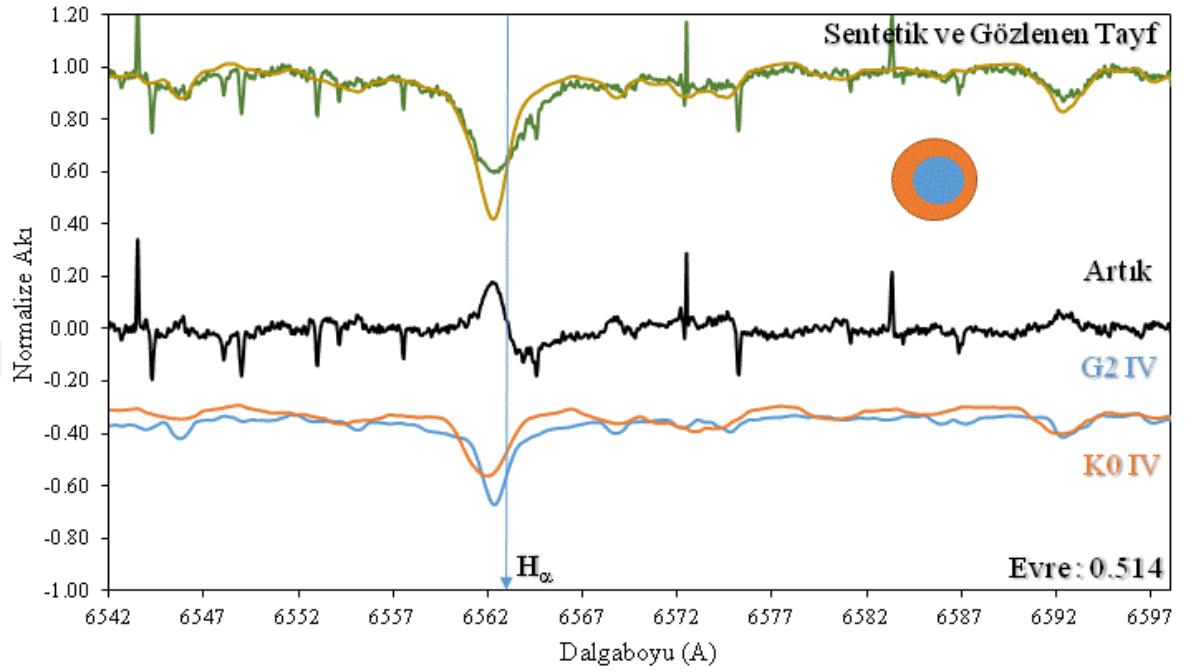


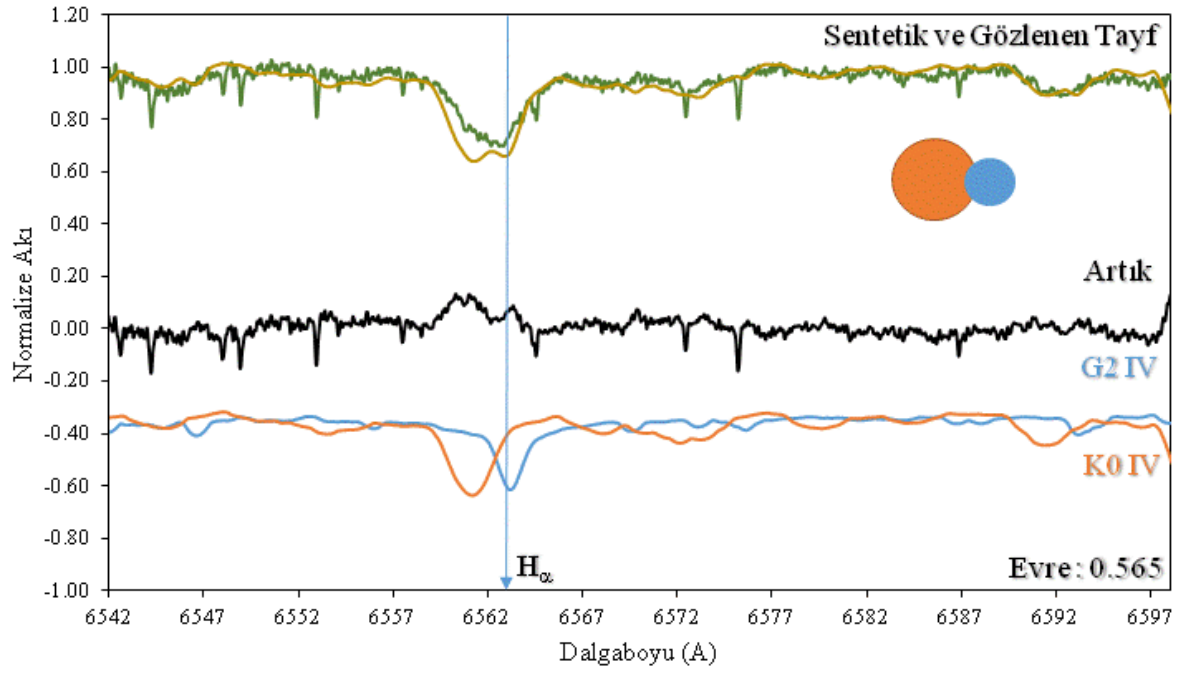
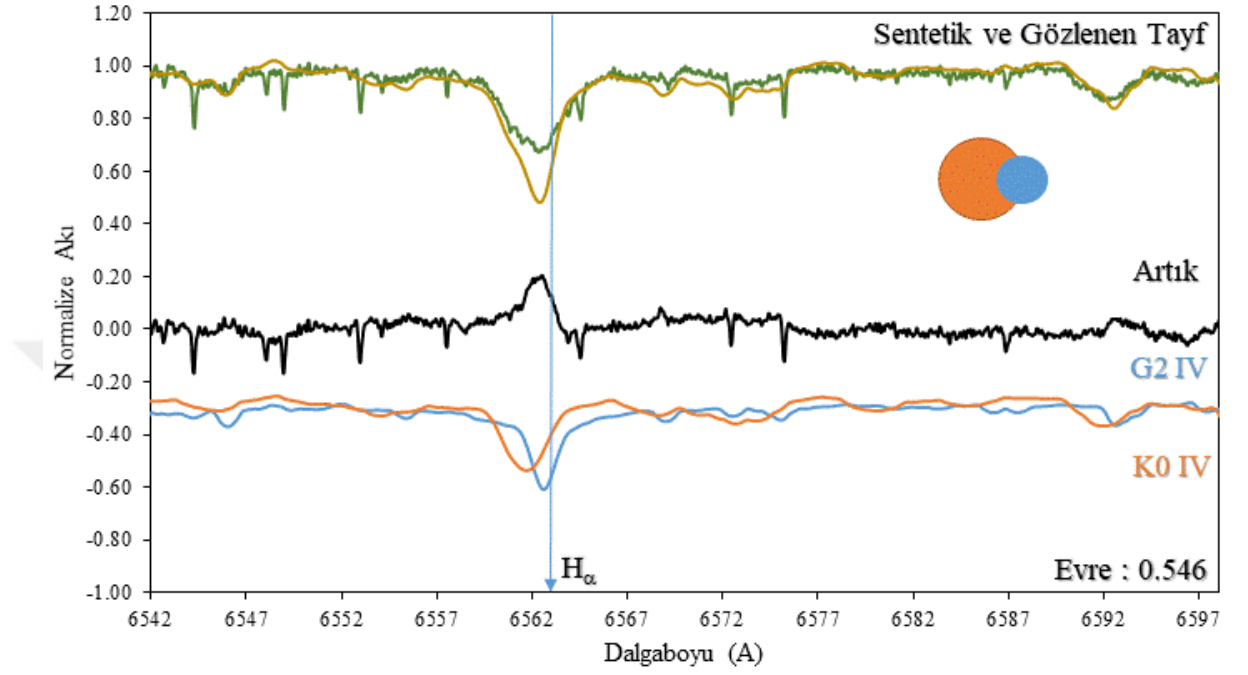
EK 9 AR Lac çift yıldız sistemine ait yüksek çözünürlüklü normalize H_α tayf profili ve bu profile ait model çözümleri. Yeşil çizgi gözlenen tayfı, sarı çizgi model sentetik tayfı, siyah çizgi artık (fark) tayfı, mavi çizgi G2 IV tayf türüne ait referans yıldız tayfı, turuncu çizgi, K0 IV tayf türüne ait referans yıldız tayfını belirtmektedir

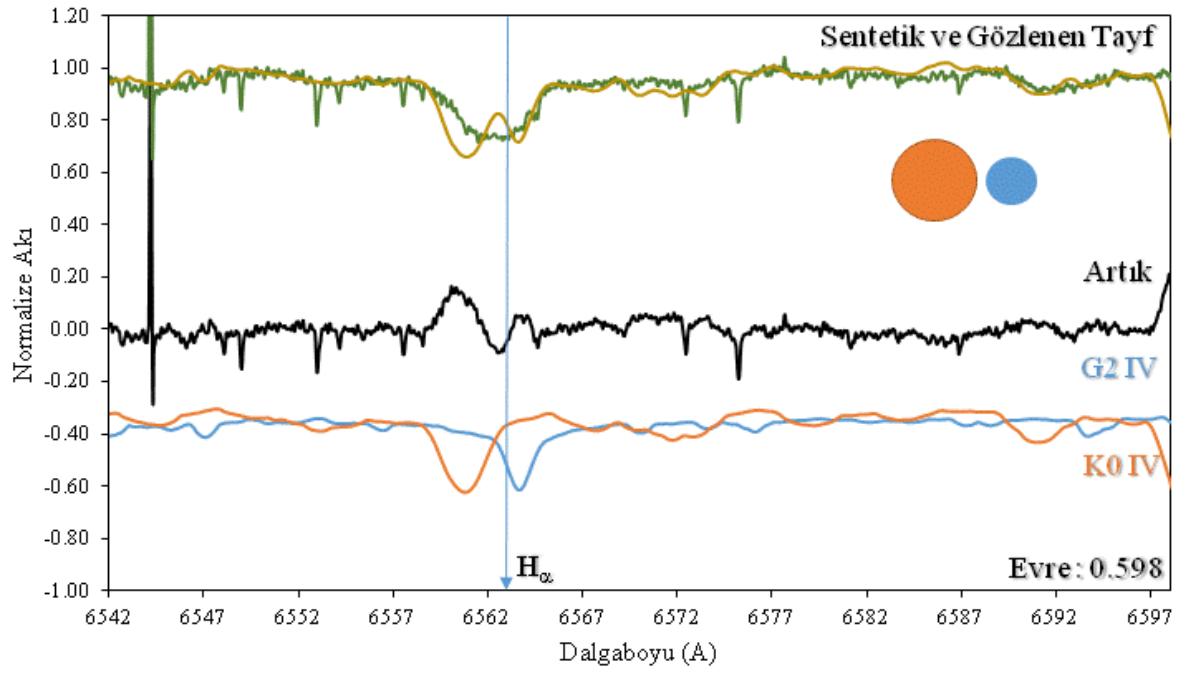
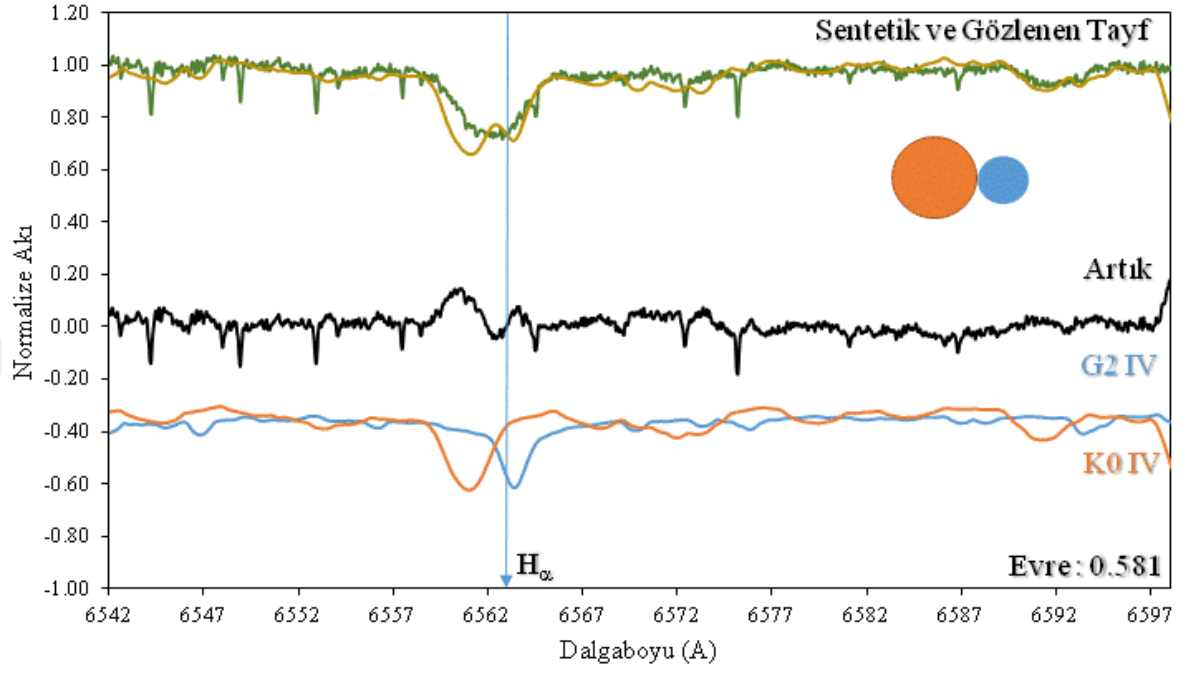












ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Osman KARAKUŞ

Doğum Yeri : ANKARA

Doğum Tarihi : 02/01/1973

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Tınaztepe Lisesi Ankara (1990)

Lisans : Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü (1994)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilimdalı (2001)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Özel Bir Firmada Bilgi İşlem Uzmanı (1998-2000)

Türkiye Ziraat Odaları Birliği Bilgi İşlem Uzmanı (2001- halen çalışmakta)

Yayınlar (SCI)

- 1- Ekmekçi, F. , **Karakuş, O.** 2002. “IUE-newsips spectra of sigma Geminorum” A&A, 391, 641
- 2- **Karakuş, O.**, Ekmekçi, F. 2017, “Photometric calibration of T40 telescope system at Ankara University Kreiken Observatory (AÜKR)”, Ap&SS, 362, 116

Ulusal Kongre Sunum

- 1- Ekmekçi, F. ve **Karakuş, O.**, “Sigma Gem Çift Sisteminin Morötesi Tayflarının Analizi”, 2000 , XI. Ulusal Astronomi Toplantısı, İnönü Üniversitesi, 7-10 Ağustos 1999, Elazığ, Eds. C. Aydın., S. Osman Selam, E. Derman, s.221 (Bildiri)