EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

KIRMIZI CÜCELERDE

FLARE KARAKTERİ ve LEKE AKTİVİTESİ

Hasan Ali DAL

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Serdar EVREN

E.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilimdalı

Bilim Dalı Kodu : 402.02.01
Sunuş Tarihi : 04.09.2009

Bornova-İZMİR

2009

Hasan Ali DAL tarafından doktora tezi olarak sunulan "Kırmızı Cücelerde Flare Karakteri ve Leke Aktivitesi" başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 04 Eylül 2009 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:		**İmza**
Jüri Başkanı	**: .....**	**.....**
Raportör Üye	**: .....**	**.....**
Üye	**: .....**	**.....**
Üye	**: .....**	**.....**
Üye	**: .....**	**.....**

ÖZET

KIRMIZI CÜCELERDE
FLARE KARAKTERİ ve LEKE AKTİVİTESİ

DAL, Hasan Ali

Doktora Tezi, E. Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Anabilimdalı
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Serdar EVREN
Eylül 2009, 148 Sayfa

Bu tez kapsamında, genç kırmızı cüce yıldızlarda ortaya çıkan flare ve leke aktivitelerinin davranışları ve aralarındaki ilişkiler incelenmiştir. AD Leo, EV Lac, EQ Peg, V1005 Ori ve V1054 Oph'nin Johnson standart UBVR bandlarındaki üç yıllık gözlem verileri iki grupta incelenmiştir. Birinci grup, flare taramalarında U bandında elde edilen veridir. İkinci grup ise, yıldızların flare parlamaları dışında dönemli parlaklık değişimi gösterip göstermediğinin anlaşılması için, gözlem yapılan her gece UBVR bandlarında alınan öçlümlerden oluşur.

Elde edilen U bandı flare verisinin, T Testi analizleri, "*hızlı flare*" ve "*yavaş flare*" adı verilen iki farklı karakterde flare parlamasının olduğunu gösteriyor. Flare sönümlenme süresinin parlama süresine oranının 3.50 olduğu sınır değerine göre ayrıştığı bulunan bu flareler arasında, flare başlangıcında 5.05 katlık enerji farkı, flare toplam süresinde 8.07 katlık enerji farkına ulaşmaktadır. Bu sonuçla literatürde ilk kez, "*hızlı flare*" ve "*yavaş flare*" kavramları belirleyici istatistiksel bir yöntemle tanımlanmıştır. Ancak, yıldızlarda ortaya çıkan flarelerin ulaşabilecekleri maksimum enerjinin yıldızdan yıldıza değiştiği belirlenmiştir.

UBVR bandlarında elde edilen verinin analizi ise, EV Lac ve V1005 Ori'de etkinliği ve konumu hızla değişen soğuk leke aktivitesinin olduğunu göstermektedir. AD Leo'da ise, kısa dönemli bir değişim gözlenemezken, yıldızın ortalama V bandı parlaklığının her gözlem sezonunda $0^m.02$ arttığı gözlenmiştir. Bu, uçlakta etkinliği azalan soğuk leke bölgesinin varlığını gösteriyor olabilir. EQ Peg ve V1054 Oph'nin flare aktivitesi dışında değişim göstermediği görülmüştür.

Dönme dönemi belirlenen 3 yıldız için, flarelerin evre ışık eğrilerinde ortaya çıktığı evrelerin dağılımı incelendiğinde, belirli bir kurala uymadıkları görülmüştür. Bu sonuç, literatürde ifade edildiği gibi flarelerin leke minimum evresinde ortaya çıkmadığını göstermektedir. Ayrıca dönme dönemi bilinen bu yıldızlar için "*hızlı*" ve "*yavaş*" flarelerin evre dağılımı incelendiğinde, Gurzadyan (1986)'da öngörüldüğü gibi "*yavaş flare ışık eğrileri*"nin "*hızlı flare*" parlamalarına göre yıldızın diğer yüzünde ortaya çıkan flare parlamaları olmadığı, her iki türün her evre aralığında gözlenebildiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Kırmızı Cüceler, UV Ceti Yıldızları, Flare, Leke.

ABSTRACT

FLARE CHARACTERS and STELLAR SPOT ACTIVITY OF RED DWARFS

DAL, Hasan Ali

PhD in E. Ü., Department of Astronomy and Space Sciences
Supervisor: Prof. Dr. Serdar EVREN
September 2009, 148 Pages

In this thesis, behaviors of flares and star spot activities on the surface of young red dwarf stars and the relations among them are investigated. AD Leo, EV Lac, EQ Peg, V1005 Ori and V1054 Oph's Johnson standart UBVR observations lasted during three years are analyzed in after separated two data set. The first data set is composed of U band observational data obtained from flare surveys. The second data set is composed of UBVR observational data got in each observation during the flare surveys. The second data set is to find out whether there is any variations other than flares.

T Test analysis of flare data obtained in U band show that flare bursts, which are called as "*slow and fast flares*", have two different character. There is a limit value that the ratio of decay time to rise one of flare is 3.50, and that value allow to separate flares with different characters. The energy difference of a factor of 5.05 at the beginning of the flares can reach to the energy difference of a factor of 8.07 during the total flare duration. Thus, for the first time in the literature, a distinctive method is developed to identify "*slow and fast flares*". On the other hand, it is found out that the maximum energy reached during the flare burst can vary from one star to another.

The analysis of data obtained in UBVR bands show that EV Lac and V1005 Ori have cooler star spots on their surfaces, and their efficiencies and positions rapidly change. On the other hand, AD Leo does not show any short time variation, but the seasonal average of its brigthness rise up with $0^m.02$ from one season to the other. It may be an evidence for the existence of spots decreasing their efficiencies on the polar region. EQ Peg and V1054 Oph do not show any variance other than flare bursts.

For the three stars whose rotational period is known, when the distribution of the phase that the flares appear on the light curve is examined, it is clear that they do not show any rule. This shows that there is no flare bursts nearby wave like distortion phases as it is stated in the literature. In addition, for the same stars, when the phase distribution of "*slow flares*" and "*fast flares*" are examined, it seen that they are not separated in 0.50 phase from each others, but both flare types occur in each phase of light curves. This result is different than the predictions of Gurzadyan (1986).

Keywords: Red Dwarf, UV Ceti Stars, Flare, Stellar Spot.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince, çok sayıda insanın desteğini gördüm. Bunların en başında, bu çalışmayı öneren ve tüm süreç boyunca her türlü desteği sağlayan değerli hocam sayın Prof. Dr. Serdar EVREN gelir. Tüm desteği için kendisine teşekkür ederim. Çalışmanın her anında yanımda olup, her türlü desteği veren sevgili arkadaşlarım sayın Dr. Esin SİPAHİ ve Arş. Gör. Orkun ÖZDARCAN'a değerli katkıları için çok teşekkür ederim. Çalışmaya istatistiksel alanda çok önemli katkıları olan değerli öğretim görevlisi Dr. Hayal BOYACIOĞLU'na özellikle teşekkür ederim. Ayrıca, çalışma süresince çeşitli öneri ve eleştirileri ile çalışmanın yönlenmesinde katkıları olan, değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Cafer İBANOĞLU'na ve sayın Doç. Dr. Günay TAŞ'a teşekkür ederim. Tüm eğitimim boyunca destekleri hiç eksilmeden devam eden aileme, çalışmanın ilk iki yılında çok büyük maddi ve manevi destekleri olan sayın Erol TURAN ve ailesine teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmanın tüm gözlemleri Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde yapılmıştır. Gözlemevinde çalışmaların rahat ilerlemesini sağlayan tüm çalışanlarına teşekkür ederim. Bu çalışma için, 2005 / FEN / 051 numaralı projeyle kaynak ayıran E.Ü. Araştırma Fon Saymanlığı'na da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET v

ABSTRACT vii

TEŞEKKÜR ix

ŞEKİLLER DİZİNİ xv

ÇİZELGELER DİZİNİ xix

1.0 GİRİŞ 1

1.1 Amaç 4

1.2 Evrimsel Açıdan Flare Yıldızları 6

1.3 Flare Modelleri ve Gözlemsel Sonuçları 10

1.4 Hızlı Elektron Kuramı 14

1.5 Moffett Sınıflaması 17

2.0 GÖZLEMLER 20

2.1 EV Lac 30

2.1.1 EV Lac'ın Tarihçesi 30

2.1.2 Gözlemler 34

2.2 AD Leo 39

2.2.1 AD Leo'nun Tarihçesi 39

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

2.2.2 Gözlemler.....40

2.3 EQ Peg.....45

2.3.1 EQ Peg'in Tarihçesi.....45

2.3.2 Gözlemler.....45

2.4 V1005 Ori.....49

2.4.1 V1005 Ori'nin Tarihçesi.....49

2.4.2 Gözlemler.....50

2.5 V1054 Oph.....56

2.5.1 V1054 Oph'nin Tarihçesi.....56

2.5.2 Gözlemler.....56

2.6 Flare Parametreleri.....60

3.0 ANALİZ.....67

4.0 SONUÇLAR.....79

4.1 Leke Aktivitesine İlişkin Sonuçlar.....79

4.2 Flare Aktivitesine İlişkin Sonuçlar.....81

5.0 TARTIŞMA.....86

5.1 UV Ceti'lerde Leke Aktivitesi.....86

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

5.2 UV Ceti'lerde Flare Aktivitesi 89

5.3 Flare ve Leke Aktiviteleri Arasındaki Etkileşim 93

5.4 Hızlı ve Yavaş Flarelerin Yıldız Üzerindeki Dağılımı 96

KAYNAKLAR 99

EKLER 104

Ek.1 : Çizelge 3.4 (Flare Parlamaları Dışındaki Değişime İlişkin Veri) 104

Ek.2 : Çizelge 3.8 (Flare Işık Eğrilerinden Hesaplanan Veri) 110

Ek.3 : Dönem Analizi Sonuçları 118

Ek.4 : Flare Parametrelerinin Hesaplanması 121

ÖZGEÇMİŞ 123

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Sayfa

1.1 Tek luplu Güneş Flare Olayı modeli 11

1.2 Güneş ve yıldızlarda flare bölgelerinin olası manyetik topolojisi 13

1.3 UV Ceti flare parlamasına uygulanan Gurzadyan modeli..... 15

1.4 Bir yavaş flare örneğine uygulanan Gurzadyan modeli 17

1.5 UV Ceti'ye ait flare olayı ve klasik flare örneği..... 18

1.6 YZ CMi'ye ait klasik flare örneği..... 18

1.7 EQ Peg'e ait karmaşık flare örneği 19

2.1a V1054 Oph gözleminde elde edilen klasik flare örneği 24

2.1b EV Lac gözleminde elde edilen karmaşık flare örneği 25

2.1c EV Lac gözleminde elde edilen flare olayı örneği..... 26

2.1d EQ Peg gözleminde elde edilen flare olayı örneği..... 27

2.1e AD Leo'nun 10 Şubat 2005 tarihindeki tüm gecelik gözlemi..... 28

2.1f EV Lac'ın 15 Ağustos 2005 tarihindeki tüm gecelik gözlemi 29

2.2 EV Lac'ın üç yıllık gecelik temel düzey ve flare sayısı değişimi..... 31

2.3 AD Leo, EV Lac, V1005 Ori ve V1054 Oph mukayese değişimi..... 32

2.4 1968 – 1975 arsında EV Lac'ın flare frekansı artışı 33

2.5 1970 yılında EV Lac'ın flare frekansının evre dağılımı 34

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil Sayfa

2.6 EV Lac'ın 2004, 2005 ve 2006 yılı V bandı ışık değişimi 35

2.7 EV Lac'ın 2004, 2005 ve 2006 yılı B–V renk ölçeği değişimi 36

2.8 EV Lac'ın dönem ve parlaklık düzeyi değişimi.....37

2.9 EV Lac'a ait bazı flare örnekleri 38

2.10 Panov (1993)'ün 1992 yılında elde ettiği AD Leo ışık eğrisi 40

2.11 Panov (1993)'ün 1993 yılında elde ettiği AD Leo ışık eğrisi 40

2.12 AD Leo'nun 2004, 2005 ve 2006 yılı V bandı ışık değişimi.....41

2.13 AD Leo'nun 2004, 2005 ve 2006 yılı B–V renk ölçeği değişimi 42

2.14 AD Leo'nun 10 Nisan 2005 gecesinde elde edilen flare örneği 43

2.15 AD Leo'nun 6 Şubat 2007 gecesinde elde edilen flare örneği 43

2.16 AD Leo'nun 8 Mart 2007 gecesinde elde edilen flare örneği.....44

2.17 AD Leo'nun 25 Mart 2006 gecesinde elde edilen flare örneği.....44

2.18 EQ Peg'in 2004 ve 2005 yılı V bandı ışık değişimi.....46

2.19 EQ Peg'in 2004 ve 2005 yılı B–V renk ölçeği değişimi 46

2.20 EQ Peg'in 9 Eylül 2004 gecesinde elde edilen flare örneği 47

2.21 EQ Peg'in 14 Eylül 2004 gecesinde elde edilen flare örneği 47

2.22 EQ Peg'in 15 Eylül 2004 gecesinde elde edilen flare örneği 48

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil Sayfa

2.23 EQ Peg'in 12 Eylül 2005 gecesinde elde edilen flare örneği 48

2.24 EQ Peg'in 27 Eylül 2005 gecesinde elde edilen flare örneği 49

2.25 V1005 Ori'nin üç gözlem sezonundaki V bandı ışık değişimi 51

2.26 V1005 Ori'nin üç gözlem sezonundaki B–V renk ölçeği değişimi 52

2.27 V1005 Ori'nin dönem ve parlaklık düzeyi değişimi 53

2.28 V1005 Ori'nin 6 Ocak 2005 gecesinde elde edilen flare örneği 54

2.29 V1005 Ori'nin 10 Ocak 2005 gecesinde elde edilen flare örneği..... 54

2.30 V1005 Ori'nin 29 Ekim 2005 gecesinde elde edilen flare örneği 54

2.31 V1005 Ori'nin 12 Aralık 2005 gecesinde elde edilen flare örneği..... 55

2.32 V1005 Ori'nin 29 Aralık 2005 gecesinde elde edilen flare örneği..... 55

2.33 V1054 Oph'nin üç yıllık V bandı ışık ve B–V renk ölçeği değişimi..... 57

2.34 V1054 Oph'nin 14 Haziran 2004 gecesinde elde edilen flare örneği.... 58

2.35 V1054 Oph'nin 14 Haziran 2004 gecesinde elde edilen flare örneği.... 58

2.36 V1054 Oph'nin 6 Temmuz 2004 gecesinde elde edilen flare örneği 58

2.37 V1054 Oph'nin 26 Haziran 2005 gecesinde elde edilen flare örneği.... 59

2.38 Toplam Flare Süresine göre Log (Pu) dağılımı 60

2.39 Flare Parlama ve sönümlenme sürelerine göre Log (Pu) dağılımı 61

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil Sayfa

2.40 EV Lac ve V1005 Ori flarelerinin Log (Pu) dağılımları 62

2.41 EV Lac ve AD Leo flarelerinin Log (Pu) dağılımları 62

2.42 EV Lac ve V1054 Oph flarelerinin Log (Pu) dağılımları.....63

2.43 EV Lac ve EQ Peg flarelerinin Log (Pu) dağılımları.....63

2.44 AD Leo ve V1054 Oph flarelerinin Log (Pu) dağılımları 64

2.45 AD Leo ve V1005 Ori flarelerinin Log (Pu) dağılımları.....64

3.1 Hızlı ve yavaş flareler için Log (Tr)'ye göre Log (Pu) dağılımı 69

3.2 Hızlı ve yavaş flareler için ortalama Log (Pu) düzeyleri.....72

3.3 Hızlı ve yavaş flareler için Tr'ye göre Log (Pu) dağılımı 72

3.4 Hızlı ve yavaş flareler için Log (Tr)'ye göre Genlik (mag) dağılımı.....73

3.5 Hızlı ve yavaş flareler için Log (Td/Tr)'ye göre Genlik (mag) dağılımı .73

3.6 AD Leo'ya ait hızlı ve yavaş flarelerin evre dağılımı 74

3.7 EV Lac'a ait hızlı ve yavaş flarelerin evre dağılımı.....75

3.8 V1005 Ori'ye ait hızlı ve yavaş flarelerin evre dağılımı 76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge Sayfa

2.1 Program ve mukayese yıldızlarının kimlikleri 20

2.2 Program yıldızlarının flare gözlem raporları 21

2.3 Program yıldızlarının flare gözlemi dışındaki gözlemlerinin raporları 22

2.4 Flare parlamasında kalan değişim için alınan ölçüm değerleri (Ek.1)..... 104

2.5 EV Lac'ın dönem analizi sonuçları..... 34

2.6 V1005 Ori'nin dönem analizi sonuçları 50

2.7 Program yıldızlarının hesaplanan U bandı flare frekansları..... 65

3.1 Elde edilen tüm flareler için hesaplanan parametreler (Ek.2) 110

3.2 Analizlerde kullanılan hızlı ve yavaş flare parametreleri..... 67

3.3 T Testi sonuçları 71

1.0 GİRİŞ

Astrofiziğin yaklaşık 150 yıllık bir çalışma konusu olan flare yıldızları, kromosferik aktif yıldızlar arasında güçlü, anlık enerji çıkışlarıyla tanınır ve genel olarak UV Ceti türü değişenler olarak sınıflanırlar. UV Ceti yıldızları, kütleleri $0.08-0.8M_{güneş}$ aralığında, yarıçapları ise $0.15-0.85R_{güneş}$ aralığında değişen, kırmızı cüce yıldızlardır. Bulunduğumuz gökadadaki yıldızların yaklaşık $\%65$'i kırmızı cüce yıldızlardan oluşur ve bu grubun da $\%75$'i flare aktivitesi gösterir (Rodono 1986).

Evrimsel durumlarına bakıldığında, UV Ceti'lerin genç yıldızlar olduğu ve çoğunun anakola daha yeni gelmekte olduğu görülür. Evrimsel süreçleri detaylı olarak Bölüm 1.2'de tartışılacak olan UV Ceti yıldızları, açık yıldız kümeleri ve oymaklar için önemli yapılardır. Buralardaki kırmızı cüce yıldızların çok büyük kısmı flare aktivitesi gösterir (Mirzoyan 1990, Pigatto 1990). Genç kümelerde kümenin yaşı ilerledikçe küme üyleri arasındaki UV Ceti yıldızlarının sayısında belirgin azalmalar görülür. Bu davranış Skumanich yasasınca da beklenen bir durumdur.

Skumanich yasası, yıldızın yaşı ve dönme hızı arasında ve dolayısıyla da aktivite düzeyi arasında ters ilişki olduğunu öngörür (Skumanich 1972). Bu yasa, kromosferik aktivite gösteren ve göstermeyen kırmızı cücelerin eşlek dönme hızları karşılaştırıldığında kendini belirgin olarak gösterir. Aktif olmayan kırmızı cücelerin ortalama eşlek dönme hızları $2-3kms^{-1}$ ve altındayken, aktif cücelerde eşlek dönme hızları $8.3kms^{-1}$'ye çıkmaktadır. Açık yıldız küme üyesi olan bazı aktif kırmızı cücelerde ise $100kms^{-1}$'e varan eşlek dönme hızları bulunmuştur (Marcy and Chen 1992, Pettersen 1991, Stauffer 1991). Yüksek dönme hızı, yüksek aktivite düzeyi ve dolayısıyla da flare aktivitesiyle büyük kütle kayıplarına neden olur. UV Ceti türü yıldızlarda, flare aktivitesi nedeniyle yılda ortalama $10^{-10}M_{güneş}$'lik kütle kaybı olur. Bu yüksek kütle kayıp oranı, bu yıldızların toplam açısal momentumlarının $\%98$'ine yakınını neden anakol yaşamlarında kaybettiklerini açıklar (Marcy and Chen 1992).

dMe yıldızlarında yüksek kütle kaybına neden olan, manyetik alan kökenli flare aktivitesi tam olarak açıklanabilmiş değildir. Güneşte gözlenen klasik flarelerde ortaya çıkan enerji ortalama $10^{26}-10^{27}\,erg$ yöresindedir. Güneş'te ortaya çıkan en yüksek enerjili flareler olan "*çift kurdela*" flarelerinde ise enerji düzeyi $10^{30}-10^{31}\,erg$ civarındadır. Güneş'in kütle kaybı ise yılda $\approx 2\times10^{-14}\,M_{güneş}$ kadardır. 50 yılı aşan gözlemler, dMe yıldızlarında ortaya çıkan flarelerin enerjilerinin $10^{28}-10^{34}\,erg$ aralığında olduğunu gösterir (Gershberg 2005).

Güneş ile dMe yıldızlarının kütle kayıp oranları ve flare enerji aralıklarında büyük farklar olsa da dMe yıldızlarında görülen flare olayları, "*Güneş Flare Olayları*"ndaki süreçlerle açıklanmaya çalışılır. Ortaya çıkış nedenleri ve gelişim süreçlerine ilişkin cevap bekleyen sayısız soru olmasına karşın flare, elektromanyetik tayfın değişik bölgelerinde, çok hızlı ve çok farklı düzeylerde yükselmeler olarak tanımlanabilir. Bölüm 1.3'de sunulacak olan flare olaylarında, enerji kaynağının manyetik yeniden birleşme süreçleri olduğu ileri sürülmektedir (Gershberg 2005, Hudson and Khan 1997).

Bununla birlikte Gurzadyan (1988), ters Compton olayını temel alan bir model geliştirmiştir. Bölüm 1.4'de tartışılacak olan ve "*Hızlı Elektron Kuramı*" adı verilen modelde, bazı optik flareleri modellemiştir. Modellenen flareler, dMe yıldızlarında orta çıkan klasik tür flarelerdir. Oysa, çok kanallı hızlı ışıkölçerlerle yapılan gözlemler, dMe yıldızlarının klasik türdeki flarelerinde iniş kolunda da ani değişimler olduğunu ortaya koymaktadır (Tovmassian et al. 1997).

Kaynaklar UV Ceti yıldızlarında ilk flarenin 1939'da elde edildiğini gösteriyor (van Maanen 1940). UV Cet, YZ CMi, EV Lac, AD Leo ve EQ Peg gibi yüksek flare aktivitesi gösteren yıldızların keşfiyle, gözlenen flare sayısı ve flare ışık eğrisi çeşitliliği artmıştır (Moffett 1974, Gershberg 2005). Çok sayıda flare ışık eğrisi incelendiğinde, flare ışık eğrilerinin genel iki türü olduğu görülür. Bunlardan birincisi, "*hızlı flare*"ler olarak adlandırılan ve ışık eğrilerinin şekilleri, Güneş'in sert X-ışın flare ışık eğrilerine benzeyen yüksek enerjili flare parlamalarıdır. İkincisi, "*yavaş flare*" adı verilen, parlama ve sönümlenme süreleri

hemen hemen eşit ve genelde de düşük enerjili flarelerdir (Haro 1964, Haro 1968, Haro and Parsamian 1969, Gurzadyan 1988).

Kunkel (1967) tarafından yapılan çalışmada, flare ışık eğrilerinin, hızlı ve yavaş flare ışık eğrilerinin farklı oranlardaki kombinasyonlarıyla ortaya çıktığı önerilir. Benzer bir yaklaşımla Osawa et al. (1968) de ışık eğrilerinden yola çıkarak iki flare türü tanımlamaktayken, Oskanian (1969) flarelerin 4 gruba ayrılması gerektiğini öngörür.

Ayrıntıları Bölüm 1.5'de aktarılacak olan "*Mofett Sınıflaması*" ile flare ışık eğrilerinin şekillerine göre klasik, karmaşık, yavaş, anlık flare ve flare olayı gibi flare grupları oluşturulmuştur (Moffett 1974). Gurzadyan (1986), "*Hızlı Elektron Kuramı*"nı temel alarak hızlı ve yavaş flarelerin, aslında aynı tür flareler olduğunu ancak, yıldız yüzeyindeki konumlarının farklı olduğunu ortaya koymuştur. Yazar hızlı flarelerin, yıldızın gözlemciye dönük yüzeyinde ortaya çıktığını; yavaş flarelerin, yıldızın gözlemciye göre zıt yüzeyinde ortaya çıkan hızlı flareler olduğunu göstermiştir.

Birçok UV Ceti türü yıldız, flare aktivitesinin yanı sıra leke aktivitesi de gösterir. UV Ceti yıldızlarında gözlenen BY Dra sendromu, ilk olarak Kron (1952) tarafından bir örten çift olan YY Gem'in tutulmalar dışı parlaklık değişimiyle gösterilmiştir. Kron (1952), elde ettiği parlaklık değişimlerini, yıldız yüzeyinin düzgün olmayan sıcaklık dağılımıyla açıklamıştır. Bu yaklaşım sonraki yıllarda, BY Dra sendromu olarak anılmıştır.

Güneş'te gözlenen flare ve leke yapıları genellikle aynı bölgelerde ortaya çıkar. Bu örnek olarak alınırsa, yıldızlarda da benzer bir örtüşme beklenebilir. Bunun incelenmesi için özellikle hem leke aktivitesi hem de flare parlaması gösteren yıldızlar üzerine çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu yıldızların başında BY Dra, EV Lac ve YZ CMi gelmektedir. BY Dra, türünün prototipidir ve baskın leke aktivitesi gösterir. Bunun yanı sıra, flare aktivitesi de göstermektedir. EV Lac ve YZ CMi ise UV Ceti türü değişenlerdir ve baskın flare aktivitesi gösterirler. Her iki yıldız aynı zamanda, leke aktivitesine de sahiptir.

Leke ve flare davranışları arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalardan biri Bopp (1974) tarafından yapılmıştır. Yazar YY Gem verileri üzerinden yaptığı çalışmada, flare yapılarının ortaya çıktığı bölgelerle aktif bölgeler arasında kesin bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bir diğer çalışmada, EV Lac ve YZ CMi'nin 2 yıllık gözlem verileri incelenmiş ve her iki yıldızın üzerinde ortaya çıkan leke yapılarının boylamıyla flare gözlenen boylamlar, flare enerjileri ve boylamsal flare frekansları karşılaştırılmıştır (Pettersen et al. 1983). Doğrudan ışık eğrileri üzerinden yapılan karşılaştırmalarda ve istatistiksel testlerde pozitif bir ilişki bulunamamıştır. Bir başka kapsamlı çalışmada, Leto et al. (1997) EV Lac'ın 1967 – 1977 yılları arasında yapılan gözlemler incelediğinde, 1970 yılı dışında bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur.

1.1 Amaç

Güneş'te gözlenen ilk flareden bu yana 150, yıldızlarda gözlenen ilk flareden ise yaklaşık 70 yıl geçmiş olmasına karşın flare parlamalarının ortaya çıkış süreçleri ve tetiklenme süreçleri tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Güneş'te ortaya çıkan hemen her flare için bir model yapılmıştır. Güneş durumunda gerek zaman gerekse de konum açısından yüksek çözünürlüğe ulaşılabilir. Böylece Güneş yüzeyinde ortaya çıkan bir flare parlamasında, parlamanın olduğu yüzey alanının, parlamanın olduğu hacimin, çok kısa süreli zaman dilimlerindeki değişimi yüksek duyarlılıkla gözlenir. Bu, o flare parlamasının detaylı bir şekilde modellenmesini kolaylaştırır. Ancak, Güneş'te gözlenen bir flare için yapılan bir model, yine Güneş'te gözlenen bir diğer flare parlamasını açıklamakta yetersiz kalır. Temelini "*manyetik yeniden birleşme*"nin oluşturduğu modeller, detaylı gözlemleri açıklamakta çeşitlilik sağlar (Rodono 1986, Benz 2008).

Yıldızlar söz konusu olduğunda, yapılan gözlemlerdeki gürültü düzeyi nedeniyle Güneş'teki kadar ayrıntılı veri alınamaz. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, 1960'lara kadar olan çalışmalarda gürültü düzeyinin azaltılması için yüksek poz süreleri kullanılmıştır. Bununla birlikte tek kanallı ışıkölçerlerle yapılan gözlemlerde gökyüzü ve mukayese yıldızlarının sayımları için zaman kayıpları da söz konusudur. Tüm bunlar, flare ışık eğrilerinin detaylarını ortadan kaldırır. İlerleyen yıllarda çok kanallı ışıkölçerlerin kullanıldığı gözlemlerde

ortaya çıkan bazı anlık değişimler de gözlenebilmiştir (Rodono 1990).

Yıldız gözlemlerindeki bu gelişmelere karşın, yine de yıldızlarda gözlenen flare parlamalarının anlaşılabilmesi amacıyla yapılan modellerin bazı eksikleri vardır. Güneş'te olduğu gibi, yıldızlarda gözlenen bazı flareler modelenebilirken bazıları modellenememektedir. Bu açıdan çok sayıda yazar, öncelikle flarelerin sınıflanmasını ve farklı sınıfların kendi içinde modellenmesi gerekiğini öngörmüştür (Gurzadyan 1988). Bu çalışmalardan birkaçını Kunkel (1967), Osawa et al. (1968), Oskanian (1969) ve Moffett (1974) yapmıştır.

Flare parlamalarına ilişkin farklı modeller, enerji çıkışının flare sürecinin ilk evreleri olan atımlı evrede (*bkz.* Bölüm 1.3) ortaya çıktığını gösterir. Dolayısıyla, eğer birden fazla flare oluşum süreci varsa, süreçler farklı enerji çıkışları sergileyebilir ve bu da kendini optik bölgede elde edilen flare ışık eğrilerinde flare parlama evrelerinde gösterebilir. Örneğin, bir süreçte belirli bir zaman diliminde ulaşılan toplam enerji düzeyine diğer bir süreçte daha kısa ya da uzun zaman diliminde ulaşılabilir.

Bu çalışmada, flare sıklığı yüksek olan yıldızlar seçilmiştir. Kimlik ve literatür bilgileri Bölüm 2.0'de verilen bu yıldızlar, AD Leo, EV Lac, EQ Peg, V1054 Oph ve V1005 Ori'dir. Bu yıldızların standart Johnson sisteminin U ve B bandı gözlemlerinden elde edilecek flare ışık eğrilerinin öğeleri (*flare parlama süresi, flare sönümlenme süresi, flare maksimum zamanı, flare genliği, flare renk ölçeği, flare eşdeğer süresi vb.*) hesaplanacak, bu parametrelerin analizi ile flare oluşumunda farklı süreçlerin olup olmadığı istatistik veri analiz yöntemleriyle incelenecektir. Böylece, literatürdeki diğer çalışmalarda yapılan, ışık eğrisi şekline dayanılarak yapılan sınıflamadan farklı olarak ilk kez flare ışık eğrilerinin öğeleri arasındaki ilişkilerden yola çıkılarak bir sınıflama yapılmış olacaktır. Ayrıca, bu yıldızlar dışında farklı tayf türünden flare yılızlarına ilişkin literatürdeki çalışmalarda yayınlanmış veriler toplanıp, flare parametrelerinin tayf türüne göre bir değişim gösterip göstermediği de incelenecektir.

Buna ek olarak, standart Johnson sisteminin UBVR bandı gözlemlerinden flare parlamaları dışında kalan değişimler incelenecek ve flare aktivitesi dışında

leke aktivitesi gösterip göstermedikleri değerlendirilecektir. Gözlenen yıldızlar eğer leke aktivitesi gösteriyorsa, leke ve flare aktivitelerinin arasındaki ilişki incelenecektir. Bunun yanında, hızlı ve yavaş flareler için Gurzadyan (1986) tarafından öngörülen yaklaşım da test edilebilecektir.

1.2 Evrimsel Açıdan Flare Yıldızları

Flare yıldızları, anakola gelmekte olan ya da henüz yeni gelmiş kırmızı cüce yıldızlardır. Flare yıldızları, genellikle genç yıldızlar arasında gözlenmekle birlikte gökada genç diski içerisine yayılmış alan yıldızları arasında da kendilerini gösterirler. Birçok çalışmada farklı yöntemlerle yapılan yaş tahminleri gerçekten de genç yıldızlar olduklarını gösterir. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda flare yıldızlarının gerçekte çok yaşlı yıldızlar olabileceği yönünde sonuçlar elde edilmiştir.

Flare yıldızlarının genç yıldızlar olduğu düşüncesi birkaç nedene dayanır. Bunlardan birincisi, tayflarında gözlenen yüksek Li oranıdır. Bilindiği gibi yıldız tayflarında yüksek Li bolluğu, yıldızın gençlik belirteçlerinden biridir. Flare yıldızlarının tayflarında da Li bollukları oldukça yüksektir. Diğer yandan, bazı flare yıldızlarında, zayıf Li bolluklarıyla da karşılaşılmıştır (de la Reza et al. 1981). Flare yıldızlarının, genç yıldızlar olduğuna dair ikinci ipucu kinematik çalışmalardan gelir. İlerleyen sayfalarda ayrıntılarıyla tartışılacak olan bu çalışmalar, flare yıldızlarının uzay hızlarının genellikle genç küme ve oymaklarla benzer olduğunu gösteriyor (Montes et al. 2001). Bir diğer nokta, birçok flare yıldızının büyük eşlek dönme hızlarına sahip olmasıdır. Yüksek eşlek dönme hızları ön tür yıldızlarda gözlense de hemen anakol öncesindeki ya da ZAMS'ta olan kırmızı cücelerde de yüksek eşlek dönme hızları görülür (Marcy and Chen 1992, Pettersen 1991, Stauffer 1991). Skumanich (1972)'nin ortaya koyduğu yasa gereği hızlı dönme, koşullar sağlandığı durumda yüksek kromosferik aktiviteyle sonuçlanabilir. Flare yıldızlarının çoğunda yüksek kromosferik aktivite gözlenmektedir.

Farklı yaştaki küme ve oymaklarda flare yıldızlarının keşfi, yıldız evrimi çalışmaları ve flare yıldızlarının kimliğinin ortaya çıkarılması açısından

önemlidir. Küme ve oymaklarda flare yıldızlarına rastlanması, flare yıldızlarının, kırmızı cücelerin bir evrim basamağı olduğunu gösteriyor (Mirzoyan 1990). Gözlemler, çok genç kümelerde flare gösterdiği belirlenen yıldız sayısının 1293 olduğunu gösteriyor. Diğer yandan asıl sayının ise 4000 civarında olduğu tahmin ediliyor (Mirzoyan 1990).

Kütleye dayanan evrim sürecine göre, oymaklarda yıldızları farklı evrim aşamalarında gözlüyoruz. Aynı sistemde farklı evrim aşamalarında yıldızların varlığı, önceki aşamaları belirlemeye olanak verir. Örneğin oymaklarda flare yıldızları, T Tauri yıldızlarıyla bir aradadır. Bu, T oymaklarının karakteristik özelliğidir. Bununla birlikte, T Tauri yıldızlarının hemen hemen hiç bulunmadığı Pleiades ve Praesepe gibi daha yaşlı açık kümelerde flare yıldızlarının sayısı çok yüksektir. Bu, T Tauri yıldızlarının, flare yıldızlarına göre daha genç ve evrimsel olarak daha önceki bir aşama olduğunu göstermektedir. Bu noktada, iki önemli soru ortaya çıkar. (1) Tüm T Tauri yıldızları, flare yıldızlarına dönüşür mü? (2) T Tauri evresinde, flare aktivitesi gözlemek mümkün müdür? Bu sorulardan ilki değerlendirilecek olursa, Orion oymağındaki tüm T Tauri'lerin yalnız dörtte birinin flare yıldızı olduğu gerçeği bir yanıt olabilir. Ancak bu, tahmini bir göreli sayıdır. Yeni tahminler bu sayının, dörtte bir değil, %50 civarında olduğunu işaret etmektedirler. Ancak, tüm T Tauri yıldızlarının bir flare yıldızına dönüşeceği gibi bir sınırlama yoktur. Buna karşın, kırmızı cücelerin birbirlerinden farklı evrim yollarını izleyebileceğini kabul etmek de zordur (Mirzoyan 1990).

Gökada düzlemine dağılmış alan yıldızları incelendiğinde, alan yıldızları arasında yer alan flare yıldızı sayısı, küme ve oymaklardakine göre yaklaşık %20 daha azdır. Güneş'in yakın komşuluğundaki flare yıldızı dağılımının tüm gökadadakiyle aynı olduğu kabul edilirse, gökada içerisinde toplam flare yıldızı sayısının 4.2 milyara yakın olduğu hesaplanır.

Geri tür yıldızlarda kromosferik aktivite genellikle gençlik belirteci olarak gösterilir. Bunun nedeni, genç cücelerin yüksek dönme hızı göstermesi ve dönme ile dış zarf arasındaki etkileşimin kromosferik aktiviteyi doğuracağı düşünülür (Soderblom 1990, Jeffries and Jewell 1993, Pigatto 1990). Bununla birlikte, yalnız genç, tek yıldızlar yüksek dönme hızı sergilemezler (Rocha–Pinto et al. 2002).

Yakın ve değen çiftler, dönme hızlarını birkaç milyar yıl koruyabilirler. Böyle yıldızlarda dönme açısal momentum kaybı, sistemdeki yıldızların yakınlaşmasıyla karşılanır ve bu, yörünge açısal momentumunun dönme açısal momentumuna aktarılmasıyla sonuçlanır. Böylece, geri tür yıldızlarda kromosferik aktivite araştırmaları, iki grup cisim bulmayı amaçlar: genç yıldızlar ve kromosferik aktif çiftler (Rocha–Pinto et al. 2002). Bazı çalışmalarda, henüz dikine hız çalışmaları yapılmamış yıldızlar, tayfsal çift yerine genç tek yıldız olarak sınıflanmaktadır. "Mount Wilson Projesi" (Wilson 1978) kapsamında gözlenen 99 geri tür yıldız, güneş türü yıldızlardır. Bu ve benzeri çalışmalarda tek yıldızlar incelendiği için kromosferik aktif çiftler genellikle dışarıda bırakılmıştır. Böylece, çalışmaların sonucunda yıldızların aktif ve aktif olmayan yıldızlar olarak ikiye ayrılması, bir bakıma yaşta da genç ve yaşlı yıldızlar olarak sınıflanması anlamına gelmektedir (Rocha–Pinto et al. 2002). Aktif ve aktif olmayan yıldızlar üzerine kinematik çalışmalar yürüten Soderblom and Mayor (1993) ve Jeffries and Jewell (1993) tarafından da bu ortaya konmuştur. Çalışmalarda incelenen uzay hız diyagramlarında, aktif yıldızlar, genç ve hızlı dönen yıldızların olduğu bölgelerde yoğunlaşmıştır. Aktif olmayan yıldızlar ise yaşlı yıldızların gösterdiğine benzer bir dağılım sergilemektedir. Ancak, birkaç aktif yıldız ise bu durumun tersine, yaşlı yıldızların bulunduğu bölgelere dağılmışlardır. Soderblom and Mayor (1993), bu yıldızları "*Kaçan Yıldızlar (runaway stars)*" olarak tanımlamaktadır. Rocha–Pinto et al. (2002), inclenen yıldız sayısını 145'e yükseltmiş ve gerçekten de birçok yıldızın yaşına göre uygun olmayan uzay hızlarına sahip olduğunu göstermiştir. Yazarlar, bu yıldızları CYKOS (***C****hromospherically* ***Y****oung,* ***K****inematically* ***O****ld* ***S****tars*) kısaltmasıyla isimlendirmişlerdir. CYKOS, kromosferik aktivite gösteren ancak yakın çift veya kaçan yıldız olup olmamasına bakılmaksızın uzay hızları dağılımında beklenilmeyen yerlere dağılmış yıldızları tanımlar.

Aykırı yıldızlardan bazıları, kromosferik aktif çiftlerdir. Kromosferik aktivite, yörünge ve dönme hareketlerinin eş zamanlı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, genç yıldızlarınkine benzer aktivite karakterine sahip olmalarına rağmen, gerçek yaşlarından dolayı, uzay hızı dağılımlarında yaşlı yıldızların arasında yer alıyorlar (Rocha–Pinto et al. 2002). Bununla birlikte, aykırı yıldızlar incelendiğinde çok büyük bölümünün, kesinlikle aktif yıldızlar

olduğu ancak yaşı 2 milyar yıl olan yıldızlara göre çok daha az Li bolluğu sergiledikleri görülür. Ayrıca, dikine hız eğrileri incelendiğinde, bir değişim göstermedikleri görülür. Bunun anlamı, büyük olasılıkla bu yıldızlar, tek ve yaşlı yıldızlardır. Aynı zamanda yüksek eşlek dönme hızlarına sahip olan aktif yıldızlardır (Rocha–Pinto et al. 2002). Bu önemli bir sonuçtur. Bu noktada ortaya çıkan soru şudur: Bu yıldızlar bu yaşa kadar dönme hızlarını nasıl korumuşlardır? Normalde, gösterdikleri kromosferik aktiviteden dolayı, hızla açısal momentum kaybetmeleri beklenir. Bunun aksini ortaya koyacak bir mekanizma bilinmemektedir.

Poveda et al. (1996a, 1996b), UV Ceti'ler arasında da birçok CYKOS'un varlığını ortaya koymuştur. Yazar bu yıldızların, "*Mavi Aykırı (Blue Stragglers)*"ların küçük kütleli karşılığı olan "***Kırmızı Aykırılar (Red Stragglers)***" olduğunu belirtmiştir.

Bu hipoteze göre "*Kırmızı Aykırılar*", kısa dönemli ve küçük kütleli (~0.5 $M_{\odot}$) bileşenden oluşmuş bir çiftin birleşmesinden ortaya çıkmışlardır. Bununla birlikte, uzay hızı dağılımı diyagramlarında, genç yıldızlardan farklı bölgelere dağılırken, çok hızlı dönmelerinden dolayı da HR diyagramında aykırı görünmeyeceklerdir. Birleşme senaryoları, "*Mavi Aykırılar*" için de önerilen senaryolardan biridir. Kısa dönemli çiftlerde, yörünge ve dönme dönemleri arasında eş zamanlılık beklenmektedir. Küçük kütleli yıldızlar için, manyetik aktivite güçlü olduğunda açısal momentum kaybı artmaktadır. Yörünge ve dönme hareketi eş zamanlı olduğunda, dönme açısal momentum kaybı yörünge açısal momentumunun harcanmasıyla karşılanır. Sonuç olarak, dönme hızı artar, bileşenler hızlı dönmeye başlar ancak birbirlerine doğru yaklaşırlar. Bu sürecin sonunda, W UMa'lar olarak bilinen değen çiftler ortaya çıkar (Rocha–Pinto et al. 2002).

Bu sürecin simülasyonunu yapmaya çalışan Rasio and Shapiro (1995), öncelikle bu sistemleri değen durumuna getirip dinamik olarak kararsız hale dönüştürüyor ve çok hızlı olarak tek cisim oluşturacak şekilde birleştiriyor. Birleşme sonucunda, genişlemiş ortak bir zarfın oluştuğu görülüyor. Bu zarf, yıldızın bir "*anakol öncesi yıldız*" olarak görünmesine neden olur. Yazarlara göre

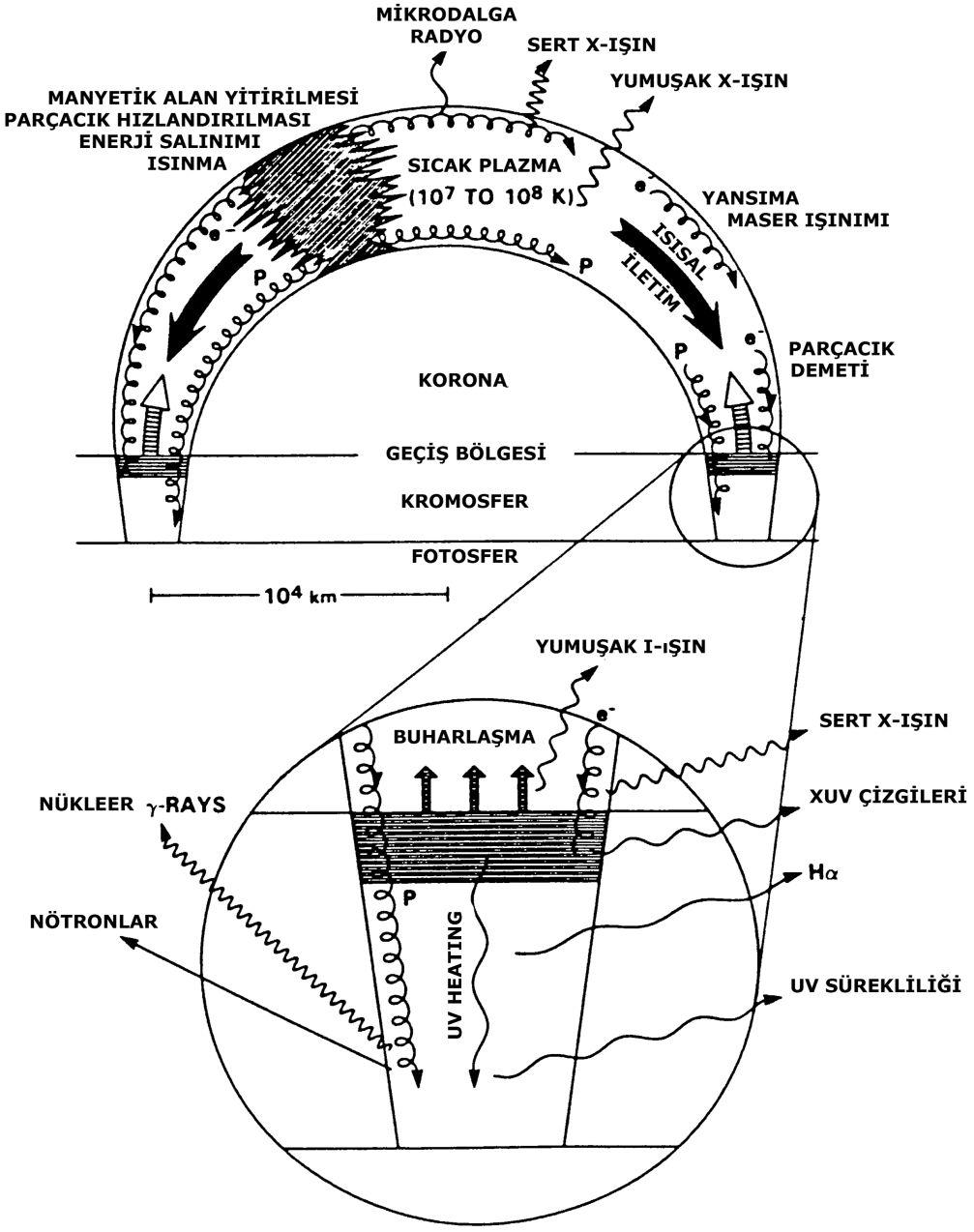
sistem bir kez kararsız hale gelirse, birleşme birkaç saat içerisinde gerçekleşir. Ortaya çıkan zarf, çekimsel olarak yıldıza tutunur ve ısısal dengeye ulaşıncaya kadar zorlanır. Merkezlerinde hidrojen olmayan küçük kütleli yıldızlardan oluşmuş bu tek yıldız, ancak genç tek yıldızlarda gözlenebilecek şekilde hızlı dönmeye, konvektif dış zarfa ve kromosferik aktivite yapılarına sahip olabilir. Birçok açıdan genç yıldızlara benzeyen bu yapı, HR diyagramında genç yıldızların arasında ZAMS'ta gözlenir. Ancak, bu yapının uzay hızına bakıldığında, oluştuğu sistemin sahip olduğu ve yaşlı yıldızlarınkine denk uzay hızlarına sahip olur (Rasio and Shapiro 1995, Rocha–Pinto et al. 2002). Ancak, ortaya konan bu senaryonun da cevap vermekte zorlandığı birçok soru vardır. En çok tartışılan sorulardan biri şudur: Eğer CYKOS'lar küçük kütleli yıldızlardan oluşmuş olan yapılarsa, neden diğer yüksek dönme hızına sahip kırmızı cüceler gibi genişlemiş tayf çizgileri göstermiyorlar? Benzer problem, küresel ve açık küme üyesi "*Mavi Aykırı*" yıldızlarda da görülmektedir (Rocha–Pinto et al. 2002).

1.3 Flare Modelleri ve Gözlemsel Sonuçlar

Flare parlamalarının nedenini ve süreçleri açıklamaya çalışan sayısız model vardır (Benz 2008, Gershberg 2005, Alvarez 2000, Katsova et al. 1997, Gurzadyan 1988). Özellikle Güneş'te ortaya çıkan parlamaların yüksek zaman ve tayfsal çözünürlüğe sahip gözlemleriyle ortaya çıkan yapıların açıklanabilmesi için hemen her Güneş flare parlaması için bir model yapılmıştır (Rodono 1986, Benz 2008). Güneş flare parlamaları için yapılan modeller çeşitlilik sergilese de temelleri manyetik yeniden birleşmenin etkin olduğu manyetik alan topolojisi ve süreçlerine dayanır (Rodono 1990, Benz 2008). Yıldızlarda gözlenen flare parlamaları için de benzer birkaç model vardır. Ancak Güneş'te olduğu gibi yıldızlarda da modeller bir flareyi temsil ederken, bir başkasını temsil etmekte zorlanır (Gurzadyan 1988).

Genel bir flare parlama modelinin yapılabilmesi için, Güneş'te ortaya çıkan flarelerin çalışılması önemlidir. Özellikle Güneş, diğer yıldızlardaki manyetik aktvitenin tanımlanabimesi açısından çok önemlidir. Bir bakıma Güneş, diğer yıldızlar için bir "*Rosetta Taşı*" konumundadır (Rodono 1990). Ancak küme yıldızlarının sergilediği flareler Güneş ve alan yıldızları arasındaki flare

yıldızlarının sergilediği flarelerden bazı farklara sahiptir. Bunun nedeni, küme yıldızlarının yaşı ve diğer parametreleridir. Tüm farklara karşın, Güneş için flare süreci iyi belirlenirse, diğer yıldızlar için de bir örnek teşkil edecektir.



Şekil 1.1: *Güneş flare olayında, tek bir manyetik alan çizgisinden oluşan lup üzerinde enerji salınım yerleri ve biçimleri. Şekil, Dennis and Schwartz (1989)'den alınmıştır.*

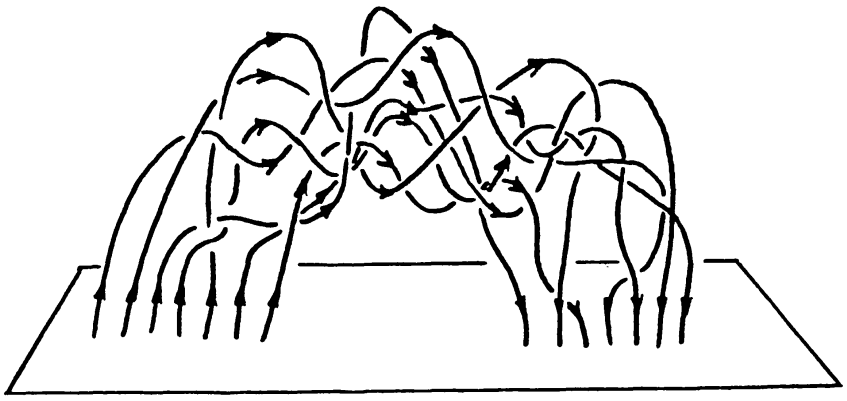
Güneş dinamo modelinde öngörüldüğü gibi yıldızın iç kısımlarından gelen manyetik akı tüpleri, fotosferi delip yıldızın üst korona katmanlarına kadar yükselen luplar oluşturur. Bu lupların fotosfer katmanındaki ayak uçlarında,

soğuk ve sıcak lekeli bölgeler ortaya çıkar. Flare parlamaları ise bu manyetik lupların etkileşimiyle oluşur (Rodono 1986, Benz 2008). Genellikle iç içe girmiş, karmaşık manyetik topolojideki luplarda manyetik alanlar birleşir ve bunun sonucu da enerji boşalımları gerçekleşir. Bu senaryo oldukça açıklayıcı görünse de Güneş flare gözlem verisinin tümünü açıklamakta yetersiz kalır ve bazı sorulara yanıt veremez. Ayrıca, hemen her modelde tetikleyici unsurların modellenmesinde ve flare başlangıcında tek bir manyetik alan çizgisinin oluşturduğu tek luplu flare modelleri kullanılır.

Standart Güneş flare olayında, koronal madde atımları genellikle depolanan enerjinin ışınım yapan plazmayla yeterince dağıtılamayacak duruma geldiği anlarda meydana gelir. Koronal madde atımlarının olduğu bölgelerde çok sıcak ($\sim 10^7 - 10^8$ K) plazmanın γ – ışını, sert X – ışın ve mikrodalga ışınımı başlatması, koronal lubun üst kısımlarında bir flare başlangıcı olduğunun habercisidir (Benz 2008). Parçacıkların alan çizgisi boyunca koronadan kromosfere doğru hareketi ve bu hareket sırasında hızlanmaları, göreli olarak daha yoğun bir bölge olan kromosfer içerisindeki plazmanın buharlaşmasına neden olur. Bu süreçte, baskın olarak yumuşak X – ışın salmalarının yanı sıra UV bölgedeki çizgilerde, H_α ile diğer Balmer çizgilerinde salmalar görülür. UV sürekliliğinde de bir artma ve yükselme gözlenir. Hızlandırılmış parçacıklar yeterince enerji ve hıza sahiplerse kromosferin alt kısımlarına ve hatta fotosfere ulaşabilirler ve γ – ışını çizgileri ve nötronlar oluşturabilirler. Eğer parçacıkların enerjisi yeterli olmazsa, kromosfere ve kromosfer içlerine ulaşmadan frenlenir ve yumuşak X – ışın salmaları da koronanın orta katmanlarında soğurulur. Bu da kromosfere enerji aktarımının ısısal süreçlerle devam etmesiyle sonuçlanır (Benz 2008, Rodono 1990).

Süreç bu şekilde işliyor görünse de birkaç saniye içerisinde, parçacıkların hangi mekanizmayla böylesine büyük hızlara ve enerji çıkışının da 10^{30} $ergs^{-1}$ gibi yüksek mertebelere ulaştığı bilinmemektedir. Buna benzer daha birçok soru yanıt beklemektedir. Bunlara ek olarak, enerji dönüşümü, katmanlar arası enerji aktarımı ve yayımı iyi tanımlanmış mekanizmalar değildir. Standart Güneş flare olayında sürecin çözümünü kolaylaştırmak açısından çok sayıda kabul yapılmıştır. Bunların başında, manyetik lupların tepe noktalarından fotosferdeki ayak uçlarına

kadar süren ışınım aktarımı ve plazma hidrodinamikleri arasındaki ikinci mertebe etkileşimler gözardı edilmiştir (Rodono 1990). Şekil 1.1'de özetlendiği gibi, tüm süreç tek bir manyetik alan çizgisinden oluşan manyetik lup ile modellenmektedir. Ancak yüksek zaman ve tayf çözünürlüğüne ulaşabilen araçlarla Güneş'te gözlenen flare parlamaları, flare parlamasının ortaya çıktığı bölgenin, Parker (1989)'dan alınan Şekil 1.2'de görüldüğü gibi, karmaşık manyetik topolojiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Klasik flare modelleri bu karmaşık yapıyı gözönüne almamaktadır (Benz 2008, Rodono 1990).



Şekil 1.2: *Güneş ve yıldızlarda ortaya çıkan flare parlamalarının oluştuğu bölgelerdeki olası manyetik topoloji (Parker 1989).*

UV Ceti'lerde gözlenen flareler için Beskin et al. (1989) tarafından yapılan çalışmada, flare parlama süreleri gözönüne alındığında, sürelerin 0.3 saniye ile 10 saniye arasında değiştiği ve genelde de 2 – 3 saniye yöresinde olduğu görülmektedir (Rodono 1990). "*The Gas – Dynamic Model*" olarak adlandırılan ve yıldızlarda gözlenen flareleri açıklamaya çalışan modele göre, bir flarenin parlama süresi (τ), üst katmanlardan fotosfere doğru yayılan bir şok dalgasının, bir ölçek yüksekliğine eşit yükseklikten ne kadar sürede fotosfere ulaşacağına bağlıdır (Katsova et al. 1981, Katsova and Livshits 1986). İniş zaman ölçeklerinin de optikçe ince plazmanın yeniden birleşme zaman ölçeği veya flare başlangıç evrelerinde dağılan enerjisiyle ısıtılan optikçe kalın plazmanın soğuma zaman ölçeğiyle doğru orantılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Rodono 1990).

Flare sürecinde, kısa zaman ölçekli, yarı dönemli parlaklık değişimlerinin varlığı, yüksek zaman çözünürlüklü ışıkölçerlerin, cevap verebileceği bir başka

sorudur. İlk kez Rodono (1974) tarafından, Hyades kümesindeki bir yıldızda gözlenen yarı dönemli 12 – 14 saniyelik değişim gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin flare parlama sürecindeki yeri, Mullan (1976) tarafından gösterilmiştir. Yazar, bir manyetik kutuptan diğerine göç eden elektron cyclotron dalgalarının (*whistlers*) varlığını göstermiştir. Son birkaç on yılda bir çok çalışmada optik gözlemlerde bu değişimler gözlenmiştir (Zhilyaev et al. 2000).

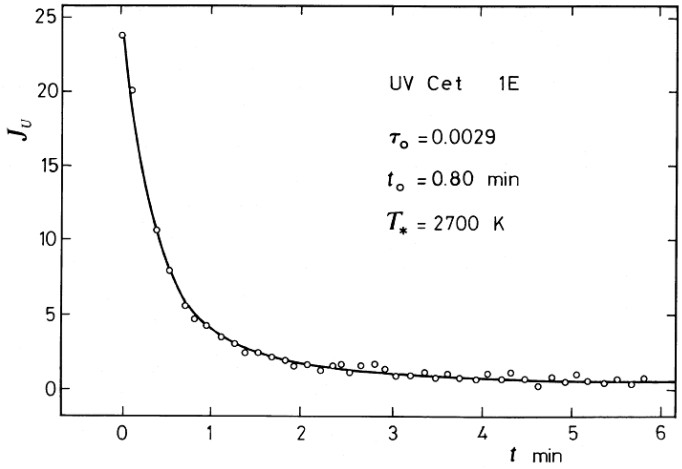
Rodono and Cutispoto (1988), görsel bölgede U ve kızılötede K bandlarında eş zamanlı yaptıkları gözlemlerde, bir flare sırasında U bandında ani parlama gözlenirken K bandında ayna görüntüsüne benzer şekilde sönümlenmeler gözlemişlerdir. "*Kızılöte Negatif Flare*" olarak adlandırılan bu parlaklık davranışı, Grinin (1976) ve Gurzadyan (1988) tarafından yapılan modellerle açıklanmaya çalışılmıştır. Grinin (1976) tarafından yapılan modelde, flare parlamalarının erken evrelerinde fotosferin üst katmanları ve kromosferde ortaya çıkan H^- opaklığındaki artış ile bu değişimler açıklanabildi. Gurzadyan (1988) tarafından ters Compton olayına dayanan modelde zıt yönlü hareket eden, ivmelendirilmiş elektron demetlerinin çarpışması sonucu, enerjisi kızılöte bölgeye düşen fotonların enerjileri UV bölgeye kayabilecek şekilde artmaktadır. Böylece, flare anında kızılöte bölgeye düşen fotonlar ters Compton süreciyle enerji kazanacak ve UV bölgeye karlışık gelen enerjilere ulaşacaktır. Sonuçta kızılöte akı azalırken, eş zamanlı olarak UV bölgedeki akı artacaktır. (Rodono 1990, Gurzadyan 1988).

1.4 Hızlı Elektron Kuramı

Hızlı Elektron Kuramı, Gurzadyan tarafından 1965'de ***"Fast Electron Hypothesis, FEH"*** adıyla ortaya atılmış ve yıldızlarda gözlenen flare parlamalarında çeşitli sorulara yanıt vermeye çalışan bir modeldir. Temelinde "Ters Compton Olayı"nın olduğu model, flare parlamalarında ortaya çıkan dört temel özelliğe açıklık getirmeye çalışır (Gurzadyan 1988).

UV Ceti yıldızlarının gözlemleri, (1) flare parlamalarında, sönümlenmenin parlamaya göre daha yavaş olduğunu gösterir. (2) Elde edilen flare ışık eğrilerinin çok büyük bir kısmı, 1^m'den daha küçük genliklidir. (3) UV Ceti yıldızlarında gözlenen flare parlamalarının ışık eğrilerinin şekli incelendiğinde, genelde iki

türle karşılaşılır. Bunlardan birincisi, Güneş'te gözlenen klasik sert X–ışın flare parlamalarına benzer ışık eğrilerine sahip olan hızlı parlama ve yavaş sönümlenme gösteren flarelerdir. İkincisi ise, flare parlama ve sönümlenme süreleri birbiriyle karşılaştırılabilir olan yavaş flarelerdir. (4) Elektromanyetik tayfın farklı bölgelerinde eş zamanlı yapılan gözlemler, UV Ceti yıldızlarında flare parlaması anında kısa dalgaboylarında (UV bölge) parlamalar gözlenirken, uzun dalgaboylarında (kızılöte bölge) sönümlenmelerin (negatif flareler) olabileceğini gösteriyor (Rodono et al. 1989).



Şekil 1.3: *Gurzadyan (1988)'den alınan şekilde, UV Ceti'de gözlenmiş klasik bir flare parlamasının sönümlenme evresinin temsili görülmektedir. Düz çizgi modeli, noktalarsa gözlem verisii göstermektedir.*

Modele göre, yıldızın atmosferine çıkmış elektronlar, yüksek hızlarda yıldızın fotosferine döndüklerinde, ters Compton olayına neden olur. Ters Compton olayında, hızlandırılmış parçacıklar fotosfere yaklaştıklarında enerjilerini, fotosferden koronaya doğru ilerleyen fotonlara aktarır. Özellikle kızılöte bölge ~ 1 μm komşuluğundaki dalgaboylarında gelen fotonlara aktarırlar. Aldıkları enerjiyle fotonlar, kızılöte bölgeden moröte bölgeye kayar. Bu, kızılöte bölgede gelen akının azalmasına morötede gelen akınınsa artmasına neden olur.

$$B_\lambda(T_*) \quad \text{..... (01)}$$

$$J_\lambda(\tau,\gamma,T_*) \quad \text{..... (02)}$$

$$J_\lambda(\tau,\gamma,T_*) = B_\lambda(T_*)\cdot C_\lambda(\tau,\gamma,T_*) \quad \text{..... (03)}$$

Gurzadyan'nın modelinde, eğer yıldızın sakin anındaki akısı (01) ve flare

anındaki de (02) bağıntılarıyla temsil edilirse, (01) ve (02) arasındaki ilişki (03) eşitliğiyle ifade edilir. (03) eşitliğindeki $C_\lambda(\tau,\gamma,T_*)$ ifadesi, iyi bilinen bir fizik katsayısı olan γ'nın fonksiyonudur (Gurzadyan 1988). Tüm kuramın çıkış noktasını, "*hızlı elektronların boyutsuz enerjisi*" olarak adlandırılan γ parametresi oluşturur. γ, fotosferden gelen fotonların ters Compton olayı sonucunda frekanslarındaki değişimi belirler:

$$v = \gamma^2 \cdot v_0 \quad \text{..... (04)}$$

Burada v_0, fotosferden gelen fotonun frekansını, v ise ters Compton olayı sonrasındaki frekansı tanımlar. (01) ve (02) denklemleri kullanılarak, flare parlaması anındaki parlaklık düzeyi ile yıldızın sakin anındaki parlaklık düzeyi farkı belirlenmek istenirse, diferansiyel parlaklık farkından (05) eşitliği elde edilir:

$$\Delta U = m_U(0) - m_U(\tau) = 2.5 \log \frac{\int J_\lambda(\tau,\gamma,T_*) U_\lambda d\lambda}{\int B_\lambda(T_*) U_\lambda d\lambda} \quad \text{..... (05)}$$

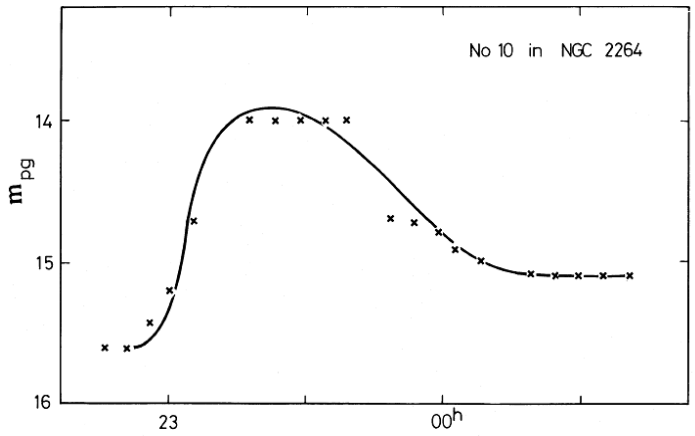
eşitlikteki $J_\lambda(\tau,\gamma,T_*)$'nin zamana göre değişimi, flare ışık eğrisinin temsilini verecektir. Şekil 1.3'de UV Ceti'de elde edilen klasik bir flare parlamasında sönümlenme evresinin temsili görülmektedir. Gurzadyan'nın "*hızlı elektron kuramı*"na göre, aslında UV Ceti yıldızları tek bir flare türü ortaya koyarlar. Ancak, flare bölgesinin gözlemciye göre olan konumu, onun ışık eğrisinin şeklini değiştirir. Yazar, yıldızın flare parlaması sırasındaki akısını tanımladığı (03) nolu eşitliğe, yıldız yüzeyinde flare bölgesinin yerine ilişkin $f(t,R_*)$ parametresini ekleyerek (06) nolu eşitliği elde etmiştir.

$$J(t) = J(0) \cdot f(t,R_*) \quad \text{..... (06)}$$

(06) nolu eşitlikte $f(t,R_*)$ çarpanı, flare bölgesinin kaynak fonksiyonuyla ortamdaki soğurma katsayısının bir fonksiyonudur. (06) nolu eşitlik (05) eşitliğinde yerine konulur ve integral alınırsa (05) nolu ifade (07) nolu eşitliğe dönüşür:

$$\Delta U_0 = 2.5\log\left(1+\frac{10^{0.4\cdot\Delta U}-1}{D}\right) \quad \text{..... (07)}$$

Eşitlikte ΔU_0 terimi, yıldızın üzerinde gözlemciye göre zıt tarafta ortaya çıkan flare parlamasının asıl genliğini, ΔU ise zıt taraftaki gözlemcinin gözlediği genliği temsil eder. Denklemdeki D terimi, "*dağılma çarpanı*" olarak adlandırılan ve (06) eşitliğini içeren bir değişkendir.



Şekil 1.4: *Gurzadyan (1988)'den alınan şekilde, hızlı elektron kuramına göre yıldızın gözlemciye göre zıt yüzeyinde ortaya çıkan klasik flare parlamasının, zıt taraftaki gözlemci tarafından elde edilen ışık eğrisi.*

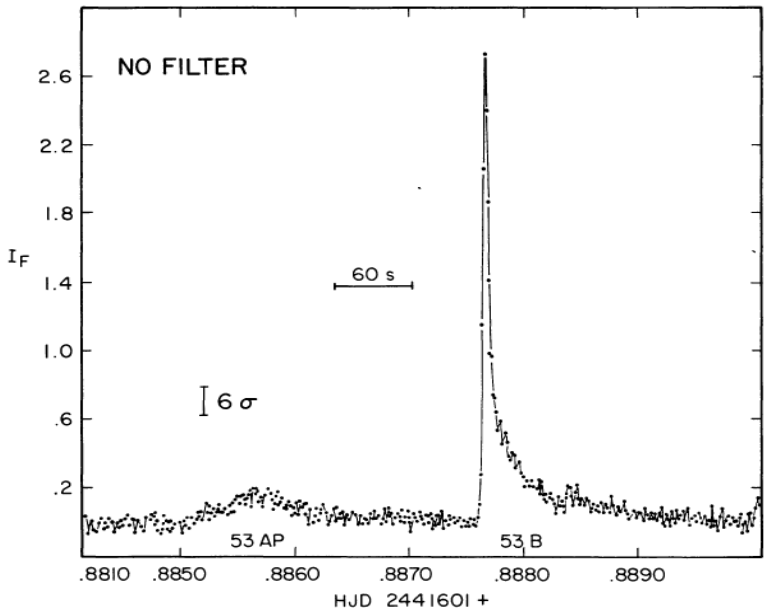
Gurzadyan, elde ettiği sonucu gözlemsel verilerle de test etmiştir. Bunun için UV Ceti türü yıldızlarda gözlenen düşük genlikli yavaş flareleri (07) eşitliğiyle temsil etmiştir. Bir örneği, Şekil 1.4'de görülen bu temsiller genellikle başarılıdır. Şekil 1.4'de, NGC 2264 kümesinin gözlemlerinde elde edilen bir yavaş flare parlamasının temsili görülmektedir. Şekildeki flare parlamasının genliği, $1^m.6$'dir. Yazar, eğer bu flare bakış doğrultusunda olsaydı, elde edilecek genliğin $6^m.4$ olacağını hesaplamıştır.

1.5 Moffett Sınıflaması

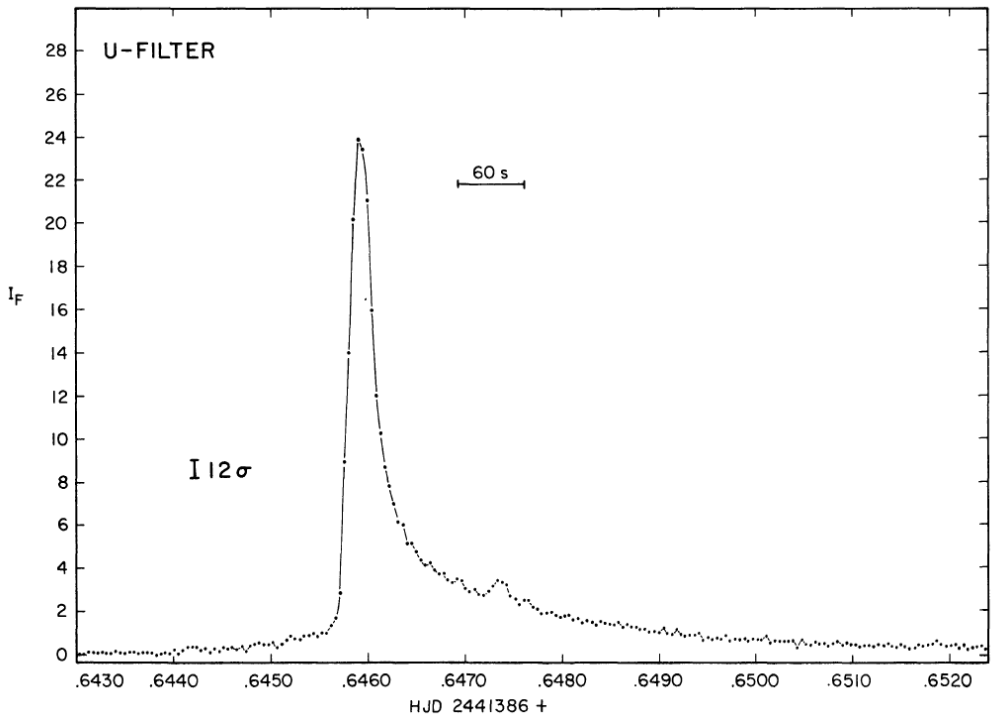
1971 ve 1972 yılları arasında, 13 flare yıldızının toplam 469 saati bulan gözlemlerinden elde edilen, 409 flare ve 241 flare olayı (Kunkel 1973, Cristaldi and Rodono 1973) kullanılarak yapılan bir sınıflamadır.

Moffett, öncelikle çalışmasında çeşitli kodlamalar kullanmıştır. Bu kodlamalara ilişkin örnekler Şekil 1.5'de görülür: 53 AP ve 53 B. Kodlamada kullanılan "*A*" harfi o geceki birinci, "*B*" harfi ise ikinci flare olduğunu, "*P*" harfi

ise elde edilen flarenin, ardışık iki flarenin "*öncü flare*"si olduğu anlamına gelmektedir. 53 ise flare sırasıdır (Moffett 1974).



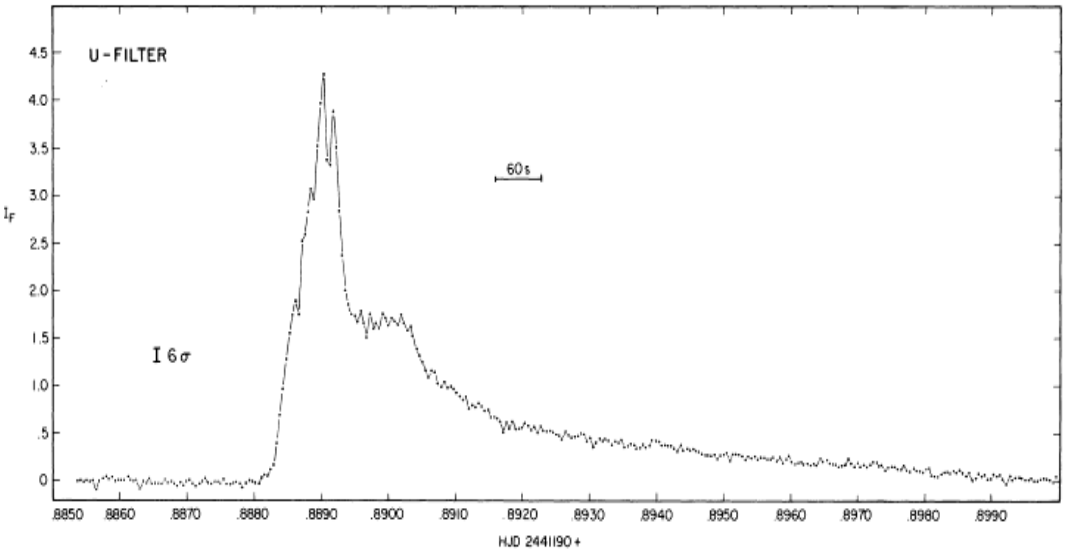
Şekil 1.5: *UV Ceti'de gözlenmiş, spike türü bir flare öncesinde ortaya çıkmış "flare olayı" (Moffett 1974).*



Şekil 1.6: *YZ CMi'de gözlenmiş, klasik bir flare (Moffett 1974).*

Yazara göre flare, yıldız atmosferinde çeşitli katmalarda farklı mekanizmalarla ortaya çıkan ve dolayısıyla da çok farklı biçimler sergileyen

parlamadır (Moffett 1974). Şekil 1.5'de görülen UV Ceti'de gözlenen 53 B kodlu flare, Şekil 1.6'da görülen ve YZ CMi'de gözlenen ve Şekil 1.7'de görülen EQ Peg flare parlamasına dikkat edilirse, ışık eğrisi şekillerinin gerçekten de farklı olduğu görülür. Ancak, eğer farklı biçimlerde görülen şekillerin nedeni, Moffett (1974)'ün ifade ettiği gibi farklı mekanizmalarsa, Güneş'te yaşanan problem, yıldızlarda da yaşanacaktır; çünkü yıldızlarda da gözlenen her flare kendine has bir biçime sahiptir. Bunun anlamı, Güneş durumunda olduğu gibi, gözlenen tüm flareler için ayrı ayrı modeller oluşturulmak zorunda olunmasıdır.



Şekil 1.7: *EQ Peg'de gözlenmiş, karmaşık bir flare (Moffett 1974).*

Bununla birlikte, Moffett (1974), ışıkölçümle elde edilmiş bir değişimin "flare" olarak tamınlanması için çeşitli kriterlere uyması gerektiğini söyler. Bu kriterler kısaca şunlardır:

(1) Gözlenen tüm parlama, birden çok gözlem noktasında olmalıdır,
(2) Flare parlaması, sönümlenmesine göre daha hızlı olmalıdır,
(3) Bir flarede gözlenen genlik, kısa dalgaboylarında daha büyük olmalıdır,
(4) "*Flare eşdeğer süresi*", en az bir süzgeçte pozitif olmalıdır.

Gözlemlerde elde edilen değişimlerin "flare" olarak tanımlanması için bu kriterler doğru ve yeterli görünse de, gözlem koşullarına ilişkin de kriterler olması gerekir (Gershberg 1972).

2.0 GÖZLEMLER

Gözlemler, Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin 48-cm Cassegrain türü teleskobu ve ona takılı "Yüksek Hızlı Üç Kanallı Işıkölçer" ile yapılmıştır. Geniş–band standart Johnson sisteminde UBVR bandlarında yapılan gözlemlerde, gözlenen değişenlerin çoklu sistem olmasından dolayı 24 yaysaniyesi diyafram açıklığı kullanılmıştır. Gözlenen değişen, mukayese ve denet yıldızlarının kimlikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Flare taramalarında, U bandında 2-10 saniye aralığında poz süreleri kullanılmıştır.

Çizelge 2.1: *Program ve Mukayese yıldızları*

Yıldız		α (2000)	δ (2000)	V (mag)	B-V (mag)
Değişen	AD Leo	$10^h\ 19^m\ 36^s.28$	+19° 52′ 12″.06	9.388	1.498
Mukayese	HD 89772	10 21 55.52	+20 03 12.98	8.967	1.246
Denet	HD 89471	10 19 53.94	+20 24 15.30	7.778	1.342
Değişen	EV Lac	22 46 49.73	+44 20 02.37	10.313	1.554
Mukayese	HD 215576	22 45 33.52	+44 21 22.50	9.227	1.197
Denet	HD 215488	22 44 46.40	+44 21 59.09	10.037	0.881
Değişen	EQ Peg *	23 31 52.78	+19 56 14.13	10.170	1.574
Mukayese	SAO 108666	23 32 12.51	+19 42 17.51	9.598	0.745
Denet	SAO 91312	23 30 55.23	+20 34 53.95	9.050	1.040
Değişen	V1054 Oph	16 55 28.76	-08 20 10.84	8.996	1.552
Mukayese	HD 152678	16 55 10.77	-08 22 06.86	7.976	1.549
Denet	SAO 141448	16 56 16.52	-08 32 37.32	9.978	0.805
Değişen	V1005 Ori	04 59 34.83	+01 47 00.68	10.090	1.307
Mukayese	BD+01° 870	04 58 18.00	+01 37 00.00	8.800	1.162
Denet	HD 31452	04 56 10.69	+02 56 03.05	9.990	0.920

** Bu yıldızın standarda dönüşümü yapılamadığı için, SIMBAD Veri Tabanı'ndan alınan değerleri verilmiştir.*

Flare gözlemleri sırasında, kullanılan ışıkölçerin ikinci kanalına bir yıldız yerleştirilmiş ve bu yıldızın diyaframdaki konumunun düzenli bir şekilde merkezlenmesiyle teleskobun takip sisteminin kontrolü sağlanmıştır. Leke aktivitesi için yapılan gözlemlerde ise 10 saniye poz süresi kullanılmıştır. Tüm yıldızların tüm gözlem geceleri gözönüne alındığında, flare taramalarında ortalama 20 dakikada bir gökyüzü ve mukayese ölçümleri alınmıştır. Flare parlamaları dışında kalan değişimlerin belirlenmesi için yapılan BVR bandı gözlemlerindeyse gözlem sıralamasında, klasik değişen yıldız ışıkölçüm sıralaması kullanılmıştır.

Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi program ve mukayese yıldızlarının gökyüzünde konumları oldukça yakın olmakla birlikte diferansiyel parlıklık hesaplarında, gözlemevi için belirlenen birinci dereceden ortalama atmosferik sönükleştirme katsayıları kullanılmıştır. Gözlenen herbir değişen yıldız için seçilen mukayese ve denet yıldızlarının gökyüzündeki konumları birbirine çok yakın olduğu için, her bir sistemde mukayese, denet ve değişen ölçümlerinden aynı gökyüzü ölçümleri çıkartılmıştır.

Çizelge 2.2: *Program yıldızlarının flare gölem raporları.*

Yıldız	Yıl	HJD Aralığı (+24 00000)	Band	Gece Sayısı	Gözlem Süresi (saat)	U Bandı Flare Sayısı	B Bandı Flare Sayısı
AD Leo	2005	53377 - 53514	UB	12	36.35	39	36
	2006	53717 - 53831	UB	15	37.48	54	50
	2007	54048 - 54248	UB	8	20.80	17	7
EV Lac	2004	53197 - 53257	U	17	47.62	31	-
	2005	53554 - 53606	UB	9	26.65	32	22
	2006	53940 - 53996	UB	16	44.66	35	31
EQ Peg	2004	53236 - 53335	U	13	64.42	38	-
	2005	53621 - 53686	UB	10	35.84	35	29
V1005 Ori	2005	53353 - 53453	UB	9	28.13	10	5
	2006	53673 - 53769	UB	9	26.45	31	32
V1054 Oph	2004	53136 - 53202	U	19	42.64	14	-
	2005	53502 - 53564	UB	10	33.13	26	13

Elde edilen diferansiyel parlaklıklar, gökyüzünde program yıldızlarına yakın bölgelerde bulununan Johnson standart yıldızlarının gözlemleriyle standart parlaklığa dönüştürülmüştür. Gözlenen standart yıldızlar, Landolt (1983, 1992) kataloglarından seçilmiştir. U, B, V ve R bandlarında yapılan gözlemlerin gecelik hatalarının ortalamaları sırasıyla, $0^m.015$, $0^m.009$, $0^m.007$ ve $0^m.007$ dir. Program yıldızlarının yıllara göre gözlem raporu Çizelge 2.2 ve 2.3'de verilmektedir. Çizelge 2.2'de flare, 2.3'deyse flare dışında kalan değişimler için yapılan gözlemlere ilişkin raporlar görülmektedir.

Gershberg (1972), flare enerjilerinin hesaplanmasını sağlayan bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemde, (08) ve (09) nolu eşitlikleri yardımıyla elde edilen flarelerin enerjileri hesaplanabilmektedir. (08) nolu eşitlikte, I_0, yıldızın sakin düzeyindeki yeğinliği; I_{flare} ise flare anındaki yeğinliğidir.

$$P = \int \left[\left(I_{flare} - I_0 \right) / I_0 \right] dt \quad \text{..... (08)}$$

$$E = PxL \quad \text{..... (09)}$$

burada E, gözlem yapılan süzgeçteki flare enerjisi, P, (08) nolu eşitlikle tanımlanan ve literatürde "*equivalent duration*" olarak tanımlanan saniye biriminde "*flare eşdeğer süresi*"dir. L ise gözlem yapılan süzgeçte, yıldızın sakin düzeydeki ışıtmasıdır. Elde edilen her bir flare için, flare maksimum anının HJD'si, flare parlama süreleri, sönümlenme süreleri, gözlem yapılan süzgeçte flare genliği, her iki süzgeçte yapıldıysa flare maksimum anındaki renk ölçeği, (08) ve (09) nolu eştliklerden de eşdeğer süreleri ve enerjileri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, gecelik ışık eğrilerinde, flare ve benzeri hiç bir parlamanın olmadığı parlaklık düzeylerinin ortalaması, ilgili gece için ışık eğrisinin temel düzeyi kabul edilmiştir. Tüm parametreler bu düzey gözönüne alınarak hesaplanmıştır. Hesaplamalara ilişkin ayrıntılar, Ek4'de verilmiştir.

Çizelge 2.3: *Program yıldızlarının leke aktivitesi gözlem raporları.*

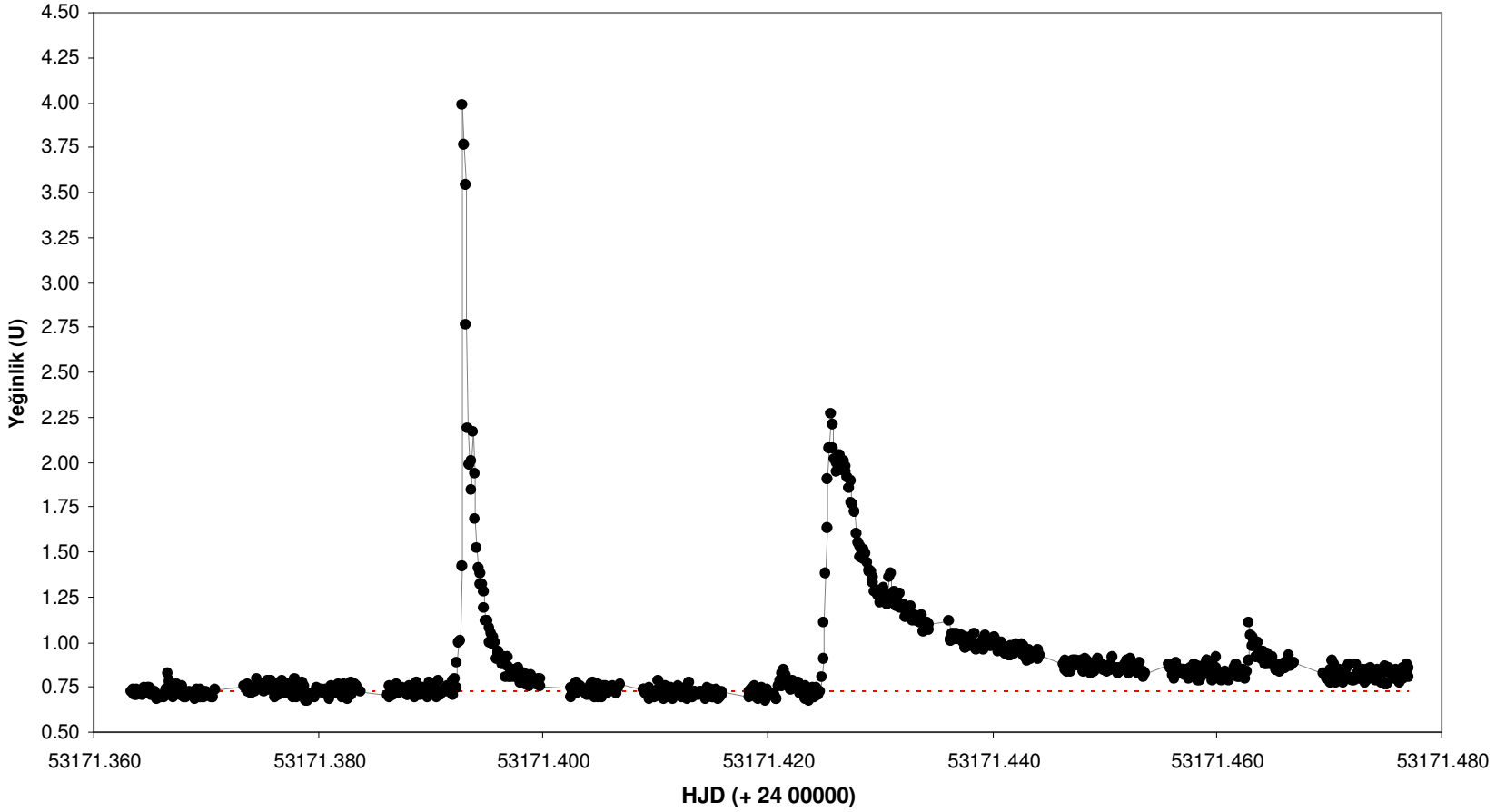
Yıldız	Yıl	HJD Aralığı (+24 00000)	Band	Gece Sayısı
AD Leo	2005	53377 - 53514	UBVR	16
	2006	53717 - 53831	UBVR	16
	2007	54071 - 54248	UBVR	17
EV Lac	2004	53202 - 53312	UBVR	27
	2005	53554 - 53652	UBVR	19
	2006	53863 - 54058	UBVR	27
EQ Peg	2004	53236 - 53335	UBVR	13
	2005	53621 - 53686	UBVR	10
V1005 Ori	2004	53353 - 53453	UBVR	11
	2005	53649 - 53812	UBVR	22
	2006	53984 - 54158	UBVR	17
V1054 Oph	2004	53136 - 53202	UBVR	19
	2005	53502 - 53564	UBVR	10

Bazı flarelerde birden fazla pik görülmektedir. Maksimum nokta olarak, flare parlamasının başlangıcına en yakın ve en büyük genliğin olduğu tepe noktası baz alınmıştır. Yapılan analizlerde flare enerjisi yerine flare eşdeğer süreleri kullanılmıştır. Bunun nedenlerinden biri, (09) eşitliğiyle farklı tayf türlerinden yıldızlarda ortaya çıkan flare enerjileri hesaplandığında, aynı eşdeğer süreye sahip olsalar bile L ışıtmasından dolayı hesaplanan enerjiler farklı olmakta ve bu yıldızlardaki flareler aynı analizde kullanılamamaktadır. İkinci nedense, L ışıtma hesaplarında, yıldızların uzaklıkları, farklı kaynaklarda farklı verilmektedir ve uzaklıktaki küçük bir fark, enerjide birkaç katlık farklar ortaya çıkarmaktadır.

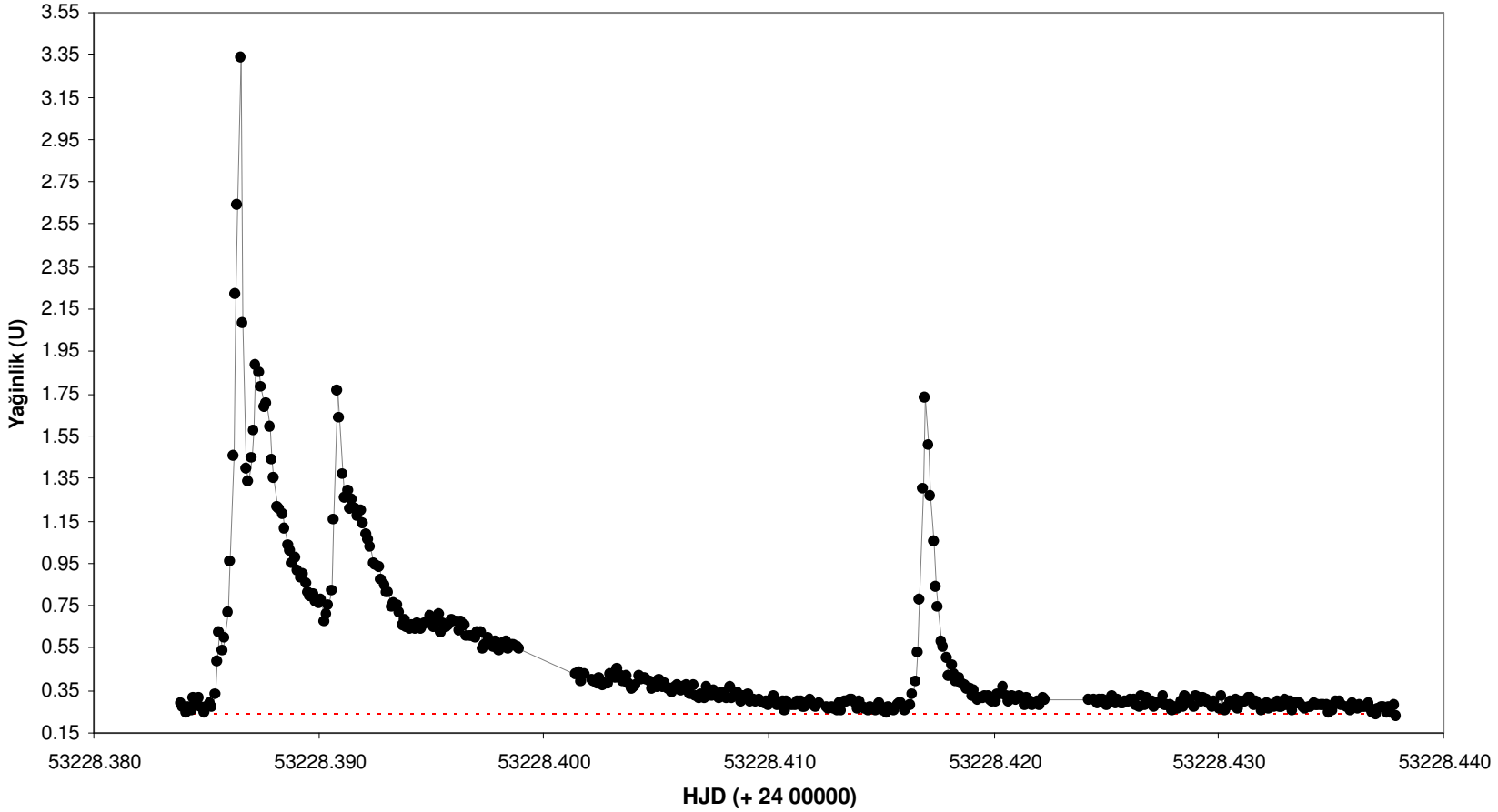
Elde edilen flare ışık eğrileri incelendiğinde, Şekil 2.1a, b, c, d, e ve f'de görüldüğü gibi farklı şekillere sahip eğriler görülür. Şekil 2.1a'da görülen flare ışık eğrisi, 14 Haziran 2004 gecesi V1054 Oph gözleminde elde edilmiştir. Bu iki flare ışık eğrisi, Moffett (1974) tarafından yapılan sınıflamaya göre "*klasik flare*" sınıfına girmektedir ve flare yıldızlarında sık rastlanmaktadır. Şekil 2.1b'de görülen eğri ise EV Lac'ın 10 Ağustos 2004 gecesinde yapılan gözleminde elde edilmiştir. Moffett (1974) sınıflamasına göre, "*karmaşık flare*" sınıfına giren bir flaredir. Şekil 2.1c ve d'de görülen eğriler sırasıyla EV Lac'ın 12 Ağustos 2006 ve EQ Peg'in 16 Eylül 2004 gecelerinde yapılan gözlemlerinde elde edilmiştir. Moffett (1974) sınıflamasına göre "*flare olayı*" olarak tanımlanan yavaş flarelerdir. Şekil 2.1'deki ve sonraki tüm şekillerdeki flare ışık eğrilerinde altı flare ışık eğrisinde görülen yatay kesikli çizgi, gözlem yapılan geceden hesaplanan gecelik temel düzeyi göstermektedir. Elde edilen tüm flareler için, o geceki temel düzey hesaplanmış ve flare parlamasının başlangıç ve bitiş noktalarıyla, genlik, renk ölçeği ve eşdeğer süre bu seviyeye göre hesaplanmıştır.

Şekil 2.1e'de AD Leo'nun 10 Şubat 2005 tarihinde yapılan gözleminin tamamı görülüyor. Gözlem gecesinin tamamı değerlendirildiğinde 3 farklı flare göze çarpmaktadır. Şekilde bu flareler A, B ve C ile gösterilmiştir. A flaresi incelenirse, flare parlama evresinin elde edilemediği görülür. Bunun nedeni, flare parlamalarının ne zaman ortaya çıkacağı bilinmediği için, yıldızın sakin görünen evresinde gökyüzü ve mukayese sayımlarının alınmasıdır. Değişen yıldızdan sayım alınmaya başlandığında, flare parlamasının sönümlenme evresine geldiği görülmektedir. B ve C flareleri ise, Moffett sınıflamasına göre karmaşık flarelerdir. B flare parlaması, o geceki temel parlaklık düzeyine kadar sönümlenmeden C flaresinin ortaya çıktığı görülüyor. Ancak, C flaresinin de temel parlaklık düzeyine ulaşmadığı görülür. Bunun nedeni ise, C flaresi tam olarak sönümlenmeden önce gece süresinin bitmesidir.

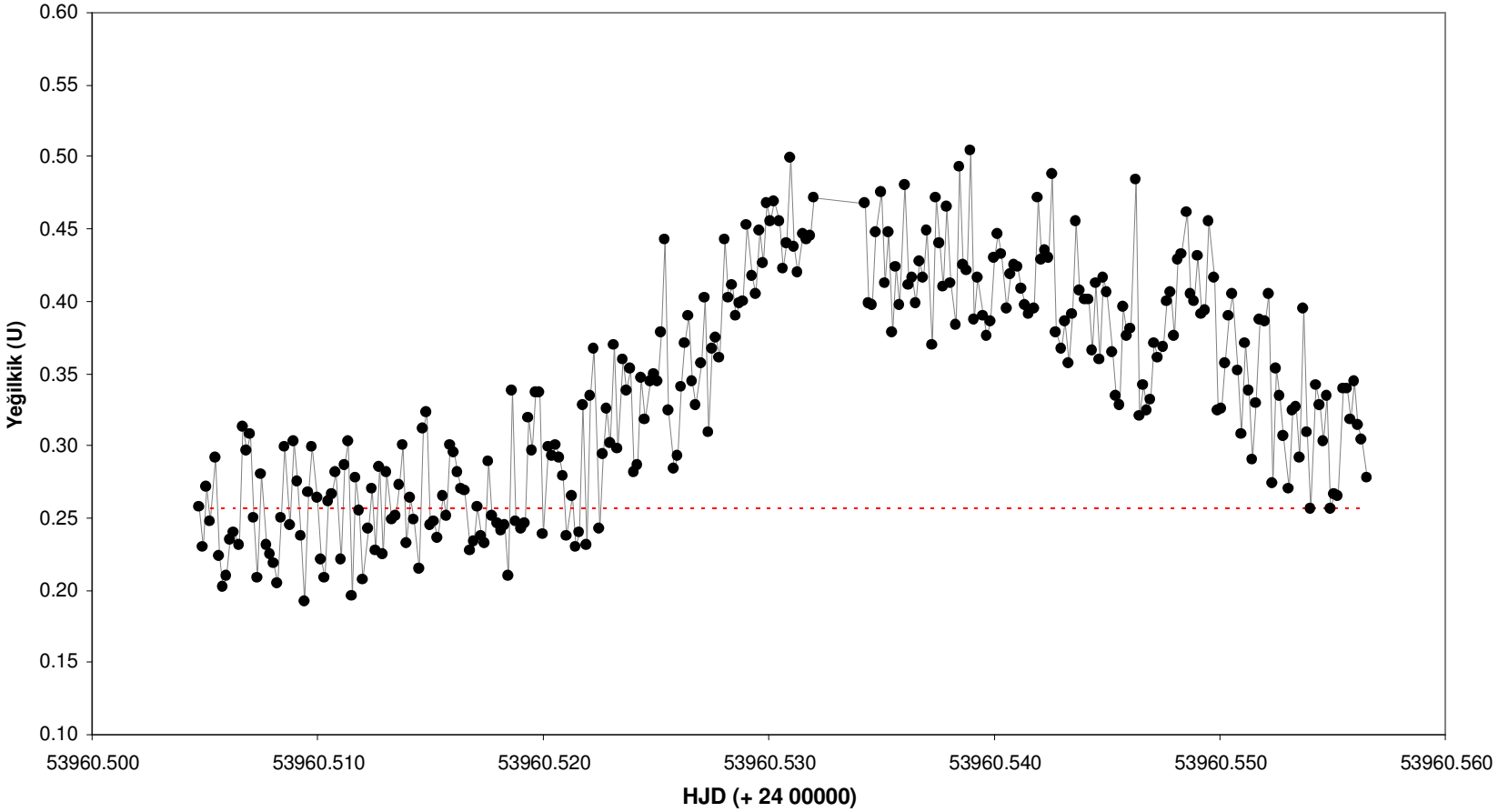
Şekil 2.1f'de de EV Lac'ın 15 Ağustos 2005 tarihinde yapılan gözleminin tamamı görünüyor. Gecede 4 büyük flare elde edilmiştir. Yine bu flareler, şekilde A, B, C ve D harfleri ile gösterilmiştir. B, C ve D flareleri klasik türden flarelerdir. A flaresinin parlama evresi gözlenememiştir. Bunun nedeni ise, gece başı gözlem başladığında, flare maksimum anının geçmiş olmasıdır.



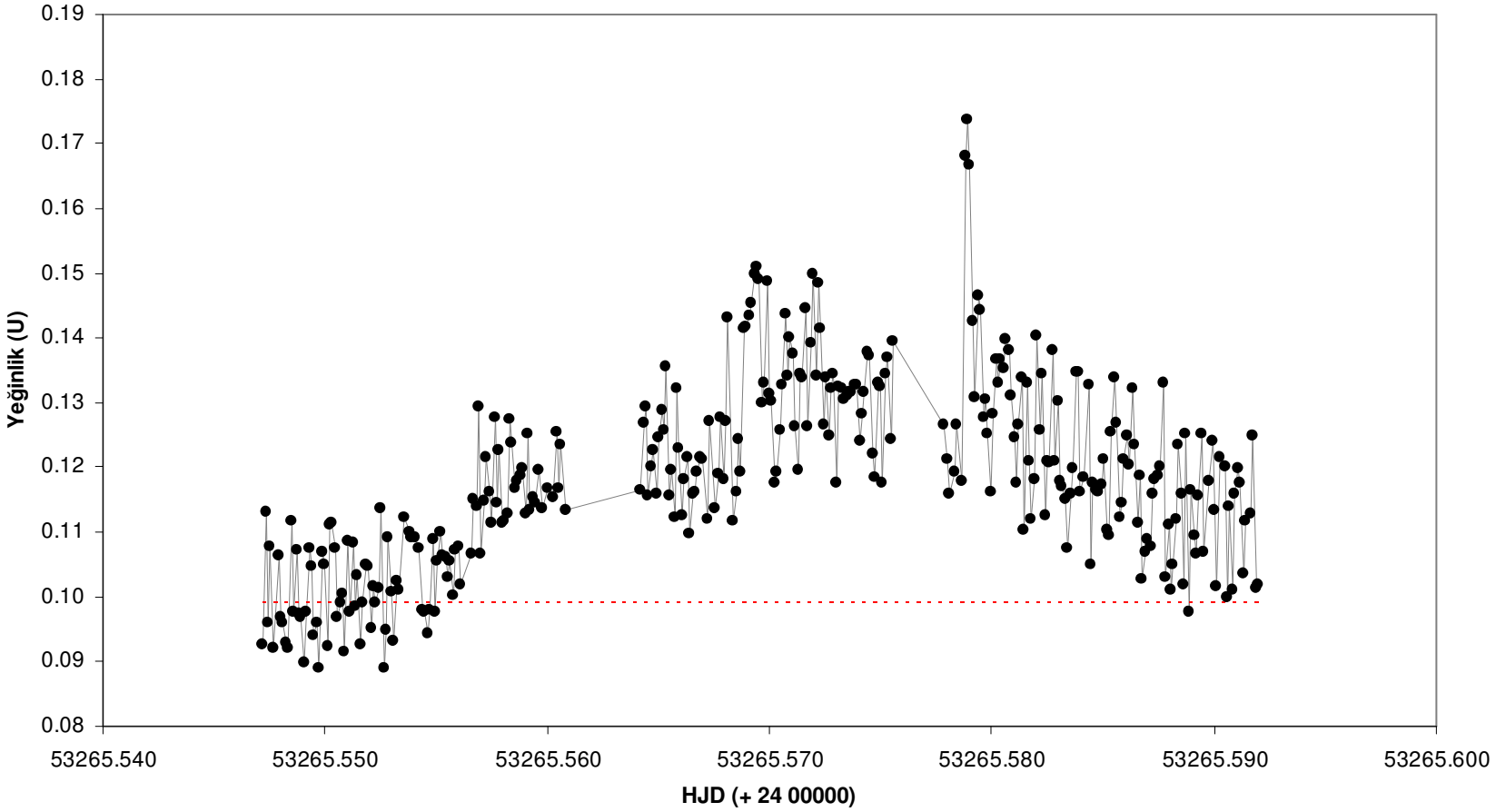
Şekil 2.1: a) *V1054 Oph yıldızının 14 Haziran 2004 tarihinde Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen bir flare değişimi.*



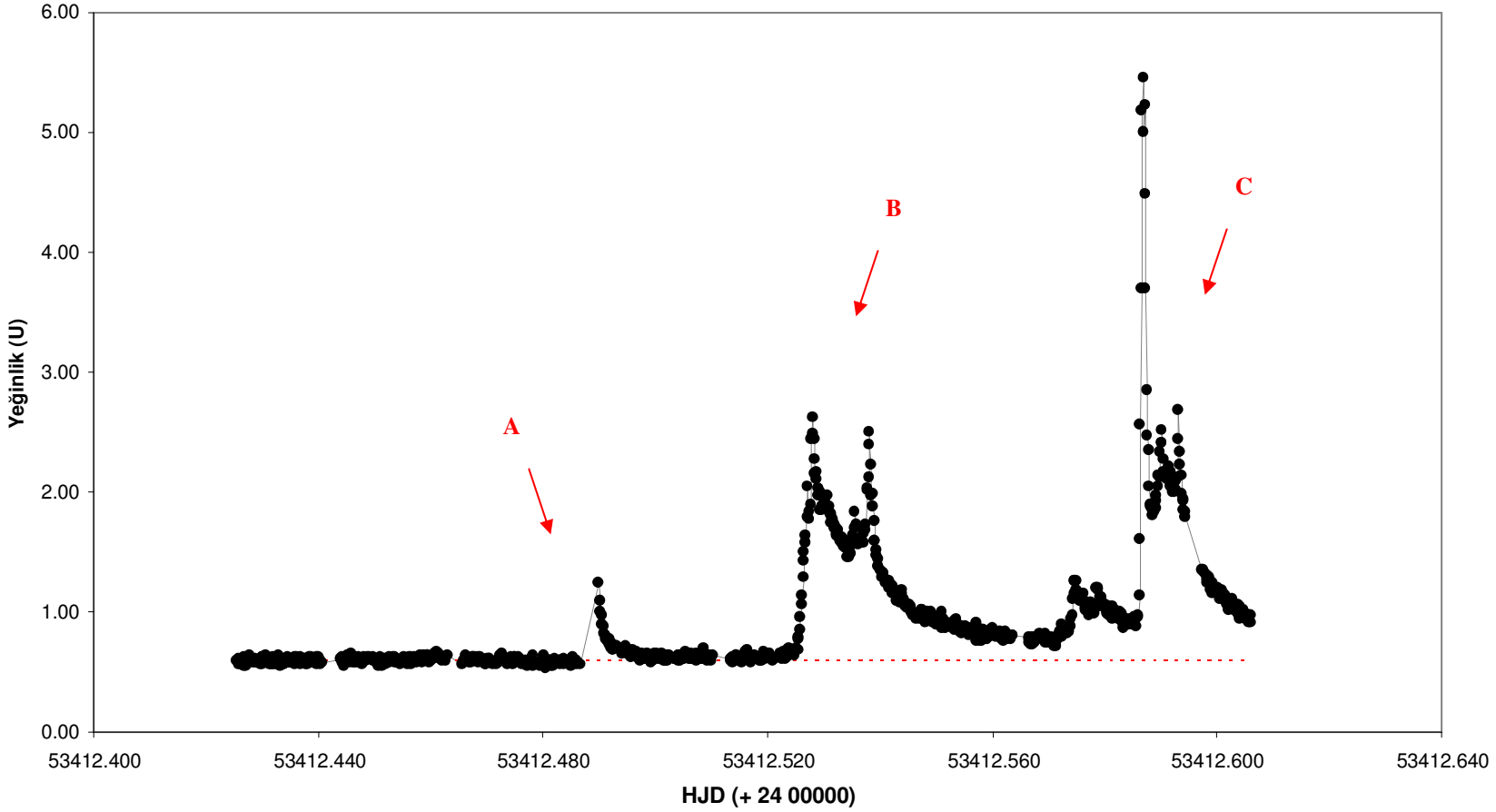
Şekil 2.1: b) *EV Lac yıldızının 10 Ağustos 2004 tarihinde Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen bir flare değişimi.*



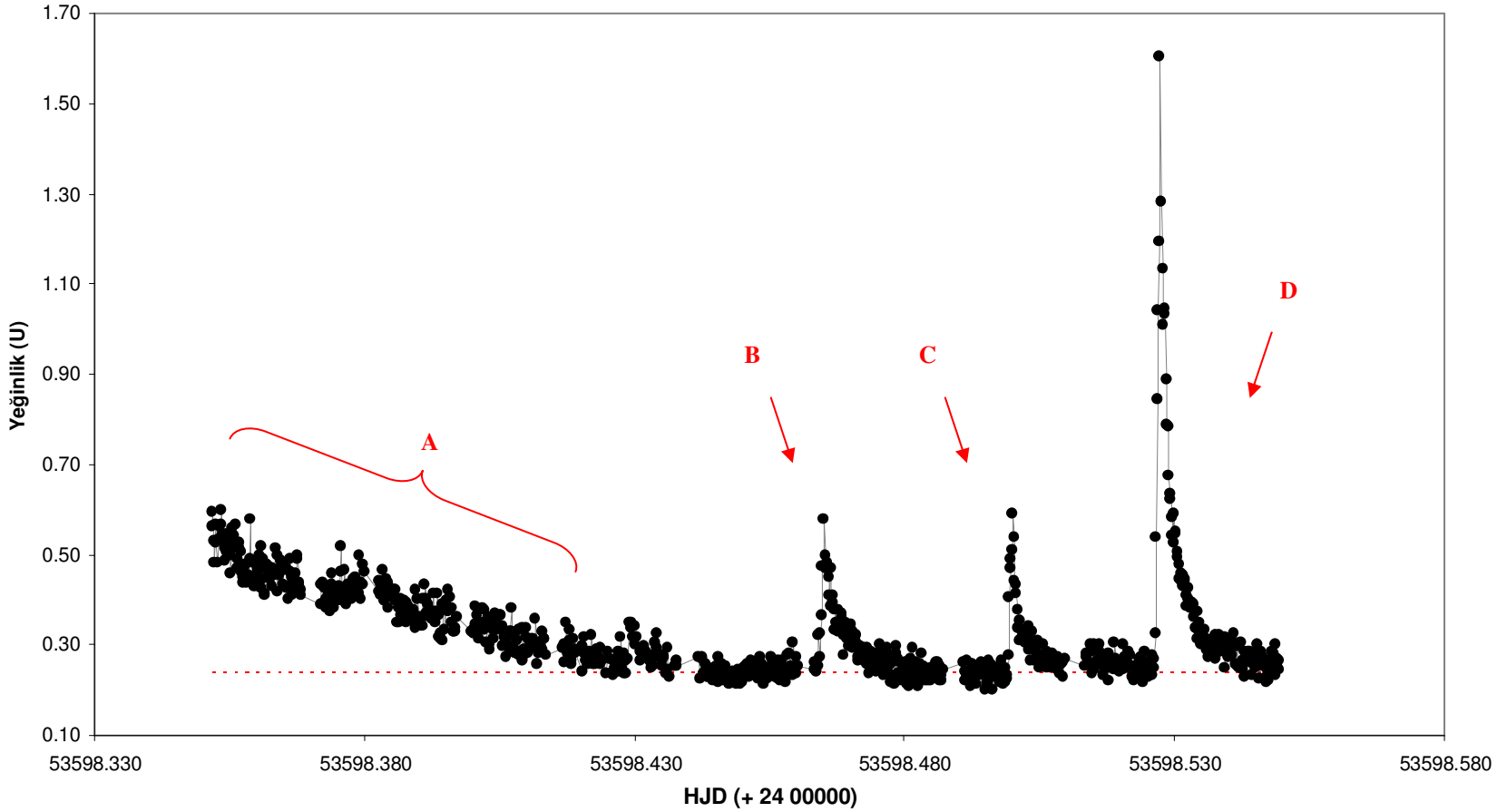
Şekil 2.1: c) *EV Lac yıldızının 12 Ağustos 2006 tarihinde Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen bir flare değişimi.*



Şekil 2.1: d) *EQ Peg yıldızının 16 Eylül 2004 tarihinde Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen bir flare değişimi.*



Şekil 2.1: e) *AD Leo yıldızının Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde 10 Şubat 2005 tarihinde yapılan tüm gecelik gözlemi.*



Şekil 2.1: f) *EV Lac yıldızının Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde 15 Ağustos 2005 tarihinde yapılan tüm gecelik gözlemi.*

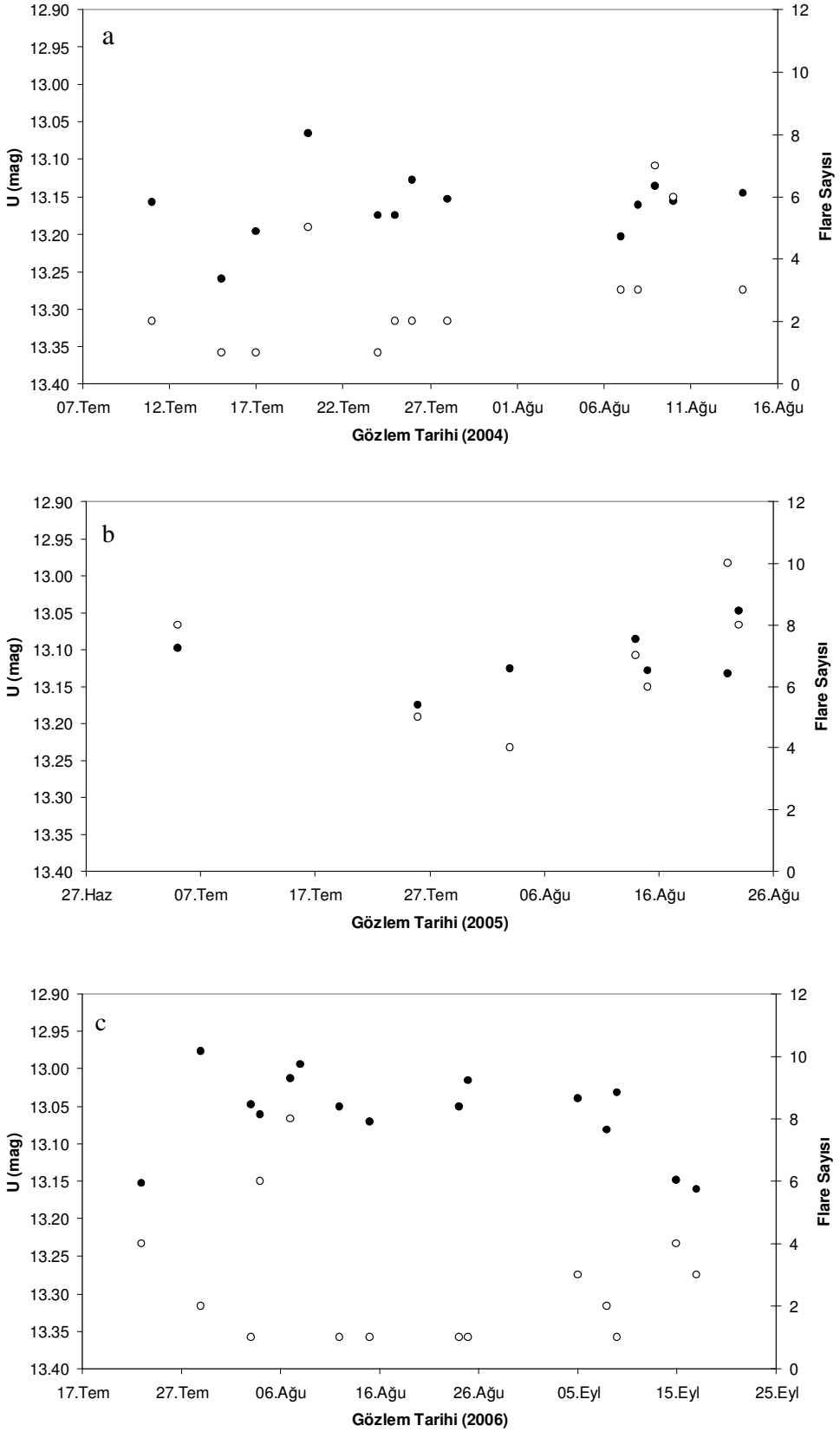
Analizlerde ve incelemelerde kullanılan flare parametreleri hesaplanırken, Şekil 2.1e'de görülen C flaresi ve Şekil 2.1f'de görülen A flaresi benzeri, ışık eğrisi tam olarak elde edilememiş flarelerin parametreleri hesaplanmamıştır. Şekil 2.2, EV Lac'a ait üç gözlem sezonu için ayrı ayrı flare elde edilen gecelerde hesaplanan U bandı temel parlaklık düzeyi değişimini ve o gecelerde elde edilen flare sayılarını göstermektedir. Temel parlaklık düzeyinin değişimi incelendiğinde, şekillerde görülen değişim, yıldızın U bandı hata sınırları içinde kalmaktadır. Flare sayısı değişimi incelendiğinde, 2005 yılları için temel düzey arttığında flare sayısı artıyormuş gibi görünse de, 2006 yılında ters bir ilişki vardır. 2004 yılında ise, değişimin belli bir kuralı izlemediği görülür. EV Lac için ortaya çıkan bu düzensiz değişim diğer program yıldızlarında da gözlenmiştir.

Program yıldızlarının mukayese ve denet yıldızı arasındaki diferansiyel parlaklık değişimlerine bakıldığında, Şekil 2.3'de de görüldüğü gibi bir değişim görülmemektedir. Bazı sapan noktalar olmakla birlikte, 3σ'nın üzerinde bir değişim görülmemektedir. Flare parlamaları dışında kalan değişimin belirlnmesi için her gece düzenli olarak alınan sayımlar, Ek.1'de sunulan Çizelge 2.4'de verilmiştir. Program yıldızlarının elde edilen V bandı verisine, Scargle (1982) yöntemini kullanan PERIOD04 (Lenz and Breger 2005) programı ile yapılan dönem analizleri, EV Lac ve V1005 Ori için bir değişimin varlığını ortaya koyarken, AD Leo, V1054 Oph ve EQ Peg'de 3σ'nın üzeriinde bir değişim göstermemektedir. Analiz sonuçlarına ilişkin güç tayfları Ek.3'de sunulmaktadır.

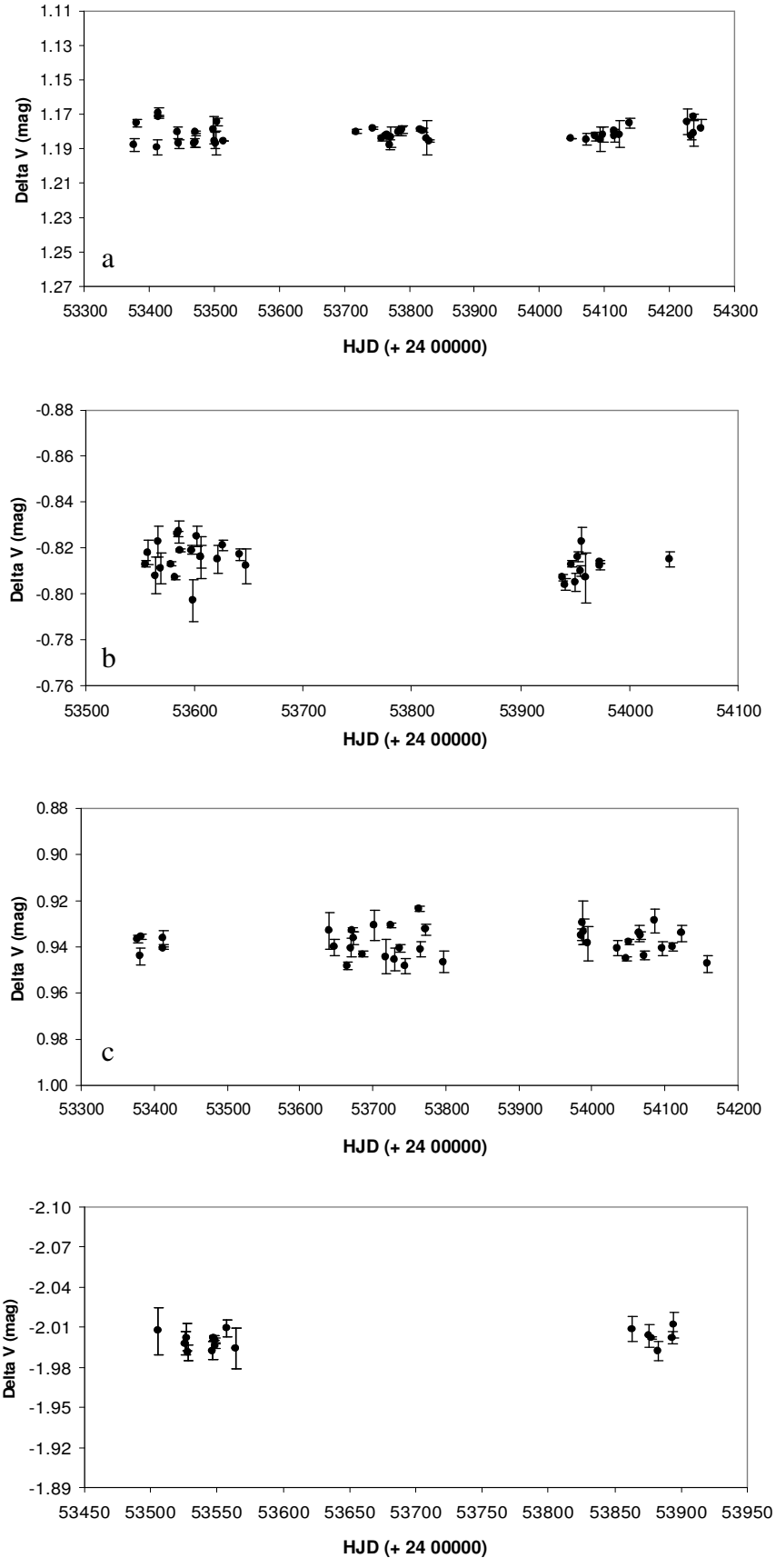
2.1 EV Lac

2.1.1 EV Lac'ın Tarihçesi

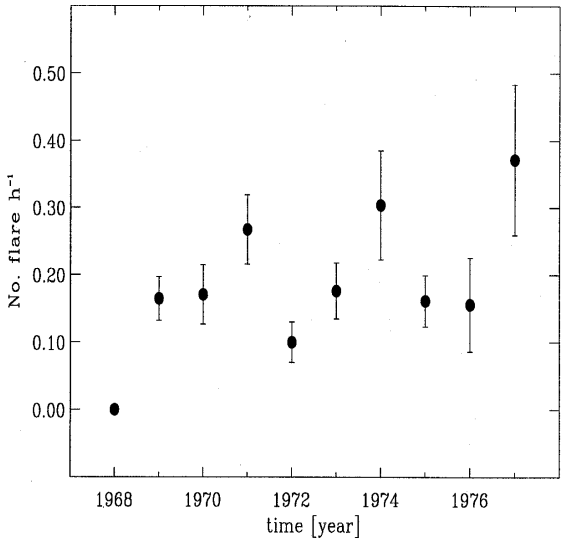
EV Lac, BY Dra türü değişim de gösteren, yüksek aktivite düzeyine sahip flare yıldızlarından biridir. 1950'den bu yana flare aktivitesi gösterdiği bilinmektedir (Lippincott 1952, Van de Kamp 1953). EV Lac gözlemlerinde elde edilen en büyük genlikli flare, U bandında 6.4 kadirdir. Andrews (1982) yaptığı çalışmada, U ve B bandlarında 50 flare gözlemiştir. Bu flarelerin 42 tanesi, 5 – 6 günlük aralıklarla gruplar halinde elde edilmiştir.



Şekil 2.2) *EV Lac yıldızının (a) 2004, (b) 2005 ve (c) 2006 gözlem sezonlarındaki gözlemlerinde flare elde edilmiş geceler için hesaplanan U bandı temel düzey parlaklıklarının ve o gcelerde elde edilen flare sayılarının değişimi. Şekillerde, içi dolu noktalar U bandı gecelik temel düzey parlaklığını, içi boş noktalar ise o gece elde edilen flare sayısını göstermektedir.*



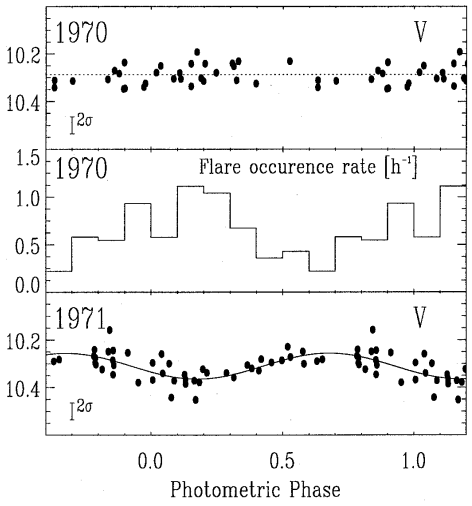
Şekil 2.3: *Program yıldızlarının mukayese değişimleri. (a) AD Leo'nun,(b) EV Lac'ın (c) V1005 Ori'nin ve (d) V1054 Oph'nin C1 - C2 diferansiyef parlaklık değişimini göstermektedir.*



Şekil 2.4: *Leto et al. (1997) tarafından yapılan çalışmada, EV Lac'ın gösterdiği flare aktivitesinde flare frekansında bir artış görünmektedir.*

Mavridis and Avgoloupis (1986), 1972 ve 1981 yılları arasını kapsayan gözlemlerde elde ettiği flare frekansları ile, yıldızın sakin düzeyinde B bandı yıllık ortalama parlaklıklarını karşılaştırarak, yaklaşık 5 yıllık bir aktivite çevrimi bulmuştur. Ancak Ishida et al. (1991), 1971 ve 1988 yılları arasını kapsayan gözlemlerinde elde ettikleri flare frekanslarını değerlendirdikleri zaman, belirgin bir frekans değişimi bulamamışlardır. Bununla birlikte, Leto et al. (1997), EV Lac'ın 1968 – 1977 yılları arasındaki flare frekansının belirgin bir şekilde arttığını göstermişlerdir. Şekil 2.4'de görüldüğü gibi, 1968'den 1977 yılına kadar EV Lac flare frekansında düzenli bir artış görülmektedir. YZ CMi ve EV Lac için flare frekansının ve flare eşdeğer süresinin dağılımlarını leke minimum evreleriyle karşılaştıran Pettersen et al. (1983), leke ve flare aktivitelerinin evreleri arasında belirgin bir ilişki bulamamıştır. Leto et al. (1997) ise, 10 yılı kapsayan gözlemlerde leke ve flare aktivitesi arasında boylamsal bir ilişki araştırmıştır. Bu çalışmada aranan ilişkinin, yalnız 1970 – 1971 yıllarında gözlenmiştir. Şekil 2.5'den görüleceği gibi, 1970 yılında flare frekansının arttığı evrenin, 1971 yılında leke minimum evresine denk geldiği görülür. EV Lac, yüksek flare aktivitesinin yanı sıra, yüksek leke aktivitesiyle de tanınan bir UV Ceti yıldızıdır.

Yazar bu değişimin nedeni olarak leke aktivitesini göstermiştir. Bununla birlikte, 1972 ve 1976 yılları arasını kapsayan B bandı gözlemlerinde belirgin bir değişim gözlenememiştir (Mahmoud and Olah 1981). Pettersen et al. (1983) tarafından yapılan çalışmada, 1979 ve 1981 yılları arasında 0.08 kadir genlikli bir değişim gözlenmiş ve bu değişim için 4.375 günlük bir dönem elde edilmiştir.



Şekil 2.5: *Leto et al. (1997) tarafından yapılan çalışmada, EV Lac'ın leke ve flare aktiviteleri arasında 1970 yılında bulunmuş ilişki.*

Yazarlar bu 2.5 yıllık sürede EV Lac ışık eğrisinin kararlı olduğunu ve bunun EV Lac üzerindeki leke grubunun ömrünün 2.5 yıl olmasıyla açıklamışlardır. Pettersen et al. (1983) tarafından düzeltilen P ve T_0 ışık öğeleri kullanarak Kleinman et al. (1987), EV Lac'ın 1986 yılı ışık eğrisinin genliğinin 0.08 kadirden 0.16 kadire yükseldiğini bulmuştur. Ancak yazarın 1987 yılı gözlemlerinde elde ettiği ışık eğrisinde bir değişim görünmemektedir (Kleinman et al. 1987). Pettersen et al. (1992), EV Lac'ın yüzeyindeki lekeleri 10 yıl boyunca aynı yarıkürede yeraldıklarını göstermiştir. 1979 ve 1989 yılları arasında EV Lac ışık eğrisinde bir değişim gözlenememesine karşın, ortalama parlaklıktaki büyük değişimler yıldız yüzeyinde yüksek aktiviteyi işaret etmektedir (Pettersen et al. 1992).

2.1.2 Gözlemler

EV Lac'ın V bandı gözlem verisi üzerinde Scargle (1982) yöntemi kullanılarak dönem analizi yapıldığında, 4.331 ile 4.379 gün aralığında dönemler bulunmuştur. Her bir grubun analiz sonuçları Çizelge 2.5'de verilmektedir. Veri setlerinin herbiri kendi analiz sonuçlarından bulunan döneme göre evrelendirilmiştir. To olarak, ilk gözlem sezonunda alınan ilk noktanın HJD'si kullanılmıştır.

Çizelge 2.5: *EV Lac'a ait 4 veri setinin dönem analizi sonuçları.*

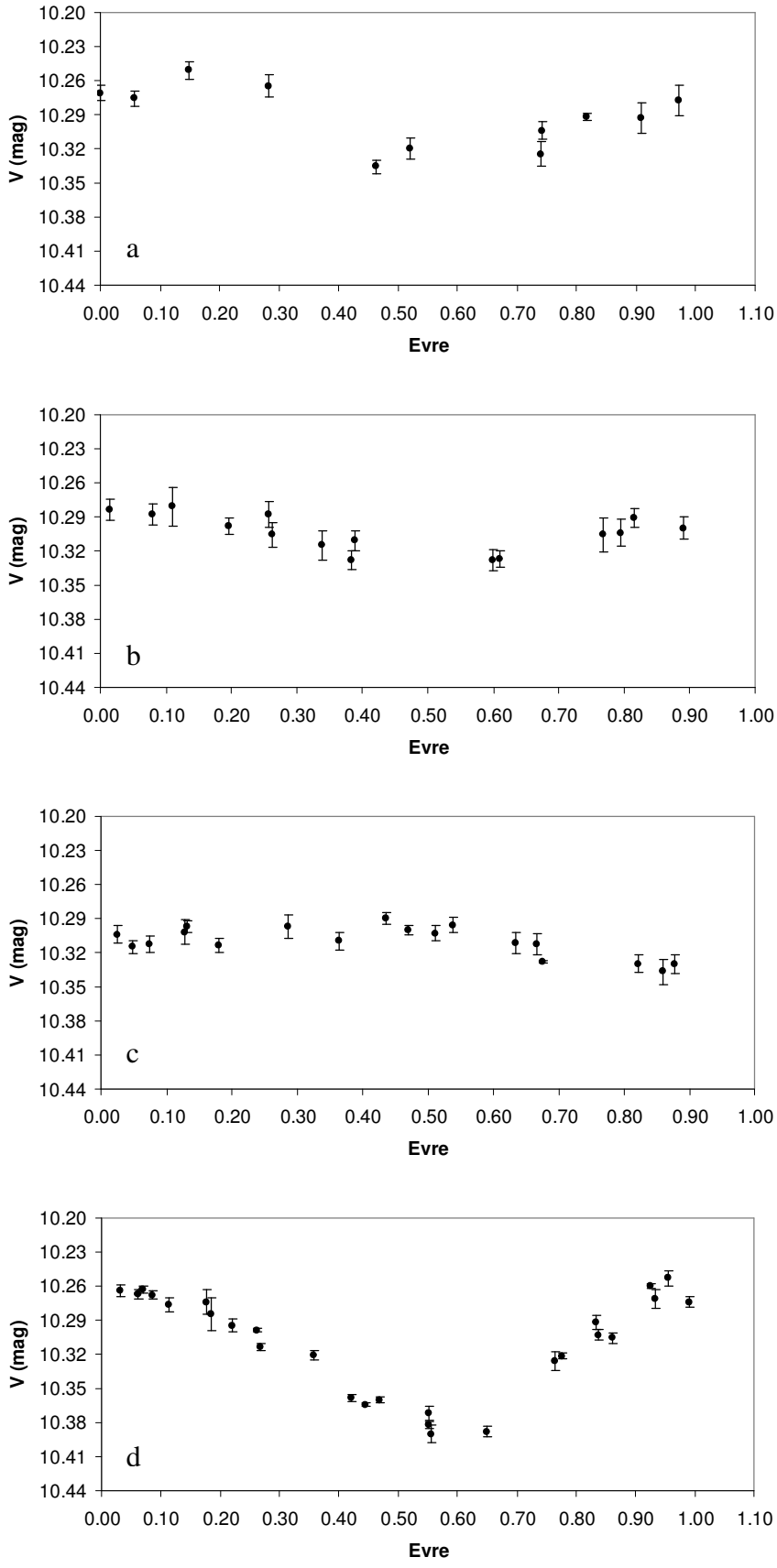
Yıl - Grup	Dönem	Hata
2004 – 1. Grup	4.330	0.037
2004 – 2. Grup	4.378	0.017
2005 – 3. Grup	4.339	0.015
2006 – 4. Grup	4.378	0.003

$$JD\ (Hel) = 24\ 53202.4790 + 4^{g}.330 \times E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

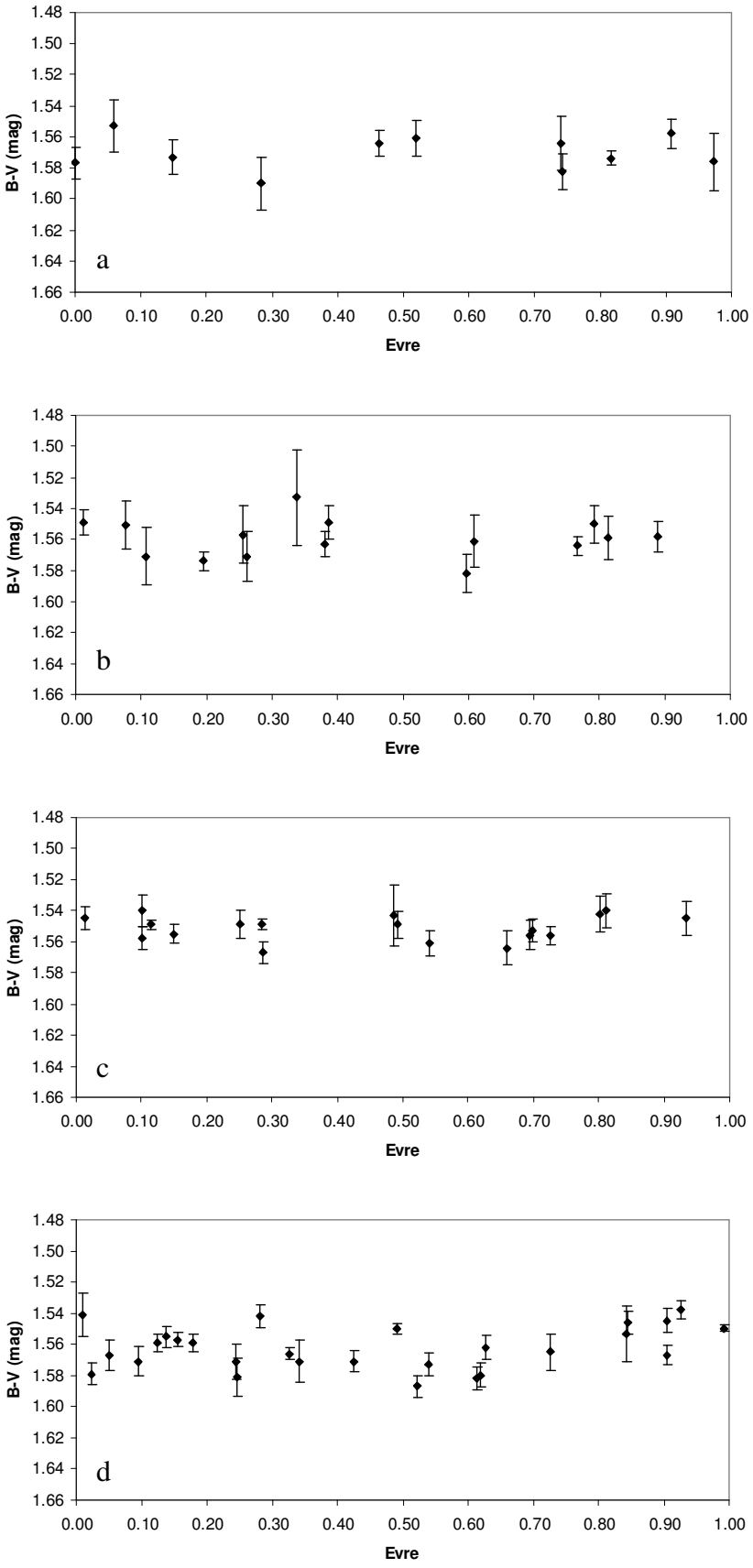
$$JD\ (Hel) = 24\ 53202.4790 + 4^{g}.378 \times E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

$$JD\ (Hel) = 24\ 53202.4790 + 4^{g}.339 \times E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$JD\ (Hel) = 24\ 53202.4790 + 4^{g}.378 \times E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

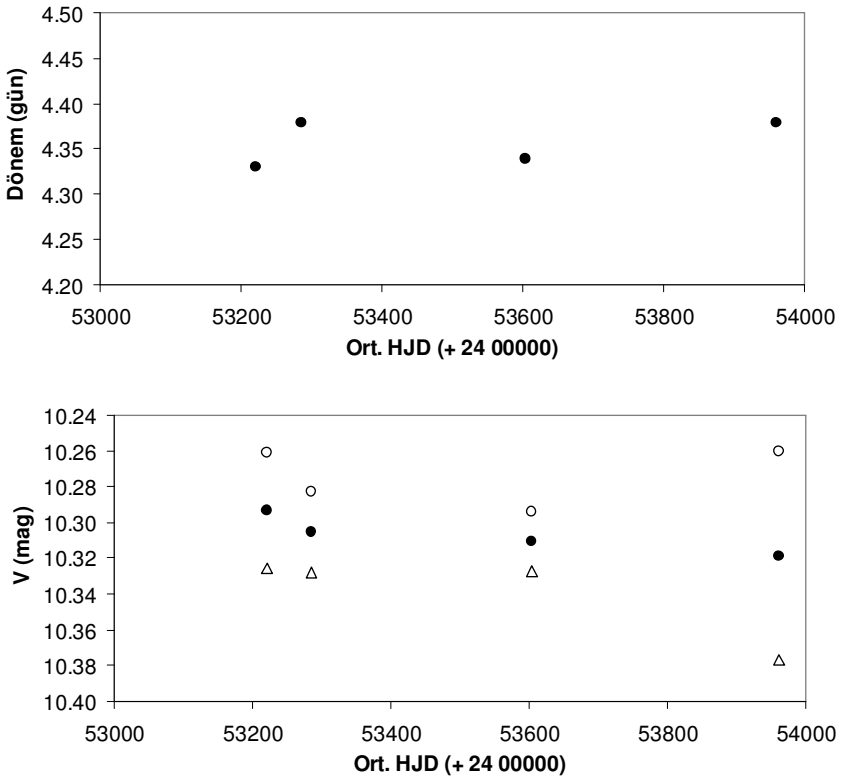


Şekil 2.6: *EV Lac'ın, yukarıdan aşağıya doğru 2004 ile 2006 yılları arasındaki 3 gözlem sezonunda elde edilmiş ışık eğrileri. (a) 2004 - 1. Grup, (b) 2004 – 2. Grup, (c) 2005 – 3. Grup, (d) 2006 – 4. Grup.*



Şekil 2.7: *EV Lac'ın, yukarıdan aşağıya doğru 2004 ile 2006 yılları arasındaki 3 gözlem sezonunda elde edilmiş B-V renk eğrileri. (a) 2004 - 1. Grup, (b) 2004 – 2. Grup, (c) 2005 – 3. Grup, (d) 2006 – 4. Grup.*

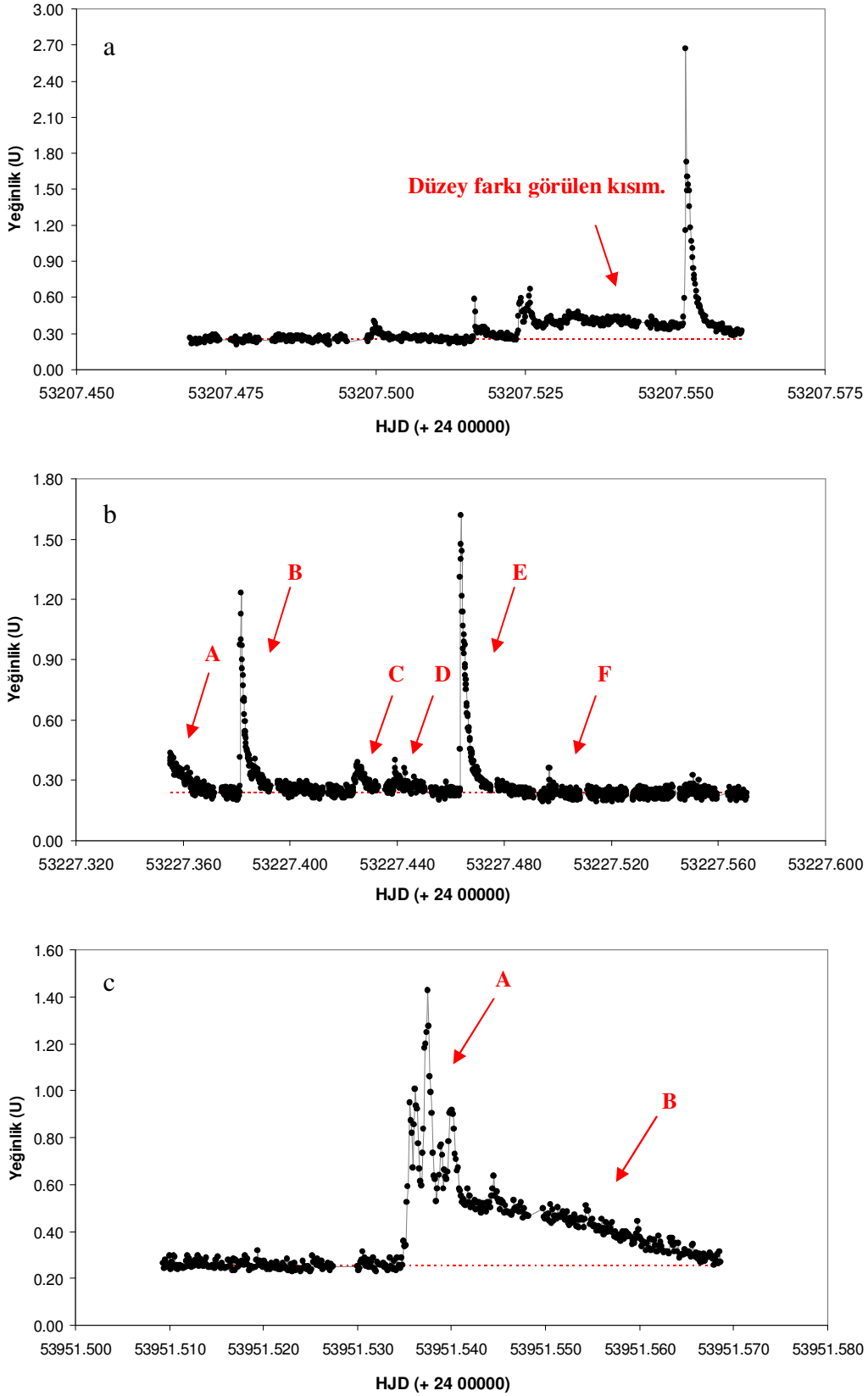
Sırasıyla a'dan d'ye doğru ışık eğrilerinin evrelendirilmesinde kullanılan ışık öğeleri (10), (11), (12) ve (13) bağıntılarıyla verilmektedir. Elde edilen ışık eğrileri Şekil 2.6'de, B–V renk eğrileriyse Şekil 2.7'de görülmektedir.



Şekil 2.8: *EV Lac'ın 3 gözlem sezununda elde edilen 4 veri setinin analizinden elde edilen dönem değişimi (üst panel) ile minimum, maksimum ve ortalama parlaklık düzeği değişimi. Alt panelde, içi dolu noktalar ortalama parlaklık düzeyini gösterirken, içi boş noktalar maksimum ve içi boş üçgenler ise minimum düzeyleri göstermektedir.*

2004 yılı gözlem sezonunun verileri incelendiğinde, gözlem sezonunun ilk zamanlarıyla son zamanlarında elde edilen ışık eğrilerinin birbirine göre genlik farkı olduğu görülür. Genliğin kabaca değiştiği zamana göre, veri iki set olarak ayrı ayrı analiz edilmiştir. Şekil 2.8'de, EV Lac'ın V bandına ait 4 veri setinden elde edilen dönem değişimi ile minimum, maksimum ve ortalama parlaklık düzeylerinin değiştiği görülür. EV Lac'ın ışık eğrileri incelendiğinde, leke minimum evrelerinin 2004 yılında yaklaşık 0.50'li evrelerde, 2005'de 0.80'li evrelerde ve 2006 yılındaysa yaklaşık 0.60'lı evrelere yaklaştığı görülür.

EV Lac, Moffett sınıflamasında sözü edilen birçok flare türünü göstermektedir. Flare sıklığı oldukça yüksek olan yıldızın flarelerine ilişkin bazı örnekler Şekil 2.9'da görülmektedir.



Şekil 2.9: *EV Lac gözlemlerinde elde edilen bazı flarelere ilişkin örnekler. (a) 20 Temmuz 2004, (b) 9 Ağustos 2004, (c) 3 Ağustos 2006 gecelerinde yapılan gözlemlerde elde edilen flare ışık eğrileri.*

Şekil 2.9a'da, EV Lac'ın 20 Temmuz 2004 gecesinde yapılan gözlemi görülüyor. Işık eğrisi incelendiğinde, art arda dört flare gözlenmiştir. EV Lac'ın birçok gecesinde art arda flareler elde edilmiştir. Herbir flare arasındaki zaman değerlendirildiğinde dönemsel bir parlama olmadığı görülmektedir. Şekil 2.9b'de de benzer bir flare aktivitesi vardır. Işık eğrisinde A, B, C, D, E ve F olarak gösterilen toplam 5 flare belirlenmiştir. Bu flareler incelendiğinde, hem flare maksimumları arasındaki zaman farkları hem de art arda gelen flarelerin genlikleri değerlendirildiğinde, düzenli bir değişim olmadığı açıktır. Şekil 2.9c'deki ışık eğrisindeki flare ise Moffett sınıflamasına göre "*karmaşık flare*" olarak tanımlanan flarelere bir örnektir. Literatürde buna benzer flarelerin, şekilde A ile gösterilen ilk kısımlarındaki çoklu maksimumların "*whistler*" olarak adlandırılan parçacık hareketlerinin sonucu olabilecği düşünülmektedir (Zhilyaev et al. 2000). Şekilde B ile gösterilen kısımda ise, flarenin hızla sönümlendiği gözlenmiştir.

Bununla birlikte, gece içerisinde EV Lac'ın sakin evrelerinde leke aktivitesine ilişkin de gözlem noktası alınabilmesi için bu flare aktivitesi iyi belirlenmelidir. Örneğin, Şekil 2.9a'da görülen ışık eğrisi incelenirse, ok ile gösterilen kısımda, herhangi "ani parlama" yoktur. Eğer gözlemlerde bu ve benzeri evrelerde sayım alınmışsa, her bir band için parlaklık düzeyi kontrol edilmiştir. Bunun dışında, gözlem yapılan evredeki parlaklık düzeyinde herhangi bir flare parlamasına ait bir katkısının olup olmadığının en iyi belirteci U–B ve B–V renk ölçekleridir. Eğer U–B ve B–V renk ölçeklerinde belirgin bir mavileşme varsa, alınan sayımlar leke aktivite değişimi için kullanılmamıştır.

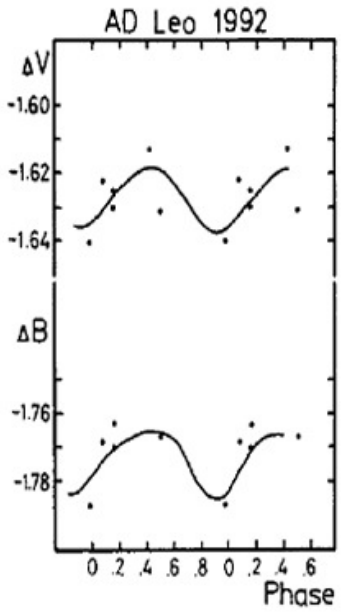
2.2 AD Leo

2.2.1 AD Leo'nun Tarihçesi

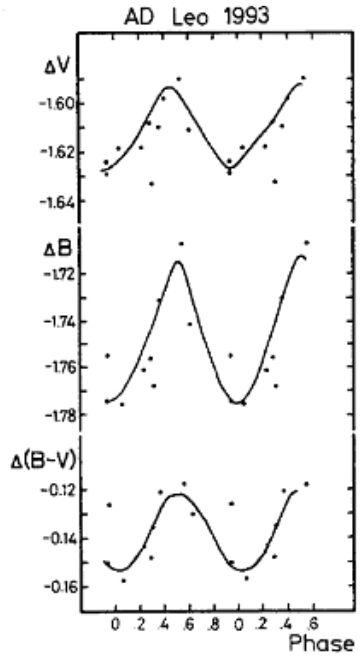
AD Leo'nun flare aktivitesi gösterdiği ilk kez Gordon ve Kron (1949) tarafından gösterilmiştir. AD Leo, Castor hareketli grubunun üyesi olan ve yaklaşık 200 milyon yıl yaşında bir kırmızı cücedir (Montes et al. 2001). AD Leo'nun flare aktivitesi incelendiğinde, farklı türlerden flare örnekleri göstermektedir (Moffett 1974).

JD (Hel) = 24 49099.489 + 2^g.7 x E ..... (14)

Andrews (1982), yaptığı çalşmada AD Leo'nun flare frekansında, belirli aralıklarla 5–6 günlük yükselmeler olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 2.10: *Panov (1993) tarafından 1992 yılında AD Leo'da elde edilen 2.7 gün dönemli fotometrik değişim.*

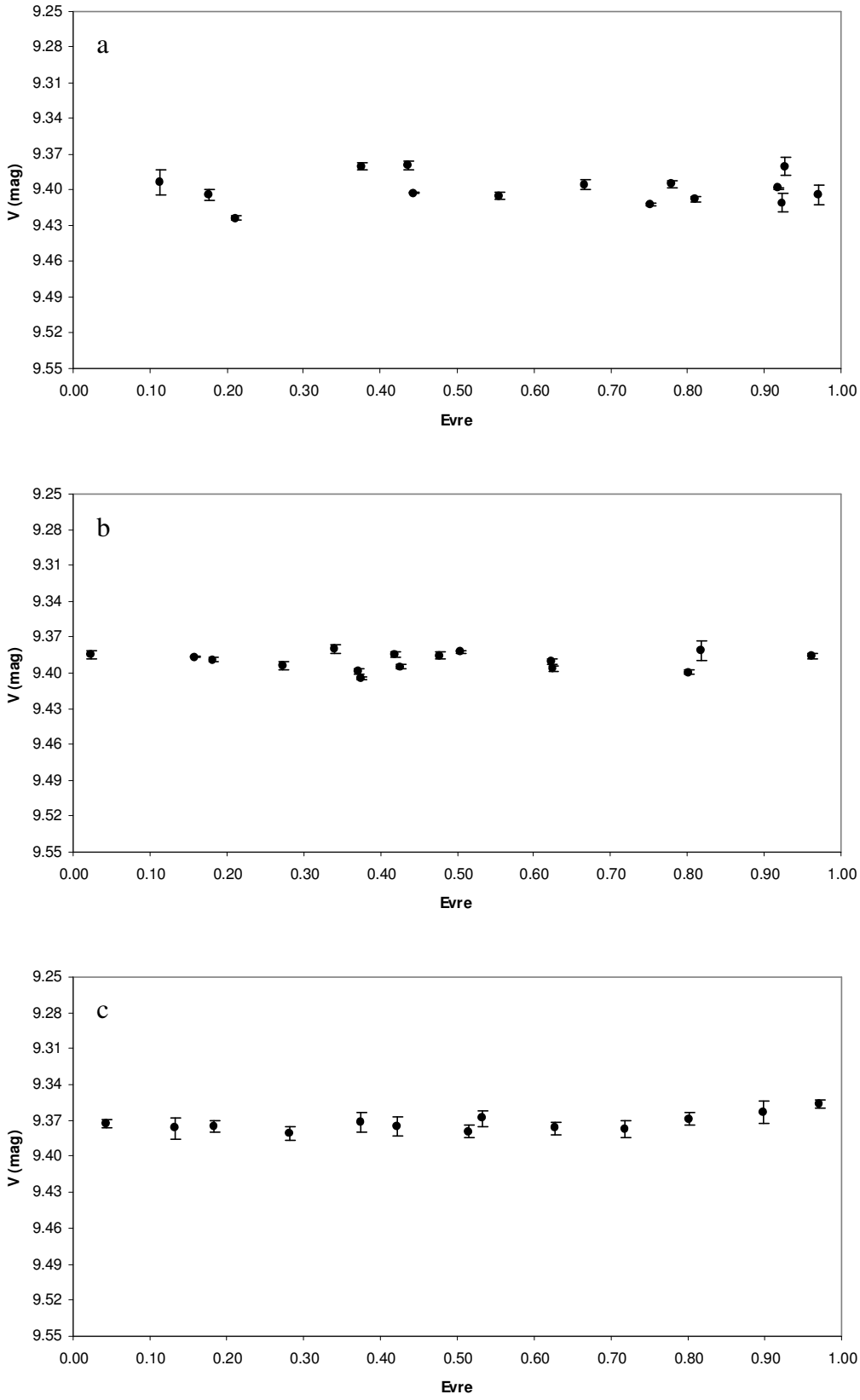


Şekil 2.11: *Panov (1993) tarafından 1993 yılında AD Leo'da elde edilmiş 2.7 gün dönemli değişim.*

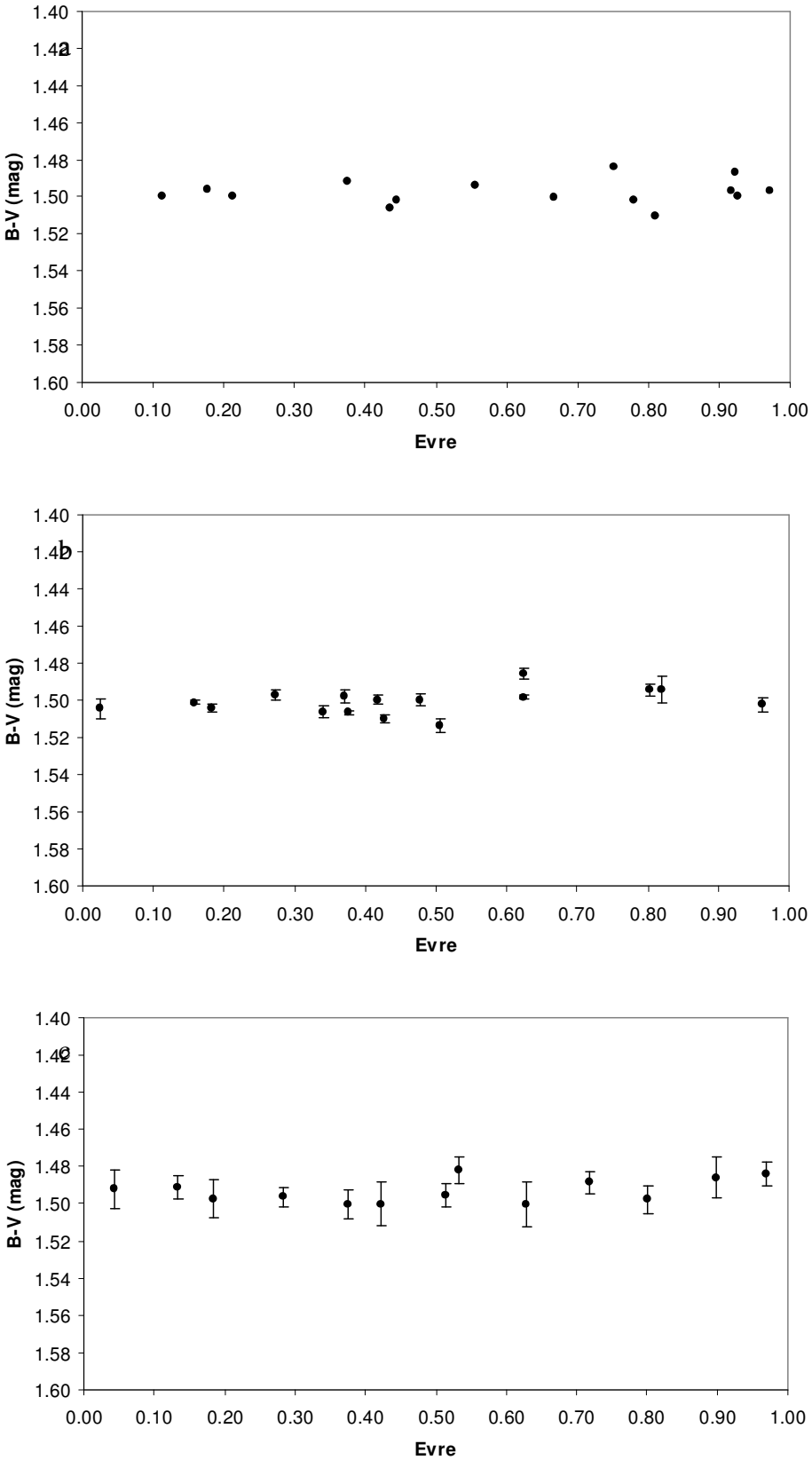
AD Leo'nun leke aktivitesi tartışmalıdır. Mullan (1976), Chugainov (1974) ve Anderson (1979)'nun çalışmalarında leke aktivitesine ilişkin bir belirteç bulunamamıştır. Panov (1993) ise 1992 ve 1993 yıllarında iki gözlem sezonunda yaptığı gözlemler sonucunda, AD Leo'nun Şekil 2.10 ve 2.11'de görülen ve ışık öğeleri (14) eşitliğiyle verilen bir ışık değişimi gösterdiğini bulmuştur.

2.2.2 Gözlemler

Panov (1993)'den alınan ışık öğeleri kullanılarak AD Leo'nun UBVR ışık eğrileri elde edilmiştir. Şekil 2.12'de, üç gözlem sezonuna ilişkin V bandı ışık eğrileri, Şekil 2.13'de de B–V renk değişimleri görülür. Şekil 2.12 ve 2.13 dikkatli incelenirse, bir gözlem sezonu içerisinde AD Leo'nun parlaklığında 3σ'nın üzerinde bir değişimin olmadığı görülür. Ancak arka arkaya gelen üç sezonda yıldızın ortalama parlaklık düzeyinde yaklaşık 0.02 kadirlik artış görülür.

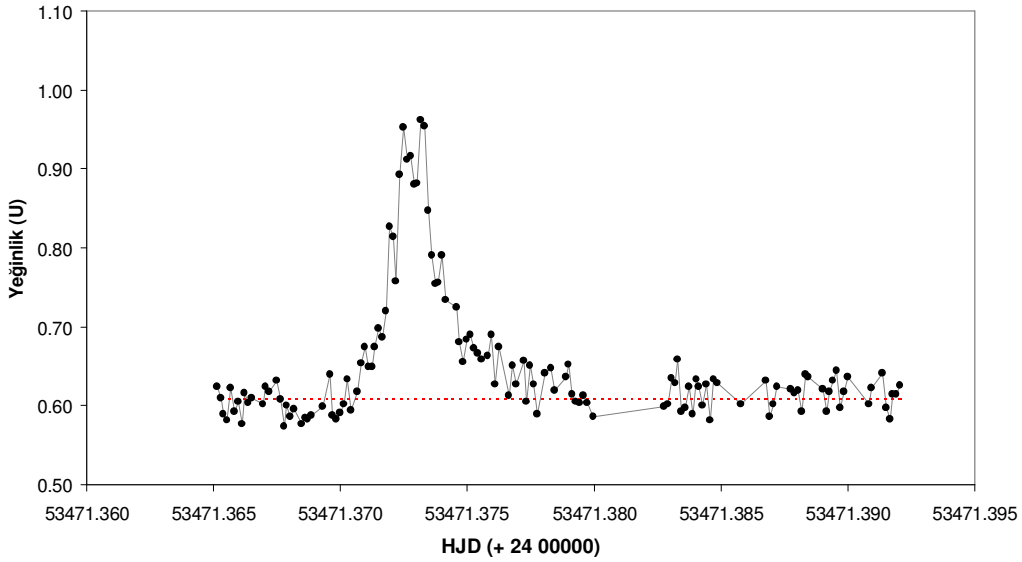


Şekil 2.12: *AD Leo'nun V bandında elde edilmiş ve (3) eşitliğiyle verilen ışık öğeleri kullanılarak evrelendirilmiş ışık eğrileri. (a) 2004 – 2005 gözlem sezonuna, (b) 2005 – 2006 gözlem sezonuna, (c) 2006 – 2007 gözlem sezonuna ait ışık eğrilerini gösterir.*

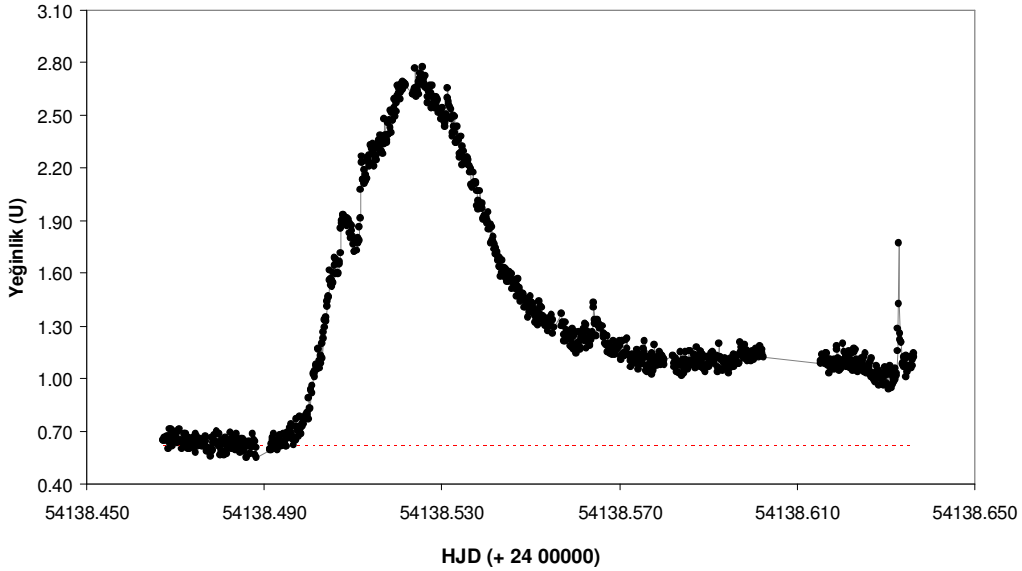


Şekil 2.13: *AD Leo'nun, (3) eşitliğiyle verilen ışık öğeleri kullanılarak evrelendirilmiş B – V renk eğrileri. (a) 2004 – 2005 gözlem sezonuna, (b) 2005 – 2006 gözlem sezonuna, (c) 2006 – 2007 gözlem sezonuna ait renk eğrilerini gösterir.*

AD Leo da en az EV Lac'ınkine yakın flare sıklığına sahip bir yıldızdır. EV Lac'ta gözlenen flarelerin benzeri AD Leo'da da gözlenmiştir. Şekil 2.14'de AD Leo'nun 10 Nisan 2005 gecesinde elde edilen, $0^m.52$ genliğe sahip bir flare görülüyor. Şekildeki flare incelenirse, flare parlama ve flare sönümlenme sürelerinin neredeyse eşit olduğu görülür.



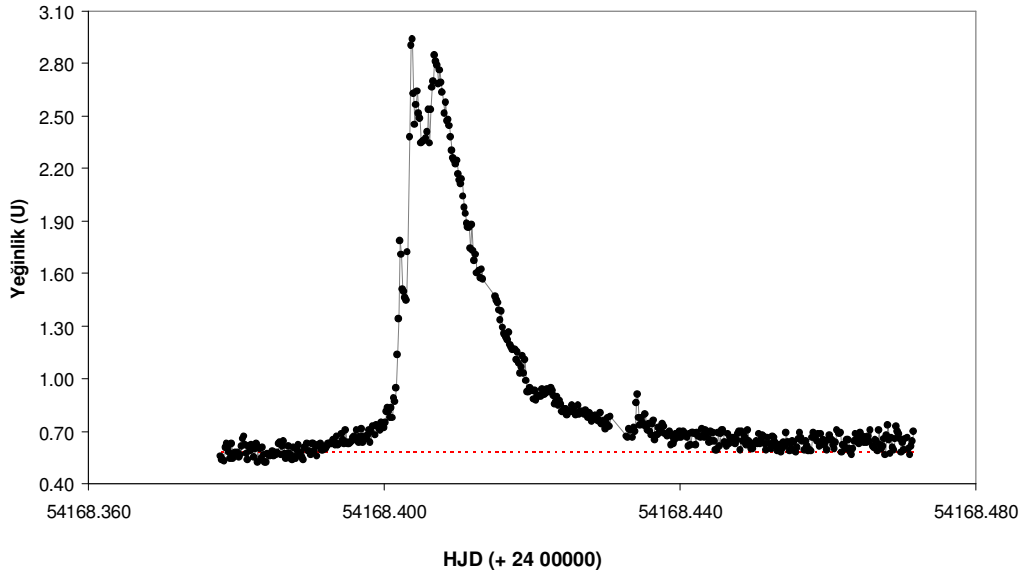
Şekil 2.14: *AD Leo'nun, 10 Nisan 2005 gecesinde elde edilen flaresi.*



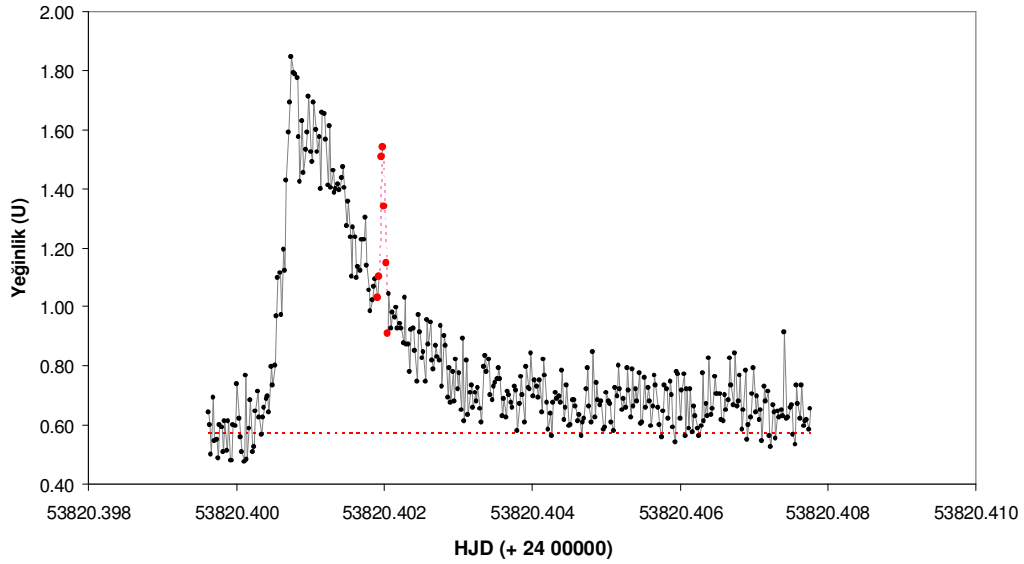
Şekil 2.15: *AD Leo'nun, 6 Şubat 2007 gecesinde elde edilen flaresi.*

Şekil 2.15'de görülen AD Leo flaresi, UV Ceti türü yıldızlarda gözlenen flarelerden bir miktar farklıdır. Bu fark, flare parlama ve sönümlenme süresinden

kaynaklanmaktadır. Flare ışık eğrisi dikkatli incelenirse, daha çok "*flare olayı*" benzeri bir yapı sergilediği görülür. Ancak, flare sönümlenme evresinin yarısına geldikten sonra "*klasik flare*" davranışı sergilemektedir. Parlama süresi 44 dakikadan büyük olan flarenin sönümlenme süresi hesaplanamamıştır. Flare maksimum anından sonra 2.65 saat geçmesine karşın, yıldızın parlaklık düzeyi olması gereken düzeyin $0^{m}.65$ yukarısındadır. Ancak, gece sonu olduğu için gözlem kesilmek zorunda kalmıştır. Tam flare ışık eğrisi elde edilememiş olmasına karşın bu flare, 2.17×10^{34} erg'lik enerjisiyle AD Leo'da gözlenen en büyük enerjili flarelerden biridir.



Şekil 2.16: *AD Leo'nun, 8 Mart 2007 gecesinde elde edilen flaresi.*



Şekil 2.17: *AD Leo'nun, 25 Mart 2006 gecesinde elde edilen flaresi.*

Şekil 2.16'da gözlenen flare ise UV Ceti türü yıldızlarda sık elde edilen "*klasik flare*" parlamasıdır. Şekil 2.17'de AD Leo'da gözlenmiş "*klasik flare*" parlamalarından biri görülüyor. Bu flare parlaması, sönümlenme evresinde ani parlama sergilemektedir. Sönümlenme evresindeki bu ani parlama nedeniyle Gurzardyan (1988) tarafından önerilen "Hızlı Elektron Kuramı" ile temsil edilemeyecektir.

2.3 EQ Peg

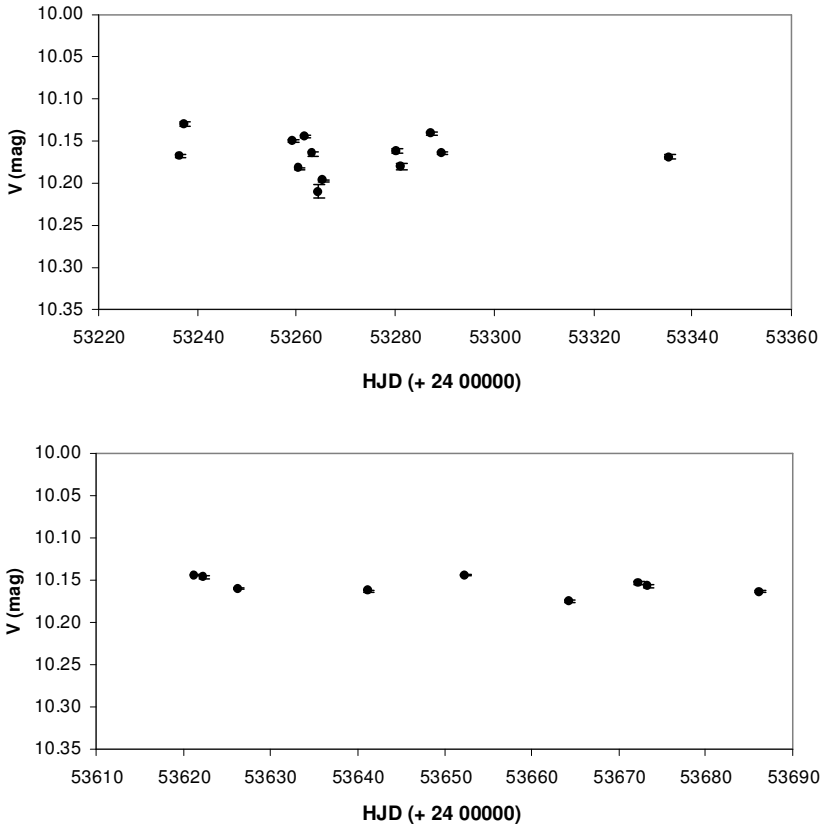
2.3.1 EQ Peg'in Tarihçesi

Flare aktivitesi gösterdiği ilk kez Roques (1954) tarafından bulunan EQ Peg de aktif flare yıldızlarından biridir. 1952 yılında yapılan gözlemlerde EQ Peg'in bir çift yıldız olduğu (Raymond and Wilson 1954) ve her iki bileşenin de bir flare yıldızı olduğu (Owen et al. 1972) bulunmuştur. Çiftin görsel ayrıklığı, 3".5 ile 5".2 aralıklarında verilmektedir (Haisch et al. 1987, Robrade et al. 2004). Yaklaşık 180 yıllık bir yörünge dönemine sahip bileşenlerden biri V=10.4, diğeri V=12.6 kadir parlaklığındadır (Kukarin 1969).

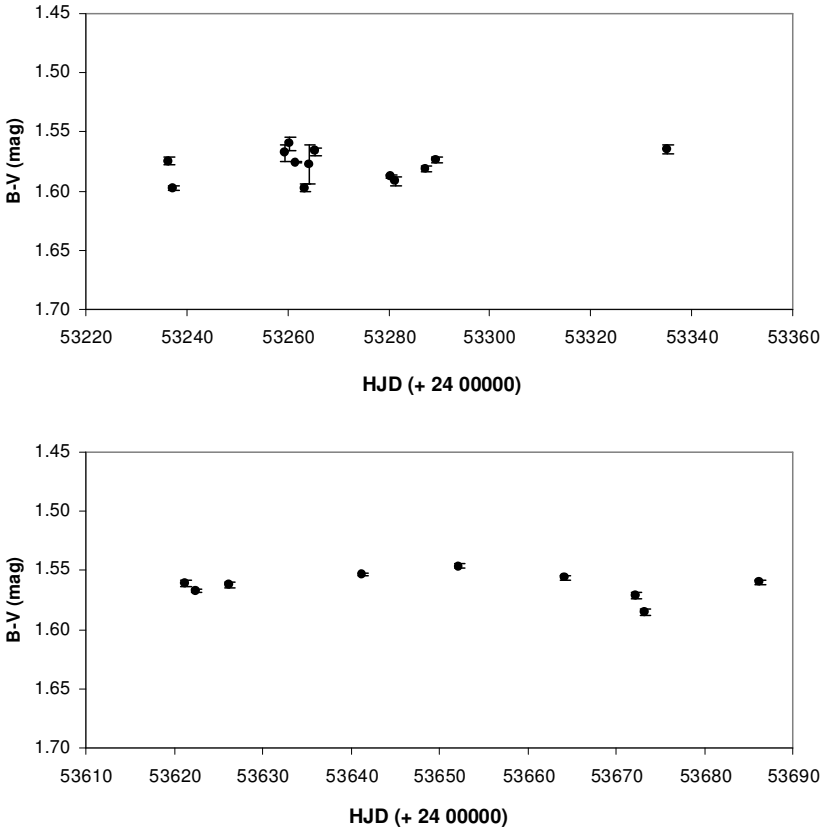
Gözlemler, EQ Peg çiftinde flarelerin genellikle sönük bileşenden geldiğini göstermektedir (Fossi et al. 1995). Rodono (1990), EQ Peg çiftinde flarelerin %65 sönük bileşenden, %35 parlak bileşenden geldiğini göstermiştir.

2.3.2 Gözlemler

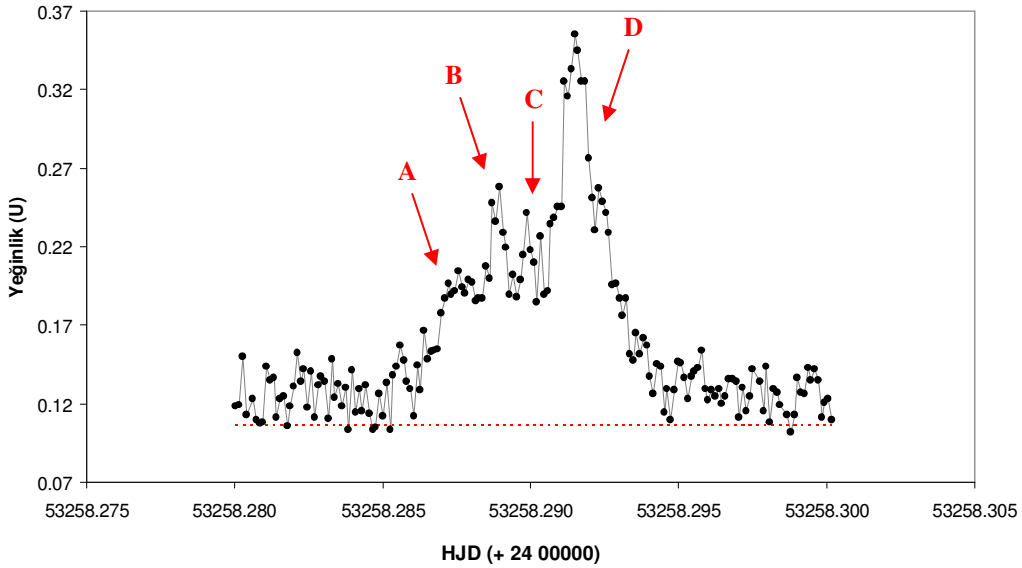
Literatürde leke aktivitesine ilişkin hiçbir tartışma bulunmayan EQ Peg için, leke aktivitesi gösterip göstermediğinin belirlenmesi için gözlemi yapılan her gecede UBVR bandlarında düzenli sayım alınmıştır. Yıldızın kısa dönemli değişim gösterme olasılığı da gözönüne alınarak, bazı gecelerde UBVR bandlarında aralıksız gözlenmiştir. Elde edilen V bandı ışık ve B–V renk değişimleri Şekil 2.18 ve Şekil 2.19'da görülmektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi, yıldızın ışık ve renk eğrilerinde 3σ'nın üzerinde bir değişim yoktur.



Şekil 2.18: *Üst panelde 2004, alt panelde de 2005 yıllarına ilişkin EQ Peg'in V bandı ışık değişimi.*

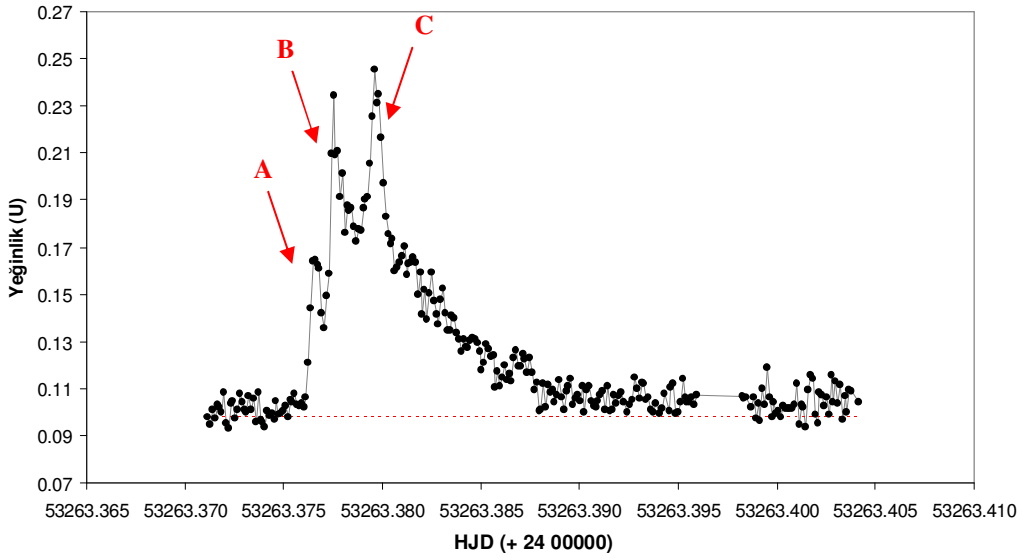


Şekil 2.19: *Üst panelde 2004, alt panelde 2005 yıllarına ilişkin EQ Peg'in B-V renk değişimi.*



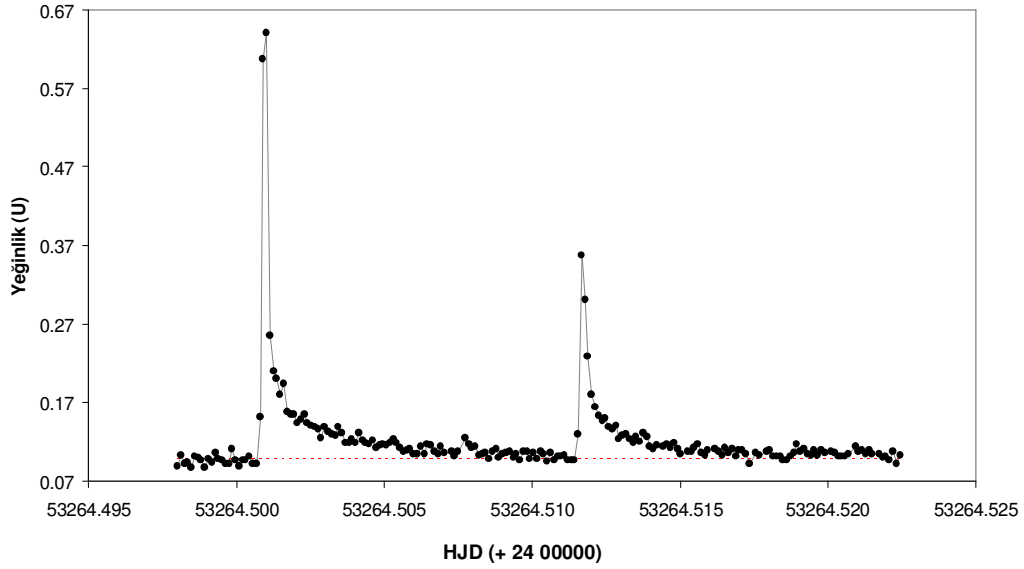
Şekil 2.20: *EQ Peg'in 9 Eylül 2004 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen "ters flare" örneği.*

EQ Peg, leke aktivitesine ilişkin hiç bir değişim sergilemezken, flare aktivite değişimi oldukça yüksektir. EV Lac'ın flare sıklığına yakın flare sıklığı ve çok çeşitli flare ışık eğrileri ile aktif bir flare yıldızı olduğu görülür. Şekil 2.20'de, yıldızın 9 Eylül 2004 gecesinde yapılan flare taramasında elde edilen bir flare ışık eğrisi görülür. Işık eğrisi incelendiğinde flare parlamasının, normal flare ışık eğrilerine göre ters bir şekle sahip olduğu görülür. Sönümlenme evresine göre çok daha yavaş bir parlama evresine sahiptir. Parlama evresinde, yıldızın parlaklığının düzenli bir şekilde artmadığı, zaman zaman ani parlamalar sergilediği görülür. Bu ani parlamalar, şekilde A, B, C ve D harfleri ile gösterilmiştir.

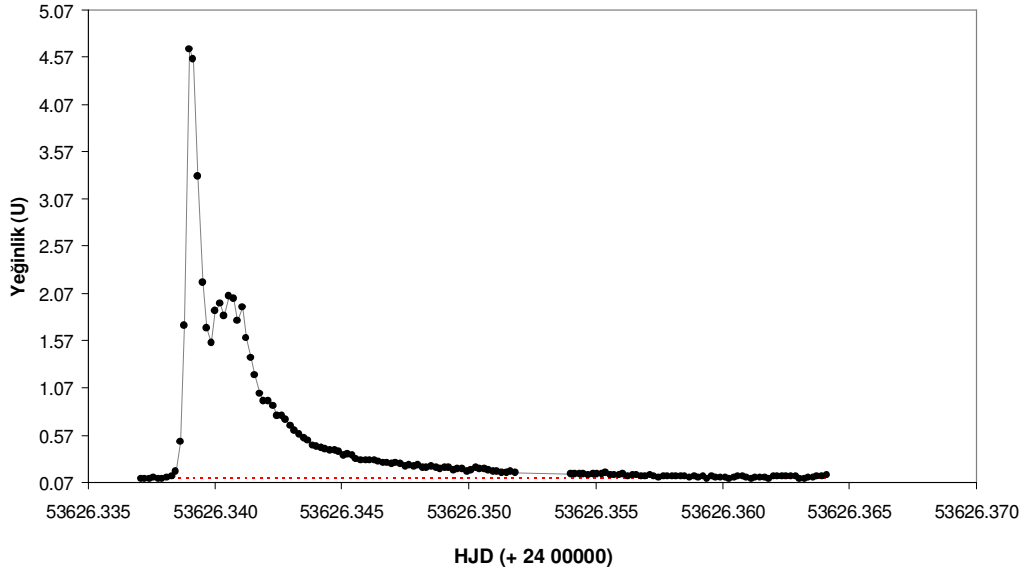


Şekil 2.21: *EQ Peg'in 14 Eylül 2004 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen karmaşık flare örneği.*

Yıldızın 14 Eylül 2004 gecesine ait gözleminde elde edilen ve Şekil 2.21'de görülen flare, Şekil 2.20'de görülen "*ters flare*" gibi olmasa da Şekil 2.22'de iki örneği görülen "*klasik flare*" ışık eğrilerinden de farklıdır. Şekil 2.20'de görülen ışık eğrisi, daha çok normal bir "*flare olayı*" sırasında ortaya çıkmış birçok anlık parlama ile bozulmuş bir "*flare olayı*" gibi görünmektedir. Şekil 2.21'deki eğri ise, şekilde A, B ve C harfler ile gösterilen ve art arda gelen üç "*klasik flare*" ışık eğrisinin bileşkesi şeklindedir. Şekil 2.22'de, 15 Eylül 2004 gecesinde elde edilen ve art arda ortaya çıkmış iki "*klasik flare*" örneği görülür.

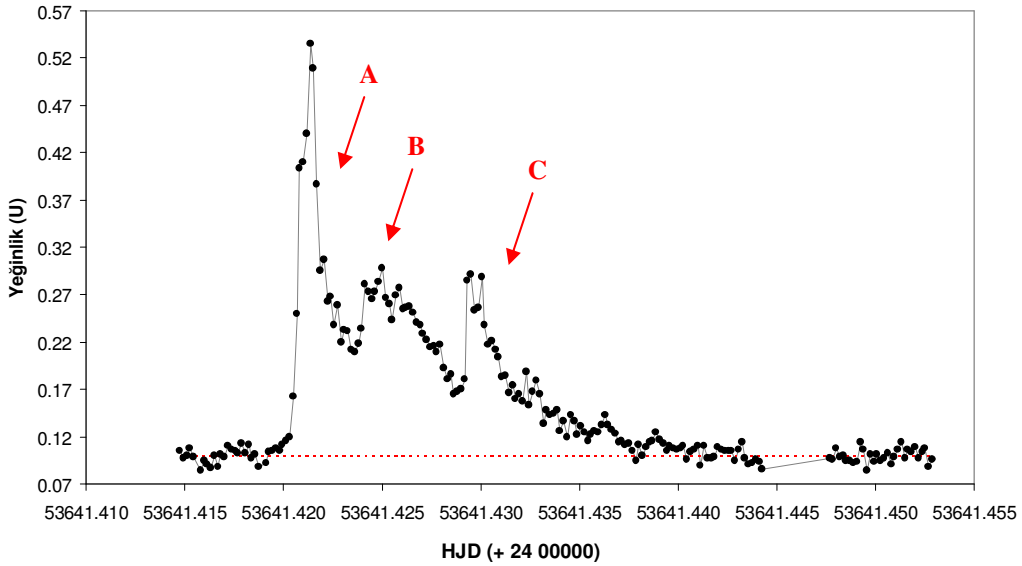


Şekil 2.22: *EQ Peg'in 15 Eylül 2004 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen klasik flare örnekleri.*



Şekil 2.23: *EQ Peg'in 12 Eylül 2005 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen klasik flare örneği.*

Şekil 2.23'de görülen flare $4^{m}.06$'lik genliğiyle EQ Peg'in literatürde yeralan flareleri arasında en büyük ikinci genlikli flaredir (Moffett 1974). 6.79×10^{33} erg'lik enerjiye sahip flare, Moffett sınıflamasına göre "*klasik flare*" grubuna giren bir flaredir. Parlama süresi 1.25 dakika olan flarenin sönümlenme süresi 29.40 dakikadır.



Şekil 2.24: *EQ Peg'in 27 Eylül 2005 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen karmaşık flare örneği.*

Şekil 2.24'de görülen flare, yıldızın 27 Eylül 2005 taihinde yapılan gözleminde elde edilmiştir. Şekil 2.20'de görülen flare ışık eğrisinin şekli, bu flare ışık eğrisinin ters görünümüne benzemektedir. Şekil 2.23'de görülen flare ışık eğrisi de, şekilde A, B ve C harfleri ile gösterilen birçok parlamanın bileşkesi şeklindedir.

2.4 V1005 Ori

2.4.1 V1005 Ori'in Tarihçesi

Bir flare yıldızı olduğu ilk kez Shakovskaya (1974) tarafından gösterilen V1005 Ori'nin leke aktivitesi gösterdiği Bopp and Espenak (1977) tarafından bulunmuştur. Yazarlar, V bandında $0^{m}.08$ genliğinde ve yaklaşık $1^{g}.96$ dönemli bir değişim elde etmişlerdir. Bopp et al. (1978), elde ettikleri fotometrik verinin

analizinden $1^g.833$, $1^g.858$, $2^g.189$ ve $2^g.199$ şeklinde dört dönem elde etmişler ve en uygun olan dönemin $1^g.858$ olduğunu öne sürmüşlerdir. Byrne et al. (1984) tarafından yapılan çalışmada, 1980 yılına ait V bandı gözlemlerinde elde edilen ışık eğrisinin genliğinin $0^m.16$ olduğu görülmüştür. Analizler, dönemin yaklaşık $4^g.565$ olması gerektiğini göstermiştir. Amado et al. (2001), 1996 ve 1997 yıllarında elde edilen ışık eğrilerinin şeklinde önemli bir değişim görünmezken, leke minimum evresi ~0.55 evrelerde 0.40 evrelere kaydığını göstermiştir. Işık eğrisi genliği ise 1996 yılında $0^m.10$ dolayındayken, 1997'de daha büyüktür.

2.4.2 Gözlemler

V1005 Ori'nin gözlemleri 3 gözlem sezonunda yapılmıştır. Yıldızın gözlem sezonu kış aylarına rastladığı için hava koşulları zaman zaman gözlemlerin yapılamamasına neden olmuştur. Bu nedenle 2004 – 2005 gözlem sezonunda ışık eğrisinde bazı evrelerde veri elde edilememiştir. Bununla birlikte dönem analizi için yeterli veri elde edilebilmiştir.

Çizelge 2.6: *V1005 Ori'ye ait 3 veri setinin dönem analizi sonuçları.*

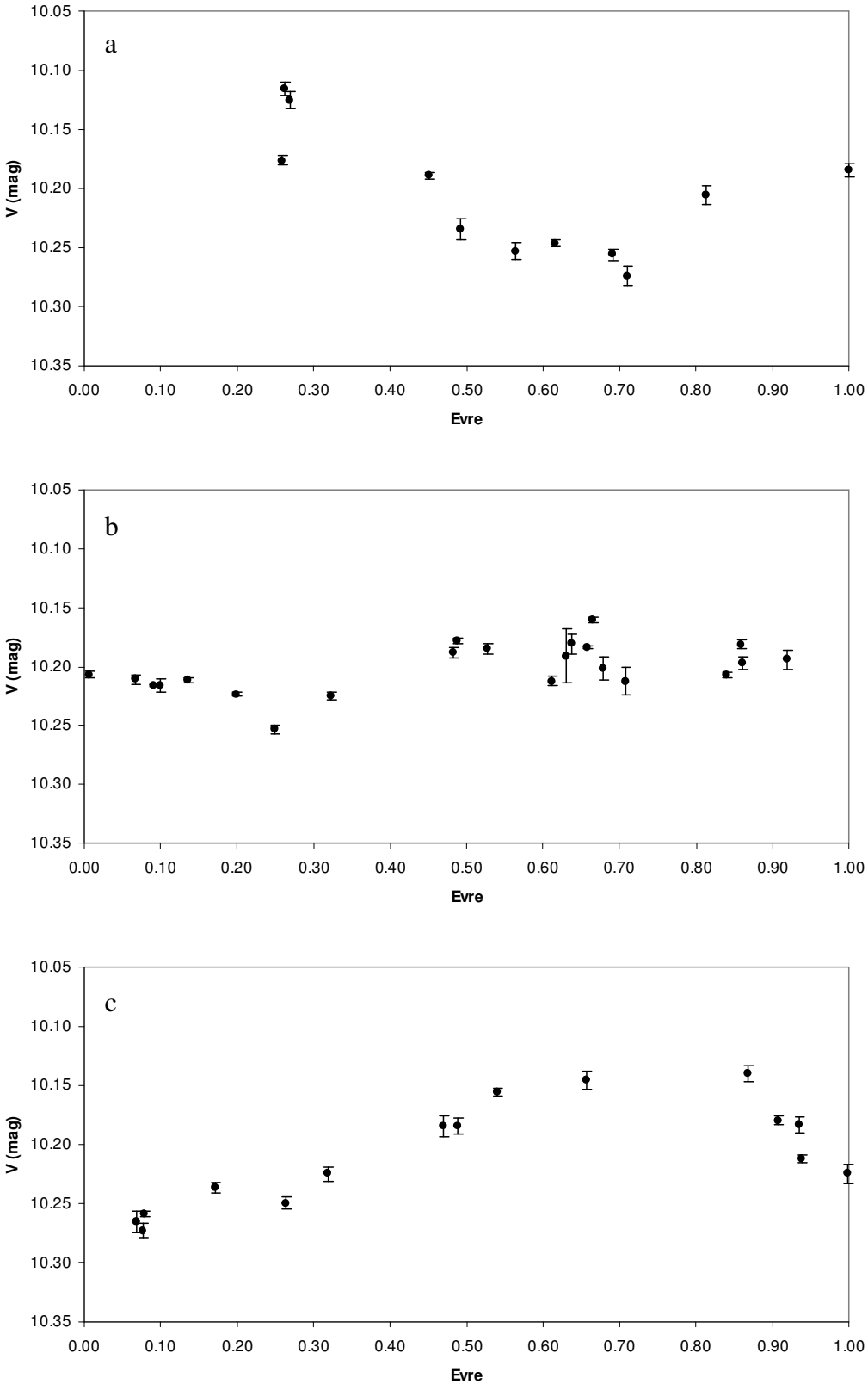
Yıl - Grup	Dönem	Hata
2004 – 2005	4.429	0.014
2005 – 2006	4.423	0.017
2006 – 2007	4.419	0.005

Her gözlem sezonunda elde edilen veri seti için dönem analizleri yapılmıştır ve sonuçlar Çizelge 2.6'da verilmiştir. Elde edilen dönemler, Byrne et al. (1984) tarafından bulunan döneme yakın görünmektedir. Herbir veri seti kendine ait dönem ve yıldızın ilk gözlem sezonunda alınan ilk noktanın HJD'sinin To olarak kullanılmasıyla evrelendirilmiştir. Işık eğrilerinin evrelendirilmesinde kulanılan ışık öğeleri (15), (16) ve (17) bağıntılarıyla verilmiştir. Elde edilen ışık değişimleri Şekil 2.25'de, B-V renk değişimleriyse Şekil 2.26'da görülmektedir. V bandı veri setlerinin analizlerinden bulunan dönem değişimi, minimum, maksimum ve ortalama parlaklık düzeyleri ise Şekil 2.27'de görülmektedir.

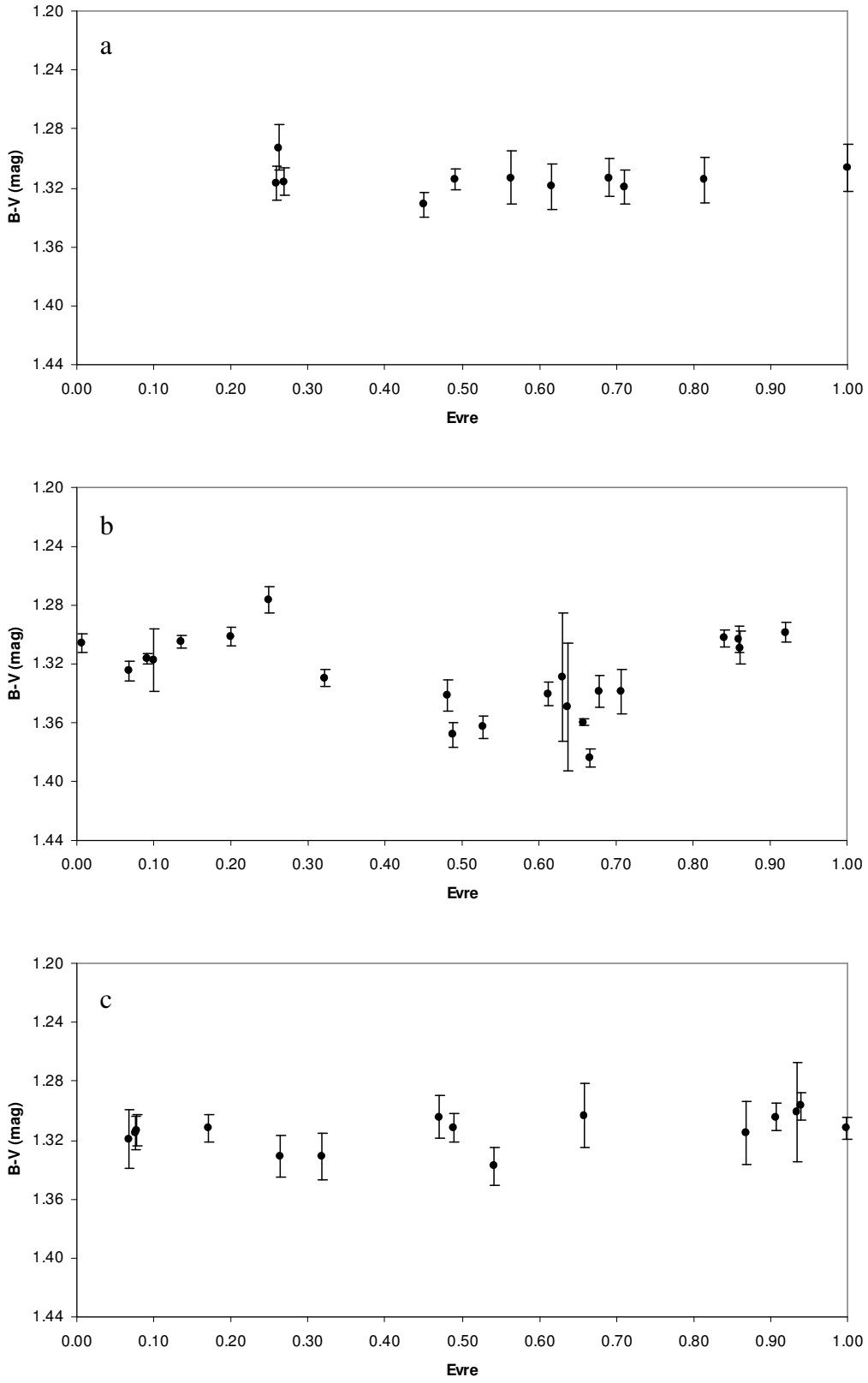
$$JD\ (Hel) = 24\ 53353.40036 + 4^g.429 \times E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (15)$$

$$JD\ (Hel) = 24\ 53353.40036 + 4^g.423 \times E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (16)$$

$$JD\ (Hel) = 24\ 53353.40036 + 4^g.419 \times E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (17)$$

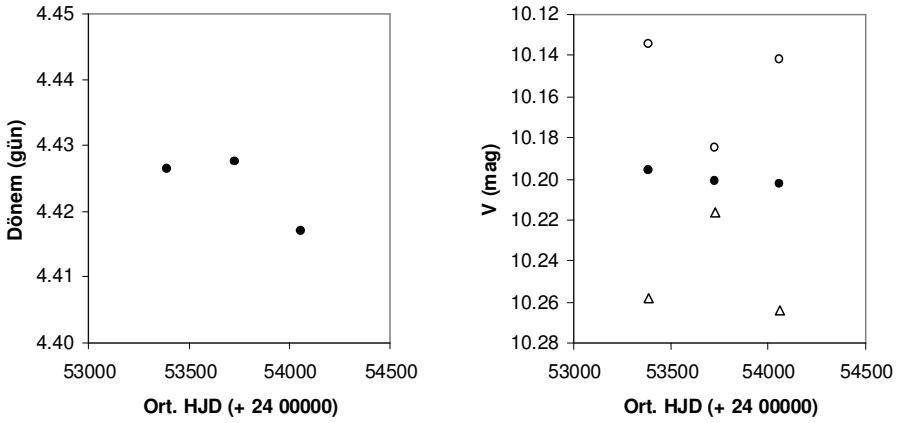


Şekil 2.25: *V1005 Ori'nin, yukarıdan aşağıya doğru 2004 ile 2007 yılları arasındaki 3 gözlem sezonunda elde edilmiş ışık eğrileri. (a) 2004 – 2005, (b) 2005 – 2006, (c) 2006 – 2007 gözlem sezonu ışık eğrisidir.*



Şekil 2.26: *V1005 Ori'nin, yukarıdan aşağıya doğru 2004 ile 2007 yılları arasındaki 3 gözlem sezonunda elde edilmiş B–V renk eğrileri. (a) 2004 – 2005, (b) 2005 – 2006, (c) 2006 – 2007 gözlem sezonu B–V renk eğrisidir.*

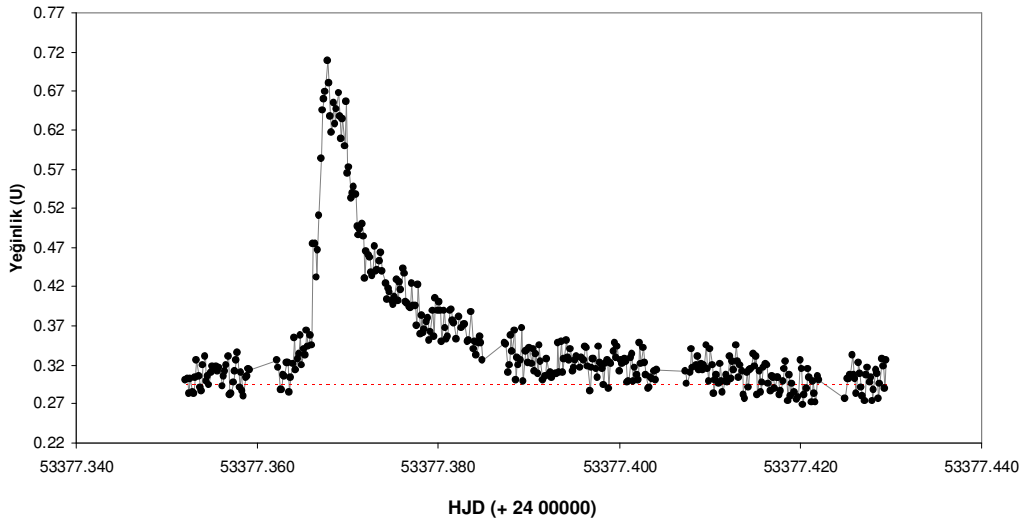
V1005 Ori'nin eğrileri inceleniğinde, 2004 – 2005 gözlem sezonunda, leke minimum evresi yaklaşık 0.70 evre civarındayken, 2006 – 2007 gözlem sezonunda 0.00 evre civarındadır. 2005 – 2006 gözlem sezonunda genlik oldukça küçüktür. Buna karşın yaklaşık 0.25 evre civarı, leke minimum evresi gibi görünmekle birlikte net bir evre söylemek zordur.



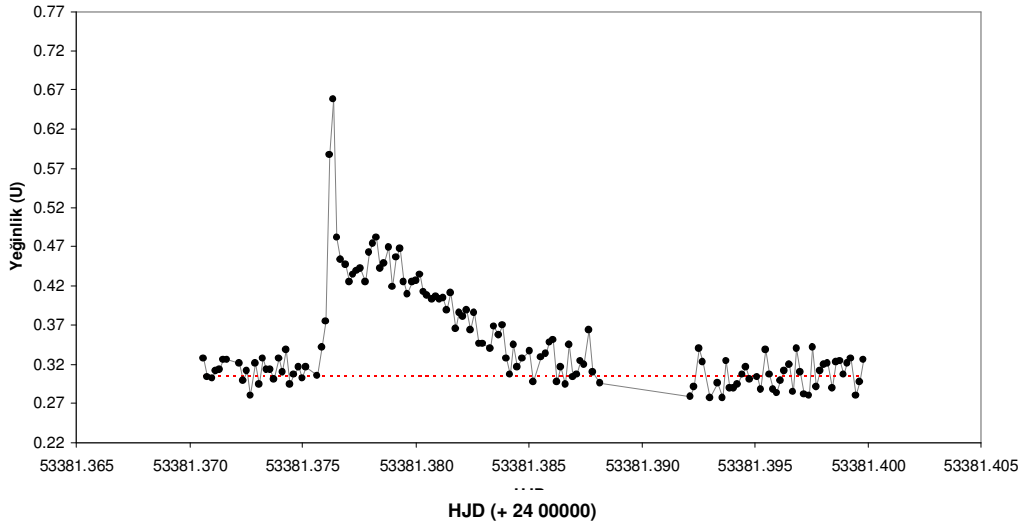
Şekil 2.27: *V1005 Ori'nin üç gözlem sezonunda elde edilen veri setlerinin analizinden ulaşılan dönem değişimi (sol panel) ile minimum, maksimum ve ortalama parlaklık düzeyi değişimi (sağ panel). Sağ panelde, içi dolu noktalar ortalama parlaklık düzeyini gösterirken, içi boş noktalar, maksimum ve minimum düzeyleri göstermektedir.*

Şekil 2.27'den de görüleceği gibi, yıldızın döneminde büyük bir değişim yoktur. 2006 – 2007 gözlem sezonunda bir azalma görülse de bu azalma, hata sınırlarına yakın bir değişimdir. Bununla birlikte, yıldızın ortalama parlaklık düzeyinde büyük bir değişim yokken, maksimum ve minimum parlaklık düzeylerinde değişim görülür.

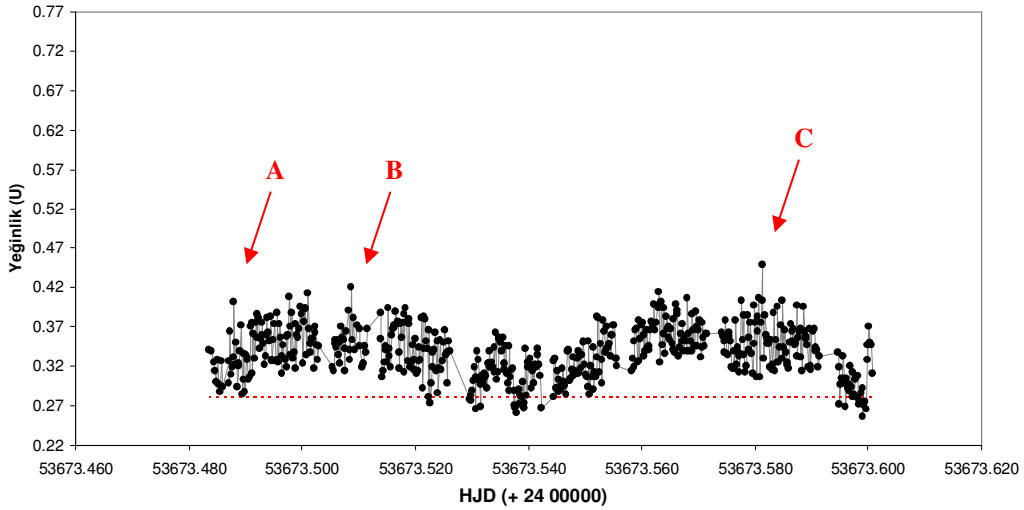
V1005 Ori, EV Lac kadar yüksek flare sıklığına sahip olmasa da bilinen flare yıldızlarına göre flare sıklığı yüksek sayılır. Yıldızın flare taramalarında, diğer program yıldızlarında olduğu gibi, farklı şekil ve genliklerde çok sayıda flare parlamaları elde edilmiştir. Şekil 2.28 ve Şekil 2.29'da, 6 ve 10 Ocak 2005 gecelerinde gözlenmiş flare ışık eğrileri görülür. Şekil 2.30'da ise, 29 Ekim 2005 gözleminde ard arda gözlenmiş iki flare olayı kendini göstermektedir. Şekilde A, B ve C harfleriyle, bu flare olayları sırasında ortaya çıkan anlık parlamalara işaret edilmiştir. V1005 Ori'nin flare olayları sırasında, bu tür parlamalara sıklıkla rastlanır.



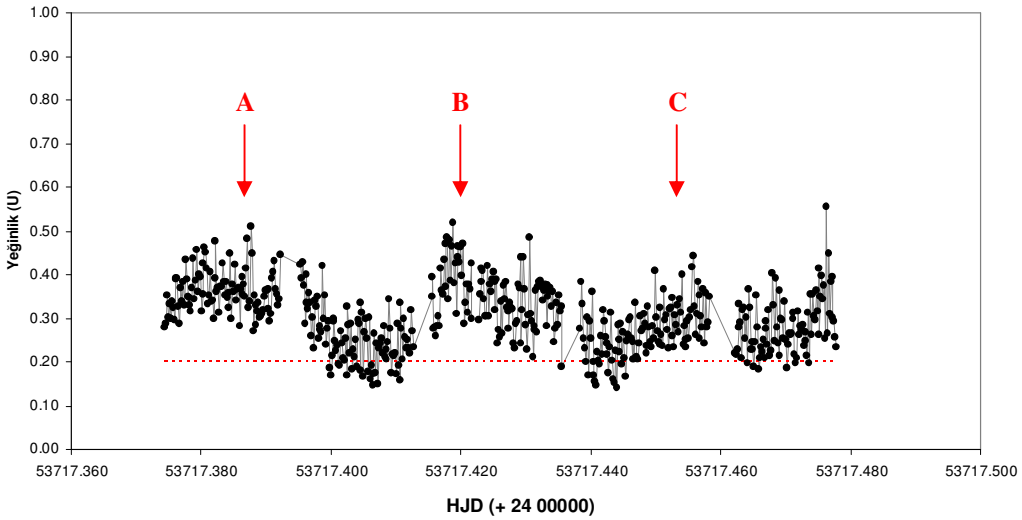
Şekil 2.28: *V1005 Ori'nin 6 Ocak 2005 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen klasik flare örneği.*



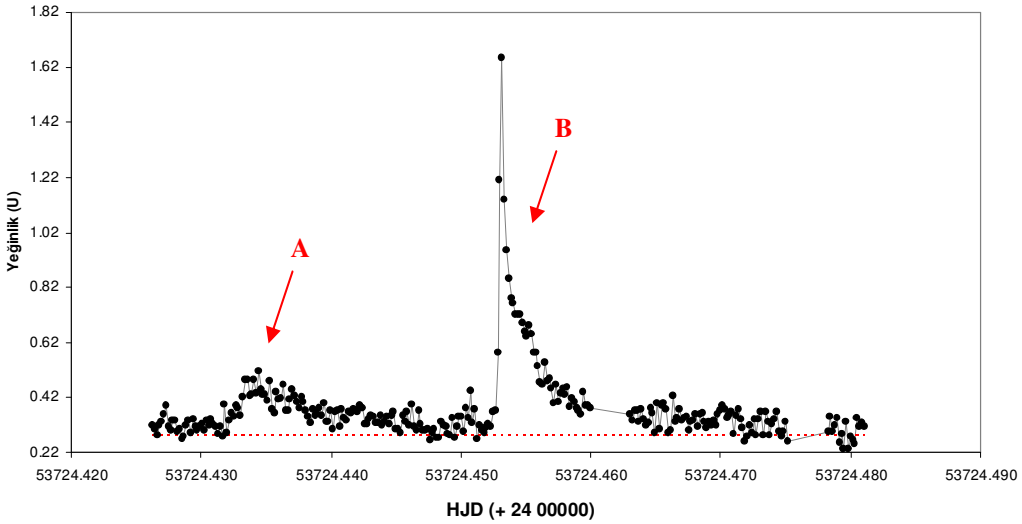
Şekil 2.29: *V1005 Ori'nin 10 Ocak 2005 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen klasik flare örneği.*



Şekil 2.30: *V1005 Ori'nin 29 Ekim 2005 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen flare olayı örnekleri.*



Şekil 2.31: *V1005 Ori'nin 12 Aralık 2005 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen ardışık flare parlamaları.*



Şekil 2.32: *V1005 Ori'nin 29 Aralık 2005 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen iki klasik flare örneği.*

Şekil 2.31'de 12 Aralık 2005 gecesinde yapılan gözlem görülür. Eğri incelendiğinde, yıldızın üzerinde flare parlamalarının art arda ortaya çıktığı görülür. A, B ve C harfleri ile işaret edilen yükselmeler yıldızın yüzeyinde yüksek enerji salınımlarına işaret eder. Bu flarelerden A ile gösterilen birinci flare parlamasında parlama evresi gözlenememiştir. Işık eğrisinin son kısımlarına dikkat edilirse, bir başka flare başlangıcı olduğu görülür. Yıldızın gözlem süresinin sona ermesi nedeniyle bu flare gözlenememiştir. Şekil 2.32'de ise, 29 Aralık 2005 tarihinde elde edilen ardışık flareler görülür. A ve B harfleri ile işaret edilen flarelerden, A flaresi sönümlenir sönümlenmez B ile gösterilen klasik flare parlamıştır.

2.5 V1054 Oph

2.5.1 V1054 Oph'in Tarihçesi

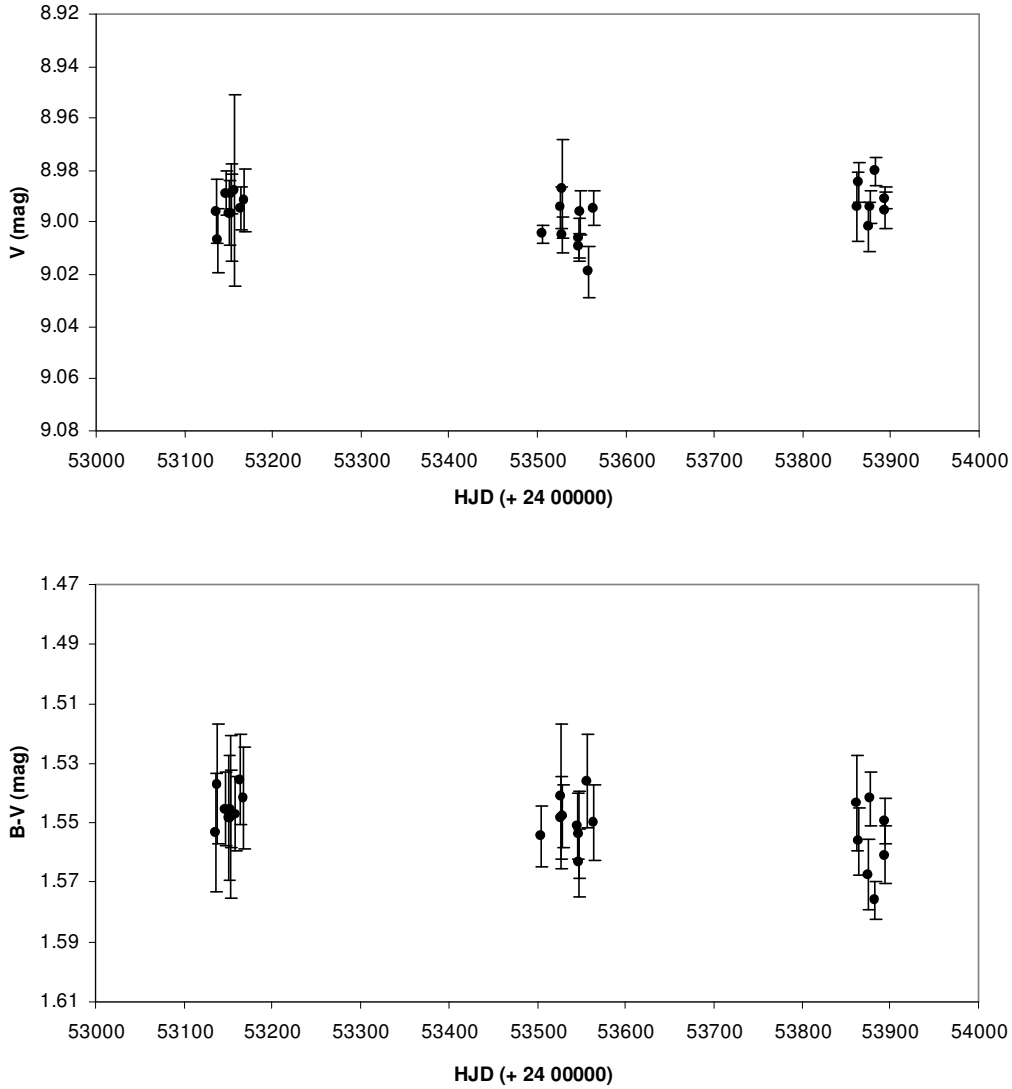
VI054 Oph (=Wolf 630ABab), Wolf yıldız grubunun bir üyesidir. Wolf 630ABab, Wolf 629AB ve VB 8, üçlü bir sistemdir. Wolf 630 ve Wolf 629 aralarında 72" lik açısal uzaklık bulunan görsel çiftlerdir. Wolf 630AB, kendi içinde yakın bir görsel çifttir. Wolf 629AB ise tek çizgili tayfsal çiftir. Wolf 630AB'nin B bileşeni de tek çizgili tafsal çiftir. VB 8, diğer iki bileşene 220" açısal uzaklıktadır. Wolf 630'un A ve B bileşenleri arasında 0".218 açısal uzaklık bulunur (Joy 1947, Joy and Abt 1974).

Wolf 630AB'nin ilk flaresi Eggen (1965) tarafından yakalanmıştır. Literatür incelendiğinde, Wolf 630AB'nin, AD Leo ve EV Lac kadar yoğun flare gözleminin yapılmadığı görülür. Kapsamlı gözlemlerden biri, Moffett (1974)'e aittir.

2.5.2 Gözlemler

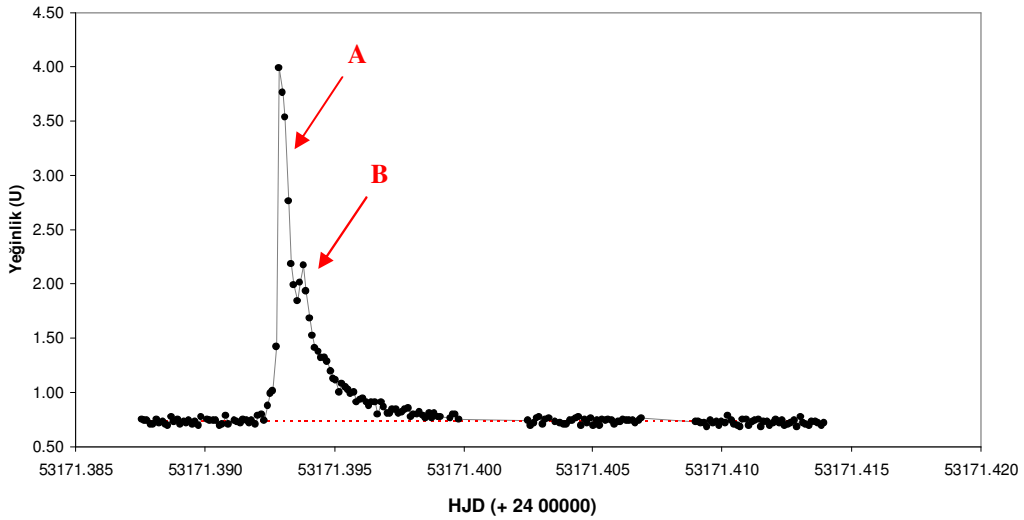
EQ Peg örneğinde olduğu gibi, V1054 Oph'nin leke aktivitesine ilişkin de literatürde hiçbir tartışma yoktur. Bu çalışma kapsamında, EQ Peg için yapıldığı gibi bazı gözlem gecelerinde V1054 Oph da tüm gece UBVR bandlarında aralıksız gözlenmiştir. Bu gözlemlerin amacı, yıldızın saat mertebesindeki dönemlerde herhangi bir değişim gösterip göstermediğinin belirlenmesidir. V1054 Oph'nin gözlemleri 24″ diyafram açıklığında yapılmıştır. Bu diyafram açıklığının seçilmesinin nedeni, 6 yıldızdan oluşan sistemin yalnız 3 yıldızından oluşan V1054 Oph (Wolf 630 ABab)'nin gözlenebilmesidir.

Üç gözlem sezonu boyunca gözlenmesine karşın V1054 Oph'nin, flare parlamaları dışında, ne saat mertebesinde ne de daha uzun dönemlere sahip hiçbir değişim göstermediği görülmüştür. V1054 Oph'in gözlemlerinden elde edilen V bandı verisinin dönem analizi, AD Leo ve EQ Peg'de olduğu gibi 3σ'nın üzerine çıkan bir değişim olmadığını gösterir. Üç gözlem sezonuna ilişkin V bandı ışık ve B-V renk değişimleri Şekil 2.33'de görülmektedir.

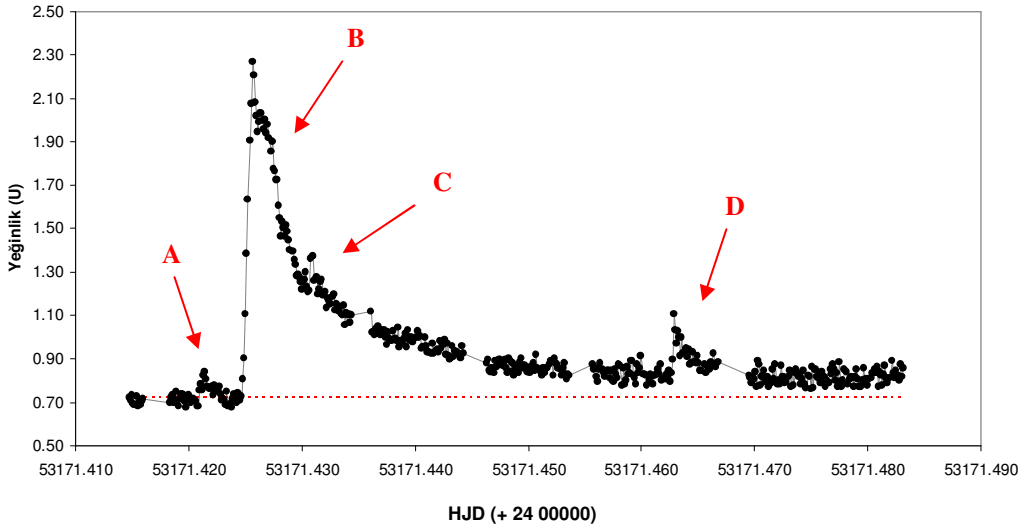


Şekil 2.33: *V1054 Oph'ye ilişkin V bandı ışık ve B-V renk değişimi. Üst panelde ışık değişimi, alt paneldeyse renk değişimi görülmektedir.*

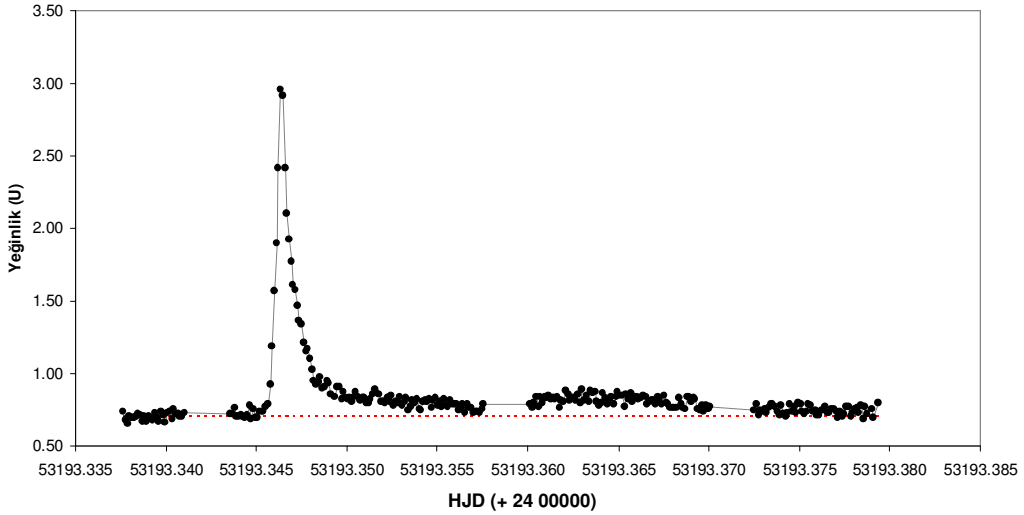
V1054 Oph, leke aktivitesi benzeri hiçbir değişim göstermemesine karşın oldukça aktif bir flare yıldızıdır. Yıldızı, diğer program yıldızlarından ayıran özellik, flare parlamaları dışında parlaklığının oldukça sabit olmasıdır. Örneğin EV Lac ve EQ Peg'de sakin evrelerde, parlaklıkta küçük genlikli dalgalanmaların başlaması flare parlamasının habercisi olabilirken, V1054 Oph'de bu tür parlaklık dalgalanmaları hiç görülmemektedir. Bu, EV Lac ve EQ Peg gözlemlerinde gökyüzü ve mukayese sayımlarının alınması için uygun zamanın belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Oysa V1054 Oph'de, bu dalgalanmalar olmadığı için, diğer yıldızların gözlemlerine oranla V1054 Oph'nin flareleri için parlama evreleri daha fazla kaybedilmiştir.



Şekil 2.34: *V1054 Oph'nin 14 Haziran 2004 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen klasik flare örneği.*

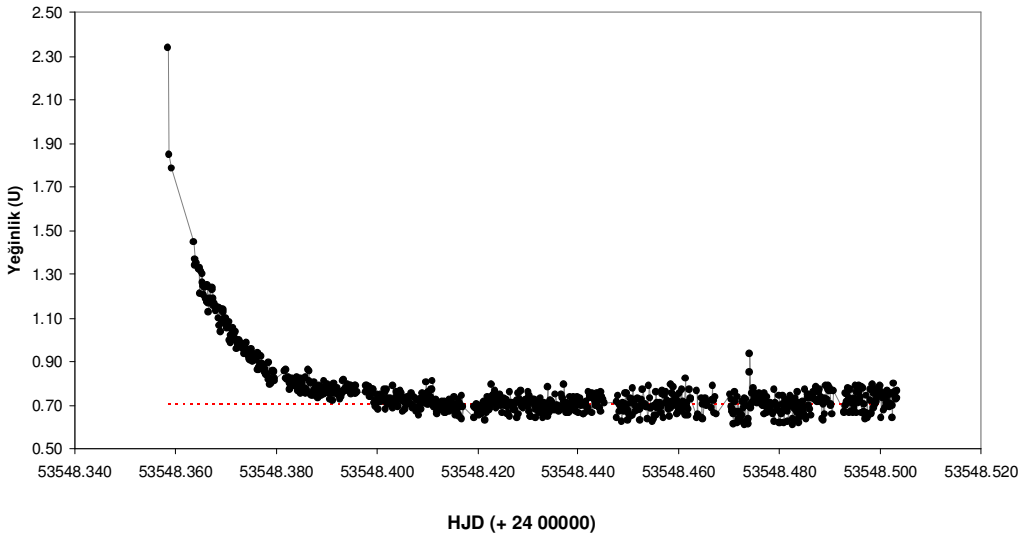


Şekil 2.35: *V1054 Oph'nin 14 Haziran 2004 gecesinde elde edilen bir başka klasik flare örneği.*



Şekil 2.36: *V1054 Oph'nin 6 Temmuz 2004 gecesinde yapılan gözleminde elde edilen spike flare örneği.*

Şekil 2.34 ve Şekil 2.35'de sunulan iki klasik flare, 14 Haziran 2004 gecesinde elde edilmiştir ve bu çalışmanın önemli bir noktasını oluşturur. Çalışmanın ilk aylarında, flare taramalarına ilişkin çeşitli deneme gözlemleri yapılmıştır. Farklı poz süresi ve diyafram açıklığında, ışıkölçerin kanallarından birine bir izleme yıldızı yerleştirilerek ve yerleştirilmeden gözlemlerin nasıl ilerlediği test edilmiştir. Bu iki flare denemelerde elde edilen ilk iki flaredir. Her iki flare de klasik tür flare olmakla birlikte ikisinin de sönümlenme evrelerinde anlık parlamalar görülür. Şekil 2.34'da A harfiyle işaret edilen ana flare, B harfiyle işaret edilen anlık bir parlamadır. Benzer yapı, Şekil 2.35'de de görülmektedir. Şekil 2.35'de, B harfiyle gösterilen ana flaredir. C harfinin işaret ettiği sönümlenme evresinde ortaya çıkan anlık bir parlama, D ile gösterilen ise ana flarenin sönümlenmesi sırasında ortaya çıkmış bir başka klasik flaredir. Şekilde A harfiyle gösterilen, literatürde çok tartışılan ve flare parlamalarının tetikleme mekanizmalarının belirlenmesi açısından önemli sayılan çok küçük genlikli bir flaredir.



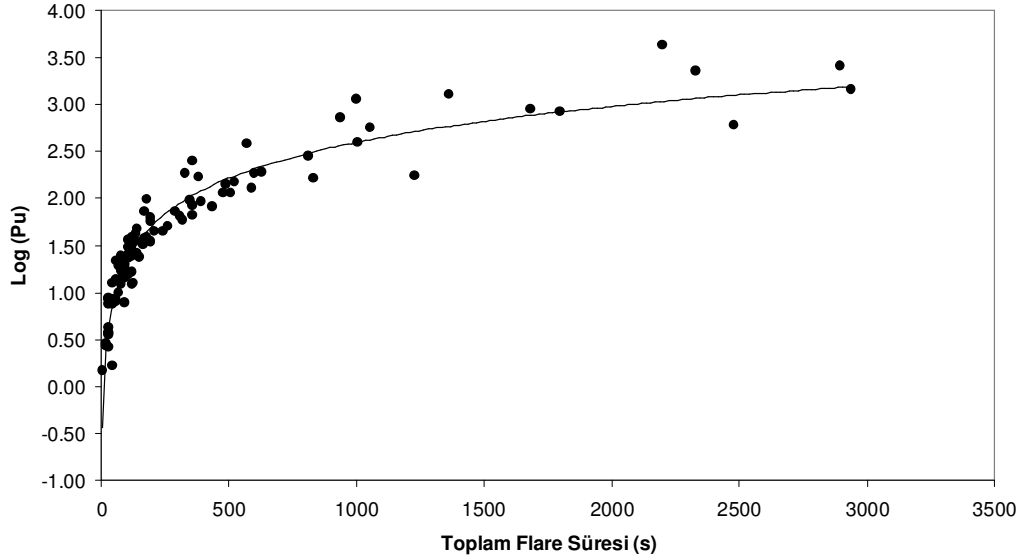
Şekil 2.37: *V1054 Oph'nin 26 Haziran 2005'de yapılan gözleminde parlama evresi kaçırılan bir flare.*

Şekil 2.36'de görülen flare 6 Temmuz 2004'de elde edilmiştir. Bu tür fareler, Moffett (1974)'in çalışmasında "*spike flare*" olarak sınıflanır.

Şekil 2.37'de görülen eğri ise 26 Haziran 2005'de yapılan gözlemde ortaya çıkan bir değişimdir. Gece başında gözlem başladığında, klasik türde olduğu tahmin edilen bir flarenin sönümlenme evresi elde edilmiştir.

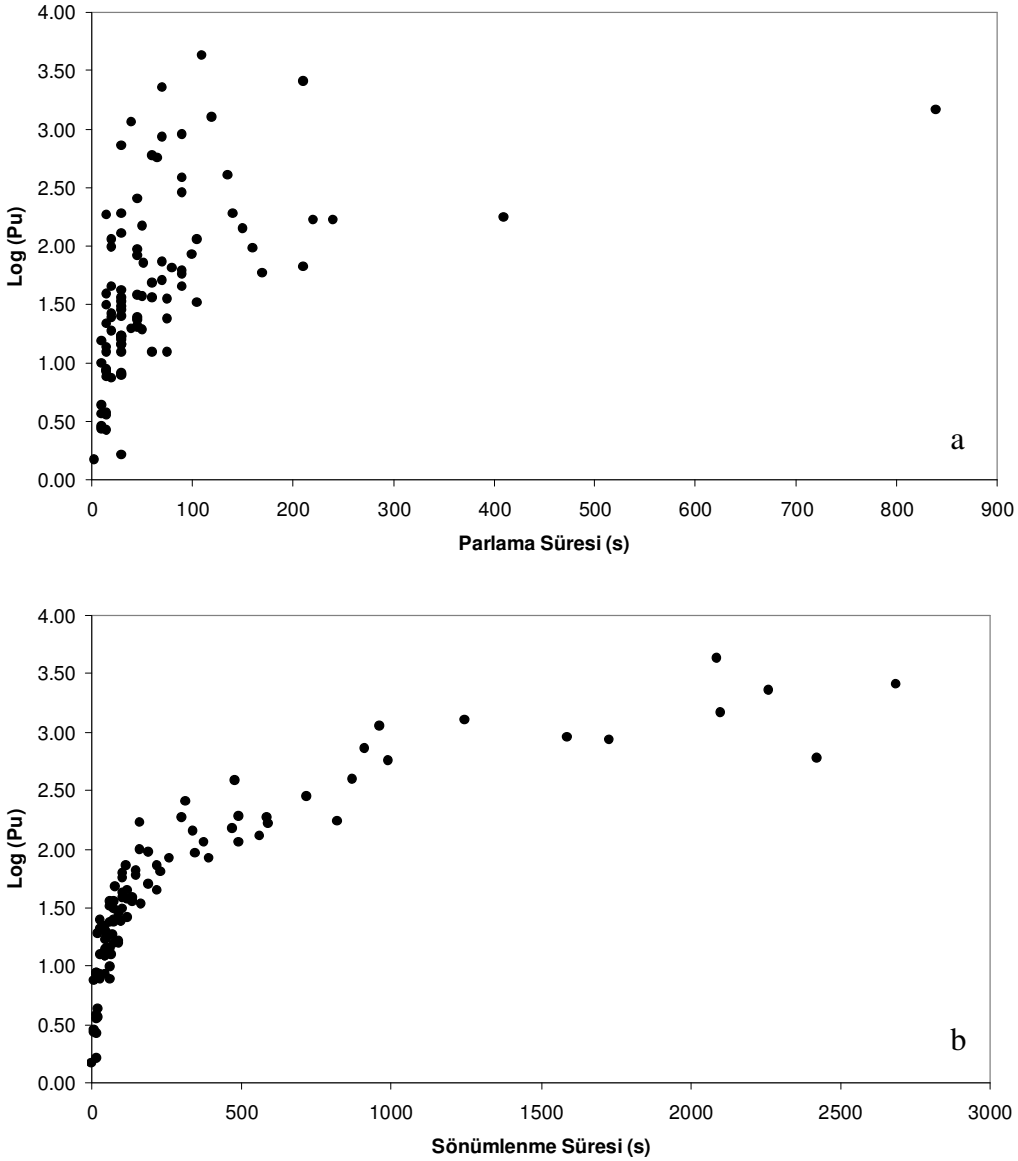
2.6 Flare Parametreleri Arasındaki İlişki

Elde edilen tüm flare için hesaplanan parametrelerin arasında bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Bu karşılaştırmalar özellikle flare parlama, sönümlenme, toplam flare süreleri ile flare eşdeğer süreleri arasında yoğunlaşmıştır.



Şekil 2.38: *EV Lac'a ait flarelerden hesaplanan flare toplam süresine göre flare eşdeğer süresinin dağılımı üsttel fonksiyonla temsil edildiğinde, aradaki ilişki y = 0.5498 x Ln(x) - 1.1996 şeklinde tanımlanıyor. Bu ilişki için korelasyon katsayısının R^2 = 0.92 olduğu görülür.*

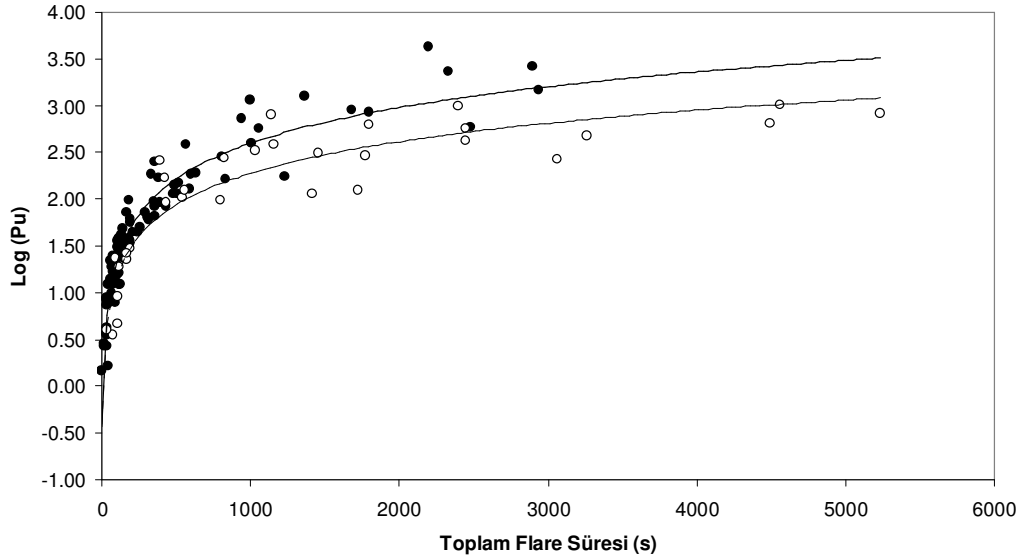
Öncelikle flare süresiyle flare eşdeğer süresi arasındaki ilişki incelendiğinde, flare süresi ne kadar artarsa artsın, UV Ceti türü yıldızların ortaya koyduğu flare parlamalarında eşdeğer süresinin belirli bir sınır değerin altında kaldığı görülür. Bu sınır değer yıldızdan yıldıza küçük farklar göstermektedir. Bu iki parametre arasındaki karşılaştırma, program yıldızlarının tamamı için yapılmıştır. Şekil 2.38'de EV Lac için bulunan sonuç sunulmaktadır. Elde edilen sonuç, EV Lac'ta ortaya çıkan flare parlamasının başlangıcından sönümlenme süresinin sonuna kadar geçen süre, ne kadar uzun olursa olsun, ortaya çıkan toplam eşdeğer süre kabaca $Log(Pu) > 4.0$ sınır değerinde kalır. Bölüm 1.0'da ayrıntılı olarak tartışıldığı gibi, flare parlamalarında en büyük enerji çıkışının flare atımlı evrede olması beklenir. Flare sönümlenme evresinde ise belirli oranda enerji açıkmaya devam etse de, bu evrede ortaya çıkan enerjiyle ısınan atmosfer katmanları soğur. Bu sürecin araştırılması amacıyla, flare toplam eşdeğer süresinin, flare parlama ve sönümlenme sürelerine göre dağılımı incelenmiştir.



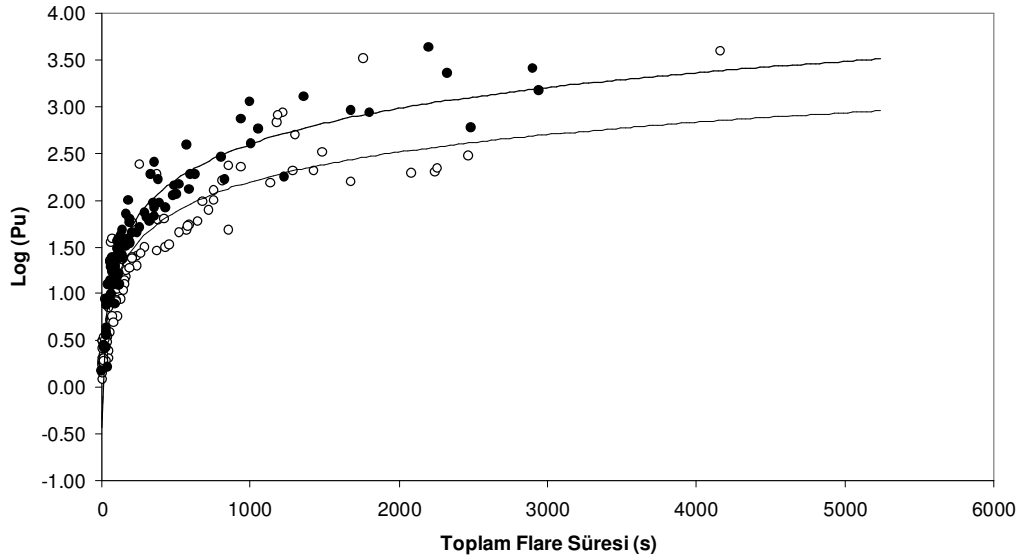
Şekil 2.39: *EV Lac'a ait flarelerden hesaplanan flare parlama süresine ve sönümlenme süresine göre flare eşdeğer süresinin dağılımı. (a) Flare parlama süresine göre, (b) Flare sönümlenme süresine göre dağılımı gösterir.*

EV Lac flareleri için bu incelemenin sonuçları, Şekil 2.39'da gösterilmektedir. Şekilde, üst panelde (a) parlama süresine göre, alt panelde (b) sönümlenme süresine göre flare eşdeğer süresinin dağılımı görülür. Şekil 2.39 ile birlikte Şekil 2.38 de gözönüne alındığında sönümlenme süresine göre eşdeğer süre dağılımının, toplam süreye göre olan dağılıma benzediği görülür.

Program yıldızları kendi aralarında, flare toplam süresine göre eşdeğer süre dağılımları karşılaştırılığında, bazılarının arasında belirgin farklar olduğu görülür.



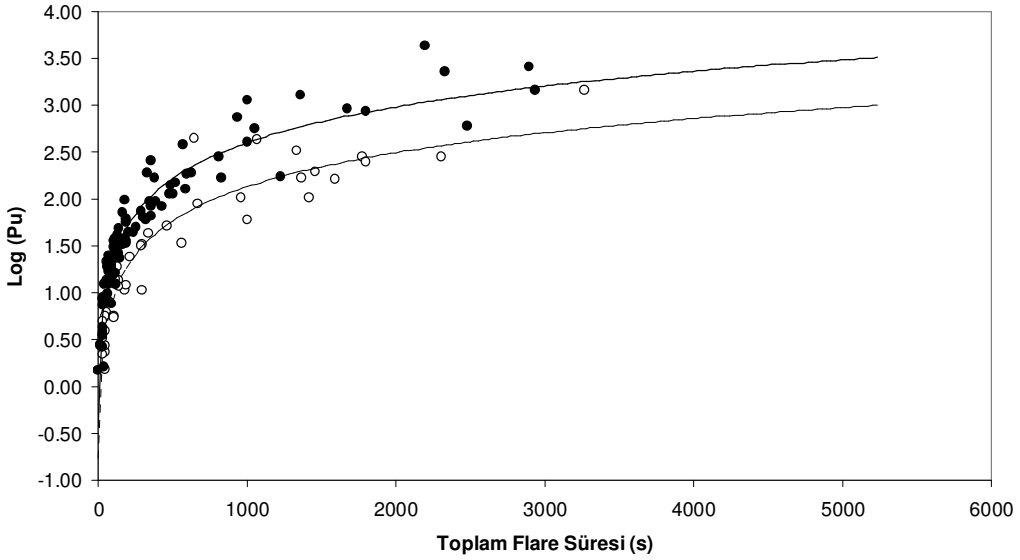
Şekil 2.40: *EV Lac (içi dolu noktalar) ve V1005 Ori (içi boş noktalar) için toplam flare süresine göre eşdeğer süre dağılımı. EV Lac için dağılım (düz çizgi) y = 0.5498 x Ln(x) - 1.1996 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.92) ile tanımlanırken, V1005 Ori için (kesikli çizgi) y = 0.4859 x Ln(x) - 1.0784 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.86) ile tanımlanmıştır.*



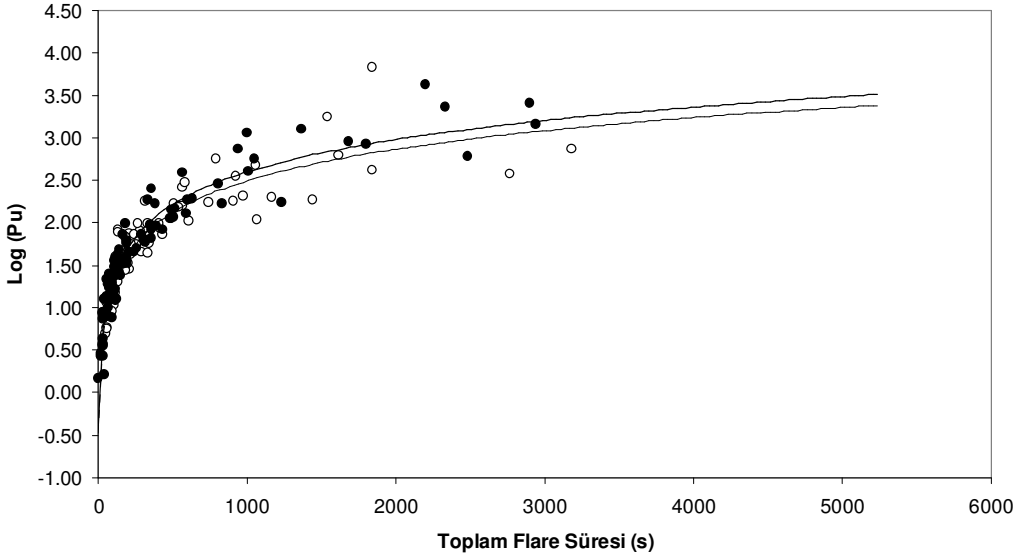
Şekil 2.41: *EV Lac (içi dolu noktalar) ve AD Leo (içi boş noktalar) için toplam flare süresine göre eşdeğer süre dağılımı. EV Lac için dağılım (düz çizgi) y = 0.5498 x Ln(x) - 1.1996 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.92) ile tanımlanırken, AD Leo için (kesikli çizgi) y = 0.4584 x Ln(x) – 0.9711 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.88) ile tanımlanmıştır.*

Şekil 2.40'da EV Lac ve V1005 Ori'nin karşılaştırması görülmektedir. Flare toplam süreleri karşılaştırıldığında, V1005 Ori'ye ait flarelerin toplam süresi 5500 saniyeye kadar uzayabilirken, EV Lac'a ait flarelerin toplam süresinin 3000 saniyelerde kaldığı görülür. Eşdeğer süreler karşılaştırıldığında EV Lac'ın ürettiği flarelerin eşdeğer süreleri dolayısıyla da enerjileri V1005 Ori'de ortaya çıkan flarelere göre yaklaşık 3.16 kat daha büyüktür. V1005 Ori'de ortaya çıkan bir

flare'nin süresi ne kadar uzun olursa olsun, bu flarenin toplam enerji EV Lac'ta ortaya çıkan flarelere ulaşamamaktadır.



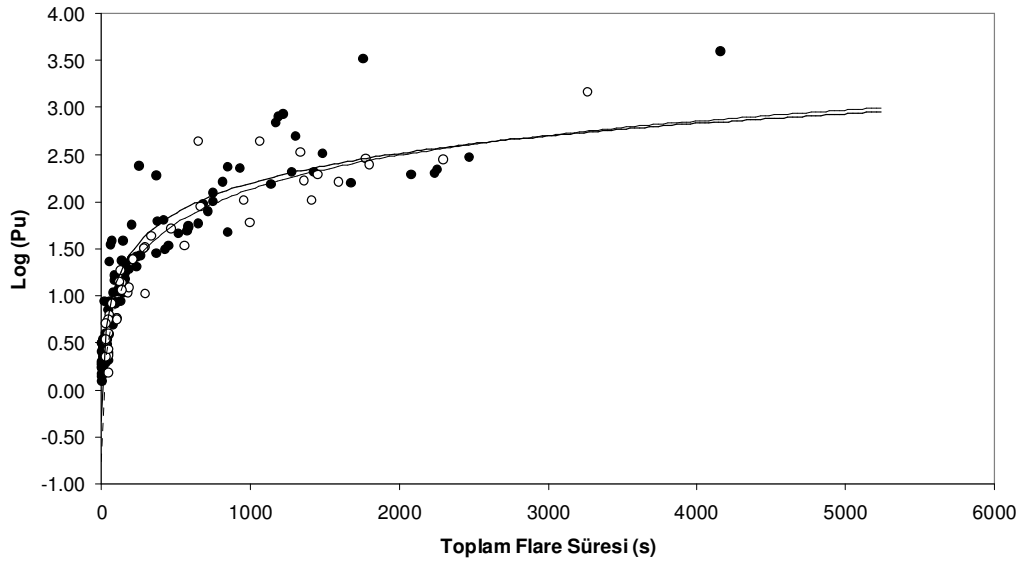
Şekil 2.42: *EV Lac (içi dolu noktalar) ve V1054 Oph (içi boş noktalar) için toplam flare süresine göre eşdeğer süre dağılımı. EV Lac için dağılım (düz çizgi) y = 0.5498 x Ln(x) - 1.1996 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.92) ile tanımlanırken, V1054 Oph için (kesikli çizgi) y = 0.5241 x Ln(x) – 1.4903 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.91) ile tanımlanmıştır.*



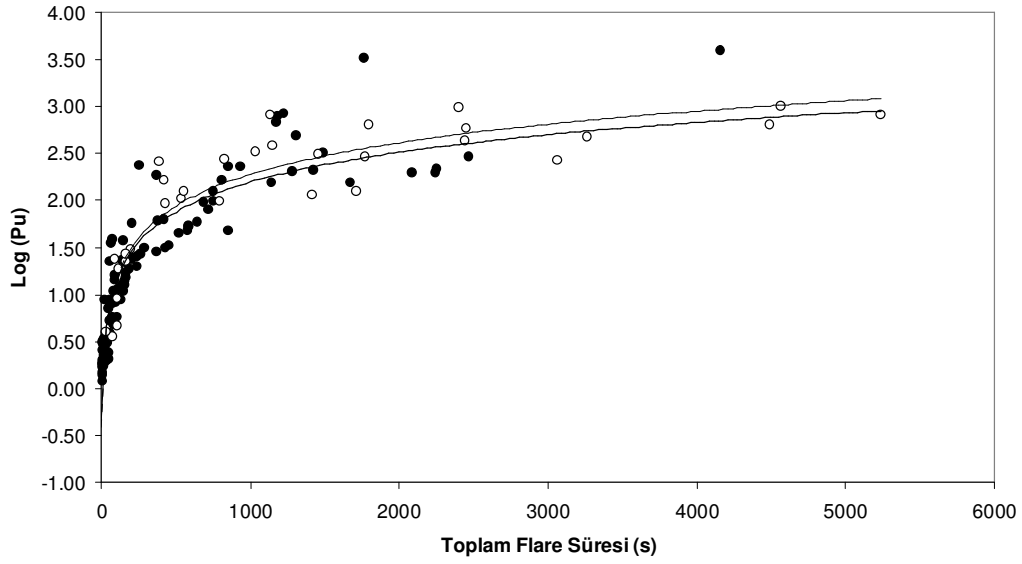
Şekil 2.43: *EV Lac (içi dolu noktalar) ve EQ Peg (içi boş noktalar) için toplam flare süresine göre eşdeğer süre dağılımı. EV Lac için dağılım (düz çizgi) y = 0.5498 x Ln(x) - 1.1996 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.92) ile tanımlanırken, EQ Peg için (kesikli çizgi) y = 0.5377 x Ln(x) – 1.2211 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.84) ile tanımlanmıştır.*

Şekil 2.41'de benzer karşılaştırma EV Lac ve AD Leo arasında yapılmaktadır. Benzer şekilde enerjiler arasında yaklaşık 3.5 katlık fark vardır. Flare süreleri karşılaştırıldığında AD Leo'ya ait bir flare dışında hemen hemen

eşit sürelere sahip oldukları görülür. Şekil 2.42'de de EV Lac ve V1054 Oph flarelerinin karşılaştırması verilmiştir. Her iki yıldızda da flare sürelerinin eşit sürelere ulaştığı fark edilir. Eşdeğer süreler dolayısıyla da enerjiler karşılaştırıldığında, EV Lac flarelerinin V1045 Oph flarelerine göre yine 3.5 kat daha yüksek enerjilere ulaştığı görülür.



Şekil 2.44: *AD Leo (içi dolu noktalar) ve V1054 Oph (içi boş noktalar) için toplam flare süresine göre eşdeğer süre dağılımı. AD Leo için dağılım (düz çizgi) y = 0.5241 x Ln(x) - 1.4903 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.91) ile tanımlanırken, V1054 Oph için (kesikli çizgi) y = 0.5484 x Ln(x) – 0.9711 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.88) ile tanımlanmıştır.*



Şekil 2.45: *AD Leo (içi dolu noktalar) ve V1005 Ori (içi boş noktalar) için toplam flare süresine göre eşdeğer süre dağılımı. AD Leo için dağılım (düz çizgi) y = 0.5241 x Ln(x) - 1.4903 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.91) ile tanımlanırken, V1005 Ori için (kesikli çizgi) y = 0.4584 x Ln(x) – 0.9711 (Korelasyon katsayısı R^2 = 0.88) ile tanımlanmıştır.*

EV Lac'ta ortaya çıkan flareler, AD Leo, V1005 Ori ve V1054 Oph'de ortaya çıkan flarelere göre yaklaşık 3.5 kat daha yüksek enerjilere ulaşmaktadır. EV Lac, AD Leo ve V1054 Oph flareleri genellikle benzer flare toplam sürelerine ulaşırken, V1005 Ori'de ortaya çıkan flareler diğer yıldızlara göre neredeyse 2 kat daha uzun sürelere ulaşmaktadır.

Program yıldızları arasında EV Lac flarelerinin enerji düzeyine ulaşabilen yalnız EQ Peg flareleridir. Şekil 2.43'de EV Lac ve EQ Peg flarelerinin karşılaştırması yapıldı. Şekilden de görüleceği gibi, gerek ulaşılan enerji düzeyi gerek toplam flare süresi bakımından EV Lac ve EQ Peg flareleri birbirinin benzeri karaktere sahiptir.

Çizilge 2.7: *Program yıldızlarının gözlem sezonlarına göre U bandı flare frekansları.*

Yıldız	**Yıl**	**Gözlem Süresi (saniye)**	**U Bandı Flare Sayısı**	**Toplam Eşdeğer Süre (saniye)**	N_1	N_2
AD Leo	2005	13086	39	12226	1.073	0.093
	2006	13493	54	1766	1.441	0.013
	2007	7488	17	606	0.817	0.008
EV Lac	2004	17143	31	9518	0.651	0.056
	2005	9594	32	3384	1.201	0.035
	2006	16078	35	8795	0.784	0.055
EQ Peg	2004	23191	38	4911	0.590	0.021
	2005	12902	35	11931	0.977	0.092
V1005 Ori	2005	10127	10	1906	0.355	0.019
	2006	9522	31	7561	1.172	0.079
V1054 Oph	2004	15350	14	3624	0.328	0.024
	2005	11927	26	1064	0.785	0.009

Hemen hemen aynı veya daha uzun toplam flare sürelerine ulaşmalarına karşın, bu iki yıldıza göre yaklaşık 3 – 3.5 kat daha düşük enerji düzeylerinde flareler üreten AD Leo, V1005 Ori ve V1054 Oph kendi aralarında karşılaştırıldığında, benzer özellikler göze çarpar. Şekil 2.44'de AD Leo ve V1054 Oph, Şekil 2.45'de ise AD Leo ile V1005 Ori'nin dağılımlarının karşılaştırması görülür. Üç yıldızın flarelerinin süresi ne kadar uzun olursa olsun ulaşabildikleri enerji benzerdir ve üç yıldız için de $Log(Pu)$ değeri, ortalama 2.5 – 3 aralığında kalmaktadır. Flare toplam süreleri incelendiğindeyse, V1005 Ori flarelerinin parlama ve sönümlenme süreleri toplam 5500 saniyelere

kadar çıkabilirken, hem AD Leo hem de V1054 Oph flareleri 3000 saniyeler yaklaşmaktadır. Bununla bilikte, AD Leo'nun bir flaresinin toplam süresi 4500 saniyelere, V1054 Oph'nin bir flaresi ise 3500 saniyelere ulaşmaktadır.

Flareler, toplam sürelerine göre karşılaştırıldığında yıldızdan yıldıza bu tür farklar ortaya çıkmaktadır. Her bir yıldızın flareleri kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı yıldıza ait flareler de kendi içinde farklar sergilemektedir. Bu farkların belirlenmesine ilişkin yöntem ve analizler Bölüm 3.0'da ayrıntılı olarak sunulacaktır.

Programdaki flare yıldızlarının flare sıklık düzeylerini incelemek amacıyla literatürde tanımlanan iki farklı "*flare frekansı*" hesaplanmıştır. Bunlardan birincisi, gözlem yapılan her band için, o gözlem sezonunda elde edilen flare sayısının o sezondaki toplam flare gözlem süresine oranıdır. Bu frekans $N_1 = \sum n_f \Big/ \sum T_t$ şeklinde tanımlanır. İkinci frekans ise, yine gözlem yapılan her band için, bir gözlem sezonunda elde edilen tüm flarelerin eşdeğer süreleri toplamının o gözlem sezonundaki toplam flare gözlem süresine oranıdır. Bu ikinci frekans, $N_1 = \sum Pu \Big/ \sum T_t$ şeklinde tanımlanır (Ishida et al 1991).

Program yıldızlarının, U bandında herbir gözlem sezonu için hesaplanan N_1 ve N_2 flare frekansları Çizelge 2.7'de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, flare frekansı en yüksek yıldız AD Leo'dur.

3.0 ANALİZLER

Program yıldızlarının flare taramalarında elde edilen tüm flareler için hesaplanan parametreler Ek.2'de sunulan Çizelge 3.1'de verilmektedir. Elde edilen flareler, literatürdeki tanımları ve örnekleri de gözönüne alınarak hızlı ve yavaş flareler olarak iki gruba ayrılmıştır. Bu ayrışmada, flare sönümlenme süresine parlama sürelerinin oranı kullanılmıştır. Eğer oran 1 ise, bu Moffett (1974) tarafından "*flare olayı*" olarak tanımlanan flarelerdir. Bu oranın l'den küçük ya da 1 komşuluğunda olduğu flarelerin ışık eğrilerine bakıldığında, bu flarelerin genelde "*yavaş flare*" olduğu görülmektedir. Oran, 1'den büyüdükçe flare ışık eğrisi, literatürde "*hızlı flare*" olarak nitelenen, Moffet (1974) tarafından "klasik flare" olarak adlandırılan flare ışık eğrilerine yaklaşmaktadır. Bu noktada en önemli soru, bir flare ışık eğrisinde sönümlenme süresinin parlama süresine oranından yola çıkarak, "*flare sınıfının belirlenmesi için sınır oran ne?*" olduğudur.

Çizelge 3.2: *Yavaş ve hızlı flareler için testlerde kullanılan, flare parlama sürelerine karşılık eşdeğer süreler.*

Log (Tp) = X	**Yavaş Flare**	**Hızlı Flare**
	Log (Pu) = Y_1	**Log (Pu) = Y_2**
1.000000	0.445269	1.011393
1.079181	0.509910	1.506102
1.146128	0.850645	1.580270
1.176091	0.903477	1.715701
1.204120	0.525652	2.270429
1.301030	1.032567	1.672208
1.380211	0.724146	1.542985
1.477121	1.061044	1.868896
1.531479	1.575728	2.376539
1.556303	0.668256	1.234339
1.602060	1.216436	1.847748
1.653213	1.406900	1.997471
1.681241	1.004124	1.411277
1.698970	1.381318	2.279670
1.778151	1.221188	2.442075
1.845098	1.781827	2.680667
1.857332	1.385561	2.130783
1.875061	1.355445	3.833666
1.903090	1.807647	3.158773
1.924279	1.237464	1.973637
1.954243	1.834343	2.663409
2.021189	1.683951	2.053780
2.033424	1.421275	3.511895
2.120574	1.490291	2.355142
2.130334	2.180020	2.920387
2.146128	2.276394	1.945011
2.176091	2.070576	2.753555
2.204120	1.974363	2.677017
2.322219	1.731888	3.411476
2.401401	1.680761	2.831188

Flare ışık eğrilerinin parlama evreleri "*etkin evre*" olarak tanımlanan ve ani-yüksek enerji çıkışının görüldüğü evrelerdir. "*ana evre*" olarak tanımlanan ikinci bölüm ise ortaya çıkan enerjinin yavaş yavaş azaldığı sönümlenme evresidir (Gurzadyan 1988, Benz 2008). Flare ışık eğrilerinde enerji hesapları, "*ana evre*" sönümlenme sürecinin baskın rol oynadığını işaret etmektedir. Bununla birlikte, eğer

yavaş ve hızlı flare ışık eğrilerini şekillendiren iki ayrı süreç varsa, bu kendini flare ışık eğrilerinde "*etkin evre*"de ortaya koymalıdır. Gerçekten de klasik flarelerinin etkin evrelerinde birim zamanda gözlenen parlama miktarı yavaş farelerde gözlenmemektedir (Moffett 1974, Gershberg 2005).

Bunu test etmek kolaydır. Elde edilen her flare için parlama süresi ve toplam enerjisi hesaplanabilirse, uygun bir istatistik yöntemle dağılımlar incelenebilir. Kullanılabilecek üç istatistiksel yöntem vardır. Bunlar, "*Ki Kare Testi*", "*T Testi*" ve "*F Testi*"dir.

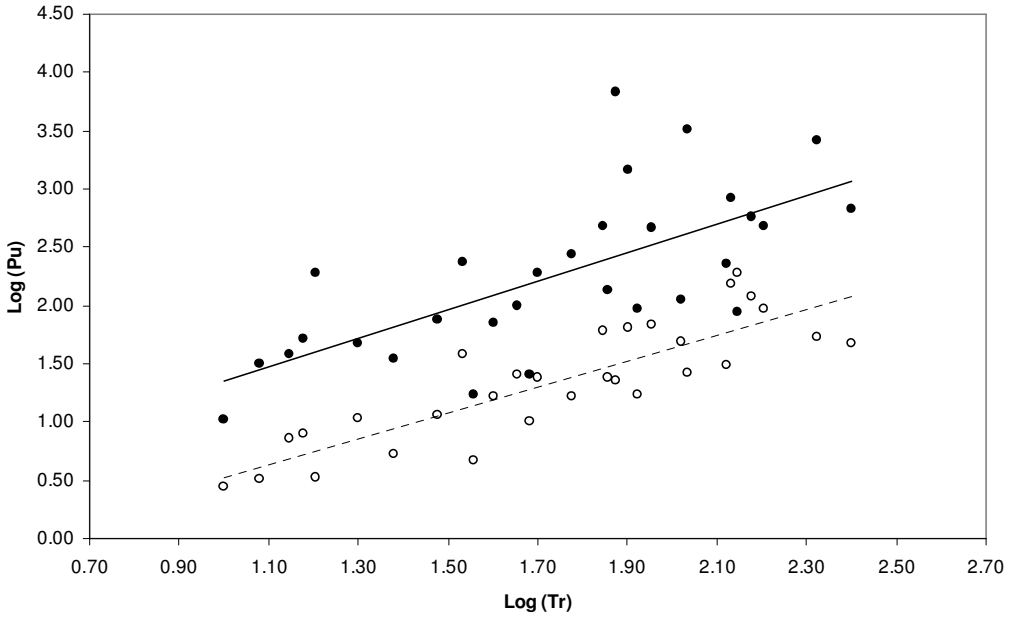
"***Ki Kare Testi***", bir parametrenin başka bir parametreye etkisinin olup olmadığını ya da bir dağılımın homojen olup olmadığını test eder. Bir başka kullanım şeklindeyse, modellerin ortaya koyduğu parametre değerlerinin gerçekten gözlemlerle uyuşup uyuşmadığını, arada fark varsa bu farkın anlamlı olup olmadığını test etmekte kullanılır. Ancak literatürde genellikle iki parametrenin değişimlerinde birbirlerine etkisi olup olmadığının anlaşılmasında kullanılır (Wall and Jenkins 2003, Dawson and Trapp 2004, Motulsky 2007).

"*Küçük Örnekleme Teorisi*" olarak da bilinen "***T Testi***" ise, iki grubun birbirine göre gerçekten ayrı olup olmadığını araştırır. Bunun için koşul her grup verinin ortak bir parametreye, ortak x değerine göre değişim göstermesidir. Analiz edilen ise, ortak x değerlerine karşılık gelen y değerlerinin her iki grup için ayrı ayrı genel ortalamasının alınıp aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmamasına dayanır. Üç farklı uygulaması vardır. Bunlardan birincisi, "*Tek Grup T Testi (One-Sample T Test)*"dir. Belirli bir örnek gruptan alınan bir örneğin, o grubun genel ortalamasından farklı bir değere sahip olup olmamasını araştırır. İkincisi, "*Bağımsız İki Grup Testi (Independest Sample T Test)*"dir. Farklı iki ana temelden gelen dağılımları inceler. Üçüncüsü ise, "*Eşleştirilmiş Gruplar arası Test (Paired-Samples T Test)*"dir. Bu uygulamada, farklı kaynaklara göre dağılım gösteren gruplar tek grup kabul edilirken, elde edilen değerler farklı evrelerde alınmış ölçümler olarak kabul edilir (Wall and Jenkins 2003, Dawson and Trapp 2004, Motulsky 2007).

Bazı kaynaklarda "*ANOVA Testi*" olarak da adlandırılan "***F Testi***", ikiden

fazla grup olduğunda, grupların birbirinden farklı olup olmadığının incelendiği bir istatistik yöntemdir. "*T Testi*" gibi üç ayrı uygulama şekli vardır. Birincisi, ikiden fazla grup için ortak bir niceliğin herbir gruba ait genel ortalamalarının değerlendirildiği "*Tek Seçenekli* (*One-Way) ANOVA*" uygulamasıdır. İkincisi, tek bir grup için, birden fazla niteliğin tek tek veya birlikte ortalamalara etkisi olup olmadığının incelendiği "*Çift Seçenekli* (*Two-Way) ANOVA*" uygulamasıdır. Üçüncü ise yine tek grup için, tekrarlayan ölçümler arasında bir etkileşimin olup olmadığının incelendiği "*Tekrarlanan Ölçümler İçin Tek Seçenekli ANOVA* (*One-Way ANOWA For Repeated Measures)*" uygulamasıdır (Motulsky 2007, Wall and Jenkins 2003, Dawson and Trapp 2004).

Dolayısıyla bu çalışmada, yukarıda özetlenen amaç doğrultusunda, farklı süreçlerle ortaya çıkmış olabileceği düşünülen, herbiri için parlama süreleri aynı fakat, eşdeğer sürelerinin farklı olması beklenen iki grup vardır. Matematiksel olarak, x değerleri aynı olmakla birlikte farklı y değerlerine sahip olması beklenen bir veri setinde y değerlerinin genel ortalamaları karşılaştırılacaktır. Yukarıda verilen üç testin tanımları ve işlevleri gözönüne alındığında, istenen analiz için en doğru testin "*T Testi*" olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.1: *Hızlı ve yavaş flarelerde parlama süresine göre eşdeğer sürelerin dağılımı ve doğrusal temsilleri.*

Buna ek olarak, birçok parametre serileri için aralarındaki farkların önemli düzeyde olup olmadığının bir göstergesi olan P olasılık katsayısı da hesaplanmıştır. P olasılık katsayısı kuralı kısaca şudur: Eğer $P < 0.5$ ise inceleme yapılan örnek küme veya süreç için karşılaştırılan iki parametre arasındaki fark önemlidir; eğer $P \geq 0.5$ ise parametreler arasındaki fark önemli değildir. $P \geq 0.5$ durumunda karşılaştırılan parametreler, ayırt edilemeyecek kadar birbirine denk ya da özdeştir.

Bu yaklaşımla, parlama süreleri aynı fakat, ışık eğrilerinin şekline göre biri hızlı biri yavaş olan flarelerin toplam enerjileri karşılaştırılırsa, enerjilerin farklı olması beklenebilir. Bu çalışmada dört yıldızın gözlemlerinde elde edilen U bandı flareleri incelendiğinde, 30 farklı parlama süresinde, aynı parlama süresine sahip hem hızlı hem de yavaş flare örneklerinden, 61 tane hızlı flare ve 79 yavaş flare örneği tespit edilmiştir. Bu flareler, Ek.2'deki Çizelge 3.1'de * işareti taşıyan flarelerdir. Bu flare örneklerinden hızlı ve yavaş flareler için ayrı ayrı olmak üzere her bir parlama süresine karşılık gelen ortalama flare eşdeğer süreleri bulunmuştur. Çizelge 3.2'de verilen ve 30 tanesi hızlı, 30 tanesi de yavaş flarelere ait olan bu 60 ortalama eşdeğer sürenin, logaritmik ölçekte flare parlama sürelerine (Tr) karşılık dağılımları incelenmiştir.

Hızlı ve yavaş flarelere ait ortalamalar (18) ve (19) nolu doğrusal fonsiyonlarla temsil edilmiştir. Şekil 3.1'de görülen bu dağılım ve temsiller, istatistik veri analiz yöntemlerinden T Testi (Dawson and Trapp 2001) ile analiz edilmiştir. Analizlerde, flare parlama süreleri X değişkeni, yavaş flareler için o parlama süresine karşılık gelen ortalama eşdeğer süreler (Pu) y_1, hızlı flareler içinse y_2 olarak alınmıştır.

$$y = 1.109x - 0.5810 \quad \text{..... (18)}$$

$$y = 1.227x + 0.1219 \quad \text{..... (19)}$$

Analizler sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 3.2'de özetlenmektedir. Çizelgenin "veri" kısmından da görüleceği üzere, her iki flare türü için herbir x değerine yalnız bir y değerine karşılık gelecek şekilde 30 x değeri üzerinden analiz yapılmıştır. Analizde ilk önce dağılımların en ideal temsilleri için

fonksiyon tanımı aranmıştır. Kübik, kuadratik, doğrusal ve benzeri birçok fonksiyon için ayrı ayrı regresyon hesapları yapılmıştır. Hesaplar, Şekil 3.1'de görülen dağılımın en tutarlı şekilde (18) ve (19) bağıntılarıyla verilen doğrusal fonksiyonlarla temsil edildiğini göstermektedir. Elde edilen eğrilerin gerçekten de birbirlerinden bağımsız değerlendirilmesi gereken iki farklı gruba ait olup olmadığı test edilmiştir. Bu noktada ilk olarak eğrilerin eğimleri incelenmiştir.

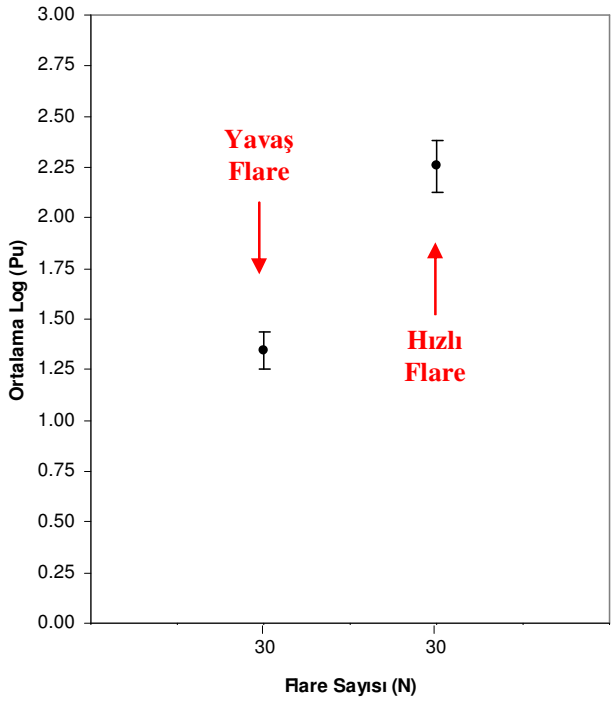
Çizelge 3.2'den de görüleceği gibi T Testi sonuçları, yavaş flareler için bu doğrusal fonkiyonun eğimi 1.109 ± 0.1267 dolayındayken, hızlı flareler için 1.227 ± 0.2430'dur. Bu, her iki gruptaki flare parlama süresiyle eşdeğer sürelerin birbirine paralele yakın bir davranış sergilediğini göstermektedir. İki eğrinin eğimleri ayrıca P olasılık değeri hesaplanarak da karşılaştırıldığında, P = 0.67 bulunmuştur. Bu, eğrilerin eğimleri arasındaki farkın çok az olduğunun ve iki eğrinin paralelle yakın olduğunun bir göstergesidir. İkinci olarak, grupların ortalama eşdeğer süreleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.2: *Parlama süreleri aynı olan yavaş ve hızlı flarelerin, flare parlama sürelerine karşılık eşdeğer sürelerinin dağılımına ilişkin T Testi sonuçları.*

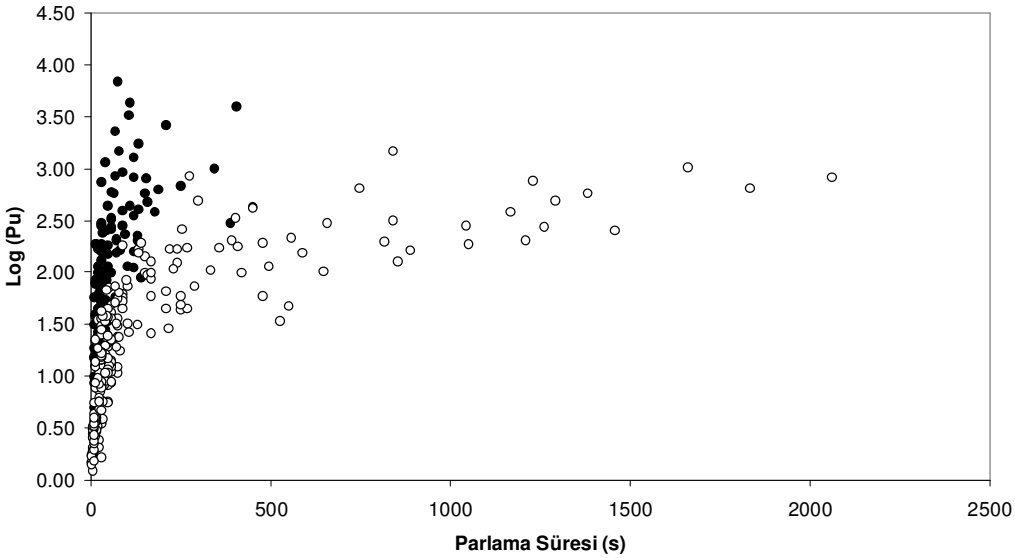
Flare Grupları	**Yavaş Flare**	**Hızlı Flare**
Veri		
Toplan Veri Sayısı	30	30
En İyi Temsil Değerleri		
Eğim	1.109 ± 0.1267	1.227 ± 0.2430
X=0.0'da Y-ekseni kesim noktası	-0.5810 ± 0.2257	0.1219 ± 0.4328
Y=0.0'da X-ekseni kesim noktası	0.5239	-0.09940
Tüm Y Değerlerinin Mean Ortalaması		
Mean Ortalama	1.347949	2.255250
Mean Ortalama Hatası	0.092200	0.126411
Temsil Kalitesi		
r^2	0.7323	0.4764
Eğimin Önemlilik Düzeyi		
P Değeri	< 0.0001	< 0.0001

Testlerde her iki flare grubu için grupların ortalama eşdeğer süreleri karşılaştırıldığında, yavaş flareler için 1.35 ± 0.09, hızlı flareler içinse 2.26 ± 0.13 değerleri ortaya çıkmaktadır. Bu, yavaş ve hızlı flareler için eşdeğer süreler arasında ortalama 0.91 katlık bir fark olduğunu göstermektedir. Şekil 3.2'de görülen bu fark, enerjiler arasındaki farka eşittir. Dolayısıyla, parlama süreleri aynı olan biri hızlı biri de yavaş iki flare karşılaştırıldığında, hızlı flarede ortaya

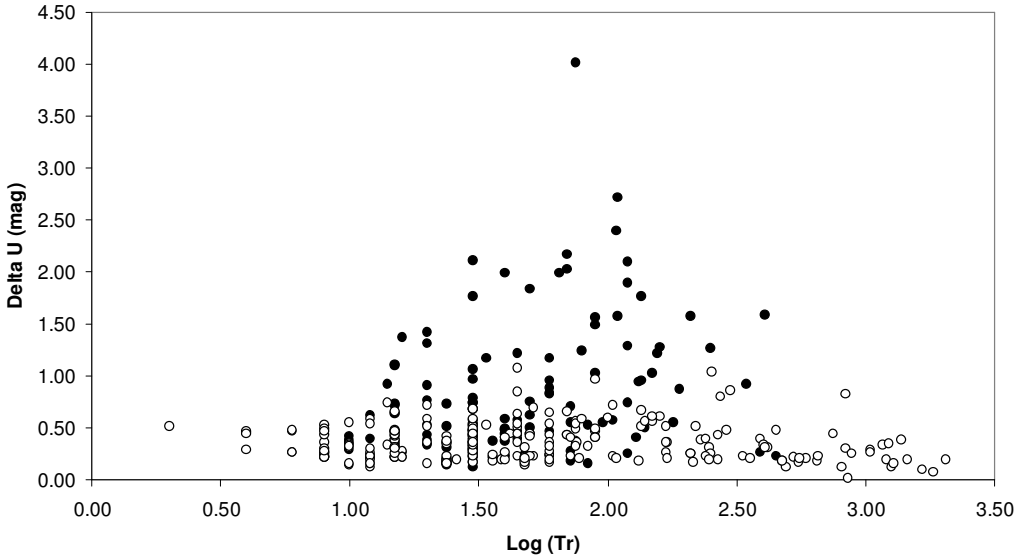
çıkan enerji, yavaş flarede ortaya çıkan flareye göre ortalama 10 kat daha büyük demektir. Her iki gruptaki ayrışmanın gerçek olup olmadığının kontrolü için üçüncü adımda, temsillerin başlangıç noktaları ve eğimleri incelenmiştir.



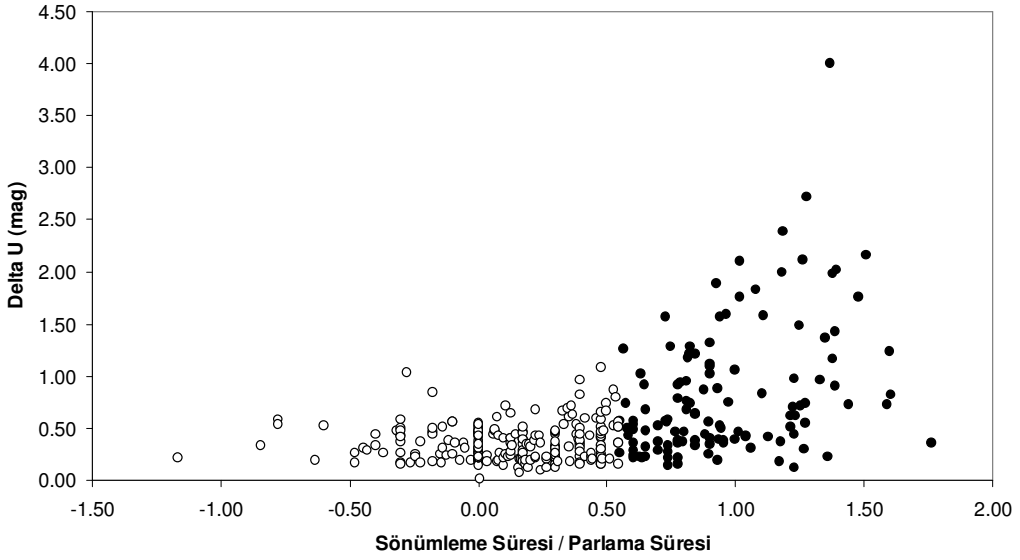
Şekil 3.2: *Yavaş ve hızlı flareler için ortalama Log(Pu) düzeyleri.*



Şekil 3.3: *Yavaş ve hızlı flareler için flare parlama süresine göre Log(Pu) değişimi.*



Şekil 3.4: *Yavaş ve hızlı flareler için logaritmik ölçekte flare parlama süresi ve flare genliği arasındaki ilişki.*

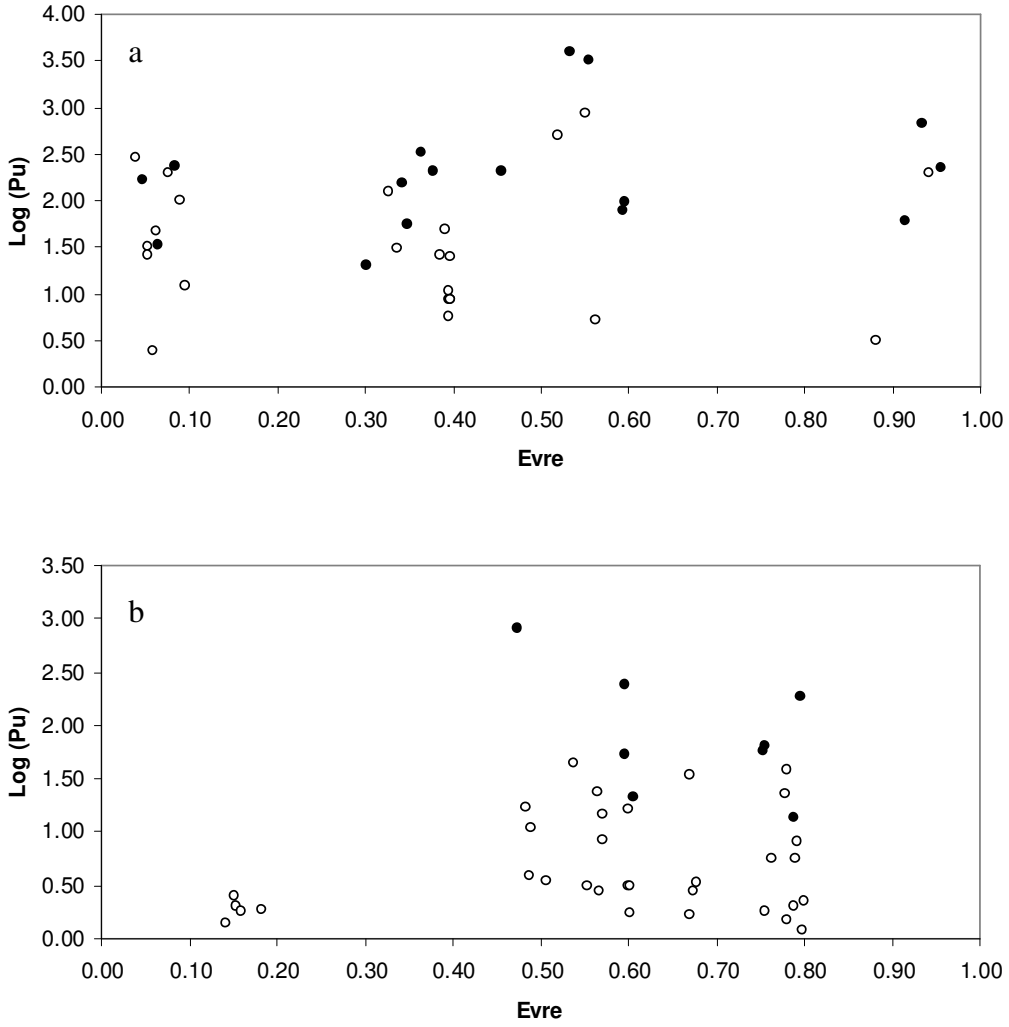


Şekil 3.5: *Yavaş ve hızlı flareler için ortalama flare genliğinin, flare sönümlenme ve parlama süreleri oranına göre değişimi.*

Temsillerin başlangıç noktaları incelendiğinde, yavaş flareler için -0.58, hızlı flareler içinse 0.12 olduğu görülmektedir. Logaritmik ölçekte başlangıç eşdeğer sürelerinde ortaya çıkan bu 0.70'lik fark, enerji hesaplarında kullanılan eşdeğer sürelerde 5.05'lik bir başlangıç fark getirmektedir.

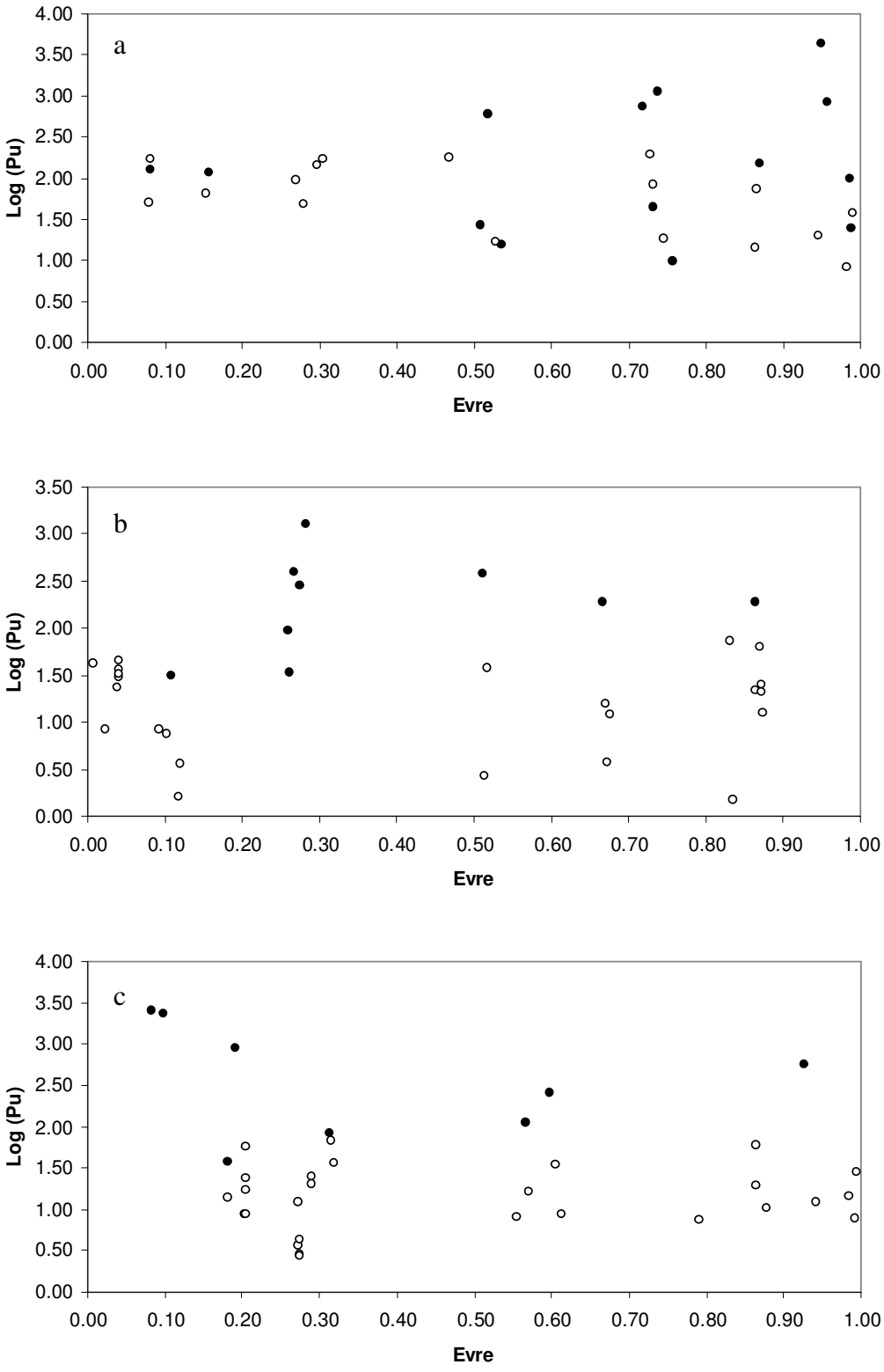
Eğrilerin verileri temsil düzeyleri için "*belirleme katsayısı (the coefficient of determination)*" olarak tanımlanan r^2 değerine bakıldığında, hesaplar yavaş

flareler için 0.73 değerini vermekteyken, hızlı flareler için 0.48 değerini vermektedir. Hızlı flarelerin doğrusal fonksiyonla temsil düzeyi düşük görünmekle birlikte, diğer fonksiyonlarda da temsil düzeyi 0.47'nin üzerine çıkmamaktadır.



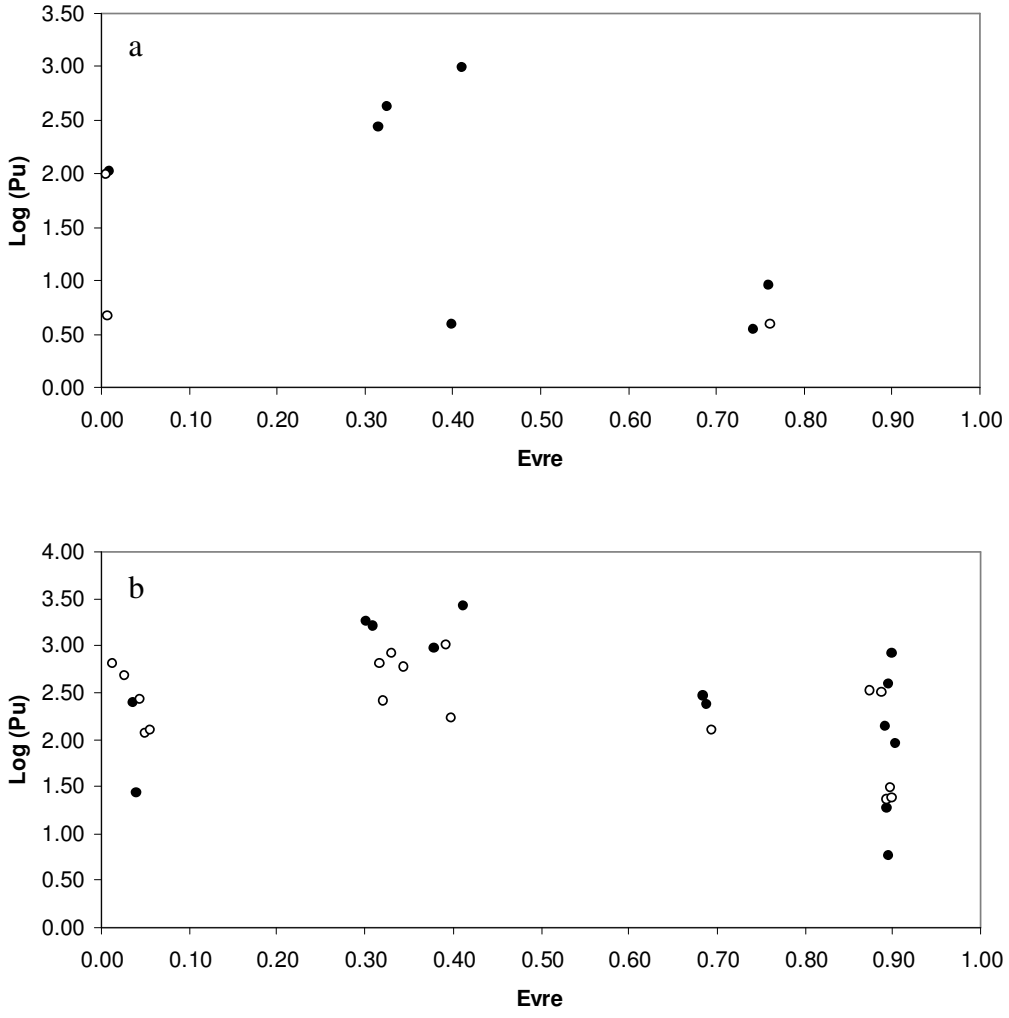
Şekil 3.6: *(a) 2004 ve (b) 2005 gözlem sezonlarında AD Leo'nun flare taramalarında elde edilmiş U bandı flarelerinin evre dağılımları.*

Eğrilerin başlangıç noktaları arasındaki farkın önemli olup olmadığının kontrolü için T Testi sonuçlarına bakıldığında P olasılık değeri, $P < 0.0001$ elde edilmiştir. $P < 0.0001$ sonucu, bu eğrilerin başlangıç noktaları arasındaki farkın gözardı edilemeyecek kadar önemli olduğunu göstermektedir. Flare ışık eğrilerinin şekilerinin ve parlama süreleri ile eşdeğer sürelerinin değişiminin logaritmik ölçekte istatistiksel incelemesiyle ortaya çıkan bu gruplaşma, flare ışık eğrilerinden hesaplanan diğer parametrelerde de gözlenmektedir.



Şekil 3.7: *(a) 2004, (b) 2005 ve (c) 2006 gözlem sezonlarında EV Lac'ın flare taramalarında elde edilmiş U bandı flarelerinin evre dağılımları.*

U bandında elde edilen 362 flare için, flare parlama süresine karşılık flare eşdeğer süresinin değişimini gösteren Şekil 3.3'de, bu iki grup flarenin parlama süreleri karşılaştırıldığında, yavaş flarelerde parlama süreleri 1400 saniyeyi aşmaktayken, hızlı flarelerde genelde 400 saniyeyi geçmemektedir. U bandında elde edilen 362 flare için, flare genlikleri karşılaştırıldığında, yavaş flareler 1.0 kadirden daha büyük genliklere ulaşamazken, hızlı flareler 4.0 kadire kadar çıkabilmektedir. Şekil 3.4'de flare parlama süreleri ve flare genlikleri karşılaştırılmaktadır. Genlikler arasındaki bu sınırlar Şekil 3.4'de görülmektedir.



Şekil 3.8: *(a) 2004-2005 ve (b) 2005-2006 gözlem sezonlarında V1005 Ori'nin flare taramalarında elde edilmiş U bandı flarelerinin evre dağılımları.*

İstatistiksel analizde kullanılan 61 hızlı, 79 yavaş flare için, flare

sönümlenme ve parlama sürelerinin oranları karşılaştırıldığında, yavaş flarelerde bu oranın 3.5 değerinden küçük olduğu görülmektedir. Hızlı flarelerde, oran 3.5 ve üzerindedir. 140 flare üzerinden bulunan bu sınır değerine, ışık eğrilerine göre yavaş ve hızlı diye ayrıştırılan tüm flarelerin uyum gösterdiği görülmektedir.

Şekil 3.5'de flare genlikleri, flare sönümlenme ve parlama sürelerinin oranına göre karşılaştırılmaktadır. Şekilde hızlı ve yavaş flarelerin, Log (sönümlenme süresi/parlama süresi) = 0.544068 sınır değerine göre gruplandığı görülmektedir. Bu değer flare sönümlenme ve parlama sürelerinin oranı, 3.5 değerine karşılık gelmektedir.

Literatürde BY Dra sendromunun tartışıldığı bu yıldızlar, baskın UV Ceti türü flare aktivitesine sahiptir. Flare ve leke aktiviteleri arasında bir ilişki olup olmadığının araştırılması amacıyla flare parlamalarının maksimum zamanlarına karşılık gelen evreler hesaplanmış ve bunlar leke minimum evreleriyle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, leke aktivitesi gösterdiği belirlenen EV Lac ve V1005 Ori ile literatürde leke aktvitesine dayanarak dönme dönemi verilen AD Leo için flare ve leke aktivitesi evre bazında karşılaştırılmıştır. Her üç yıldıza ait "*hızlı*" ve "*yavaş*" flarelerin maksimum parlaklığa ulaştıkları zamanlar gözönüne alınarak flare evreleri hesaplanmıştır. Bu evrelendirme işleminde ilgili yıldızın hangi gözlem sezonunda flare elde edilmişse, o flareler o gözlem sezonunun ışık öğelerine göre evrelendirilmiştir. AD Leo'nun dönem analizlerinde bir dönem belirlenemediği için, ışık eğrilerinde olduğu gibi flare maksimum zamanlarının evrelendirilmesinde de Panov (1993)'den alınan ışık öğeleri kullanılmıştır.

Şekil 3.6'da AD Leo'nun flare taramalarında elde edilen U bandı flarelerinin Log (Pu) dağılımları görülmektedir. Şekillerde görülen içi dolu noktalar hızlı flareleri, içi boş noktalarsa yavaş flareleri temsil etmektedir. Şekil 3.6'da hem üst hem de alt panelde bazı evre aralıklarında hiç flare görülmemektedir. Bunun nedeni o evrelere karşılık gelen zamanlarda flare taramasının olmamasıdır. Özellikle 2004 gözlem sezonuna dikkat edilirse, hemen hemen her evrede her enerji düzeyinde flarelerle karşılaşılabilmektedir. Bu, eğer Panov (1993) tarafından bulunan fotometrik dönem gerçekten de yıldızın dönme

dönemine yakınsa, yıldız yüzeyinde flarelerin ortaya çıktığı bölgelerin yalnızca belirli boylamlarda değil, yıldızın hemen hemen tüm yüzeyinde ortaya çıkabildiğini göstermektedir.

AD Leo'nun 2005 gözlem sezonunda elde edilen flare dağılımında, bazı evrelerde boşluklar vardır. Bunun nedeni, o evrede flare taramasının yapılamamış olmasıdır.

EV Lac'ın 2004, 2005 ve 2006 yılarında yapılan flare taramalarında elde edilen flarelerin dağılımı incelendiğinde de AD Leo'da olduğu gibi gözlem yapılan hemen her evrede flare ortaya çıktığı görülmektedir. Şekil 3.7'de görülen bu dağılımlar, EV Lac yüzeyinde de flarelerin ortaya çıktığı bölgelerin belirli boylamlarda toplanma eğiliminde olmadıklarını ortaya koymaktadır. EV Lac'ın V bandı gözlemleri 4 veri setine ayrılmıştır. 2004 gözlem sezonunun ikinci yarısında ışık eğrisinin genliğinde bir değişim gözlenmiş ve o gözlem sezonu iki veri seti şeklinde analiz edilmiştir. Ancak flare dağımı incelenirken, evrelendirme 2004 sezonunda elde edilen iki dönemin ortalaması kullanılarak yapılmıştır. Bu gözlem sezonunda leke minimum evresinin yerinde büyük değişim gözlenmemektedir.

V1005 Ori'nin 2004 – 2005 gözlem sezonunda flare taraması 4 gece boyunca yapılabilmiştir. Bu nedenle bu gözlem sezonunda tüm evre aralıklarında flare taraması yapılmamıştır. Bununla birikte, 2005-2006 gözlem sezonunda, daha sık taramalar yapılabilmiştir. Şekil 3.8'de verilen, bu gözlem sezonu sonuçlarına bakıldığında, diğer iki yıldızda olduğu gibi V1005 Ori'de de flareler rastgele evrelerde ortaya çıkmaktadır.

4.0 SONUÇLAR

"Kırmızı Cücelerin Flare Karakteri ve Leke Aktivitesi" başlığını taşıyan bu tez çalışması kapsamında, Ege Üniversitesi Gözemevi'nin gözlem koşullarına uygun 5 aktif kırmızı cüce seçilmiş ve 2004 – 2007 yılları arasında gözlenmiştir. Gözlemler iki kısımda yapılmıştır. Bunlardan birincisi, Johnson sisteminin U ve B bandlarında yürütülen flare taraması şeklinde yapılırken; ikincisi, flare aktivitesi dışında kalan değişimin belirlenmesi amacıyla yine Johnson sisteminin UBVR bandlarında düzenli sayım alınması şeklinde yapılmıştır. Leke aktvitesi ve flare aktivitesine ilişkin gözlemlerin analizleri sonucunda ulaşılan sonuçlar aşağıda özetlenecektir.

4.1 Leke Aktivitesine İlişkin Sonuçlar

Kırmızı cücelerde leke aktivitesi, astrofiziğin de tartışma konularından biridir. Bu çalışma kapsamında program yıldızlarının leke aktivitesi gözlemi yapılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır:

a) EV Lac'ın üç gözlem sezonunda yapılan gözlemleri sonucunda 4 ayrı veri seti oluşturulmuş ve 4 ışık eğrisi elde edilmiştir. 2004 yılı gözlem sezonunda elde edilen gözlemler iki veri seti şeklinde düzenlenmiştir. Bunun nedeni, gözlem sezonunun ilk yarısı ve ikinci yarısında elde edilen ışık eğrilerinin genliklerinin belirgin olarak farklı olmasıdır. Herbir veri setinin dönem analizleri yapılmış ve 4.331 ile 4.379 gün aralığında değişen, 4 ayrı dönem bulunmuştur. Her veri setinden bulunan dönem farklı olsa da yıldızın fotometrik döneminde büyük bir değişim yoktur.

b) EV Lac'ın ışık eğrileri incelendiğinde yıldızın maksimum parlaklığının $10^m.26$ ile $10^m.29$ aralığında değiştiği, minimum parlaklığının da $10^m.32$ ile $10^m.38$ aralığında değiştiği görülmektedir. Yıldızın ortalama parlaklığında belirgin bir değişim görülmezken, ışık eğrilerinin genliğinde büyük değişim görülür. 2004 – 2006 yılları

arasında 3 gözlem sezonunda genlik azalırken, 2007 gözlem sezonunda hızla artmıştır.

c) Işık eğrilerinin leke minimum evreleri incelendiğinde, 2004 gözlem sezonundaki ilk ışık eğrisinde, leke minimum evresi 0.55 – 0.60 aralığındadır. İkinci ışık eğrisinde 0.50 evrede civarındadır. 2005 gözlem sozonunda 0.80 evrelerde görülen leke minimum evresi, 2006 yılında 0.60 evrede bulunur.

d) EV Lac'ın renk eğrilerine bakıldığında, 2004 gözlem sezonunun ilk veri setinde ışık eğrisinin minimum evresinde B–V renk ölçeğinde mavileşme görülürken, ikinci veri setinde minimuma iniş kolunda mavileşme görülmektedir. 2005 sezonunda, leke minimum evresinde B–V renk ölçeğinde mavileşme görülür. Işık eğrisinin genliğinin oldukça yükseldiği 2006 sezonunda leke minimum evresinde B–V renk ölçeğinde de kırmızılaşma görülür.

e) AD Leo'nun gözlem verilerinin dönem analizi, 3σ'nın üzerinde kısa dönemli bir değişim olmadığını gösteriyor. Bununla birlikte, ard arda gelen gözlem sezonlarında yıldızın ortalama parlaklığı $0^m.02$ artmıştır.

f) EQ Peg'de de gözlem verisinin analizi, 3σ'nın üzerinde kısa dönemli bir değişim olmadığını gösteriyor. Yıldızın ortalama parlaklığında da bir değişim görünmüyor.

g) V1005 Ori'nin üç gözlem sezonunda elde edilen üç veri seti üzerinden yapılan dönem analizi, yıldızın 4.419, 4.423 ve 4.429 günlük dönemlerde değişim gösterdiğini ortaya koyuyor.

h) V1005 Ori, üç gözlem sezonu boyunca elde edilen döneminde önemli bir değişim göstermez. Yıldızın maksimum parlaklığı ilk gözlem sezonunda yaklaşık $10^m.13$ düzeyindeyken ikinci gözlem sezonunda $10^m.18$ düzeyine indiği ve üçüncü gözlem sezonunda da ilk sezondaki parlaklığa yükseldiği görülmüştür. Yıldızın minimum parlaklık

düzeyinin ise maksimum parlaklık düzeyinde görülen davranışın tam tersi davranış sergilediği görülmüştür. Minimum parlaklık düzeyi ilk gözlem sezonunda yaklaşık $10^{m}.26$, ikinci sezonda $10^{m}.21$ ve son gözlem sonunda yine $10^{m}.26$ düzeyine inmiştir. Sonuç olarak, yıldızın ortalama parlaklık düzeyinde bir değişim olmazken, genlik önce küçülmüş, sonra da artmıştır.

i) V1005 Ori'nin leke minimum evresi, 2004 – 2005 gözlem sezonunda 0.60 evre civarındadır. 2005 – 2006 sezonunda ışık eğrisinde genliğin hata sınırına yakın olmasından dolayı tam bir leke minimum evresi hesaplamak zor olsa da hesaplar, leke minimum evresinin 0.25 evre civarında olduğunu göstermektedir. Son gözlem sezonunda ise leke minimum evresinin 0.10 evre civarında olduğu hesaplanmıştır.

j) V1005 Ori'nin B–V renk değişimi incelendiğinde, 2004 – 2005 ve 2006 – 2007 gözlem sezonlarında net bir renk değişimi görülmezken, 2005 – 2006 gözlem sezonunda 0.25 evre civarında mavileşme, 0.50 evre civarında ise kırmızılaşma görülür.

k) V1054 Oph gözlem verisinin dönem analizi, AD Leo ve EQ Peg gibi bu yıldızda da flare aktivitesi dışında kısa dönemli bir değişimin olmadığını ortaya koymuştur.

4.2 Flare Aktivitesine İlişkin Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında elde edilen 362 U bandı flare ışık eğrisinden hesaplanan parametrelerin kendi aralarındaki ilişkiler ve bunun yanı sıra bazı parametrelerin farklı yıldızlar için aldıkları değerler de incelenmiştir.

İncelemelerde, flare toplam sürelerine ve parlama sürelerine göre flare eşdeğer süresi değişimine, yıldızdan yıldıza bu dağılımların özelliklerinin nasıl değiştiğine, flare parlama süresiyle flare eşdeğer süresinin nasıl değiştiği gibi ilişkilere bakılmıştır.

Bazı flarelerde parlama sürelerinin sönümlenme süresiyle karşılatırılabilir uzunlukta olduğu, bazı flarelerde ise, iki süre arasında büyük farklar olduğu görülmektedir. Parlama ve sönümlenme süreleri karşılaştırılabilir uzunlukta olanlarla, büyük farka sahip olanlar iki ayrı grup altında toplanmıştır. İki gruptan parlama süreleri aynı olacak şekilde 61 hızlı, 79 yavaş flare örneği tespit edilmiştir. Her iki gruba ait örnekler için parlama süresine karşın eşdeğer süre dağılımları "*en küçük kareler*" yöntemi kullanılarak doğrusal fonksiyonla temsil edilmiştir. Bu temsiller üzerinden yapılan T Test'i sonuçlarına göre bu flare gruplarının belirgin farklara sahip olduğu görülür. Tüm incelemelerde elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

a) Programdaki 5 yıldızın Johnson U bandında yapılan toplam 444.17 saatlık gözlemlerinde, toplan 362 flare elde edilmiştir.

b) Elde edilen flarelerin ışık eğrilerinden flare parlama süresi, flare sönümlenme süresi, flare maksimum anının HJD'si, flare genliği, U–B renk ölçeği ve flare eşdeğer süresi gibi parametreler hesaplanmıştır.

c) Bu parametreler arasında, flare parlama ve flare eşdeğer süreleri karşılaştırılmıştır. Flare toplam süresi ne kadar artarsa artsın, toplam flare enerjisi belirli bir düzeyi aşamamaktadır. Flare parlama süresine göre flare toplam enerjisinin dağılımı incelendiğinde, parlama süresi arttığında flare toplam enerjisi de artmaktadır ancak bu artış, çok düzenli değildir. Oysa flare sönümlenme süresine göre enerji dağılımı incelendiğinde, süre arttıkça flare enerjisinin de üstel olarak arttığı görülür. Bununla birlikte, toplam enerji bilirli bir düzeyde sabit kalır. Flare enerjisinin, flare sönümlenme süresine göre dağılımı, flare toplam süresine göre dağılımına çok benzer. Dolayısıyla, flare toplam süresine göre enerji dağılımı belirleyen, flare parlama süresine göre olan enerji dağılımı değil sönümlenme süresine göre olandır.

d) Program yıldızlarının flare toplam süresine göre enerji dağılımları karşılaştırıldığında, EV Lac ve EQ Peg flareleri benzer enerji

düzeylerine ulaşabilmektedir. Flare toplam süreleri de benzer uzunluktadır. Bununla birlikte, bu iki yıldız diğer üç yıldıza, AD Leo, V1005 Ori ve V1054 Oph'ye göre yaklaşık 3 – 3.5 kat daha yüksek enerjilere ulaşabilmektedir. Flare toplam süre uzunlukları karşılaştırıldığında ise, V1005 Ori'nin flareleri 5500 saniye kadar sürebilir. AD Leo'da bir flare 4500 saniyelere yaklaşırken, V1054 Oph'de ise bir flare 3500 saniyelere yaklaşır. Diğer yandan EV Lac ve EQ Peg flareleri, 3000 saniyenin altında sürelere sahiptir. Dolayısıyla, EV Lac ve EQ Peg'de ortaya çıkan flareler, AD Leo, V1005 Ori ve V1054 Oph flarelerine göre daha kısa zamanda daha yüksek enerjilere ulaşabilir. AD Leo, V1005 Ori ve V1054 Oph flarelerinin süresi ne kadar uzasa da EV Lac ve EQ Peg flarelerinin enerjilerine ulaşamazlar.

e) Herbir yıldızın kendine ait flareleri kendi içinde değerlendirildiğinde, flare parlama süresine göre iki farklı grup flarenin olduğu görülmüştür. Ayrımın gerçek olup olmadığının test edilmesi için flare verisi T Testi ile analiz edilmiştir. Ayrıntıları Bölüm 3.0'da sunulduğu gibi, "*yavaş*" ve "*hızlı flare*" örneklerinden, T Testi için gerekli koşulları sağlayacak şekilde bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setinde hızlı ve yavaş flare örnekleri doğrusal fonksiyon ile temsil edilmiştir. Analizler için kullanılan doğrusal temsillerin eğimleri, yavaş flareler için 1.109, hızlı flareler için 1.227'dir. İki değer arasındaki fark gözardı edilecek kadar küçüktür. Bu, her iki grubun da parlama süresiyle doğru orantılı olarak şekillendiğinin bir göstergesidir.

f) Her iki grubun eşdeğer sürelerinin genel ortalaması alındığında, yavaş flareler için 1.35, hızlı flareler için 2.26 değerleri elde edilmiştir. Logaritmik ölçekte bu iki değer arasındaki yaklaşık 0.91'lik fark, eşdeğer süreler arasında ortalama 8.07'lik bir farka karşılık gelmektedir. Bu fark, enerjilere de aynı şekilde yansımaktadır.

g) Eğrilerin başlangıç noktaları karşılaştırıldığında başlangıç eşdeğer sürelerinde, logaritmik ölçekte 0.70'lik bir fark görülmektedir. Bu

değer, başlangıç eşdeğer sürelerinde 5.05'lik bir farka karşılık gelir.

h) Işık eğrileri incelendiğinde, yavaş flarelerde parlama süreleri kabaca 1400 saniyeye kadar uzarken, hızlı flarelerde gözlenen en uzun parlama süresi 400 saniyelerde kalır.

i) Yavaş flarelerde U bandında elde edilen genlikler en çok 1.0 kadire kadar çıkarken, hızlı flarelerde genlikler 4.0 kadiri aşabilir.

j) 140 flare için sönümlenme süresi ile parlama süresi oranları, Log (sön. sür. / par. sür.), hesaplandığında kabaca 0.54 değerinin, logaritmik ölçekte bir sınır değer olduğu görülür. Bu 0.54 değeri, sönümlenme ve parlama süreleri arasındaki 3.5 katlık bir farka karşılık gelir. Bunun anlamı, eğer bir flarede sönümlenme süresi parlama süresinden en az 3.5 kat daha büyükse, bu flare bir "*hızlı flare*"dir. Eğer küçükse, "*yavaş flare*"dir.

k) T Testi sonuçlarından elde edilen sınır değerler gözönüne alınarak yapılan "*hızlı ve yavaş flare*" tanımı doğrultusunda bu çalışmada elde edilen 362 flare sınıflanmış ve bu flarelerin, % 65.16'sının (236 flare) "*yavaş flare*" olduğu görülmüştür. Toplam flarelerin % 34.84'ü (126 flare) ise "*hızlı flare*"dir. Program yıldızlarından elde edilen bu oranlara göre, UV Ceti yıldızlarında ortaya çıkan her 3 flareden kabaca 2 tanesi "*yavaş flare*" 1 tanesi de "*hızlı flare*"dir.

l) Programdaki herbir yıldız için N_1 ve N_2 flare frekansları hesaplanmıştır. Bu hesaplara göre bir yıldızın flare flarekansı gözlem sezonundan gözlem sezonuna değişim gösterebilir. Bununla birlikte, beş progaram yıldızının tüm sezonlardaki N_1 ve N_2 flare frekansları gözönüne alındığında, en yüksek flare aktivitesi gösteren yıldız AD Leo'dur. Ancak bir flare yıldızı bir gözlem sezonunda çok sık flare ortaya koysa ve N_1 frekansı yüksek olsa da bu flarelerin enerjileri düşük olabilir ve dolayısıyla da N_2 frekansı küçük olabilir.

AD Leo buna bir örnektir. Özellikle de 2007 gözlem sezonundaki sonuçlar, bu durum için iyi örnek oluşturur.

5.0 TARTIŞMA

5.1 UV Ceti'lerde Leke Aktivitesi

UV Ceti türü yıldızlar, anlık–yüksek enerji çıkışlarıyla tanınan, tamamen konvektif yapıya sahip kırmızı cüce yıldızlardır. Kron (1952) tarafından YY Gem'de gözlenen ve flare parlamlarının dışındaki ışık değişimi, sonradan BY Dra sendromu olarak tanımlanmıştır. Gershberg et al. (1999) kataloğunda tanımlanan 463 flare yıldızından çok az kısmında leke aktivitesi gözlenebilmiştir. Bu yıldızlara BY Dra, YY Gem, EV Lac örnek olarak verilebilir. Gershberg kataloğundaki V833 Tau ve V1396 Cyg gibi bazı yıldızlarınsa ışıkölçümle flare gözlemi henüz yapılamamıştır. GX And gibi bazı yıldızlarda ise ışıkölçümle ne leke ne de flare aktivitesi gözlenebilmiş değildir.

UV Ceti türü değişen yıldızların flare aktivitesi yanında ne oranda BY Dra sendromu gösterdikleri henüz tam açıklanabilmiş değildir. EV Lac ve V1005 Ori'nin literatürdeki çalışmaları ve bu çalışmadaki sonuçları, her iki yıldızın da BY Dra türü yıldızların sahip olduğu gibi leke aktivitesine sahip olduklarını göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen verinin Lenz and Breger (2005)'de tanımlanan yöntemle yapılan analizleri, EV Lac'ın 4.330 ile 4.378 gün aralığında dönemi olan leke aktivitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulunan dönemler, Pettersen et al. (1983) ve Mahmoud and Olah (1981) tarafından bulunan dönemlerle uyuşmaktadır. Farklı gözlem sezonlarında elde edilen dönemler farklı olmakla birlikte birbirine oldukça yakındır. Bununla birlikte, leke aktivitesi kaynaklı değişinim genliği 2004'den 2005'e kadar azalmaktadır. 2006 gözlem sezonunda ise genlik oldukça büyüktür. Ortalama parlaklık düzeyinde 3 gözlem sezonu boyunca azalma gözlenmiştir.

V1005 Ori'nin V bandı gözlem verisi Lenz and Breger (2005) yöntemiyle analiz edildiğinde, flare parlamaları dışında kalan parlaklık değişimi için bulunan dönemler 4.419 ile 4.429 gün aralığındadır. Bopp et al. (1978) tarafından yapılan çalışmada, elde edilen dönemler, 1.883 ile 2.199 gün aralığında, Byrne et al. (1984) tarafından yapılan çalışmada ise yaklaşık 4.565 gündür. Bu

çalışmada elde edilen dönemse, V1005 Ori için literatürde verilen bu iki farklı ölçütteki dönemden ikincisiyle uyum içindedir. Elde edilen ışık eğrileri incelendiğinde, ortalama parlaklık düzeyinde önemli bir değişim gözlenmezken, 2005 – 2006 gözlem sezonunda flare parlamaları dışında kalan ışık değişiminin genliğinin, bir önceki ve bir sonraki sezonlarda gözlenen genliklerle karşılaştırıldığında çok küçük olduğu görülür. Işık eğrisinde minimum evresi, 2004 – 2005 sezonunda yaklaşık 0.60 evrelerdeyken, 2006 – 2007 sezonunda 0.10 evrelere kaymıştır. Yıldız yüzeyindeki soğuk yapılar 180 derece zıt boylama kaymış görünmektedir. Bu, bazı BY Dra ve RS CVn türü değişenlerde tartışılan flip – flop olayına benzemektedir.

EV Lac ve V1005 Ori'nin aksine AD Leo, V1054 Oph ve EQ Peg gözlem verilerinin analizleri, flare parlamaları dışında yıldızın parlaklığında 3σ'nın üzerinde gün mertebelerinde bir değişim elde edilememiştir. Bununla birlikte, AD Leo'nun flare parlamaları dışındaki ortalama parlaklığı 2004'den 2006'ya kadar her yıl ortalama $0^{m}.02$'lik artış göstermektedir. Belki de bu, yıldızın uçlak bölgesinde ya da yıldızın tüm yüzeyini kaplayacak şekilde genişlemiş olan aktif alanların etkinliğini yitirmesinden kaynaklanmaktadır. Bunu, yıldızın ilerleyen gözlemleri ortaya koyacaktır.

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, EV Lac ve V1005 Ori gibi bazı UV Ceti yıldızları, RS CVn ve BY Dra türü değişenlerde gözlenen fotosferik leke aktivitesi gibi şiddetli akivite göstermektedirler. Buna ek olarak V1005 Ori'de, birçok RS CVn türü değişende ortaya çıkan ve "*flip – flop*" olarak adlandırılan değişime benzer değişim gözlenmektedir. Diğer yandan, flare aktivite düzeyleri benzer olan, aynı tayf türünde ve hemen hemen aynı yaşta olan diğer yıldızlarda leke aktivitesine ilişkin hiçbir belirteç görünmemektedir. Değişen yıldızların çoklu bir sistem olup olmaması değerlendirildiğinde, EV Lac tek yıldızdır ve hem flare hem de şiddetli leke aktivitesi göstermektedir. Aynı tayf türünden, aynı yaştan ve yine tek olan AD Leo'da ise leke aktivitesi kaynaklı herhangi bir değişim görünmemektedir.

Ancak AD Leo'nun ortalama parlaklığında gözlenen artış, uçlak lekelerinin etkinliğini yitirmesinden kaynaklanıyorsa, bu UV Ceti türü yıldızlarda da uçlak

lekelerinin varlığına dair bir göstergedir. Bilindiği gibi, kuramsal çalışmalar, hızlı ve çok hızlı dönen kromosferik aktif yıldızlarda, koriolis kuvvetlerinin yıldızın yüzeyine yükselmekte olan manyetik akı tüplerini yıldızın dönme eksenine yaklaştıracak şekilde etki edeceklerini ve böylece manyetik akı tüplerini yıldızın uçlak bölgelerinde yıldız yüzeyi üzerine çıkacaklarını öngörmektedir (Schüssler and Solanki 1992, Schüssler et al. 1996). Pettersen et al. (1992) de yaptıkları çalışmada, BY Dra ve EV Lac'ın uzun dönemli gözlemlerinden her iki yıldızın da sırasıyla 14 ve 10 yıl boyunca uçlak veya uçlağa çok yakın bölgelerde soğuk lekelerle kaplı büyük aktif bölgere sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Çekirdekleri dışında tamamen konvektif yapı sergiledikleri için yüzey çalkantı dinamosunun işlemesi beklenen kırmızı cücelerde bu süreç pek beklenen bir olgu değildir. Ancak, Güneş'te gözlenen dinamo benzeri bir dinamo süreci gerekmektedir. Bununla birlikte Donati et al. (2006)'nın V374 Peg üzerine yaptığı çalışmalar şaşırtıcıdır. V374 Peg, UV Ceti türü büyük flareler gösteren ve flare değişimi dışında kalan ışık eğrisinde 14 saat gibi kısa dönemli değişim de sergileyen, tamamen konvektif bir kırmızı cücedir (Greimel and Robb 1998). Donati et al. (2006), çalışmasında V374 Peg'in genellikle asimetrik, güçlü doğrusal manyetik alanlara sahip olduğunu bulmuştur. Yazar, bu manyetik alanın, böylesine hareketli bir zarfa sahip yıldız için beklenilmeyecek bir olgu olsa da eğer bu kalıntı bir manyetik alan değilse, yıldızın iç kısmında oldukça etkili büyük ölçekli bir dinamonun olması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Eğer yazar haklıysa, kırmızı cücelerde, belli ölçüde de olsa Güneş'te gözlenene benzer bir dinamo süreci işliyor olabilir (Thomas and Weiss 2008). Bu noktada kırmızı cüce, hızlı veya çok hızlı dönen bir yıldız ise, Schüssler and Solanki (1992) ve Schüssler et al. (1996)'un kuramsal çalışmalarında öngördükleri gibi uçlak bölgesinde de kromosferik aktivite yapılarından biri olan soğuk lekelere sahip olabilir. Bu da AD Leo'daki ortalama parlaklık düzeyindeki değişimi açıklar.

Bunlara ek olarak, Panov (1993), 1992 ve 1993 yılı gözlemlerinde AD Leo'da 2.7 gün dönemli değişim belirlemiştir. Bu değişim, sonraki çalışmalarda gözlenememiştir. Aynı şekilde, BY Dra ve EV Lac'ta da Pettersen et al. (1992) 14 ve 10 yıllık bir sürede hiç bir değişimin olmadığını belirtirken, bu yıldızların sonraki çalışmalarında belirgin değişimler elde edilmiştir. Bu yıldızların kırmızı cüceler için beklenenden hızlı döndükleri de

(Marcy and Chen 1992, Pettersen 1991, Stauffer 1991) düşünüldüğünde bu sonuçlar ışığında, EV Lac ve AD Leo zaman zaman büyük uçlak lekelerine sahip olurlarken, zaman zaman da alt enlemlerde leke oluşumu sergiledikleri sonucuna ulaşılabilir.

5.2 UV Ceti'lerde Flare Aktivitesi

Güneş ve yıldızlarda gözlenen flare ve flare olayları, astrofiziğin üzerinde en çok çalışılan alanlarından biridir. 1 Eylül 1859'da R.C. Carrington and R. Hodgson, Güneş yüzeyinde ilk flare gözlemini yaptıklarından bu yana flareler üzerine sayısız gözlemler ve modeller yapılmıştır. Ancak bugün bile tam olarak enerji üretim mekanizmaları ve çeşitli değişimlerin nedeni tam olarak bulunamıştır (Benz 2008).

Yapılan modeller bir flare ışık eğrisini açıklayabilmekteyken, bir başka flare ışık eğrisini açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeni birden fazla flare mekanizmasının varlığı olabilir. Işık eğrileri farklı mekanizmalar ya da bu mekanizmaların farklı katkı paylarının toplam etkisiyle şekilleniyor olabilir. Bunun için, flare ışık eğrilerinden yola çıkarak kabaca bir sınıflama yapılabilirse, belki de yapılacak modelleri yönlendirmek kolaylaşacaktır. 1960'lardan bu yana birçok sınıflama yapılmıştır. Bu tür sınıflamalara Kunkel (1967), Oskanian (1969) ve Osawa et al. (1968) tarafından yapılan çalışmalar örnek gösterilebilir. Bu çalışmalarda genel olarak hızlı ve yavaş flarelerden söz edilmektedir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, optik bölgedeki flare parlamaları iki farklı karaktere sahiptir. Modeller flare sürecinde en büyük enerji çıkışının flare atımlı evresinde gerçekleştiğini öngörür. Flare atımlı evesinde açığa çıkan erke uzaya dağılırken bir yanda da yıldızın yüzey katmanlarını ısıtır ve Güneş'te "*Beyaz Işık Flare*"si adı verilen parlamalara benzer parlamalar görülür.

Bu çalışmada, bir yıldızın ortaya koyduğu flareler, "*yavaş flare*" ve "*hızlı flare*" olarak sınıflanmıştır. İsimlendirmedeki "***Hızlı Flare***" ve "***Yavaş Flare***" kavramları ilk kez 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlamıştır (Haro 1964,

Haro 1968, Haro and Parsamian 1969). Haro and Parsamian (1969), Orion Oymağı'na ilişkin yaptıkları gözlemlerde, elde ettikleri flareleri sınıflamak için "*Hızlı Flare*" ve "*Yavaş Flare*" kavramlarının tanımlarını yapma gereği duymuşlardır. Yazarlar, bunun için flare parlama süresini baz alıp, 30 dakikalık süreyi sınır değer kabul etmişlerdir. Gözlenen flarenin parlama süresi eğer 30 dakikadan kısaysa "*Hızlı Flare*", eğer 30 dakikadan uzunsa "*Yavaş Flare*" olarak adlandırmışlardır. Literatür incelendiğinde, sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda "*Hızlı Flare*" ve "*Yavaş Flare*" kavramları sürekli olarak kullanılmışsa da farklı yazarlar, bu kavramları değişik anlamlarda kullanmışlardır.

Bu çalışmada, bu iki grup flare için çeşitli kurallar getirilmeye çalışılmıştır. Ortaya çıkan toplam flare enerjisi flare parlama süresine göre karşılaştırıldığında iki grup flare arasında 8.07 katlık büyük enerji farkları olduğu görülür. Buna ek olarak, analizler bu iki tür arasında, flare süresi boyunca hiçbir ek katkı olmasa da iki grup arasında 5.04 kat enerji farkıyla flare parlamaya başladığı görülmüştür. Başlangıçtaki 5.04'lik fark iki ayrı karakterdeki flareyi ortaya koyan süreçlerin farklı oluşundan doğuyor olabilir. Süreç ilerledikçe diğer etkilerle bu fark, ortalama 8.07 kata kadar yükselebilmektedir. Çeşitli modeller, flare parlama sürecinde manyetik yeniden birleşme süreçlerinin etkin olduğu, yüksek enerjili flarelerden söz etmektedir (Benz 2008, Rodono 1990). Gurzadyan (1986, 1988) ise, ivmelendirilmiş parçacıkların yıldızın fotosferine çarpmasıyla yüzeyin ısınacağını ve bu ısınma ile küçük genlikli küçük enerjili flarelerin ortaya çıkacağını öngörür. Bu yaklaşımlar doğrultusunda, bu çalışmada ortaya konan "*hızlı ve yavaş flare*" kavramlarıyla, manyetik yeniden birleşme süreci gibi ısısal olmayan süreçlerle üretilmiş gibi görünen, hızlı parlayan ve yüksek enerjiye sahip flareler "*hızlı flare*" olarak tanımlanmıştır. İvmelendirilmiş parçacıkların yüzeyi ısıtmasıyla ortaya çıktığı düşünülen küçük genlikli ve enerjili flareler ise "*yavaş flare*" olarak tanımlanmıştır.

Gerçekten de bu çalışmada elde edilen flare genlikleri incelendiğinde, düşük enerjili "*yavaş flare*"lerin genlikleri genellikle $1^{m}.0$'i aşamazken "*hızlı flare*"lerde genlikler $4^{m}.0$'i aşabiliyor. Ayrıca, "*hızlı flare*"lerin parlama süreleri 400 saniyeyi aşamazken, "*yavaş flare*"lerin 1400 saniyelik parlama sürelerine ulaştıkları görülür. Analiz edilen veri setindeki örnekler doğrultusunda bu iki tür flarenin

birbirinden ayrılması için, flare sönümlenme ve flare parlama süreleri oranının bir ayıraç olabileceği görülmektedir. Bu çalışmada yapılan analizlerde, "*yavaş flare*" grubuna giren flarelerle, "*hızlı flare*" grubuna giren flareler için bu oranın değişimi incelendiğinde, 3.5 değerinin bir sınır değer olduğu görülür. Eğer oran 3.5 değerinin altındaysa "*yavaş flare*", 3.5 ve üzerinde bir değerse "*hızlı flare*" olarak sınıflanabilir. Böylece, literatürde kullanıllanılan bu kavramlara (Gurzadyan 1988, Haro and Parsamian 1969) bir kural getirilmiş olur.

Flare toplam süresine göre flare toplam enerjileri dağılımı incelendiğinde, süre arttıkça flare enerjisi de artmaktadır ancak, enerji artışı belirli bir düzeyde kalmaktadır. Bu flare parlamalarını ortaya koyan süreçlerde, enerji açısından bir sınır olduğunu göstermektedir. Flare süresi ne kadar uzarsa uzasın, ortaya çıkacak toplam enerji belirli bir düzeyde kalacaktır.

Bununla birlikte, program yıldızları kendi aralarında karşılaştırıldığında, toplam enerji düzeyindeki bu sınırın yıldızdan yıldıza değiştiği görülmüştür. EV Lac ve EQ Peg'in bu açıdan AD Leo, V1005 Ori ve V1054 Oph'den farklı olduğu görülmüştür. Bu iki yıldızda ortaya çıkan flarelerin ulaşabildikleri enerji üst sınırı, diğerlerine göre yaklaşık 3 – 3.5 kat daha yüksek değerlerdedir.

Flarelerin toplam süreleri açısından da bu iki yıldız diğer üç yıldızdan farklılık gösterir. EV Lac ve EQ Peg'in flarelerinin toplam süresi 3000 saniyenin altında kalmaktayken, V1005 Ori flarelerinin toplam süresi 5500 saniyeye, AD Leo flareleri 4500 saniyeye, V1054 Oph'de ise 3500 saniyeye ulaşmaktadır. Bir yıldızda ortaya çıkan flareler kendi aralarında farklı iki karaktere sahipken, yıldızlar arasında bu tür farkların olması, yıldızın bazı fiziksel parametrelerinin de bu süreci etkilediği düşünülebilir. Bununla birlikte, EV Lac ve EQ Peg'de görülen flareler genellikle "*hızlı flare*" sınıfına dahil flarelerdir. Oysa V1005 Ori'de ise daha çok "*yavaş flare*"lerin ortaya çıktığı görülür. Bu, aradaki enerji farkına bir açıklama getirirken, EV Lac ve EQ Peg'de "*hızlı flare*" sıklığı fazlayken, diğerlerinde neden "*yavaş flare*" sıklığının büyük olduğu ise tartışmaya açıktır.

Programdaki yıldızların hemen hepsi aynı yaşta sayılabilir. Kütle ve yarıçaplarının da oldukça yakın olduğu düşünülürse, bu tür bir farkın açıklanması

için geriye yıldızların dönme hızı ve çiftlik etkisi gibi etkiler kalmaktadır. EV Lac için $v\sin = 4kms^{-1}$ iken, bu değer AD Leo için $5-5.8kms^{-1}$; EQ Peg içinse $8.3kms^{-1}$ düzeyindedir (Marcy and Chen 1992, Pettersen, 1991). Kaynaklar, V1005 Ori için $29.6kms^{-1}$'lik eşlek dönme hızı vermektedir (Eker et al. 2008). Literatürdeki çalışmalar, EV Lac, AD Leo ve V1005 Ori'nin tek yıldız olduğunu göstermektedir. V1054 Oph ise, toplam 6 bileşenli bir sistemin üç bileşenli üyesidir. EQ Peg ise bir görsel çift yıldızdır (Pettersen 1991).

Dolayısıyla, eğer çiftlik etkisi söz konusu olsaydı, V1054 Oph'nin de daha çok yüksek enerjili flareler göstermesi gerekirdi. Ölçülen eşlek dönme hızlarına bakıldığında da V1005 Ori'nin daha yüksek enerjili flareler üretmesi beklenir. Ancak, hem V1054 Oph hem de V1005 Ori'nin, EV Lac ve EQ Peg'de gözlenebilen flareler kadar yüksek enerjili flareler üretemediği görülür. Bu sonuç, UV Ceti türü manyetik aktif yıldızlarda manyetik alanın oluşumu ile ilgili tartışmalara yeni bir açılım getirmektedir. Ancak bu noktada da başka bir soru ortaya çıkar: UV Ceti türü yıldızlarında üretilen yüksek enerjili flareler, yüksek aktivite düzeyinin göstergesi midir?

Literatür incelendiğinde, UV Ceti türü yıldızlarda flare aktivite düzeyi için "*flare frekans*" tanımları yapılmıştır. Özellikle flare yıldızlarında flare aktivitesinin çevrimsel bir davranış sergileyip sergilemediklerinin anlaşılması için her yıldız için her gözlem sezonunda flare frekansları hesaplanmış ve bu frekansların yıllara göre düzenli değişim gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu frekanslardan biri olan N_1 frekansı, flare taraması yapıldığında gözlenen yıldızda birim zamanda kaç flare elde edildiğinin hesaplanmasıyla bulunur ve o süre boyunca yıldızın yüzeyinde üretilen tüm flarelerin gözlendiği kabul edilerek, bu süre içinde yıldızın ne sıklıkla flare ürettiğinin belirteci kabul edilir. Bir diğer frekans olan N_2 frekansı ise flare tarama süresince, birim zamanda elde edilen flare ortalama eşdeğer süresidir (Ishida et al. 1991). Dolayısıyla, cevabı aranan soru, N_2 frekansının flare aktivite düzeyinin bir göstergesi olarak kabul edilip edilemeyeceğidir.

Bu çalışma kapsamında tüm program yıldızlarının üç gözlem sezonu için

her iki flare frekansı hesaplanmıştır. AD Leo'nun 2005 yılı gözlemlerinden hesaplanan N_1 frekansı 1.0'in üzerindedir. Bunun anlamı, 2005 gözlem sezonunda AD Leo'nun gözlendiği her saatte bir flare elde edilmiştir. N_2 frekansı hesaplandığında $N_2 = 0.093$ elde edilir. Bu, elde edilen flarelerin oldukça yüksek enerjili olduğunu gösterir. Dolasıyla, 2005 gözlem sezonunda AD Leo'nun flare aktivite düzeyi gerçekten yüksektir. Ancak, 2007 gözlem sezonunda $N_1 = 0.817$ ve $N_2 = 0.008$ 'dir. N_1 frekansı 1.0 değerine oldukça yakındır ve bu frekansa göre 2007 yılında da yıldızın flare aktivite düzeyi oldukça yüksektir. Ancak, N_2 frekansı ise oldukça düşük bir değere sahiptir. Yıldız çok sayıda flare gösterse de bu flareler oldukça düşük enerjili flarelerdir. Sonuç olarak, N_2 frekansına göre yıldız o kadar da yüksek flare aktivitesi göstermez. Bu durum, üzerinde tartışılması gereken bir olgudur. Literatür gözönüne alındığında, bazı çalışmalarda her iki frekansın da flare aktivite düzeyinin bir belirteci olarak kabul edildiği görülür. Örneğin, Mavridis and Avgoloupis (1986) yaptıları çalışmada üç farklı parametreye bakarak EV Lac için yaklaşık 5 yıllık bir aktivite çevrimi bulmuştur. Yazarlar, N_1 ve N_2 frekanslarıyla birlikte, yıldızın gözlem sezonu içinde flaresiz evrelerinden ortalama B band parlaklık düzeyini hesaplamışlar ve bu düzeyin de değişimini incelemişlerdir. Her üç parametre eş yönlü, düzenli değişim göstermektedir.

Sonuç olarak, ışıkölçümde elde edilen flare ışık eğrilerinin parametreleri hesaplandığında, flare parlama süresi ve eşdeğer sürelerinin dağılımı incelendiğinde olası flare türleri kabaca belirlenebilir. Bu belirleme flare mekanizmaları açısından önemlidir. Eğer flare türleri belirlenirse, yapılacak modellere yol gösterici olacaktır. Ancak analiz sonuçlarının gerçeğe daha da yaklaştırılması için çok daha fazla sayıda flare ışık eğrisine ihtiyaç vardır.

5.3 Flare ve Leke Aktiviteleri Arasındaki Etkileşim

Özellikle BY Dra türü değişim de sergileyen UV Ceti türü değişenler için literatürde devam eden bir tartışma da flare parlamalarının kökeninin soğuk leke yapılarının ortaya çıktığı aktif bölgelerin olup olmamasıdır. Eğer flareler, yıldız

yüzeyinde soğuk leke yapılarının oluştuğu aktif bölgelerde ortaya çıkıyorsa, ışık eğrilerinde leke minimum evrelerinde flare sıklığının artması veya yüksek enerjili flarelerin bu evrelerde ortaya çıkması beklenmektedir. BY Dra türü değişim sergileyen EV Lac, V1005 Ori ve literatürde fotometrik dönemi verilen AD Leo'da gözlenen flarelerin evre dağılımı incelendiğinde, flarelerin belirli evre aralıklarında değil, hemen hemen tüm evre aralıklarında ortaya çıktıkları görülür. Bu sonuç, yıldız yüzeyinde soğuk leke yapılarının boylamsal bir dağılım sergilerken, flarelerin bundan bağımsız olarak dağıldıklarını göstermektedir. Böyle bir sonuç birkaç nedenden dolayı ortaya çıkabilir:

a) Eğer yıldızın iç bölgelerinde, Güneş benzeri dinamo çalışırken, buna ek olarak yüzeyde de çalkantı dinamosu işliyor olabilir. Yıldızın iç katmanlarındaki Güneş benzeri dinamo, belli evrelerde kromosferik aktivite yapılarından olan soğuk lekelerin oluşumuna neden olurken, yıldızın yüzeyindeki çalkantı dinamosu nedeniyle de hemen her evrede flare parlamaları gözlenebilecektir.

b) Eğer yıldızın yüzeyinde gözlenen soğuk leke ve flare parlamalarının kökeni aynı manyetik yapılanmaya sahipse, soğuk lekelerin yer aldığı aktif bölge belli boylamlarda alt enlemlere doğru kaymış olarak yıldızın uçlaklarından birinde olabilir. Böylece, aktif bölgenin alt enlemlere kaydığı bölgeler, ışık eğrisinde sinüs benzeri değişim ortaya koyarken, aktif bölgenin bir kısmının sürekli bakış doğrultusunda olmasından dolayı da hemen her evrede flare parlamaları gözlenebilecektir.

c) Eğer kırmızı cücelerde Güneş benzeri dinamo kesinlikle çalışmıyorsa, çalkantı dinamosuyla yıldızın hemen hemen tüm yüzeyi soğuk lekelerle kaplı olabilir. Ancak belli boylamda soğuk lekelerin etkinliği yüksek olabilir. Tüm yüzey aktif alanlarca kaplandığı için hemen her evrede flare parlamaları gözlenirken, belirli boylamlarda daha etkin olan soğuk lekelerden dolayı ışık eğrilerinde sinüs benzeri değişim gözleniyor olabilir.

d) Flare parlamalarında, görsel bölgede gözlenen parlamaların enerji kaynağı manyetik lupların ayak uçları kabul edilmektedir (Rodono 1986, Rodono 1990, Benz 2008). Eğer manyetik lupta, daha üst katmanlarda da optik flare parlamaları ortaya koyacak süreçler çalışıyorsa, flare bölgesi yıldız yüzeyinde her nerede olursa olsun, gözlemci flare parlamasını belirli oranlarda gözleyebilecektir. Böylece hemen her boylamda bir başka deyişle hemen her evre aralığında flare parlaması gözlenebilecektir.

Flare parlamalarıyla leke aktivitesi arasındaki ilişkiyi açıklamak için bunlar gibi veya daha başka yaklaşımlar getirilebilir. Ancak, bu yaklaşımlar da tartışmaya açıktır. Örneğin, (a) yaklaşımda yıldızda iki farklı dinamo sürecinin işlemesi öngörülmektedir. Eğer yıldızın iç kısımlarında, Güneş benzeri dinamo işlerse, tamamen konvektif bir yapıda yüzeydeki çalkantı dinamosu nasıl işleyecek ve varlığını nasıl sürdürecektir? Bu açıklanması zor bir sorudur.

Tüm yaklaşımlar arasında en olası olanı, (b) yaklaşımı görünmektedir. Ancak UV Ceti türü yıldızların çok büyük kısmı çoklu sistemler olmasına (Greshberg et al. 1999) karşın aralarında çok az sayıda örten çift bulunmaktadır (Torres and Ribas 2002, Coughlin and Shaw 2007). Dolayısıyla UV Ceti türü değişenler için dönme ekseninin eğimini belirlemek kolay olmamaktadır. Bundan dolayı gözlenen tüm UV Ceti'lerin dönme ekseni eğimi bilinmemektedir. Eğer (b) yaklaşım doğru kabul edilirse, BY Dra türü değişim gösteren tüm UV Ceti yıldızlarının, uçlaklarına ya da yakın bir bölgeye yerleşmiş, bazı boylamlarda bir kısmı alt enlemlere doğru sarkmış lekeler olmalı ve tüm bu yıldızların dönme ekseni eğimi, leke ve flare dağılımını açıklayabilecek şekilde benzer eğimde olmalıdır. Bu, büyük rastlantı gerektirmektedir.

(c) yaklaşımında da açıklanması gereken sorular vardır. Çalkantı dinamosu yıldızın tüm yüzeyini kaplayan ancak bazı boylamlarda etkinliği artan soğuk leke kuşağı oluşturuyorsa, V1005 Ori'de gözlenen flip – flop benzeri davranış nasıl ortaya çıkabilir? Çalkantı dinamosu, flip – flop benzeri bir değişim ortaya koyabilir mi? Bunlar, açıklanması zor sorulardır.

(d) yaklaşımı değerlendirilirse, eğer flare ortaya çıkan bölge yıldız yüzeyinde, gözlemciye göre arka kısımda kalırsa, elde edilen ışık eğrilerinde Gurzadyan (1977)'nin önerdiği gibi bir etki ortaya çıkması gerekirdi. Oysa farklı türden flareler her evrede gözlenmektedir. Eğer yıldız üzerinde çok sayıda aktif boylam veya bölge varsa, Gurzadyan (1977)'nin yaklaşımı doğru olabilir ve yakın zaman dilimlerinde ardışık olarak hem hızlı hem de yavaş flareler gözlenebilir. Ancak çalkantı dinamosuyla buna açıklık getirmek pek mümkün görünmemektedir. Güneş'te gözlenene benzer dinamonun da tamamen konvektif yıldızlarda nasıl işleyeceği soru işaretleri taşımaktadır.

Sonuç olarak, Mount Wilson Gözlemevi'nde yürtülen Ca II H, K projesinin bir sonucu olan "*Güneş – Yıldız İlişkisi*" (Solanki 2003, Thomas and Weiss 2008) doğrultusunda, leke ve flare parlamalarının Güneş'te aynı aktif bölgede ortaya çıkmasından dolayı benzer bir sürecin yıldızlarda da olmasını beklemek, açıklanması gereken çok sayıda soru ortaya çıkarmaktadır.

Bu sorular cevap beklerken, Güneş'e ilişkin bazı gözlemler, Güneş yüzeyinde ortaya çıkan bazı flare parlamalarının lekeli bölgelerde olmadığını ortaya koymaktadır (Borovik and Myachin 2007). Bu gözlemler, Güneş yüzeyinde flarelerin ortaya çıktığı aktif bölgelerde leke veya lekelerin olmayabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, benzer davranış yıldızlarda da olabilir. Bu sonuç, yukarıdaki tartışmaya yeni bir açılım getirir.

5.4 Hızlı ve Yavaş Flarelerin Yıldız Üzerindeki Dağılımı

Ters Compton süreçlerini temel alarak, Gurzadyan (1965) tarafından geliştirilen ve "*Hızlı Elektron Kuramı*" olarak adlandırılan kurama dayanarak Gurzadyan (1986), UV Ceti türü yıldızların yalnız hızlı flareler ürettiklerini ancak, flare bölgesinin gözlemciye göre olan konumunun gözlenen flare ışık eğrisini ve flare parametrelerini değiştirebileceğini ileri sürmüştür. Buna göre, eğer yıldızın yüzeyindeki flare bölgesi, gözlemciye göre yıldızın arka yüzeyindeyse, elde edilen flare ışık eğrisinin "*yavaş*" flare olarak tanımlanan flarelerin ışık eğrisine benzeyecektir. Yıldız yüzeyinde flare bölgesi gözlemci tarafındaysa, "*hızlı*" flare olarak tanımlanan flare ışık eğrileri ortaya çıkacaktır. Bununla birlikte yazar,

"*hızlı flare*"lerde ısısal olmayan süreçlerin etkin olduğunu "*yavaş flare*"lerdeyse ısısal süreçlerin etkin olduğunu vurgulamaktadır. Bu iki öngörü birbiriyle uyuşmamaktadır.

Eğer, "UV Ceti yıldızları yalnız '*hızlı flare*' üretir" yaklaşımı doğruysa, dönme dönemi bilinen bir yıldızın bir gözlem sezonunda elde edilen hızlı ve yavaş flarelerinin evre dağılımı incelendiğinde, aralarında 0.50 evre olacak şekilde gruplanmaları beklenmelidir. Gözlemcinin bakış doğrultusunda ortaya çıkan flarelerin gözleminde hızlı flare ışık eğrileri elde edilirken, yıldız yüzeyinde tam 180 derece zıt tarafta ortaya çıkan hızlı flarelerin gözleminden yavaş flare ışık eğrileri elde edilecektir.

Bunun incelenmesi için, Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8'de sırasıyla AD Leo, EV Lac ve V1005 Ori için verilen flare evre dağılımları incelenebilir. Şekillerde içi dolu noktalar hızlı flareleri gösterirken, içi boş noktalar yavaş flareleri göstermektedir.

Şekiller incelendiğinde, her üç yıldızda da gözlem yapılan her evre aralığında hem hızlı hem de yavaş flareler gözlenebilmektedir. Eğrilerde her üç yıldız için de bazı evre aralıklarında flare görülmemektedir. Bunun nedeni, o evrelerde flare parlamasının olmamasından değil, gözlem yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Gözlem yapılan hemen her evrede, farklı enerjilerde de olsa flare gözlenebilmiştir.

Bu, Gurzadyan (1986) tarafından öne sürüldüğü gibi, yavaş flarelerin yıldızın arka yüzeyinde ortaya çıkan hızlı flareler olmadığını gösterir. Sonuç olarak, hızlı ve yavaş flareler arasındaki fark, yıldız yüzeyinde ortaya çıktıkları konumdan kaynaklanmamaktadır.

Bölüm 4.3'de tartışılan sonuçlar gözönüne alındığında eğer yıldız yüzeyinin tamamını kaplayan aktif bir kuşak varsa veya birçok RS CVn türü değişiminde bulunan iki ya da daha fazla aktif boylam varsa, yıldız yüzeyinde her evrede flare ortaya çıkabilecektir. Dolayısıyla, yıldızın gözlemciye dönük yüzeyinden hızlı flareler gözlenirken, zıt taraftan da yavaş flareler gözlenebilir. Bu, Gurzadyan (1986)'nın yaklaşımını doğrular. Ancak bu noktada, daha Güneş ve

RS CVn türü değişenler için net açıklamalar getirilememişken (Zeilik et al. 1988, Olah et al. 1988, Henry et al. 1995, Jetsu 1996), tamamen konvektif yapıda olan kırmızı cücelerde, iki ya da daha fazla aktif boylamın nasıl ortaya çıkacağı soru işaretidir.

Tüm bu sorulara yanıt verecek olan kırmızı cücelerde manyetik etkinliği ortaya koyan dinamo sürecinin nasıl işlediğinin belirlenmesi olacaktır. Tamamen konvektif yapıdaki kırmızı cüceler için çalkantı dinamosu ön plana çıkmaktadır ancak, UV Ceti yıldızlarının sergilediği birçok davranışı açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Örneğin, Mavridis and Avgoloupis (1986)'nın çalışmasında, EV Lac'ın uzun dönemli gözlem verisinin analizinden yaklaşık 5 yıllık aktivite çevrimi bulunmuştur. Eğer UV Ceti türü değişim gösteren kırmızı cüceler, aktivite çevrimi gösteriyorsa, yüzey çalkantı dinamosunun bunu açıklaması beklenir. Yine benzer şekilde, Pettersen et al. (1992) tarafından EV Lac'ın 10 yıl boyunca flare aktivitesi dışında hiçbir değişim sergilememesi açıklanması gereken bir diğer sorudur. Buna ek olarak, Panov (1993) tarafından yapılan AD Leo'nun 1991 ve 1992 yılı gözlemlerinde bulunan 2.7 gün dönemli değişimin bir daha elde edilememesi de açıklama bekleyen sorulardandır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Alvarez, M. C., 2000, *ASPC*, 220, 299.

Amado, P. J., Zboril, M., Butler, C. J., Byrne, P. B., 2001, *CoSka*, 31, 13.

Anderson, C. M., 1979, *PASP*, 91, 202.

Andrews, A. D., 1982, *IBVS*, 2254, 1.

Benz, A. O., 2008, *Living Rev. Solar Phys.*, 5, 1.

Beskin, G. M., Plakhotnichenko, V. L., Pustil'nik, L. A., Schwartsman, V. F., Gershberg, R. E., 1989, *in Solar and Stellar Flares, Poster Papers*, Proc. IAU Coll. 104, B. M. Haisch and M. Rodono (eds.), Publ. Catania Astrophys. Obs., Special Volume, p.99.

Bopp, B. W., 1974, *ApJ*, 193, 389.

Bopp, B.W. and Espenak, F., 1977, *AJ*, 82, 916.

Bopp, B. W., Torres, C. A. O., Busko, I. C., Quast, G. R., 1978, *IBVS*, No.1443, 1.

Borovik, A. V., Myachin, D. Yu., 2007, *ASPC*, 368, 411.

Byrne, P. B., Doyle, J. G., Butler, C. J., 1984, *MNRAS*, 206, 907.

Chugainov, P. F., 1974, *IzKry*, 52, 3.

Coughlin, J.L., Shaw, J.S., 2007. *JSARA* 1, 7.

Cristaldi, S., Rodono, M. 1973, *A&AS*, 10, 47.

Dawson, B. and Trapp, R. G., 2004, *In Basic and Clinical Biostatistics*, The McGraw-Hill Companies Inc. Press, USA, p.61, p.134, p.245.

de La Reza, R., Torres, C. A. O., Busko, I. C., 1981, *MNRAS*, 194, 829.

Dennis, B. R., Schwartz, R. A., 1989, *SoPh*, 121, 75.

Donati, J. –F., Forveille, T., Cameron, A. C., Barnes, J. R., Delfosse, X., Jardine, M. M., Valenti, J. A., 2006, *Sci*, 311, 633.

Eggen, O. J., 1965, *Obs*, 85, 191.

Eker, Z., Ak, F. N., Bilir, S., Doğru, D., Tüysüz, S., Soydugan, E., Bakış, H., Ulaş, B., Soydugan, F., Erdem, A., and Demircan, O., 2008, MNRAS, 389, 1722.

Fossi, B. C. M., Landini, M., Fruscione, A., and Dupuis, J., 1995, *ApJ*, 449, 376.

Gershberg, R. E., 1972, *Ap&SS*. 19, 75.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Gershberg, R. E., 2005, *"Solar-Type Activity in Main-Secauence Stars"*, Springer Berlin Heidelberg, New York, p.53, p.191, p.192, p.194, p.360.

Gershberg, R. E., Katsova, M. M., Lovkaya, M. N., Terebizh, A. V., Shakhovskaya, N. I., 1999, *A&AS*, 139, 555.

Gordon, K. C., and Kron, G. E., 1949, *PASP*, 61,210.

Greimel, R. and Robb, R. M., 1998, *IBVS*, No.4652, 1.

Grinin, V. P., 1976, *Izv. Crimean Astrophys. Obs.*, 55, 179.

Gurzadyan, G. A., 1965, *Ap*, 1, 170.

Gurzadian, G. A., 1977, *Ap&SS*, 48, 313.

Gurzadian, G. A., 1986, *Ap&SS*, 125, 127.

Gurzadyan, G. A., 1988, *ApJ*, 332, 183.

Haisch, B. M., Butler, C. J., Doyle, J. G., and Rodono, M., 1987, *A&A*, 181, 96.

Haro, G., 1964, *IAUS*, 20, 30.

Haro, G., 1968, *SSS*, 7, 141.

Haro, G., Parsamian, E., 1969, *BOTT*, 5, 45.

Henry, G.W., Eaton, J.A., Hamer, J., Hall, D.S., 1995, *ApJS*, 97, 513.

Hudson, H. S. and Khan, J. I., 1997, *ASPC*, 111, 135.

Ishida, K., Ichimura, K., Shimizu, Y., Mahasenaputra, 1991, *Ap&SS*, 182, 227.

Jeffries, R. D., Jewell, S. J., 1993, *MNRAS*, 264, 106.

Jetsu, L., 1996, *A&A*, 314, 153.

Joy, A. H., 1947, *ApJ*, 105, 96.

Joy, A. H., Abt, H. A., 1974, *ApJS*, 28, 1.

Katsova, M. M., Kosovichev, A. G., Livshits, M. A., 1981, *Ap*, 17, 156.

Katsova, M. M., Livshits, M. A., 1986, *Fsro.Conf*, 183.

Katsova, M. M., Boiko, A. Ya., and Livshits, M. A., 1997, *A&A*, 321, 549.

Kleinman, S. J., Sandmann, W. H., Ambruster, C. W., 1987, *IBVS*, 3031, 1.

Kron, G. E., 1952, *ApJ*, 115, 301.

Kukarin, B. V., 1969, *in General Catologue of Variable Stars*, 3d ed., Moscow Sternberg Astronomical Institute.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kunkel, W. E., 1967, *in An Optical Study of Stellar Flare*, PhD Thesis, Austin, Texas. (Bu kaynak, Gershberg 2005'den alınmıştır.)

Kunkel, W. E., 1973, *ApJS*, 25, 213.

Landolt, A. U., 1983, *AJ*, 88, 439.

Landolt, A. U., 1992, *AJ*, 104, 340.

Lenz, P. and Breger, M., 2005, *CoAst*, 146, 53.

Leonard, P. J. T., & Livio, M. 1995, *ApJ*, 447, L121.

Leto, G., Pagano, I., Buemi, C. S., Rodono, M., 1997, *A&A*, 327, 1114.

Lippincott, S.L., 1952, *ApJ*, 115, 582.

Mahmoud, F. M., Olah, K., 1981, *IBVS*, No.1943, 1.

Marcy, G. W. and Chen, G. H., 1992, *ApJ*, 390, 550.

Mavridis, L. N., Avgoloupis, S., 1986, *A&A*, 154, 171.

Mirzoyan, L. V., 1990, *IAUS*, 137, 1.

Moffett, T. J., 1974, *ApJS*, 29, 1.

Montes, D., López-Santiago, J., Gálvez, M. C., Fernández-Figueroa, M. J., De Castro, E., Cornide, M., 2001, *MNRAS*, 328, 45.

Motulsky, H., 2007, *In GraphPad Prism 5: Statistics Guide*, GraphPad Software Inc. Press, San Diego CA, p.94, p.133.

Mullan, D. J., 1976, *ApJ*, 204, 530.

Olah, K., Panov, K.P., Pettersen, B.R., Valtaoja, E., Valtaoja, L., 1988, *A&A*, 218, 192.

Osawa, K., Ichimura, K., Noguchi, T., and Watanabe, E., 1968, *Tokyo Astron. Bull.,* No 180.

Oskanian, V. S., 1969, In L. Detre (ed). *Non-Periodic Phenomena in Variable Stars*. Proc. AUI Coll. No 4. Academic Press, Budapest. p.131.

Owen, F. N., Bopp, B. W., Moffett, T. J., and Lazor, F. J., 1972, *ApJ*, 10, 37.

Panov, K. P., 1993, *IBVS*, 3936, 1.

Parker, E. N. 1989, *in Solar and Stellar Flares*, Proc. IAU Coll. 104, B. M. Haisch and M. Rodono (eds.), Publ. Catania Astrophys. Obs., Solar Phys. 121, 271.

Pettersen, B. R., 1991, *MmSAI*, 62, 217.

Pettersen, B. R., Kern, G. A. and Evans, D. S., 1983, *A&A*, 123, 184.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Pettersen B.R., Ol´ah K., and Sandmann W.H., 1992. *AA&SS*, **96**, 497.

Pigatto, L., 1990, *IAUS*, 137, 117.

Poveda, A., Allen, C., Herrera, M. A., Cordero, G., & Lavalley, C. 1996a, *A&A*, 308, 55.

Poveda, A., Allen, C., & Herrera, M. A. 1996b, *RMA&A*, Conf. Ser., 5, 16.

Rasio, F. A., Shapiro, S. L., 1995, *ApJ*, 438, 887.

Raymond, H. and Wilson, J. R., 1954, *AJ*, 59, 132.

Robrade, J., Ness, J. –U., and Schmitt, J. H. M. M., 2004, *A&A*, 413, 317.

Rocha-Pinto, H. J., Castilho, B. V., Maciel, W. J., 2002, *A&A*, 384, 912.

Rodono, M., 1974, *A&A*, 32, 337.

Rodono, M., 1986, *The Atmospheres of M-dwarfs: Observations, in The M-type Stars* NASA SP-492, Washington, DC, 409-453.

Rodono, M., 1990, *IAUS*, 137, 371.

Rodono, M., Cutispoto, G., 1988, *ASSL*, 143, 163.

Rodono, M., Houdebine, E. R., Catalano, S., Foing, B., Butler, C. J., Scaltriti, F., Cutispoto, G., Gary, D. E., Gibson, D. M., Haisch, B. M., 1989, *in Solar and Stellar Flares*, Poster Papers, Proc. IAU Coll. 104, B. M. Haisch and M. Rodono (eds.), Publ. Catania Astrophys. Obs., Special Volume, p.53.

Roques, P. E., 1954, *PASP*, 66, 256.

Schüssler, M., Caligari, P., Ferriz-Mas, A., Solanki, S.K., Stix, M., 1996, *Astron. Astrophys.*, 314, 503.

Schüssler, M., Solanki, S.K., 1992, *A&A.*, 264, L13.

Shakhovskaya, N. I., 1974, *IBVS*, No. 897, 1.

Siess, L., Dufour, E., Forestini, M., 2000, *A&A*, 358, 593.

Scargle, J. D., 1982, ApJ, 263, 83.

Skumanich, A., 1972, *ApJ*, 171, 565.

Soderblom, D. R., 1990, *AJ*, 100, 204.

Soderblom, D. R., Mayor, M., 1993, *AJ*, 105, 226.

Solanki, Sami K., 2003, *A&ARv*, 11, 153.

Stauffer, J. R., 1991, *Amey. Conf.*, 117.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Thomas, J. H. and Weiss, N. O., 2008, *In Sunspot and Starspot*, Cambridge University Press, p. 29, p.207, p.209.

Torres, G., Ribas, I., 2002. *ApJ*, 567, 1140.

Tovmassian, H. M., Recilla, E., Cardona, O., Zalinian, V. P., 1997, *RMxAA*, 33, 107.

Van de Kamp, P., 1953, *PASP*, 65, 73.

Van Maanen, A., 1940, *ApJ*, 91, 503.

Wall, J. W. and Jenkins, C. R., 2003, *In Practical Statistics For Astronomers*, Cambridge University Press, p.79.

Wilson, O.C., 1978, *ApJ*, 226, 379.

Zeilik, M., de Blasi, C., Rhodes, M., Budding, E., 1988, *ApJ*, 332, 293.

Zhilyaev, B. E., Romanyuk, Ya. O., Verlyuk, I. A., Svyatogorov, O. A., Khalack, V. R., Sergeev, A. V., Konstantinova - Antova, R. K., Antov, A. P., Bachev, R. S., Alekseev, I. Yu., Chalenko, V. E., Shakhovskoy, D. N., Contadakis, M. E., Avgoloupis, S. J., 2000, *A&A*, 364, 641.

EKLER

EK.1 : ÇİZELGE 2.4

Tüm yıldızlara ilişkin gecelik gözlem verilerinden flare parlamaları dışında kalan değişimin belirlenmesi için gözlem yapılan her gecede alınan UBVR verisine ait gecelik ortalamalar aşağıdaki çizelgede yer almaktadır. Bölüm 3'de Gözlemler ve Analiz başlığı altında anlatıldığı gibi, programdaki tüm yıldızlar, gökyüzündeki konumları yakın olan ve Landolt (1983) ve/veya Landolt (1992)'de yer alan Johnson standart yıldızlarıyla gözlenmiş ve standart sisteme dönüştürülmüştür. Dolayısıyla çizelgede verilen tüm parlaklıklar standart sisteme dönüştürülmüştür. Çizelgede, V1054 Oph'nin 2004 gözlem sezonunda R bandında gözlem yapılmamıştır. Bu nedenle V–R renk ölçeği verilememiştir.

Çizelge 2.4: Flare Parlamaları Dışındaki Değişime İlişkin Veri

AD Leo									
2004 - 2005 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53377.48859	0.00547	9.402	0.001	0.957	0.009	1.502	0.005	1.124	0.004
53381.48222	0.00467	9.411	0.008	0.936	0.015	1.486	0.007	1.127	0.005
53412.40288	0.00080	9.380	0.003	1.004	0.019	1.492	0.001	1.134	0.001
53413.41865	0.00449	9.412	0.002	0.869	0.015	1.484	0.003	1.136	0.001
53444.36123	0.00437	9.424	0.002	0.997	0.006	1.500	0.005	1.129	0.004
53446.26627	0.00482	9.399	0.001	0.983	0.011	1.497	0.003	1.119	0.002
53465.31215	0.01727	9.404	0.009	0.960	0.039	1.497	0.011	1.127	0.008
53469.26525	0.00455	9.379	0.003	0.954	0.018	1.519	0.002	1.105	0.004
53470.27769	0.00404	9.408	0.003	0.938	0.024	1.510	0.005	1.113	0.002
53471.26692	0.00449	9.404	0.005	0.947	0.007	1.496	0.007	1.119	0.003
53499.28878	0.00391	9.405	0.003	0.918	0.004	1.494	0.003	1.148	0.006
53500.28955	0.00467	9.380	0.008	0.968	0.044	1.500	0.007	1.119	0.009
53502.28776	0.00547	9.396	0.004	0.957	0.008	1.501	0.005	1.109	0.006
53505.29247	0.00455	9.395	0.003	0.928	0.016	1.502	0.004	1.120	0.003
53514.29519	0.00374	9.394	0.011	0.961	0.035	1.500	0.005	1.127	0.009

2005 - 2006 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53717.50365	0.00582	9.404	0.001	0.998	0.010	1.506	0.001	1.120	0.002
53744.49139	0.00443	9.399	0.003	0.988	0.011	1.498	0.004	1.121	0.004
53757.41584	0.00362	9.387	0.001	0.964	0.006	1.501	0.001	1.109	0.001
53763.51810	0.00354	9.385	0.002	0.969	0.006	1.500	0.003	1.112	0.004
53764.55374	0.00398	9.400	0.002	0.936	0.009	1.494	0.003	1.122	0.002
53765.58305	0.00384	9.389	0.002	0.920	0.009	1.504	0.002	1.115	0.003
53769.47476	0.00384	9.396	0.002	0.926	0.007	1.499	0.001	1.114	0.002

53771.40908	0.00391	9.380	0.003	0.952	0.010	1.506	0.003	1.117	0.004
53782.44142	0.00362	9.395	0.002	0.971	0.009	1.529	0.002	1.120	0.003
53787.42465	0.00354	9.394	0.003	1.008	0.008	1.497	0.003	1.112	0.003
53788.37333	0.00354	9.391	0.002	0.968	0.006	1.486	0.003	1.121	0.003
53812.27963	0.00266	9.385	0.003	0.959	0.011	1.500	0.003	1.113	0.004
53816.28748	0.00376	9.386	0.002	0.870	0.009	1.502	0.004	1.107	0.003
53821.29936	0.01771	9.381	0.008	0.985	0.012	1.494	0.007	1.113	0.010
53827.25501	0.00354	9.385	0.003	0.934	0.024	1.505	0.005	1.103	0.003
53831.25295	0.00338	9.383	0.001	1.014	0.007	1.520	0.004	1.109	0.002

2006 - 2007 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
54071.57907	0.07972	9.379	0.005	0.995	0.054	1.495	0.006	1.110	0.010
54085.62978	0.04004	9.378	0.007	0.987	0.029	1.488	0.006	1.101	0.009
54093.48448	0.00369	9.376	0.005	0.938	0.012	1.501	0.012	1.107	0.009
54097.54951	0.07395	9.376	0.009	0.932	0.050	1.491	0.007	1.109	0.006
54114.53016	0.00354	9.375	0.009	0.976	0.045	1.500	0.012	1.104	0.007
54115.55390	0.09637	9.369	0.005	0.982	0.044	1.498	0.008	1.100	0.007
54122.50206	0.04444	9.372	0.008	0.970	0.030	1.500	0.008	1.097	0.007
54138.45186	0.00000	9.381	0.006	0.941	0.066	1.496	0.005	1.109	0.005
54227.28630	0.00391	9.374	0.005	0.968	0.046	1.497	0.010	1.103	0.004
54232.30686	0.00338	9.372	0.003	0.936	0.032	1.492	0.010	1.087	0.008
54236.32903	0.00346	9.368	0.006	0.977	0.037	1.482	0.007	1.087	0.008
54237.31576	0.00478	9.363	0.009	0.862	0.056	1.486	0.011	1.086	0.010
54248.30840	0.00495	9.356	0.004	0.904	0.061	1.484	0.007	1.097	0.003

EV Lac									
2004 Gözlem Sezonu Verisi (1. Grup)									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53202.47988	0.00000	10.271	0.007	1.253	0.045	1.577	0.010	1.163	0.010
53204.48091	0.00087	10.336	0.006	1.231	0.019	1.564	0.008	1.174	0.002
53207.45234	0.00583	10.251	0.008	1.183	0.032	1.573	0.011	1.159	0.010
53211.39154	0.00556	10.276	0.007	1.228	0.067	1.553	0.017	1.178	0.008
53212.36371	0.00138	10.265	0.010	1.168	0.100	1.590	0.017	1.197	0.014
53226.38347	0.00080	10.320	0.010	1.182	0.076	1.561	0.012	1.165	0.009
53227.34507	0.00113	10.304	0.007	1.236	0.052	1.582	0.012	1.166	0.011
53228.33978	0.00087	10.278	0.013	1.300	0.062	1.576	0.019	1.154	0.012
53232.39683	0.08575	10.293	0.014	1.236	0.107	1.558	0.010	1.171	0.012
53236.32818	0.00113	10.292	0.003	1.210	0.018	1.574	0.005	1.177	0.008
53240.32825	0.00113	10.325	0.011	1.324	0.103	1.564	0.017	1.178	0.009

2004 Gözlem Sezonu Verisi (2.Grup)									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53260.25712	0.00159	10.298	0.007	1.301	0.077	1.574	0.006	1.165	0.003
53263.29661	0.00124	10.300	0.010	1.299	0.094	1.558	0.010	1.176	0.009
53264.25609	0.00124	10.281	0.017	1.404	0.092	1.571	0.019	1.153	0.015
53265.25866	0.00113	10.315	0.013	1.137	0.086	1.533	0.031	1.164	0.011
53280.27408	0.00485	10.306	0.015	1.259	0.079	1.564	0.006	1.152	0.014
53282.44190	0.00579	10.306	0.011	1.240	0.062	1.571	0.016	1.155	0.008

53287.36728	0.00473	10.311	0.009	1.184	0.053	1.549	0.011	1.157	0.009
53288.29043	0.01425	10.328	0.009	1.355	0.127	1.582	0.013	1.161	0.011
53289.23847	0.00468	10.291	0.008	1.176	0.052	1.559	0.014	1.157	0.010
53302.28386	0.00741	10.304	0.012	1.195	0.067	1.550	0.012	1.160	0.007
53303.24276	0.00473	10.284	0.009	1.226	0.076	1.549	0.008	1.166	0.010
53304.30829	0.00763	10.288	0.011	0.914	0.086	1.557	0.019	1.162	0.010
53309.23710	0.00455	10.328	0.008	1.341	0.089	1.563	0.008	1.164	0.008
53310.23404	0.00430	10.327	0.007	1.305	0.042	1.561	0.017	1.156	0.008
53312.28299	0.00473	10.288	0.009	1.103	0.076	1.551	0.016	1.155	0.011

2005 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53554.46800	0.00449	10.302	0.011	1.133	0.088	1.542	0.012	1.149	0.005
53557.47854	0.00527	10.330	0.008	1.198	0.048	1.549	0.009	1.163	0.007
53564.48410	0.00400	10.290	0.006	1.229	0.064	1.558	0.007	1.141	0.005
53566.39856	0.00509	10.330	0.008	1.227	0.055	1.561	0.008	1.160	0.017
53578.35934	0.00418	10.312	0.009	1.185	0.045	1.567	0.007	1.137	0.005
53581.52940	0.00381	10.310	0.008	1.085	0.147	1.525	0.007	1.163	0.006
53584.49698	0.00398	10.315	0.006	1.207	0.135	1.556	0.009	1.154	0.005
53585.53240	0.00362	10.297	0.010	1.293	0.074	1.545	0.011	1.159	0.009
53586.32635	0.00080	10.300	0.004	1.062	0.167	1.549	0.003	1.133	0.010
53597.40895	0.10723	10.304	0.008	1.259	0.050	1.564	0.011	1.153	0.009
53602.42545	0.00442	10.314	0.006	0.532	0.542	1.540	0.011	1.167	0.014
53605.36813	0.00382	10.337	0.011	1.217	0.158	1.543	0.019	1.171	0.007
53606.29778	0.00346	10.313	0.007	1.183	0.029	1.553	0.007	1.151	0.008
53621.32981	0.00511	10.296	0.007	0.859	0.030	1.555	0.006	1.152	0.007
53626.26892	0.00369	10.328	0.001	1.161	0.046	1.549	0.003	1.164	0.002
53641.26337	0.00398	10.297	0.005	0.900	0.137	1.579	0.006	1.158	0.011
53647.25188	0.00376	10.303	0.007	1.138	0.026	1.540	0.010	1.161	0.013
53652.25733	0.00369	10.313	0.009	1.092	0.042	1.549	0.009	1.146	0.010

2006 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53863.56665	0.00286	10.274	0.004	1.244	0.142	1.567	0.010	1.154	0.006
53877.54989	0.00266	10.285	0.014	1.092	0.078	1.571	0.012	1.152	0.012
53883.53778	0.00384	10.372	0.006	1.069	0.062	1.582	0.007	1.158	0.006
53886.46270	0.00338	10.295	0.006	1.130	0.040	1.542	0.008	1.167	0.005
53894.52598	0.00276	10.267	0.004	1.215	0.060	1.559	0.005	1.147	0.004
53907.53029	0.00362	10.264	0.005	1.163	0.034	1.571	0.009	1.128	0.008
53908.54308	0.00313	10.299	0.002	1.176	0.015	1.566	0.004	1.146	0.003
53915.54060	0.00295	10.306	0.004	1.125	0.033	1.538	0.006	1.152	0.005
53938.53399	0.00376	10.277	0.006	1.204	0.048	1.559	0.006	1.145	0.007
53940.45928	0.00384	10.382	0.003	1.121	0.073	1.580	0.008	1.172	0.004
53946.47002	0.00080	10.260	0.002	1.030	0.063	1.550	0.002	1.135	0.005
53950.46518	0.00080	10.303	0.005	1.231	0.043	1.545	0.008	1.139	0.007
53951.47999	0.00256	10.263	0.003	1.172	0.053	1.555	0.007	1.133	0.005
53955.36071	0.00391	10.253	0.007	1.258	0.087	1.579	0.007	1.135	0.007
53956.33242	0.00338	10.274	0.011	0.901	0.033	1.581	0.012	1.137	0.009
53961.49797	0.00266	10.321	0.004	1.117	0.011	1.571	0.007	1.148	0.004
53963.33276	0.00315	10.322	0.003	0.931	0.036	1.546	0.008	1.160	0.006
53972.34141	0.00354	10.292	0.006	1.199	0.012	1.567	0.006	1.144	0.011

53973.44652	0.00338	10.268	0.003	1.287	0.022	1.557	0.005	1.149	0.004
53984.25891	0.00080	10.390	0.007	1.146	0.083	1.562	0.008	1.179	0.011
53988.25192	0.00266	10.360	0.003	1.009	0.044	1.573	0.007	1.172	0.007
53992.42263	0.00266	10.358	0.003	1.074	0.036	1.550	0.003	1.160	0.006
54009.26588	0.00266	10.314	0.003	1.158	0.055	1.571	0.013	1.157	0.003
54037.21163	0.00369	10.388	0.005	1.145	0.056	1.565	0.012	1.150	0.009
54047.20455	0.00266	10.271	0.008	1.112	0.026	1.541	0.014	1.142	0.010
54055.22514	0.00266	10.326	0.008	1.159	0.043	1.553	0.018	1.152	0.012
54058.20513	0.00000	10.364	0.002	1.146	0.088	1.587	0.007	1.145	0.007

EQ Peg

2004 Gözlem Sezonu Verisi

HJD (+ 24 00000)	Hata (mag)	V (mag)	Hata (mag)	U-B (mag)	Hata (mag)	B-V (mag)	Hata (mag)	V-R (mag)	Hata (mag)
53236.39669	0.00113	10.167	0.002	11.339	0.009	1.574	0.003	1.183	0.002
53237.36617	0.00113	10.129	0.002	11.309	0.009	1.598	0.002	1.130	0.003
53259.41164	0.00113	10.149	0.002	11.314	0.017	1.568	0.007	1.166	0.006
53260.48457	0.00080	10.183	0.001	11.429	0.015	1.560	0.006	1.179	0.003
53261.60587	0.00080	10.144	0.002	11.322	0.011	1.576	0.001	1.160	0.003
53263.32857	0.00080	10.165	0.003	11.387	0.010	1.597	0.004	1.178	0.003
53264.39621	0.03234	10.210	0.008	11.307	0.158	1.578	0.016	1.165	0.013
53265.33482	0.00069	10.197	0.001	11.454	0.006	1.567	0.003	1.172	0.006
53280.30392	0.00498	10.162	0.002	11.428	0.009	1.587	0.001	1.174	0.002
53281.26748	0.00521	10.180	0.004	11.483	0.007	1.591	0.003	1.160	0.003
53287.39276	0.00517	10.142	0.002	11.446	0.011	1.581	0.003	1.157	0.003
53289.34716	0.00468	10.164	0.001	11.500	0.023	1.574	0.002	1.163	0.002
53335.29046	0.00500	10.169	0.003	11.239	0.012	1.565	0.004	1.148	0.003

2005 Gözlem Sezonu Verisi

HJD (+ 24 00000)	Hata (mag)	V (mag)	Hata (mag)	U-B (mag)	Hata (mag)	B-V (mag)	Hata (mag)	V-R (mag)	Hata (mag)
53621.36081	0.00304	10.144	0.001	1.021	0.015	1.561	0.003	1.155	0.002
53622.40127	0.00286	10.146	0.001	0.992	0.007	1.567	0.001	1.150	0.001
53626.29419	0.00418	10.160	0.001	1.127	0.003	1.562	0.002	1.138	0.002
53641.29279	0.00304	10.163	0.001	1.127	0.002	1.554	0.001	1.158	0.001
53652.28154	0.00266	10.144	0.001	1.138	0.005	1.546	0.002	1.151	0.001
53664.26275	0.00338	10.175	0.001	1.002	0.003	1.556	0.002	1.175	0.001
53672.22496	0.00431	10.153	0.001	1.094	0.004	1.571	0.002	1.137	0.002
53673.27905	0.00295	10.158	0.002	1.095	0.004	1.585	0.002	1.157	0.003
53686.25769	0.00276	10.164	0.001	1.067	0.005	1.560	0.002	1.144	0.001

V1005 Ori

2004 - 2005 Gözlem Sezonu Verisi

HJD (+ 24 00000)	Hata (mag)	V (mag)	Hata (mag)	U-B (mag)	Hata (mag)	B-V (mag)	Hata (mag)	V-R (mag)	Hata (mag)
53353.40059	0.00369	10.184	0.011	1.152	0.053	1.306	0.010	0.882	0.008
53355.33118	0.00473	10.253	0.012	1.232	0.048	1.313	0.014	0.892	0.011
53374.35716	0.00304	10.125	0.007	1.151	0.044	1.316	0.009	0.877	0.008
53376.37096	0.00346	10.206	0.010	1.260	0.057	1.314	0.016	0.886	0.012
53377.25123	0.00000	10.246	0.010	1.207	0.038	1.319	0.017	0.897	0.012

53381.34524	0.00381	10.256	0.007	1.252	0.052	1.313	0.016	0.903	0.011
53383.24235	0.00449	10.116	0.006	0.997	0.031	1.293	0.010	0.877	0.008
53412.26107	0.00404	10.274	0.006	1.212	0.015	1.319	0.005	0.917	0.014
53413.23297	0.00424	10.234	0.004	1.257	0.075	1.315	0.008	0.897	0.009
53414.26622	0.00069	10.176	0.007	1.258	0.042	1.317	0.014	0.898	0.006
53453.27704	0.00458	10.189	0.008	0.830	0.051	1.331	0.008	0.894	0.009

2005 - 2006 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53640.57119	0.00391	10.211	0.005	1.168	0.046	1.325	0.008	0.884	0.006
53647.58201	0.00384	10.188	0.006	1.232	0.089	1.319	0.007	0.880	0.007
53664.58273	0.00621	10.181	0.012	1.179	0.061	1.306	0.033	0.883	0.006
53669.49399	0.00455	10.185	0.004	1.100	0.052	1.320	0.010	0.878	0.005
53672.45110	0.00391	10.181	0.008	1.162	0.034	1.303	0.008	0.878	0.006
53673.46261	0.00362	10.191	0.013	1.132	0.014	1.329	0.030	0.872	0.011
53686.51807	0.00404	10.202	0.003	1.310	0.025	1.339	0.007	0.892	0.007
53702.34087	0.00424	10.216	0.006	1.173	0.052	1.317	0.014	0.896	0.002
53717.34774	0.00651	10.213	0.007	1.150	0.125	1.338	0.016	0.910	0.013
53724.30139	0.00396	10.211	0.002	1.259	0.045	1.305	0.005	0.875	0.004
53725.25269	0.00349	10.194	0.005	1.226	0.017	1.298	0.003	0.874	0.005
53729.28999	0.00362	10.207	0.002	1.209	0.055	1.306	0.006	0.892	0.003
53737.28125	0.00461	10.224	0.004	1.253	0.021	1.301	0.002	0.893	0.004
53744.30666	0.00680	10.213	0.005	1.361	0.045	1.340	0.004	0.906	0.004
53757.37006	0.00276	10.184	0.002	1.313	0.018	1.308	0.003	0.884	0.002
53763.27393	0.00418	10.225	0.004	1.143	0.013	1.330	0.005	0.901	0.005
53764.29901	0.00362	10.216	0.003	1.202	0.025	1.317	0.004	0.887	0.003
53765.40711	0.00295	10.207	0.003	1.195	0.008	1.302	0.007	0.907	0.004
53771.38514	0.00391	10.178	0.004	1.256	0.035	1.312	0.008	0.883	0.002
53788.29315	0.00301	10.160	0.003	1.217	0.035	1.328	0.006	0.877	0.004
53796.27604	0.00354	10.197	0.005	1.177	0.048	1.309	0.011	0.887	0.006
53812.24575	0.00295	10.253	0.005	1.231	0.052	1.302	0.006	0.906	0.003

2006 - 2007 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53984.57493	0.00369	10.237	0.005	1.161	0.046	1.312	0.008	0.868	0.006
53987.58731	0.00354	10.185	0.008	1.341	0.049	1.312	0.005	0.880	0.008
53988.58342	0.00376	10.250	0.011	1.341	0.102	1.331	0.011	0.884	0.013
53994.58016	0.00369	10.180	0.006	1.237	0.070	1.304	0.009	0.866	0.008
54033.59458	0.00384	10.259	0.004	1.146	0.042	1.313	0.009	0.895	0.006
54047.48775	0.00376	10.183	0.010	1.154	0.084	1.301	0.026	0.886	0.008
54049.54099	0.00354	10.184	0.011	1.110	0.029	1.304	0.012	0.871	0.016
54064.57432	0.00354	10.265	0.010	1.225	0.057	1.319	0.010	0.890	0.009
54066.38835	0.00354	10.145	0.017	1.266	0.070	1.304	0.009	0.882	0.010
54071.32117	0.00354	10.155	0.010	1.267	0.049	1.337	0.010	0.868	0.010
54085.56156	0.00490	10.225	0.013	1.289	0.137	1.331	0.016	0.868	0.013
54095.46907	0.00369	10.273	0.007	1.237	0.117	1.315	0.007	0.899	0.006
54109.33543	0.00354	10.212	0.006	1.208	0.078	1.297	0.007	0.893	0.006
54122.32797	0.08351	10.225	0.005	1.221	0.077	1.312	0.005	0.884	0.010
54158.25529	0.00376	10.140	0.013	1.127	0.123	1.315	0.018	0.863	0.014

V1054 Oph									
2004 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53136.54779	0.01274	8.996	0.012	1.116	0.074	1.553	0.019	-	-
53138.46728	0.03023	9.007	0.012	1.141	0.081	1.537	0.018	-	-
53146.51073	0.02913	8.989	0.008	1.164	0.055	1.545	0.011	-	-
53151.49623	0.01705	8.996	0.012	1.161	0.067	1.548	0.010	-	-
53152.46087	0.05253	8.996	0.018	1.161	0.071	1.548	0.022	-	-
53153.50038	0.02654	8.989	0.008	1.144	0.050	1.545	0.012	-	-
53157.51390	0.02003	8.988	0.036	1.138	0.176	1.547	0.036	-	-
53163.52479	0.01495	8.995	0.008	1.113	0.091	1.535	0.014	-	-
53167.43684	0.01486	8.991	0.012	1.146	0.060	1.542	0.016	-	-

2005 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53505.46080	0.00432	9.004	0.004	1.066	0.042	1.555	0.010	1.062	0.006
53526.34800	0.00449	8.994	0.008	1.026	0.069	1.548	0.013	1.064	0.009
53527.33659	0.00404	8.987	0.019	1.055	0.024	1.541	0.009	1.064	0.009
53528.33729	0.00410	9.004	0.007	1.111	0.024	1.548	0.008	1.068	0.009
53546.35388	0.00404	9.009	0.005	1.124	0.028	1.551	0.012	1.060	0.008
53547.35756	0.00398	9.006	0.008	1.128	0.039	1.563	0.012	1.060	0.013
53548.35197	0.00113	8.996	0.009	0.939	0.069	1.554	0.004	1.047	0.007
53557.32943	0.00399	9.019	0.010	1.056	0.104	1.536	0.014	1.074	0.008
53564.34368	0.01789	8.994	0.007	1.079	0.052	1.550	0.012	1.054	0.006

2006 Gözlem Sezonu Verisi									
HJD (+ 24 00000)	**Hata (mag)**	**V (mag)**	**Hata (mag)**	**U-B (mag)**	**Hata (mag)**	**B-V (mag)**	**Hata (mag)**	**V-R (mag)**	**Hata (mag)**
53861.46615	0.00327	8.994	0.013	1.069	0.080	1.543	0.014	1.064	0.012
53863.39513	0.00398	8.984	0.007	1.145	0.019	1.556	0.014	1.064	0.013
53875.34813	0.00391	9.002	0.009	1.073	0.009	1.567	0.015	1.073	0.010
53877.34345	0.00376	8.994	0.006	1.143	0.009	1.542	0.008	1.057	0.008
53882.33109	0.00369	8.980	0.005	1.187	0.008	1.576	0.007	1.053	0.010
53893.35278	0.00330	8.995	0.007	1.168	0.022	1.561	0.006	1.059	0.010
53894.36638	0.00362	8.991	0.004	1.062	0.027	1.549	0.005	1.051	0.007

EK.2 : ÇİZELGE 3.1

Tüm program yıldızlarının flare taramalarından elde edilmiş flare parlamalarının ışık eğrilerinden elde edilen flare parametreleri. Çizelgede sırasıyla birinci sütun yıldız adını, ikinci sütun flarenin elde edildiği gözlem tarihini, üçüncü sütun flare maksimum anının HJD'sini, dördüncü ve beşinci sütunlar sırasıyla flare parlama ve sönümlenme süresini, sonraki sütun flare eşdeğer süresini, yedinci ve sekizinci sütunlar ise sırasıyla flare U bandı genliğini ve flare maksimum anının U – B renk ölçeğini göstermektedir. Son sütun ise analiz edilen ve analiz sonucuna göre flare karakterini göstermektedir. Bu sütunda, **Y** "*yavaş flare*", **H** "*hızlı flare*" anlamına gelmektedir. H ve Y harflerinin yanındaki ***** işareti ise, ilgili flarenin analizlerde kullanılan flarelerden biri olduğunu göstermektedir. Birinci kolondaki yıldız adlarında da kısaltma kullanılmıştır. Bu kısaltmalar, şu şekildedir:

AD: AD Leo
EV: EV Lac
EQ: EQ Peg
V1005: V1005 Ori
V1054: V1054 Oph

Çizelge 3.1: Flare Işık Eğrilerinden Hesaplanan Parametreler.

Yıldız Adı	Gözlem Tarihi	Maksimum HJD (+ 24 00000)	Parlama Süresi (s)	Sönümlenme Süresi (s)	Eşdeğer Süres (s)	Delta U (mag)	U-B (mag)	Not
AD	06.01.05	53377.5066	24	36	5.169	0.348	0.755	Y *
AD	06.01.05	53377.59771	24	660	94.530	0.723	0.365	H *
AD	10.01.05	53381.51272	84	732	162.648	0.519	0.551	H *
AD	10.01.05	53381.52939	72	216	31.531	0.399	0.649	Y *
AD	10.02.05	53412.49006	300	1008	491.173	0.863	0.351	Y
AD	10.02.05	53412.52798	408	3756	3907.448	1.589	-0.278	H
AD	10.02.05	53412.57464	276	948	845.632	0.792	0.343	Y
AD	10.02.05	53412.58687	108	1656	3250.088	2.387	-0.86	H *
AD	11.02.05	53413.46661	12	24	3.096	0.2	0.815	Y
AD	11.02.05	53413.55759	24	360	60.674	0.363	0.735	H *
AD	12.03.05	53442.39045	40	680	78.433	0.437	0.634	H *
AD	14.03.05	53444.39896	132	300	30.924	0.183	0.883	Y
AD	14.03.05	53444.41327	72	1068	152.728	0.183	0.834	H *

AD	14.03.05	53444.42674	84	504	54.454	0.155	0.863	H *
AD	14.03.05	53444.47105	60	1428	320.024	1.168	0.012	H *
AD	14.03.05	53444.50563	72	1356	206.418	0.542	0.614	H *
AD	14.03.05	53444.53049	168	72	25.423	0.258	0.809	Y
AD	14.03.05	53444.54716	252	324	47.947	0.247	0.84	Y
AD	14.03.05	53444.55396	24	60	10.709	0.222	0.795	Y *
AD	14.03.05	53444.55507	36	48	5.589	0.243	0.812	Y *
AD	14.03.05	53444.55632	60	72	8.665	0.192	0.885	Y
AD	14.03.05	53444.55966	12	12	8.641	0.213	0.862	Y
AD	14.03.05	53444.56021	24	36	8.641	0.192	0.833	Y *
AD	14.03.05	53444.56313	48	156	24.444	0.207	0.833	Y *
AD	16.03.05	53446.29405	660	1812	293.645	0.221	0.758	Y
AD	16.03.05	53446.34849	24	24	2.413	0.206	0.89	Y *
AD	16.03.05	53446.36113	48	408	33.477	0.195	0.857	H *
AD	16.03.05	53446.39558	1212	1032	198.812	0.193	0.847	Y
AD	16.03.05	53446.41252	96	756	229.801	0.553	0.542	H
AD	16.03.05	53446.4296	168	588	99.557	0.359	0.775	Y
AD	16.03.05	53446.44822	60	72	12.246	0.433	0.763	Y
AD	09.04.05	53470.31255	252	924	677.934	1.259	-0.027	H
AD	09.04.05	53470.33269	816	1272	194.940	0.121	0.859	Y
AD	09.04.05	53470.36824	132	804	226.538	0.938	0.255	H
AD	10.04.05	53471.30082	48	192	19.852	0.234	0.778	H *
AD	10.04.05	53471.37263	168	588	124.518	0.512	0.59	Y
AD	02.05.05	53493.31977	72	1212	203.501	0.699	0.395	H *
AD	09.05.05	53500.32863	108	156	26.380	0.207	0.84	Y
AD	09.05.05	53500.3564	552	300	47.285	0.164	0.908	Y
AD	08.01.06	53744.50793	60	45	11.032	0.236	0.634	Y
AD	08.01.06	53744.55585	30	15	3.439	0.162	0.69	Y
AD	08.01.06	53744.64085	270	255	44.743	0.192	0.686	Y
AD	27.01.06	53763.62811	48	120	14.940	0.171	0.678	Y *
AD	27.01.06	53763.63019	60	36	8.433	0.162	0.703	Y
AD	02.02.06	53769.52752	24	396	62.834	0.51	0.382	H *
AD	02.02.06	53769.55037	48	60	5.694	0.14	0.743	Y *
AD	02.02.06	53769.61581	24	132	13.718	0.138	0.753	H *
AD	02.02.06	53769.61803	24	24	2.043	0.161	0.744	Y *
AD	02.02.06	53769.62335	24	48	5.706	0.16	0.69	Y *
AD	02.02.06	53769.62765	48	48	8.126	0.173	0.705	Y *
AD	04.02.06	53771.46932	156	1032	798.629	1.21	-0.218	H
AD	04.02.06	53771.4959	84	84	17.277	0.321	0.539	Y *
AD	04.02.06	53771.50608	36	24	3.883	0.183	0.666	Y *
AD	21.02.06	53788.42126	12	198	56.535	0.618	0.278	H
AD	21.02.06	53788.42609	6	6	1.804	0.261	0.548	Y
AD	21.02.06	53788.49379	14	44	22.574	0.741	0.135	Y *
AD	21.02.06	53788.49497	34	114	37.647	0.522	0.447	Y *
AD	21.02.06	53788.49696	4	6	1.474	0.29	0.509	Y
AD	21.02.06	53788.53818	16	358	186.393	1.365	-0.279	H *
AD	21.02.06	53788.54429	6	2	1.204	0.267	0.61	Y
AD	21.02.06	53788.54697	14	2	2.227	0.337	0.551	Y *
AD	17.03.06	53812.29784	30	555	52.702	0.294	0.621	H *
AD	17.03.06	53812.32348	30	135	21.546	0.23	0.653	H *
AD	25.03.06	53820.28531	8	4	3.073	0.363	0.443	Y
AD	25.03.06	53820.31442	76	62	23.282	0.358	0.548	Y

AD	25.03.06	53820.3197	12	2	2.825	0.582	0.363	Y
AD	25.03.06	53820.40075	34	222	237.979	1.171	-0.22	H *
AD	25.03.06	53820.40674	42	48	16.201	0.435	0.462	Y
AD	25.03.06	53820.40742	10	10	3.164	0.542	0.41	Y
AD	25.03.06	53820.41637	4	4	1.720	0.448	0.483	Y
AD	25.03.06	53820.41686	6	6	3.096	0.477	0.459	Y
AD	01.04.06	53827.2739	4	6	1.393	0.464	0.425	Y
AD	01.04.06	53827.29613	8	4	2.552	0.493	0.421	Y
AD	01.04.06	53827.30144	6	4	2.001	0.461	0.413	Y
AD	01.04.06	53827.31787	8	2	1.833	0.519	0.445	Y
AD	01.04.06	53827.3792	8	4	1.898	0.427	0.49	Y
AD	05.04.06	53831.39559	20	46	34.753	0.713	0.263	Y *
AD	05.04.06	53831.39755	4	6	1.683	0.446	0.483	Y
AD	05.04.06	53831.40919	14	62	38.043	0.917	-0.082	H
AD	05.04.06	53831.41058	8	8	2.778	0.459	0.314	Y
AD	05.04.06	53831.41937	12	2	3.376	0.536	0.346	Y
AD	01.12.06	54071.52083	39	39	8.044	0.19	0.862	Y
AD	01.12.06	54071.5294	52	104	12.656	0.229	0.843	Y
AD	01.12.06	54071.53617	78	130	23.835	0.208	0.869	Y
AD	01.12.06	54071.54174	26	26	7.033	0.186	0.84	Y
AD	01.12.06	54071.59966	559	1699	214.726	0.201	0.843	Y
AD	15.12.06	54085.63076	10	10	1.837	0.139	0.82	Y
AD	15.12.06	54085.63572	10	20	1.924	0.16	0.806	Y
AD	23.12.06	54093.60562	20	10	3.223	0.151	0.834	Y *
AD	23.12.06	54093.60712	30	10	3.512	0.17	0.858	Y
AD	23.12.06	54093.61349	40	110	10.692	0.195	0.83	Y
AD	23.12.06	54093.63486	250	400	58.113	0.186	0.82	Y
AD	23.12.06	54093.64631	590	1086	154.431	0.2	0.848	Y
AD	21.01.07	54122.47422	8	8	1.871	0.229	0.78	Y
AD	21.01.07	54122.48635	16	16	3.908	0.274	0.709	Y *
AD	21.01.07	54122.48876	8	8	2.018	0.302	0.696	Y
AD	21.01.07	54122.49107	16	16	3.671	0.213	0.767	Y *
AD	21.01.07	54122.49573	8	16	2.983	0.248	0.742	Y
AD	21.01.07	54122.49693	8	8	1.726	0.264	0.763	Y
AD	21.01.07	54122.49712	8	8	1.770	0.215	0.756	Y
AD	21.01.07	54122.4986	8	8	1.879	0.214	0.78	Y
AD	21.01.07	54122.50156	16	8	2.928	0.259	0.715	Y *
AD	21.01.07	54122.50582	16	24	3.015	0.211	0.779	Y *
AD	21.01.07	54122.50628	8	16	2.579	0.217	0.766	Y
AD	21.01.07	54122.53384	8	16	3.224	0.279	0.739	Y
AD	08.03.07	54168.46811	30	30	8.223	0.285	0.783	Y
AD	08.03.07	54168.46933	30	60	14.283	0.232	0.814	Y
AD	16.03.07	54176.37237	24	60	4.817	0.157	0.778	Y *
AD	16.03.07	54176.39611	72	120	18.724	0.23	0.774	Y *
AD	16.03.07	54176.45538	216	156	28.255	0.168	0.824	Y
EQ	18.08.04	53236.43176	40	250	44.887	0.369		H *
EQ	18.08.04	53236.48106	40	170	28.006	0.226		H *
EQ	18.08.04	53236.50398	40	180	42.773	0.473		H *
EQ	18.08.04	53236.56139	160	900	475.354	1.279		H
EQ	19.08.04	53237.38157	50	440	111.755	0.503		H *
EQ	19.08.04	53237.40715	40	110	34.014	0.258		Y
EQ	19.08.04	53237.41224	30	310	68.894	0.464		H *

EQ	19.08.04	53237.48805	30	200	51.531	0.734		H *
EQ	19.08.04	53237.49291	20	160	30.288	0.343		H *
EQ	19.08.04	53237.53122	230	380	106.384	0.384		Y
EQ	22.08.04	53240.36934	60	510	260.201	0.88		H *
EQ	08.09.04	53257.36799	70	270	56.629	0.427		H
EQ	08.09.04	53257.38223	290	140	72.035	0.478		Y
EQ	08.09.04	53257.45202	130	1040	199.762	0.406		H
EQ	08.09.04	53257.51	10	110	14.885	0.413		H
EQ	08.09.04	53257.51845	30	30	11.304	0.52		Y
EQ	09.09.04	53258.3687	450	1390	409.036	0.478		Y
EQ	09.09.04	53258.40585	30	160	32.746	0.574		H *
EQ	09.09.04	53258.51094	40	160	33.334	0.484		H *
EQ	12.09.04	53261.39106	40	220	53.891	0.583		H *
EQ	12.09.04	53261.46988	20	110	19.888	0.332		H *
EQ	12.09.04	53261.55529	20	130	35.586	0.756		H *
EQ	12.09.04	53261.59048	30	180	74.905	0.785		H *
EQ	14.09.04	53263.34072	120	950	110.052	0.251		H
EQ	14.09.04	53263.36815	60	130	41.279	0.532		Y
EQ	14.09.04	53263.37752	190	1430	625.020	0.868		H
EQ	14.09.04	53263.40484	50	150	44.526	0.414		Y *
EQ	14.09.04	53263.47371	10	40	4.928	0.289		H
EQ	14.09.04	53263.48725	20	50	9.475	0.357		Y *
EQ	14.09.04	53263.54697	30	30	5.781	0.361		Y
EQ	15.09.04	53264.46607	210	120	44.102	0.246		Y
EQ	15.09.04	53264.50102	30	550	294.433	2.109		H *
EQ	15.09.04	53264.51167	20	490	166.098	1.42		H *
EQ	15.09.04	53264.56595	1050	390	186.405	0.284		Y
EQ	16.09.04	53265.39674	50	860	180.557	0.622		H *
EQ	16.09.04	53265.51329	170	250	84.709	0.203		Y
EQ	16.09.04	53265.54003	60	350	99.470	0.463		H *
EQ	16.09.04	53265.56942	1230	1950	746.538	0.345		Y
EQ	07.09.05	53621.52654	45	105	34.936	0.63	0.504	Y
EQ	08.09.05	53622.45159	15	270	78.777	0.711	0.526	H *
EQ	08.09.05	53622.46218	30	510	156.138	0.968	0.26	H *
EQ	08.09.05	53622.48087	15	105	39.037	0.64	0.316	H *
EQ	08.09.05	53622.49927	15	60	12.490	0.362	0.787	H *
EQ	12.09.05	53626.33898	75	1764	6818.143	4.006	-0.996	H *
EQ	12.09.05	53626.36062	30	45	8.691	0.261	0.858	Y
EQ	12.09.05	53626.36218	30	75	15.236	0.338	0.802	Y
EQ	12.09.05	53626.36409	75	30	10.508	0.337	0.784	Y *
EQ	12.09.05	53626.36582	120	802	352.211	1.285	-0.069	H
EQ	12.09.05	53626.40874	45	180	51.681	0.567	0.561	H *
EQ	12.09.05	53626.50223	45	45	24.288	0.44	0.611	Y
EQ	12.09.05	53626.56201	90	225	181.222	0.964	0.189	Y *
EQ	12.09.05	53626.56478	15	120	83.237	1.09	0.156	H *
EQ	12.09.05	53626.56635	15	45	12.103	0.252	0.716	Y *
EQ	12.09.05	53626.56721	30	150	27.729	0.282	0.76	H *
EQ	12.09.05	53626.5693	30	30	5.716	0.248	0.798	Y
EQ	12.09.05	53626.58426	30	135	31.895	0.676	0.499	H *
EQ	27.09.05	53641.34719	15	120	76.242	1.111	0.088	H *
EQ	27.09.05	53641.36437	45	45	9.031	0.225	0.911	Y
EQ	27.09.05	53641.39	30	120	35.862	0.535	0.663	H *

EQ	27.09.05	53641.42135	135	1410	1739.894	1.762	-0.26	H
EQ	27.09.05	53641.47316	392	585	203.358	0.387	0.834	Y
EQ	03.10.05	53647.3418	45	135	66.897	1.076	0.181	Y
EQ	03.10.05	53647.40952	75	180	56.017	0.536	0.665	Y *
EQ	28.10.05	53672.27432	1170	1594	378.495	0.333	0.888	Y
EQ	28.10.05	53672.30797	90	120	52.219	0.402	0.776	Y *
EQ	28.10.05	53672.33656	30	195	55.995	0.682	0.635	H *
EQ	29.10.05	53673.34763	120	450	155.781	0.74	0.45	H
EQ	29.10.05	53673.35896	105	135	72.335	0.716	0.473	Y
EQ	29.10.05	53673.36104	45	285	96.782	0.461	0.545	H *
EQ	29.10.05	53673.38314	270	468	171.815	0.428	0.655	Y
EQ	11.11.05	53686.29364	135	405	151.363	0.511	0.618	Y
EQ	11.11.05	53686.30076	150	645	566.964	1.019	0.04	H
EQ	11.11.05	53686.37753	150	120	97.934	0.562	0.702	Y
EV	11.07.04	53198.47514	70	190	50.249	0.431		Y
EV	11.07.04	53198.48325	30	560	128.012	0.735		H *
EV	17.07.04	53204.51795	410	820	174.671	0.313		Y
EV	20.07.04	53207.4997	80	230	64.216	0.588		Y
EV	20.07.04	53207.51648	20	490	114.267	0.905		H *
EV	24.07.04	53211.54445	240	590	165.831	0.397		Y
EV	25.07.04	53212.4857	150	340	141.325	0.602		Y
EV	25.07.04	53212.51625	220	160	167.794	0.514		Y
EV	26.07.04	53213.48702	30	50	17.018	0.676		Y
EV	26.07.04	53213.52209	10	90	15.403	0.385		H
EV	28.07.04	53215.48409	20	160	97.600	1.315		H *
EV	28.07.04	53215.4996	50	120	36.982	0.436		Y *
EV	07.08.04	53225.42498	160	190	94.268	0.611		Y
EV	07.08.04	53225.46827	60	80	47.954	0.643		Y
EV	08.08.04	53226.46483	20	120	26.072	0.377		H *
EV	08.08.04	53226.50951	60	2422	594.834	0.816		H *
EV	09.08.04	53227.38165	30	910	728.276	1.763		H *
EV	09.08.04	53227.42505	140	490	188.971	0.555		Y
EV	09.08.04	53227.43928	100	260	83.515	0.591		Y
EV	09.08.04	53227.44287	20	220	44.693	0.427		H *
EV	09.08.04	53227.46382	40	960	1134.491	1.987		H *
EV	09.08.04	53227.49692	20	70	18.423	0.511		Y *
EV	09.08.04	53227.55063	10	60	9.831	0.353		H
EV	10.08.04	53228.37056	40	50	19.567	0.404		Y
EV	10.08.04	53228.38654	110	2090	4235.948	2.718		H
EV	10.08.04	53228.41698	70	1730	849.934	2.02		H
EV	10.08.04	53228.52716	30	20	8.224	0.437		Y
EV	10.08.04	53228.55471	20	100	24.243	0.52		H *
EV	14.08.04	53232.36686	30	50	14.279	0.433		Y
EV	14.08.04	53232.37785	70	220	72.866	0.66		Y
EV	14.08.04	53232.39359	50	470	147.908	0.751	0	H *
EV	05.07.05	53557.52397	52	116	71.667	0.693	0.352	Y
EV	05.07.05	53557.53656	2	2	1.472	0.516	0.506	Y
EV	26.07.05	53578.50257	15	585	184.950	0.727	0.655	H *
EV	26.07.05	53578.51594	30	75	15.544	0.381	0.894	Y
EV	26.07.05	53578.52566	15	15	3.764	0.381	0.961	Y *
EV	26.07.05	53578.54667	75	45	12.262	0.372	0.937	Y *
EV	03.08.05	53586.50688	90	480	384.150	1.565	-0.085	H *

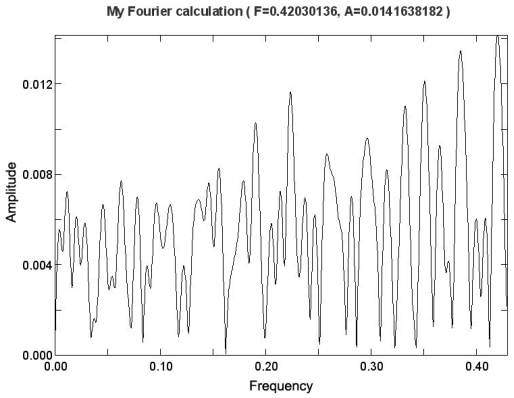
EV	03.08.05	53586.51348	15	15	2.648	0.313	1.088	Y *
EV	03.08.05	53586.52856	45	135	38.143	0.437	0.836	Y
EV	14.08.05	53597.33755	30	105	41.734	0.361	0.764	Y
EV	14.08.05	53597.40029	15	45	8.447	0.297	0.905	Y *
EV	14.08.05	53597.47199	45	60	23.306	0.359	0.884	Y
EV	14.08.05	53597.47615	90	120	44.697	0.401	0.794	Y *
EV	14.08.05	53597.47806	30	75	35.725	0.304	0.852	Y
EV	14.08.05	53597.48015	30	75	30.402	0.493	0.633	Y
EV	14.08.05	53597.48223	105	60	32.252	0.228	0.912	Y
EV	15.08.05	53598.42911	45	345	92.847	0.435	0.838	H *
EV	15.08.05	53598.4338	30	165	33.742	0.219	0.964	H *
EV	15.08.05	53598.46517	135	870	398.337	0.949	0.459	H
EV	15.08.05	53598.50008	90	720	282.666	1.023	0.415	H *
EV	15.08.05	53598.52741	120	1245	1264.200	2.096	-0.436	H
EV	22.08.05	53605.3906	15	45	21.652	0.467	0.793	Y *
EV	22.08.05	53605.39147	30	300	187.041	1.058	0.287	H *
EV	22.08.05	53605.4146	90	105	61.794	0.469	0.693	Y *
EV	22.08.05	53605.42241	45	30	20.651	0.496	0.732	Y
EV	22.08.05	53605.42467	30	75	24.976	0.439	0.817	Y
EV	22.08.05	53605.43113	15	30	12.438	0.434	0.726	Y *
EV	23.08.05	53606.38421	15	30	8.417	0.312	0.812	Y *
EV	23.08.05	53606.42194	15	30	7.608	0.46	0.841	Y *
EV	23.08.05	53606.45404	15	105	30.817	0.333	0.84	H *
EV	23.08.05	53606.49226	30	15	1.640	0.476	0.903	Y
EV	23.08.05	53606.49851	15	15	3.573	0.412	0.861	Y *
EV	23.07.06	53940.47444	30	30	7.948	0.422	0.83	Y
EV	23.07.06	53940.5227	105	375	113.183	0.572	0.745	H
EV	23.07.06	53940.53726	30	90	16.425	0.334	0.948	Y
EV	29.07.06	53946.47599	65	989	570.721	1.991	-0.581	H
EV	29.07.06	53946.54317	30	45	12.206	0.394	0.876	Y
EV	03.08.06	53951.53751	210	2688	2579.146	1.574	-0.223	H
EV	04.08.06	53952.37326	60	65	12.402	0.238	1.027	Y
EV	04.08.06	53952.37413	10	20	3.613	0.334	0.963	Y
EV	04.08.06	53952.37911	10	10	2.830	0.314	0.957	Y
EV	04.08.06	53952.37934	10	10	2.685	0.345	0.965	Y
EV	04.08.06	53952.3798	10	20	4.264	0.319	0.99	Y
EV	07.08.06	53955.48708	30	60	14.300	0.46	0.743	Y
EV	07.08.06	53955.52215	30	60	7.694	0.48	0.711	Y
EV	07.08.06	53955.53095	30	90	28.067	0.578	0.644	Y
EV	08.08.06	53956.34904	15	45	13.711	0.652	0.569	Y *
EV	08.08.06	53956.35441	15	105	38.266	0.633	0.428	H *
EV	08.08.06	53956.39257	90	1590	900.437	1.484	-0.108	H *
EV	08.08.06	53956.44677	15	15	8.561	0.459	0.627	Y *
EV	08.08.06	53956.44989	75	75	23.572	0.489	0.833	Y *
EV	08.08.06	53956.45215	30	45	16.867	0.516	0.794	Y
EV	08.08.06	53956.45285	15	15	8.770	0.45	0.712	Y *
EV	08.08.06	53956.4551	90	105	56.814	0.486	0.741	Y *
EV	12.08.06	53960.53098	840	2100	1453.154	0.821	0.575	Y
EV	15.08.06	53963.40072	20	10	7.441	0.578	0.695	Y *
EV	25.08.06	53973.49652	70	2260	2288.623	2.164	-0.423	H
EV	05.09.06	53984.44139	45	315	253.079	1.215	0.112	H *
EV	05.09.06	53984.4775	75	60	35.189	0.563	0.71	Y *

EV	05.09.06	53984.50997	15	15	8.604	0.475	0.671	Y *
EV	08.09.06	53987.4718	45	45	19.814	0.537	0.693	Y
EV	08.09.06	53987.47389	45	30	24.632	0.845	0.583	Y
EV	15.09.06	53994.36716	50	20	19.009	0.441	0.99	Y *
EV	15.09.06	53994.37087	170	150	59.075	0.359	0.932	Y
EV	17.09.06	53996.33563	45	390	82.643	0.395	0.912	H *
EV	17.09.06	53996.34258	210	150	65.965	0.253	0.949	Y
EV	17.09.06	53996.35595	60	135	35.670	0.317	0.931	Y
V1005	13.12.04	53353.42334	420	375	98.418	0.304	0.992	Y
V1005	13.12.04	53353.4348	30	75	4.670	0.271	1.061	Y
V1005	13.12.04	53353.44452	30	510	103.210	0.121	0.978	H
V1005	06.01.05	53377.31547	15	15	3.878	0.158	1.073	H
V1005	06.01.05	53377.36773	345	2055	980.223	0.919	0.475	H
V1005	10.01.05	53381.37637	60	765	275.713	0.834	0.529	H
V1005	10.01.05	53381.41977	450	1995	426.874	0.221	0.955	H
V1005	12.01.05	53383.2655	15	60	3.537	0.215	0.910	H
V1005	12.02.05	53414.3429	15	90	9.050	0.212	1.002	H
V1005	12.02.05	53414.3547	15	15	3.947	0.215	1.005	Y
V1005	29.10.05	53673.50034	1450	3291	919.628	0.109	1.089	H
V1005	29.10.05	53673.56398	1661	2903	1005.402	0.100	1.120	Y
V1005	11.11.05	53686.55961	2062	3174	826.584	0.189	1.177	Y
V1005	11.11.05	53686.6191	1384	1065	577.218	0.383	1.141	Y
V1005	12.12.05	53717.38316	750	1768	1824.051	0.309	1.187	H
V1005	12.12.05	53717.41844	636	1982	1621.190	0.694	1.215	H
V1005	12.12.05	53717.45388	750	1050	633.519	0.436	1.269	Y
V1005	12.12.05	53717.47628	255	135	256.003	1.036	0.656	Y
V1005	19.12.05	53724.34506	405	630	331.185	0.339	0.833	Y
V1005	19.12.05	53724.40173	840	615	308.275	0.303	1.029	Y
V1005	19.12.05	53724.41949	165	495	135.661	0.273	1.064	H
V1005	19.12.05	53724.42539	15	105	18.568	0.380	0.947	H
V1005	19.12.05	53724.4273	60	105	22.306	0.356	0.980	Y
V1005	19.12.05	53724.43182	15	15	5.726	0.386	0.948	H
V1005	19.12.05	53724.43407	180	975	382.651	0.553	0.770	H
V1005	19.12.05	53724.44623	75	120	30.077	0.323	0.920	Y
V1005	19.12.05	53724.45074	45	45	23.611	0.428	0.838	Y
V1005	19.12.05	53724.45317	120	1017	809.547	1.889	-0.184	H
V1005	19.12.05	53724.46633	30	405	91.125	0.412	0.906	H
V1005	24.12.05	53729.3846	1835	2660	643.036	0.073	1.182	Y
V1005	24.12.05	53729.44269	1293	1971	479.313	0.150	1.214	Y
V1005	24.12.05	53729.49801	30	135	26.593	0.319	1.033	H
V1005	08.01.06	53744.34648	136	289	166.438	0.662	1.122	Y
V1005	08.01.06	53744.4096	1482	3472	2672.924	0.090	1.267	H
V1005	27.01.06	53763.30671	390	1384	295.517	0.267	1.185	H
V1005	27.01.06	53763.32655	330	1150	234.916	0.185	1.216	H
V1005	27.01.06	53763.35273	240	315	123.617	0.225	1.345	Y
V1005	02.02.06	53769.28911	638	1471	245.123	0.040	1.214	H
V1005	02.02.06	53769.32073	1261	1802	270.174	0.118	1.251	Y
V1005	02.02.06	53769.34732	495	920	114.339	0.118	1.259	Y
V1005	02.02.06	53769.36786	855	864	126.004	0.010	1.263	Y
V1054	11.06.04	53168.4251	60	80	13.578	0.274		Y
V1054	14.06.04	53171.39288	50	600	440.360	1.829		H *
V1054	14.06.04	53171.42147	50	130	10.708	0.226		Y *

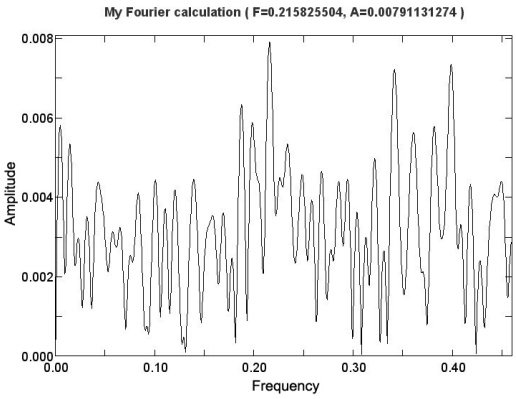
V1054	14.06.04	53171.42563	80	3190	1441.363	1.239		H *
V1054	14.06.04	53171.4629	30	1750	281.523	0.359		H *
V1054	20.06.04	53177.40665	30	270	32.653	0.355		H *
V1054	20.06.04	53177.42459	60	60	13.877	0.23		Y
V1054	20.06.04	53177.43755	480	520	59.002	0.181		Y
V1054	04.07.04	53191.36033	250	90	43.059	0.305		Y
V1054	04.07.04	53191.36334	60	1280	329.457	0.957		H *
V1054	04.07.04	53191.39505	1460	340	247.649	0.194		Y
V1054	06.07.04	53193.34635	110	960	429.540	1.568		H
V1054	06.07.04	53193.36302	480	980	192.790	0.18		Y
V1054	10.07.04	53197.39384	140	530	88.107	0.502		H
V1054	11.05.05	53502.41191	12	36	2.314	0.151	0.99	Y
V1054	11.05.05	53502.41469	36	180	24.294	0.365	0.748	H *
V1054	04.06.05	53526.4297	12	24	2.209	0.122	0.915	Y
V1054	04.06.05	53526.444	24	36	6.160	0.175	0.895	Y *
V1054	05.06.05	53527.40053	72	396	51.988	0.271	0.888	H *
V1054	05.06.05	53527.40636	12	36	3.957	0.192	0.933	Y
V1054	05.06.05	53527.45803	24	84	5.654	0.152	0.97	Y *
V1054	06.06.05	53528.38594	888	708	160.419	0.25	0.911	Y
V1054	06.06.05	53528.39942	360	1008	168.360	0.207	0.919	Y
V1054	06.06.05	53528.41775	12	276	31.271	0.227	0.914	H
V1054	13.06.05	53535.4463	1044	1260	280.248	0.258	0.895	Y
V1054	13.06.05	53535.47463	648	768	102.013	0.182	0.995	Y
V1054	13.06.05	53535.48505	36	156	12.111	0.216	0.964	H *
V1054	13.06.05	53535.49797	48	96	11.498	0.314	0.915	Y *
V1054	13.06.05	53535.5088	12	120	18.657	0.395	0.852	H
V1054	24.06.05	53546.42356	24	48	8.202	0.374	0.799	Y *
V1054	24.06.05	53546.48564	12	36	2.678	0.227	0.883	Y
V1054	24.06.05	53546.48717	12	36	5.547	0.295	0.882	Y
V1054	24.06.05	53546.48912	12	24	3.285	0.242	0.932	Y
V1054	24.06.05	53546.49148	12	24	3.448	0.266	0.879	Y
V1054	26.06.05	53548.40336	12	36	1.515	0.151	0.971	Y
V1054	26.06.05	53548.47419	24	12	4.989	0.421	0.791	Y *
V1054	26.06.05	53548.48919	24	276	10.492	0.313	0.862	H *
V1054	02.07.05	53554.36689	48	60	5.449	0.212	0.968	Y *
V1054	03.07.05	53555.33448	528	36	33.813	0.209	0.9	Y
V1054	03.07.05	53555.33921	336	624	103.740	0.231	0.953	Y

EK.3 : DÖNEM ANALİZİ SONUÇLARI

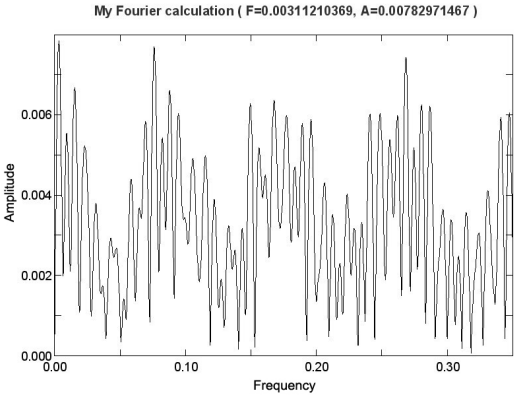
Program yıldızlarının V bandı verisine, Scargle (1982) yöntemini kullanan PERIOD04 (Lenz and Breger 2005) programı ile dönem analizi yapılmıştır. Her bir yıldız için elde edilen güç tayfları aşağıda sunulmuştur. Her şeklin altında, güç tayfının hangi yıldıza ve hangi gözlem sezonuna ait olduğu belirtilmiştir.



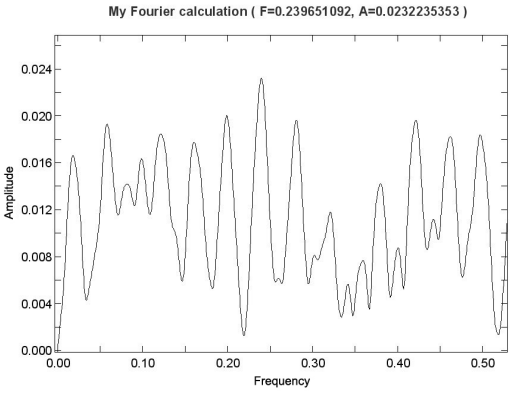
AD Leo / 2004 – 2005



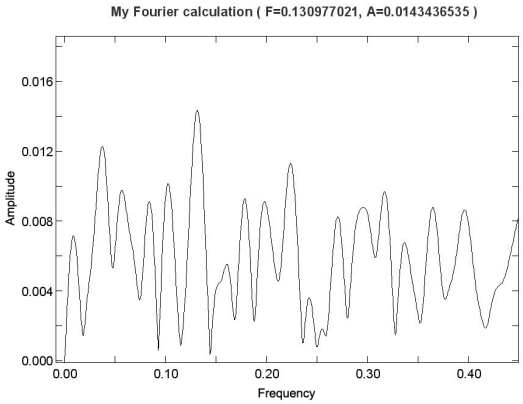
AD Leo / 2005 – 2006



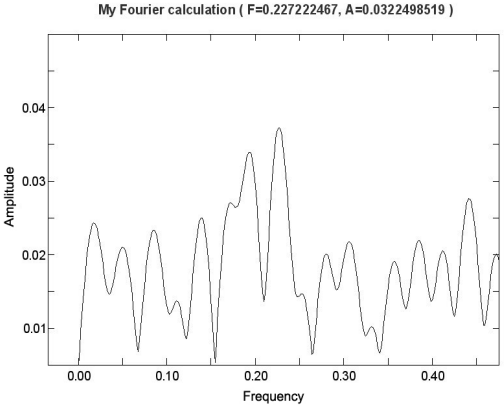
AD Leo / 2006 – 2007



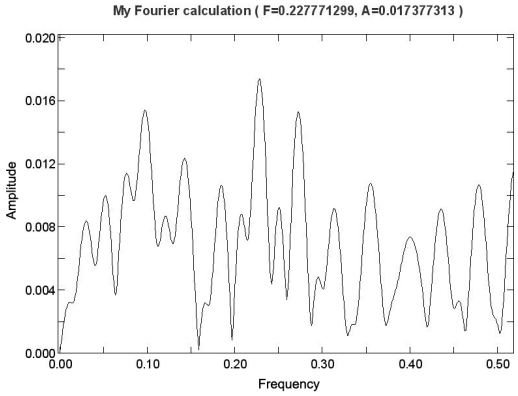
EQ Peg / 2004



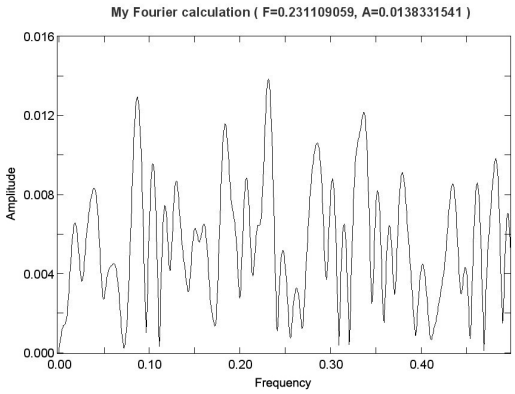
EQ Peg / 2005



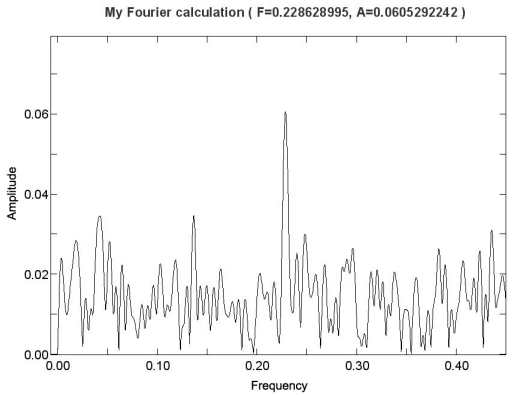
EV Lac / 2004 (1. Grup)



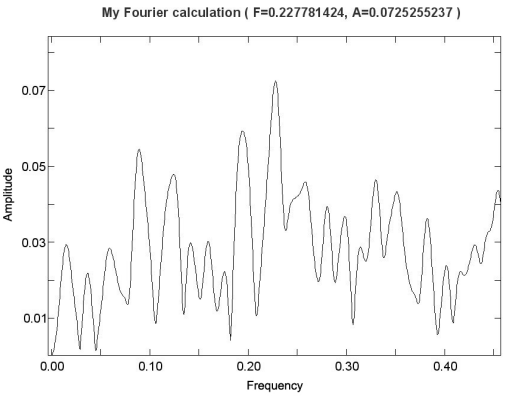
EV Lac / 2004 (2. Grup)



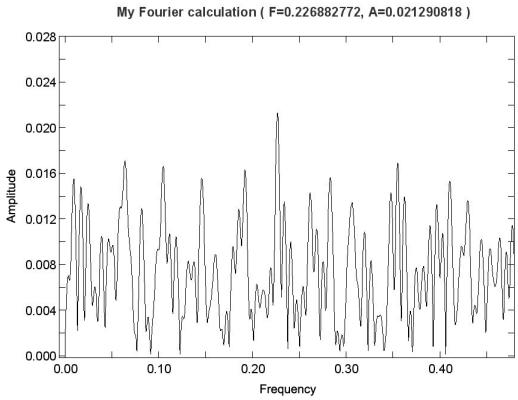
EV Lac / 2004 (3. Grup)



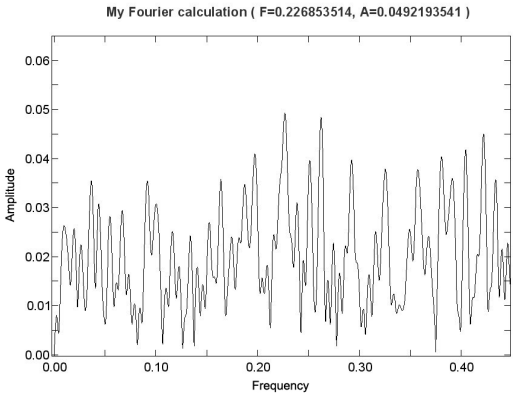
EV Lac / 2004 (4. Grup)



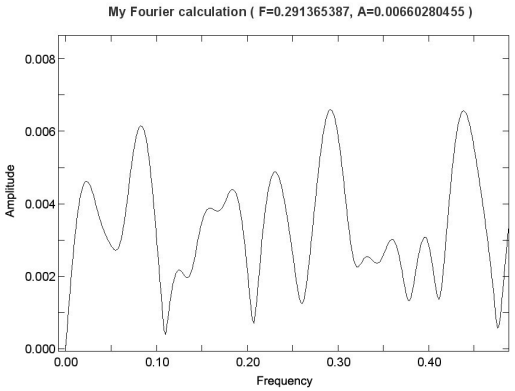
V1005 Ori / 2004 – 2005



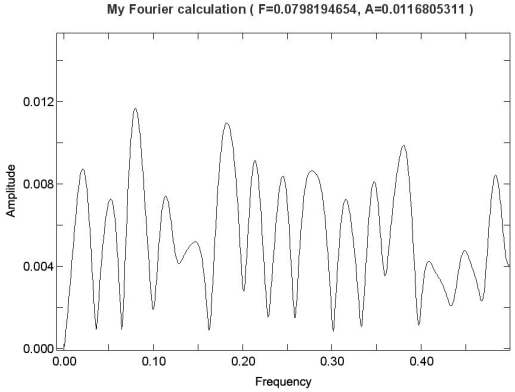
V1005 Ori / 2005 – 2006



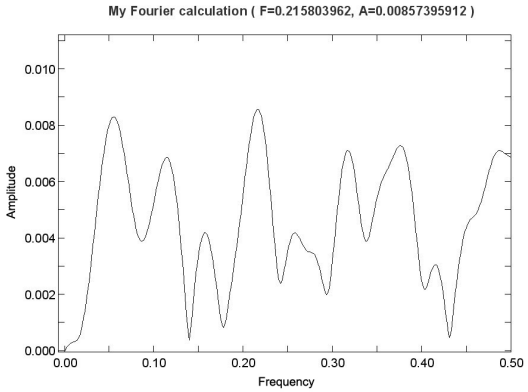
V1005 Ori / 2006 – 2007



V1054 Oph / 2004

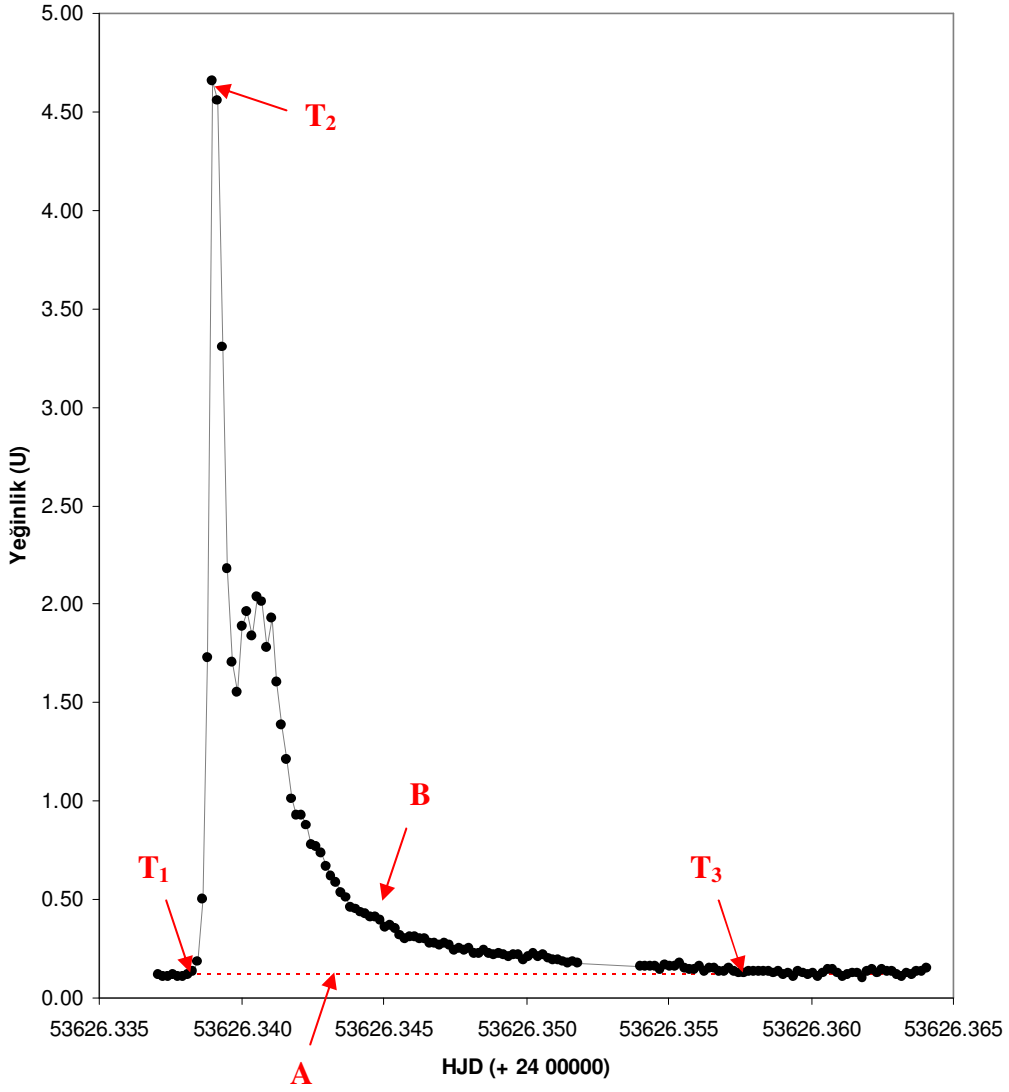


V1054 Oph / 2005



V1054 Oph / 2006

EK.4 : FLARE PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI



Şekilde görülen flare, 12 Eylül 2005 gecesi EQ Peg gözleminde elde edilmiş bir flaredir. Şekilde A ile gösterilen kesikli çizgi, gözlem yapılan gece için hesaplanan temel parlaklık düzeyini belirtir. B ile gösterilen eğri ise flare parlamasıyla ortaya çıkmış ışık eğrisidir. Böyle bir flare örneğinde hesaplanan flare parametrelerinden bazıları şunlardır:

a) Flare Parlama Süresi ($\mathbf{T_r}$): Saniye biriminde, T_1 ile T_2 arasında kalan zamandır.

b) Flare Sönümlenme Süresi ($\mathbf{T_d}$): Saniye biriminde, T_2 ile T_3 arasında kalan

zamandır.

c) Flare Toplam Süresi (**T_t**): Saniye biriminde, flare parlama ve sönümlenme süreleri toplamı.

d) Flare Eşdeğer Süresi (**Pu**): U bandı için (08) eşitliğiyle tanımlanmış olan ve flate enerjisinin büyüklüğünü belirleyen ve her bir flare için değişen parametredir. Bu parametre ile hesaplanan Pu paramatresi, A doğrusu ve B eğrisi arasında kalan alana eşittir. Birimi saniyedir.

e) Flare Genliği (**Delta U**): Kadir biriminde, T_2 noktasının A düzeyinden yüksekliğidir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 20.05.1979

Doğum Yeri : İZMİR

Mezun Olduğu Okullar:

1985/1990 Kuşçuburun İlköğretim Okulu *(İlk Okul)*

1990/1993 Torbalı Gazi İlköğretim Okulu *(Orta Okul)*

1994/1996 Torbalı Lisesi *(Lise)*

1996/2000 E.Ü. Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bil. Böl. *(Lisans)*

2000/2003 Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü *(Yüksek Lisans)* *****

2003/... Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora) ******

Yabancı Dili: İngilizce EÜ Yabancı Diller Seviye Tespit, 90 puan;
2004 Mayıs Dönemi KPDS, 58 puan

BİLİMSEL MAKALELER:

1. **Dal, H. A.**, Taş, G., **2003**, *"New Photoelectric Photometry of the Young Star LO Pegasi"*, IBVS, 5390.
2. Taş, G., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Göker, U. D., Tığrak, E., Yiğen, S., Özdarcan, O., Topçu, A. T., Güngör, C., Çelik, S., Evren, S., **2004**, *"Times of Minima for Some Eclipsing Binaries"*, IBVS, 5548.
3. İbanoğlu, C., Evren, S., Taş, G., Çakırlı, Ö., Bozkurt, Z., Afşar, M., Frasca, A., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Özdarcan, O., Çamurdan, D. Zengin, Çamurdan, M., Frasca, A., **2007**, *"Spectroscopic and photometric observations of selected Algol-type binaries - I. V1665 Aquilae and AG Arietis"*, MNRAS, 380, 1422.
4. İbanoğlu, C., Evren, S., Taş, G., Çakırlı, Ö., Bozkurt, Z., Afşar, M., Frasca, A., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Özdarcan, O., Çamurdan, D. Zengin, Çamurdan, M., **2008**, *"Spectroscopic and photometric observations of the selected Algol-type binaries - II. V2080 Cygni and V2365 Ophiuchi"* MNRAS, 384, 331.

5. İbanoğlu, C., Evren, S., Taş, G., Çakırlı, Ö., Bozkurt, Z., Afşar, M., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Özdarcan, O., Çamurdan, D. Zengin, Çamurdan, M., Frasca, A., **2008**, *"Spectroscopic and photometric observations of the selected Algol-type binaries - III. LL Aquarii, MP Delphini and NSV 20913"* MNRAS, 390, 958.
6. İbanoğlu, C., Evren, S., Taş, G., Çakırlı, Ö., Bozkurt, Z., Afşar, M., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Özdarcan, O., Çamurdan, D. Zengin, Çamurdan, M., Frasca, A., **2009**, *"Spectroscopic and photometric observations of the selected Algol-type binaries - IV. V799Cassiopeiae, BX Piscium and HD 172189"* MNRAS, 392, 757.
7. Taş, G., Evren, S., Özdarcan, O., **Dal, H. A.**, Sipahi, E., **2009**, *"New Photometry of Blue Stragglers in Four Galactic Open Clusters"*, IBVS, 5879.

ULUSAL ASTRONOMİ KONGRELERİNDE SUNULAN BİLDİRİLER:

1. **Dal, H. A.**, Taş, G., Evren, S., **2002**, *"Ultra Rapid Rotator: LO Pegasi"* XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı, Akdeniz Üniversitesi, Antalya (Poster Sunum), p.366.
2. **Dal, H. A.,** Taş, G., Evren, S., Sipahi, E., **2004**, "*Lo Pegasi'nin Yüzey Özelliklerindeki Hızlı Değişimler"* XIV. Ulusal Astronomi Toplantısı, Erciyes Üniversitesi, Kayseri (Sözlü Sunum), p.53.
3. **Dal, H. A.,** Evren, S., **2006,** "*EV Lac'ın Flare ve Leke Aktivitesi"* XV. Ulusal Astronomi Toplantısı, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul (Sözlü Sunum), p.211.
4. Özdarcan, O., Evren, S., Taş, G., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, **2006**, "Genç ve Hızlı Dönen Aktif Yıldız V889 Herculis'te Fotometrik Dönem Değişimi" XV. Ulusal Astronomi Toplantısı, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul (Sözlü Sunum), p.563.
5. **Dal, H. A.**, Evren, S., **2008**, "*Flare Mekanizmalarının Karşılaştırılması Açısından AD Leo ve DO Cep Flarelerinin İstatistiksel Analizi*", XVI. Ulusal Astronomi Toplantısı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale (Sözlü Sunum) , p.864.
6. İbanoğlu, C., Evren, S., Taş, G., Çakırlı, Ö., Bozkurt, Z., Afşar, M., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Özdarcan, O., Çamurdan, D. Zengin, **2008**, "*Algol*

Türü Örten Çift Yıldızların Işıkölçüm ve Tayf Gözlemleri", XVI. Ulusal Astronomi Toplantısı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale (Sözlü Sunum), p.661.

7. Taş, G., Evren, S., İbanoğlıu, C., Özdarcan, O., **Dal, H. A.**, Sipahi, E., Kıran, E., **2008**, "*NGC 1342 Kümesinin Mavi Aykırı Yıldızları*", XVI. Ulusal Astronomi Toplantısı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale (Poster Sunum), p.1328.

ULUSAL ÖĞRENCİ ASTRONOMİ KONGRELERİNDE SUNULAN BİLDİRİLER:

1. Fıstıkçı, S., Kazan, S., Denizelli, A. M., **Dal, H. A.**, **2006**, "*Güneş-Yer-Ay Dizgesinin Yer Kabuğu Hareketlerine Etkisi*" IV. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul (Sözlü Sunum), p.1089.
2. Cin, M., Yılmaz, B., Karan, Y., Aktürk, N., Adayan, C., **Dal, H. A**., **2006**, "*Manyetik Aktivite Nedeniyle Güneş Işınımındaki Değişimin Yer İklimine Etkisi*" IV. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul (Sözlü Sunum) , p.1041.
3. Şen, Ş., Aydemir, İ., İkiz, T., Torpil, D., **Dal, H. A.**, Evren, S., **2008**, *"ITSD: SSP Türü Fotoelektrik Fotometreler İçin Yazılan Yeni Bir Gözlem Programı"* V. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale (Sözlü Sunum) , p.504.

ARAŞTIRMA PROJELERİ:

1. Evren, S., Taş, G., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Özdarcan, O., *"Geri Tür Yıldızlarda Diferansiyel Dönmenin Saptanması"*, E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fon Başkanlığı, Proje No: 2002/FEN/041.
2. Taş, G., **Dal, H. A.**, *"Çok Hızlı Dönen, Tek yıldız: LO Peg"*, E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fon Başkanlığı, Proje No: 2003/FEN/002
3. İbanoğlu, C., Taş, G., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Tığrak, E., Özdarcan, O., *"BY Dra Türü Yıldız YY Gem'de Flare :Işıkölçümü"*, E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fon Başkanlığı, Proje No: 2004/FEN/011.
4. İbanoğlu, C., Evren, S., Taş, G., Çakırlı, O., Afşar, M., Bozkurt, Z., Sipahi, E., **Dal, H. A.**, Zengin Çamurdan, D., Çamurdan, M., Özdarcan,

O., *"Seçilmiş Algol Türü Örten Çiftlerin Işıkölçümü ve Tayfsal Gözlemleri"*, TÜBİTAK Araştırma Projesi, Proje No: 105T276.

5. **Dal, H. A.**, Evren, S., *"Kırmızı Cücelerde Flare Karakteri ve Leke Aktivitesi"*, E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fon Başkanlığı, Proje No: 2005/FEN/051.
6. Taş, G., Evren, S., İbanoğlu, C., Sipahi, E., **Dal, H. A.,** Özdarcan, O., "Bazı Açık Yıldız Kümelerindeki Mavi Aykırı Yıldızların Araştırılması", E. Ü. Fon Saymanlığı, Proje No: 2005 / FEN / 050.

GÖREVLER:

1. Araştırma Görevlisi (Başlama Tarihi: 31 Aralık 2004, Devam Etmekte)
2. EÜ. Fen Fakültesi Sosyal Faliyetler Komisyonu Üyeliği (Başlama Tarihi: Ocak 2004, Bitiş Tarihi: Ocak 2009)

ÖĞRETİM ELAMANI YARDIMCILIĞI YAPTIĞI DERSLER:

2004 – 2005 Bahar dönemi ile 2008 – 2009 Bahar dönemi arasında, aşağıdaki derslerde "öğretim elamanı yardımcısı" olarak görev yapmıştır.

1. 2004 – 2005 Bahar Dönemi: Genel Astronomi II, Astronomi Aletleri, Analitik Geometri
2. 2005 – 2006 Güz Dönemi: Genel Astronomi I, Pratik Astronomi, Yörünge Geometrisi
3. 2005 – 2006 Bahar Dönemi: Genel Astronomi II, Astronomi Aletleri, Güneş Sistemi
4. 2006 – 2007 Güz Dönemi: Genel Astronomi I, Pratik Astronomi, Yörünge Geometrisi
5. 2006 – 2007 Bahar Dönemi: Genel Astronomi II, Astronomi Aletleri, Güneş Sistemi
6. 2007 – 2008 Güz Dönemi: Yörünge Geometrisi, Güneş Sistemi
7. 2007 – 2008 Bahar Dönemi: Küresel Astronomi, Bilim İngilizcesi
8. 2008 – 2009 Güz Dönemi: Yörünge Geometrisi, Güneş Sistemi
9. 2008 – 2009 Bahar Dönemi: Işıkölçüme Giriş, Astronomide Veri Analizi

KATILDIĞI OKULLAR:

1. 1. Temel Bilimler Yaz Okulu, "*Astronomide Matematiksel Yöntemler"*, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 25-29 Ağustos, 2003.

2. 3. Temel Bilimler Yaz Okulu, "*Linux ve Matematik"*, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 29 Ağustos-3 Eylül, 2005.

3. 6. Temel Bilimler Yaz Okulu, "*IRAF & Tayfsal İndirgeme"*, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 11-17 Ağustos, 2008.

SEMİNERLER:

1. 02 Mayıs 2003, *"Ultra Hızlı Dönücüler ve LO Pegasi"*, E.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir.
2. 30 Nisan 2004, "*Eğitim ve Öğretim*", E.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir.
3. 07 Mayıs 2004, *"Manyetik Ap ve Bp Yıldızlarının Özellikleri ve Fotoelektrik Gözlemleri"*, E.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir.
4. 04 Mart 2005, *"Flare yıldızı V1054 Oph ve EÜO gözlemleri"*, E.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir.
5. 23 Mart 2006, "29 Mart *2006 Tam Güneş Tutulması*", EBİLTEM 1. Bilim Teknoloji Günleri, İzmir.
6. 26 Mayıs 2006, *"Kırmızı Cücelerde Optik Flarele İlişkin Kuramlar ve Gözlemler"*, E.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir.
7. 24 Ekim 2008, "*Güneş Sokağı*", 24 Ekim Öğretmenler Günü Çalıştayı, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi.
8. 11 Mayıs 2007, "*Uzay ve Ege'den Ona Açılan Pencere: Ege Üniversitesi Gözlemevi*", Foça Belediyesi, Halk Eğitim – Kültür Sanat Günleri.
9. 04 Nisan 2008, "*HR Diyagramında ve Gökadada Flare Yıldızlarının Aktivite Davranışı* ", E.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir.
10. 04 Nisan 2009, "*Uzay Boşluğunda Dünya ve Küresel Isınma*", Afyon Kocatepe Üniversitesi – Türk Eğitim Vakfı, Halk Eğitim Günleri, Türk Eğitim Vakfı Eğitim Parkı.
11. 05 Ağustos 2009, "*Evren ve Ege Üniversitesi Gözlemevi*", 4001 Nolu TÜBİTAK Projesi: Yeşil Teknik Doğa Eğitimi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa Spil Dağı Milli Parkı.

DİĞER AKTİVİTELER:

1. 1997-2001 yılları arasında EÜ Gözlemevi'nde düzenlenen Amatör Astronomlar Yaz Okulu'nda seminerler.
2. 1998-2002 yılları arasında beş yıl boyunca TÜBİTAK tarafından düzenlenen Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenlikleri'nde Astronomi üzerine seminerler.
3. Çeşitli tarihlerde değişik dergilerde popüler astronomi üzerine makaleler.
4. Birçok ortaokul ve lisede genel astronomi alanında güncel konferans ve seminerler.

NOTLAR:

***** 2000/2003 yılları arasında Yrd. Doç. Dr. Günay TAŞ danışmanlığında, "*Çok Hızlı Dönen, Tek yıldız: LO Peg"* başlıklı yüksek lisans tezi hazırlandı. Genel bağlamda tez konusu, son on yıllık süreçte ön plana çıkan genç ve hızlı dönen yıldızlarda gözlenen kromosferik aktivite ve bu tür yıldızların davranışlarını kapsamaktadır. Bu tez konusu bağlamında bulunan sonuçlar, uluslararası bir bülten ve ulusal kongrelerde sunulan iki bildiri ile yurt içi ve yurt dışına duyurulmuştur. E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fon Başkanlığı'na 2002/FEN/041 nolu proje olarak sunulmuş ve kabul edilip desteklenmiştir.

****** 2004 yılında başlayan ve devam eden, *"Kırmızı Cücelerde Flare Karakteri ve Leke Aktivitesi"* başlıklı doktora tez çalışması, Prof. Dr. Serdar EVREN danışmanlığında yürütülmektedir. İlk sonuçları ulusal kongrelerde iki ayrı bildiri ile yurt içine duyurulan çalışmanın kesin sonuçlarına ulaşılmış ve bu sonuçların uluslararası bilim dünyasına duyurulması için üç ayrı makaleden oluşan bir makale serisi düşünülmüştür. İlk iki makalesinin ön hazırlığı biten serinin, üçüncü makalesi üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fon Başkanlığı'na 2005/FEN/051 nolu proje olarak sunulmuş ve kabul edilip desteklenmiştir.