T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

SOĞUK YILDIZ LEKELERİNİN BOYLAMSAL GÖÇ HAREKETİNDE GÖRÜNEN SALINIMLAR

Yüksek Lisans Tezi

Nurhan Özlem KAYA

Astronomi ve Uzay Bilimleri

İzmir
2020

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

SOĞUK YILDIZ LEKELERİNİN BOYLAMSAL GÖÇ HAREKETİNDE GÖRÜNEN SALINIMLAR

Nurhan Özlem KAYA

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hasan Ali DAL

Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü
Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Yüksek Lisans Programı

İzmir
2020

Nurhan Özlem KAYA tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan "**Soğuk Yıldız Lekelerinin Boylamsal Göç Hareketinde Görünen Salınımlar**" başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve **7/12/2020** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:		**İmza**
Jüri Başkanı	**: Prof. Dr. Ahmet ERDEM**	**.....**
Raportör Üye	**: Doç. Dr. Esin SİPAHİ**	**.....**
Üye	**: Doç. Dr. Hasan Ali DAL**	**.....**

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "**Soğuk Yıldız Lekelerinin Boylamsal Göç Hareketinde Görünen Salınımlar**" başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

7/12/ 2020

İmzası

Nurhan Özlem KAYA

ÖZET

SOĞUK YILDIZ LEKELERİNİN BOYLAMSAL GÖÇ HAREKETİNDE GÖRÜNEN SALINIMLAR

KAYA, Nurhan Özlem

Yüksek Lisans Tezi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hasan Ali DAL

Aralık 2020, 134 sayfa

Bu tezde, anakolda F ile M tayf türleri arasında sıcaklıklara sahip olan aktif yıldızlar üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin davranışları ve sergiledikleri boylamsal göç hareketinde görülen salınımlar tespit edilmiş ve bu salınımların nedenlerinin neler olabileceği yorumlanmıştır.

Tez kapsamında; literatürde pek fazla çalışması olmayan, aranılan kriterlere uygun olup ışık eğrilerinde soğuk leke kaynaklı sinüzoidal değişim gösteren 10 adet çift sistem seçilmiştir ve sistemlere ait Kepler Uydusu tarafından elde edilen yüksek çözünürlüklü gözlem verileri alınarak analizler gerçekleştirilmiştir. Lekelerin davranışının incelendiği sistemler; KIC 4357272, KIC 6025466, KIC 6058875, KIC 6962018, KIC 7798259, KIC 9210828, KIC 11706658, KIC 12599700, KIC 8669092, KIC 7671594'tür. Sistemlerdeki aktif bileşenler üzerindeki lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin (θ_{min}) değişimi ve artıklarının tespit edilip yorumlandığı bu tez içerisinde ayrıca; 6 adet sistemin ışık eğrisi analizi, 2 adet sistemin de flare analizi gerçekleştirilerek bazı temel parametreler elde edilmiştir.

Yapılan tüm analizler dahilinde, tezin tartışma kısmında genel bir karşılaştırılma yapılarak elde edilen tüm sonuçların tutarlı olduğu görülmüştür. F ile M tayf türleri arasında farklı sıcaklıklara sahip olan aktif yıldızların üzerindeki lekelerin boylamsal göç dönemlerinin, (B-V) ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak değiştiği bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Yıldız Lekeleri, Aktivite, Örten Çift, Flare Aktivitesi, Kromosferik Aktivite.

ABSTRACT

THE OSCILLATIONS SEEN IN THE LONGITUDINAL MIGRATION OF THE COOL STELLAR SPOTS

KAYA, Nurhan Özlem

MSc in E.U., Department of Astronomy and Space Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hasan Ali DAL

December 2020, 134 pages

In this thesis, the behavior of cool starspots on active stars having temperatures between F and M spectral types in the main-sequence and the oscillations in the longitudinal migration they exhibit were determined and the reasons for these oscillations were interpreted.

Within the scope of the thesis, 10 binary systems were selected, which did not have much work in the literature, were suitable for the criteria sought and showed sinusoidal changes in the light curves due to cool spots, and analyzes were carried out by taking the high-resolution observation data obtained by the Kepler Satellite. The systems which the behavior of spots is examined: KIC 4357272, KIC 6025466, KIC 6058875, KIC 6962018, KIC 7798259, KIC 9210828, KIC 11706658, KIC 12599700, KIC 8669092, KIC 7671594. In this thesis, the longitudinal migration, thetamin (θ_{min}) exchange and its residuals of the spots on the active components in the systems are determined and interpreted. Some basic parameters were obtained by performing light curve analysis of 6 systems and flare analysis of 2 systems.

As a result of all analysis, it was seen that all the results obtained by making a general comparison in the discussion part of the thesis were consistent. It has been found that the longitudinal migration periods of spots on active stars having different temperatures between F and M spectral types change as a function of their (B-V) and temperature.

Keywords: Stellar Spots, Activity, Eclipsing Binary, Flare Activity, Chromospheric Activity.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimine belirli hayaller ve amaçlar edinerek başlamıştım. Tez konumun belirlenmesiyle beraber, daha da umut dolu ve istekli bir öğrenci olmuştum. Çünkü, danışmanım Doç. Dr. Hasan Ali DAL 'ın bana inanarak önerdiği konunun tamamen bir ilk olacağı ve gelecekteki birçok çalışmaya ışık olacağı beni heyecanlandırmıştı. Eylül 2019'da çalışmalarına başladığımız tezimin birçok aşamasında zorlandım, inancımı bir noktada kaybettim; fakat yılmadım. Bu aşamaya gelirken de tüm insanlığın etkilendiği ve birçok çalışmanın iptal olduğu Covid-19'un yarattığı ortamdan, inancım ve etrafımdaki insanların desteğiyle çıktım. Tezimizin sonucunda elde ettiğimiz sonuçlardan son derece memnunum ve geleceğe ışık tutacak olması beni daha da mutlu etmektedir. Yüksek lisans eğitiminin 2 senesi, bu süreçte benim için daha fazla seneye tekâmül etmiş gibi görünmektedir. Fakat bu süreçte, edindiğim bilgiler ve olgunluk seviyesi üst düzeydedir.

Tüm insanlığın daha sağlıklı günlerde daha bilinçli bir zamanda yararlanabileceği bir araştırma olmasını dilerim.

Gelecekteki bilim insanlarına saygı ve sevgiyle.

İZMİR

7/12/2020

Nurhan Özlem KAYA

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK iii

KABUL ONAY SAYFASI v

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI vii

ÖZET ix

ABSTRACT xi

ÖNSÖZ xiii

İÇİNDEKİLER DİZİNİ xv

ŞEKİLLER DİZİNİ xx

ÇİZELGELER DİZİNİ xxiv

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xxvi

1.GİRİŞ 1

1.1 Bir Yıldız Olarak Güneş ve Lekeleri 1

1.1.1 İlk Gözlemler 1

1.1.2 Güneş Lekelerinin Yapısı ve Özellikleri 3

1.2 Yıldız Aktivitesinin Davranışı 4

1.2.1 Güneş-Yıldız İlişkisi 5

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

1.2.2 Yıldızlarda Leke Modelleme Yöntemleri 5

1.2.3 Manyetik Aktivite Gösteren Yıldızlar 9

1.2.4 Yıldız Lekelerinin Özellikleri 10

1.3 Tez Konusu Kapsamında İncelenen Sistemler 16

1.3.1 KIC 04357272 16

1.3.2 KIC 06025466 16

1.3.3 KIC 06058875 17

1.3.4 KIC 06962018 17

1.3.5 KIC 07798259 17

1.3.6 KIC 09210828 18

1.3.7 KIC 11706658 18

1.3.8 KIC 12599700 18

1.3.9 KIC 08669092 19

1.3.10 KIC 07671594 19

2.VERİ VE ANALİZ 20

2.1 Yıldızların Verileri 20

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.2 Kullanılan Yöntemler 23

2.2.1 Işık Eğrisi Analizleri 24

2.2.2 Flare Aktivitesi ve Flare Parametreleri 27

2.2.3 Tutulmalar Dışı Sinüs Benzeri Değişimler 33

2.2.4 Boylamsal Leke Göç Hareketi Tespiti 34

2.2.5 Leke Göç Hareketinde Görünen İkinci Derece Değişimler 47

3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA 53

3.1 Işık Eğrisi Analizleri 53

3.2 Flare Analizleri 54

3.3 Sinüzoidal Benzeri Değişim ve Thetamin 55

3.3.1 KIC 04357272 55

3.3.2 KIC 06025466 57

3.3.3 KIC 06058875 58

3.3.4 KIC 06962018 59

3.3.5 KIC 07798259 60

3.3.6 KIC 09210828 62

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.3.7 KIC 11706658 63

3.3.8 KIC 12599700 64

3.3.9 KIC 08669092 66

3.3.10 KIC 07671594 67

4. GENEL DEĞERLENDİRME 69

KAYNAKLAR DİZİNİ 77

TEŞEKKÜR 86

ÖZGEÇMİŞ 87

EKLER 89

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Sayfa

2.1. KIC 11706658, KIC 6025466, KIC 8669092 ve KIC 4357272 sistemlerinin LC verisi üzerinden evreye göre çizdirilmiş ışık eğrileri 21

2.2 KIC 6058875, KIC 6962018, KIC 7798259 ve KIC 9210828 sistemlerinin LC verisi üzerinden evreye göre çizdirilmiş ışık eğrileri 21

2.3 KIC 7671594 ve KIC 12599700 sistemlerinin LC verisi üzerinden evreye göre çizdirilmiş ışık eğrileri 22

2.4 Her bir sistem için izlenilen yolları belirten şema 23

2.5 KIC 6058875, KIC 6962018, KIC 7798259, KIC 9210828 ve KIC 7671594 sistemlerinin ışık eğrisi analiz verileri 25

2.6 KIC 08669092 sisteminin ışık eğrisi analiz verisi 26

2.7 KIC 08669092 sistemine ait flare örnekleri 28

2.8 KIC 07671594 sistemine ait flare örnekleri 28

2.9 KIC 08669092 OPEA modeli.....32

2.10 KIC 07671594 OPEA modeli.....32

2.11 Sinyal Filtreleme ve Düzenleme programının ekran görüntüsü 35

2.12 Sinyal Filtreleme ve Düzenleme programına ait Fourier temsili şekilleri ...36

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil Sayfa

2.13 Sinyal Filtreleme ve Düzenleme programından elde edilen parametrelere ait ekran görüntüsü 39

2.14 KIC 04357272 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 40

2.15 KIC 06025466 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 41

2.16 KIC 06058875 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 41

2.17 KIC 06962018 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 42

2.18 KIC 07798259 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 42

2.19 KIC 09210828 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 43

2.20 KIC 11706658 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 43

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil Sayfa

2.21 KIC 12599700 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 44

2.22 KIC 08669092 sistemindeki aktif bileşene ait lekelerin boylamsal göç hareketi, thetamin değişimi ve artıkları 44

2.23 KIC 07671594 sistemindeki aktif bileşene ait lekenin boylamsal göç hareketi 45

2.24 KIC 09711751 sisteminin thetamin değişimi ve artıkları 45

2.25 KIC 767159, KIC 8669092 ve KIC 12599700 sistemlerindeki aktif bileşenlere ait lekelerin θ_{min} artıklarının frekans analiziyle elde edilen temsilleri. 48

2.26 KIC 6025466, KIC 4357272, KIC 6058875 ve KIC 6962018 sistemlerindeki aktif bileşenlere ait lekelerin θ_{min} artıklarının frekans analiziyle elde edilen temsilleri 48

2.27 KIC 9210828, KIC 7798259 ve KIC 11706658 sistemlerindeki aktif bileşenlere ait lekelerin θ_{min} artıklarının frekans analiziyle elde edilen temsilleri. 49

2.28 Sistemlerin (B-V) değerlerine karşı boylamsal leke göç dönemleri 69

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil Sayfa

2.29 Sistemlerin log(g) değerlerine karşı boylamsal leke göç dönemleri 69

2.30 Sistemlerin dönemlerine karşı boylamsal leke göç dönemleri 70

2.31 θ_{min} artıklarından elde edilen frekans dönemlerinin (B-V), log(g) ve dönem değerlerine göre değişimi 75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge Sayfa

2.1 Seçilen sistemlerin belirli parametreleri 22

2.2 İncelenen sistemlerin ışık eğrisi analizi ile elde edilen parametreleri. ... 25

2.3 KIC 8669092 sisteminin JKTEBOP yazılımı ile yapılan ışık eğrisi analizinden elde edilen parametreleri. 27

2.4 KIC 08669092 sisteminin flare için hesaplanan parametreleri 29

2.5 KIC 07671594 sisteminin flare için hesaplanan parametreleri..... 29

2.6 KIC 8669092 ve KIC 7671594 sistemlerinde gözlenen flarelere ait OPEA modeli parametreleri. 31

2.7 Sistemlerin aktif bileşenleri üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç dönemleri 46

2.8 θ_{min} artıklarının frekans analizi sonucunda elde edilen frekans ve dönem değerleri 50

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
$M_\odot$	Güneş Kütlesi
$R_\odot$	Güneş Yarıçapı
i	Yörünge Eğim Açısı
T_1	Baş Bileşenin Sıcaklığı (K)
T_2	Yoldaş Bileşenin Sıcaklığı (K)
a	Yarı Büyük Eksen Uzunluğu (AU)
P	Flare Eşdeğer Süresi (saniye)
N_i	Flare Frekansı
T_0	Başlangıç Minimum Zamanı (JD)
θ_{min}	Thetamin Değişimi

Kısaltmalar

MAST	The Mikulski Archive for Space Telescopes
KIC	Kepler Input Catalog
LC	Long Cadence
SC	Short Cadence
OPEA	One Phase Exponential Association
SFD	Sinyal Filtreleme ve Düzenleme

1. GİRİŞ

1.1. Bir Yıldız Olarak Güneş ve Lekeleri

1.1.1. İlk gözlemler

İnsanlığın var olduğu andan itibaren Güneş, bir enerji kaynağı olmasının dışında, günlük yaşamın bir parçası olmuştur. İlk medeniyetler kuşkusuz Güneş'in önemini fark ettikleri için, yıl içindeki hareketini gözlemişlerdir. Dolayısıyla insanlık var olduğundan bu yana, Güneş hep ilgi odağı olmuştur. Güneş; orta yaşlı, aktif, G2V tayf türünden bir tek yıldızdır. Benzer kütle ve sıcaklıktaki diğer yıldızlar gibi Güneş; iç kısmında bir çekirdek, bir radyatif bölge, dış kısmı konvektif bölge ve bu iki bölge arasında bir geçiş katmanından oluşmaktadır.

M.Ö. 165 yılında Güneş lekeleri, Çin'de çıplak gözle görülüp yazılı kayıtlara geçirilse de teleskopla ilk kez 1611 yılında gözlenmiştir. Bu keşif için, genel kaynaklarda İtalya'dan Galileo Galilei (1564-1642)'nin adı daha çok duyulmuş olsa da aynı yıl içerisinde farklı yerlerde yer alan; Hollanda'dan Johannes Goldsmid (Fabricius) (1587-1616), Almanya'dan Christopher Scheiner (1575-1650) ve İngiltere'den Thomas Harriot (1560-1621) da Güneş lekelerini ilk keşfeden insanlar olarak bilinmektedirler (Wilson, 1994; Thomas and Weiss'den, 2008).

Güneş lekelerinin keşfinden sonra, çalışmaların daha da artması beklenirken; belirli bir düşüş yaşanmıştır. Çünkü, Güneş üzerinde bir süreliğine çok az ya da hiçbir leke oluşmamıştır. Gustav Spörer (1822–1896), önceki Güneş lekeleri kayıtları üzerindeki araştırmaları ile 1645-1715 yılları arasında Güneş lekelerinin ortaya çıkmamasına dikkat çekmiştir (Spörer, 1889). Bununla birlikle, bu durum Ernest Maunder tarafından da ele alınmış ve "*Maunder Minimumu*" olarak adlandırılmıştır (Maunder, 1890, 1922).

Güneş lekeleri, 1705'ten itibaren tekrar gözlenmeye başlamıştır. Bu sırada Samuel Heinrich Schwabe (1789-1875), 43 yıl boyunca olası bir gezegen geçişini izlemek için, Güneş lekelerinin oluşumunu kayda almış ve elde ettiği gözlemleri inceleyip 1843 yılında güneş lekelerinin yaklaşık 11 yıllık bir süre içinde ortaya çıkıp sonrasında yok olduğunu keşfetmiştir. Buna "*Güneş Leke Çevrimi*" adı verilir (Thomas and Weiss, 2008). Fakat bundan 100 yıl kadar önce Güneş lekelerindeki değişimlerin, çevrimsel olduğu bilinmeden Kopenhag'daki bir

gözlemevinde kayıtlara geçirilmiştir. Rudolf Wolf (1816-1893) tarafından yapılan bu ilk gözlemlerle beraber her gün leke sayıları sayılıp ortalaması alınmıştır ve bu ortalama değerler "*Wolf Sayısı*" olarak adlandırılır. Bu sayılar yıllara göre noktalandığında, yaklaşık 11 yıllık döneme sahip değişimler ortaya çıkmaktadır. Her bir çevrim bir önceki çevrimle uyum sağlamamaktadır; çünkü leke sayıları her 11 yılda farklı şekillerde artıp azalma göstermektedir. Nitekim bu durum çevrimlerin düzensiz bir şekilde ilerlediğini göstermektedir. Güneş'teki lekelerin enlemler arasındaki göçü, çok iyi bilinen "*Kelebek Diyagramını*" oluşturmaktadır. Bu diyagramda açık bir şekilde hem lekelerin 11 yılda artıp azalması hem de çevrimsel değişimi net bir şekilde görülmektedir.

Schwabe'nin keşfinden sonra Richard Carrington (1826-1875), çok sayıda Güneş lekesinin gözlemini 1853-1861 yılları boyunca gerçekleştirmiştir. Bu gözlemlerinin sonucunda, Güneş lekelerinin bulundukları ortalama enlemin, leke çevriminin başından sonuna kadar azaldığını keşfetmiştir. 1856'da ise iki önemli keşif daha yapmıştır. İlki, Güneş leke çevrimi sırasında lekelerin bulunduğu enlemler arasındaki göç hareketinin, çevrimin başında yaklaşık ±40°'den başlayıp ±5°'ye ilerlediği şeklindedir. Bu süreçte, Güneş leke çevrimi başladığı andan itibaren, lekelerin alanı büyümekte ve konumları eşleğe doğru kaymaktadır. Lekelerin eşlek bölgesine ulaşmasından sonraki leke oluşumu, 11 yıllık leke çevriminin tekrar başlamasına ve yaklaşık ±40° enlemlerinde tekrar lekelerin ortaya çıkmasıyla devam etmektedir. İkinci olarak da alt enlemlerde yer alan lekelerin yüksek enlemlerdeki lekelere göre daha hızlı hareket ettiği ve buradan da Güneş'in katı bir cisim gibi dönmediği sonucuna varılmıştır (Thomas and Weiss, 2008). Güneş'in bu dönüşüne "*diferansiyel dönme*" adı verilir ve Güneş üzerindeki lekeler aracılığıyla bulunmuş önemli bir keşiftir. Ayrıca, Güneş'in iç katmanlarında çalışmakta olan manyetik dinamonun en belirgin kanıtlarından biridir (Kövari and Oláh, 2015).

Yaklaşık otuz yıl sonrasında George Ellery Hale (1868-1938) tarafından elde edilen Güneş lekesi tayflarının karşılaştırılması ile Güneş lekelerinin, çevresindeki plazmadan (~6000 K) daha soğuk (~4000-4500 K) olduğu bulunmuştur. Ayrıca hassaslaştırılmış plaklar kullanılarak, atmosferin sıcaklığının dışarıya doğru arttığı bulunmuş ve kromosferdeki güçlü Hidrojen çizgileri olan H_α tayfları elde edilmiştir. 1924'te ise 11 yıllık Güneş leke çevriminin aslında 22 yıllık manyetik çevriminin bir parçası olduğu anlaşılmıştır (Hale and Nicholson 1938; Wilson'den, 1994). Güneş'te manyetik aktivite kökenli CaII H&K salma

çizgilerini ve fotosferdeki süpergranülleri ana hatlarıyla gözleyen ilk kişi George Ellery Hale'dir (Bray and Loughhead, 1974; Thomas and Weiss'den, 2008).

1.1.2. Güneş lekelerinin yapısı ve özellikleri

Güneş lekelerinin oluşum mekanizması, dinamo modeline dayanmaktadır ve dinamo modeli konvektif katman ile radyatif katman arasındaki $0.73R_{\odot}$'e karşılık gelen geçiş katmanında ortaya çıkmaktadır. Bir Güneş leke çevriminin başlangıcında Güneş'in iç manyetik alanı bir kutuptan diğer kutba doğru poloidal bir şekilde hizalanmıştır. Ancak Güneş'in diferansiyel dönmeye sahip olmasından dolayı, eşlek bölgesindeki manyetik alan; kutuplardan daha hızlı dönmektedir. Bunun sonucunda manyetik alan çizgileri, burulmuş bir forma gelip zayıf bir poloidal alandan güçlü bir toroidal alana dönüşmektedir. Manyetik alan, Güneş'in eşlek bölgesinde daha fazla yoğunlaşmaktadır ve geçiş katmanında oluşan bu toroidal alan bileşeni, konveksiyon etkisi ve manyetik yüzdürme kuvveti ile yüzeye doğru çıkarak Güneş lekelerini oluşturmaktadır.

Güneş lekeleri, Güneş'in manyetik alanının yoğunlaşarak enerji akışını engellediği ve yüzeyin o parçasının bir miktar daha soğuk ve dolayısıyla daha karanlık olmasına sebep olduğu bölgelerdir. Tipik bir lekenin merkezi en karanlık ve manyetik alanın en yoğun olduğu bölgedir ve "*tam gölge*" olarak adlandırılmaktadır ki bölgenin sıcaklığı çevresindeki fotosfere göre ortalama 1700 K'den daha düşüktür. En dışa doğru uzanan ve tam gölge kısmını saran "*yarı gölge*" bölgede ise sıcaklık, tam gölgeye göre yaklaşık 1100 K daha sıcaktır; fakat fotosfere göre soğuktur.

Güneş lekeleri ve diğer manyetik kökenli yüzey özellikleri, genelde "*aktif bölge*" adı verilen bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Aktif bölgeler, ortalama 100.000 km çapa sahip bir alanı kaplayabildikleri gibi ay mertebesinde yaşam sürebilmektedirler. Geçici aktif bölgeler ise, 10.000 km çapında olup saat mertebesinden birkaç gün süreye kadar yaşamaktadırlar. Bu bölgelerde Güneş lekeleri dışında, yarı gölge bölgeye sahip olmayan, sadece tam gölgeden oluşan ve nispeten daha küçük bir alan kaplayan "*gözenekler*" de vardır. Aktif bölgelerdeki gözeneklerin yaşam süreleri 10 dakikadan 1 güne kadar değişmektedir; fakat tipik bir gözeneğin yaşam süresi 1 saatle sınırlıdır. Küçük gözenekler genelde kaybolurken, büyük olan gözenekler yoğun manyetik aktivite sırasında; diğer gözeneklerle bir araya gelerek yarı gölgeli büyük bir leke oluşturabilirler (McIntosh, 1981; Vrabec, 1971; Zwaan, 1985, 1992; Thomas and Weiss'den, 2008).

Büyük bir leke, sadece gözeneklerin birleşmesiyle değil; aynı zamanda yarı gölgeleri olan küçük lekelerin birleşmesiyle de oluşabilir. Küçük lekelerin birleşmesi birkaç gün; büyük bir lekenin oluşması ise, birkaç hafta ya da daha fazla sürebilir. Oluşan Güneş lekeleri birkaç hafta veya bazen birkaç ay yaşam sürelerine sahip olabilirler ve tam olarak oluştuktan hemen sonrasında bozulma sürecine geçiş yapmaktadırlar. Güneş lekeleri, "*lider ve takipçi lekeler*" olarak ilerler. Bununla birlikte, lider ve takipçi lekelerin yaşam süreleri farklıdır. Takipçi lekeler, genelde daha hızlı bozulma sürecine girip birkaç gün yaşarken, lider lekeler daha yavaş bozulma süreci geçirerek yaklaşık birkaç ay yaşayabilirler (Bumba, 1963; Bray and Loughhead, 1964; Thomas and Weiss'den, 2008). Güneş lekelerinin bulundukları enlemler, şekillerini ve yaşam sürelerini etkileyebilir. Çünkü Güneş'in sahip olduğu diferansiyel dönme ile birlikte; düşük enlemlerde yer alan lekeler, yüksek enlemlerde yer alan lekelere göre Güneş üzerinde daha hızlı bir dönme hızına sahiptirler. Genellikle lider leke, onu izleyen takipçi lekelerden belli bir eğimle düşük enlemlerde yer almaktadır ve dolayısıyla burada dönme hızı biraz daha fazla olacağı için, iki leke arasında boylamsal bir kayma meydana geleceği ortadadır (Gilman and Howard, 1985). Bu durum, diferansiyel dönmenin Güneş lekeleri üzerinde etkisinin fazla olduğunu göstermektedir.

Uzun dönemli gözlem verileri, birçok durumun açıklanması ve yeni olguların keşfedilmesi için çok önemlidir. Berdyugina and Usoskin (2003) tarafından Güneş lekelerinin 120 yıllık fotometrik verisi analiz edilerek; aktif boylamların göçünün, Güneş lekelerinin bulundukları ortalama enlemindeki değişiklikler ve diferansiyel dönme ile belirlendiği bulunmuştur. Yaptıkları çalışmada, Güneş üzerindeki aktif boylamların her iki yarı kürede de 0.5 evre (180°) ile ayrıldığını; 120 yıllık süre boyunca bu şekilde devam ettiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca, diğer tek ve çift yıldızlardaki boylamsal göç hareketleri ile Güneş'inkini karşılaştırdıklarında, genel olarak çift sistem üyesi olan yıldızlarda bu göçün doğrusal bir şekilde ilerlediğini ifade etmişlerdir. Fakat; tek ve hızlı dönen yıldızlarda bu durumun değiştiğini ve göçün doğrusal olmayan bir formda gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Analizlerinin önemli bir sonucu olarak; aktif boylamların baskın aktivite sırasında hızla birbirleri arasında belirli aralıklarla geçiş yaptığını ve bu durumun da iç kısımdaki manyetik toroidal alanın salınımıyla ilişkili olabileceğini öngörmüşlerdir.

1.2. Yıldız Aktivitesinin Davranışı

Yıldızların da Güneş gibi olma fikri, XV. yüzyıla dayanmaktadır. O dönemlerde var olan düşünürler ve gökbilimciler, yıldızların uzaktaki Güneşler

olduğu fikrine inanmaktadır. O dönemlerden bu yana gelen bir düşünce dolayısıyla, Güneş'te gözlenen birçok özelliğin yıldızlarda da gözlenebilir olması olasıdır.

Yıldızların üzerinde gözlenen yıldız lekeleri, yıldız atmosferinde karanlık alanlar olarak görülen Güneş lekelerinin benzerleridir. Kron (1947) tarafından yapılan çalışmada, ilk defa bir yıldızda soğuk lekeler tespit edilmiştir. Kromosferik aktivite sergileyen yıldızlar; F2 ile M8 tayf türleri arasında, dış katmanları konvektif, genelde hızlı dönen soğuk yıldızlardır. Yıldız lekeleri, bu yıldızların dönme dönemlerini belirlemek için en doğru anahtardır ve ayrıca yıldız dinamosunu anlamada önemli rol oynamakta olan yüzey diferansiyel dönmesi hakkında da bilgi vermektedir (Thomas and Weiss, 2008). Dolayısıyla yıldızların üzerindeki yıldız lekelerinin takip edilmesi ve modellenmesi; bu yıldızları tanımak ve birçok bilinmeyen parametre ile birlikte evrimlerini anlayabilmek için önem verilmesi gereken bir olgudur.

1.2.1. Güneş-Yıldız ilişkisi

George Ellery Hale tarafından Güneş'te keşfedilen ve yıldız manyetik aktivitesinin en belirgin göstergesi olan, tayf gözlemlerinden elde edilen Ca II H&K salma çizgi profilleridir. 1970'li yıllarda 91 soğuk cüce yıldızın tayfları alınarak, CaII H&K salmaları incelenmeye başlanılmıştır (Wilson, 1978). Bu salma çizgileri, Joy and Wilson (1949) tarafından daha önceden 445 yıldızdan alınan tayflardan belirlenmiştir. Bu iki çalışma birleştirilerek, yıldızların CaII H&K çizgilerindeki eşdeğer genişlikler hesaplanmıştır. *"CaII HK Projesi"* adı verilen projeden önemli sonuçlar elde edilmiştir (Wilson, 1978). Bu çalışmanın sonucunda, özellikle derin dış konveksiyon bölgelerine sahip soğuk, geri tür (F, G, K ve M tayf türlerinde) ve genellikle çift sistem üyeleri olan yıldızlardan alınan tayflardaki çizgilerin eşdeğer genişliklerinin belli bir dönem artıp azalma gösterdiği ve bu artıp azalmanın belirli aralıklarla tekrarlandığı görülmüştür. Değişimler, Güneş'in leke çevriminde 11 yılda bir leke sayısının artıp azalması ile karşılaştırılmış ve yıldızlarda da yüzeydeki soğuk leke yapıları olduğuna kanaat getirilmiştir. Buradan da Wilson (1978), Güneş'te her ne ortaya çıkıyorsa, yıldızlarda da aynı süreçlerin yaşandığını ifade etmiş ve "*Güneş- yıldız ilişkisini*" ortaya koymuştur.

1.2.2. Yıldızlarda leke modelleme yöntemleri

Aktivite gösteren soğuk yıldızların yüzeylerinde bulunan lekelerin sistematik olarak izlenmesiyle elde edilen sonuçlardan, lekelerin sürekli ve bazen

de ani değişiklikler gösterdiği anlaşılmıştır. Gözlenen bu değişikliklerin kökeni; enlemsel ve boylamsal konumları, sıcaklıkları ve yaşam süreleri gibi lekelerin fiziksel özelliklerinde görülen değişimlerden kaynaklanmaktadır (Oláh, 2011). Bu değişimleri farklı yöntemlerle analiz etmekle beraber; Güneş'te gözlemlenen lekelerin çoğu özelliğinin bilinmesi gibi, yıldızların yüzeyinde bulunan lekelerin hem fiziksel özelliklerini hem de iç kısımlarında çalışan dinamoların Güneş'tekine benzer mi ya da farklı bir şekilde mi çalıştığını anlayabilmek ve belirleyebilmek için önemlidir. Yıldız yüzeyinde lekelerin tespit edilmesinden bu yana (Kron, 1947), lekelerin özelliklerinin daha belirgin ve doğru bir şekilde elde edilebilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Hem fotometrik gözlemler hem de tayfsal gözlemlerle yapılan çalışmalarda, son otuz yılda birçok yıldız lekelerinin fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Günden güne bu teknikler gelişmekte ve birçok yeni keşifler yapılmaktadır.

1.2.2.1. Fotometri

Yıldızların yüzeyi üzerindeki lekelerin birkaç yıldız dönüşü süresince devam eden bir yaşamları varsa, yıldızın dönme dönemi ile aynı olan fotometrik ışık eğrisi değişimlerinde kendilerini gösterirler ve böylece ışık eğrileri incelenerek tespit edilebilir.

Genellikle lekelerin tek tip veya belirgin tam gölgesel ve yarı gölgesel yoğunluklarda dairesel olduğu varsayılmaktadır (Budding, 1977; Vogt, 1981; Poe and Eaton, 1985). Bunun nedeni, fotometrik verilerle elde edilen ışık eğrilerinde, lekeden kaynaklı sinüzoidal değişimler gözlenmesidir. Bu yaklaşımla ışık eğrilerini modelleyip lekelerin sıcaklıkları, konumları ve yüzeyde kapladıkları alanlar yakın değerlerle belirlenebilmektedir. Fotometride bunun için kullanılan yöntem *"ışık eğrisi modelleme"* veya *"leke modelleme"* olarak adlandırılmaktadır. Burada kullanılan teknik, varsayılan sıcaklıklarda belirli şekil ve boyuttaki lekeli alanların dağılımını deneme yanılma yöntemi ile yıldızın fotometrik olarak elde edilen ışık eğrisine uydurarak modellenmesidir. Çoğu durumda tek bir leke, modellenen ışık eğrisine uymamaktadır. Bu yüzden iki veya daha fazla leke dahil edilerek, en iyi şekilde modellenmeye çalışılmaktadır (Thomas and Weiss, 2008). Örneğin; SPOTMODEL programı (Ribárik, 2002; Ribárik et al., 2003), ışık eğrilerini modelleyerek yıldız lekelerinin boylamı, enlemi ve sıcaklığı hakkında bilgiler vermektedir. Fotometrik gözlemlerden elde edilen verilerde, en çok tercih edilen leke modelleme programlarından biridir.

Genel olarak bakıldığında, sadece bu yöntemle yıldız lekelerinin konumlarının, boyutlarının, şekillerinin ve sıcaklıklarının değerlerine kesin olarak ulaşmak pek mümkün değildir. Çok renk fotometri veya leke sıcaklıklarının; tayfsal veriyle beraber moleküler çizgiler ya da çizgi derinliği oranları kullanılarak bağımsız bir şekilde ölçülmesi ile elde edilecek ek bilgiler gereklidir. Çok renk fotometri ile kenar kararması dikkatli bir şekilde belirlenebilirse, modellemelerde soğuk yıldız lekelerinin sıcaklıkları ve yüzeydeki dağılımı hakkında sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

1.2.2.2. Tayfsal gözlemler

Tek başına fotometriden elde edilen verilerle; lekenin kapladığı alanı, konumu ve sıcaklığının, ışık eğrileri üzerindeki etkileri arasında tam olarak ayrım yapılamayabilir. Ancak lekenin özelliklerini belirleyebilmek için, tayfsal gözlemlerden elde edilen verilerin tayfsal yöntemlerle analizinden sonra ortaya çıkan yeni bilgilerin eklenmesiyle bu belirsizlikler ortadan kaldırılabilir. Tayfsal gözlemlerden elde edilen çizgi profillerinden hareket edilerek, iki farklı yöntemle lekelerin sıcaklık gibi önemli parametreleri elde edilebilmektedir.

Tayfta elde edilen çizgi profillerindeki çizgi derinlik oranlarının, yıldız atmosferindeki sıcaklıkların etkili bir göstergesi olduğu ve sıcaklıkları birkaç 10 derecelik hassasiyet içinde belirlemekte ideal olduğu, Gray (1994) tarafından belirtilmiştir. *Çizgi Derinlik Oranı tekniği* olarak adlandırılan bu teknikle, ayrıca leke sıcaklıklarının sağlıklı bir ölçümü yapılmaktadır (Gray, 1996; Catalano et al., 2002; Berdyugina'dan, 2005). Bir yıldızın görünür diski boyunca soğuk karanlık lekelerin geçişi, tayftaki soğurma çizgisi profillerinin derinliklerinde birtakım değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimlerin büyüklüğü, bazı sıcaklık duyarlılığı olan çizgilerde farklılık göstermektedir. Bu nedenle; sıcaklığa duyarlı olan bir çizgi ile sıcaklığa duyarlı olmayan bir çizginin derinlik oranları, yıldız yüzeyi boyunca hareket eden soğuk karanlık lekenin geçişi nedeniyle görülen sıcaklık değişimlerini belirlemekte iyi bir yöntemdir. Çizgi Derinlik Oranı tekniği; büyük yüzey özelliklerinin, aktivite çevrimleri (Gray et al., 1996) ve dönme modülasyonu (Toner and Gray, 1988) ile ilişkili sıcaklık değişimlerini tespit etmek için kullanılmaktadır.

Tayftaki gözlemlerde uygulanan diğer bir teknik ise, *Moleküler Çizgiler*'dir. Yüksek etkin sıcaklığa sahip yıldızların lekesiz fotosferinin tayfları alındığında moleküler soğurma çizgileri görülmemektedir. Bu çizgiler, sadece soğuk yıldız lekelerinin bulunduğu fotosferin tayfı alındığında oluşabilmektedir. Dolayısıyla

bu yıldızların üzerindeki lekelerin tespit edilebilmesi için, bu çizgiler idealdir. Uzun süredir güneş lekelerinin, özellikle tam gölge alanları için, ideal bir teşhis aracı olarak kullanılmaktadır (Berdyugina, 2005). Yıldız lekelerinden moleküler çizgi bantları ilk kez, Vogt (1979) tarafından incelenen K2 tayf türünden HD 224085 yıldızında bulunmuştur. Çünkü bu yıldızın tayfında TiO ve VO bantları gözlenmiştir ki, moleküler çizgileri göstermeyecek kadar sıcak olan bu yıldızda beklenmedik bir durumdur, dolayısıyla yıldız lekeleri olarak belirlenmiştir (Thomas and Weiss, 2008).

1.2.2.3. Doppler görüntüleme tekniği

Yaklaşık son kırk yıl boyunca, Doppler görüntüleme tekniği aktif yıldızlardaki yıldız lekelerini incelemek için yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Tekniğin ana fikri; yıldız yüzeyini haritalamak için, hızlı dönen yıldızların yüksek çözünürlüklü tayfsal çizgi profillerini kullanmaktır. Bu teknik, ilk olarak Ap yıldızlarının yüzeyindeki kimyasal özelliklerin haritalanması için kullanılmıştır (Goncharskii et al., 1977). Doppler görüntüleme tekniğinin yıldız lekeleri üzerinde yapılan çalışmalarının ilki bir RS CVn yıldızı olan HR 1099 (V711 Tau)'dur (Vogt and Penrod, 1983). Bu yıldız üzerindeki lekelerin varlığı, Eaton and Hall (1979) tarafından da daha önceden öne sürülmüştür. Ramsey and Nations (1980) tarafından da TiO molekül bantlarının varlığı ile doğrulanmıştır. HR 1099'un Doppler görüntülerinde elde edilen sonuçlara göre, iki tane büyük lekeye sahiptir ve bunlar birbirinden 120° ile ayrılan boylamlarda konumlanmıştır. Yaklaşık 30° enlemine kadar uzanan bir uzantıya sahip olan, neredeyse dairesel bir kutup lekesine ve eşlek bölgesinin yakınındaki bir lekeye (enlem ~12°) sahiptir (Berdyugina, 2005; Thomas and Weiss'den, 2008).

1.2.2.4. Zeeman-Doppler görüntüleme tekniği

Yıldız üzerindeki yüzey manyetik alan dağılımını tespit etmek için Doppler görüntüleme yöntemlerini, tayfsal çizgilerin polarimetrik ölçümlerine uygulama olasılığı ilk kez Semel (1989) tarafından tartışılmıştır. Bu teknik, yüksek çözünürlüklü tayfsal-polarimetrik verilerin analizine dayanır. Zeeman-Doppler görüntüleme tekniği, 3 yıldıza detaylı bir şekilde uygulanmıştır. Bu yıldızlar; AB Dor, LQ Hya ve HR 1099'dur (Donati et al., 2003). Bu üç yıldızın ortak özelliği; en güçlü manyetik alanların, yüzey parlaklık dağılımında en karanlık alanlarla çakışmasıdır (Berdyugina, 2005).

Zeeman-Doppler görüntüleme tekniği, genel olarak yıldız yüzeylerindeki lekelerin manyetik alanını ölçmek için kullanılmaktadır. Fakat günümüzde

yapılan çalışmalarda, Doppler görüntüleme de olduğu gibi lekelerin enlemlerine odaklanılmış olup yıldızların diferansiyel dönmeleri hakkında kaliteli sonuçlar elde edilmektedir (Czesla et al., 2013).

1.2.3. Manyetik aktivite gösteren yıldızlar

Yıldızların doğumundan itibaren gözlenen manyetik aktivite yaşla birlikte değişim göstermekte ve azalmaktadır (Skumanich, 1972). Aktivite gösteren yıldızlar, iki grup olarak incelenir: Güneş-benzeri aktivite gösteren yıldızlar ve diğer aktif yıldızlar.

Güneş benzeri aktivite gösteren yıldızlar, genellikle Güneş'te gözlenen aktivite davranışına benzer bir davranış göstermektedir. Daha yavaş dönmeye sahip yıldızlarda daha uzun çevrim süreleri görülmektedir. Yüzey manyetik aktivitesi ve dönme, güçlü bir şekilde ilişkili olduğu için; bir yıldız geliştikçe dönüşü yavaşlar ve altta yatan dinamonun özellikleri değişir. Yıldız yaşlandıkça, manyetik frenleme yıldızın dönüşünü yavaşlatır ve Güneş'in leke çevrimine benzer şekilde daha kararlı çevrimsel değişimlere yol açar (Oláh et al., 2016). Yıldız aktivite çevrimleri, anakolda çok sayıda yıldızda görülmektedir ki bu yıldızların kütleleri yaklaşık Güneş kütlesi veya daha küçük olan yıldızlardır. Birkaç çalışma, yıldız dönme süresinin ve çevrim uzunluğunun ilişkili olduğunu, daha uzun dönme süresine sahip yıldızların daha uzun çevrimler ürettiğini de göstermiştir (Korhonen, 2016). Bu nedenle, çevrim uzunluğu yıldız yaşına göre değişir, çünkü yıldızların dönme hızı manyetik frenleme nedeniyle yıllar içinde azalır. Büyük yıldız lekelerine sahip çok aktif Güneş benzeri yıldızlar, birden fazla ve değişen aktivite çevrimlerine sahip olabilir ve ayrıca farklı çevrimsel davranışlar sergileyebilir: aktif boylamlar, minimum kaymaları ve flip-flop (Korhonen, 2016).

Ele alınan diğer grup ise, Güneş benzeri aktivite gösteren yıldızlar dışındaki aktivite gösteren yıldızlardır. Hızlı dönen genç yıldızlar ve birbirlerine gel-git uygulayan çift sistemlerde bulunan aktif bileşenler; daha yavaş dönen Güneş benzeri aktivite gösteren yıldızlara nispeten daha yüksek bir manyetik aktivite göstermektedir. Bununla birlikte, bu yıldızlarda gözlenen dinamoların diğerlerine göre farklı olduğu ve daha kısa zaman aralıklarında meydana gelen farklı aktivite davranışları görülmektedir. En belirgin farklarından biri de diğer yıldızlara göre yüksek enlemlerde hatta kutup bölgelerinde, lekelerin ortaya çıkmasıdır (Brown et al., 2011). Aktif yıldızların gösterdiği çevrimler, düzenli ve çevrimsel olmayabilir. Oláh et al. (2000) tarafından yapılan çalışmalarda da zaten birçok aktif yıldızın

aynı anda birden fazla çevrim uzunluğu sergilediği gösterilmiştir. Aktif yıldızların Fourier ile yapılan analizleri sonucunda, çevrim uzunluklarının da genellikle değişken olduğu görülmektedir (Oláh et al., 2009, Korhonen'den, 2016). Aktif yıldızlarda, 3-4 yıllık kısa dönemler ve 8-10 yıllık daha uzun dönemler ile çoklu aktivite çevrimlerine rastlanılmaktadır (Oláh et al., 2009). Dönme ve çevrim uzunluğu arasındaki ilişki, yıldız dinamosunu anlamak için son derece önemlidir. Dönme - çevrim uzunluğu arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan bazı analizlerde, çok kısa dönme dönemine sahip olan (P_{rot} *<1 gün*) K ve M tayf türündeki cüce yıldızları arasında net bir şekilde ayrım olduğu görülmüştür (Vida et al., 2014). Erken tür M tayf türlerindeki cüce yıldızlarda gözlenen aktivite çevrimlerinin çok kısa dönemlere sahip olduğu ve bu nedenle de baskın olan dinamo modelinin tam olarak anlaşılamadığı ortaya çıkmıştır. Küker et al. (2019) tarafından yapılan bu çalışma çerçevesinde, Kepler uydusuna ait M tayf türündeki hızlı dönen yıldızların verileri kullanılarak belirli diferansiyel dönme dönemleri hesaplanmış olup yıldız yüzeylerinde gözlenen lekelerin göç sürelerinin çok net olmamakla birlikte, yıldızların dönme sürelerine bağlı olduğu belirtilmiştir.

1.2.4. Yıldız lekelerinin özellikleri

1.2.4.1. Diferansiyel dönme

Güneş'in yüzey diferansiyel dönmesi, Güneş lekelerinin disk üzerindeki hareketleri izlenerek keşfedilmiştir. Böylece yıldızların yüzey diferansiyel dönmesini de yıldız lekelerinin yıldız diski üzerinde hareketi ile keşfedilebileceğine dair düşüncelere sahip olmak doğaldır. Yıldızların diferansiyel dönmesinin belirlenebilmesi için, farklı enlemlerde yer alan lekelerin dönme dönemleri hesaplanıp karşılaştırılmaktadır. Bu yöntemin bu şekilde incelenmesi, ilk olarak RS CVn çiftlerinin fotometrik gözlemlerinden elde edilen verilerle yapılmıştır (Hall and Busby, 1990; Hall, 1990a).

Lekeli yıldızların dönme dönemlerinin ölçümleri de diferansiyel dönmenin saptanmasına izin vermektedir. Bir lekenin enlem konumu biliniyorsa ve farklı enlemlerde lekeler mevcut ise diferansiyel dönmeleri, doğrudan lekelerin bulundukları enlemlerin bir fonksiyonu olarak ölçülebilmektedir. Daha sonrasında gözlenen en uzun ve en kısa sürenin farkı alınarak ortalama bir diferansiyel dönme miktarı tahmini yapılmaktadır. Fakat, fotometride yapılan bu çalışmalarda bazı etkiler diferansiyel dönmenin sinyalini engelleyebilir veya sahte bir sinyal üretebilmektedir. Bu etkiler; karmaşık leke dağılımı, aktif bölgelerin büyümesi veya bozulması, devamlı olmayan leke çevrimleridir (Strassmeier, 2009).

Dolayısıyla, fotometride diferansiyel dönme için tahmini bir hesap yapılacağı zaman, bu etkiler göz önünde bulundurularak ilerlenmelidir.

Diferansiyel dönme, Güneş ve diğer yıldızlarda gözlenen manyetik aktiviteyi açıklamaya çalışan dinamo modellerindeki ana faktörlerden biridir. Kitchatinov and Rudiger (1999) tarafından yapılan kuramsal hesaplamalarda, dev yıldızlarda gözlenen diferansiyel dönmenin cücelerde gözlenen diferansiyel dönmeye göre daha büyük olduğu öngörülmektedir (Korhonen, 2014). Başka bir çalışmada da daha yavaş dönen yıldızların, daha güçlü diferansiyel dönme sergilediği bulunmuştur. Bunun için de F ve G tayf türlerindeki hızlı dönen yıldızların Fourier dönüşümü ile analizleri gerçekleştirilmiş ve yavaş dönen yıldızların diferansiyel dönme hızının çok güçlü olduğu görülmüştür. Bununla birlikte incelenen yıldızlardaki hızlı dönen yıldızların diferansiyel dönmeleri, Fourier dönüşümü ile yapılan analizde hassasiyet eşiğinin altında kalarak tespit edilemez hale gelmiştir (Reiners and Schmitt, 2003; Bradshaw and Hartigan'dan, 2014).

Astronomlar, yıldızlardaki diferansiyel dönmeyi Güneş'te olduğu gibi, kutuplardan eşleğe doğru dönme hızlarının artması şeklinde olacağını öngörmektedir. Birçok yıldızda bu şekilde bir diferansiyel dönme gözlenirken; bazı yıldızlarda "*anti-solar diferansiyel dönme*" olarak adlandırılan eşlekten kutuplara doğru dönme hızlarının artması şeklinde bir dönme gözlenmektedir. Örneğin; bir RS CVn yıldızı olan HU Vir'in Doppler görüntülerinden elde edilen sonuçlarına göre, yıldızın eşlek bölgesinin kutup bölgesinden daha yavaş hareket ettiği gözlenmiştir (Strassmeier, 1994; Hatzes, 1998). Ek olarak, σ Gem'in Doppler görüntülerinde ise, yıldız üzerindeki lekelerin kutba doğru göç ettiğine dair kanıtlarla beraber anti-solar diferansiyel dönmenin olabileceğine dair tartışmalar artmıştır (Kovari et al., 2007).

1.2.4.2. Sıcaklık

Yıldız üzerindeki lekelerin sıcaklıklarının ölçümü birkaç farklı yöntem kullanılarak yapılmaktadır. En temel yöntem; fotometrik parlaklık ve renk değişimlerinin aynı anda modellenmesidir. Fakat en iyi modelleme, tayfsal gözlemlerden elde edilen çizgi profilleri üzerinden yapılan analizlerdir. Yıldız lekelerinin sıcaklıklarına ilişkin değerler, en uygun Doppler görüntüleme tekniği ile elde edilmektedir. Ek olarak, çizgi profilleri kullanılarak moleküler çizgiler veya çizgi derinlik oranları teknikleriyle de en doğru leke sıcaklık değerlerine ulaşılabilmektedir (Thomas and Weiss, 2008).

Yıldız üzerindeki lekeli alanların ve onun çevresindeki fotosfer arasında büyük bir parlaklık kontrastı vardır. Bu da aralarındaki sıcaklık farkının, yıldız sıcaklığı ile arttığını göstermektedir. Sıcaklık farkı, G0 tayf türündeki yıldızlarda yaklaşık 2000 K iken, M4 tayf türündeki yıldızlarda sadece 200 K'dir. Bu özellik, aktif cüceler ve daha geniş alanlara yayılan daha güçlü manyetik alanlara sahip olma eğilimi gösteren dev yıldızlar için de geçerlidir (Berdyugina, 2005; Bradshaw and Hartigan'dan, 2014).

1.2.4.3. Manyetik alan

Hale'nin 1908 yılında bir Güneş lekesindeki manyetik alanın keşfinden ve daha sonra genel olarak Güneş'in manyetik alanını tespit etmesinden sonra, birçok bilim insanı doğal olarak diğer yıldızların da manyetik alanlara sahip olmasını beklemiştir. Fakat; yıldızların manyetik alanını ölçmek, nokta kaynak oldukları için çok zordur. Yıldız lekelerinin manyetik alanını ölçmek ise, daha karmaşık bir hal almaktadır. Genelde Zeeman-Doppler görüntüleme tekniği, hızlı dönen yıldızlarda vektör manyetik alanının yüzey dağılımını tespit edebilmektedir ve birkaç yıldız için önemli sonuçlar elde edilmiştir (Donati and Collier Cameron, 1997; Donati et al., 1999). Ek olarak; soğuk yıldız lekelerinin üzerindeki manyetik alanlar hakkındaki bilgilerin çoğu, yavaş dönen yıldızlar üzerinde yapılan Zeeman genişlemesinin ölçümlerinden gelmektedir (Robinson et al., 1980).

Manyetik alan, yıldızların oluşumundan itibaren yaşam döngüsünün sonuna kadar yıldız evrimini güçlü bir şekilde etkilemektedir (Fabbian et al., 2017).

1.2.4.4. Yaşam süreleri

Yıldız lekelerinin yaşam sürelerini ve göç hareketlerini incelemek için, genellikle hem fotometrik hem de tayfsal gözlemler kullanılmaktadır. Fotometrik ve tayfsal gözlemlerde bu sürelerin hesaplanabilmesi için, uzun süreli gözlemlere ihtiyaç vardır. Tayfsal gözlemler için kullanılan teknik, Doppler görüntüleme tekniğidir ve fotometrik gözlemlerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir (Strassmeier and Hall, 1988; Strassmeier et al., 1989).

Strassmeier (2009) tarafından yapılan çalışmada, yıldız lekelerinin yaşam sürelerini inceleyen güncel çalışmalardan yola çıkılarak çeşitli özellikler tespit edilmiştir. Gel-git etkileşimli çift sistemlerdeki lekelerin (ay mertebesinde), tek anakol yıldızlarındaki lekelerden (hafta mertebesinde) daha uzun süre yaşadığı ifade edilmiştir. Daha çok, genç ve çok hızlı dönen yıldızlarda gözlenen kutup

lekelerinin farklı şekillerde olmakla birlikte, onların yaşam sürelerinin başka bir fiziksel mekanizma tarafından yönlendirildiği düşünülmektedir ve birçok kutup lekesinin yıllar mertebesinde yaşam sürdüğü görülmektedir. Flip-flop davranışının lekelerin yaşam sürelerini etkileyebileceği de göz önünde bulundurularak, diferansiyel dönme ve benzeri etkilerden kaynaklanan nedenlerden dolayı yıldız lekelerinin yaşam süreleri sınırlandırılmış olacaktır. Kısacası, bulundukları yüzeydeki belirli etkilerden dolayı, lekelerin yaşam sürelerinin yüzey kayması ile sınırlı olduğu belirtilmiştir.

Yıldız lekelerinin yaşamlarını yöneten ve etkileyen fiziksel süreçler hakkında çok az şey bilinmektedir. Lekelerin yaşam sürelerini ölçmek önemlidir; çünkü (i) yaşam süreleri yeteri kadar uzunsa, farklı dönemlerdeki yıldızların ışık eğrilerinden, genç yıldızların dönmesi ve açısal momentum çalışmalarında daha ayrıntılı çalışmaların aşamalı olarak incelenmesine olanak sağlayabilir, (ii) lekelerin yaşam sürelerinin ölçümü, yıldız aktivite çevrimlerinin izlenmesine ve incelenmesine izin vermektedir ve (iii) uzun süreli ölçümler, yıldızların konveksiyon bölgelerinin fiziği hakkında bilgi sağlamaktadır. Dolayısıyla yıldız lekelerinin yaşam süreleri, hem dönme dönemlerini ve aktivite çevrimlerini ölçmek için bir araç sağlama hem de daha temelde plazma fiziği açısından astrofizik çalışanlarının ilgisini çekmektedir (Bradshaw and Hartigan, 2014).

Uzun dönemli tayfsal verilerle Doppler görüntüleme tekniği kullanılarak, birkaç RS CVn yıldızı üzerindeki lekelerin durumu analiz edilmiştir. Bu çalışma sonrasında da HR 1099 yıldızı üzerindeki büyük bir kutup lekesi tespit edilmiş olup lekenin yaklaşık olarak 15 yıldan fazla bir süre boyunca yıldız üzerinde yaşam sürdüğü bulunmuştur (Vogt et al., 1999; Donati, 1999). Uzun süreli gözlemlerde elde edilen fotometrik verinin analizine dayanan bir çalışmada ise; Güneş benzeri genç bir yıldız olan Kepler-63'ün yüzeyinde, lekelerin yaşam süresi en az 75 gün olan uzun ömürlü lekeler bulunmuştur. Bu tür uzun ömürlü lekelerin, düşük diferansiyel dönmeye sahip yıldızlarda gözlenebileceği beklenilmektedir (Netto and Valio, 2020).

1.2.4.5. Aktif boylamlar ve Flip-flop çevrimleri

Güneş'te olduğu gibi yıldızlardaki lekelerin görüldüğü aktif iki boylam, genelde 180° ile birbirinden ayrılır ve aktivite seviyelerine göre farklılık göstermektedir. Yıldızlardaki bu durum ilk olarak; RS CVn yıldızlarının uzun yıllar süren fotometrik gözlemlerinin analizi ile büyük lekelerin yıllarca varlığını

sürdürdüğü ve Güneş'te gözlenen aktif boylamlara benzer şekilde bir veya iki aktif boylam ile ilişkili olması durumunu ortaya çıkmıştır.

Leke aktivitesine sahip bütün yıldızlarda aktif boylamların varlığı söz konusu değildir; sadece genç ve daha hızlı dönen, dolayısıyla daha aktif yıldızlarda bunun varlığına dair kanıtlar olduğu gözlemlenmiştir (Fabbian et al., 2017). Genellikle yıldız üzerinde geniş alan kaplayan aktif bölgelerin bu iki aktif boylam üzerinde görülme eğilimi oldukça ilgi çekicidir. Bu aktif bölgeler birçok çevrimde aktif boylamlar üzerinde kalıcılığını korumaktadır; ancak diferansiyel dönme nedeniyle yavaşça kayabilmektedirler. (Fluri and Berdyugina, 2004).

Aktif boylamlar, FK Com ve aktif genç Güneş benzeri yıldızlarda da bulunmuştur. Özellikle FK Comae Berenices yıldızının 24 yıllık fotometrik gözlemlerinin analizinde, farklı bir durumla da karşılaşılmıştır. Baskın aktivite sırasında, bir aktif boylamdan diğer aktif boylama lekelerin geçiş yaptığı fark edilmiştir ve bu zaman aralığında bunun 3 kere daha tekrarlandığı görülmüştür (Jetsu et al., 1993; Henry et al., 1995). İlk kez FK Com yıldızında görülen bu çevrime "*flip-flop çevrimi*" adı verilmektedir. Berdyugina and Tuominen (1998) tarafından 4 tane RS CVn yıldızı, uzun yıllar boyunca gözlenip analiz edilmiştir ve yüzeylerindeki lekelerin iki aktif boylam üzerinde yoğunlaştığı belirtilmiştir. Ayrıca flip-flop çevrimlerinin düzenli olarak tekrarlandığı, bu nedenle de aktif boylamlar ile ilişkili yeni bir yıldız çevrim türü ortaya çıkarılmıştır.

Flip-flop davranışı hem tek hem çift sistemlerin aktif bileşenlerinde hem de Güneş üzerinde tespit edilmiştir. Flip-flop çevrimi keşfedildiğinde, bunun yıldız diski boyunca leke hareketinden mi yoksa yeni bir aktif boylamın ortaya çıkmasından dolayı mı olduğu tartışılmıştır. Daha sonraki yapılan çalışmalarda, lekelerin hareketinden değil de iki aktif boylam üzerinde yer alan leke gruplarının göreceli yoğunluğundan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Elstner and Korhonen, 2005).

FK Com yıldızı üzerindeki bu keşif ile beraber, Güneş'te de böyle bir çevrimin olup olmadığına bakılmıştır. Ardından, Güneş'in yaklaşık 120 yıllık fotometrik verisi analiz edilmiş ve Güneş üzerindeki aktif boylamlarda da benzer şekilde flip-flop çevrimi gözlenmiştir. Güneş üzerindeki flip-flop çevrimi 3.80 ve 3.65 yıl olarak hem kuzey hem de güney yarı küresinde, ayrı analizlerle belirlenmiştir (Berdyugina and Usoskin, 2003). FK Com gibi bir lekeli yıldızda yeni bir olgu keşfedilip Güneş'te de bu özelliğin aranıp bulunması sonucunda; bu

tür yıldızların incelenmesi hem şimdiki Güneş'i hem de erken dönemdeki fiziksel durumunu anlamada önemli bir çalışma konusu olmuştur.

Uzun dönemli fotometrik gözlemlerin analizi yapılarak; RS CVn, FK Com ve Güneş benzeri çok aktif genç yıldızlarda da flip-flop çevrimleri görülmüştür. Ortalama olarak flip-flop çevrimleri 2-3 yıl aralıklarla meydana gelmektedir. Bu nedenle yaklaşık 5-6 yıllık flip-flop çevrimi önerilir (Berdyugina, 2005). Görüldüğü üzere, flip-flop çevriminin kesin olarak belirlenebilmesi için, en az 5-6 yılı kapsayan gözlem verisi gerekmektedir.

Bazı çalışmaların sonuçlarına göre, flip-flop davranışının zamanlamasının düzenli olmadığı yani belirli bir süre içerisinde tekrarlanma gibi bir durumu olmadan farklı zamanlar içerisinde de olabileceği ve boylamlar üzerindeki değişimlerin genellikle 180° olmadığı, bunun da değişim gösterebileceğine işaret eden sonuçlar bulunmuştur (Korhonen, 2014).

1.2.4.6. Enlem dağılımı

Yıldızların dönmesiyle beraber her bir lekenin boylamı ve enlemi belirlendikten sonra, leke enlemlerinin zamana bağlı bir diyagramı oluşturulabilir. Güneş lekeleri söz konusu olduğunda, oluşturulan bu diyagrama "*Kelebek diyagramı*" adı verilmektedir ve bu diyagram leke aktivitesi gibi manyetik aktivitenin de hareketini göstermektedir. Yıldızların üzerindeki lekelerden oluşturulan bu diyagramın diferansiyel dönme ile birleştirilmesi, yıldızlar üzerinde hareket eden dinamo modellerini çıkarmak için çok önemlidir (Netto and Valio, 2020).

Güneş'te de gözlemlendiği üzere, leke çevrimi sırasında oluşan ilk lekelerin daha yüksek enlemlerde (±40°) ortaya çıktığı ve zamanla eşlek kısmına (±5°) doğru ilerlediği görülmektedir. Dolayısıyla Güneş üzerindeki lekeler, genellikle ±40° ile ±5° arasındaki enlem bandında ortaya çıkmaktadır. Diğer yıldızlardaki aktivitenin de aynı şekilde davranacağı varsayılmaktadır, fakat birçok aktif yıldızda genellikle yüksek enlemler ile orta enlemler arasında bir leke dağılımı gözlenmektedir. Hatta çok hızlı dönen genç aktif yıldızlarda, sıklıkla kutup bölgelerinde de lekelere rastlanılmaktadır. İncelenen bu yıldızların, Güneş'te oluşturulduğu gibi tespit edilen leke enlemlerinin zamana göre noktalanmasıyla yıldızlara ait kelebek diyagramları oluşturulması amaçlanmıştır, fakat çok uzak yıldızlarda bu diyagramları üretmek oldukça zordur. Kelebek diyagramı üretilen yıldızlarda ise genellikle, Doppler görüntüleme tekniği kullanılarak bir sonuca

ulaşılmıştır. Yıldızların kelebek diyagramlarının üretilmesi ve enlemleri hakkında daha iyi bir bilgi alabilmek için, kesinlikle uzun süreli verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Korhonen, 2016). Böylece yıldızlara ait birçok leke çevrimi elde edilerek daha doğru ve kesin sonuçlara ulaşılabilir ki bu, Güneş'teki gibi hem leke hem de manyetik aktivite sergileyen yıldızların doğasını anlamayı kolaylaştırır.

1.3. Tez Konusu Kapsamında İncelenen Sistemler

Bu tez çalışması kapsamında; tutulmalar dışı ışık eğrisinde sinüs benzeri baskın değişimler gösteren, bileşenlerinden en az biri kromosferik aktivite sergileyen, yeni keşfedilmiş çift sistemler incelenmiştir. Bu sistemler üzerine yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, hemen hemen tüm sistemlerin kapsamlı ışık eğrisi analizlerinin yapılmadığı, kızılöte renkler üzerine kurulan kalibrasyonlar ve tek renk fotometrik verisi üzerinden genel incelemelerin yapıldığı görülmüştür. Her bir sisteme ilişkin literatürde yer alan çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

1.3.1 KIC 4357272

KIC 4357272 sistemi tutulma gösteren çift sistem olarak keşfedilip dönemi 2.0863 gün olarak verilmiştir (Watson and Henden, 2006). Işık eğrisi analizi örten çift sistem olarak yapılmıştır (Slawson et al., 2011; Armstrong et al., 2014). Armstrong et al. (2014) tarafından yapılan analizde, baş bileşenin sıcaklığı 5378 K, yoldaş bileşenin sıcaklığı ise 4607 K olarak hesaplanmıştır. Sistemin etkin sıcaklığı 5278 K ve yüzey çekim ivmesi log(g)= 4.337 cm/s^2 olarak MAST Veri Tabanı'nda[1] verilmiştir. KIC 4357272 sistemindeki ışık değişiminin incelendiği çok az çalışma vardır. Sistemin flare aktivitesi gösterdiği, ilk kez Shibayama et al. (2013) tarafından söz edilmiştir. Bu çalışmada 4 flare listelenmiştir. Gao et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise, 4 yıllık gözlem süresi boyunca toplam 58 flare listelenmiş olup sistemin dönemi 2.086 gün olarak hesaplanmıştır.

1.3.2 KIC 6025466

KIC 6025466, diğer sistemlere göre etkin sıcaklığı yüksek olan bir sistemdir. Çalışmada kullanılan etkin sıcaklık değeri 6022 K 'dir. Sistemin yüzey çekim ivmesi log(g) 4.417 cm/s^2'dir. Sistemin tutulma gösteren bir çift sistem olduğu ilk kez Watson and Henden (2006) tarafından belirtilmiş olup dönemi 1.1278 gün olarak bulunmuştur. Sistemin ışık eğrisi analizinin gerçekleştirildiği birkaç çalışma vardır (Slawson et al., 2011; Armstrong et al., 2014). Bu analizler

[1] *The Mikulski Archive for Space Telescopes (MAST),* http://archive.stsci.edu/kepler/.

sonucunda baş bileşenin sıcaklığı 6367 K, yoldaş bileşenin sıcaklığı ise 5178 K olarak hesaplanmıştır (Armstrong et al., 2014). Bu sistem için literatürde ayrıntılı bir çalışma yoktur.

1.3.3 KIC 6058875

KIC 6058875, literatürde KOI 3616 olarak listelenen sistemin, MAST Veri Tabanı'nda verilen etkin sıcaklığı 4586 K'dir ve yüzey çekim ivmesi 4.722 cm/s^2'dir. Sistemin tutulma gösteren bir çift sistem olduğu ilk kez Watson and Henden (2006) tarafından yapılan çalışmada belirtilmiş olup, dönemi 1.1298 gün olarak bulunmuştur. KOI 3616 için literatürde çok fazla çalışma yoktur. Armstrong et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada ışık eğrisi analizi yapılarak sistemin bileşenlerine ait sıcaklıklar hesaplanmıştır. Baş bileşenin sıcaklığı 5124 K, yoldaş bileşenin sıcaklığı ise 4855 K olarak hesaplanmıştır. Ayrıca literatürde, sistem için yapılan 3 farklı çalışmanın sonucunda sistemin bir gezegene sahip olduğu ifade edilmiştir. (Rowe et al., 2015; Thompson et al., 2015; Morton et al., 2016).

1.3.4 KIC 6962018

KIC 6962018, MAST Veri Tabanı'nda KOI 6799 olarak listelenen ve etkin sıcaklığı 4448 K, yüzey çekim ivmesi 4.566 cm/s^2 olarak verilen bir çifttir. Watson and Henden (2006) tarafından yapılan çalışmayla beraber ilk kez tutulma gösteren bir çift sistem olduğu ortaya çıkmış ve dönemi 1.2699 gün olarak belirtilmiştir. Literatürde sistemin ışık eğrisi analizini gerçekleştiren çok az sayıda çalışma vardır (Slawson et al., 2011; Armstrong et al., 2014). Armstrong et al. (2014), KOI 6799 sistemi için baş bileşenin sıcaklığını 3698 K, yoldaş bileşenin sıcaklığını ise 4539 K olarak hesaplamıştır. Literatürde iki çalışmada, sistemin tayf türü K5 III olarak verilmiştir (Gray et al., 2016; Qian et al., 2018).

1.3.5 KIC 7798259

KIC 7798259, ilk kez Watson and Henden (2006) tarafından yapılan çalışmada, tutulma gösteren çift sistem olarak sınıflandırılmıştır ve dönemi 1.7342 gün olarak belirlenmiştir. Sistemin MAST Veri Tabanı'ndan alınan etkin sıcaklığı 4765 K'dir. Yüzey çekim ivmesi ise 4.584 cm/s^2'dir. Literatürde ışık eğrisi analizi için çeşitli kalibrasyonlar gerçekleştirilmiştir (Coughlin et al., 2011; Slawson et al., 2011; Armstrong et al., 2014). Sistemin baş bileşeninin sıcaklığı 4952 K, yoldaş bileşenin sıcaklığı ise 3800 K olarak hesaplanmıştır (Armstrong et al., 2014). Kepler Uydusu'nun gözlediği bazı sistemlerin ışık eğrilerini inceleyen Gao

et al. (2016), bu sistemin aktif bileşeninin 4 yıllık sürede toplam 81 flare sergilediğini tespit etmiştir.

1.3.6 KIC 9210828

KIC 9210828, literatürde KOI 7147 olarak listelenen sistemin tutulma gösteren bir çift sistem olduğu ilk kez Watson and Henden (2006) tarafından yapılan çalışmada belirtilmiş ve dönemi 1.6564 gün olarak hesaplanmıştır. MAST Veri Tabanı'nda, KOI 7144'ün etkin sıcaklığı 5033 K, yüzey çekim ivmesi 4.611 cm/s^2 olarak verilmiştir. Sistemin ışık değişimi birçok çalışmada incelenmiştir (Coughlin et al., 2011; Slawson et al., 2011; Armstrong et al., 2014). Baş bileşen sıcaklığı 5053 K, yoldaş bileşenin sıcaklığı ise 5236 K olarak hesaplanmıştır (Armstrong et al., 2014). KOI 7147'nin ışık değişimini inceleyen Gao et al. (2016), sistemdeki aktif bileşenin 4 yıllık sürede toplam 87 flare sergilediğini bulmuştur. Literatürdeki çalışmalardan farklı olan diğer bir çalışmada, sistemin tayfı alınıp analiz edilmiş ve tayf türü G9 olarak bulunmuştur (Qian et al., 2018).

1.3.7 KIC 11706658

KIC 11706658 de diğer sistemler gibi tutulma gösteren bir çift sistemdir ve dönemi 1.4079 gün olarak belirlenmiştir (Watson and Henden, 2006). MAST Veri Tabanı'nda sistemin etkin sıcaklığı 4627 K olarak verilmiştir. Sistemin yüzey çekim ivmesi 4.564 cm/s^2 olarak bulunmuştur. Slawson et al. (2011) ve Armstrong et al. (2014) tarafından yapılan çalışmalarda baş bileşenin sıcaklığı 4406 K, yoldaş bileşenin sıcaklığı ise 4343 K olarak hesaplanmıştır. Bunun dışında literatürde, sistemin tayfı alınarak analizi yapılmış ve tayf türü K5 olarak bulunmuştur (Qian et al., 2018).

1.3.8 KIC 12599700

KIC 12599700, tez kapsamında incelenen sistemler arasındaki etkin sıcaklığı düşük olan sistemlerden biridir. MAST Veri Tabanı'nda etkin sıcaklığı 3728 K olarak listelenmiştir. Sistemin tutulma gösteren bir sistem olduğu ilk kez Watson and Henden (2006) tarafından literatüre kazandırılmış ve dönemi 1.0220 gün olarak belirtilmiştir. KIC 12599700'ün ışık eğrisi analizleri belirli çalışmalarda gerçekleştirilmiştir (Coughlin et al., 2011; Slawson et al., 2011; Dressing et al., 2013; Armstrong et al., 2014; Mathur et al., 2017). Armstrong et al. (2014), KIC 12599700 için baş bileşenin sıcaklığını 3758 K, yoldaş bileşenin sıcaklığını ise 3759 K olarak hesaplamıştır. Ayrıca, sistemin bir gezegene sahip olabileceği yönünde bulgulara ulaşılmıştır (Thompson et al., 2015).

1.3.9 KIC 8669092

KIC 8669092, tez kapsamında incelenen sistemler içindeki en yüksek etkin sıcaklığa sahip çift sistemdir. Literatürde KOI 68AB olarak listelenen kaynağın, tutulma gösteren bir örten çift sistem olduğu keşfedilip, sistemin dönemi ilk kez Watson and Henden (2006) tarafından 1.0008 gün olarak belirtilmiştir. KOI 68AB'nin sergilediği flare aktivitesi ilk kez Balona (2015) tarafından tespit edilmiş ve analizlerde 20 flare bulunmuştur. Diğer yandan, Gao et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise 33 flare tespit edilmiştir. Armstrong et al. (2014), KOI 68AB için baş bileşen sıcaklığını 6435 K, yoldaş bileşen sıcaklığını ise 4785 K olarak hesaplamıştır. Kaya and Dal (2019) tarafından yapılan çalışmada ise, sistemin ışık eğrisi analizinin dışında tayf, leke ve flare analizleri de yapılarak detaylı bir çalışma sunulmuştur.

1.3.10 KIC 7671594

KIC 7671594, incelenen sistemler arasında en düşük etkin sıcaklığa sahip sistemdir. MAST Veri Tabanı'nda etkin sıcaklığı 3354 K olarak listelenmiştir. KIC 7671594'nin de tutulma gösteren bir çift sistem olduğu keşfedilip dönemi ilk kez Watson and Henden (2006) tarafından 1.4100 gün olarak bulunmuştur. Literatürde sistemin ışık eğrisindeki değişimleri inceleyen çok az çalışma vardır. Gao et al. (2016), sisteme ait 345 flare listelemiş ve literatürde ilk kez sistemin flare aktivitesi sergilediğini göstermiştir. Birçok çalışmada da sistemin bir örten çift yıldız olduğunu destekler nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır (Coughlin et al., 2011; Slawson et al., 2011; Armstrong et al., 2014; Kjurkchieva et al., 2017). Armstrong et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada, baş bileşen sıcaklığı 4646 K, yoldaş bileşen sıcaklığı 4123 K olarak hesaplanmıştır. KIC 7671594 sisteminin ayrıntılı çalışması, Kaya and Dal (2020) tarafından yapılan çalışmada sunulmaktadır. Bu çalışma içerisinde sistemin ışık eğrisi analizi yapılmış, flare ve leke aktivitesi incelenmiştir.

2. VERİ VE ANALİZ

2.1. Yıldızların Verileri

Soğuk yıldızlar üzerindeki lekelerin boylamsal göç hareketini incelemek, göç dönemlerini tespit etmek ve yıldız üzerindeki enlemsel etkileri detaylı bir şekilde belirleyebilmek için, uzun dönemli ve kesintisiz gözlemlere ihtiyaç vardır. Bu nedenle, incelenen yıldızların gözlem verileri, Kepler uydusu tarafından yaklaşık 4 yıl boyunca ve kesintisiz olarak yapılan gözlemlerden alınmıştır.

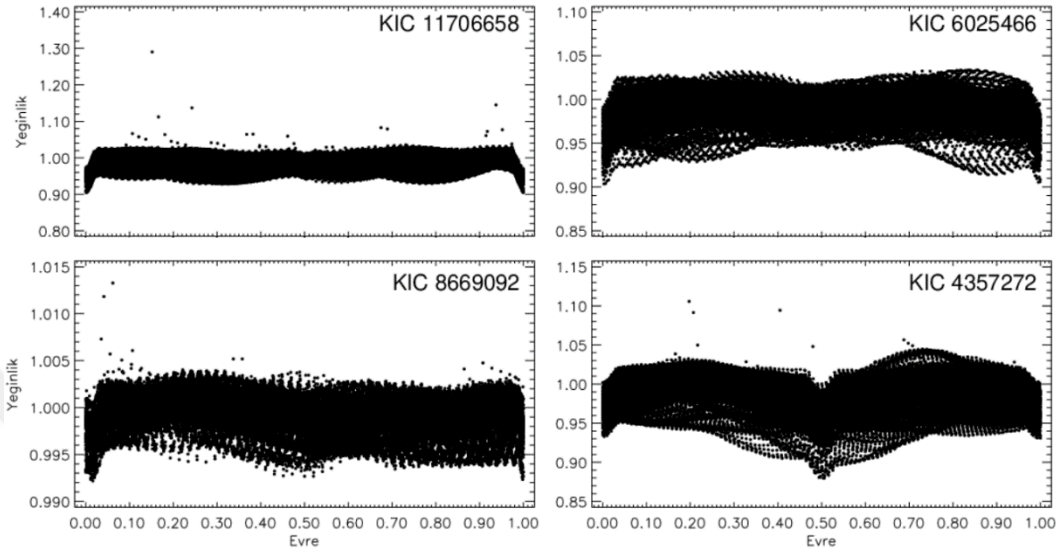
Kepler Programı; 2009 yılında başlayan, gökadada Cyg Takımyıldızı doğrultusundaki dar bir açıda yeralan yıldızların etrafında dolanan ötegezegenleri keşfetmek için geliştirilmiştir. Kısacası programın amacı, Güneş benzeri yıldızların yaşanabilir bölgesindeki ötegezegenlerin sayısını belirlemek ve diğer yıldız sistemlerini incelemektir.

Bu amaçla 150.000'e yakın yıldızın parlaklık değişimleri fotometrik olarak ölçülmüştür. İlk yılda, programın elde ettiği verilerin sonucu olarak, 750'den fazla ötegezegen adayı keşfedilmiştir (Koch et al., 2010; Caldwell et al., 2010). Kepler Programı, "long cadence" formatındaki (bundan sonra LC) veri her 29.4 dakikalık, "short cadence" (bundan sonra SC) formatındaki veri ise 58.6 saniyelik poz sürelerine sahiptir. Bu gözlemler bugüne kadar elde edilen en yüksek duyarlılığa sahip olan fotometrik gözlemler arasındadır (Jenkins et al., 2010a; 2010b). Ayrıca Dünya benzeri ötegezegen keşfini hedefleyen program, amacı dışında birçok farklı değişen yıldız ve örten çift sistem keşiflerinde bulunmuştur (Slawson et al., 2011; Matijevič et al., 2012). Kepler Programı'ndan elde edilen gözlemler incelendiğinde, alandaki tek veya çift yıldızların çok büyük bir bölümünün flare ve leke aktivitesi gösterdiği de bulunmuştur (Balona, 2015).

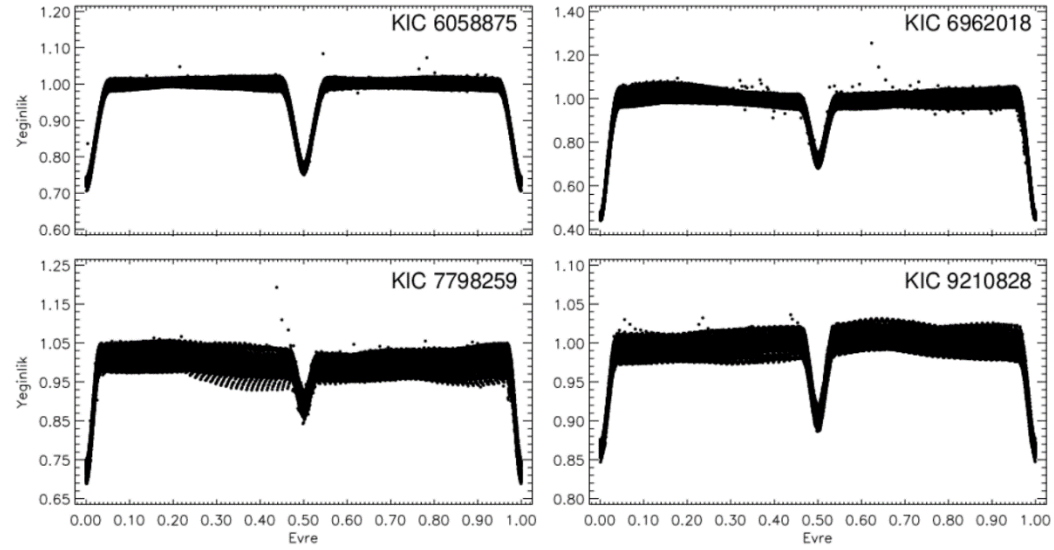
Tez kapsamında etkin sıcaklıkları 3500 ile 6500 K arasındaki, dönme dönemleri ~2.5 günden kısa olan ve ışık eğrilerinde tutulmalar dışında belirli bir sinüzoidal değişim gösteren çift sistemler seçilmiştir. İncelenen çift sistemlerin belirli parametreleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Sistemlerin fotometrik gözlemleri Kepler Veri Tabanı'ndan alınmıştır. Tez çalışmasındaki analizlerde; bazı analizlerde SC, bazı analizlerde LC verisi kullanılmıştır. Veri tabanından alınan ve sistemlerin analizlerinde kullanılan veriye örnek ışık eğrileri, Şekil 2.1, 2.2 ve 2.3'de evreye göre çizilerek gösterilmiştir. Şekillerden de görüldüğü üzere, sistemlerin ışık değişiminde

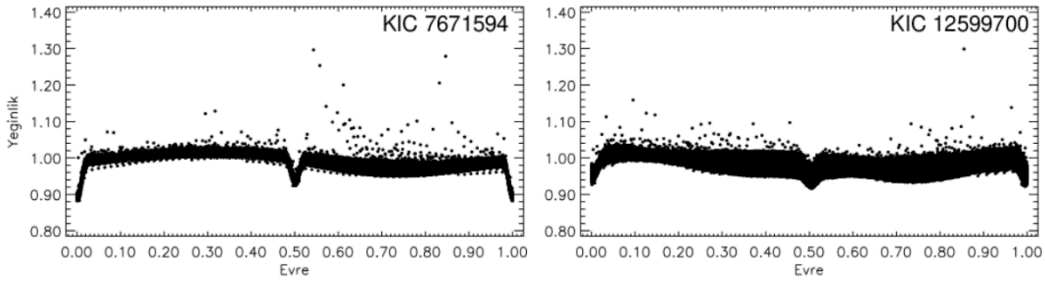
genellikle 3 etkiden kaynaklanan değişimler görülmektedir. Bu değişimler sırasıyla; geometrik etkiler ile örtme ve örtülmelerden kaynaklanan tutulmalar, bazı sistemlerde gözlenen anlık enerji çıkışları olan flare olayları kaynaklı anlık parlamalar ve son olarak da bu tezin de konusu olan tutulmalar dışı ışık eğrisinde gözlenen sinüs benzeri değişimlerdir.



Şekil 2.1. KIC 11706658, KIC 6025466, KIC 8669092 ve KIC 4357272 sistemlerinin LC verisi üzerinden evreye göre çizdirilmiş ışık eğrileri.



Şekil 2.2. KIC 6058875, KIC 6962018, KIC 7798259 ve KIC 9210828 sistemlerinin LC verisi üzerinden evreye göre çizdirilmiş ışık eğrileri.



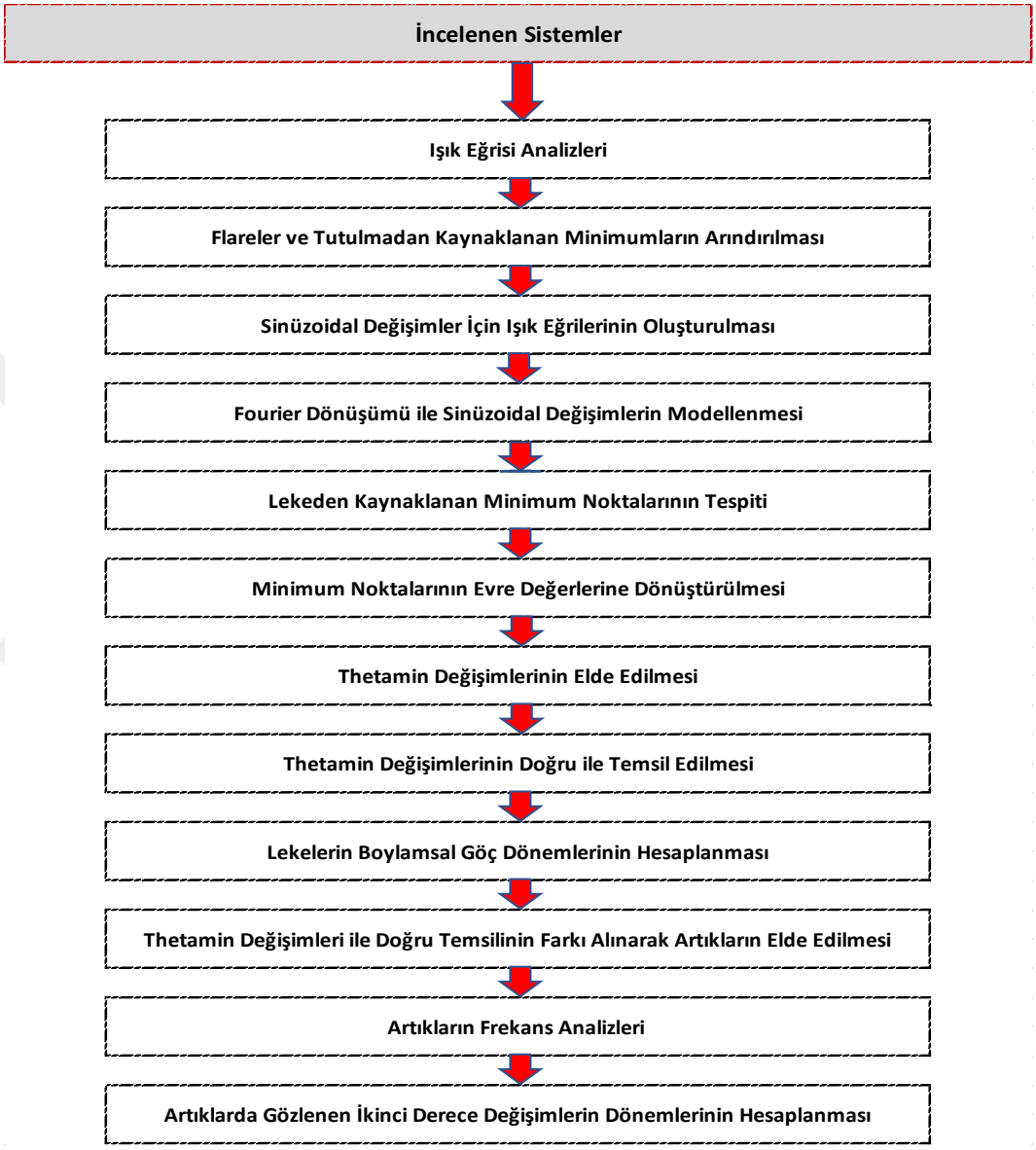
Şekil 2.3. KIC 7671594 ve KIC 12599700 sistemlerinin LC verisi üzerinden evreye göre çizdirilmiş ışık eğrileri.

Çizelge 2.1. Seçilen sistemlerin belirli parametreleri.

Çift Sistemler	**T_0**	**P (gün)**	**B-V (^{m})**	**T_1 (K)**	**T_2 (K)**	**log(g) (cm/s^2)**	**[Fe/H]**	**i (°)**
KIC 07671594	54965.39936	1.4103475	1.561	4646	4123	5.031	0.524	83.648
KIC 12599700	54965.25916	1.0177858	1.432	3758	3759	4.765	0.170	73.228
KIC 06962018	54965.07384	1.2698936	1.128	3698	4539	4.566	0.360	85.436
KIC 11706658	54965.26679	1.4079433	1.026	4406	4343	4.564	0.160	66.327
KIC 06058875	55002.07258	1.1298682	0.959	6367	5178	4.722	-0.720	-
KIC 07798259	54965.83256	1.7342219	0.947	4952	3800	4.584	-0.190	84.290
KIC 09210828	54965.40883	1.6564127	0.847	5053	5236	4.611	-0.660	79.367
KIC 04357272	54964.96468	2.0859499	0.754	5378	4607	4.337	-0.631	80.381
KIC 06025466	54953.77410	1.1278008	0.564	6367	5178	4.417	-0.220	80.638
KIC 08669092	54954.28886	1.0008312	0.513	6435	4785	4.212	-0.830	88.771

2.2. Kullanılan Yöntemler

Tez çalışmasına konu olan leke aktivitesinin ortaya çıkarılabilmesi için, yukarıda sözü edilen 3 farklı değişimin belirli bir sıraya göre belirlenip, tek tek ortaya çıkartılıp, veriden arındırılması ve modellenmesi gerekmektedir. Bunun için, aşağıda Şekil 2.4'de verilen şemada özetlenen analiz sırası izlenmiştir.



Şekil. 2.4. Her bir sistem için izlenilen yolları belirten şema.

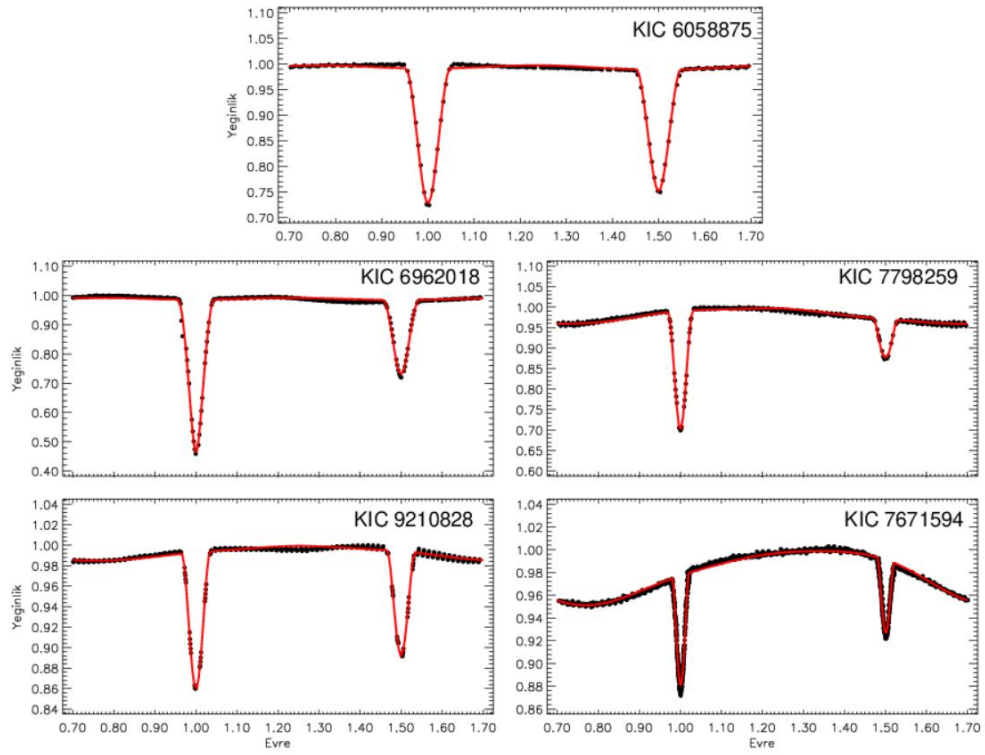
2.2.1. Işık eğrisi analizleri

2.2.1.1. PHOEBE

Çift sistemlerin dönemleri 1.0 ile 3.0 gün aralığında olduğu için, Kepler uydusu tarafından yaklaşık 4 yıl süren gözlem süresi boyunca, her bir sistemin gözleminde birçok çevrim elde edilmiştir.

Işık eğrisi analizleri için, her bir sistemin ışık eğrisinde dönme kaynaklı değişimin etkisinin en az olduğu ardışık çevrimler seçilerek ilerlenmiştir. Işık eğrisi analizleri, PHOEBE V.0.32 programı (Prša and Zwitter, 2005) ile yapılmıştır. Temelde bu programda kullanılan yöntem, Wilson-Devinney kodunun 2014 versiyonunda kullanılan yönteme dayanmaktadır (Wilson and Devinney, 2015). Sistemlerin ışık eğrilerinin genel biçimi göz önüne alınarak, analizlerde programda bulunan her bir mod için deneme yapılmış olsa da astrofiziksel ve istatistiksel olarak kabul edilebilir olan çözüme, her sistem için *Mod2* (Ayrık çiftler)'de ulaşılabilmiştir.

Işık eğrisi analizlerinde, baş bileşen için sıcaklık değeri belirlenmesi sürecinde, literatürde birbirinden çok farklı değerler olduğu görülmüştür. Bu nedenle, her bir sistem için, baş bileşen sıcaklığı olarak sistemin MAST Veri Tabanı'nda verilen sıcaklık değeri kullanılmıştır. MAST Veri Tabanı'ndan alınan sıcaklık değeri, analiz sırasında baş bileşen için sabit değer olarak alınırken; yoldaş bileşenin sıcaklığı serbest parametre olarak bırakılmıştır. Bileşenlerin albedosu (A_1 ve A_2) ile çekimsel kenar kararma katsayıları (g_1 ve g_2), bileşenlerin olası tayf türleri göz önünde bulundurularak konvektif yıldızlara uygun olacak şekilde Lucy (1967) ve Rucinski (1969)'dan alınmıştır. Bileşenlerin kenar kararma katsayıları (x_1 ve x_2) ise van Hamme (1993)'den alınmıştır. Bileşenlerin potansiyel (Ω_1 ve Ω_2) değerleri, baş bileşenlerin ışıtmaları (L_1), sistemlerin kütle oranları (q) ve sistemlerin yörünge eğim açıları (i), serbest parametre olarak alınmıştır. Analizler sonucunda 5 çift sistem için elde edilen parametreler, Çizelge 2.2'de listelenirken; elde edilen sentetik ışık eğrileri gözlemlerle birlikte Şekil 2.5'de 5 sistem için gösterilmiştir.



Şekil 2.5. KIC 6058875, KIC 6962018, KIC 7798259, KIC 9210828 ve KIC 7671594 sistemlerinin soğuk yıldız lekelerinin etkisinin en az olduğu çevrimler (siyah dolu noktalar) ve analiz sonucu elde edilen sentetik ışık eğrisi (kırmızı düz çizgi).

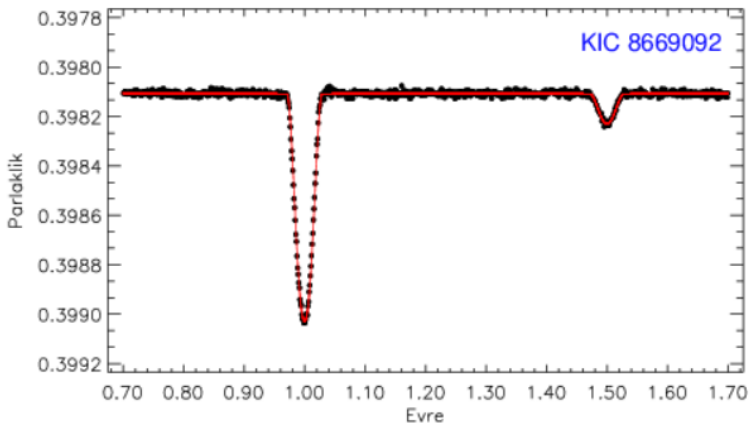
Çizelge 2.2. İncelenen sistemlerin ışık eğrisi analizi ile elde edilen parametreleri.

Parametre	*KIC 07671594*	*KIC 06962018*	*KIC 06058875*	*KIC 07798259*	*KIC 09210828*
q	0.5620 ± 0.0021	0.8878 ± 0.0307	0.9650 (sabitlenmiş)	0.7883 ± 0.0088	0.8965 ± 0.0066
i (°)	82.73 ± 0.02	87.75 ± 0.19	82.55 ± 0.08	86.27 ± 0.09	80.28 ± 0.05
T_1 (K)	4646 (sabitlenmiş)	3698 (sabitlenmiş)	6367 (sabitlenmiş)	4952 (sabitlenmiş)	5053 (sabitlenmiş)
T_2 (K)	4364 ± 0.0003	3421 ± 0.0006	6190 ± 0.0012	4234 ± 0.0008	4795 ± 0.0005
Ω_1	10.7324 ± 0.0312	7.5036 ± 0.0730	6.9192 ± 0.0467	8.6356 ± 0.0403	7.8340 ± 0.0345
Ω_2	8.0560 ± 0.0279	8.3470 ± 0.2528	7.4986 ± 0.0725	12.2243 ± 0.1322	8.3118 ± 0.0538
L_1/L_{toplam}	0.6984 ± 0.0063	0.7430 ± 0.0154	0.5705 ± 0.0187	0.9077 ± 0.0046	0.6483 ± 0.0093
g_1,g_2	0.32, 0.32 (sabitlenmiş)	0.32, 0.32 (sabitlenmiş)	0.32, 0.32 (sabitlenmiş)	0.32, 0.32 (sabitlenmiş)	0.32, 0.32 (sabitlenmiş)
A_1,A_2	0.50, 0.50 (sabitlenmiş)	0.50, 0.50 (sabitlenmiş)	0.60, 0.60 (sabitlenmiş)	0.50, 0.50 (sabitlenmiş)	0.50, 0.50 (sabitlenmiş)
$x_{1,bol}$,$x_{2,bol}$	0.633, 0.633 (sabitlenmiş)	0.626, 0.626 (sabitlenmiş)	0.644, 0.644 (sabitlenmiş)	0.618, 0.618 (sabitlenmiş)	0.614, 0.614 (sabitlenmiş)
x_1,x_2	0.798, 0.799 (sabitlenmiş)	0.807, 0.807 (sabitlenmiş)	0.720, 0.719 (sabitlenmiş)	0.759, 0.759 (sabitlenmiş)	0.753, 0.753 (sabitlenmiş)
$< r_1 >$	0.0989 ± 0.0003	0.1513 ± 0.0018	0.1668 ± 0.0013	0.1281 ± 0.0006	0.1450 ± 0.0007
$< r_2 >$	0.0827 ± 0.0003	0.1224 ± 0.0041	0.1535 ± 0.0018	0.0695 ± 0.0008	0.1241 ± 0.0009

2.2.1.2. JKTEBOP

İncelenen sistemlerden KIC 8669092 sisteminin ışık eğrisi incelendiğinde, diğer sistemlerin aksine minimum genlikleri oldukça sığdır. Minimumların çok küçük genliklerinden dolayı, PHOEBE V.0.32 programı, ışık eğrisini temsil etmekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, yıldızın çözümünde JKTEBOP programı (Southworth, 2012) kullanılmıştır.

İncelenen diğer sistemlerde olduğu gibi, yıldız lekesi etkisinin en az olduğu çevrimler dikkate alınmıştır. Bu kriter göz önünde bulundurularak, en uygun çevrimin HJD 24 55402.67208 ile 24 55620.85856 arasındaki çevrim olduğu görülmüştür. Kullanılan yazılım, tutulma gösteren çiftler ve geçiş gösteren gezegene sahip yıldızların ışık eğrilerini modellemek için kullanılan bir FORTRAN 77 kodudur.



Şekil 2.6. KIC 8669092 sisteminin JKTEBOP yazılımı ile yapılan ışık eğrisi analizi. Siyah dolu noktalar, gözlem verisi; kırmızı düz çizgi ise analiz sonucu elde edilen sentetik ışık eğrisini temsil etmektedir.

Analiz sonucunda; kesirsel yarıçaplar toplamı (r_1+r_2), kesirsel yarıçaplar oranı (r_2/r_1), yörünge eğimi (i) ve kütleler oranı ($q = M_2/M_1$) elde edilmektedir. Sistemin baş bileşen sıcaklığı göz önüne alınarak, Tokunaga (2000) tarafından verilen kalibrasyonlarla bileşenlere ait yarıçap ve kütleler hesaplanmıştır. Sistemin ışık eğrisi analizinden elde edilen bu parametreler Çizelge 2.3'de listelenmiş olup türetilmiş sentetik ışık eğrisi gözlemle beraber Şekil 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.3. KIC 8669092 sisteminin JKTEBOP yazılımı ile yapılan ışık eğrisi analizinden elde edilen parametreleri.

Parametre	*KIC 08669092*
$r_1 + r_2$	0.191 ± 0.001
r_1/r_2	1.897 ± 0.001
i (°)	85.68 ± 0.01
q	0.992 ± 0.001
Dönem (gün)	1.0008554 (sabitlenmiş)
a ($R_\odot$)	5.64
T_1 (K)	6284 (Huber et al.(2014))
R_1 ($R_\odot$)	1.35 (kalibrasyonlardan)
R_2 ($R_\odot$)	0.71 (kalibrasyonlardan)
M_1 ($M_\odot$)	1.21 (kalibrasyonlardan)
M_2 ($M_\odot$)	1.20 (kalibrasyonlardan)

2.2.2. Flare aktivitesi ve flare parametreleri

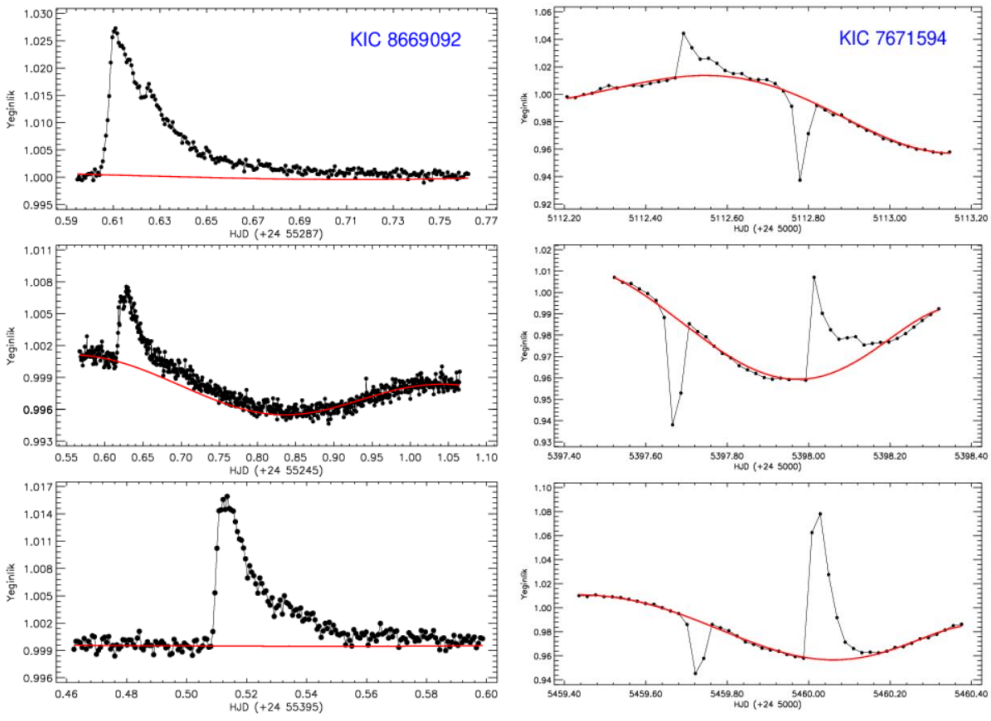
İncelenen sistemler, kromosferik aktivite gösteren sistemlerdir. Dolayısıyla leke aktivitesi gözlendiği gibi, sistemlerin flare aktivitesi göstermesi de beklenmektedir. Kepler Veri Tabanı'ndan alınan sistemlere ait LC ve SC verilerinin incelenmesiyle, bariz bir şekilde flare parlamalarına sahip sistemler görülmüştür. Flare aktivitesi baskın iki sistemin flare aktivitesi analizi gerçekleştirilmiştir. Bu sistemler; KIC 8669092 ve KIC 7671594'dür.

KIC 8669092 ve KIC 7671594 sistemlerindeki flare parlamalarını belirleyebilmek için, veri içerisindeki flarelerden kaynaklanan değişimler dışındaki diğer tüm değişimlerin veriden çıkarılması gerekmektedir. Hedef sistemler bir örten çift oldukları için öncelikle, ışık eğrilerinde tutulmadan kaynaklı minimumlar yer almaktadır ve analiz için bunlar verilerden arındırılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda, iki sisteminde ışık eğrisi kendi içerisinde incelenip genellikle 0.45-0.55 ile 0.95-0.05 evreleri arasındaki noktalar gözlem verilerinden çıkartılmıştır. Bu işlemler sonrasında iki sistemde de tutulmadan kaynaklı minimumlar arındırılmış, sadece lekeden ve gözlenen flare parlamalarından kaynaklanan değişimler kalmıştır.

Flare parlamalarının tespit edilip enerjilerinin hesaplanabilmesi için, öncelikle flare parlamalarının başlangıç ve bitiş noktaları düzgün bir şekilde belirlenmelidir. Bunun için de sistemlerin flare parlamaları çıkarılmış sakin bir düzeylerine ihtiyaç duyulmaktadır. Sistemlerin, flare parlamaları çıkarılan ışık eğrilerine bakıldığında, sinüzoidal değişim gösterdikleri görülmektedir. Bu

sinüzoidal değişim dikkate alınarak ve flare parlamaları çıkarılan ışık eğrisi temel alınarak tüm veriler, Fourier serisi ile modellenmiştir. Elde edilen sentetik modeller ile her bir flare parlaması için temel düzey Fourier modeli ile tanımlanmış olmaktadır. Tüm düzenlemeler yapıldıktan sonra, tutulma kaynaklı minimumların arındırılmış olduğu veri modellenmiş ve flare parlamaları tespit edilmiş olup flare parametreleri hesaplanmıştır. Her iki sistem içinde tespit edilen flare parlamalarına örnekler, KIC 8669092 için Şekil 2.7; KIC 7671594 için Şekil 2.8'da gösterilmiştir.

Flare parametrelerini hesaplayabilmek için, modellemesi yapılmış olan verilerde tespit edilen flare parlamalarının başlangıç ve bitiş zamanları belirlendikten sonra, flarelerin parlama (T_r) ve sönümleme (T_d) zamanları, flarelerin genliği ve eşdeğer süreleri (P) hesaplanmıştır. Tespit edilen tüm flare parlamaları için hesaplanan flare parametreleri KIC 8669092 için Çizelge 2.4'de, KIC 7671594 için ise Çizelge 2.5'de listelenmiştir.



Şekil 2.7. KIC 8669092 sistemine ait flare örnekleri. Şekildeki içi dolu noktalar gözlemleri, kırmızı düz çizgi ise temel düzeyi göstermektedir.

Şekil 2.8. KIC 7671594 sistemine ait flare örnekleri. Şekildeki içi dolu noktalar gözlemleri, kırmızı düz çizgi ise temel düzeyi göstermektedir.

Çizelge 2.4. KIC 8669092 sisteminin SC gözlem verisinin analizi ile tespit edilen her bir flare için hesaplanan parametrelere ilişkin örnekler. (Elde edilen tüm veri, Ek 1'de verilmiştir.)

KIC 08669092				
Flare Zamanı (+24 00000)	**P (s)**	**T_r (s)**	**T_d (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**
55300.26115	0.19343	58.85741	58.84963	0.00281
55302.00148	0.28525	58.84963	58.85741	0.00484
55302.62337	0.19616	58.85741	58.84963	0.00290
55160.43902	0.16561	117.68112	58.84531	0.00225
55539.64008	0.18690	58.84531	117.68198	0.00250
55116.85442	0.03556	58.83667	117.69754	0.00206
55121.64387	0.21232	58.85309	117.68112	0.00337
55133.95871	0.10104	117.68976	58.84445	0.00237
55134.10787	0.08760	117.68112	58.85309	0.00157
55109.90930	0.03853	58.84531	117.68976	0.00145
55467.41127	0.23434	58.84531	117.68976	0.00354

Çizelge 2.5. KIC 7671594 sisteminin LC gözlem verisinin analizi ile tespit edilen her bir flare için hesaplanan parametrelere ilişkin örnekler. (Elde edilen tüm veri, Ek 2'de verilmiştir.)

KIC 07671594				
Flare Zamanı (+24 00000)	**P (s)**	**T_r (s)**	**T_d (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**
55097.16816	33.88587	7061.60938	3530.79648	0.00461
55097.63812	14.11061	1765.41034	5296.20595	0.00404
55101.29560	42.57068	1765.39046	12357.79459	0.00514
55101.86772	13.93411	3530.78870	1765.39910	0.00365
55103.78841	42.80067	5296.20163	5296.17485	0.01490
55104.17663	21.44475	1765.38874	7061.58950	0.00608
55105.25957	4.44682	1765.40515	3530.79302	0.00520
55105.42304	0.48958	1765.39651	1765.38787	0.00240
55106.97593	3.28887	1765.39565	1765.38701	0.00321
55107.54805	9.80280	1765.39565	1765.40342	0.00456
55108.97835	74.97494	1765.39478	15888.54010	0.01450

KIC 8669092 için, Kepler Veri Tabanı'ndan alınan SC gözlem verisinden 313 flare; KIC 7671594 için, Kepler Veri Tabanı'ndan alınan LC verisinden ise 1128 flare tespit edilmiştir. Tüm flarelerin hesaplanan eşdeğer süreleri, (1) numaralı bağıntıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır (Gershberg, 1972):

$$P = \int [\,(I_{flare} - I_0)/I_0)]dt \qquad (1)$$

Eşitlikte geçen *P*, saniye biriminde flare eşdeğer süresidir. I_{flare}, flare anındaki akıdır. I_0 ise Fourier ile modellenen sistemin flare dışı sakin düzey akısıdır. Bu çalışmada, flarelerin enerjileri hesaplanmamış, onun yerine Dal and Evren (2010, 2011) tarafından belirlenen nedenlerden dolayı flarelerin eşdeğer süreleri hesaplanmıştır ve bu eşdeğer süreler üzerinden gidilmiştir.

Hesaplanmış olan flarelerin parametrelerinin, kendi aralarındaki ilişkilere bakılmıştır. Flare eşdeğer süreleri ile flare toplam süresinin birbiri ile ilişkisinin, belli bir kurala göre değiştiği görülmüştür. Bu ilişkideki dağılımı en iyi temsil eden fonksiyonun, *SPSS V17.0* (Green et al., 1999) ve *Graphpad Prism V5.02* (Dawson and Trapp, 2004) programları kullanılarak hesaplanan "*En Küçük Kareler Yöntemi*" ile "*One Phase Exponential Association* (OPEA)" olduğu bulunmuştur (Dal and Evren, 2010, 2011).

OPEA fonksiyonu, (2) numaralı bağıntıda gösterildiği gibi *Plateau* terimine sahip olan, eşdeğer sürelerinin dağılımını tanımlayan bir fonksiyondur (Motulsky, 2007; Spanier and Oldham, 1987):

$$y = y_0 + (Plateau - y_0) \times (1 - e^{-k \times x}) \qquad (2)$$

Eşitlikte geçen *y*, logaritmik ölçekte eşdeğer süredir. y_0, minimum toplam flare süresi için logaritmik ölçekte flare eşdeğer süresidir. Diğer bir deyişle, herhangi bir yıldızda gözlenen bir flare için minimum eşdeğer süredir. Bu tanımlamalar referans alındığında; y_0 değeri, gözlenen hedefin parlaklığına ve gözlem yapılan optik sistemin duyarlılığına bağlı olmaktadır. Eşitlikte geçen *x*, bir flarenin toplam süresidir. "*Plateau"* ise, belirli bir yıldızda gözlenen bir flare için eşdeğer sürenin üst sınırıdır. Dal and Evren (2010) tarafından yapılan çalışmada, Plateau parametresi, gözlem yapılan dalgaboyu aralığında flare aktivitesi için doyma seviyesi olarak tanımlanmaktadır (Dal and Evren, 2010, 2011).

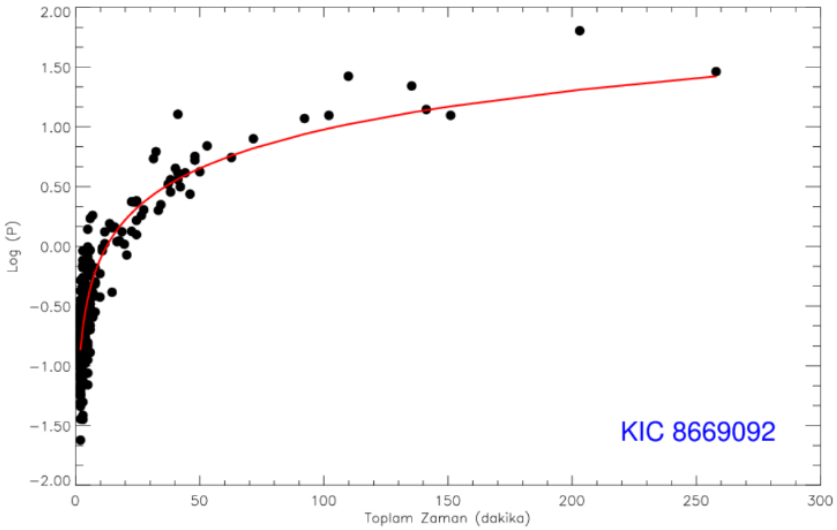
Her iki sistem için "*En Küçük Kareler Yöntemi*" kullanılarak, istatistiksel olarak %95 duyarlılık sınırı ile OPEA modelleri elde edilmiştir. Sistemlere ait OPEA modelleri KIC 8669092 için Şekil 2.9; KIC 7671594 için Şekil 2.10'da gösterilmiştir ve elde edilen parametreler her iki sistem için de Çizelge 2.6'da verilmiştir. Çizelgede yer alan "*span value"* değeri, Plateau ile y_0 değerlerinin arasındaki farkı tanımlamaktadır. "*Half-life"* ise, Plateau değeri olarak tanımlanan

maksimum flare eşdeğer süresine ulaşılan ilk "*x*" değerinin yarısı olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle, en yüksek flare enerjisinin görüldüğü flare toplam süresinin yarısıdır.

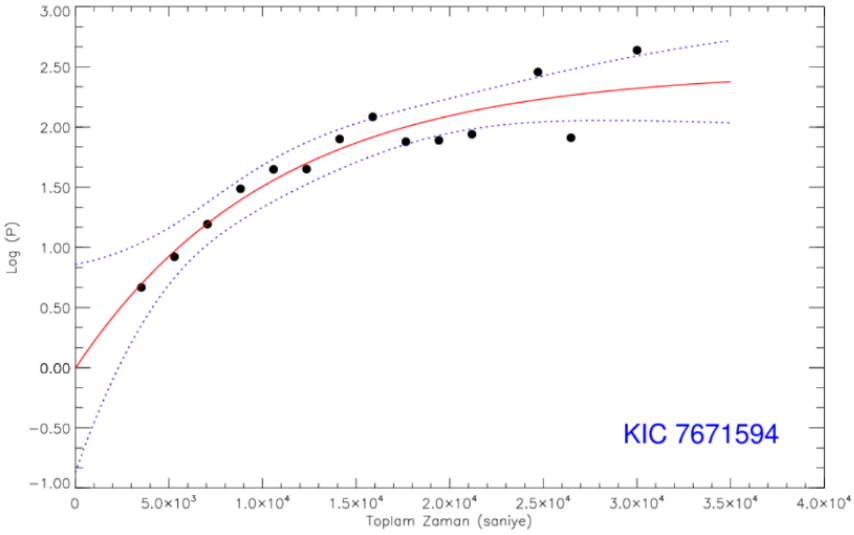
OPEA fonksiyonu ile elde edilen dağılım modelinin, başka bir fonksiyon ile modellenebilirliğinin kontrol edilmesi amacıyla, D'Agostino and Stephens (1986) tarafından tanımlanan *D'Agostino-Pearson normality test, Shapiro-Wilk normality test* ve *Kolmogorov-Smirnov test*'leri ile flare eşdeğer sürelerinin flare toplam süresine karşı dağılımları test edilmiştir. Bu testlerden olasılık değeri olan "*p-value"* hesaplanmıştır. Her iki sistem için de yapılan her üç testteki hesaplamalara bakıldığında, "*p-value"* değerleri, flare eşdeğer sürelerinin flare toplam süresine göre dağılımlarının OPEA fonksiyonu dışında hiçbir fonksiyon ile modellenemeyeceğini göstermektedir (Motulsky, 2007; Spanier and Oldham, 1987).

Çizelge 2.6. KIC 8669092 ve KIC 7671594 sistemlerinde gözlenen flarelere ait OPEA modeli parametreleri.

Parametre	KIC 08669092	KIC 07671594
En İyi Çözüm Parametreleri		
Y_0	0.912 ± 0.025	-0.006 ± 0.393
Plateau Değeri	1.219 ± 0.088	2.467 ± 0.252
K	0.00058 ± 0.00006	0.00010 ± 0.00003
Tau	1717	10578
Half-life	1190	7332
Span	2.131 ± 0.083	2.473 ± 0.286
95% Güvenirlik Aralığı		
Y_0	0.960 ± 0.864	-0.871 ± 0.859
Plateau Değeri	1.046 ± 1.392	1.912 ± 3.022
K	0.00047 ± 0.00070	0.00002 ± 0.00017
Tau	1437 ± 2132	5872 ± 53322
Half-life	996 ± 1478	4070 ± 36960
Span	1.969 ± 2.293	1.845 ± 3.101
Temsil Güvenirliği		
R^2	0.799	0.889
P-Value (D'Agostino-Pearson)	0.015	0.961
P-Value (Shapiro–Wilk)	0.003	0.996
P-Value (Kolmogorov–Smirnov)	0.042	> 0.10



Şekil 2.9. KIC 8669092 sisteminde tespit edilen 313 flare üzerinden elde edilen OPEA modeli. Şekilde siyah dolu noktaların her biri bir flareyi temsil ederken, kırmızı düz çizgi ise OPEA modelini göstermektedir.



Şekil 2.10. KIC 7671594 sisteminde tespit edilen 1128 flare üzerinden elde edilen OPEA modeli. Şekilde siyah dolu noktalar log(P)'nin ortalama flare değerlerini temsil ederken, kırmızı düz çizgi OPEA modelini, kesikli mavi çizgiler ise hataları göstermektedir.

KIC 8669092, HJD 24 55093.21496934 ile HJD 24 55635.355216 aralığında toplam 542.1403 gün (*13011.36592 saat*) gözlenmiştir. Bu gözlem süresi boyunca 313 flare tespit edilmiştir. Aynı şekilde KIC 7671594 ise, HJD 24 54964.51259 ile 24 55552.54807, HJD 24 55568.38371 ile 24 55931.32548, HJD 24 56107.16037 ile 24 56304.13648 ve HJD 24 56305.11726 ile 24 56424.00167

aralığında toplam 1266.83777 gün (*30404.10647 saat*) gözlenmiştir. Bu gözlem süresi boyunca 1128 flare tespit edilmiştir. Flare aktivitesi için literatürde iki farklı flare frekansı tanımlanmıştır. Bu frekanslar, (3) ve (4) numaralı bağıntılarda ifade edilmektedir (Ishida et al., 1991):

$$N_1 = \sum n_f \Big/ \sum T_t \qquad (3)$$

$$N_2 = \sum P \Big/ \sum T_t \qquad (4)$$

Eşitlikteki Σn_f, elde edilen toplam flare sayısını, ΣT_t ise yıldızın toplam gözlem süresini tanımlamaktadır. ΣP, elde edilen tüm flarelerin eşdeğer süreleri toplamını ifade eder. Bu tanımlara göre KIC 8669092'nin flare aktivitesi için flare frekansları, N_1=0.02406 h^{-1} ve N_2=0.00001 olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde KIC 7671594'nin flare aktivitesi için flare frekansları, N_1=0.03710 h^{-1} ve N_2=0.00028 olarak hesaplanmıştır.

2.2.3. Tutulmalar dışı sinüs benzeri değişimler

Sistemlerdeki tutulmalar dışı değişimin belirlenmesi için, ışık eğrisi analizlerinde elde edilen sentetik eğriler kullanılarak gözlemlerin artıkları elde edilmiştir. Ardından da artıkların sistematik bir değişim gösterip göstermediği incelenmiştir.

Artıklardan oluşturulan ışık eğrileri incelendiğinde, her sistemin ışık değişiminde sinüs benzeri değişimler görülmektedir. Sistemlerdeki bileşenlerin gerek tayf türleri gerekse de zaman zaman sergiledikleri flare aktivitesi gibi belirteçler göz önüne alındığında sinüs benzeri bu değişimlerin yıldız yüzeyindeki soğuk lekelerinden kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır. Aktif bileşenler üzerindeki soğuk leke yapılarının, yıldızın dönmesi sonucu sistemin ışık değişimini oluşturduğu görülür.

Sinüs benzeri değişimin modellenip leke aktivite karakterinin ortaya çıkarılabilmesi için bu aşamada yapılacak analizlerden önce, flare aktivitesinden kaynaklanan parlamaların da verilerden arındırılması gerekmektedir.

Sinüs benzeri değişimin modellenmesi için yapılan analizler, Fourier dönüşümüne dayanmaktadır. Artık verilerde görülen değişimlerin, Fourier

yöntemi ile yapılan modellemelerinde, aşağıdaki (5) numaralı bağıntı ile tanımlanan ifade kullanılmıştır (Morris, 1985):

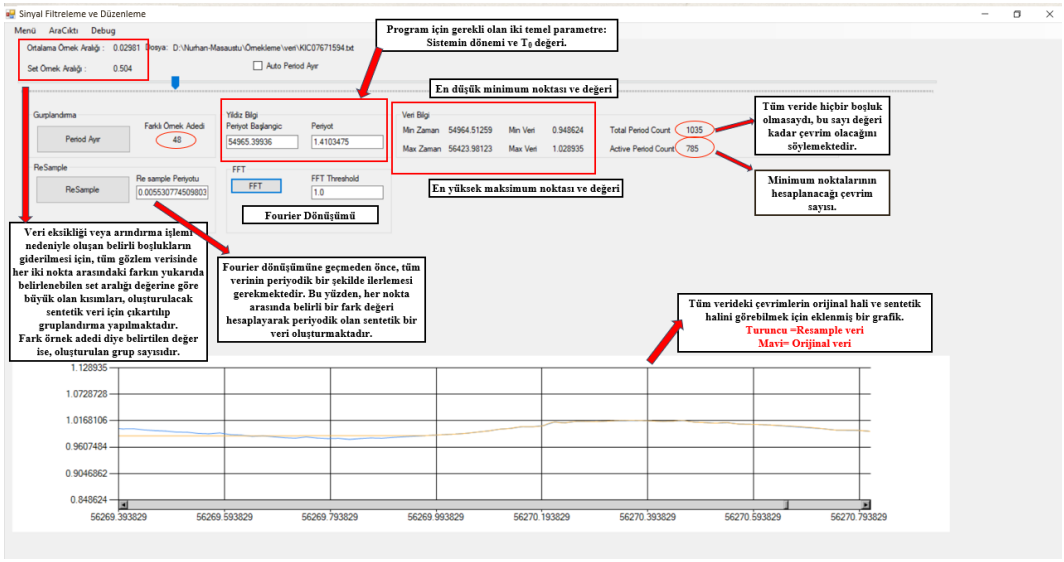
$$L(\theta) = A_0 + \sum_{j=1}^{N} A_j \cos(j\theta) + \sum_{j=1}^{N} B_j \sin(j\theta) \qquad (5)$$

Eşitlikteki A_0, fonksiyonun ortalama değeri olup sabit bir değerdir. A_j katsayısı cos ($j\theta$)'nin, B_j katsayısı ise sin ($j\theta$)'nin katsayılarıdır.

Hall (1990b), cos(θ) teriminin bir yıldızın yüzeyindeki lekeli alan için bir gösterge olabileceğini öne sürmektedir. Ayrıca, bir yıldızın yüzeyinde yalnızca bir lekeli alan varsa, cos(θ) teriminin daha baskın olması beklenmektedir. Bununla birlikte Hall (1990b), aktif bileşenin yüzeyinde birbirinden 180° ile ayrılmış iki lekeli alanın cos(2θ) teriminin baskınlığını arttırabileceğini öne sürmektedir (Dal et al., 2012).

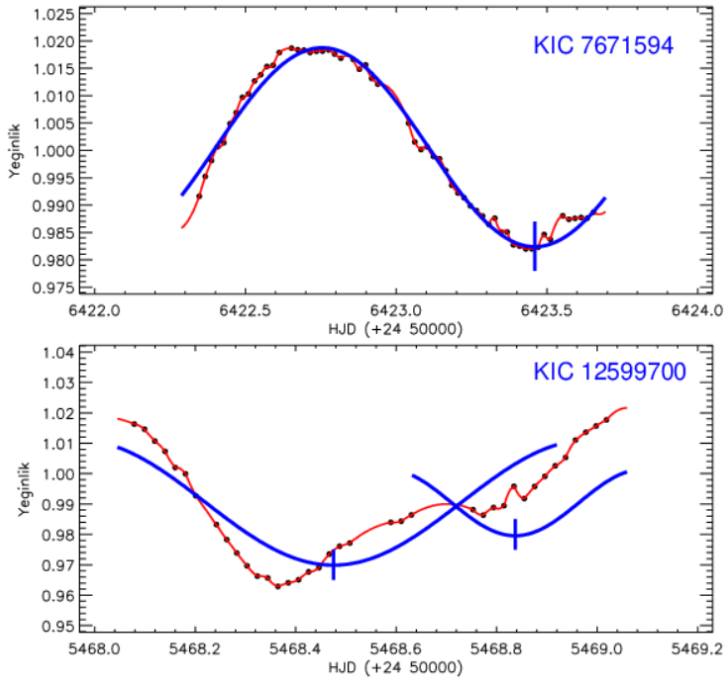
2.2.4. Boylamsal leke göç hareketi tespiti

Analizlerin bu aşamasında, arındırılmış olan artık veriler, yukarıda parametreleri tanımlanan Fourier yöntemine dayanan "*Sinyal Filtreleme ve Düzenleme*" (bundan sonra *SFD*) programı ile analiz edilmiştir. SFD yazılımı, 2019 yılında Uzm. M. E. Yılmaz tarafından geliştirilen ve Ek 3'te sunulan yazılı anlaşma ile bu tez çalışması kapsamında yapılacak analizlerde kullanılmasına özel izin verilen bir paket yazılımdır. Ekran görüntüsü Şekil 2.11'de verilen bu programda yürütülen temel işlem, arındırılmış verilerin Fourier yöntemi ile modellenerek, leke kaynaklı sinüzoidal değişimlerin minimum seviyelerinin zamanlarının hesaplanmasından ibarettir.



Şekil 2.11. Sinyal Filtreleme ve Düzenleme programının arayüzünün ekran görüntüsü ve girdi parametrelerinin açıklamaları.

Kepler Veri Tabanı'ndan alınan LC gözlem verilerinde her gözlem noktası arasında yaklaşık 29.4 dakikalık bir zaman farkı bulunmaktadır. Fakat, bu yaklaşık bir değerdir. Bu zaman farkı tam olarak periyodik bir şekilde ilerlememektedir ve belirli kaymalar gözlenmektedir. Önceki analiz adımları sırasında yapılan, tutulmalar ve flare kaynaklı değişimlerin arındırılmasından dolayı, çift sistemlere ait verilerde belirli boşluklar ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca, Kepler Veri Tabanı'ndan alınan veriler göz önüne alındığında, yaklaşık 4 yıllık gözlem süresindeki bazı zaman aralıklarında gözlem noktalarının olmadığı görülmektedir. Bu nedenle eldeki gözlem verileri, tam süreklilik sağlayamamaktadır. Arındırılmış ve gözlem boşluklarının olduğu verilerin Fourier yöntemi ile temsil edilebilmesi için, gözlem noktalarının sürekli olması ve periyodik bir şekilde ilerlemesi gerekmektedir. Dolayısıyla, kullanılan SFD programında arındırılmış veri tamamen periyodik hale getirilerek; ~0.50 günü aşan boşluklar çıkartılıp orijinal veriye uygun olacak şekilde periyodik ilerleyen noktalar eklenerek sentetik eğriler oluşturulmuştur. Programda yapılan bu işlemde, yaklaşık ~5000 iterasyon gerçekleştirmiş olsa da %100 sonuç vermeyebilmektedir; fakat analiz için gerekli olan düzenlemelerin tamamını karşılamıştır. Bu aşama sonucunda, çift sistemlere ait arındırılmış veri esas alınıp, periyodik hale getirilerek oluşturulan yeni sentetik veri üzerinden hareket edilmiştir.



Şekil 2.12. Sinyal Filtreleme ve Düzenleme programındaki Fourier ile temsil edilen çevrimler ve çevrimlere ait minimum zamanlarının nasıl belirlendiğine dair örnekler. Siyah dolu noktalar, orijinal gözlem verisi; kırmızı düz çizgi ise programın oluşturduğu sentetik veridir. Mavi eğimli çizgiler Fourier temsili, mavi dik çizgiler ise o çevrime ait minimum zamanlarını ifade etmektedir.

Fourier ile modelleme aşamasında, analizlerde her bir yıldıza ait tüm çevrimler tek adımda dönüşüm gerçekleştirilmemiş, yıldızın her bir çevrimi ayrı ayrı analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bunun nedeni, her bir çevrimde görülen sinüzoidal değişim, bir ya da iki lekenin etkisiyle ortaya çıkan bileşke bir değişim içeren veri, kendi içerisinde analiz edilip tam olarak soğuk yıldız lekesinin veya lekelerinin boylam üzerindeki konum değerlerini elde edebilmektir. SFD programında, giriş parametresi olarak çift sistemlerin dönem (P) ve başlangıç zamanı (T_0) değerleri girilerek, her bir çevrim kendi içerisinde analiz edilmiştir. Analiz sırasında, Fourier sürecine bağlı olan genlik ve frekans analizleri de gerçekleştirilmektedir ve bu kapsamda eğer tek bir lekeden kaynaklı değişim gözleniyor ise tek bir frekans elde edilmekte; iki lekeden kaynaklı değişim gözleniyor ise iki frekans elde edilmektedir. Elde edilen frekans değerlerine göre, Fourier süreci tamamlanarak, lekelerden kaynaklanan değişimlerin minimum zamanları elde edilmiştir. Bu aşamanın bir örneği olarak, iki sisteme ait çevrimlerin Fourier ile temsil edilmesi ve o çevrimlere ait minimum zamanları Şekil 2.12'de gösterilmiştir.

SFD sürecinin bu aşamasında, çevrim çevrim modellenen verilerin minimum seviyelerindeki zaman değerleri, temsil denklemleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Sonuç olarak, modellerden sinüzoidal değişimin minimum akı seviyeleri ve zamanları elde edilebilmektedir. Sistemlerden biri için programdan elde edilen çıktıların örneği, Şekil 2.13'deki ekran görüntüsünde açıklamalı olarak gösterilmektedir.

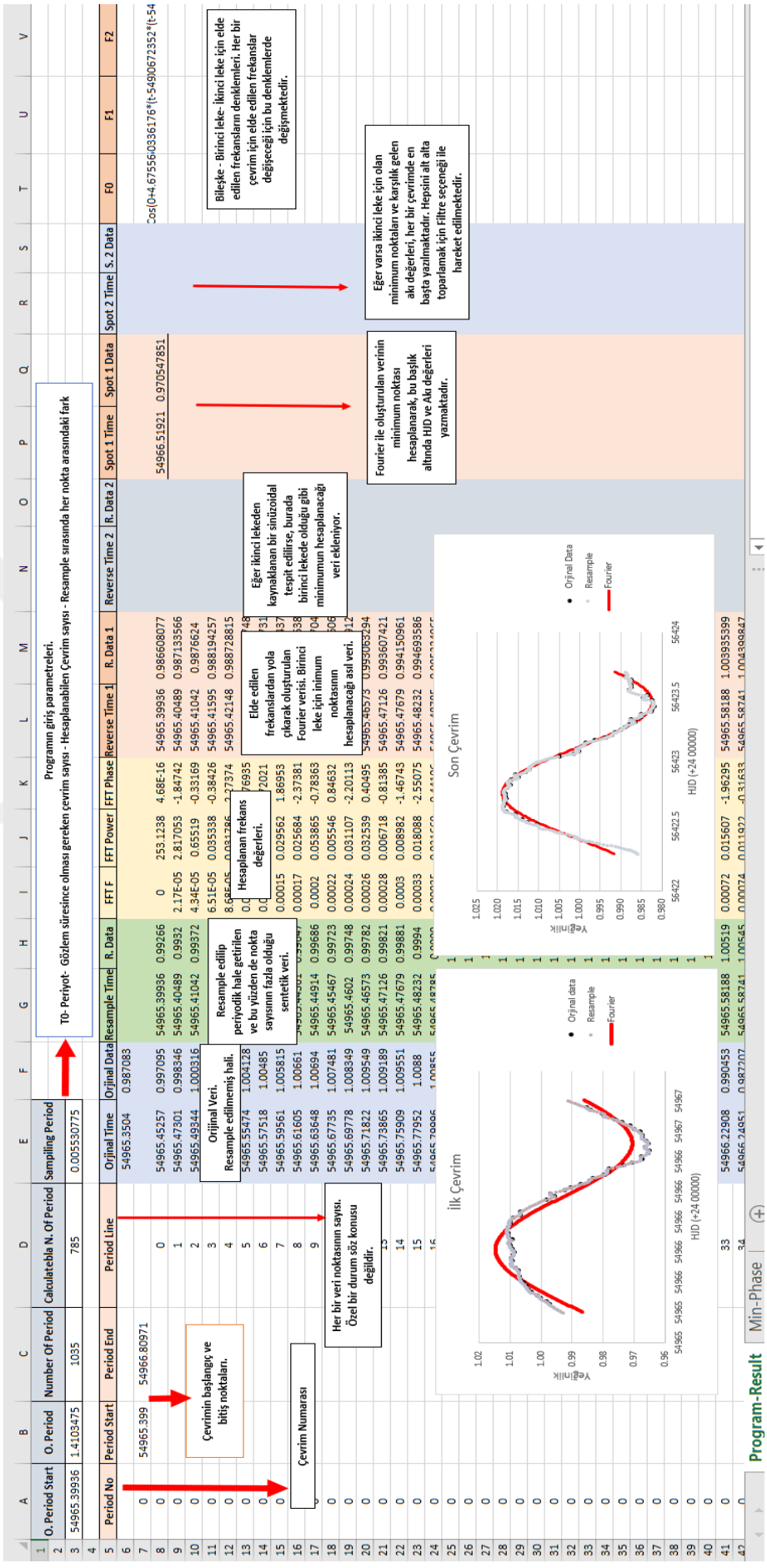
Elde edilen sinüzoidal değişimin minimum zamanları, çift sistemlerin dönemleri ve T_0 değerine göre evre değerlerine dönüştürülmüştür. Buradaki amaç; küresel yıldız yüzeyini boylamsal olarak evrelendirmektir. Dolayısıyla, yıldızın yüzeyi 0.0 ile 1.0 arasında olacak şekilde evrelendirilmiş ve dolayısıyla boylamsal olarak ayrılmıştır. Yıldız kendi ekseni etrafında döndükçe, yüzeyinde bulunan lekelerin de yıldızın dönme yönünde olacak şekilde yıldız yüzeyi ile eş zamanlı olarak boylamsal olarak hareket etmesi beklenmektedir. Eğer leke, yıldız ile eş zamanlı hareket ederse, sinüzoidal değişimde minimum evresinin sabit kalması beklenmektedir. Ancak bu tür yıldızlarda, analiz sonucunda elde edilen minimum evre değerleri, zaman zaman ön evrelere zaman zaman da geri evrelere doğru kayma gösterir ki, bu davranışa "*leke boylamsal göç hareketi*" adı verilir.

Şekilden de görüldüğü üzere, aktif bileşenler üzerindeki lekelerin minimum evreleri 1.0 evreden 0.0 evreye doğru lineer bir şekilde azalmaktadır. Belirli bir zaman içinde 1.0'den 0.0'a hareket eden evre değeri, 0.0 evreye ulaştığında aslında yıldız etrafında 360° boylamsal olarak hareket etmiş olup, yeniden başlangıç boylamına ulaşmış olur ve leke minimum evresi yeniden 1.0 olur. Her çevrimde, bir önceki eğimlere göre hemen hemen paralel şekilde hareket etmektedir. Dolayısıyla, paralel olarak ilerleyen ve tekrar başa dönen leke minimum evreleri, çevrim sayıları eklenerek uzun dönemli değişim ortaya çıkarılmıştır. Bu uzun soluklu değişim, "*thetamin (θ_{min}) değişimi*" olarak adlandırılır.

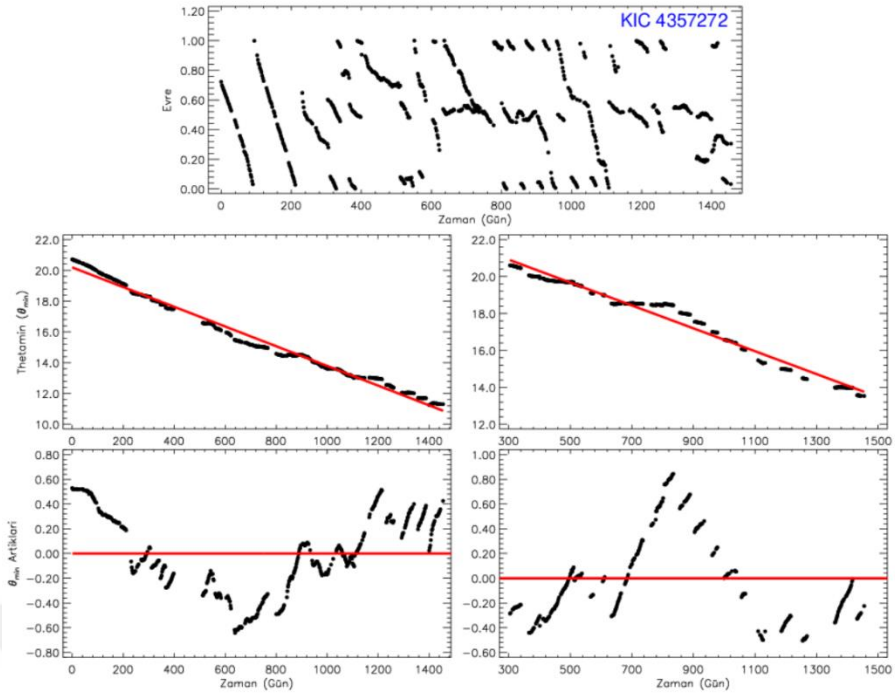
Berdyugina and Usoskin (2003) tarafından ifade edildiği üzere, yıldızlarda lekelerin boylamsal göç hareketinin doğrusal olması beklenmektedir. Çünkü, belirli bir leke yıldız yüzeyinde belirli bir enlemde konumlandığı için, o enlemde yıldızın yüzey hareket hızına göre lekenin, yıldızın eş-dönme enlemine göre daha hızlı ya da daha yavaş, ancak sabit hızda hareket etmesi beklenmektedir. Dolayısıyla her bir çift sistemde, aktif bileşenin üzerindeki lekelerin boylamsal göç hareketinin doğrusal olması beklenir.

Bu nedenle, aktif bileşen üzerindeki lekelerin elde edilen boylamsal göç hareketleri, En Küçük Kareler Yöntemi kullanılarak doğru ile temsil edilmiştir. Elde edilen doğru denklemleri kullanılarak her bir çift sistemin aktif bileşenleri üzerindeki lekelerin boylamsal göç dönemleri hesaplanmış ve Çizelge 2.7'de listelenmiştir. Bu tez kapsamında incelenen her bir sistem için elde edilen boylamsal göç hareketleri, θ_{min} değişimleri ve θ_{min} artıkları Şekil 2.14 ile Şekil 2.23 arasındaki şekillerde gösterilmiştir.

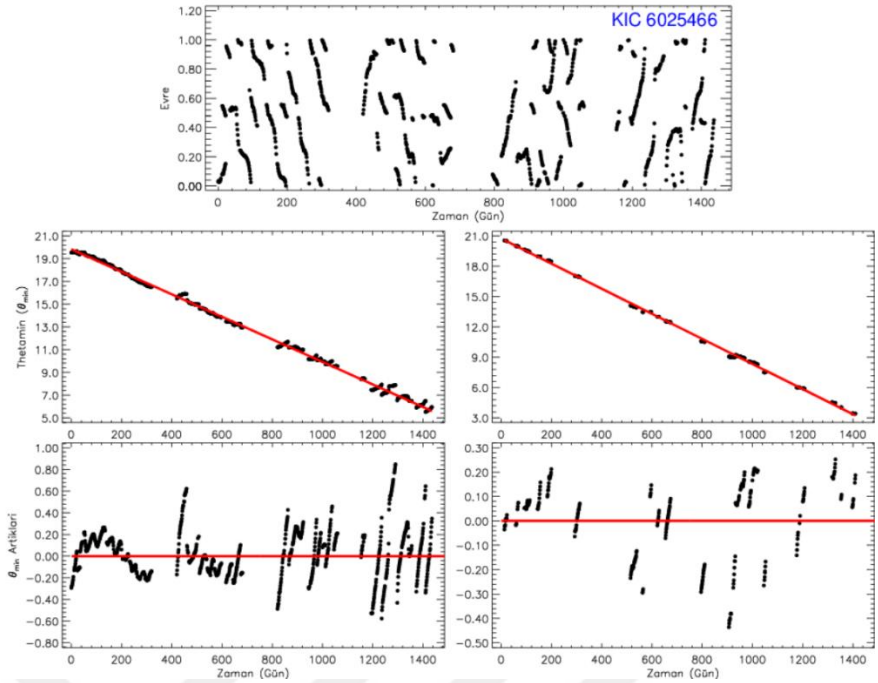
Analiz kısmının bu aşamasına kadar, geçmişten günümüze birçok çalışmada yıldızların yüzeylerindeki aktif boylamların göç hareketleri ve dönemleri, benzeri yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir (Mekkaden and Raveendran, 1998; Taş et al., 2001; Rosario et al., 2009; Balaji et al., 2015; Dal and Özdarcan, 2018).



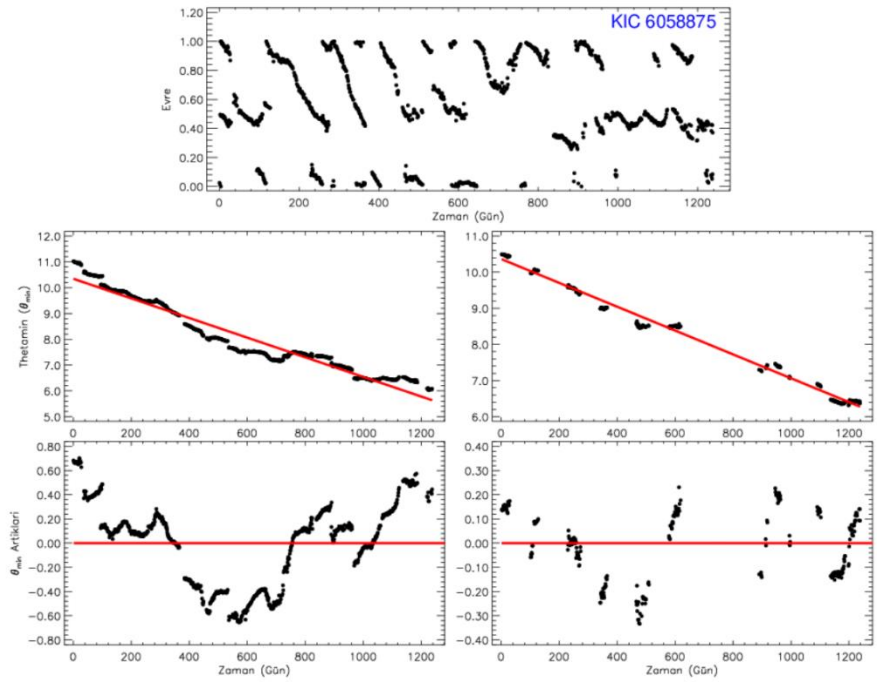
Şekil 2.13. Sinyal Filtreleme ve Düzenleme programından elde edilen sonuçların excel programına dökülerek her bir parametresinin açıklamasını içeren ekran görüntüsü.



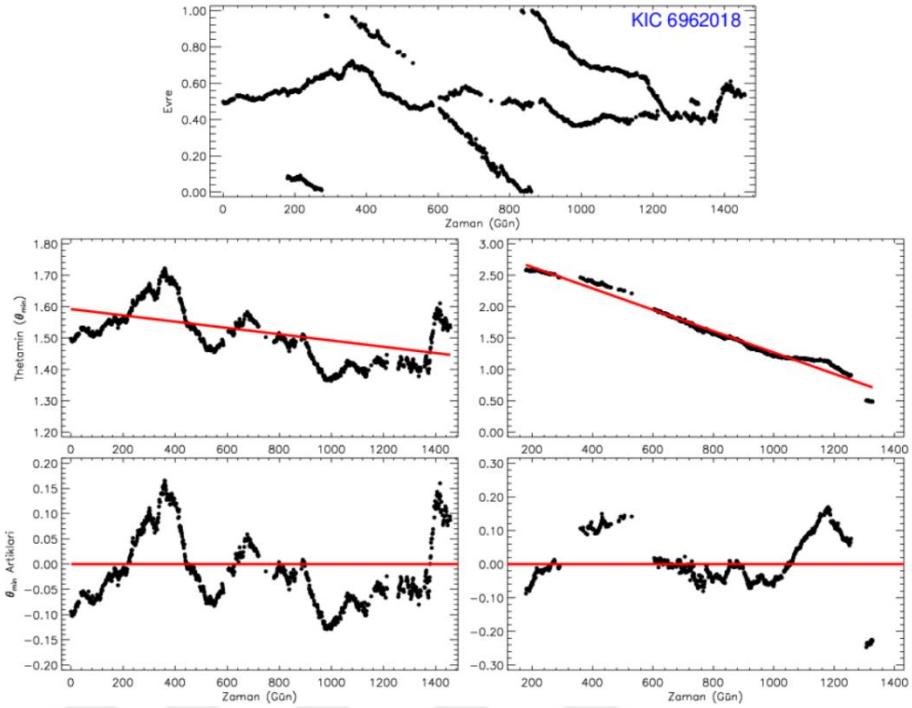
Şekil 2.14. KIC 4357272 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları. Birinci paneldeki şekilde, siyah dolu noktalar SFD programından elde edilen minimum zamanlarını ifade etmektedir. İkinci paneldeki şekiller birinci ve ikinci lekeye ait olup siyah dolu noktalar çevrim eklenerek θ_{min} oluşturulmuş, kırmızı düz çizgi ise En küçük kareler yöntemi ile elde edilmiş lineer doğruyu göstermektedir. Üçüncü paneldeki şekillerde ise, her iki leke içinde θ_{min} değişiminden lineer temsilin çıkarılmasıyla oluşturulmuş θ_{min} artıklarını göstermektedir. Buradaki kırmızı düz çizgi ise sıfır noktasını yatay olarak belirtmektedir.



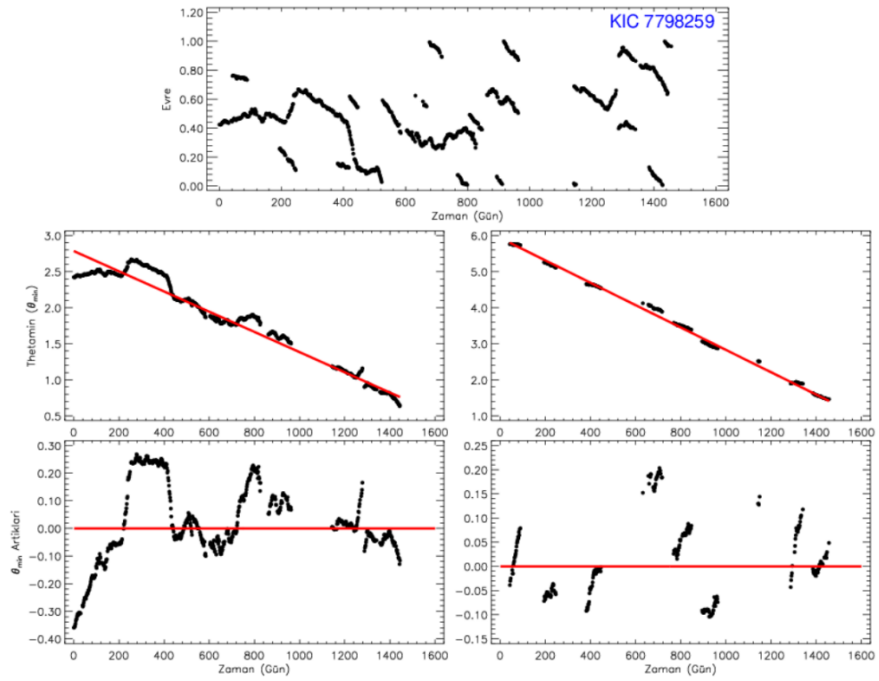
Şekil 2.15. KIC 6025466 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



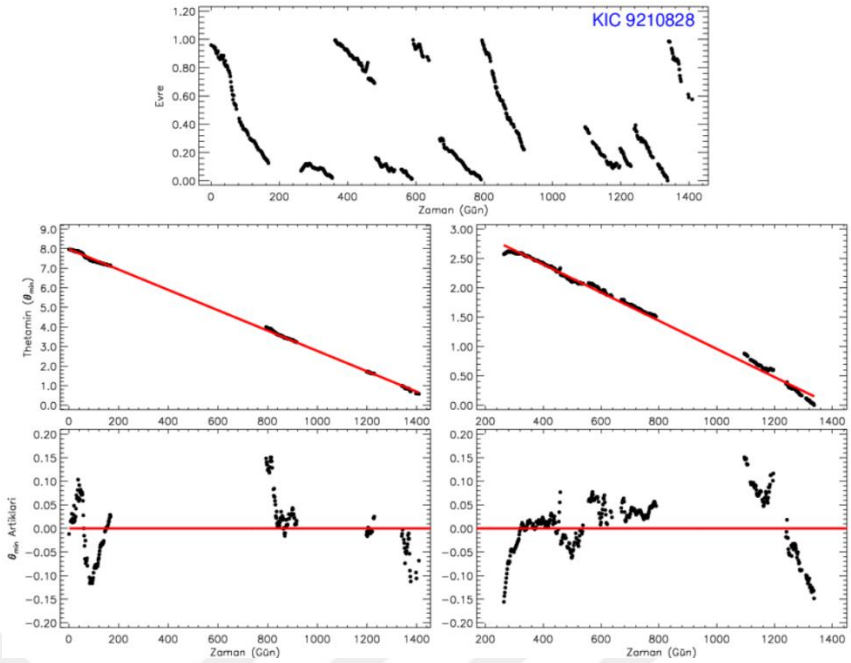
Şekil 2.16. KIC 6058875 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



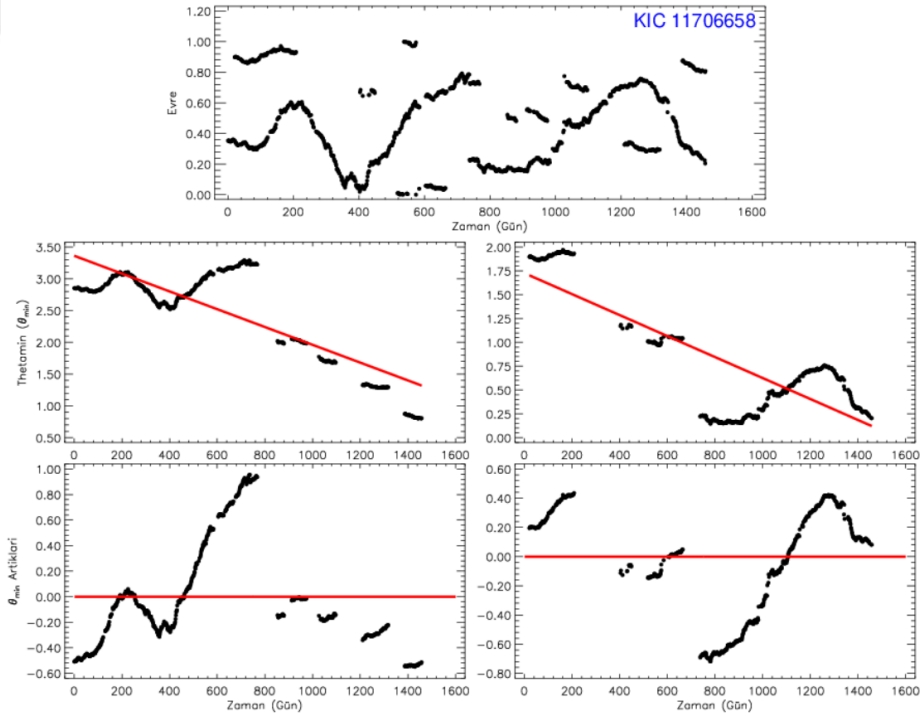
Şekil 2.17. KIC 6962018 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



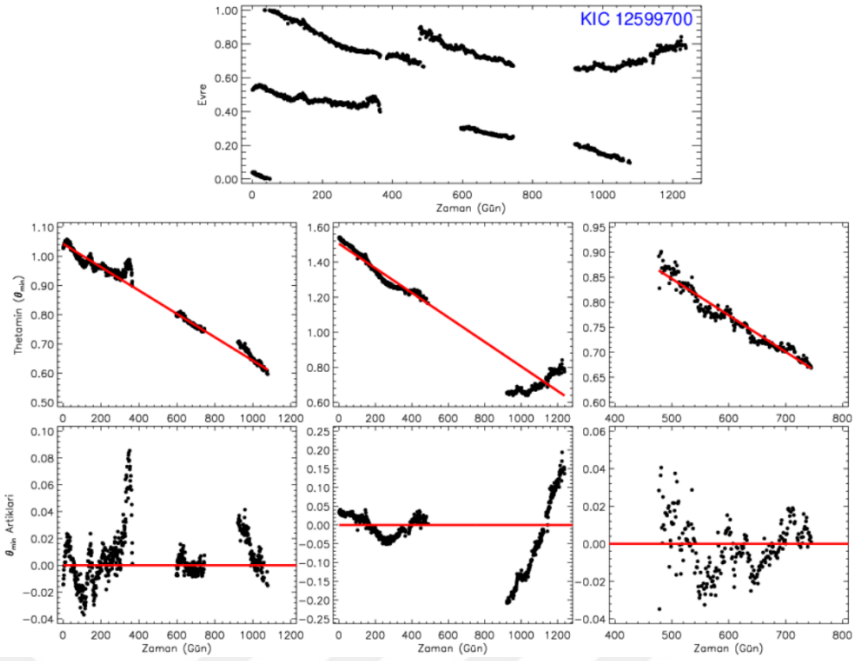
Şekil 2.18. KIC 7798259 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



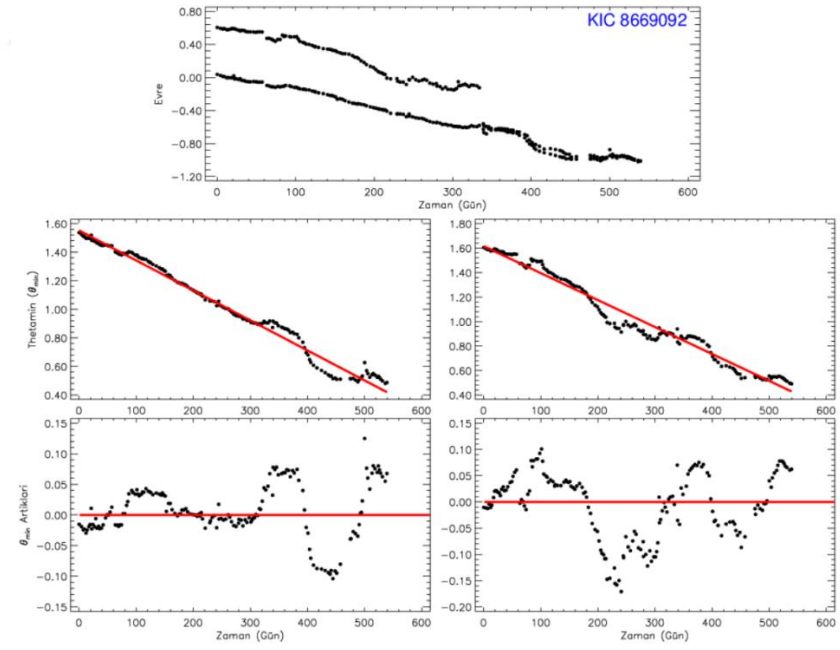
Şekil 2.19. KIC 9210828 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



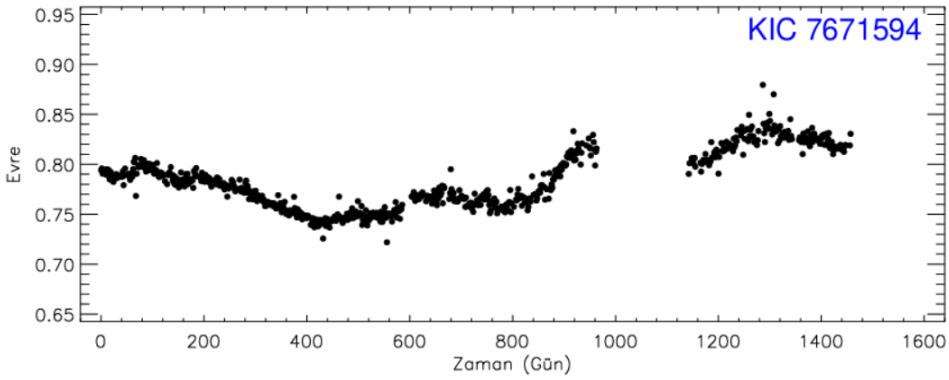
Şekil 2.20. KIC 11706658 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



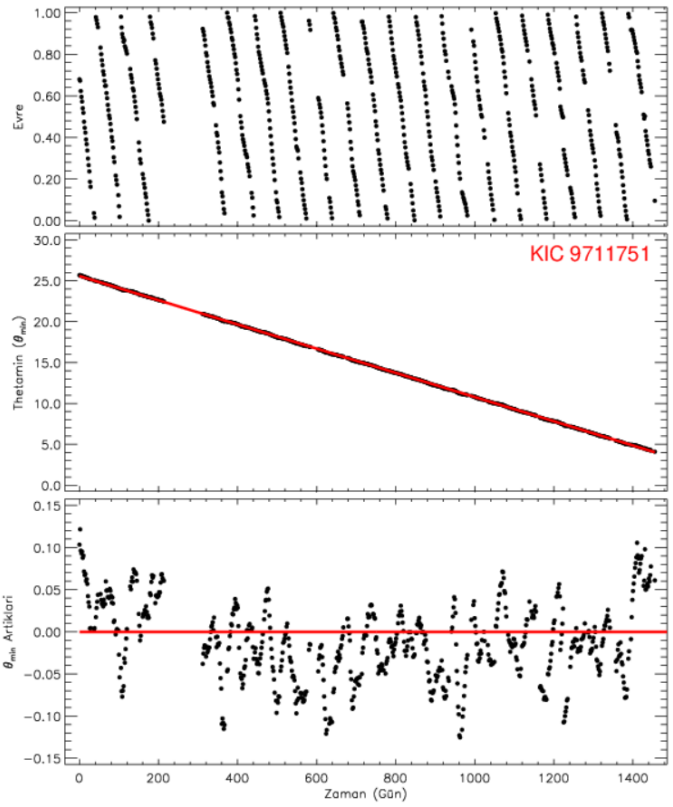
Şekil 2.21. KIC 12599700 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



Şekil 2.22. KIC 8669092 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç hareketi, θ_{min} değişimi ve θ_{min} artıkları.



Şekil 2.23. KIC 7671594 sisteminin LC verisinin SFD programı ile analizi sonucunda, elde edilen sistemin aktif bileşeni üzerindeki soğuk yıldız lekesinin boylamsal göç hareketi.



Şekil 2.24. KIC 9711751 sisteminin SFD programı ile analizi sonucu elde edilmiş minimum zamanları gösterilmiştir. Zonklayan bir bileşene sahip sistemde, programın nasıl bir sonuç vereceğini görmek amacıyla elde edilmiş bir şekil sunulmaktadır.

Çizelge 2.7. Sistemlerin aktif bileşenleri üzerindeki soğuk yıldız lekelerinin boylamsal göç dönemleri.

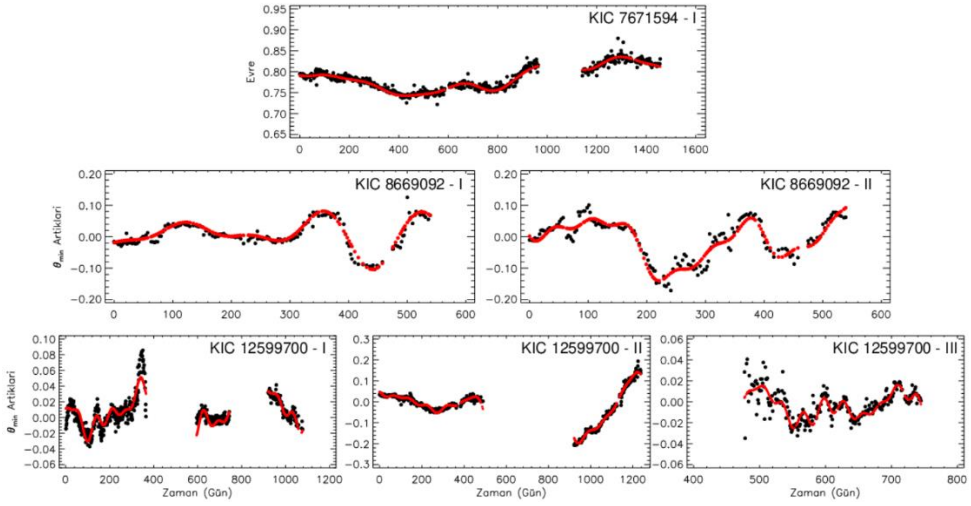
Çift Sistemler	Göç Dönemi - I		Göç Dönemi - II		Göç Dönemi - III	
	(gün)	(yıl)	(gün)	(yıl)	(gün)	(yıl)
KIC 07671594	-	-	-	-	-	-
KIC 12599700	2500.000	6.845	1428.571	3.911	1369.863	3.750
KIC 06962018	-	-	588.235	1.611	-	-
KIC 11706658	909.091	2.489	714.286	1.956	-	-
KIC 06058875	263.158	0.720	303.030	0.830	-	-
KIC 07798259	714.286	1.956	322.581	0.883	-	-
KIC 09210828	192.308	0.527	416.667	1.141	-	-
KIC 04357272	156.250	0.428	161.290	0.442	-	-
KIC 06025466	101.010	0.277	80.645	0.221	-	-
KIC 08669092	476.190	1.304	454.545	1.244	-	-

2.2.5. Leke göç hareketinde görülen ikinci derece değişimler

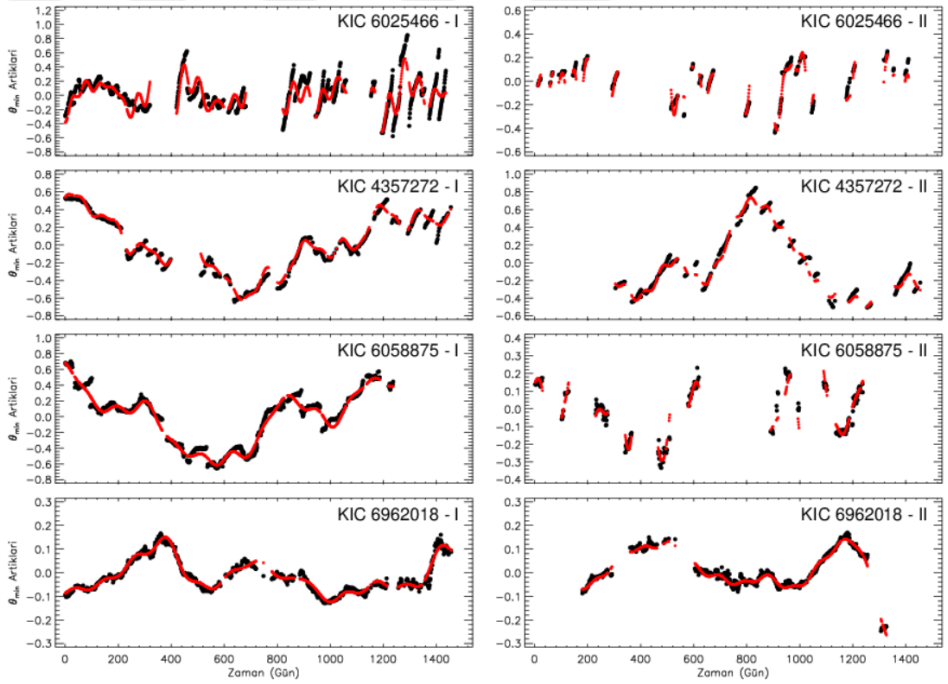
Boylamsal göç hareketinin göstergesi olan θ_{min} değişimlerinde doğrusal temsilden farklar alınarak, "***bu tez çalışmasının da temel araştırma konusu olan θ_{min} artıkları***" elde edilmiştir. θ_{min} artıklarının zamana göre değişimine bakıldığında, beklenildiği gibi artıklarda sistematik değişimler olduğu görülmektedir. Her bir sistem için elde edilen θ_{min} artıkları, Şekil 2.14 ile Şekil 2.23 arasındaki şekillerde gösterilmiştir. Şekillerde de görüldüğü gibi, θ_{min} artıklarında düzenli sinüzoidal değişimler açıkça görülmektedir. Bu, aktif bileşen yüzeyinde yer alan lekelerin, boylamsal olarak hareketine devam ederken belirli etkilere maruz kalarak zaman zaman hızlanıp yavaşlamasından kaynaklanmaktadır.

θ_{min} artıklarındaki değişimler, Berdyugina and Usoskin (2003) tarafından da ifade edildiği gibi θ_{min} değerlerinin stabil azalan ya da artan doğrusal olması beklenen değişimden zamanla kaymalar olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu durum, lekelerin boylamsal göç hareketinde enlemsel değişimin de etkin olabileceğini göstermektedir.

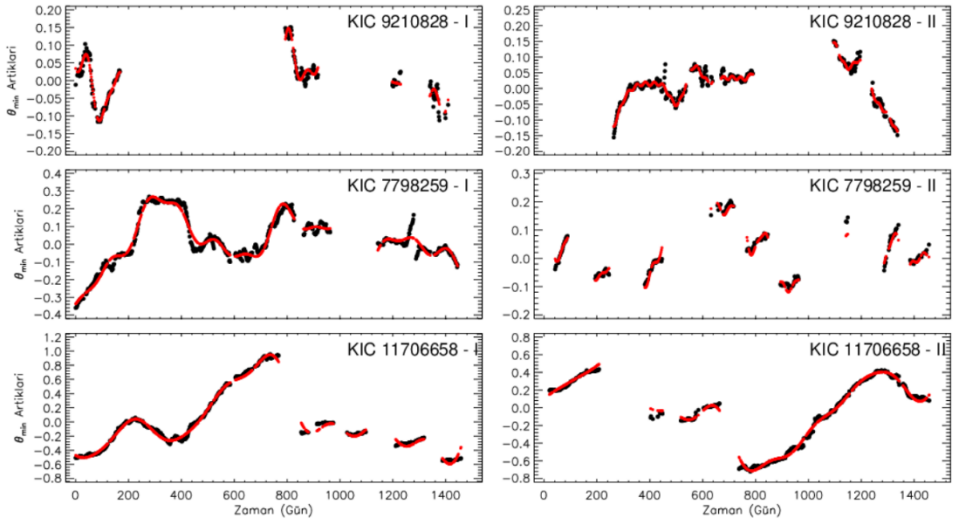
θ_{min} artıklarında gözlenen salınımların nedeninin anlaşılması için öncelikle bu ikinci derece değişimlerin doğasının belirlenmesi gerekmektedir. Öncelikle bu değişimlerin düzenli ya da dönemsel olup olmadığının tespit edilmesi için, frekans analizi yapılmıştır. Frekans analizi, Fourier tabanlı bir program olan *Period04* (Lenz and Breger, 2005) kullanılarak yapılmıştır. θ_{min} artıkların frekans analizinde, ortalama 5 adet dönem hesaplanmıştır. Elde edilen frekans ve dönem değerleri Çizelge 2.8'de listelenmiştir. Frekansların θ_{min} artıklarının temsilleri ise Şekil 2.25, Şekil 2.26 ve Şekil 2.27'de gösterilmiştir.



Şekil 2.25. KIC 767159, KIC 8669092 ve KIC 12599700 sistemlerindeki aktif bileşenlere ait lekelerin θ_{min} artıklarının frekans analiziyle elde edilen temsilleri. Siyah dolu noktalar, θ_{min} artıklarını; kırmızı dolu noktalar ise frekans analizi sonucunda elde edilen temsillerini göstermektedir.



Şekil 2.26. KIC 6025466, KIC 4357272, KIC 6058875 ve KIC 6962018 sistemlerindeki aktif bileşenlere ait lekelerin θ_{min} artıklarının frekans analiziyle elde edilen temsilleri. Siyah dolu noktalar, θ_{min} artıklarını; kırmızı dolu noktalar ise frekans analizi sonucunda elde edilen temsillerini göstermektedir.



Şekil 2.27. KIC 9210828, KIC 7798259 ve KIC 11706658 sistemlerindeki aktif bileşenlere ait lekelerin θ_{min} artıklarının frekans analiziyle elde edilen temsilleri. Siyah dolu noktalar, θ_{min} artıklarını; kırmızı dolu noktalar ise frekans analizi sonucunda elde edilen temsillerini göstermektedir.

Çizelge 2.8. Thetamin artıklarının frekans analizi sonucunda elde edilen frekans ve dönem değerleri.

Çift Sistemler	Birinci Aktif Bölge				İkinci Aktif Bölge				Üçüncü Aktif Bölge			
	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)
KIC 12599700	F1	0.001981	504.827	1.382	F1	0.002589	386.189	1.057	F1	0.009129	109.545	0.300
	F2	0.006494	153.977	0.422	F2	0.001885	530.449	1.452	F2	0.005176	193.185	0.529
	F3	0.014428	69.310	0.190	F3	0.004791	208.713	0.571	F3	0.034421	29.052	0.080
	F4	0.010171	98.323	0.269	F4	0.005772	173.263	0.474	F4	0.029012	34.468	0.094
					F5	0.007935	126.028	0.345				
					F6	0.011937	83.770	0.229				
KIC 07671594	F1	0.000668	1498.125	4.102								
	F2	0.002658	376.257	1.030								
	F3	0.003479	287.462	0.787								
	F4	0.005028	198.871	0.544								
KIC 06962018	F1	0.000837	1194.586	3.271	F1	0.001869	535.125	1.465				
	F2	0.001816	550.709	1.508	F2	0.002636	379.426	1.039				
	F3	0.002590	386.136	1.057	F3	0.000005	216847.984	593.697				
	F4	0.003762	265.824	0.728	F4	0.002530	395.184	1.082				
	F5	0.008784	113.839	0.312	F5	0.010731	93.191	0.255				
	F6	0.005852	170.872	0.468	F6	0.005577	179.295	0.491				
	F7	0.007754	128.961	0.353								
KIC 11706658	F1	0.000939	1065.148	2.916	F1	0.000877	1140.603	3.123				
	F2	0.002100	476.216	1.304	F2	0.002047	488.474	1.337				
	F3	0.003756	266.226	0.729	F3	0.003090	323.596	0.886				
	F4	0.004957	201.752	0.552	F4	0.004761	210.023	0.575				
	F5	0.005395	185.366	0.508	F5	0.005696	175.562	0.481				

Çizelge 2.8. Thetamin artıklarının frekans analizi sonucunda elde edilen frekans ve dönem değerleri (devamı).

Çift Sistemler	Birinci Aktif Bölge				İkinci Aktif Bölge				Üçüncü Aktif Bölge			
	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)
KIC 06058875	F1	0.001096	912.185	2.497	F1	0.007450	134.231	0.368				
	F2	0.001923	519.919	1.423	F2	0.010760	92.936	0.254				
	F3	0.003552	281.530	0.771	F3	0.013523	73.946	0.202				
	F4	0.006376	156.843	0.429	F4	0.004469	223.750	0.613				
	F5	0.001904	525.137	1.438	F5	0.009332	107.157	0.293				
	F6	0.009219	108.472	0.297								
KIC 07798259	F1	0.001450	689.823	1.889	F1	0.001716	582.712	1.595				
	F2	0.001882	531.367	1.455	F2	0.001015	985.508	2.698				
	F3	0.004468	223.817	0.613	F3	0.008250	121.219	0.332				
	F4	0.000024	42011.383	115.021	F4	0.012197	81.988	0.224				
	F5	0.007891	126.720	0.347	F5	0.003252	307.487	0.842				
	F6	0.005421	184.454	0.505	F6	0.020439	48.926	0.134				
KIC 09210828	F1	0.006287	159.051	0.435	F1	0.002035	491.281	1.345				
	F2	0.000785	1274.068	3.488	F2	0.002715	368.312	1.008				
	F3	0.010688	93.567	0.256	F3	0.004420	226.253	0.619				
	F4	0.014476	69.081	0.189	F4	0.007900	126.588	0.347				
					F5	0.010944	91.372	0.250				
					F6	0.030570	32.712	0.090				
KIC 04357272	F1	0.000721	1387.578	3.799	F1	0.000894	1118.274	3.062				
	F2	0.002704	369.781	1.012	F2	0.002038	490.749	1.344				
	F3	0.006853	145.929	0.400	F3	0.003551	281.586	0.771				
	F4	0.001948	513.376	1.406	F4	0.004212	237.391	0.650				
	F5	0.004385	228.042	0.624	F5	0.015002	66.657	0.182				
	F6	0.014316	69.849	0.191								
	F7	0.010432	95.862	0.262								

Çizelge 2.8. Thetamin artıklarının frekans analizi sonucunda elde edilen frekans ve dönem değerleri (devamı).

Çift Sistemler	Birinci Aktif Bölge				İkinci Aktif Bölge				Üçüncü Aktif Bölge			
	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)	Nu.	Frekans Değeri	Dönem (gün)	Dönem (yıl)
KIC 06025466	F1	0.003328	300.440	0.823	F1	0.007830	127.715	0.350				
	F2	0.016898	59.180	0.162	F2	0.025364	39.425	0.108				
	F3	0.007287	137.225	0.376	F3	0.015160	65.962	0.181				
	F4	0.005094	196.328	0.538	F4	0.006082	164.408	0.450				
	F5	0.019092	52.377	0.143	F5	0.011032	90.647	0.248				
	F6	0.015547	64.321	0.176	F6	0.022168	45.111	0.124				
KIC 08669092	F1	0.005218	191.655	0.525	F1	0.000659	1517.752	4.155				
	F2	0.005697	175.528	0.481	F2	0.004427	225.867	0.618				
	F3	0.008082	123.737	0.339	F3	0.009444	105.887	0.290				
	F4	0.000376	2656.921	7.274	F4	0.014494	68.996	0.189				

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Işık Eğrisi Analizleri

İncelenen çift sistemlerin Kepler Veri Tabanı'ndan alınan gözlem verilerinden elde edilen ışık eğrileri incelendiğinde açık bir şekilde kromosferik aktivite sergiledikleri hem gösterdikleri flare parlamaları hem de tutulmalar dışı gözlenen sinüzoidal değişimin varlığı ile görülmektedir. Çift sistemlerin literatürde var olan sıcaklıklarına bakıldığında, baş ve yoldaş bileşenlerinin sıcaklıklarının birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir. Bu durumda, sistemlerdeki flare ve leke aktivitesinin hangi bileşende varlığını sürdürdüğü hakkında "*kaba bir fikir edinmek*" için ışık eğrisi analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, tezin amacı doğrultusunda sistemlerdeki tutulma dışı sinüzoidal değişimin doğru bir şekilde analiz edilebilmesi için, sistemlerin tutulmalarının en iyi şekilde ışık eğrisi analizi ile modellenmesi ve leke aktivitesi analizinde kullanılacak olan gözlem verisinden çıkarılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, leke aktivitesinden kaynaklanan değişimlerin ortaya çıkarılabilmesi için 6 sistemin ışık eğrisi analizlerinin yapılması gerekmiştir. 5 sistemin analizleri PHOEBE V.0.32 programı (Prša and Zwitter, 2005) kullanılarak gerçekleştirilirken; KIC 8669092 sistemi, bileşenlerinin sıcaklıkları PHOEBE V.0.32 programının tanımladığı sıcaklık limitleri dışında kaldığı için JKTEBOP programı (Southworth, 2012) ile analiz edilmiştir. Diğer 4 sistem için ışık eğrilerinden sadece minimum bölümleri çıkartılarak leke kaynaklı sinüzoidal değişimler elde edilmiştir. Bu 4 sistemde tutulmadan kaynaklanan minimumların genlikleri çok küçüktür. Bu durum da ışık eğrisi analizlerini imkânsız hale getirmektedir. Şekil 2.5'de PHOEBE V.0.32 programı ile gerçekleştirilen ışık eğrisi analizinden elde edilen sonuçlarla modellenmiş ışık eğrileri görülmektedir. Şekil 2.6'de de KIC 8669092 sistemi için JKTEBOP programı ile gerçekleştirilen ışık eğrisi analizinin sonucundan modellenen ışık eğrisi görülmektedir.

Çift yıldızlarda, fotometrik veri ve ışık eğrisi analizleri ile bugüne değin leke aktivitesi gösteren bileşenin hangi bileşen olduğu konusunda belirteç sayılacak bir parametre tanımlanabilmiş değildir. Ancak bu çalışma kapsamında ışık eğrisi analizleri sonucunda hemen her sistemde yoldaş bileşen için olası sıcaklık değerleri belirlenmiştir. Çizelge 2.2'de listelenen bu değerlerle, Çizelge 2.7'de verilen boylamsal göç dönemlerinin B-V renk indeksine göre nasıl değişim sergilediği ve lekelerin hangi bileşen ya da bileşenlerin yüzeyinde yer aldığını belirlemede fikir vermesi açısından, ayrıntıları sonraki bölümlerde verilecek önemli belirteçler tanımlanabileceği görülmüştür.

3.2. Flare Analizleri

İncelenen sistemler arasında flare analizi gerçekleştirilen iki sistem vardır. Bu sistemler, KIC 8669092 (KOI 68AB) ve KIC 7671594'dür. Kepler Veri Tabanı'ndan alınan gözlem verileri incelendiğinde, her iki sisteminde yüksek flare aktivitesi sergilediği görülmektedir. Bu başlık altında her iki sistem için sergiledikleri flare aktivitesi yorumlanarak literatürde yer alan belirli flare aktivitesi sergileyen sistemlerle karşılaştırılması yapılmıştır.

KIC 8669092, Kepler Veri Tabanı'ndan alınan SC formatındaki gözlem verisinin analizi ile flare aktivitesi belirlenmiştir. Bu gözlem verisinde 313 adet flare tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmada hesaplanan flare sayısı ise 33'tür (Gao et al., 2016). Analizlerden N_1=0.02406 h^{-1} ve N_2=0.000008 olarak bulunmuştur. Flare frekansları söz konusu olduğunda, KIC 8669092, FL Lyr ve KIC 9761199 (Yoldaş and Dal, 2016, 2017a) gibi benzerleri ile uyumludur. Öte yandan, iyi bilinen UV Ceti tipi genç anakol yıldızları dMe cüceleri göz önüne alındığında, KIC 8669092'nin flare gücü ve saat başına verdiği flare sayısı bakımından çok zayıf olduğu görülmektedir.

KIC 8669092 için elde edilen 313 adet flare üzerinden, flare toplam süresine göre logaritmik ölçekte flare eşdeğer süre dağılımı için türetilen OPEA modelinden hesaplanan *Plateu* değeri 1.219±0.088 saniye olarak bulunmuştur. Bu değer, Dal and Evren (2011) tarafından EV Lac (B-V=1^m.554) için 2.935 ve V1005 Ori (B-V=1^m.307) için 2.637 olarak hesaplanmıştır. KIC 8669092'de, maksimum enerji seviyesinin UV Ceti türü tek flare yıldızlarından elde edilen değerin neredeyse yarısı olduğu görülebilmektedir. Dal and Evren (2011), *Plateu* değerini bir yıldız üzerindeki beyaz ışık flarelerinin doygunluğunun göstergesi olarak tanımlamıştır. OPEA modelinden elde edilen diğer önemli bir parametre olan *half-life* değeri ise, KIC 8669092 için 1190 saniye bulunmuştur. Literatürdeki bazı çalışmalarda tek dMe yıldızları DO Cep için 433.10 saniye, EQ Peg için 334.30 saniye ve V1005 Ori için 226.30 saniye olarak bulunmuştur (Dal and Evren, 2011). Bu, UV Ceti türü tek yıldızların üzerindeki flarelerin birkaç 10 dakikada *Plateu* değerine ulaşacağını fakat; KIC 8669092'nin yaklaşık 20 dakikaya ihtiyaç duyacağı anlamını taşımaktadır. Bu sisteme benzer olarak, FL Lyr için bu değer 39 dakika ve KIC 9761199 için 17 dakikadır (Yoldaş and Dal, 2016, 2017a). Sonuç olarak, KIC 8669092 sisteminden belirlenen zaman ölçekleri, UV Ceti türü tek yıldızlarda bulunandan birkaç kat daha fazladır.

KIC 7671594'de ise, Kepler Veri Tabanı'ndan alınan LC formatındaki gözlem verisinin analizi ile flare aktivitesi belirlenmiştir. Bu gözlem verisinde 1128 adet flare tespit edilmiştir. Literatürde bu sistem için hesaplanan flare sayısı 345 (Gao et al., 2016) ve 71 (Huang et al., 2020)'dir. Analizlerden N_1=0.03710 h^{-1} ve N_2=0.00028 olarak bulunmuştur. Bu değerler, UV Ceti türü tek yıldızlarından elde edilen değerlerden (Dal and Evren, 2011) birkaç kat daha düşüktür. Fakat; Kepler uydusu tarafından gözlemlenen KIC 8669092 gibi çift sistemlerde hesaplanan yüksek değerlerden birisidir (Yoldaş and Dal, 2017b; Dal and Özdarcan, 2018; Kaya and Dal, 2019).

KIC 7671594'ün flare parlamaları için hesaplanan OPEA modelinde *Plateu* değeri 2.467±0.252 saniye olarak bulunmuştur. Özellikle N_1 ve N_2 değerleri göz önüne alındığında, pek çok flare parlaması olmasına rağmen bunların çoğunun çok küçük enerjilere sahip olduğu açıktır. Sistemin *half-life* değeri ise 7332 saniye olarak hesaplanmıştır. Bu değer, UV Ceti türü tek yıldızlarda elde edilen değerlerden fazladır (Dal and Evren, 2010, 2011; Dal, 2011); fakat yine aynı şekilde KIC 8669092 gibi çift sistemlerden elde edilen değerlerle uyumludur (Yoldaş and Dal, 2017b; Dal and Özdarcan, 2018; Kaya and Dal, 2019). Benzer şekilde, diğer zaman ölçeklerininde UV Ceti türü tek yıldızlardan elde edilen değerlerden daha fazla olduğu bulunmuştur.

3.3. Sinüzoidal Benzeri Değişim ve Thetamin

Tez kapsamında incelenen sistemlerdeki aktif bileşenler üzerinde bulunan lekelerin θ_{min} değişimleri ve boylamsal göç dönemleri, Bölüm 2.2.4'te belirlenmiştir. Bu bölümde sistemlerdeki lekelerin aktif bileşenler üzerindeki davranışları incelenerek, göç dönemleri ve θ_{min} artıklarındaki değişimlerin etkileri karşılaştırılacaktır.

3.3.1. KIC 4357272

KIC 4357272'den elde edilen leke minimum zamanları ve θ_{min} değişimleri Şekil 2.14'te gösterilmiştir. Şeklin üst panelinde de görüldüğü üzere, aktif bileşen üzerinde bulunan lekeler, 1.0 evreden başlayarak 0.0 evreye doğru lineer bir azalma göstermektedir. 0 ile 200 gün arasındaki zaman diliminde, tek bir lekenin göç hareketi izlenirken, ilerleyen zamanlarda ikinci lekenin de varlığı görülmektedir. Nitekim ikinci lekenin ortaya çıkmasıyla beraber, birinci ve ikinci lekelerin oluşturdukları göç hareketlerinde belirli değişiklikler dikkat çekmektedir. Bu karışıklığın ortadan kalkması ve birinci ile ikinci lekenin hareketini incelemek adına θ_{min} değişimi oluşturulmuştur. Şeklin orta panelinde

her iki lekenin θ_{min} değişimi görülmektedir. Lekelerin aktif bileşen üzerindeki göç hareketine göre θ_{min} değişiminin lineer temsilleri yapılmış olup her iki lekeninde göç dönemleri hesaplanmıştır. Çizelge 2.7'de görüldüğü üzere, KIC 4357272 sistemindeki aktif bileşen üzerindeki birinci lekenin boylamsal göç dönemi **156.250 gün** (*0.428 yıl*), ikinci lekenin göç dönemi ise **161.290 gün** (*0.442 yıl*)'dür. Lekelerin boylamsal göç dönemleri, beklenildiği gibi birbirine oldukça yakın değerlerdedir. KIC 4357272'de tespit edilen lekelerin göç dönemlerinin birbirine yakın çıkması, bu iki lekenin aynı bileşen üzerinde olduğuna işaret etmektedir.

Aktif bileşen üzerindeki lekeler, lineer bir doğru ile temsil edildikten sonra, bu lineer temsiller çıkarılarak artıklar elde edilmiştir. Şekil 2.14'ün alt panelinde görüldüğü üzere artıklar sinüzoidal-sistematik bir değişim sergilemektedir. Panelde de görüldüğü gibi, lekelerin göç hareketleri düzgün bir lineer doğru ile temsil edilmiş olsa da her ikisinde de belirli bir değişim gözlenmektedir. Her iki şekilde de 0.0 noktası kırmızı düz çizgi ile belirlenmiştir. Eğer hiçbir etkiye maruz kalmayan düzgün bir göç hareketine sahip lekeler söz konusu olsaydı, artıkların 0.0 üzerinde sabit kalması beklenirdi. Fakat, her iki leke için de bu değişim, yaklaşık -0.50 ile 0.70 arasında belirli bir sinüzoidallik göstermektedir. Bu sinüzoidal değişimlerin net bir şekilde belirlenip yorumlanabilmesi için, frekans analizi yapılmıştır. Çizelge 2.8'de görüldüğü üzere, KIC 4357272'deki aktif bileşen üzerindeki iki lekenin θ_{min} artıklarının frekans analizi yapılmasıyla elde edilen frekansları ve dönemleri belirlenmiştir. Birinci leke için gürültü düzeyinin üzerinde 7 adet frekans, ikinci leke için ise 5 adet frekans; dönemleri ile beraber hesaplanmıştır. Şekil 2.26'nın ikinci panelinde de θ_{min} artıkları ve hesaplanan frekanslardan elde edilen temsilleri net bir şekilde görülmektedir.

θ_{min} artıklarından hesaplanan frekansların dönemlerine bakıldığında, her iki leke içinde yaklaşık olarak 65 ile 1400 gün arasında dönemler hesaplanmıştır. Burada da görüldüğü üzere, her iki lekenin θ_{min} artıklarındaki değişimlerin dönemleri birbirine yakın değerdedir. Buradan da her iki lekenin de sistemdeki aynı aktif bileşen üzerinde yer alması ve yıldız üzerindeki aynı etkilerden etkilendikleri düşünülmektedir.

Literatürde tüm yıldızlar üzerindeki süpergranülleri inceleyen ve bunun etkisini bariz bir şekilde yıldızlar üzerinde gösteren herhangi bir çalışma yoktur. Fakat; Bradshaw and Hartigan (2014) tarafından literatüre kazandırılan çalışmada, süpergranül ölçekli konveksiyon akımlarının neden olduğu dalgalanma nedeniyle

lekelerin parçalanması durumunun gerçekleşebileceği ifade edilmiştir. Dolayısıyla, bu çalışma içerisinde, özellikle tüm sistemlerin θ_{min} artıklarının incelendiği şekillerde, küçük genlikli sinüzoidal değişimlerinin, süpergranüllerden kaynaklandığına dair bir yorum yapılmaktadır. Nitekim, bu sistemdeki aktif bileşen üzerinde yer alan lekelerin, θ_{min} artıklarında gözlenen küçük genlikli sinüzoidal değişimlerinin, süpergranüllerin hareketinden dolayı lekelerin parçalanması olarak yorumlanmaktadır ve bu net bir şekilde elde edilen θ_{min} artıklarından görülmektedir.

3.3.2. KIC 6025466

KIC 6025466'nın aktif bileşeni üzerinde iki leke tespit edilmiştir. Şekil 2.15'te görüldüğü üzere, aynı zaman diliminde her iki lekeye ait minimum zamanları gözlenmiştir. Her iki leke de lineer bir şekilde 1.0'dan 0.0 evreye azalan bir şekilde göç hareketi gösteriyor gibi görünse de 400 gün sonrasında birinci leke lineer azalma değil, lineer bir şekilde artma göstermektedir. Nitekim bu durum, incelenen birkaç sistemde de görülmüştür. Bu durumun açıklaması, enlem değişikliğidir. Lekenin eş-dönme enleminde tanımlanan dönme döneminden daha hızlı bir dönmeye sahip olan enlemlere kaymasıyla elde edilen minimum zamanları beklenen zamandan önce gelmiş olacak ve lineer bir azalma değil; lineer bir artmaya neden olacaktır. Balaji et al. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer davranışa sahip lekelerin varlığı bariz bir şekilde görülmüş ve açıklanmıştır.

Her iki lekenin de θ_{min} değişimleri oluşturulmuş ve Şekil 2.15'in orta panelinde sunulmuştur. Lekeler, lineer doğrular ile temsil edilmiştir ve boylamsal leke göç dönemleri hesaplanmış olup Çizelge 2.7'de verilmiştir. Birinci lekenin boylamsal göç dönemi **101.010 gün** (*0.277 yıl*), ikinci leke için göç dönemi **80.645 gün** (*0.221 yıl*) olarak hesaplanmıştır. KIC 4357272 sisteminde olduğu gibi, göç dönemleri birbirine yakın ve uyumlu çıkmıştır. Dolayısıyla, lekelerin ikisi de sistemdeki tek bir bileşen üzerinde olabilir.

θ_{min} değişiminden lineer doğru temsilleri çıkarılarak θ_{min} artıkları oluşturulmuş ve Şekil 2.15'in alt panelinde sunulmuştur. Birinci lekenin sonlara doğru lineer azalma değil, artma gösterdiği yorumlanmıştır. Buradaki θ_{min} artıklarının değişiminde de benzer bir davranış görülmektedir. Fakat; 400 gün içerisinde lineer azalma gösteren lekenin, sinüzoidal bir şekilde bir salınım gösterdiği ve bunun yanında salınım içerisinde de küçük genlikli sinüzoidal değişimler gösterdiği de bariz bir şekilde görülmektedir. Ayrıca, θ_{min} artıklarının

değişim aralığı -0.60 ile 0.80 arasında değişmektedir. Bu kadar büyük bir genliğe neden olan yapı, sonlara doğru gerçekleşen lineer artmanın da kaynağı olmalıdır. Burada odaklanılması gereken kısım ise, 400 gün içerisinde gerçekleşen değişim aralığıdır. Bu aralıkta -0.20 ile 0.20 arasında değişmektedir. Küçük değişimlerde yaklaşık 0.10'luk genliklere sahiptir. İkinci leke için, süreklilik söz konusu değildir. Fakat, büyük genlikli bir sinüzoidal değişim göstermektedir. Bu değişimleri daha iyi yorumlayabilmek için, θ_{min} artıklarının frekans analizi yapılmıştır. Buradan Çizelge 2.8'de verildiği gibi, frekans değerleri ve dönemleri hesaplanmıştır. Her iki leke için de gürültü düzeyinin üzerinde 6'şar adet frekans elde edilmiştir. θ_{min} artıkları ile beraber, belirlenen frekanslardan elde edilen temsiller Şekil 2.26'nın üst panelinde verilmiştir. Her iki lekenin θ_{min} artıklarından elde edilen frekanslar incelendiğinde, birbirine yakın değerde oldukları görülmektedir. Dolayısıyla, her iki lekede aktif bileşen üzerinde belirli etkilere maruz kaldıkları görülmektedir.

3.3.3. KIC 6058875

KIC 6058875'den elde edilen minimum zamanları, onlara karşılık gelen evre değerlerine göre noktalandığında Şekil 2.16'daki üst panelde gösterilen dağılım ortaya çıkmaktadır. Burada bariz bir şekilde birinci lekenin sürekliliği ve 1.0'dan 0.0 evreye lineer bir şekilde azalması görülmektedir. Fakat; 800 günlük stabil hareketin sonrasında, birinci leke lineerliğini kaybederek, aynı boylam üzerinde hareketini belirli salınımlar göstererek devam ettirmektedir. Üst panelde, ikinci lekenin göç hareketi tam olarak görülmese de aynı zaman diliminde iki tane lekenin farklı evreler üzerinde noktalanmasından dolayı, ikinci leke kolaylıkla tespit edilebilmiştir. İkinci lekede birinci lekede olduğu gibi bir süreklilik söz konusu değildir; fakat varlığı görülmektedir.

İki lekenin de θ_{min} değişimleri oluşturulmuş ve Şekil 2.16'da orta panelde verilmiştir. Burada da her iki leke de lineer bir doğru ile temsil edilerek, boylamsal göç dönemleri hesaplanmış ve Çizelge 2.7'de verilmiştir. Birinci leke için boylamsal göç dönemi **263.158 gün** (*0.720 yıl*) ve ikinci leke için bu dönem değeri **303.581 gün** (*0.883 yıl*) olarak hesaplanmıştır. İki lekenin hesaplanan boylamsal göç dönemleri; KIC 4357272 ve KIC 6025466'da hesaplanan dönemler gibi, birbiri ile uyumludur ve yakındır. Dolayısıyla, diğer sistemlerde gözlendiği gibi, bu sistemdeki lekelerin tek bir yıldız üzerinde ortaya çıkmış olması muhtemeldir.

θ_{min} artıkları, gözlenen θ_{min} değerlerinin lineer doğrudan farklarının alınması ile oluşturulmuş ve Şekil 2.16'daki alt panelde gösterilmiştir. Birinci lekenin θ_{min} artıklarındaki değişim, KIC 4357272 sistemindeki birinci lekenin θ_{min} artıklarından elde edilen değişimle benzer bir şekilde olduğu görülmektedir. Her iki sistemdeki birinci lekelerin büyük genlikli sinüzoidal değişim göstermesi dikkat çekmektedir. Birinci lekenin θ_{min} artıklarındaki değişime bakıldığında, süreklilik söz konusudur. Lekenin yıldız üzerinde, belirli bir salınımla hareket ettiği görülmektedir. İkinci lekenin θ_{min} artıklarına bakıldığında ise, daha keskin bir davranış söz konusudur. Değişimin aralığına bakıldığında -0.40 ile 0.40 arasında büyük bir değişim genliğine sahip olduğu görülür. Her ne kadar kesikli bir şekilde ilerliyor gibi görünse de büyük bir salınımın parçası olduğu bariz bir şekilde görülmektedir. Bu iki lekenin θ_{min} artıkları, analiz edilerek frekansları bulunmuştur. Frekanslarıyla beraber dönemleri de hesaplanmış olup Çizelge 2.8'de sunulmuştur. Ayrıca, Şekil 2.26'nın üçüncü panelinde θ_{min} artıkları ile beraber, elde edilen frekanslardan oluşturulan temsiller sunulmuştur. Birinci lekenin θ_{min} artıklarından 6 adet frekans, ikinci lekenin θ_{min} artıklarından ise 5 adet frekans elde edilmiştir.

3.3.4. KIC 6962018

KIC 6962018'deki aktif bileşen üzerinde net bir şekilde görülmekte olan iki leke belirlenmiştir. Bu durum, Şekil 2.17'nin üst panelinde görülmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere, sistemin gözlem verisinden elde edilen leke minimumları bir önceki sistemdeki gibi lineerliği net bir şekilde göstermemekle birlikte daha yavaş bir göç hareketi söz konusudur. Çünkü bir önceki sistemlerde, çok fazla çevrim gözlenirken; bu sistem için birinci leke ~0.50 evrede boylamsal olarak konumlanmış durumdadır. İkinci leke ise diğer sistemlerde görüldüğü gibi 1.0 evresinden 0.0 evresine lineer bir azalma göstermektedir. Bu durumda birinci lekenin diferansiyel dönmeden daha az etkilenerek, aktif bileşenin üst enlemlerinde yer alabileceği düşüncesini ortaya koymaktadır. İkinci lekenin ise, diferansiyel dönmeden etkilenebilecek bir enlem üzerinde yer alarak, daha alt enlemlerde konumlanmış olması ve bu nedenle lineer bir azalma gösterdiği öngörülmektedir.

İkinci lekede, belirli bir lineer azalma gözlenmektedir. Şekil 2.17'nin orta panelinin ikinci sütununda görüldüğü üzere, ikinci lekenin θ_{min} değişimi oluşturulmuştur ve lineer bir doğru ile temsil edilmiştir. Buradan ikinci lekenin boylamsal göç dönemi Çizelge 2.7'de de verildiği üzere, **588.253 gün** (*1.611 yıl*) olarak hesaplanmıştır. Birinci lekenin lineer bir şekilde azalma göstermemesi ve

~0.50 evrede boylamsal olarak konumlanması ile belirli bir göç dönemi hesaplanamamıştır. Fakat, şekilde orta panelin birinci sütununda da görüldüğü üzere, hafif bir eğim tespit edilmiştir ve bu modellenerek, gözlenen θ_{min} değerlerinden farkları alınmıştır. Aynı durum, ikinci leke içinde yapılmış ve şekildeki alt panelde yer alan θ_{min} artıkları oluşturulmuştur. Önceki sistemlerdeki gibi, bu aşamada da sinüzoidal değişimler dikkat çekmektedir. Birinci leke için elde edilen boylamsal göç hareketine bakıldığında, yaklaşık ~0.50 evrede konumlandığı ve 1500 günlük gözlem süresi boyunca da burada kaldığı görülmüştür. Şekildeki alt panele bakıldığında, -0.15 ile 0.15'lik bir aralıkta belirli sinüzoidal değişimler gösterdiği görülmektedir. Bilindiği üzere, lekeler aktif boylamlar üzerinde oluşmaktadır ve bu aktif boylamlar; bir tane boylam üzerinde değil, geniş bir boylam aralığı üzerinde yer almaktadır. Dolayısıyla, buradaki boylamsal olarak ~0.15 evrelik sağa ve sola salınımlar; lekelerin aktif boylam "bandı" içerinde farklı farklı konumlarda ortaya çıkıp yok olması olarak yorumlanabilmektedir. Özetle, genel olarak bu boylamda lekeler ~0.50 evreye karşılık gelen boylam üzerinde yer alırken, zaman zaman ~0.35 ile ~0.65 evrelere karşılık gelen boylam aralıklarında da oluşabilmekte ve bunu belirli dalgalanma ile yaptığı görülmektedir. Ayrıca; bu değişim bariz bir şekilde görülse de bunun yanında daha küçük sinüzoidal değişimler de görülmektedir. Bu sinüzoidal değişimleri hem birinci hem de ikinci leke için yorumlayabilmek adına, θ_{min} artıklarına frekans analizi yapılmıştır. Çizelge 2.8'de verildiği üzere; birinci leke için gürültü düzeyinin üzerinde 7 adet frekans, ikinci leke için ise 6 adet frekans hesaplanmıştır. Çizelge'de ayrıntılı olarak hem frekans değerleri hem de dönemleri verilmiştir. Frekanslardan elde edilen değerlerden oluşturulan temsiller, θ_{min} artıkları ile beraber Şekil 2.26'nın son panelinde gösterilmektedir.

3.3.5. KIC 7798259

KIC 7798259'nin gözlem verisinden elde edilen minimum zamanlarının ortaya çıkardığı boylamsal göç hareketi Şekil 2.18'in üst panelinde görülmektedir. KIC 7798259, incelenen sistemler arasında leke göç hareketinin sürekliliği tam olarak belirlenemeyen sistemlerden biridir. Çünkü şekilde de görüldüğü üzere, birinci lekenin sürekliliği sağlayarak yıldız üzerinde boylamsal olarak göç hareketi yaparken; ikinci lekenin sürekli bir şekilde gözlenmemesi ve parça parça bir göç hareketi yapması kafa karıştırıcı bir durumdur. Buna rağmen, birinci ve ikinci lekenin θ_{min} değişimleri dikkatli bir şekilde oluşturulmuş ve şeklin orta panelinde sunulmuştur. Her iki leke de lineer bir şekilde 1.0'dan 0.0 evreye doğru azalma göstermektedir. Lineer doğru ile temsil edildiğinde, gayet uyumlu bir sonuç ortaya çıkarılmıştır ve boylamsal göç dönemleri hesaplanmış ve Çizelge

2.7'de verilmiştir. Birinci leke için boylamsal göç dönemi **714.286 gün** (*1.956 yıl*) ve ikinci leke için ise bu dönem **322.581 gün** (*0.883 yıl*) olarak hesaplanmıştır.

KIC 4357272, KIC 6058875 ve KIC 6025466 sistemlerindeki aktif bileşenler üzerindeki lekelerin göç dönemleri gibi uyumlu bir göç dönemi, bu sistem için ortaya çıkmamıştır. Birinci ve ikinci lekelerin göç dönemleri arasında neredeyse 1 yıllık bir dönem farkı söz konusudur ki bu da göç dönemleri arasında 2.2 katlık bir farka denk gelmektedir. Bunun nedeni, şeklin orta panelinde yer alan θ_{min} değişimlerinin y ekseninde görülmektedir. Birinci lekenin θ_{min} değeri 3.0'a çıkarken, ikinci lekenin 6.0'a kadar çıkmaktadır. Bu, birinci lekenin yıldız etrafında yaklaşık 3 turu tamamlarken, ikinci lekenin yaklaşık 6 turu tamamladığı anlamına gelir. Dolayısıyla elde edilen bu göç dönemi 2.2 kat fazla çıkması doğaldır. θ_{min} değişimleri elde ederken, çevrimlerin lineer bir doğru olacak şekilde eklemelerle oluşturulması gerekmektedir. Birinci ve ikinci lekelerde bu eklemelerin en doğru biçimde olması için, bu çevrimlerin eklenmesi gerekmektedir. Bu da lekelerden birinin diğer bileşen üzerinde olma olasılığını arttırmaktadır. Çizelge 2.2'de, ışık eğrisi analizi yapılan KIC 7798259'den elde edilen sonuçlara bakıldığında, baş ve yoldaş bileşeninde sıcaklıklarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle, her iki bileşende de aktivite söz konusu olabilmektedir. Buradan, her iki bileşende de lekenin olabileceği, aktivite sergilediği ve bunu elde edilen bu göç hareketinden bulunabildiği görülmektedir.

KIC 7798259'un aktif iki bileşeni üzerinde bulunan lekeleri, lineer doğru ile temsil edilip çıkarıldığında; Şekil 2.18'deki θ_{min} artıkları elde edilmiştir. Birinci leke için -0.40 ile 0.30 arasında genliği büyük sürekli değişimler görülmektedir. İkinci leke için ise -0.10 ile 0.20 arasında, nispeten birinci lekeye oranla daha küçük genlikli olabilecek kesikli bir değişim gözlenmektedir. Bu kesikli değişim, aktif boylam üzerinde yer alan lekelerin, geniş bir alanda ortaya çıkıp kaybolması ile açıklanabilmektedir. Bilindiği üzere, aktif boylamlar tek bir boylam üzerinde değil, geniş bir boylam bandı alanını temsil etmektedir. Bu aktif boylamlar üzerinde leke, farklı konumlarda ortaya çıkıp yok olabilir. Bu nedenle, ikinci lekenin kesikli bir şekilde bir sağda bir solda ortaya çıkıp kaybolması; aktif boylamlar üzerindeki hareketlerinden dolayı olabilmektedir. Nitekim bu değişimde belirli bir sinüzoidal değişim eşliğinde değişmekte olduğu, elde edilen θ_{min} artıklarında gözlenmektedir. Bunun yanında hem birinci leke de hem de ikinci leke de büyük genlikli sinüzoidal değişimler gözlenmektedir. Bu değişimlerin daha iyi belirlenebilmesi için, θ_{min} artıklarına frekans analizi yapılmıştır. Elde edilen frekans değerleri ve dönemleri Çizelge 2.8'de verilmiştir.

Ayrıca θ_{min} artıkları ve frekans analiziyle elde edilen frekanslarla oluşturulan temsiller de Şekil 2.27'de orta panelde sunulmuştur. Birinci ve ikinci lekeye ait θ_{min} artıklarının analiziyle 6'şar adet frekans elde edilmiştir.

3.3.6. KIC 9210828

KIC 9210828'nin aktif bileşenleri üzerinde yer alan lekelerin minimum zamanları hesaplanıp noktalandığında, Şekil 2.19'daki üst panelde görülen dağılım ortaya çıkmaktadır. Sistemler içerisinde, en düzgün lineer azalma gösteren ve net bir şekilde iki lekeninde görüldüğü sistemlerden biridir. Şekle ilk bakıldığında, tek bir lekenin boylamsal göç hareketi söz konusu gibi gözükmektedir. Fakat çevrimlerin gösterdiği eğim ve yaklaşık 1200.0 güne denk gelen zamandaki birbirine yakın iki paralel çevrimin varlığı; iki tane lekenin varlığını kanıtlamaktadır. Her iki lekenin konumu, diğer sistemlerde de bariz bir şekilde görüldüğü üzere, 1.0 evreden 0.0 evreye lineer bir şekilde azalma göstermektedir. Lekelerin boylamsal göç hareketindeki eğimlerine bakılarak, iki lekenin de θ_{min} değişimi oluşturulmuştur ve Şekil 2.19'un orta panelinde verilmiştir. Burada görüldüğü üzere, θ_{min} değişimleri mükemmel bir şekilde lineer doğru ile temsil edilmektedir. Bu temsillerin sonucunda, lekelerin boylamsal göç dönemleri hesaplanmıştır. Çizelge 2.7'de de verildiği üzere; birinci leke için boylamsal göç dönemi **192.308 gün** (*0.527 yıl*) ve ikinci leke için ise **416.667 gün** (*1.141 yıl*) olarak hesaplanmıştır. Bu kadar uyumlu bir lineer azalma gösteren göç hareketinde, birbirine yakın göç dönem değerleri beklenmektedir; fakat görüldüğü üzere bu değerler neredeyse 2 kat farklıdır. KIC 7798259'da da karşılaşılan bu farklılığın benzer nedenlerden kaynaklanıyor olduğu, Şekil 2.19'daki orta panelin y eksenlerinde görülmektedir. Birinci leke için oluşturulan θ_{min} değişimi 8. çevrime kadar çıkarken, ikinci leke için bu değişim 3. çevrimde kalmıştır. Bunun açıklaması, ışık eğrisi analizi sonuçları Çizelge 2.2'de verilen sistemdeki bileşenlerin sıcaklıkları göz önüne alındığında birbirine yakın sıcaklığa sahip olmaları ve bu nedenle de her iki bileşenin leke aktivitesi sergileme potansiyeline sahip olmasıdır. Çevrim sayılarının ve göç dönemlerindeki 2 katlık fark ile çevrimlerde gözlenen eğim farkı; bu iki lekenin farklı bileşenler üzerinde konumlandığına işaret etmektedir.

Her iki lekenin θ_{min} değişimleri, lineer doğru ile temsil edilip farkları alındığında, Şekil 2.19'un alt panelinde görülen değişim elde edilmiştir. KIC 6962018'de karşılaşılan durum bu sistemde de görülmektedir. Her iki lekenin de θ_{min} artıklarının değişimi incelendiğinde, yaklaşık -0.10 ile 0.10 arasında ufak sinüzoidal değişimler görülmektedir. Diğer sistemde de belirtildiği üzere, bu

değişimlerin kaynağının aktif boylam üzerindeki küçük değişimler olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir. Fark edildiği üzere, bu değişimlerin genliği küçük de olsa bariz bir şekilde sinüzoidal formda olduğu görülür. Diğer sistemlerde de yapıldığı gibi, bu iki lekeninde θ_{min} artıklarının frekans analizi gerçekleştirilmiştir ve Çizelge 2.8'de dönemleri ile beraber verilmiştir. Birinci leke için gürültü seviyesinin üzerinde 4 adet frekans, ikinci leke için ise 6 adet frekans bulunmuştur. Ayrıca, θ_{min} artıkları ve frekans analizinden elde edilen frekans değerleri ile oluşturulan temsiller Şekil 2.27'nin üst panelinde verilmektedir.

Sistemdeki aktif bileşenlerin üzerindeki lekeler detaylı bir şekilde incelendiğinde şeklin orta panelinde de görüldüğü üzere, bir lineer azalma görülmektedir. Bu sistemdeki lekelerin minimum zamanlarında gözlenen lineer azalmanın net bir şekilde görülmesi ile diferansiyel dönmenin her iki bileşende de var olduğu ifade edilebilir. θ_{min} artıklarının frekans değerlerinden elde edilen dönemlere bakıldığında; genliği büyük olan sinüzoidal değişimlerin, aktif boylam alanı üzerindeki değişimi olarak söz edilebilmektedir. Daha küçük genlikli değişimler için ise, KIC 4357272 sistemindeki gibi, süpergranüllerin lekeyi parçalaması olarak ifade edilebilmektedir. Literatürde bunun net bir şekilde ifade edildiği herhangi bir kaynak yoktur.

3.3.7. KIC 11706658

KIC 11706658'den elde edilen leke minimum zamanlarının değişimi, Şekil 2.20'nin üst panelinde gösterilmiştir. Görüldüğü üzere, sistemin aktif bileşeni üzerinde bariz bir şekilde iki tane lekenin varlığı görülmektedir. Yaklaşık 750 günlük zaman içerisinde, birinci leke sürekliliğini bozmadan ilerlerken, ikinci leke kesik kesik boylamsal göç hareketine devam etmektedir. Fakat; 750 günden sonrasındaki zaman içerisinde, ikinci lekenin sürekliliği sağladığı, birinci lekenin ise kesikli bir şekilde hareketine devam ettiği görülmektedir. İki ayrı lekenin var olduğu, birinci lekenin sürekliliği devam ederken, yaklaşık 0.50 evre karşılığındaki boylamda da ikinci lekenin minimum noktalarının görülmesi ile ortaya çıkmıştır. Bu veriler ışığında, Şekil 2.20'nin orta paneli olan θ_{min} değişimleri oluşturulmuştur. Her ne kadar lineer bir doğru ile temsil edilmeye çalışılsa da KIC 9210828'deki gibi mükemmel bir temsil sağlanamamıştır.

θ_{min} değişimleri, lineer doğru ile temsil edilerek; her iki leke içinde boylamsal göç dönemleri hesaplanmıştır. Çizelge 2.7'de sunulan bu değerler, birinci leke için **909.091 gün** (*2.489 yıl*) ve ikinci leke için de **714.286 gün** (*1.956 yıl*) olarak hesaplanmıştır. Bu iki değer karşılaştırıldığında, nispeten yakın ve

uyumlu olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu iki lekeninde KIC 7798259 sistemlerindeki tek bir bileşen üzerinde var olabilirliği söylenebilmektedir. Nitekim KIC 4357272, KIC 6025466 ve KIC 6058875 sistemlerinde olduğu gibi uyumlu bir sonuç çıkmıştır.

Lineer doğrudan farklar alınarak, Şekil 2.20'nin alt panelinde görülen θ_{min} artıkları oluşturulmuştur. Her iki leke için de artıkların zamanla sinüzoidal değişim sergilediği görülür. Bu değişimlere bakıldığında, aktif bileşen üzerinde baskın bir etkiyle büyük genliğe sahip değişimlerin oluşmasına neden olduğu görülür. Bu davranışı daha iyi yorumlayabilmek için frekans analizi yapılmıştır. Çizelge 2.8'de verilen frekans ve dönemlerle beraber, Şekil 2.27'deki alt panelde θ_{min} artıkları ve frekanslardan oluşturulan temsiller sunulmuştur. Birinci ve ikinci lekenin θ_{min} artıklarına yapılan frekans analizi sonucunda, her ikisi içinde gürültü düzeyinin üzerinde 5'er adet frekans hesaplanmıştır. Çizelge 2.8'de de görüldüğü üzere, her iki lekede hesaplanan frekans değerleri birbirine oldukça yakın değerlerdedir. Bu durumda, lekelerin aynı etkilerden etkilendiği net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Burada baskın etkinin, diferansiyel dönme nedeniyle lekelerin enlem değişimi olması beklenmektedir. Enlem değişikliği bakımından, alt enlemlere doğru leke, dönme döneminden daha hızlı dönmekte ve dolayısıyla, leke göç hareketi azalma değil, artma göstermektedir. Bu göç hareketinde hem azalma hem de artma gözlendiğinde, lekenin enlemler arasındaki konum değişikliği hakkında yorum yapılabileceği görülmektedir.

3.3.8. KIC 12599700

KIC 12599700'de diğer sistemlerde gözlenmeyen bir durum söz konusudur. Sistemin gözlem verisinden elde edilen minimum zamanlarının zamana göre değişimi, Şekil 2.21'in üst panelinde gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, net bir şekilde aralarında 0.40 evrelik bir fark bulunan iki leke gözlenmektedir. Diğer sistemlerdeki gibi bir lineer azalma, bu sistemde de gözlenmektedir ve 1.0'dan 0.0 evreye doğru birinci leke için bu durum geçerli olmaktadır. Üst paneldeki değişime göre, ikinci leke diye tabir edilen 0.80 ile 1.00 evreleri arasında konumlanan ve net bir şekilde azalma göstermeyen leke için farklı bir durum söz konusudur. Şekil dikkatli incelenirse, bu ikinci lekenin aslında tek leke olmayıp ikinci ve üçüncü leke olarak iki farklı leke olabileceği anlaşılmıştır. Yaklaşık 500 günlük zaman diliminin sonunda, ikinci leke yaklaşık 0.30'luk bir evre farkıyla farklı bir boylama geçmektedir. Birdenbire böyle bir geçişin gözlenmesi, evre kayması veya farklı bir aktif boylam üzerinde lekenin oluşması anlamına gelmektedir. 0.30 evrelik bu fark, yıldız yüzeyinde 3 farklı aktif

boylamın olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla, bu aşamadan sonra 3 farklı lekenin θ_{min} değişimleri oluşturulmuştur ve şeklin orta panelinde verilmiştir. Lekelerin lineer bir doğru ile temsil edilmesiyle her üç leke içinde boylamsal göç dönemleri hesaplanmıştır. Çizelge 2.7'de verildiği üzere; birinci lekenin boylamsal göç dönemi **2500 gün** (*6.845 yıl*), ikinci lekenin boylamsal göç dönemi **1428.571 gün** (*3.911 yıl*) ve üçüncü lekenin boylamsal göç dönemi **1369.863 gün** (*3.750 yıl*) olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen göç dönemlerine bakıldığında, birinci lekenin göç döneminin diğer iki lekenin göç döneminden daha fazla olduğu görülmüştür. İkinci ve üçüncü lekelerin göç dönemleri birbirine yakın ve uyumludur. Dolayısıyla, KIC 9210828 ve KIC 7798259 sistemlerindekine benzer bir durum ortaya çıkmaktadır. Literatürden elde edilen ve Çizelge 2.1'de de verildiği üzere, KIC 12599700 sistemindeki bileşenlerin sıcaklıkları neredeyse aynıdır. Bu yüzden, her iki bileşen de aktivite gösterebilir. Göç dönemlerine bakıldığında da aralarındaki 1.7 katlık fark ile birinci lekenin sistemin bir aktif bileşeninde, ikinci ve üçüncü lekenin ise diğer aktif bileşende yer aldığı şeklinde yorumlanabilmektedir.

Lineer doğrular çıkarıldığında, Şekil 2.21'in alt panelindeki θ_{min} artıkları oluşturulmuştur. Her üç lekede de belirli değişimler göze çarpmaktadır. Dolayısıyla, θ_{min} artıklarının frekans analizi gerçekleştirilerek Çizelge 2.8'de her bir leke için hem frekans hem de dönem değerleri sunulmuştur. Şekil 2.25'in alt panelinde ise θ_{min} artıkları ve frekans analizinden elde edilen değerler ile oluşturulmuş temsiller verilmiştir. Aktif bileşenlerin birinin üzerindeki birinci lekenin θ_{min} artıklarının frekans analiziyle 4 adet frekans elde edilmiştir. Diğer aktif bileşenin üzerindeki ikinci lekenin θ_{min} artıklarından 6 adet frekans ve üçüncü lekeden ise 4 adet frekans hesaplanmıştır. Şeklin alt panelindeki θ_{min} artıklarının değişimi incelendiğinde, birinci leke için -0.04 ile 0.08 arasında küçük genlikli değişimler görülmektedir. Aynı şekilde üçüncü lekenin değişimi de -0.04 ile 0.04 arasında değişmektedir ki burada da sinüzoidal değişim gözlenmektedir. Diğer sistemlerde olduğu gibi büyük genlikli bir değişim, ikinci lekenin θ_{min} artıklarında da görülmektedir. -0.20 ile 0.20 arasında belirli bir değişim ortaya çıkmaktadır. Bu durum da Şekil 2.25'in alt panelinde görüldüğü üzere ikinci lekenin göç hareketinde azalma olmayıp evrelerde boylamsal olarak artma gözlenmesinden dolayıdır. KIC 6025466 sisteminde de görülen bu durum için, dönme döneminden biraz daha hızlı dönen bir enleme geçiş yapılması ile leke minimum zamanının boylamsal olarak artması olarak yorumlanmaktadır.

Dolayısıyla burada da enlem değişikliğinin gerçekleştiğine dair bir yorumda bulunulmaktadır.

Diğer küçük genlikli değişimlerin ise, bir önceki sistemlerdeki θ_{min} artıklarında gözlenen değişimin neden olduğu süpergranüllerin lekeyi parçalaması veya küçük genlikli değişimlere neden olması olarak yorumlanmaktadır.

3.3.9. KIC 8669092

KIC 8669092 sisteminin gözlem verisindeki leke minimum zamanları hesaplanıp zamana göre değişimi Şekil 2.22'deki üst panelinde görüldüğü gibi ortaya çıkmıştır. Bu sistemden elde edilen boylamsal leke göç hareketi, KIC 9210828'de de olduğu gibi, net ve açık bir şekilde belirlenmiştir. Sistemdeki aktif bileşen üzerinde yer alan iki leke, birbirinden yaklaşık 0.50 (180° boylam farkıyla) evre farkı ile ayrılmaktadır. Fakat, yaklaşık 350.0 gün sonrası, birinci leke net bir şekilde ikinci lekenin bulunduğu boylama geçiş yapmaktadır. Literatürde, lekenin 180°'lik boylam farkıyla bulunan diğer aktif boylama geçiş yapmasına "*flip-flop çevrimi*" adı verilmiştir ve belirli dönemlerde bunun tekrarlanması beklenmektedir. KIC 8669092 sistemindeki bu geçiş için, bu olayın burada gerçekleştiği net bir şekilde ifade edilememektedir. Yaklaşık 600 günlük bir gözlem süresi için bunu söylemek doğru değildir.

Şekil 2.22'nin orta panelinde de görüldüğü üzere, her iki leke içinde θ_{min} değişimleri oluşturulmuştur. Lineer doğru ile temsil edilerek, boylamsal göç dönemleri hesaplanmıştır. Çizelge 2.7'de verildiği üzere, birinci leke için boylamsal göç dönemi **476.190 gün** (*1.304 yıl*), ikinci leke için ise göç dönemi **454.545 gün** (*1.244 yıl*) olarak hesaplanmıştır. Göç dönemlerindeki bu değerler, oldukça uyumludur. KIC 4357272, KIC 6025466 ve KIC 6058875 sistemlerinde de benzer şekilde bir uyumluluk söz konusu olmuştur. Bu uyumluluk, lekelerin aynı bileşen üzerinde olma ihtimalini arttırmaktadır. Dolayısıyla, KIC 8669092 sistemindeki iki leke de aynı aktif bileşen üzerinde yer almaktadır.

KIC 8669092 sistemindeki aktif bileşen üzerinde yer alan iki lekenin, lineer temsillerinin çıkarılması ile θ_{min} artıkları oluşturulmuştur. Bu θ_{min} artıkları, şeklin alt panelinde her iki leke içinde verilmiştir. Frekans analizleri yapılıp, elde edilen frekans ve karşılık geldiği dönem değerleri hesaplanmış ve Çizelge 2.8'de verilmiştir. Şekil 2.25'in orta panelinde hem θ_{min} artıkları hem de frekans analiziyle elde edilen frekanslardan oluşturulan temsiller sunulmuştur. Frekans analizi ile birinci ve ikinci leke için 4'er adet frekans tespit edilmiştir.

Şekil 2.25'in orta panelinde sistem için sunulan θ_{min} artıklarındaki belirli bir sinüzoidal değişim olduğu görülmektedir. Her iki leke de eş yönlü hareket ederken, birinci lekeye ait artıkların değişim genliğinde ilerleyen zaman içerisinde artış meydana gelmektedir. Aynı şekilde ikinci leke de ise, daha büyük genlikli değişim, birinciye göre daha belirgin bir şekilde görülmektedir. Birinci lekede ortaya çıkan değişim, yavaş bir şekilde lekeyi etkilemiş; ikinci leke de ise daha hızlı bir şekilde etkilemiştir. Fark edildiği üzere, her iki lekeninde θ_{min} artıklarının değişim aralığı -0.20 ile 0.20 arasındadır. Dolayısıyla, büyük genlikli değişimler nedeniyle, etkilerinin yüzeydeki büyük değişimlerden kaynaklanması beklenebilir. Sonuç olarak, birinci leke son günlere doğru büyük bir etkiye maruz kalsa da ikinci lekedeki gibi tamamen bir etkilenme söz konusu değildir. Bunun nedeni, bu iki lekenin farklı yerlerde konumlanması olabilir. Bu konum değişikliği, enlem farklılığı olarak öngörülebilir. Büyük genlikli değişime yol açan bu etki, büyük olasılıkla diferansiyel dönme nedeniyle farklı enlemlere kayan lekelerin yeni konumlarında farklı dönme hızlarında hareket etmesinden kaynaklanmaktadır.

3.3.10. KIC 7671594

KIC 7671594'den elde edilen sonuçlar, diğer sistemlerdekinden farklıdır. Bu sistemdeki aktif bileşen üzerinde sadece bir tane leke tespit edilmiştir. Şekil 2.23'te de görüldüğü üzere, bu sisteme ait sadece bir lekeye ait minimum zamanları tespit edilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere, sistemden elde edilen minimum evrelerinin zamana göre değişimine bakıldığında, leke ya da leke gruplarının yaklaşık 0.80 evreye karşılık gelen boylam komşuluğunda konumlandığı görülmektedir. Diğer sistemlerdekine benzer şekilde 1.0 evreden 0.0 evreye lineer bir göç hareketi söz konusu değildir. Bu sistemde görülen değişim, KIC 6962018'nin birinci lekesine benzer bir davranış sergilemektedir. Her iki lekede belirli bir boylam üzerinde konumlanmış ve kendi içerisinde belirli bir salınımla göç hareketini sürdürmektedir. KIC 6962018 sistemindeki tek fark, ikinci lekenin olması ve onun lineer bir şekilde azalma göstermesidir. Fakat KIC 7671594'te ikinci bir leke söz konusu olmamakla beraber, lineer bir azalma gösterip göç hareketinin hesaplanabileceği herhangi bir davranış söz konusu değildir. Dolayısıyla, elde edilen çizelgeler ve sistemlerin karşılaştırılması yapılan bazı şekillerde, bu sisteme ait göç dönem değeri bulunmamaktadır.

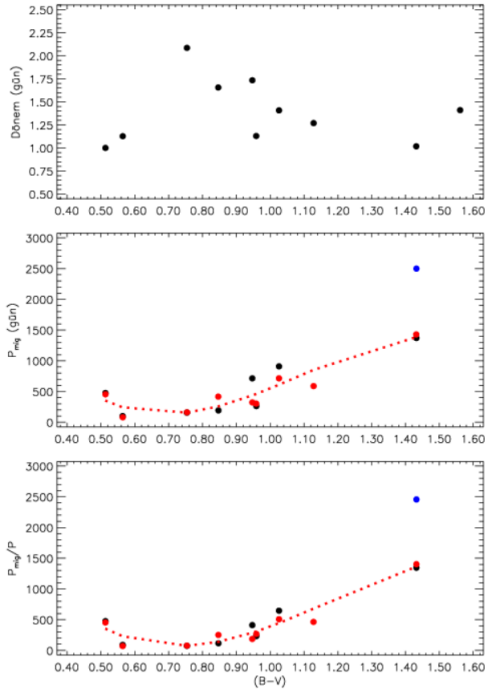
Şekil 2.23'te yaklaşık 1000 ile 1800 günleri arasında belirgin bir boşluk olduğu görülmektedir. Bu boşluğun nedeni tamamen gözlemsel eksikliktir. Kepler Veri Tabanı'ndan alınan LC gözlem verisinde, bu aralıkta gözlem yapılmamıştır ve dolayısıyla buradaki lekeye ait hareket tespit edilememiştir.

Diğer sistemlerde, hesaplanan leke minimum evrelerinde belirli bir lineer azalma veya artmadan bahsedilmiştir. Bu lineer artma ve azalma, belirli bir enlem altında veya üzerinde kalma durumuyla ilgilidir. Yıldızlar, katı bir cisim gibi dönmemektedir. Çift sistemlerdeki her iki bileşen de belirli bir dönme dönemine sahiptir ve bu dönem genellikle sistemin yörünge dönemine eşit ya da çok yakın bir değerdedir. Daha önceden de söz edildiği gibi aktif bileşen üzerindeki belirli bir enlemdeki dönme dönemi, yörünge dönemine eşit olmaktadır. Bu enleme *"Eş-Dönme Enlemi (Correlation Enlemi)"* adı verilir. Klasik diferansiyel dönme durumunda, bu enlemin üzerindeki üst enlemlerde yer alan lekeler yavaş; alt enlemlerinde yer alan lekeler ise sistemin yörünge dönemine göre daha hızlı bir şekilde turunu tamamlayarak her seferinde daha erken ortaya çıkan minimum zamanları oluşturmaktadırlar. Dolayısıyla, sistemlerdeki lekelerin bazılarında görülen lineer azalma, bu eş dönme enleminin altında kalan enlemlere doğru hareket eden lekelerin konumundan kaynaklanmaktadır. Oysa, KIC 7671594'deki leke minimum davranışı, diğerlerinden daha farklıdır. Şekilde de görüldüğü gibi, herhangi bir lineer artma ya da azalma söz konusu değildir. Bunun nedeni, sistemdeki aktif bileşen üzerinde yer alan lekenin, doğrudan doğruya eş dönme enlemi üzerinde ya da çok yakın bir enlemde konumlanmasıdır. Enlem üzerindeki küçük hareketlerinden dolayı da şekilde görülen küçük genlikli sinüzoidal salınımlar oluşmaktadır.

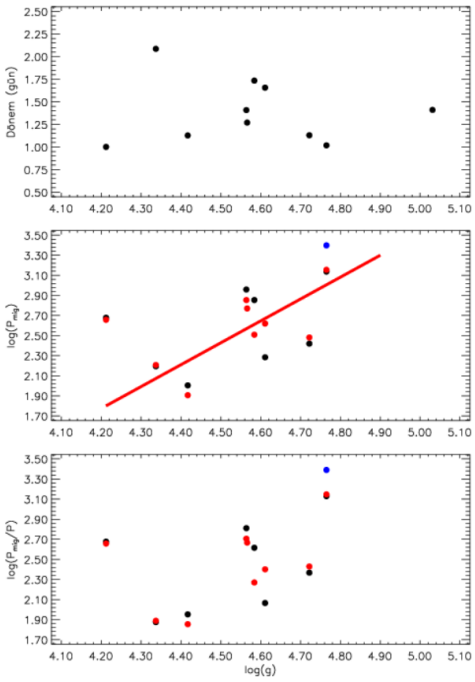
Sinüzoidal değişimleri daha iyi belirleyip yorumlamak için, doğrudan minimum zamanlarının frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 2.8'de elde edilen frekans değerleri ve dönemleri verilmiştir. Ayrıca Şekil 2.25'te üst panelde temsiliyle beraber sunulmuştur. Frekans analizlerinde gürültü düzeyinin üzerinde 4 adet frekans tespit edilmiştir. Bu frekansların dönemleri 69 ile 1500 gün arasında değişmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME

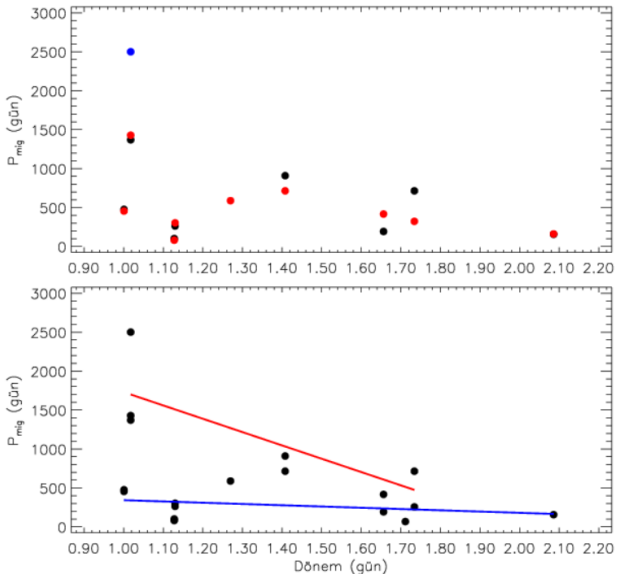
İncelenen sistemlerde aktif bileşenler üzerindeki lekelerin, boylamsal göç hareketleri ve göç dönemleri, θ_{min} ve artıklarındaki değişimler; Bölüm 3.3'te detaylı bir şekilde tartışılmıştır. Göç dönemleri belirlenen lekelerin; bazı sistemlerde uyumlu bir şekilde birbirine yakın değerde, bazı sistemlerde ise uyumsuz bir şekilde birkaç kat farkla çıkması kafa karıştırıcı bir durum olarak görülmektedir. Ayrıca, birkaç sistemde de lekelerin aynı boylam üzerinde sabit kalması da dikkat çekici bir durumdur. Sistemlerdeki yıldızların belirli fiziksel parametrelerine göre yüzeylerindeki lekelerin boylamsal göç dönemleri incelenmiş ve yukarıda bahsedilen karmaşanın aksine lekelerin belirli bir düzen içinde hareket ettiği ortaya çıkmıştır. Bu fiziksel parametreler; bileşenlerin B-V renk ölçeği, log(g) ve yörünge dönemleridir. Şekil 2.28'de yörünge dönemlerinin ve göç dönemlerinin yıldızların B-V renk ölçeğine göre, Şekil 2.29'da log(g)'ye göre ve Şekil 2.30'da da göç dönemlerinin yörünge dönemlerine göre dağılımları gösterilmiştir.



Şekil 2.28. Sistemlerin (B-V) değerlerine karşılık sistemlerin aktif bileşenleri üzerindeki lekelerin boylamsal göç dönemleri. Orta ve alt paneldeki kırmızı kesikli çizgiler, teorik eğriyi temsil etmektedir.



Şekil 2.29. Sistemlerin log(g) değerlerine karşılık sistemlerin aktif bileşenleri üzerindeki lekelerin boylamsal göç dönemleri. Orta paneldeki kırmızı düz çizgi, noktaları temsil eden lineer doğruyu göstermektedir.



Şekil 2.30. Sistemlerin dönemlerine karşılık sistemlerin aktif bileşenleri üzerindeki lekelerin boylamsal göç dönemleri. Alt paneldeki kırmızı düz çizgi, soğuk yıldızların üzerindeki lekelerin göç dönemindeki; mavi düz çizgi ise sıcak yıldızların üzerindeki lekelerin göç dönemindeki değişimi temsil etmektedir.

Yıldızların B-V renk ölçeklerine göre lekelerin göç dönemleri, Şekil 2.28'de sunulmuştur. Şeklin üst panelinde sistemlerin B-V renk ölçeklerine göre yörünge dönemi dağılımı, orta panelinde lekelerin göç dönemi, alt panelinde ise P_{mig}/P oranlarının dağılımları görülmektedir. Orta panelde gösterilen değişim incelenirse; B-V renk ölçeği $0^m.50$'den $1^m.15$'e kadar olan bileşenlerin üzerindeki lekelerin boylamsal göç dönemlerinin 800 günün altında kısa dönemler olduğu, $1^m.50$ ve üzeri renk değerlerine sahip yıldızlardaki lekelerin göç dönemlerinin ise 800 günün üzerinde uzun dönemlere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, leke göç dönemlerinin B-V renk ölçeğinin bir fonksiyonu olarak değişim gösterdiği de görülmektedir.

H-R diyagramından da ayrıntılı olarak bilindiği üzere, B-V renk ölçeği küçüldükçe yıldızların sıcaklıkları artar; B-V renk ölçeği arttıkça yıldızların sıcaklıkları azalır. B-V renk ölçeğinin $1^m.5$ ve üzeri olduğu yıldızlar, tamamen konvektif katmandan oluşan soğuk yıldızlardır. Bilindiği üzere, konvektif katman derinliği ne kadar fazlaysa, manyetik aktivite şiddeti o kadar artmaktadır. Konvektif katman derinliği büyük olan, B-V=$1^m.5$ ve üzeri olan bu yıldızlar için, manyetik aktivitenin şiddetli olması beklenirken, oluşan lekelerin göç hareketlerinin oldukça yavaş olması dikkat çekicidir. Ancak bilindiği gibi bu

yıldızlarda çalkantı dinamosu baskındır ve yüzeylerindeki diferansiyel dönme profilinin nasıl olduğu tam olarak bilinmemektedir.

Şekil 2.28'in orta paneli incelendiğinde, iki yıldızın B-V renk ölçeğinin ~1^m.5 değerinin üzerinde bir değere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca bu iki yıldızdan birinin üzerindeki lekelerin göç dönemleri, diğer incelenen yıldızların üzerindeki lekelerin göç döneminden oldukça uzun bir değerde bulunmuştur. Ek olarak, diğer yıldızın üzerindeki lekenin göç dönemi hesaplanamamıştır. Bölüm 3.3.10'da bahsedilen KIC 7671594 sistemine ait olan bu bileşen üzerindeki lekenin aynı boylam üzerinde konumlandığı ve dolayısıyla göç döneminin hesaplanamadığı ifade edilmiştir. Bu yıldızın üzerindeki lekenin çok yavaş bir şekilde göç hareketinde bulunduğu yorumlanmıştır. Dolayısıyla, elde edilen şekilde de görüldüğü üzere, çok yavaş hareket eden bu lekenin göç döneminin de uzun olması beklenmektedir.

B-V renk ölçeği 1^m.5'in üzerinde olan diğer sistem KIC 12599700'dür. Bölüm 3.3.8'de yorumlandığı gibi, lekelerin göç dönemlerinden lekelerin birinin bir aktif bileşende, diğer ikisinin ise diğer bileşende olabileceği öngörülmüştür. Şekil 2.28'deki değişime bakıldığında, birinci ve ikinci lekenin elde edilen kuramsal eğri üzerinde olduğu ve bileşenin renk ölçeğine göre beklenen konumda olduğu görülür. Oysa; mavi nokta ile gösterilen üçüncü lekenin, bileşenin renk ölçeğine göre temsil edilen kuramsal eğriden oldukça uzak olması kafa karıştırıcı bir durum ortaya çıkarır. B-V renk ölçeğine karşılık göç dönemlerinin değişimine bakıldığında, soğuk yıldızlara doğru leke göç dönemlerinin artması beklenmektedir. Birinci ve ikinci leke, yüzey sıcaklıkları birbirine çok yakın olan baş ve yoldaş bileşenin yüzeyinde ayrı ayrı yer alabileceği gibi sadece birinin yüzeyinde de yer alabilir. Fakat, bu aykırı üçüncü lekenin, bu iki bileşen üzerinde olmaması gerekir. Üçüncü lekenin göç dönemine göre bir başka bileşen üzerinde olması beklenmektedir. Çünkü görüldüğü üzere elde edilen tüm leke göç dönemleri, yıldızların sıcaklıklarının belli bir fonksiyonu dahilinde değişmektedir. Sadece bu üçüncü (maviyle gösterilen) leke, bunun dışında kalmaktadır. Dolayısıyla bu lekenin, B-V renk ölçeği ~1^m.80 olan bir yıldızın üzerinde olması gerektiği öngörülmektedir. Bu noktada, Çizelge 2.1'de verilen KIC 12599700'ün bileşenlerinin sıcaklıklarına ve Şekil 2.3'te verilen sistemin ışık eğrisine bakılmıştır. Sistemin baş bileşeninin sıcaklığı 3758 K, yoldaş bileşenin sıcaklığı ise 3759 K'dir. Baş ve yoldaş bileşenin sıcaklıkları neredeyse aynı olduğu için, sistemin ışık eğrisindeki baş ve yan minimumun aynı genlikte olması gerekmektedir ve ışık eğrisinde de böyle olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

Ancak, sistemin ışık eğrisi dikkatli incelenirse baş ve yan minimumun genliklerinin çok sığ olduğu görülür. Bileşenlerin sıcaklıkları ve anakol yıldızı oldukları göz önüne alındığında bu durumun tek açıklaması, sistemin üçüncü bir bileşene sahip olduğudur. Eğer örten bir çift sistemde, örtme örtülme sergilemeyen üçüncü bir bileşen varsa, baş ve yan minimum genliklerinin sığlaşacağı bilinen bir astrofiziksel durumdur.

Lekelerin göç dönemlerinin, bileşenlerin log(g) değerlerine göre dağılımı Şekil 2.29'da gösterilmiştir. Şeklin üst panelinde sistemlerin log(g) 'sine göre yörünge dönemlerinin dağılımı, orta panelde logaritmik ölçekte lekelerin göç dönemlerinin ve alt panelde ise yine logaritmik ölçekte P_{mig}/P oranlarının dağılımı gösterilmiştir.

Tek yıldızlar söz konusu olduğunda, genç yıldızların oldukça hızlı döndüğü ve yaşları ilerledikçe yavaşlamakta olduğu bilinmektedir. Fakat; çift sistemlerdeki yıldızlarda dönme hızı davranışı farklıdır. Çift yıldızlarda iki bileşenin birbirine uyguladıkları kütle çekimsel etkiden dolayı bileşenler kendi eksenlerinde de olması gereken hızların çok üstünde hızlarda dönerler. Bu dönme hızı, çift yıldızların, genç veya yaşlı olması ile çok fazla değişmez. Dolayısıyla, Şekil 2.29'un üst panelinde sistemlere ait dönem dağılımı fiziksel bir süreç ile açıklanabilir değildir.

Şekil 2.29'un orta paneline bakıldığında, yıldızların log(g) değerlerinin artması ile leke göç döneminin arttığına dair oldukça kaba / genel bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere, her ne kadar dağılım doğru ile temsil edilebilmiş olsa da çok fazla saçılma ve sapma gözlenmektedir. Bu saçılmaların nedeni, yıldızların farklı sıcaklıklara sahip olmalarıdır. Aynı yaştaki yıldızların B-V renk ölçekleri biraz farklı olsa da leke göç dönemleri arasında çok büyük bir fark beklenmemektedir. Fakat, aynı yaşta olmalarına rağmen sıcaklıkları farklı olan yıldızların leke göç dönemlerinde belirgin bir fark görülmektedir. Dolayısıyla, aynı log(g)'ye sahip yıldızların üzerindeki lekelerin göç dönemleri arasında belirgin bir fark olması, bir yıldızın soğuk diğerinin ise sıcak olmasından kaynaklanıyor olmalıdır. Şekil 2.29'un orta panelinde görülen saçılmanın nedeni bu olmalıdır. Log(g) değerlerinin aynı, sıcaklıklarının da yakın olduğu yıldızların leke göç dönemleri birbirine yakın çıkmaktadır. Şekildeki log(g) değerleri yaklaşık 4.20, 4.30 ve 4.73 olan sistemlerde görülen leke göç dönemleri, nitekim birbirilerine oldukça yakındır, çünkü bu yıldızların yüzey sıcaklıklarının oldukça yakın değerde olduğu görülmektedir. Fakat; log(g) değerleri yaklaşık 4.58, 4.62

ve 4.77 olan sistemlere bakıldığında, leke göç dönemlerinin aralarındaki fark oldukça açıktır. Bu ayrışmaya neden olan etki, bileşenlerin sıcaklıklarının farklı olmasıdır. Orta panelde gözlenen dağılımın üst kısmında yer alan yıldızların soğuk yıldızlar, alt kısmında yer alan yıldızların ise sıcak yıldızlar olduğu görülmektedir. Alt panelde, yıldızların dönem değerleri de işin içine girmektedir. Dolayısıyla; dönem, log(g) ve sıcaklık benzerlik ve farklılıklarının bileşke etkisi görülmektedir. Alt panelde görülen dağılım, orta panelde gösterilen dağılım ile karşılaştırıldığında, sıcak ve soğuk yıldızların yerleri daha belirgin hale gelmiştir. Göç döneminin dönme dönemine oranı 2.50 üzerinde olanların soğuk, 2.50'nin altında olanlarının ise sıcak yıldızlara ait lekelerin göç dönem değerleri olabileceği öngörülmektedir. Ancak, orta panelde de olduğu gibi log(g) değerlerinin azalmasıyla, bir bakıma yıldızların anakol üzerinde ZAMS'a yaklaşmasıyla beraber, leke göç dönemlerinin artması beklenmektedir. Fakat, bu durum net bir sonuç değildir. Eğer aynı sıcaklıkta, farklı log(g) değerlerine sahip olan yıldızların üzerindeki lekelerin göç dönemleri incelenecek olursa, o zaman bu durum için net ve doğru bir sonuca ulaşılabilir.

Şekil 2.30'da sistemlerin dönemlerine göre, lekelerin göç dönemlerinin dağılımı gösterilmektedir. Üst panelde aynı sistemde tespit edilen birinci (içi dolu siyah), ikinci (içi dolu kırmızı) ve üçüncü (içi dolu mavi) lekelerin farklı renklendirilmiş sembollerle göç dönemleri dağılımı görülürken; alt panelde bu dağılımın iki gruba ayrılıp ayrılmadığı incelenmiş ve oluşturulan gruplar lineer fonksiyonla temsil edilmiştir. Alt paneldeki doğru temsillerine bakıldığında, log(g) değişimlerinde olduğu gibi dönemlerdeki değişimde de B-V renk ölçeklerinin etkisi görülmektedir. 0 ile 800 günlük göç dönemlerine sahip lekelerin üzerinde bulundukları yıldızların dönemine göre göç dönemi dağılımına bakıldığında, küçük bir eğime sahip nispeten doğrusal bir dağılım görülmekle birlikte, göç dönemlerinin yörünge döneminin artmasıyla azaldığı görülmektedir. Oysa, 800 ile 2500 günlük göç dönemlerine sahip lekelerde ise, daha belirgin bir eğime sahip dağılım gözlenmektedir. Burada da yıldızların dönemlerinin artmasıyla leke göç dönemlerinin hızla azaldığı net bir şekilde görülmektedir. Buradaki ayrımın nedeni, yine baskın olarak bileşenlerin B-V renk ölçeklerinden kaynaklanmaktadır. Kırmızı ile temsil edilen doğrunun soğuk yıldızların, mavi ile temsil edilen doğrunun ise sıcak yıldızların yörünge dönemlerine göre leke göç dönemlerinin değişimini göstermektedir. Her iki durumda da leke göç dönemleri, yörünge döneminin artması ile azalmaktadır. Fakat; B-V renk ölçeğinin birinde daha az etkiliyken, diğerinde daha baskın etkiye sahip olduğu görünmektedir.

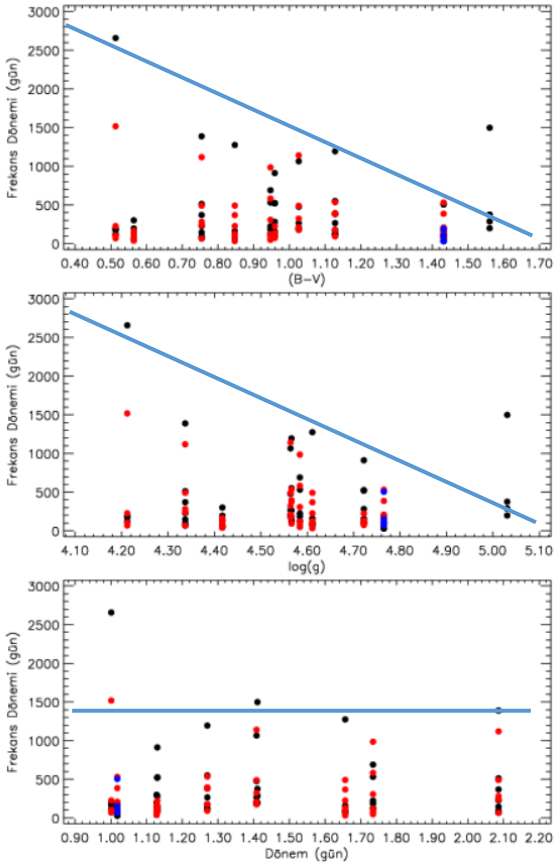
Son olarak, Bölüm 3.3'te sistemlerdeki yıldızlara ait lekelerin θ_{min} artıklarındaki değişimler ayrı ayrı yorumlanmış ve bazı öngörülerde bulunulmuştur. İlgili bölümde de ayrıntılı olarak bahsedildiği gibi, θ_{min} artıklarının frekans analizi gerçekleştirilmiş ve belirli dönemler hesaplanmıştır. Hesaplanan bu dönemlerin, lekelerin göç dönemlerinin genel durumunu incelemek için oluşturulan çeşitli parametrelere karşı dağılımının ele alındığı gibi, frekansların da bu parametrelere göre dağılımı incelenmiştir.

Şekil 2.31'de üst panelinde yıldızların B-V renk ölçeği, orta panelde log(g) ve alt panelde ise dönem değerlerine göre θ_{min} artıklarının frekans dönemlerinin dağılımı görülmektedir. θ_{min} artıklarının frekans analizinden ulaşılmak istenen; lekelerin boylamsal göç hareketlerini gerçekleştirirken, uğradıkları etkilerin neler olabileceği, bu etkinin hangi sıklıkta ve ne oranda baskın olduğunu anlayabilmektir. Dolayısıyla, Şekil 2.31'deki üç panelde de görülen değişimler, lekelerin boylamsal göç hareketi sırasında etkilendikleri etkilerin hangi sıklıkta ne oranda ortaya çıktığını ifade etmektedir. Ek olarak burada belirtilmelidir ki; şekiller üzerinde, hesaplanan iki tane frekans dönem değeri yer almamaktadır. Çok yüksek değerlerde bir dönem değeri elde edilmesinden dolayı, bu iki frekans dağılıma eklendiğinde asıl ele alınmak istenilen değişim ortaya çıkmamaktadır. Bu yüzden, şekil üzerinde dağılımlardan bu iki veri çıkartılmıştır; fakat Çizelge 2.8'de tümü listelenmiştir.

Farklı sıcaklıklardaki yıldızların ele alındığı bu tez içerisinde, Şekil 2.31'in üst panelinde, sıcak yıldızlardan soğuk yıldızlara doğru gidildikçe, hafif saçılmalı değerler olsa da bariz bir şekilde birbirine yakın değerlerde çıkan etkilerin olduğu görülmektedir. B-V=1^{m}.561'e karşılık gelen tek veri göz ardı edilirse, göç döneminde salınıma neden olan etkilerin dönemleri, soğuk yıldızlara gidildikçe genel olarak azalmaktadır. Bu etkilerin neler olabileceği Bölüm 3.3'te yer yer tartışılmıştır. 0 ile 500 günlük dönemlere sahip bu etkilerden birinin süpergranül ölçekli konveksiyon akımları olabileceği öngörülmektedir. Diğer etkilerden birisinin ise, küçük genlikli salınımlara neden olabilecek düzeyde lekelerin enlemsel konum değişimleri olabileceği öngörülmektedir. Son olarak, kısa dönemlere neden olan etkinin bir tanesi de aktif boylamlar üzerinde lekelerin sağ ve solda olmak üzere, aktif boylam üzerindeki hareketinden kaynaklanabilecek bir etkinin olabileceği öngörülmektedir. Aktif boylam içerisinde lekeler ortaya çıkıp zamanla yok olmakla birlikte her leke ya da leke grubu aynı konumda yok olup ortaya çıkmamakta, belirli bir bant genişliğine sahip boylam içinde zaman zaman

bandın ön cephesine yakın konumda zaman zaman bandın arka cephesine yakın konumlarda ortaya çıkabilmektedir.

Şekil 2.31'in orta panelinde log(g) parametresine göre ortaya çıkan dağılımda da benzer bir davranış gözlenirken; sistemin yörünge dönemine göre göç döneminde gözlenen salınımların frekanslarında belirgin bir artma ya da azalma gözlenmemektedir.



Şekil 2.31. θ_{min} artıklarından elde edilen frekansların hesaplanan dönemlerinin sistemlerin bileşenlerine ait (B-V), log(g) ve dönem değerlere göre değişimleri. Siyah noktalar birinci lekelerden elde edilen frekans dönemlerine, kırmızı noktalar ikinci lekelere ve mavi noktalar ise üçüncü lekelere aittir.

Genel olarak, leke göç dönemlerinin (B-V) renginin bir fonksiyonu olduğu ve buna göre uyumlu bir şekilde değişim gösterdiği görülmektedir. Tezin amacı doğrultusunda, anakol üzerinde F ile M tayf türleri arasındaki farklı sıcaklıklara sahip yıldızların üzerindeki lekelerin davranışını incelemek ve bunların bu

sıcaklıklara göre leke göç dönemlerinin nasıl değişim gösterdiğine odaklanılmıştır. Böylelikle, tezin amacına ulaşılmış ve sıcaklığa göre bir değişimin olduğu görülmüştür. Anakol üzerinde daha soğuk yıldızlara gidildikçe, lekelerin göç dönemlerinin arttığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra elde edilen leke göç dönemlerinin, yıldızların dönme ve log(g) parametrelerine göre değişimlerine de bakılmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Armstrong, D. J., Gomez Maqueo Chew, Y., Faedi, F., Pollacco, D., 2014, VizieR On-line Data Catalog: J/MNRAS/437/3473.

Balaji, B., Croll, B., Levine, A. M., Rappaport, S., 2015, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 448, Issue 1, p.429-444.

Balona, L. A., 2015, *MNRAS*, 447, 2714.

Berdyugina, S.V., Tuominen, I., 1998, "Permanent active longitudes and activity cycles on RS CVn stars", *Astron. Astrophys*., 336, L25–L28.

Berdyugina, S. V., 2005, *Living Rev. Solar Physics*, 2, 8.

Berdyugina, S. V. and Usoskin, I. G., 2003, *A&A*, 405, 1121.

Bradshaw, S. J., Hartigan, P., 2014, *The Astrophysical Journal*, Volume 795, Issue 1, article id. 79, 6 pp.

Bray, R. J. and Loughhead, R. E., 1964, Sunspots (London: Chapman and Hall).

Bray, R. J. and Loughhead, R. E., 1974, The International Astrophysics Series, London: Chapman and Hall.

Brown, A., Korhonen, H., Berdyugina, S., Tofany, B., Ayres, T. R., Kowalski, A., Hawley, S., Harper, G., Piskunov, N., 2011, The Physics of Sun and Star Spots, Proceedings of the International Astronomical Union, *IAU Symposium*, Volume 273, p. 78-82.

Budding, E., 1977, *Astrophys. Space Sci*., 48, 207.

Bumba, V., 1963, *Bull Astron. Inst. Czech*., 14, 91.

Caldwell, D. A., Kolodziejczak, J. J., Van Cleve, J. E., et al., 2010*, ApJ*, 713, L92.

Catalano, S., Biazzo, K., Frasca, A., and Marilli, E., 2002, *Astron. Astrophys*., 394, 1009.

Coughlin, J. L., López-Morales, M., Harrison, T. E., Ule, N., Hoffman, D. I., 2011, *AJ*, 141, 78C.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Czesla, S., Arlt, R., Bonanno, A., Strassmeier, K. G., Huber, K. F., 2013, Astronomische Nachrichten, Vol.334, p.89.

D'Agostino, R. B. and Stephens, M. A., 1986, "Tests for Normal Distribution" in Goodness-Of-Fit Techniques, Statistics: Textbooks and Monographs, New York: Dekker, edited by D'Agostino, R. B., Stephens, M. A.

Dal, H. A., 2011*, Pub. Astron. Soc. Aus.,* 28, 365.

Dal, H. A. and Evren, S., 2010, *AJ*, 140, 483.

Dal, H. A. and Evren, S., 2011, *AJ*, 141, 33.

Dal, H.A., Sipahi, E. and Özdarcan O., 2012, *PASJ*, 64, 125D.

Dal, H. A. and Özdarcan, O., 2018, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,* Volume 474, Issue 1, p.326-338.

Dawson, B. and Trapp, R. G., 2004, "Basic and Clinical Biostatistics" (New York: McGraw-Hill), 61.

Donati, J.-F. and Collier Cameron, A., 1997, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc*., 291, 1.

Donati, J.-F., 1999, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc*., 302, 457.

Donati, J.-F., Collier Cameron, A., Hussain, G. A. J. and Semel, M., 1999, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 302, 437.

Donati, J.-F., Collier Cameron, A., Semel, M., et al., 2003, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 345, 1145.

Dressing, Courtney D. and Charbonneau, D., 2013, *The Astrophysical Journal*, Volume 767, Issue 1, article id. 95, 20 pp.

Eaton, J. A. and Hall, D. S., 1979, *Astrophys. J.*, 227, 907.

Elstner, D. and Korhonen, H., 2005, *Astronomische Nachrichten*, Vol.326, Issue 3, p.278-282.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Fabbian, D., Simoniello, R., Collet, R., Criscuoli, S., Korhonen, H., Krivova, N. A., Oláh, K., Jouve, L., Solanki, S. K., Alvarado-Gómez, J. D., Booth, R., García, R. A., Lehtinen, J., See, V., 2017, *Astronomische Nachrichten*, Volume 338, Issue 7, pp. 753-772.

Fluri, D. M. and Berdyugina, S. V., 2004, *Solar Physics*, Volume 224, Issue 1-2, pp. 153-160.

Gao, Q., Xin, Y., Liu, J., Zhang, X., Gao, S., 2016, *ApJS*, 224, 37G.

Gershberg, R. E., 1972, *Astrophys. Space Sci*., 19, 75.

Gilman, P. A. and Howard, R., 1985*, Astrophys. J*., 295, 233.

Goncharskii, A. V., Stepanov, V. V., Kokhlova, V. L. and Yagola, A. G., 1977, *Soviet Astron. Lett*., 3, 147.

Gray, D. F., 1994*, Pub. Astron. Soc. Pacific,* 106, 1248.

Gray, D. F., 1996, In IAU Symp. 176, Stellar Surface Structure, ed. K. G. Strassmeier and J. L. Linsky (Dordrecht: Kluwer), p. 227.

Gray, D. F., Baliunas, S. L., Lockwood, G. W. and Skiff, B. A., 1996, *Astrophys. J*., 465, 945.

Gray, R. O., Corbally, C. J., De Cat, P., Fu, J. N., Ren, A. B., Shi, J. R., Luo, A. L., Zhang, H. T., Wu, Y., Cao, Z., Li, G., Zhang, Y., Hou, Y., Wang, Y., 2016, *The Astronomical Journal*, Volume 151, 6 pp.

Green, S. B., Salkind, N. J. and Akey, T. M., 1999, "Using SPSS for Windows: Analyzing and Understanding Data" (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall), 50.

Hale, G. E. and Nicholson, S. B., 1938, Magnetic Observations of Sunspots 1917–1924. Part I (Washington: Carnegie Institution, Publ. No. 498).

Hall, D. S., 1990a, In Active Close Binaries, ed. C. Ibanoglu (Dordrecht: Kluwer), p. 99.

Hall, D. S., 1990b, *Astronomical Journal*, v.100, p.554.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Hall, D. S. and Busby, M. R., 1990, Ibanoglu, C. (ed), *Active Close Binaries*, NATO ASI, Kluwer, Dordrecht, p. 377.

Hatzes, A. P. 1998, *Astron. Astrophys*., 330, 541.

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

Huang, L. C., Ip, W. H., Lin, C. L., Zhang, X. L., Song, Y. H. and Luo, A. L., 2020, *ApJ*, 892, 58.

Huber, D., Silva Aguirre, V., Matthews, J. M., et al., 2014, ApJS, 211, 2.

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

Jenkins, J. M., Caldwell, D. A., Chandrasekaran, H., et al., 2010a, *ApJ*, 713, L87.

Jenkins, J.M., Chandrasekaran, H., McCauliff, S. D., et al., 2010b, *Proc. SPIE*, 7740, 77400.

Jetsu, L., Pelt, J. and Tuominen, I., 1993, *Astron. Astrophys*., 278, 449.

Joy, Alfred H. and Wilson, Ralph E., 1949, *Astrophysical Journal*, vol. 109, p.231.

Kaya N.Ö. and Dal, H.A., 2019, *Astronomische Nachrichten,* Volume 340, Issue 6, pp. 539-552.

Kaya N.Ö. and Dal, H.A., 2020, *New Astronomy*, In Press.

Kitchatinov, L. L. and Rüdiger, G., 1999, *Astronomy and Astrophysics*, v.344, p.911-917.

Kjurkchieva, D., Vasileva, D. and Atanasova, T., 2017, *AJ*, 154, 105K.

Koch, D. G., Borucki, W. J., Basri, G., et al., 2010, *ApJ,* 713, L79.

Korhonen, H., 2014, Magnetic Fields throughout Stellar Evolution, Proceedings of the International Astronomical Union, *IAU Symposium*, Volume 302, pp. 350-358.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Korhonen, H., 2016, *Astronomy in Focus, as presented at the IAU XXIX General Assembly, 2015.* Proceedings of the IAU, Volume 29A, 2016, pp. 354-359.

Kővari, Zs., Bartus, J., Strassmeier, K. G., Vida, K., Švanda, M., Oláh, K., 2007, *Astron. Astrophys*., 474, 165.

Kővari, Zs. and Oláh, K., 2015, "The Solar Activity Cycle: Physical Causes and Consequences", *Space Sciences Series of ISSI*, vol. 53, p. 457.

Kron, G. E., 1947, *Pub. Astron. Soc. Pacific*, 59, 261.

Küker, M., Rüdiger, G., Olah, K., Strassmeier, K. G., 2019, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 622, 7 pp.

Lenz, P. and Breger, M., 2005, *Communications in Asteroseismology*, vol. 146, p.53-136.

Lucy, L. B., 1967*, Zeitschrift für Astrophysik*, Vol. 65, p.89.

Maunder, E. W., 1890*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 50, 251.

Maunder, E. W., 1922*, J. Brit. Astron. Assoc*., 32, 140.

Mathur, S., Huber, D., Batalha, N. M., Ciardi, D. R., Bastien, F. A., Bieryla, A., Buchhave, L.A., Cochran, W. D., Endl, M., Esquerdo, G. A., Furlan, E., Howard, A., Howell, S. B., Isaacs, H., Latham, D. W., MacQueen, P. J., Silva, D. R., 2017, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Volume 229, Issue 2, article id. 30, 18 pp.

Matijevič, G., Prša, A., Orosz, J. A., Welsh, W. F., Bloemen, S. and Barclay, T., 2012*, AJ,* 143, 123.

McIntosh, P. S., 1981, In the Physics of Sunspots, ed. L. E. Cram and J. H. Thomas (Sunspot, NM: Sacramento Peak Observatory), p. 7.

Mekkaden, M. V. and Raveendran, A. V., 1998, *Astronomy and Astrophysics*, v.338, p.1031-1040.

Morris, S. L., 1985, *Astrophysical Journal*, Vol. 295, p. 143-152.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Morton, T. D., Bryson, S. T., Coughlin, J. L., Rowe, J. F., Ravichandran, G., Petigura, E. A., Haas, M. R., Batalha, N. M., 2016, *The Astrophysical Journal*, Volume 822, Issue 2, article id. 86, 15 pp.

Motulsky, H., 2007, GraphPad Prism 5: Statistics Guide (San Diego, CA: GraphPad Software Inc. Press), 94.

Netto, Y. and Valio, A., 2020, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 635, 8 pp.

Oláh, K., Kolláth, Z. and Strassmeier, K. G., 2000, *Astronomy and Astrophysics*, v.356, p.643-653.

Oláh, K., Kolláth, Z., Granzer, T., Strassmeier, K. G., Lanza, A. F., Järvinen, S., Korhonen, H., Baliunas, S. L., Soon, W., Messina, S., Cutispoto, G., 2009, *Astronomy and Astrophysics*, Volume 501, Issue 2, 2009, pp.703-713.

Oláh, K., 2011, The Physics of Sun and Star Spots, Proceedings of the International Astronomical Union, *IAU Symposium*, Volume 273, p. 104-110.

Oláh, K., Kővári, Zs., Petrovay, K., Soon, W., Baliunas, S., Kolláth, Z., Vida, K., 2016, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 590, 13 pp.

Ruciński, S. M., 1969, *Acta Astronomica*, Vol. 19, p.245.

Poe, C. H. and Eaton, J. A., 1985, *Astrophys. J.,* 289, 644.

Prša, A. and Zwitter, T., 2005, *The Astrophysical Journal*, Volume 628, Issue 1, pp. 426-438.

Qian, S. -B., Zhang, J., He, J. -J., Zhu, L. -Y., Zhao, E. -G., Shi, X. -D., Zhou, X., Han, Z. -T., 2018, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Volume 235, Issue 1, 12 pp.

Ramsey, L. W. and Nations, H. L., 1980, *Astrophys. J.,* 239, L121.

Reiners, A. and Schmitt, J. H. M. M., 2003, *Astronomy and Astrophysics*, v.398, p.647-661.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ribárik, G., 2002, Occasional Technical Notes from Konkoly Observatory No. 12. Available at http://www.konkoly.hu/staff/ribarik/SML/ (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

Ribárik, G., Oláh, K. and Strassmeier, K. G., 2003, *Astron. Nach*., 324, 202.

Robinson, R. D., Worden, S. P. and Harvey, J. W., 1980*, Astrophys. J*., 236, L155.

Rosario, M. J., Heckert, P. A., Mekkaden, M. V., Raveendran, A. V., 2009, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 394, Issue 2, pp. 872-881.

Rowe, J. F., Coughlin, J. L., Antoci, V., Barclay, T., Batalha, N. M., Borucki, W. J., Burke, C. J., Bryson, S. T., and 35 coauthors, 2015, *ApJS*, 217, 16R.

Semel, M., 1989, *Astron. Astrophys*., 225, 456.

Shibayama, T., Maehara, H., Notsu, S., Notsu, Y., Nagao, T., Honda, S., Ishii, T. T., Nogami, D., Shibata, K., 2013, ApJS, 209, 5S.

Skumanich, A., 1972, "Time Scales for CA II Emission Decay, Rotational Braking, and Lithium Depletion", *Astrophys. J*., 171, 565–567.

Slawson, R. W., Prša, A., Welsh, W. F., et al., 2011, *AJ*, 142, 160.

Southworth, J., 2012, "JKTEBOP: Analyzing light curves of detached eclipsing Binaries", *ascl. soft*, 07013.

Spanier, J. and Oldham, K. B., 1987, An Atlas of Function (Washington, DC: Hemisphere Publishing Corporation Press), 233.

Spörer, G., 1889, *Verh. Kais. Leopold. Akad. Naturforscher,* 53, 283.

Strassmeier, K. G. and Hall, D. S., 1988, *Astrophys. J. Suppl.,* 67, 453.

Strassmeier, K. G., Hall, D. S., Boyd, L. J. and Genet, R. M., 1989, *Astrophys. J. Suppl*., 69, 141.

Strassmeier, K. G., 1994, *Astron. Astrophys*., 281, 395.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Strassmeier, K. G., 2009, *The Astronomy and Astrophysics Review*, Volume 17, Issue 3, pp.251-308.

Taş, G., Evren, S., Marino, G., Frasca, A., Ibanoğlu, C., Catalano, S., 2001, *Astronomy and Astrophysics*, v.376, p.966-977.

Thomas, J. H. and Weiss, N. O., 2008, Sunspots and Starspots, Cambridge Astrophysics Series.

Thompson, S. E., Mullally, F., Coughlin, J., Christiansen, J. L., Henze, C. E., Haas, M. R., Burke, C. J., 2015, *ApJ*, 812, 46T.

Tokunaga, A.T., 2000, *Allen's astrophysical quantities*, p.143.

Toner, C. G. and Gray, D. F., 1988*, Astrophys. J*., 334, 1008.

van Hamme, W., 1993, *Astronomical Journal*, v.106, p.2096.

Vida, K., Oláh, K. and Szabó, R., 2014, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 441, Issue 3, p.2744-2753.

Vogt, S. S., 1979, *Pub. Astron. Soc. Pacific*, 91, 616.

Vogt, S. S., 1981, *Astrophys. J*., 250, 327.

Vogt, S. S. and Penrod, G. D., 1983*, Pub. Astron. Soc. Pacific*, 95, 565.

Vogt, S. S., Hatzes, A. P., Misch, A. A. and Kürster, M., 1999, *Astrophys. J. Suppl*., 121, 547.

Vrabec, D., 1971, In IAU Symp. 43, Solar Magnetic Fields, ed. R. Howard (Dordrecht: Reidel), p. 329.

Watson, C. L. and Henden, A. A., Price, A., 2006, *SASS*, 25, 47W.

Wilson, P. R., 1994, Solar and Stellar Activity Cycles (Cambridge: Cambridge University Press).

Wilson, R. E. and Devinney, E. J., 2015, *The Astrophysical Journal*, Volume 807, Issue 1, article id. 80, 4 pp.

Wilson, O. C., 1978, "Chromospheric variations in main-sequence stars", *Astrophys. J*., 226, 379–396.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Yoldaş, E. and Dal, H. A., 2016, *PASA*, 33, e016.

Yoldaş, E. and Dal, H. A., 2017a, *Rev. Mexicana Astron. Astrofis.,* 53, 67.

Yoldaş, E. and Dal, H. A., 2017b, *Pub. Astron. Soc. Aus*., 34, e060.

Zwaan, C., 1985, *Sol. Phys.,* 100, 397.

Zwaan, C., 1992, In Sunspots: Theory and Observations, ed. J. H. Thomas and N. O. Weiss (Dordrecht: Kluwer), p. 75.

TEŞEKKÜR

Akademik süreçte etrafımızda bize inanan ve değer veren insanların olması çok önemlidir. Onların verdikleri destek ve anlattıkları tecrübelerle birlikte, başarılı bir insan oluruz. Dolayısıyla, lisans eğitimimden beri bana olan inancını ve desteğini hissettiğim, çok değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Hasan Ali DAL 'a öncelikle çok teşekkür etmek isterim. Bu süreçte kendisinden çok şey öğrendim ve hala öğrenmekteyim. Bana göstermiş olduğu maddi manevi tüm destekler ve vermiş olduğu tüm bilgiler için çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin en önemli aşamasında, eksiklerimi kapatan ve ihtiyaç duyduğum programın yazılmasında destek veren HATEL Elektronik SAN. TİC. LTD. ŞTİ. 'de Ar-Ge sorumlusu olan Uzm. Mustafa Ersan YILMAZ 'a, Gn. Md. Onur Uğur KAYA ve Gn. Sekreter Gizem İĞDİROĞLU 'na hem maddi hem de manevi desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Lisans dönemimin sonlarına doğru birlikte zaman geçirdiğim, yüksek lisans eğitimim boyunca da yakın arkadaş olduğum, yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen bölüm arkadaşlarım Uzm. Astronom Sergen ÖZDEMİR ve Astronom Rahmi Can YÜKSEL 'e çok teşekkür ederim. Çocukluk arkadaşım ve şu anda da yakın arkadaşım olan ve bu stresli zamanda bana desteğini esirgemeyen Uzm. Psikolog Berrak AKBALÇIK 'a da çok teşekkür etmek isterim.

Her başarılı insanın arkasında onu destekleyen kocaman bir ailesi vardır. Benim başarılı olmam da bugünlere gelmem de ve şu anki insan olmam da en önemli desteği veren ailemdir. Başta babam Ahmet KAYA, annem Deniz KAYA olmak üzere; ağabeylerim Onur Uğur KAYA ile Öner KAYA 'ya ve tüm aileme hem manevi hem de maddi desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim. Beni ben yaptığınız için sizlere minnettarım.

7 / 12 / 2020

İmzası

Nurhan Özlem KAYA

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı	**:** Nurhan Özlem KAYA
Doğum Yeri – Tarihi	**:** İZMİR – 10.10.1994
Uyruğu	**:** Türkiye Cumhuriyeti (T.C.)
T.C. Kimlik Numarası	**:** 48409310740
Cep Telefonu	**:** 0506 167 51 57
Adres	**:** 272/1 Sokak No:1 Daire:7 Koşu Apt. Buca/İZMİR
E-mail Adresi	**:** nurhanozlemk@gmail.com

EĞİTİM-ÖĞRENİM DURUMU:

2008-2011 Özel Deniz Anadolu Lisesi, İZMİR.

2011-2012 Şirinyer Anadolu Lisesi, İZMİR.

2012-2017 Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü (Lisans), İZMİR, (3.44/4.00).

2018-… Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Astrofizik Anabilim Dalı (Tezli Yüksek Lisans), İZMİR.

Yabancı Dil **:** İngilizce (B2)

BİLİMSEL YAYINLAR

- **Kaya, N.Ö.** and Dal, H.A., "*Chromospheric Activity Behavior of an Eclipsing Binary System KOI 68AB*", 2019, *Astronomische Nachrichten*, Vol. 340, p. 539-552.
- **Kaya, N.Ö.** and Dal, H.A., "*Semi-stable Active Region Around the Co-Rotation Latitude of Low-Mass Close Binary KIC 7671594*", 2020, *RMAA,* (In Press).
- **Kaya, N.Ö.** and Dal, H.A., "*A New Findings from the Longitudinal Migration of Starspots*", 2021, *RMAA,* (In referee review).

ULUSAL TOPLANTILARDA SUNULAN BİLDİRİLER

- **Kaya, N.Ö.** and Dal, H.A., *"Gizemli Yıldız KIC 8669092'nin Kromosferik Aktivitesi"*, XXI. Ulusal Astronomi Kongresi, Erciyes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 3-7 Eylül 2018 (Kısa Bildiri).

ARAŞTIRMA PROJELERİ

- **Bursiyer**, "*UV Ceti Yıldızlarında Gözlenen Beyaz Işık Flareleri İçin Flare Enerjisinin ve Flare Mekanizmasının Tayf Türüne Göre Değişimi*", TÜBİTAK, Proje No: **116F213**.

- **Bursiyer**, "*Tayfsal Gözlemler Yardımıyla Bileşenlerinden Biri Zonklayan Biri Kromosferik Aktif Yıldız Olan Üçlü Sistemlerin Doğasının Tayini*", TÜBİTAK, Proje No: **116F349**.

SEMİNERLER

- **N. Ö. Kaya.**; *"Soğuk Yıldız Lekelerinin Boylamsal Göç Hareketlerinde Görünen Salınımlar"*, Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İZMİR, 27 Aralık 2019.

SERTİFİKA PROGRAMLARI

- **Katılımcı**, *"Lisans Öğrencileri Yaz Programı (LOYP)"*, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, ANTALYA, 11-15 Temmuz 2016.
- **Katılımcı**, "*I. Lisansüstü Echelle Tayfbilim Yaz Okulu*", Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İZMİR, 1-5 Temmuz 2019.
- **Katılımcı**, "*ATASAM Lisansüstü Bilgilendirme ve Uygulama Programı (ALÜP)*", Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi, ERZURUM, 26-28 Eylül 2019.
- **Dinleyici**, "*Yıldız Kümeleri Üzerine Güncel Çalışmalar Çalıştayı*", Çevrimiçi Konferans, Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İZMİR, 27 Temmuz 2020.
- **Dinleyici**, "*Güneş, Güneş Enerjisi ve Yer İklimi Çalıştayı*", Çevrimiçi Konferans, Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İZMİR, 21 Ağustos 2020.
- **Dinleyici**, "*Tek ve Çift Yıldızlarda Tayfbilim Çalıştayı*", Çevrimiçi Konferans, Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İZMİR, 25 Eylül 2020.
- **Dinleyici**, "*Tarımsal Alanda Uzay Teknolojileri Çalıştayı*", Çevrimiçi Konferans, Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İZMİR, 23 Ekim 2020.

DİĞER ETKİNLİKLER

- **Grup Rehberi**, "*II. Karşıyaka Bilim Şenliği*", TÜBİTAK **116B027** Projesi, İZMİR, 13-15 Ekim 2016.

EKLER

Ek 1: KIC 8669092 sisteminin SC gözlem verisinin analizi ile tespit edilen her bir flare için hesaplanan parametreler. (Çizelge 2.4.)

Ek 2: KIC 7671594 sisteminin LC gözlem verisinin analizi ile tespit edilen her bir flare için hesaplanan parametreler. (Çizelge 2.5.)

Ek 3: "Sinyal Filtreleme ve Düzenleme" Programının Telif/Kullanım Sözleşmesi.

Ek 4: Sözleşmenin İmza Nüshası.

Ek 5: Tez Kapsamında, SCI Dergilerde Yayımlanan Makalelerin İlk Sayfaları.

Ek 5.A: **Kaya, N.Ö.** and Dal, H.A., "*Chromospheric Activity Behavior of an Eclipsing Binary System KOI 68AB*", 2019, *Astronomische Nachrichten*, Vol. 340, p. 539-552.

Ek 5.B: **Kaya, N.Ö**. and Dal, H.A., "*Semi-stable Active Region Around the Co-Rotation Latitude of Low-Mass Close Binary KIC 7671594*", 2020, *RMAA*, (In Press).

Ek 5.C: **Kaya, N.Ö**. and Dal, H.A., "*A New Findings from the Longitudinal Migration of Starspots*", 2021, *MNRAS*, (In referee review).

Ek 1 (Çizelge 2.4)

KIC 08669092									
Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
55094.96335	0.29263	235.38816	117.69062	0.00221	55151.08620	0.22390	117.68112	117.69840	0.00265
55094.98378	0.07479	117.69840	58.84531	0.00184	55152.50083	0.15269	58.84531	58.85309	0.00337
55095.12817	0.19688	117.69840	58.84531	0.00322	55152.75216	0.08564	58.84445	58.84531	0.00205
55097.07747	0.07822	58.84531	58.85309	0.00209	55153.14992	0.72652	117.69926	235.37952	0.00356
55100.02389	0.21742	176.53421	176.53507	0.00254	55156.71137	0.24128	58.84531	58.83581	0.00382
55100.03819	0.16718	58.85395	117.68976	0.00252	55158.62321	0.26960	58.84531	235.38038	0.00087
55101.01965	0.14681	117.68976	176.53507	0.00171	55159.67892	1.04289	529.62336	647.32262	0.00186
55104.67714	0.10526	117.69840	117.68976	0.00233	55160.43902	0.16561	117.68112	58.84531	0.00225
55107.50027	0.12939	235.39680	117.68112	0.00235	55160.88650	0.07838	58.84531	58.84445	0.00215
55109.90930	0.03853	58.84531	117.68976	0.00145	55162.63080	0.30324	117.69062	235.38902	0.00197
55110.20354	0.06182	58.85395	58.84445	0.00165	55162.89574	0.13097	58.85395	58.84531	0.00240
55112.17735	0.13006	58.84531	58.85309	0.00310	55163.13617	0.21375	58.84445	117.69926	0.00282
55115.51062	0.08294	58.84531	58.85309	0.00156	55163.17023	0.20134	58.84531	117.69840	0.00386
55116.64805	0.06933	117.69840	176.53421	0.00200	55163.61907	0.07020	58.84445	58.85395	0.00181
55116.85442	0.03556	58.83667	117.69754	0.00206	55163.64699	0.05618	58.85395	58.84531	0.00166
55119.60808	0.19152	58.84445	117.69840	0.00254	55164.19596	0.15408	117.69840	117.68198	0.00214
55120.03036	0.06500	58.85309	58.84445	0.00170	55165.36541	0.13640	58.84531	58.84531	0.00234
55121.02612	3.61495	647.31744	1647.69638	0.00328	55165.54999	0.11472	58.83667	58.84531	0.00188
55121.64387	0.21232	58.85309	117.68112	0.00337	55167.13695	0.17653	176.53594	58.85395	0.00222
55121.94491	0.10348	58.84531	58.85309	0.00175	55167.39781	0.18538	58.85395	117.69062	0.00201
55122.26639	0.17104	58.85395	58.84445	0.00290	55169.04267	0.27095	117.69062	58.84531	0.00489
55122.92296	0.17695	58.84445	176.53421	0.00200	55169.42953	0.59224	117.69062	176.54458	0.00359
55124.72922	0.15660	176.54285	117.69840	0.00206	55169.64885	0.15656	58.85395	58.84531	0.00227
55124.79052	0.02390	58.84445	58.85395	0.00201	55169.66519	0.12227	58.85395	58.84531	0.00257
55128.68297	0.11475	58.85395	58.84445	0.00237	55170.76108	0.16922	117.68198	117.69926	0.00207
55129.33409	0.05853	58.84445	58.84531	0.00191	55171.36386	1.33709	176.52730	1176.95203	0.00272
55129.35044	0.96761	235.39680	411.92150	0.00295	55171.98094	0.09779	58.85395	58.84531	0.00218
55129.64944	0.05708	58.84445	58.85395	0.00235	55172.89702	0.16577	58.85395	117.69149	0.00208
55130.17728	0.28176	117.69754	353.07706	0.00136	55174.23470	0.24123	58.85395	58.84531	0.00401
55130.63907	0.07768	58.85309	58.84531	0.00238	55174.40566	0.12284	58.85482	117.69062	0.00206
55130.69696	0.92026	117.68890	529.61990	0.00226	55174.44380	0.03588	58.85482	58.84531	0.00169
55130.72488	0.17774	58.84445	58.85395	0.00290	55174.78503	0.11313	58.83667	58.85482	0.00181
55131.38759	0.06568	58.85309	58.83581	0.00168	55175.56694	0.15944	58.84531	58.84531	0.00243
55132.48142	0.10319	58.84445	58.85395	0.00180	55177.09125	0.22564	58.85395	176.53680	0.00174
55132.65442	0.20498	176.54285	117.69840	0.00172	55177.83842	0.07931	58.84531	58.85482	0.00180
55133.35390	1.71224	235.37952	117.69754	0.00841	55178.72590	0.13958	58.83667	58.85482	0.00250
55133.95871	0.10104	117.68976	58.84445	0.00237	55178.86552	0.16633	58.84618	58.85395	0.00243
55134.05066	0.08156	58.84445	58.84445	0.00175	55178.88459	0.04928	58.84618	58.85395	0.00158
55134.10787	0.08760	117.68112	58.85309	0.00157	55179.85381	0.98859	117.68285	176.54544	0.00776
55134.79442	0.07289	117.68976	58.85309	0.00181	55180.13646	0.12210	58.84618	58.85395	0.00279
55136.02515	0.27534	58.84445	176.53421	0.00305	55180.14600	0.15911	58.84531	58.83754	0.00205
55136.70352	0.16906	58.84445	117.69840	0.00264	55180.32036	0.41318	470.77459	411.93706	0.00255
55136.89491	0.17850	58.84445	58.84445	0.00266	55180.51380	0.26143	58.84531	117.70013	0.00309
55138.01803	0.12864	176.54285	58.83581	0.00189	55181.65942	0.24266	58.84618	235.39162	0.00285
55138.32452	1.11528	470.77546	588.46522	0.00214	55185.83799	0.12962	58.84618	58.84618	0.00216
55138.67188	0.04573	58.84531	58.85309	0.00187	55186.44145	0.39770	176.53766	235.39248	0.00510
55138.74204	0.19825	117.68976	176.54285	0.00195	55186.69074	0.29458	58.85395	235.39248	0.00283
55140.00546	0.13667	117.68112	117.69754	0.00243	55186.78609	0.35329	117.70013	58.84618	0.00313
55140.05655	0.06527	58.84445	58.85395	0.00183	55188.22119	0.16278	58.85482	58.83754	0.00299
55143.92108	0.19320	58.84531	58.84445	0.00277	55190.24068	0.16228	58.83754	117.70013	0.00304
55145.37385	1.25287	1059.24240	411.93101	0.00174	55191.09547	0.31502	58.84618	117.70099	0.00483
55146.54942	0.24165	176.53421	117.69840	0.00255	55192.84524	2.40427	176.54717	1294.65043	0.00351
55146.60799	0.23007	117.69840	58.84531	0.00217	55193.35675	0.11643	58.84618	176.54717	0.00278
55149.33442	0.08560	58.83581	58.84531	0.00188	55194.15093	0.10963	117.70099	58.84618	0.00239
55149.90926	0.08643	58.84445	58.84531	0.00197	55194.62975	0.20211	58.84618	117.70099	0.00265
55150.30770	0.08355	117.69840	58.84531	0.00233	55194.77823	0.20061	235.38557	117.70099	0.00283

Ek 1 (Çizelge 2.4) (devam)

KIC 08669092									
Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
55195.24411	1.09537	706.17226	294.23174	0.00237	55271.92007	0.21584	58.84877	58.85741	0.00377
55195.76175	0.39355	117.68371	117.70099	0.00563	55272.32603	0.23445	58.85741	58.84099	0.00343
55196.59271	0.22665	58.84618	117.70099	0.00377	55274.27069	0.30714	176.54717	58.84963	0.00463
55196.76367	0.25051	58.85482	58.84618	0.00384	55276.75484	0.25993	58.84963	58.84013	0.00582
55197.82620	0.17586	117.68371	58.85568	0.00290	55276.79231	0.21395	58.84963	58.84877	0.00447
55198.37382	0.29948	58.85568	58.84618	0.00540	55276.79503	0.28158	58.84963	176.55581	0.00414
55198.74026	0.20990	58.85482	117.69235	0.00326	55277.66417	0.81790	235.40458	58.84963	0.00622
55199.18434	0.12361	58.85482	58.84618	0.00220	55283.88369	0.25441	58.84877	117.70704	0.00360
55201.43542	0.13972	58.85482	58.84618	0.00271	55285.38153	0.84660	1000.47053	235.40458	0.00195
55201.59821	0.09539	58.83754	58.84704	0.00228	55285.65263	0.13175	58.84963	117.69840	0.00228
55203.71988	0.20536	117.69322	58.84704	0.00293	55286.90048	0.20409	117.70704	58.84877	0.00293
55203.80911	0.54813	58.84618	117.70186	0.00983	55287.09938	1.32630	176.54803	941.62176	0.00309
55207.15066	1.32286	58.84618	647.33213	0.00486	55287.38410	0.28516	58.84877	58.84963	0.00397
55207.23852	2.36410	176.55754	1176.96931	0.00509	55287.38955	0.30477	58.85741	58.84963	0.00383
55207.81134	0.09524	58.85568	58.84618	0.00219	55287.61092	63.77833	529.65965	11652.48634	0.02688
55209.65036	0.10637	58.85568	58.84704	0.00228	55288.85265	0.15865	58.84963	58.84013	0.00280
55210.71699	0.37640	353.09866	235.38730	0.00302	55289.79535	0.69670	117.70704	58.84963	0.00861
55211.08616	0.18288	58.85568	58.84704	0.00325	55291.80132	0.50594	176.55667	294.25421	0.00415
55211.80542	2.02048	353.09088	1294.66685	0.00376	55294.08793	4.21253	529.66051	2471.74589	0.00251
55212.11192	7.95715	941.57770	3354.37978	0.00424	55294.28342	0.33713	176.54717	117.70790	0.00364
55212.74536	0.22937	176.55840	58.83840	0.00302	55295.97266	0.51870	58.84963	58.84963	0.00891
55215.40582	0.31049	58.84704	58.84704	0.00473	55300.26115	0.19343	58.85741	58.84963	0.00281
55216.14892	0.29594	117.70358	58.85568	0.00336	55302.00148	0.28525	58.84963	58.85741	0.00484
55217.58949	0.23330	117.69408	117.70358	0.00295	55302.62337	0.19616	58.85741	58.84963	0.00290
55217.60039	0.11158	58.84704	58.85568	0.00219	55311.12679	12.48088	1647.82253	4472.68262	0.00027
55218.26653	0.11218	176.55062	117.70272	0.00201	55315.10945	0.22149	58.84963	58.84877	0.00319
55219.91348	0.15803	58.84704	58.84790	0.00303	55317.85787	0.92877	176.55581	176.54803	0.00737
55219.94822	0.09515	58.84790	58.84704	0.00214	55318.28290	1.45139	58.84877	882.75571	0.00371
55220.23633	0.25511	58.85568	58.84790	0.00397	55321.33716	0.23862	58.84877	58.84963	0.00366
55223.93279	1.64614	647.33040	823.89830	0.00332	55322.98008	0.18107	58.84963	58.84877	0.00294
55228.07404	0.24673	176.55149	117.69581	0.00276	55325.74893	0.35654	58.84963	58.84877	0.00506
55228.91250	0.10182	117.70445	58.83926	0.00184	55326.47503	1.81557	235.40544	176.54717	0.00778
55235.44248	0.19940	58.84790	117.70445	0.00299	55330.80234	0.36183	58.84877	117.70704	0.00473
55235.83277	0.04982	117.69581	58.84790	0.00217	55331.79749	0.39623	58.84877	176.55581	0.00480
55236.61675	0.08688	117.70445	176.55235	0.00234	55337.81879	0.48824	176.55494	58.84963	0.00572
55237.52538	6.20587	353.09693	1588.94698	0.00678	55340.10811	5.42123	176.54630	1706.66957	0.00656
55238.15406	0.16160	117.70445	117.70445	0.00042	55340.19666	5.66948	353.09261	2530.58083	0.01048
55238.34342	0.25438	294.25766	117.69581	0.00334	55343.57512	0.15677	58.84877	58.84877	0.00268
55238.63903	2.00252	588.48854	1412.38685	0.00234	55348.02160	0.24153	117.69754	117.70618	0.00249
55239.60896	0.32996	58.83926	294.25766	0.00362	55349.13867	0.31564	58.85741	58.84013	0.00589
55241.10609	4.12172	882.74707	1765.50365	0.00318	55351.04586	0.27436	117.70618	117.69754	0.00342
55243.42330	0.26678	58.84790	58.85654	0.00521	55353.85011	0.18929	58.84013	58.85741	0.00258
55244.04994	0.14697	58.84790	58.85741	0.00282	55354.77986	3.62205	941.60275	1530.10598	0.00030
55245.62813	29.01289	1176.99955	14300.53920	0.00729	55356.17755	0.22809	58.84877	58.85654	0.00331
55250.22715	0.29843	58.85741	58.84790	0.00407	55358.38648	0.18312	117.69667	58.84877	0.00288
55250.52957	0.41225	117.70618	58.84790	0.00562	55359.95514	0.27809	117.69667	117.70531	0.00276
55252.97553	0.16416	117.70531	58.84877	0.00274	55360.90464	0.16850	58.84790	117.69667	0.00260
55255.09932	0.36553	58.85741	294.24211	0.00286	55362.21719	0.66180	58.84877	117.70531	0.00689
55261.44617	0.25829	176.55494	235.39507	0.00353	55365.87011	0.24195	117.70531	58.83926	0.00286
55263.63603	0.10204	58.85741	58.84877	0.00243	55366.85435	0.33578	117.69667	58.85654	0.00396
55263.88737	0.14886	58.84877	58.84877	0.00297	55368.60827	0.17125	58.83926	58.85654	0.00335
55265.66583	0.27153	235.41235	58.84877	0.00241	55373.45792	0.18228	58.83926	58.84790	0.00364
55266.71002	0.21903	117.69754	117.69754	0.00273	55382.20771	0.26921	117.70445	58.84704	0.00407
55267.45587	0.22962	235.40371	58.84877	0.00292	55383.31863	0.19554	58.84790	58.85654	0.00378
55269.46796	0.17121	58.84877	117.69840	0.00307	55385.27415	1.05380	176.55149	529.64582	0.00342
55270.68175	0.34502	117.69754	117.70704	0.00067	55385.82926	0.19467	58.85568	58.84790	0.00304

Ek 1 (Çizelge 2.4) (devam)

KIC 08669092									
Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
55388.74585	22.01501	1000.44202	7120.76314	0.01102	55536.19439	4.11806	411.92496	2059.64467	0.00374
55391.75029	0.25458	58.85568	117.69494	0.00327	55539.64008	0.18690	58.84531	117.68198	0.00250
55393.69830	0.23487	58.85654	58.84704	0.00397	55539.73884	0.15408	58.85395	58.84618	0.00338
55395.51349	26.53826	470.79533	6120.28656	0.01643	55547.66959	5.54090	2765.82125	1000.40918	0.00263
55396.18985	0.20960	58.84790	58.85568	0.00307	55552.43119	0.25990	58.84618	58.85395	0.00534
55403.79456	0.20166	58.85568	176.54026	0.00294	55573.17095	2.73631	882.72461	1883.14070	0.00191
55405.28485	0.24790	117.70272	117.70272	0.00315	55574.03937	0.32459	58.84618	58.84704	0.00540
55406.44207	0.29372	117.70272	58.84618	0.00389	55576.90618	0.35651	117.70272	58.84618	0.00440
55409.33478	0.23471	58.84704	58.85568	0.00337	55576.97157	2.85107	765.02448	1530.05674	0.00393
55413.20896	0.24854	58.84704	117.70186	0.00280	55583.60566	0.16861	58.84704	58.84704	0.00300
55417.70909	5.25664	588.49114	2295.07258	0.00050	55589.51370	0.25726	58.84704	58.85568	0.00398
55418.30983	0.17421	58.84618	58.85568	0.00304	55597.24239	13.97985	294.24557	8180.04614	0.00847
55418.90512	0.49400	235.39421	235.39421	0.00349	55600.01934	11.75876	411.95866	5119.88947	0.00553
55430.26605	0.21916	58.85482	58.84618	0.00375	55604.01416	0.13974	58.84790	58.84790	0.00339
55430.85997	12.49216	765.01584	8297.52941	0.00071	55605.61277	0.23923	58.84790	58.85654	0.00447
55433.57825	0.22372	176.54630	58.84618	0.00493	55606.34226	0.39005	58.84790	117.70445	0.00366
55436.66299	12.75380	235.38384	2236.21862	0.00972	55608.30323	0.29573	58.84790	117.68803	0.00383
55437.82836	2.39548	235.39162	1235.79648	0.00092	55610.40043	0.24192	58.85741	58.84790	0.00388
55440.61816	0.18584	58.84531	58.85482	0.00334	55612.36618	0.47283	117.69581	58.84790	0.00547
55441.06361	0.66965	235.38298	58.85482	0.00885	55613.89396	0.91744	117.70531	58.84790	0.00777
55441.94359	1.38976	235.38211	58.85482	0.00878	55614.58803	0.27382	117.69667	58.85654	0.00346
55442.53820	0.19143	117.69149	58.85395	0.00332	55617.78255	0.25012	58.84877	117.70445	0.00306
55445.42063	0.42431	58.84531	58.84531	0.00794	55618.32133	0.48322	235.40198	235.40198	0.00340
55446.67999	1.54748	294.23693	529.62682	0.00063	55620.64400	0.34215	58.83926	117.70531	0.00454
55450.14748	0.17338	58.84531	58.84531	0.00278	55621.34012	2.35065	294.25939	1118.14474	0.00504
55455.83058	0.26260	58.85395	176.53594	0.00279	55622.07575	0.76482	117.69754	58.85654	0.00668
55458.47052	4.49632	706.15930	1706.56330	0.00372	55625.81382	0.65991	353.10816	117.69754	0.00571
55464.03235	3.31213	411.92496	1824.24960	0.00416	55629.33054	0.37266	176.55494	117.68890	0.00303
55465.51646	2.35084	117.68976	1353.48019	0.00358	55629.63569	0.21912	58.84877	58.85654	0.00345
55466.07905	0.34286	58.84531	176.54371	0.00423	55629.63841	0.34474	117.70618	117.69754	0.00285
55466.50269	0.32981	176.54371	176.53594	0.00321	55629.92040	0.20780	117.69667	58.85741	0.00316
55467.41127	0.23434	58.84531	117.68976	0.00354	55631.39711	0.19262	58.84877	117.70618	0.00278
55474.25629	0.19298	117.68112	58.85395	0.00297	55634.14415	0.42627	58.84877	58.85741	0.00630
55477.36413	0.18878	58.84445	58.85395	0.00376					
55477.82932	3.14782	117.69840	2412.70877	0.00304					
55480.35958	0.41507	294.23261	58.84531	0.00336					
55481.51744	0.43549	58.84531	235.38816	0.00328					
55481.91725	0.38283	235.37952	235.38816	0.00310					
55491.81082	0.25042	58.84445	58.85309	0.00364					
55491.85781	0.12305	58.85309	58.84531	0.00273					
55495.35455	6.92889	176.53421	3001.16880	0.00995					
55497.98697	0.56626	117.68026	235.39680	0.00326					
55499.68153	0.23271	58.85395	117.68890	0.00310					
55500.80466	0.33606	117.69840	117.68890	0.00312					
55504.35316	0.27451	58.84445	58.85309	0.00490					
55505.55052	2.23229	294.23261	1765.39478	0.00089					
55506.20505	0.40251	58.84445	176.54285	0.00357					
55506.63346	0.45857	58.84445	117.69840	0.00561					
55514.95030	0.19647	58.84531	58.84445	0.00335					
55516.45143	0.41420	235.38816	176.54371	0.00298					
55520.70011	0.29167	117.68198	117.69840	0.00324					
55524.89770	1.43040	117.69926	765.00202	0.00309					
55528.99041	0.59115	235.38902	353.07878	0.00266					
55530.87161	0.23982	58.84531	58.84531	0.00279					
55532.81955	1.80893	294.23434	1294.63747	0.00212					
55533.37124	0.33100	117.68976	176.54458	0.00075					

Ek 2 (Çizelge 2.5)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
54965.65692	3.85411	1765.53130	1765.52352	0.00291	55053.95206	19.52871	1765.43798	1765.45526	0.01181
54965.94300	15.48943	1765.53130	8827.65734	0.00362	55054.03380	260.57367	1765.45526	8827.22362	0.05901
54967.82296	54.14032	1765.53043	14124.23568	0.01235	55054.44246	9.87972	1765.43712	1765.45526	0.00345
54968.43599	9.56599	8827.64266	1765.53907	0.00240	55054.70810	7.79642	1765.43712	1765.44576	0.00464
54968.59947	6.10742	1765.53821	3531.05222	0.00347	55056.24060	28.68775	1765.44403	1765.44403	0.01372
54968.66077	19.38490	1765.53907	1765.52957	0.01082	55058.12047	12.28071	1765.43280	3530.89238	0.00691
54969.86640	11.71927	1765.52957	1765.52093	0.00476	55060.98114	11.08146	1765.43885	3530.86819	0.00767
54972.54330	44.79975	3531.05654	5296.58438	0.01477	55065.02693	5.10099	1765.43366	3530.86819	0.00423
54973.64675	21.17179	1765.52698	3531.05568	0.01349	55065.68079	43.94407	1765.43280	1765.43366	0.02742
54974.07587	21.36772	1765.52698	7062.10877	0.00645	55071.64729	5.03543	3530.85264	3530.85350	0.00264
54977.01842	1.77297	1765.52611	1765.53389	0.00255	55071.79032	6.71918	1765.43453	1765.41811	0.00520
54977.20233	12.06765	5296.57661	1765.52525	0.00443	55073.42498	12.05837	1765.43280	1765.41638	0.00542
54982.71959	6.37499	1765.53043	5296.56538	0.00186	55074.52837	257.79234	1765.42416	10592.53978	0.06101
54984.33389	6.27474	1765.51229	3531.04963	0.00239	55075.08006	2.11878	1765.43107	1765.41466	0.00215
54985.37604	3.99963	1765.51056	3531.04877	0.00168	55078.49239	8.22484	1765.42762	3530.83018	0.00316
54985.51908	1.03379	1765.51056	1765.52870	0.00170	55079.98400	15.27939	1765.42675	1765.41725	0.00953
54986.90861	2.47548	1765.51920	3531.04618	0.00340	55081.57778	6.47503	1765.41552	3530.83277	0.00256
54987.11295	6.85828	3531.02803	1765.51834	0.00328	55081.90471	17.48898	1765.42416	3530.82326	0.00675
54988.19597	10.64334	1765.51747	1765.50970	0.00485	55086.93124	15.17860	3530.83104	3530.82154	0.00502
54988.44118	1.85144	1765.51747	1765.52611	0.00143	55087.48293	23.36412	1765.41898	1765.41034	0.01198
54989.03377	15.32572	1765.50797	5296.55933	0.00672	55090.65004	6.99142	1765.40774	1765.40774	0.00382
54990.64807	32.00561	3531.04013	3531.02285	0.00950	55093.87846	2.50401	1765.41379	1765.40429	0.00314
54992.36455	7.28700	3531.02890	1765.50538	0.00252	55094.04193	9.93379	1765.40429	5296.21459	0.00685
54993.97885	3.26465	1765.51315	1765.52179	0.00340	55094.30755	21.35917	1765.40515	5296.21373	0.00462
54994.16275	3.05066	1765.50451	1765.51229	0.00192	55096.20781	5.82110	1765.40256	3530.80685	0.00551
54994.87795	7.50685	1765.52006	1765.50365	0.00616	55097.16816	33.88587	7061.60938	3530.79648	0.00461
54996.88050	4.58568	1765.51056	1765.50106	0.00305	55097.63812	14.11061	1765.41034	5296.20595	0.00404
55007.60838	9.62864	1765.50019	1765.50019	0.00629	55101.29560	42.57068	1765.39046	12357.79459	0.00514
55008.09879	14.47478	3530.99002	3531.00816	0.00450	55101.86772	13.93411	3530.78870	1765.39910	0.00365
55009.42700	19.57490	5296.49453	3530.98742	0.00530	55103.78841	42.80067	5296.20163	5296.17485	0.01490
55009.91742	21.02829	1765.50624	1765.49760	0.01153	55104.17663	21.44475	1765.38874	7061.58950	0.00608
55014.20855	13.33912	1765.49328	3530.98656	0.00630	55105.25957	4.44682	1765.40515	3530.79302	0.00520
55014.33116	11.19403	1765.49242	1765.49328	0.00691	55105.42304	0.48958	1765.39651	1765.38787	0.00240
55018.02970	50.84166	1765.49760	8827.43530	0.01897	55106.97593	3.28887	1765.39565	1765.38701	0.00321
55019.27616	14.56523	5296.46256	1765.48723	0.00660	55107.54805	9.80280	1765.39565	1765.40342	0.00456
55020.23656	22.66185	1765.48637	3530.97360	0.01161	55108.97835	74.97494	1765.39478	15888.54010	0.01450
55024.22116	198.00798	1765.48205	10592.89142	0.04026	55109.42787	48.32070	3530.78870	8826.97046	0.00976
55026.34627	25.92910	1765.47946	3530.95027	0.01559	55110.42907	71.75954	3530.79562	7061.57395	0.01492
55026.61191	5.45698	1765.47082	1765.48810	0.00261	55110.87860	12.10172	1765.39392	3530.78611	0.00778
55029.43177	4.38616	1765.47600	1765.47600	0.00309	55111.08292	43.78798	1765.38528	17653.93142	0.00349
55029.69741	95.46188	3530.95200	8827.36877	0.02503	55111.57331	9.53121	1765.39306	3530.77661	0.00859
55031.39341	6.07753	3530.94768	1765.46477	0.00309	55111.75721	39.81001	1765.40170	12357.74966	0.00449
55032.23119	3.32964	1765.47254	1765.46390	0.00274	55112.30889	8.83931	3530.78525	1765.40170	0.00298
55032.70117	6.85918	1765.46304	1765.48118	0.00383	55112.49279	166.92273	1765.39219	12357.74794	0.03145
55033.94762	50.55786	1765.46218	5296.42022	0.01431	55114.65866	18.93213	3530.78266	5296.18349	0.00682
55036.46096	171.70903	8827.32989	8827.33853	0.02582	55115.94592	25.44860	3530.77315	1765.39910	0.00868
55039.26037	19.58841	1765.45613	3530.93731	0.01217	55116.00722	15.88827	1765.39046	5296.17312	0.00337
55040.07771	11.09737	1765.46390	1765.46304	0.00625	55116.45674	9.80332	1765.39133	1765.38182	0.00350
55040.95636	7.01261	1765.46218	1765.45440	0.00657	55116.62020	10.17427	1765.38269	1765.39046	0.00440
55041.26286	8.93383	1765.46131	1765.47082	0.00410	55117.88704	9.77230	1765.38960	3530.78957	0.00340
55041.97804	46.58634	1765.46131	7061.83488	0.01366	55118.82694	54.16759	3530.78006	8826.94022	0.01611
55045.28827	20.68596	3530.92349	3530.90534	0.00480	55119.66469	44.78867	5296.16880	8826.93850	0.00584
55045.43131	12.86341	1765.44835	3530.92262	0.00640	55121.52406	18.09237	1765.39738	5296.14979	0.00607
55048.29200	32.70349	1765.45354	7061.81328	0.01123	55121.64666	15.18588	3530.77747	5296.16707	0.00289
55048.68023	20.36491	1765.45354	5296.35888	0.00641	55122.17791	10.43788	1765.38874	5296.16534	0.00343
55049.68147	17.55384	1765.45181	3530.90362	0.01024	55122.50484	24.10148	1765.39738	1765.38874	0.01107

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**	**Flare Zamanı (+24 00000)**	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**
55127.20436	6.08621	1765.38787	7061.55840	0.00191	55173.83195	19.11862	1765.40429	7061.60765	0.00404
55128.04211	20.20559	1765.37837	10592.32464	0.00349	55174.46537	7.72087	1765.40515	5296.21373	0.00191
55130.78009	84.84458	7061.53939	17653.87008	0.00858	55174.54710	1.24237	1765.40515	1765.40429	0.00104
55134.09019	55.03323	5296.16016	7061.53853	0.01010	55174.62884	1.02676	1765.40515	1765.40429	0.00145
55135.66351	40.93201	1765.38701	5296.16880	0.01129	55175.01706	58.57008	8827.02576	1765.40515	0.02176
55136.54212	15.48860	1765.37837	3530.78179	0.00599	55175.26226	59.54968	3530.80253	5296.21632	0.01150
55137.82938	3.52448	1765.38701	1765.38614	0.00220	55175.67091	7.05519	1765.40515	1765.40602	0.00380
55138.03370	4.85192	1765.38701	1765.38701	0.00226	55175.85481	65.54113	1765.40602	3530.81203	0.02996
55141.34380	6.46576	3530.76624	3530.78352	0.00345	55177.10122	14.49936	3530.82240	5296.22150	0.00398
55141.81376	18.54254	1765.38701	5296.16275	0.00383	55177.73464	3.95136	1765.40774	1765.39910	0.00252
55142.20198	62.13605	1765.38701	12357.71165	0.00954	55177.79594	4.62801	3530.82413	1765.39910	0.00221
55142.65150	0.56479	1765.37923	1765.39565	0.00471	55178.06157	8.84764	1765.39997	3530.81635	0.00241
55143.53011	36.17670	1765.38701	12357.70560	0.00722	55178.59283	82.33103	3530.81722	8827.03440	0.02578
55144.14309	11.94883	5296.16275	3530.77574	0.00411	55178.91975	32.08646	3530.82586	5296.22669	0.00614
55146.37025	7.55521	1765.38787	5296.16534	0.00245	55179.26712	15.36709	1765.40947	1765.40083	0.00823
55146.45199	9.52879	1765.37923	3530.78525	0.00356	55180.63612	13.95894	1765.40170	1765.41120	0.00545
55146.51328	25.20746	1765.38010	5296.16448	0.00619	55181.45344	38.60429	3530.81376	3530.83190	0.00999
55147.61665	6.36986	3530.78611	1765.38010	0.00173	55182.02557	648.44203	1765.41206	12357.87494	0.14226
55147.88228	25.98692	3530.78611	8826.93504	0.00637	55182.31163	31.63785	1765.41206	1765.40429	0.01506
55149.55776	54.86134	1765.38874	7061.55754	0.01229	55185.62179	9.90433	1765.42416	3530.83190	0.00338
55149.80295	1.22712	1765.38960	3530.76970	0.00337	55186.39825	76.59107	1765.41638	12357.91642	0.02353
55149.92555	53.43552	3530.77834	7061.55840	0.01123	55187.03167	23.28420	1765.42589	3530.82672	0.00793
55150.53853	6.92867	3530.77920	1765.38960	0.00287	55187.27687	59.61784	3530.82672	8827.08797	0.01732
55150.70200	7.42806	5296.16880	1765.38096	0.00179	55187.44033	5.66762	1765.40861	1765.41811	0.00350
55151.02892	10.58619	1765.39046	1765.38096	0.00406	55187.88986	27.97132	1765.42762	8827.08192	0.00997
55151.21281	7.55003	1765.39824	3530.77142	0.00254	55188.48242	13.07151	3530.83795	1765.41898	0.00334
55151.45801	8.57423	1765.38960	1765.39046	0.00403	55188.72762	1.85561	1765.41034	1765.42762	0.00112
55153.11306	35.14733	1765.39910	7061.56272	0.00723	55189.76970	28.66785	1765.41206	7061.68109	0.01019
55153.54215	6.96306	1765.39133	1765.39046	0.00326	55190.03533	2.91460	1765.41120	1765.42070	0.00215
55154.03253	81.72085	1765.39046	17653.91069	0.01203	55190.13750	7.19943	1765.41206	3530.85091	0.00205
55157.34265	21.50006	3530.79389	7061.56186	0.00444	55190.75049	14.32589	1765.43021	3530.83450	0.00453
55157.69000	1.36429	1765.39219	1765.39306	0.00199	55191.30219	2.11431	1765.41293	1765.42243	0.00198
55158.01693	4.32346	1765.39306	1765.39219	0.00368	55191.42479	6.17864	1765.43107	1765.42157	0.00313
55158.26212	70.52679	1765.39392	12357.76003	0.01942	55191.50652	2.94097	1765.42243	1765.41379	0.00159
55158.77294	3.98638	1765.39306	1765.38528	0.00336	55192.18081	20.33368	3530.84659	10592.53891	0.00252
55159.09987	143.30405	5296.18003	12357.75571	0.01615	55193.10030	6.91840	1765.43280	1765.41552	0.00347
55159.69242	29.54504	1765.40256	7061.57568	0.00745	55194.01980	98.84960	3530.85005	8827.11821	0.02656
55160.59146	10.51961	1765.39478	3530.78870	0.00291	55195.02102	11.79462	1765.43453	1765.42675	0.00444
55161.10228	3.12744	1765.40342	1765.39478	0.00224	55195.55228	68.89968	5296.28112	5296.27248	0.01721
55161.32704	4.11432	1765.39478	1765.38614	0.00284	55196.08355	28.06239	1765.42848	5296.28285	0.00636
55161.83786	27.93338	1765.38701	3530.79907	0.01329	55196.32874	2.77791	1765.41984	1765.42762	0.00708
55162.04219	7.85084	1765.39478	1765.40429	0.00300	55197.28910	1.16061	1765.43798	1765.42934	0.00225
55163.67682	5.69119	1765.40515	1765.39565	0.00353	55197.73864	3.99386	3530.85955	1765.43885	0.00197
55163.92201	29.94460	1765.38787	5296.18954	0.01319	55199.02593	27.08279	1765.43194	5296.29408	0.00916
55164.51456	18.28875	1765.39738	3530.79389	0.01001	55199.67979	11.82776	1765.43194	3530.86474	0.00473
55164.67802	4.33076	1765.39738	1765.39651	0.00338	55200.47669	74.53504	3530.85782	5296.29926	0.01878
55164.73932	14.69466	1765.38874	5296.19126	0.00312	55200.61972	12.48952	1765.44230	3530.86646	0.00527
55167.19126	35.92582	1765.40774	5296.19645	0.01311	55201.02839	25.48670	1765.44230	5296.30186	0.00710
55168.64200	15.84630	5296.19904	1765.40861	0.00493	55203.88905	12.09767	5296.31222	3530.87510	0.00279
55168.96892	32.92939	8826.99206	8827.01021	0.00299	55204.21598	13.07270	5296.31395	7061.76058	0.00303
55169.45931	2.85888	1765.39219	1765.40947	0.00401	55205.29894	21.02322	3530.88720	3530.86992	0.00980
55170.23576	10.67452	3530.80166	1765.40170	0.00445	55205.44198	3.53396	1765.44835	1765.43107	0.00193
55170.46052	41.28961	1765.40083	5296.20422	0.00978	55205.56458	6.60167	3530.88806	3530.87078	0.00219
55170.72615	16.05650	1765.39306	1765.40170	0.00748	55206.72928	5.14373	1765.44058	1765.45008	0.00337
55172.42208	3.21829	1765.39478	1765.40256	0.00267	55206.81101	1.10018	1765.43280	1765.45008	0.00188
55173.30070	13.51819	1765.39478	3530.81635	0.00529	55207.05621	16.40978	7061.76576	3530.88374	0.00235

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
55207.83268	24.29824	3530.88461	1765.44317	0.00968	55255.68847	2.54179	1765.50365	1765.49501	0.00172
55208.28221	21.67736	1765.44317	3530.88720	0.01061	55257.52754	4.01725	1765.50538	3531.01075	0.00189
55209.91688	5.51853	1765.44490	3530.89066	0.00237	55257.83405	0.79421	1765.50624	1765.49760	0.00112
55212.08283	50.49152	7061.78390	5296.34506	0.00787	55258.97836	24.71663	1765.51574	1765.49846	0.01420
55212.69583	2.27798	1765.45786	1765.43971	0.00153	55259.18270	2.46918	1765.50797	1765.49846	0.00246
55212.73670	9.11068	1765.44922	1765.45786	0.00541	55259.30531	1.41348	1765.50797	3531.01507	0.00281
55213.77880	15.27075	1765.44230	1765.45958	0.00855	55260.28614	16.41074	1765.50797	3531.01680	0.00941
55214.08530	0.81341	1765.45094	1765.44230	0.00232	55260.34745	35.87078	1765.50883	5296.52563	0.01421
55214.73917	24.07302	3530.89498	5296.35629	0.00582	55260.42918	4.66584	1765.50883	1765.50019	0.00196
55215.14784	2.20794	1765.45267	1765.45267	0.00203	55260.75613	5.09175	1765.50883	1765.50019	0.00211
55215.51565	1.54262	1765.45267	1765.45354	0.00144	55261.30785	6.25950	1765.51834	1765.50106	0.00405
55218.02897	12.65450	3530.91312	1765.45613	0.00502	55261.71653	4.87878	1765.50106	1765.50970	0.00252
55218.31504	44.40679	7061.81760	5296.37011	0.00964	55262.00261	6.95609	1765.51056	3531.02026	0.00222
55220.05189	7.39897	1765.45872	1765.45958	0.00369	55262.06391	5.62567	1765.50970	1765.51920	0.00193
55220.11319	29.83304	1765.45094	3530.92608	0.00918	55263.39213	4.82144	1765.51142	5296.53514	0.00278
55220.33796	4.45475	1765.45958	1765.45958	0.00363	55263.51474	12.71631	1765.51142	3531.01507	0.00568
55221.03270	5.97297	1765.46045	1765.46045	0.00226	55264.06646	15.19812	1765.50365	7062.05693	0.00355
55221.07356	8.96748	1765.45958	1765.46045	0.00419	55265.41512	7.21501	1765.51315	3531.02717	0.00252
55221.97264	9.52861	1765.47082	1765.46131	0.00570	55266.25292	85.53653	5296.54205	14124.11472	0.01103
55223.13736	57.82438	1765.46304	10592.77997	0.01890	55266.90681	54.19433	7062.05952	7062.06730	0.01031
55223.70950	7.01138	1765.47254	1765.45526	0.00288	55267.64244	153.33559	1765.52352	15889.63997	0.03630
55223.83210	25.78916	1765.46390	14123.71382	0.00271	55270.54410	10.79680	3531.03581	1765.51834	0.00354
55224.44511	3.71282	1765.46477	1765.45613	0.00234	55270.64627	14.24326	1765.51834	3531.03581	0.00720
55225.38505	23.04685	7061.87290	5296.39862	0.00204	55271.85189	2.01206	1765.51056	1765.52784	0.00165
55226.03893	22.39479	1765.47514	3530.92608	0.00875	55271.93363	2.66581	1765.51920	1765.52784	0.00143
55227.30582	83.96326	3530.92867	8827.35235	0.01138	55271.97450	1.43612	1765.51056	3531.04704	0.00123
55228.24577	12.64022	8827.35840	3530.93990	0.00311	55276.77653	379.11742	1765.53130	14124.17434	0.13945
55228.92008	3.23661	1765.47082	3530.94163	0.00264	55277.98215	833.63691	5296.56192	19420.77082	0.07842
55229.22658	7.92109	1765.46218	5296.41418	0.00286	55278.94257	1.91419	1765.52438	1765.53302	0.00150
55229.71699	6.03380	1765.47168	1765.47254	0.00238	55280.37297	29.50331	5296.57574	7062.10186	0.00472
55235.00933	3.14793	1765.47946	1765.46995	0.00173	55281.59903	1.46976	1765.53475	1765.52611	0.00150
55235.05020	5.01058	1765.48810	3530.94854	0.00164	55281.76250	4.36936	1765.52611	3531.05222	0.00209
55235.37714	3.51773	1765.48810	1765.47946	0.00293	55282.39597	2.90073	3531.05395	1765.52611	0.00134
55235.84712	15.90078	1765.47168	5296.43923	0.00285	55283.78550	16.68615	7062.10963	3531.05482	0.00359
55235.99016	40.62239	1765.47082	5296.44096	0.01255	55284.60288	13.97475	1765.53648	7062.10272	0.00358
55237.03228	6.90389	1765.48118	3530.96323	0.00256	55285.21591	2.85392	1765.52784	1765.53734	0.00190
55237.29792	415.66058	14123.84515	10592.89229	0.04636	55286.03328	3.68294	1765.52870	1765.53734	0.00188
55237.80876	12.67204	3530.96496	3530.96496	0.00577	55287.83151	13.57543	1765.53821	1765.52957	0.00720
55238.76915	105.97513	14123.86070	5296.45133	0.01561	55293.06271	20.53537	5296.59648	8827.66944	0.00350
55242.09987	8.48874	1765.47946	1765.49674	0.00667	55294.24790	2.09711	1765.54166	1765.52352	0.00121
55242.36551	13.38696	3530.97619	1765.48810	0.00520	55294.41138	5.81741	3531.05654	1765.54166	0.00157
55244.94019	6.36174	3530.98224	1765.49155	0.00173	55295.04485	7.88269	1765.52438	3531.07469	0.00383
55245.06279	1.86391	3530.98224	1765.50019	0.00206	55296.39352	8.34850	1765.54166	1765.53389	0.00450
55245.43060	11.78265	1765.49155	1765.48378	0.00382	55296.49569	9.28363	1765.52438	5296.60080	0.00270
55246.96315	4.16785	1765.50192	1765.48550	0.00425	55297.94653	30.53898	3531.06778	8827.67894	0.00833
55247.06532	10.82654	1765.49328	3530.98829	0.00490	55299.02956	26.14223	1765.52525	3531.07728	0.00888
55248.96568	12.33930	1765.49587	3530.99261	0.00667	55300.03084	5.39922	1765.53389	1765.52611	0.00266
55251.29515	37.57126	1765.49846	5296.49712	0.01400	55300.11258	6.81033	3531.06000	3531.07814	0.00244
55252.03078	10.28476	1765.49933	5296.49971	0.00255	55301.48169	0.97936	1765.53562	1765.53475	0.00116
55252.58250	7.35975	1765.50019	1765.50019	0.00414	55301.56343	7.06196	5296.60426	1765.52611	0.00161
55252.80727	1.62587	1765.50970	1765.50019	0.00159	55302.07429	5.67978	1765.52611	3531.07901	0.00278
55253.29769	9.02719	1765.50106	3531.00211	0.00380	55304.40381	2.50509	1765.53562	1765.54426	0.00197
55253.46116	4.07445	1765.50970	1765.49242	0.00251	55304.85337	5.21954	1765.54426	1765.52611	0.00380
55254.31939	9.63070	1765.49328	3530.99606	0.00515	55305.54814	21.23221	1765.53562	1765.53562	0.01123
55254.85067	3.17476	1765.50278	1765.50278	0.00265	55306.89681	0.72156	1765.54426	1765.53648	0.00158
55255.60673	4.67695	1765.51229	1765.50365	0.00273	55307.14203	6.19893	1765.54426	1765.53562	0.00238

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**	**Flare Zamanı (+24 00000)**	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**
55309.90068	1.41765	1765.53562	1765.53648	0.00134	55349.91124	11.02782	1765.53302	3531.04704	0.00640
55310.53414	4.43231	1765.53648	1765.53648	0.00210	55350.52427	5.98760	1765.51488	1765.53216	0.00232
55314.06930	65.02227	1765.52784	10593.21715	0.01754	55350.70818	0.70333	1765.52266	1765.52352	0.00135
55314.29408	78.70955	1765.52784	8827.69018	0.01822	55352.09771	3.28912	1765.52266	1765.52179	0.00274
55315.54058	3.52326	1765.53562	1765.54512	0.00157	55352.15902	4.38859	3531.05309	1765.52266	0.00188
55315.64276	3.27580	1765.52784	1765.53648	0.00318	55353.52811	3.56924	1765.51315	1765.52093	0.00180
55317.09360	6.91412	1765.54426	1765.53648	0.00222	55354.07984	134.33947	1765.52093	10593.12557	0.03466
55318.11532	4.37058	1765.52698	1765.53648	0.00158	55355.63284	7.62310	3531.03149	1765.52784	0.00264
55318.44228	5.55419	1765.54512	1765.53562	0.00265	55358.73885	12.46212	1765.52698	7062.06902	0.00610
55318.78966	6.85897	1765.53648	1765.53562	0.00451	55359.16797	10.00707	1765.51747	3531.03408	0.00403
55319.01444	11.65006	3531.06346	3531.07987	0.00288	55360.47576	1.96874	1765.51574	1765.51661	0.00248
55319.09618	6.75257	1765.54426	1765.52784	0.00285	55360.70053	5.33167	5296.54810	3531.04013	0.00137
55319.62747	3.59485	1765.54426	1765.52698	0.00305	55362.13093	36.28904	3531.02976	8827.56490	0.00706
55320.28138	65.47591	1765.54512	10593.21456	0.02197	55362.80526	9.04433	3531.01939	3531.03754	0.00254
55321.01702	6.04137	3531.06259	1765.54426	0.00233	55363.35698	3.16383	1765.52266	5296.54118	0.00157
55321.16006	6.37534	3531.07987	1765.52698	0.00199	55365.68648	19.71422	1765.52006	5296.53514	0.00707
55321.20093	1.87049	1765.53562	1765.54426	0.00121	55366.31994	4.36843	3531.01421	1765.52006	0.00171
55321.28266	9.42895	1765.53562	5296.60685	0.00191	55366.36080	0.94915	1765.50192	1765.52006	0.00136
55322.71307	19.21716	1765.52698	3531.07901	0.00647	55367.66859	10.37945	1765.51834	10593.05990	0.00168
55323.89827	11.99708	1765.52698	1765.54339	0.00801	55367.83206	36.34461	3531.01075	12358.57738	0.00250
55323.95957	8.91452	1765.53475	1765.54426	0.00425	55369.60983	23.31292	3531.02544	7062.02410	0.00577
55324.59304	4.43753	1765.52611	1765.53475	0.00316	55369.83461	34.76832	7062.04051	8827.53984	0.00823
55324.69521	5.55539	1765.54426	1765.52611	0.00235	55370.50893	2.16217	3531.02371	1765.51661	0.00080
55326.08476	1.82038	1765.52611	1765.54339	0.00136	55371.04022	32.94827	1765.49846	5296.52045	0.01281
55326.14606	0.72171	1765.54253	3531.06086	0.00212	55373.24708	3.74570	3531.00038	1765.51402	0.00128
55327.51517	14.58511	1765.54339	5296.60253	0.00312	55373.30838	0.97506	1765.49587	1765.51402	0.00161
55327.98516	9.34284	1765.54253	1765.52611	0.00394	55373.45142	5.57409	1765.51315	5296.51354	0.00202
55328.67993	23.47413	3531.07728	3531.05914	0.00550	55373.90097	5.50537	1765.51315	5296.51267	0.00169
55328.96601	2.83694	1765.52525	1765.54253	0.00271	55375.43352	37.06349	7062.00250	5296.50749	0.00797
55329.12949	10.62619	1765.53389	1765.53389	0.00831	55378.27386	1.79813	1765.49933	1765.50019	0.00116
55331.64292	59.01758	3531.07469	1765.52438	0.02549	55378.31472	2.85330	1765.50797	1765.49155	0.00153
55334.07461	11.71503	1765.53216	3531.06432	0.00360	55378.37603	1.99623	1765.50797	1765.49155	0.00144
55334.50374	4.16887	1765.53216	3531.07210	0.00261	55379.90858	6.34442	1765.49846	1765.50624	0.00510
55334.64678	159.31579	3531.07210	8827.65130	0.04187	55380.21509	0.93608	1765.49760	1765.49846	0.00202
55336.69022	58.01250	3531.06259	5296.59302	0.01398	55380.50116	4.17018	1765.50624	1765.48896	0.00310
55338.03889	5.31147	1765.52179	1765.53043	0.00260	55380.56247	1.17082	1765.50538	1765.48896	0.00165
55338.14106	4.44596	1765.53043	1765.53043	0.00174	55381.09375	8.73475	3530.99434	1765.49674	0.00256
55338.61105	6.39963	1765.53043	3531.06000	0.00295	55381.17549	47.81421	1765.49674	5296.49021	0.01909
55338.81539	6.68470	1765.53043	1765.53821	0.00316	55381.84981	8.73138	7061.98522	5296.48848	0.00126
55338.97887	11.89861	1765.52093	1765.53043	0.00651	55383.25975	1.18789	1765.49414	1765.50365	0.00135
55339.06061	5.24130	1765.53907	1765.52957	0.00324	55383.87277	6.97543	1765.48550	3530.99693	0.00232
55339.53060	15.03664	3531.06778	1765.52093	0.00318	55384.58796	29.31795	5296.48070	14123.95402	0.00344
55341.00187	1.10339	1765.52957	1765.52870	0.00118	55385.11924	1.39375	1765.50192	1765.49242	0.00402
55341.41056	106.23406	1765.52870	5296.58611	0.03551	55385.87530	6.79977	1765.50019	1765.49242	0.00432
55342.06446	6.10913	1765.52870	3531.05654	0.00276	55387.87782	70.08100	1765.48118	5296.46861	0.01911
55342.22793	6.00662	1765.51920	1765.52870	0.00230	55388.26607	5.26047	1765.48118	1765.48896	0.00565
55342.53445	39.15503	1765.52006	7062.12086	0.01248	55388.30693	53.07134	1765.49846	7061.94806	0.01369
55343.02487	5.42110	1765.53648	3531.05654	0.00211	55388.42954	9.35044	3530.98656	1765.48982	0.00322
55343.49486	10.24318	3531.06346	1765.51920	0.00227	55389.65557	48.73775	1765.48810	5296.46256	0.02146
55343.80138	9.67742	8827.62970	1765.53648	0.00157	55390.24815	2.67122	3530.96582	1765.49587	0.00122
55345.04787	7.65415	3531.05395	1765.52611	0.00248	55390.30946	1.06533	1765.47859	1765.49587	0.00120
55345.21135	2.47902	1765.53562	1765.51834	0.00136	55390.86117	8.60661	1765.48637	5296.45910	0.00388
55346.29437	99.12496	3531.04358	5296.57834	0.02369	55391.63766	4.78471	5296.45738	1765.49414	0.00133
55347.35695	96.40009	1765.52525	8827.62710	0.03040	55392.37328	5.91623	1765.48464	3530.97014	0.00198
55349.13474	4.24549	3531.04013	3531.04877	0.00184	55392.47545	10.98935	1765.49328	3530.96064	0.00397
55349.40038	7.65240	1765.52352	1765.51574	0.00400	55392.55718	5.84986	1765.48464	1765.49328	0.00501

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594

Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
55393.31323	7.08538	1765.48378	5296.45133	0.00471	55437.42924	8.14660	3530.86387	3530.85610	0.00184
55395.00924	172.30299	3530.95546	15889.35226	0.02179	55438.30786	85.20733	1765.43107	10592.58730	0.01559
55395.25445	10.13176	1765.49069	1765.48118	0.00442	55439.39083	12.45016	1765.42157	1765.43885	0.00563
55396.64395	43.55236	10592.88883	5296.44010	0.00884	55441.04592	4.21191	1765.42848	1765.41984	0.00169
55398.01301	267.68230	1765.47859	14123.83478	0.04713	55441.47501	7.80802	1765.42762	1765.43626	0.00346
55398.68733	14.43603	1765.48637	5296.43232	0.00509	55441.67934	14.01637	3530.85523	8827.13722	0.00178
55400.71027	23.72311	1765.48378	7061.90141	0.00689	55442.33321	4.86429	1765.42675	3530.85437	0.00200
55402.05889	27.61212	1765.46563	3530.95546	0.01199	55442.61927	3.31785	1765.41811	1765.42675	0.00176
55402.73321	11.82491	1765.48205	3530.93645	0.00433	55444.04959	19.01010	5296.27507	1765.43366	0.00678
55403.01928	6.68741	1765.46390	5296.42627	0.00165	55444.39696	9.70213	1765.42502	5296.27334	0.00265
55404.34747	11.00690	3530.94250	7061.89190	0.00381	55446.44027	37.81745	1765.42243	3530.84486	0.01409
55405.28742	3.06705	1765.47859	1765.46995	0.00267	55446.66504	25.59795	1765.41379	7061.69750	0.01156
55405.73696	11.29155	1765.46909	8827.35581	0.00306	55447.29846	6.04408	3530.84314	1765.42157	0.00273
55405.90043	8.56645	1765.46045	3530.94768	0.00201	55447.91146	4.20927	3530.85005	1765.41293	0.00233
55406.39084	17.71907	1765.47686	8827.33421	0.00333	55448.79008	16.07445	1765.42848	10592.51990	0.00256
55407.80076	11.03107	1765.46736	1765.46650	0.00661	55450.99685	11.05164	3530.83622	5296.25347	0.00306
55408.00510	13.26013	1765.47600	1765.45786	0.00899	55451.52811	50.91831	3530.84314	10592.50349	0.00839
55408.69984	22.44916	5296.40640	5296.39690	0.00493	55452.32500	2.40579	1765.40861	3530.84141	0.00186
55409.51719	11.93588	3530.92954	1765.46477	0.00469	55453.01973	4.04017	3530.82240	1765.42502	0.00325
55409.80326	5.05070	1765.47341	1765.46390	0.00369	55453.89835	11.33777	5296.24483	5296.24483	0.00260
55409.94629	11.78022	1765.46390	8827.32211	0.00198	55454.20485	2.38469	1765.42330	1765.41466	0.00464
55410.86580	3.67058	1765.45440	3530.93558	0.00284	55454.28658	207.55675	3530.83795	14123.31638	0.04558
55411.33578	3.34530	1765.45440	5296.38826	0.00181	55455.04260	32.62138	1765.41379	12357.89741	0.00896
55411.54011	2.80879	1765.47082	3530.91658	0.00130	55455.96209	38.95777	1765.42157	5296.23878	0.01357
55413.07263	29.62989	1765.45181	5296.38221	0.01268	55456.30945	17.79500	1765.42157	7061.65085	0.00354
55413.27697	3.57649	1765.46045	1765.46909	0.00206	55456.41161	20.46591	1765.41206	7061.65949	0.00448
55413.78781	31.45674	1765.45958	1765.46822	0.01620	55456.51378	8.22039	1765.40342	1765.41293	0.00487
55414.87079	5.13800	1765.45872	1765.45872	0.00236	55457.80106	7.86064	1765.41120	3530.83190	0.00311
55415.01382	5.42443	1765.45786	7061.84179	0.00303	55458.06669	29.53513	1765.41898	10592.46634	0.00396
55415.17729	14.67926	1765.44922	3530.92522	0.00590	55459.39483	0.67308	1765.41898	1765.40083	0.00280
55415.64726	17.51474	1765.45699	8827.28842	0.00550	55460.02825	667.08434	3530.81030	12357.87322	0.12112
55416.46460	12.01886	5296.37011	1765.46563	0.00275	55460.80471	16.98662	3530.82586	5296.21718	0.00405
55416.91414	1.12593	1765.45613	1765.45613	0.00226	55461.27467	11.81717	1765.41638	1765.40861	0.00485
55417.22064	3.57055	5296.37616	1765.44662	0.00156	55461.92852	7.72368	1765.40774	1765.40774	0.00596
55418.91662	1.89235	1765.45354	1765.44490	0.00351	55465.19781	8.70025	1765.41379	5296.21459	0.00265
55419.08009	8.97871	1765.46218	10592.72122	0.00274	55465.58604	13.60555	1765.39651	5296.21373	0.00459
55419.81570	12.28103	1765.44403	1765.46131	0.00758	55466.15816	17.03680	1765.39565	1765.41293	0.00724
55419.95873	3.87268	1765.44403	1765.45181	0.00182	55466.36249	5.69386	5296.21200	1765.40342	0.00175
55420.34697	3.48349	1765.46131	3530.89498	0.00169	55466.52595	3.87045	3530.81635	1765.39565	0.00136
55420.44913	4.35906	1765.44317	1765.46045	0.00187	55466.56682	8.99879	1765.41206	7061.61542	0.00171
55423.43242	7.36607	1765.43971	1765.44835	0.00276	55467.71106	6.96177	1765.41206	3530.79648	0.00257
55424.22932	23.64017	1765.45613	12358.13155	0.00371	55468.58968	1.14353	1765.40256	3530.80426	0.00209
55424.61756	17.36087	1765.44662	5296.34074	0.00675	55469.36613	10.58359	1765.39306	7061.61456	0.00490
55425.39403	7.09315	1765.45440	5296.33814	0.00302	55469.79522	2.85841	1765.40170	1765.39306	0.00217
55427.43737	22.34057	1765.44317	5296.33123	0.00893	55470.12214	13.65292	3530.80253	1765.40083	0.00615
55427.82560	7.11077	1765.43453	1765.44317	0.00447	55470.59210	1.46739	1765.39133	3530.81030	0.00203
55427.90733	1.05512	1765.44317	1765.45181	0.00327	55470.75556	2.76048	3530.80080	1765.40083	0.00114
55428.17297	5.66669	3530.89411	5296.32864	0.00237	55472.83972	57.62654	3530.80685	3530.79907	0.01435
55428.54077	8.91288	3530.87683	1765.45094	0.00316	55473.26881	27.00855	1765.40774	3530.78870	0.01396
55429.27637	9.80091	1765.44144	1765.43280	0.00588	55474.02482	44.56932	8826.99120	3530.80598	0.00752
55429.84850	2.22039	1765.44058	3530.88202	0.00142	55475.00560	29.02546	3530.80426	8826.98861	0.00497
55432.46395	30.14376	1765.43712	7061.76058	0.00771	55476.90585	3.07794	1765.38787	1765.39565	0.00215
55432.68871	3.67486	1765.43712	3530.87597	0.00138	55479.29649	2.97508	3530.79821	1765.38701	0.00240
55434.03731	5.78492	1765.43626	5296.30790	0.00236	55479.82775	46.04826	1765.38614	3530.79821	0.02154
55434.65031	13.49700	3530.87078	5296.30618	0.00269	55480.07294	22.19518	1765.38614	1765.40342	0.00736
55436.67320	6.89526	5296.30013	3530.85696	0.00211	55480.78809	84.89162	17653.95994	3530.78870	0.01134

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
55482.70877	29.24828	3530.78698	7061.57222	0.00482	55521.98050	68.97611	1765.38960	10592.33069	0.01394
55486.83620	10.86063	1765.39133	1765.39133	0.00530	55522.92041	12.91335	1765.39910	3530.78006	0.00451
55487.08139	39.52624	3530.79130	5296.17312	0.01029	55526.33268	8.58256	1765.39219	3530.79130	0.00481
55487.63307	29.99204	1765.39046	15888.51850	0.00168	55527.78341	35.29610	1765.40083	10592.35315	0.00604
55489.12467	17.66650	5296.17139	8826.95146	0.00234	55529.23414	8.26414	1765.39306	1765.39306	0.00518
55489.67635	6.22099	1765.38182	1765.39046	0.00389	55532.15603	25.09542	3530.79821	5296.18435	0.00712
55491.06578	2.54791	1765.38960	5296.16880	0.00241	55533.99498	5.13199	1765.40429	1765.39565	0.00334
55491.84222	2.22555	1765.39738	5296.16794	0.00141	55535.71134	0.86918	1765.38787	1765.40515	0.00300
55493.08862	16.63747	3530.78611	3530.76970	0.00517	55536.26303	6.22036	1765.39738	1765.38874	0.00307
55494.13069	19.53165	1765.39738	3530.77747	0.01169	55542.49505	3.24097	3530.81290	1765.39306	0.00252
55494.76410	9.80382	1765.38787	3530.77747	0.00420	55543.04674	16.48124	1765.41034	3530.81376	0.00519
55495.13189	5.31837	1765.38787	3530.77661	0.00299	55543.21021	7.14048	1765.40256	5296.21632	0.00281
55495.29536	1.66201	1765.38010	1765.39738	0.00121	55545.21263	16.96332	1765.40429	5296.22150	0.00842
55496.29656	4.74850	1765.39738	1765.37923	0.00394	55545.47826	48.86012	7061.60938	12357.84038	0.00451
55496.70521	8.99952	1765.38787	1765.38010	0.00501	55546.74510	4.75403	1765.41466	1765.39651	0.00658
55497.23647	2.14231	1765.37923	1765.39651	0.00278	55547.50112	158.46236	3530.80426	10592.45510	0.06202
55498.25810	7.30989	1765.37923	1765.39651	0.00651	55548.25714	4.78790	1765.41552	1765.39824	0.00449
55499.32060	24.68997	1765.37837	3530.77574	0.01018	55550.48433	65.34290	1765.41811	7061.63616	0.01852
55500.38311	41.06038	7061.55840	8826.92813	0.00622	55552.48677	24.70335	1765.41120	5296.24138	0.01305
55501.05739	3.16748	1765.38701	1765.39565	0.00291	55572.30689	4.77080	1765.44230	1765.42502	0.00239
55501.17998	16.66988	1765.38787	5296.16189	0.00312	55572.38862	9.23396	3530.86733	1765.43366	0.00118
55501.81340	2.71666	1765.38787	1765.38701	0.00182	55572.79729	3.23945	1765.43453	3530.86819	0.00287
55502.32422	6.57889	5296.16102	1765.38701	0.00210	55572.89945	12.22451	1765.42502	3530.87770	0.00637
55502.38551	2.44304	1765.38787	1765.37837	0.00166	55573.55332	5.68442	1765.42675	1765.43453	0.00363
55502.56941	5.89447	3530.78266	1765.37837	0.00248	55573.69635	3.40045	1765.43539	1765.43539	0.00198
55503.22326	11.35382	7061.55667	1765.37837	0.00378	55579.11118	62.70884	1765.45094	7061.76058	0.02391
55503.67278	11.56607	1765.39565	1765.37837	0.00346	55579.23378	11.11439	3530.89325	3530.88547	0.00603
55504.06100	15.78817	1765.37837	3530.78266	0.00433	55580.45978	52.07607	3530.89670	7061.78563	0.01435
55505.65475	42.35201	1765.39565	5296.16102	0.01522	55581.23625	6.15686	1765.44490	1765.44490	0.00587
55506.06340	25.34884	3530.77402	5296.16966	0.00576	55584.34213	1.60573	1765.44922	1765.44922	0.00243
55506.51292	85.38574	1765.39565	7061.53939	0.02548	55584.89384	0.46591	1765.45008	1765.45008	0.00223
55506.65595	4.29121	1765.37837	1765.39565	0.00355	55584.95514	2.47503	1765.45008	1765.44144	0.00167
55507.04418	12.22979	1765.37837	3530.78179	0.00474	55585.13904	6.08626	1765.45008	1765.45872	0.00315
55507.12591	18.81276	1765.38701	3530.77402	0.01118	55587.81582	21.92437	1765.45354	7061.81587	0.00809
55508.84225	3.52121	1765.38701	1765.37837	0.00254	55588.44926	15.75860	1765.46390	3530.90966	0.00442
55510.27255	23.63671	1765.37837	8826.94454	0.00663	55590.71738	5.91385	1765.46563	3530.90707	0.00284
55511.39635	78.76164	5296.16189	7061.55754	0.01796	55591.14649	24.95844	3530.90794	7061.84179	0.00556
55511.72327	30.51373	5296.16102	3530.78352	0.00771	55593.14898	15.27524	3530.91312	3530.92176	0.00429
55512.21365	6.40757	1765.39651	1765.37837	0.00227	55593.57808	45.33917	1765.46131	5296.37616	0.01753
55512.49971	9.64470	1765.39565	1765.37923	0.00373	55601.79239	52.24647	1765.48118	15889.25376	0.01470
55513.05140	8.06487	3530.77488	5296.16275	0.00192	55602.30324	25.50164	3530.95459	5296.42022	0.00830
55513.66438	12.42121	5296.16275	1765.39565	0.00285	55606.75780	3.89908	1765.47946	3530.95805	0.00421
55513.84827	45.65883	1765.39565	7061.55062	0.01382	55608.98508	5.91973	1765.49069	3530.95459	0.00245
55514.46126	27.53372	1765.39651	5296.16275	0.01090	55609.65940	25.92029	8827.41370	5296.45651	0.00433
55514.86991	6.65740	1765.38787	1765.37837	0.00285	55612.56101	61.67161	1765.47686	5296.46861	0.02554
55515.21727	9.15309	1765.38787	1765.37923	0.00624	55613.33749	135.89278	5296.46256	3530.97446	0.03407
55515.85068	249.75816	1765.38787	7061.56013	0.10086	55614.52266	73.58777	1765.47946	10592.95104	0.01873
55517.05621	2.45048	1765.38010	5296.17312	0.00288	55615.34001	21.98945	1765.48982	1765.49846	0.01030
55517.71006	8.94044	1765.38874	1765.38787	0.00433	55615.44218	24.28501	1765.48118	1765.48982	0.01049
55517.93482	9.46792	1765.39738	1765.38874	0.00499	55617.21994	10.55863	1765.49242	1765.50019	0.00405
55518.42521	7.91395	1765.38010	3530.78611	0.00269	55617.36297	15.57262	1765.50019	5296.46861	0.00606
55518.67040	46.88104	3530.78611	8826.94368	0.01750	55620.06026	4.65888	1765.49501	3530.99088	0.00296
55520.24372	8.36402	1765.38010	3530.78698	0.00336	55620.38720	5.41936	1765.49587	1765.50451	0.00375
55520.50935	51.87815	3530.77920	5296.16707	0.01904	55629.37818	17.75488	1765.49760	3531.02026	0.00923
55520.85670	9.48700	1765.38960	1765.38096	0.00659	55630.03207	7.75472	1765.49760	3531.01248	0.00247
55521.38795	14.30442	1765.38960	3530.77920	0.00472	55630.15468	6.84237	3531.01334	1765.51488	0.00198

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**	**Flare Zamanı (+24 00000)**	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**
55630.89030	51.64702	1765.50710	7062.03792	0.02254	55711.03386	8.19020	3531.06864	1765.52957	0.00305
55631.54420	43.38447	5296.52390	8827.53984	0.00467	55711.23820	37.78634	3531.06864	5296.58957	0.01137
55632.93372	16.52931	1765.50106	1765.51834	0.00779	55712.48470	183.77180	5296.59648	15889.77130	0.01862
55641.80212	16.55956	1765.52611	3531.04358	0.00693	55714.16032	7.28553	1765.52870	1765.52870	0.00534
55642.14950	40.00815	1765.50883	7062.08026	0.01209	55714.81422	14.07538	3531.06432	3531.04790	0.00381
55642.61949	65.94663	3531.03581	10593.11002	0.01574	55716.63287	17.21567	3531.05395	1765.52698	0.00447
55644.88769	12.85173	3531.03149	3531.04877	0.00653	55717.55242	23.59004	3531.05309	10593.15840	0.00413
55645.60289	28.15972	1765.51142	10593.13334	0.00905	55720.16801	28.66307	5296.56624	1765.52525	0.00803
55646.07288	35.22026	1765.52957	1765.52179	0.01683	55720.43366	4.36471	3531.04963	1765.52438	0.00323
55646.15462	47.55524	1765.52093	7062.09322	0.01308	55721.55755	24.84546	1765.52438	8827.61933	0.00490
55647.44198	19.20113	1765.52179	5296.57488	0.00574	55722.59970	29.45566	1765.53130	3531.03840	0.01429
55648.42282	35.19296	1765.52266	5296.56797	0.01136	55722.94708	18.17057	1765.53216	5296.56883	0.01021
55652.46882	84.10255	3531.05914	12358.68797	0.01123	55723.31490	12.20944	1765.52266	3531.04618	0.00535
55657.33219	915.27881	1765.52870	14124.22790	0.21958	55727.91261	72.21062	3531.04790	5296.55846	0.01807
55657.70001	13.82154	1765.52870	1765.53734	0.00771	55730.30342	28.18955	1765.51747	3531.03581	0.01447
55658.41521	9.05167	3531.05827	1765.52870	0.00343	55733.65463	20.48648	1765.50624	3531.03926	0.01257
55659.55954	4.69463	1765.53821	1765.52957	0.00310	55735.20763	3.83014	1765.52266	1765.50451	0.00362
55659.70258	65.67822	1765.52957	10593.17914	0.01195	55735.63675	0.65577	1765.50451	1765.51315	0.00253
55660.90821	4.01342	1765.53043	1765.53043	0.00192	55736.59715	57.33969	1765.51229	8827.57181	0.02699
55661.11255	11.67490	1765.53907	5296.59130	0.00252	55745.54726	24.85757	3531.01766	3531.00038	0.01235
55663.15599	13.77945	1765.52352	3531.07123	0.00476	55747.81545	37.48149	3531.00470	5296.50662	0.01091
55663.25816	34.02216	3531.06259	7062.13469	0.00766	55748.42847	8.12030	3531.00298	1765.50106	0.00444
55664.01423	14.02532	1765.54080	5296.59562	0.00694	55751.35053	41.78330	8827.49318	12358.49875	0.00618
55664.62727	14.66696	1765.54080	1765.53216	0.00768	55756.13209	28.65687	3530.98742	3530.97878	0.00718
55665.28117	3.40113	1765.54080	1765.53216	0.00227	55757.05161	373.20232	7061.98003	7061.96189	0.10153
55665.36290	3.60568	1765.53216	3531.06432	0.00212	55760.34148	33.32200	1765.48896	3530.97878	0.01529
55665.44464	1.56806	1765.52352	1765.54080	0.00205	55761.28144	45.34985	1765.48810	7061.95238	0.01897
55666.03724	10.36401	3531.06518	3531.07382	0.00341	55762.38487	50.33836	1765.47859	7061.95584	0.02076
55667.91721	42.39790	1765.52438	3531.07555	0.02026	55764.79606	62.42883	1765.48464	5296.45219	0.02294
55668.06025	15.98098	1765.52525	3531.06605	0.00558	55768.10634	4.35049	1765.47168	1765.48982	0.00417
55668.16242	37.70160	3531.05741	10593.21802	0.00939	55773.09218	95.34421	1765.46650	8827.38173	0.03967
55671.65671	11.37723	1765.53475	3531.06864	0.00414	55775.99377	15.23564	1765.47168	8827.35667	0.00418
55672.43321	14.65346	1765.53475	7062.13901	0.00282	55777.15849	92.65537	1765.46131	7061.88845	0.02524
55673.06668	4.39517	1765.54339	1765.53475	0.00296	55778.13931	25.94611	1765.47773	8827.33507	0.00465
55674.23144	20.95584	1765.54426	1765.53475	0.01098	55780.18267	11.31110	1765.45786	1765.47514	0.00542
55679.21745	21.95382	1765.53562	1765.54426	0.01485	55780.38701	4.82312	1765.47427	1765.46650	0.00572
55679.36049	3.43245	1765.54512	3531.07123	0.00277	55781.08175	12.61776	1765.46563	1765.45613	0.00804
55679.60570	1.27362	1765.53562	1765.54512	0.00305	55781.42913	50.41435	1765.45699	7061.85907	0.01990
55681.99653	46.38600	3531.06346	3531.07296	0.02184	55781.67433	8.99697	1765.45613	1765.47254	0.00511
55684.97996	15.41977	3531.07210	5296.60944	0.00555	55782.47124	22.21684	7061.85475	3530.92781	0.00722
55686.59429	1.01299	1765.53648	1765.53648	0.00168	55783.63596	7.92990	1765.46304	1765.47082	0.00607
55687.30949	0.99174	1765.53562	3531.07296	0.00463	55783.86073	14.07622	1765.45354	7061.85734	0.00440
55688.59686	6.38947	1765.52784	1765.54512	0.00419	55785.06631	47.21786	1765.46045	3530.92176	0.01538
55691.31464	9.82049	1765.52698	1765.53648	0.00415	55787.47747	23.72912	1765.44922	3530.92435	0.01080
55694.87024	2.92935	1765.52611	1765.53562	0.00197	55790.97160	81.14304	1765.44490	3530.91658	0.03108
55695.56501	2.89401	1765.54426	1765.52611	0.00247	55791.35984	8.42764	1765.44490	1765.45267	0.00340
55695.66718	18.29746	1765.53475	7062.14938	0.00368	55792.42238	10.53058	1765.46045	5296.35542	0.00517
55696.44369	27.01124	8827.66685	5296.60512	0.00372	55793.50535	10.65538	1765.45094	3530.90102	0.00545
55696.97498	12.24601	1765.54339	5296.60426	0.00251	55795.81433	32.36103	7061.79254	3530.89584	0.00684
55699.77450	10.55303	1765.53389	3531.06864	0.00767	55798.47067	5.45120	1765.43539	3530.89843	0.00276
55702.06316	3.51622	1765.53302	1765.53389	0.00186	55798.77717	14.13850	1765.43626	3530.89757	0.00540
55702.67619	17.74800	1765.54166	7062.13382	0.00539	55801.27005	4.03633	1765.45008	1765.43280	0.00260
55703.45270	20.89707	1765.53302	3531.06605	0.01037	55802.00565	17.40592	3530.87338	3530.88115	0.00433
55704.61746	23.60024	1765.53216	5296.59821	0.01082	55803.66075	82.86829	3530.87770	10592.63222	0.02383
55705.29179	9.12930	1765.52352	1765.53216	0.00385	55808.38084	20.02509	3530.85869	1765.44144	0.00882
55709.54215	17.19585	1765.53907	3531.05309	0.00575	55810.68979	53.26280	1765.43107	7061.73206	0.01286

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**	**Flare Zamanı (+24 00000)**	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**
55811.91579	3.92831	1765.43798	1765.42070	0.00326	55884.55468	435.22526	5296.16189	24715.43280	0.03492
55812.14055	0.96626	1765.42848	1765.42934	0.00164	55887.92608	9.98190	1765.38787	3530.77661	0.00741
55812.81485	13.89752	3530.84918	1765.43712	0.00544	55890.86840	11.48895	3530.77747	1765.38874	0.00375
55818.10704	44.17436	1765.42243	7061.68282	0.01454	55891.07272	11.75112	8826.95232	1765.38096	0.00306
55819.57822	62.48848	1765.42157	24715.89677	0.01497	55891.13402	7.21452	1765.38874	3530.77747	0.00282
55821.78500	7.47516	1765.42762	1765.41120	0.00523	55895.03668	19.73732	1765.39046	1765.39046	0.01282
55821.90760	5.72236	1765.41898	3530.83795	0.00233	55895.91529	15.93227	1765.38182	3530.78179	0.00520
55825.17689	22.47066	1765.41552	3530.83190	0.01209	55899.34799	25.14517	1765.40083	3530.78438	0.00886
55826.54590	23.13947	1765.42330	3530.82845	0.01028	55899.59319	21.05986	3530.78438	1765.40083	0.00668
55828.69137	56.69197	3530.83363	7061.64048	0.00919	55901.28911	20.36606	1765.40170	1765.39306	0.01084
55829.05917	1.76105	1765.41206	1765.41206	0.00250	55901.35041	27.01899	1765.40170	3530.77747	0.01019
55831.18420	47.51358	1765.41034	5296.23014	0.01392	55901.55473	10.43373	3530.77747	1765.40170	0.00391
55835.02559	17.72184	1765.39824	3530.82240	0.00787	55901.65690	41.17739	7061.57222	3530.78698	0.00790
55836.66023	33.99857	7061.62234	10592.43178	0.00414	55906.66291	69.41331	1765.38787	3530.80080	0.03016
55837.37538	18.74069	1765.41293	7061.61110	0.00760	55907.88888	7.84427	1765.38874	1765.39651	0.00445
55837.88620	2.84306	1765.41293	1765.39565	0.00271	55907.99105	9.54923	3530.80253	1765.38874	0.00337
55842.25884	68.93248	3530.80166	5296.20336	0.01274	55908.64490	10.03250	3530.80339	1765.39738	0.00325
55844.44516	4.33865	1765.39997	1765.39910	0.00219	55912.73147	20.62314	1765.40947	8827.00243	0.00980
55845.01728	29.63473	1765.39910	5296.19731	0.01081	55913.48749	63.46408	3530.79302	8827.00589	0.01664
55849.14472	7.08195	1765.40515	1765.39565	0.00375	55914.36610	21.80601	1765.39306	1765.41034	0.01248
55849.43078	32.39714	1765.40429	8826.98947	0.00684	55921.78326	13.54407	5296.22496	1765.41725	0.00649
55850.69761	12.25530	1765.39565	1765.38614	0.00817	55922.15105	29.59138	3530.81722	1765.40861	0.01520
55851.47406	20.48524	1765.40342	5296.18522	0.00843	55922.68231	34.91862	3530.81808	8827.04650	0.00984
55854.39595	5.20147	3530.79562	1765.38442	0.00293	55925.58379	46.95400	5296.23533	3530.81549	0.01623
55854.98850	18.18131	3530.77834	3530.79475	0.00543	55926.40111	20.18283	1765.40429	3530.83450	0.01075
55856.88875	7.69486	1765.40083	3530.77574	0.00471	55927.40233	4.95694	3530.81894	1765.42243	0.00316
55857.72649	3.46477	1765.39219	3530.78352	0.00324	55927.66796	12.76220	3530.83709	3530.82845	0.00310
55857.82866	16.84634	1765.38269	7061.57568	0.00484	56108.83598	40.14958	1765.51229	5296.53773	0.01216
55858.48251	30.46143	5296.17485	5296.17398	0.00799	56109.01988	81.03934	7062.05866	7062.04915	0.01238
55859.93323	3.97227	1765.39133	1765.39046	0.00266	56110.16420	24.96838	5296.53427	3531.02285	0.00780
55860.62795	2.27814	1765.39046	1765.39046	0.00205	56110.38897	20.76881	3531.02285	3531.02198	0.00727
55861.17963	28.87943	1765.39046	5296.17139	0.00960	56110.77722	18.84206	3531.02198	1765.51920	0.00687
55861.36353	3.18912	1765.38096	1765.39910	0.00218	56111.67632	203.88597	3531.01162	15889.59850	0.02110
55861.91521	33.70399	1765.38960	12357.73930	0.00439	56112.33022	129.04415	1765.50970	12358.57478	0.01934
55863.59070	8.90365	1765.39738	1765.38960	0.00610	56113.76061	43.57823	3531.01680	8827.53206	0.00886
55866.14479	11.99358	1765.39738	1765.38010	0.00536	56114.51667	39.54061	1765.49933	5296.52218	0.00989
55866.83951	137.57434	1765.38874	8826.94282	0.03308	56117.19354	50.95142	1765.51402	5296.51526	0.01649
55867.14600	3.14990	1765.38874	3530.77661	0.00436	56117.99047	13.42144	1765.50365	8827.52083	0.00593
55869.80225	17.61367	1765.38787	5296.16362	0.00620	56118.78740	34.57833	3531.01594	5296.51008	0.00901
55870.47653	8.66321	1765.38787	3530.77488	0.00227	56120.03387	33.53680	1765.49414	14124.02573	0.00639
55871.72293	5.67010	1765.39651	1765.37923	0.00521	56120.34038	12.13148	3531.00384	1765.50192	0.00467
55871.88639	4.45866	1765.38787	1765.38701	0.00275	56120.68776	45.42700	1765.49242	7062.00682	0.01502
55874.72654	12.44620	1765.38701	3530.77488	0.00636	56120.91254	11.31942	1765.50192	1765.50106	0.00714
55875.33952	13.91271	3530.77402	5296.16102	0.00459	56130.65955	14.09487	3530.99088	3530.98310	0.00421
55876.05467	19.18924	3530.77402	3530.77402	0.00484	56131.12953	37.05772	1765.48205	5296.47206	0.00903
55876.74938	5.01660	1765.39565	1765.37837	0.00386	56131.21127	9.03243	1765.49933	3530.97274	0.00332
55876.87198	42.87739	3530.78266	8826.93504	0.01016	56133.49987	4.57714	1765.47946	1765.48810	0.00336
55877.54626	58.83056	1765.37837	7061.54717	0.01617	56134.27635	10.62843	3530.97446	3530.97533	0.00202
55878.89482	11.98834	3530.78266	1765.37837	0.00518	56137.60707	43.05337	1765.48378	10592.90093	0.01166
55882.38881	51.58259	3530.77402	1765.38701	0.02260	56141.93904	53.00366	1765.47859	8827.39296	0.01169
55882.51141	1.22918	1765.39565	1765.37837	0.00332	56142.61336	50.23880	3530.96410	8827.38950	0.00819
55882.57271	1.10360	1765.39651	1765.37837	0.00179	56147.49702	9.03682	1765.48118	1765.47254	0.00530
55882.61357	6.50657	1765.38701	3530.77402	0.00261	56148.94781	4.58776	1765.47082	3530.94163	0.00313
55883.12439	5.16199	1765.39651	1765.38701	0.00406	56149.09085	3.23320	3530.93213	1765.47946	0.00207
55883.96213	15.37763	1765.37837	1765.39651	0.00668	56149.68343	25.56284	3530.93990	5296.40899	0.00779
55884.04386	5.68937	1765.37923	1765.38701	0.00811	56151.15465	13.11187	1765.47686	3530.92694	0.00536

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

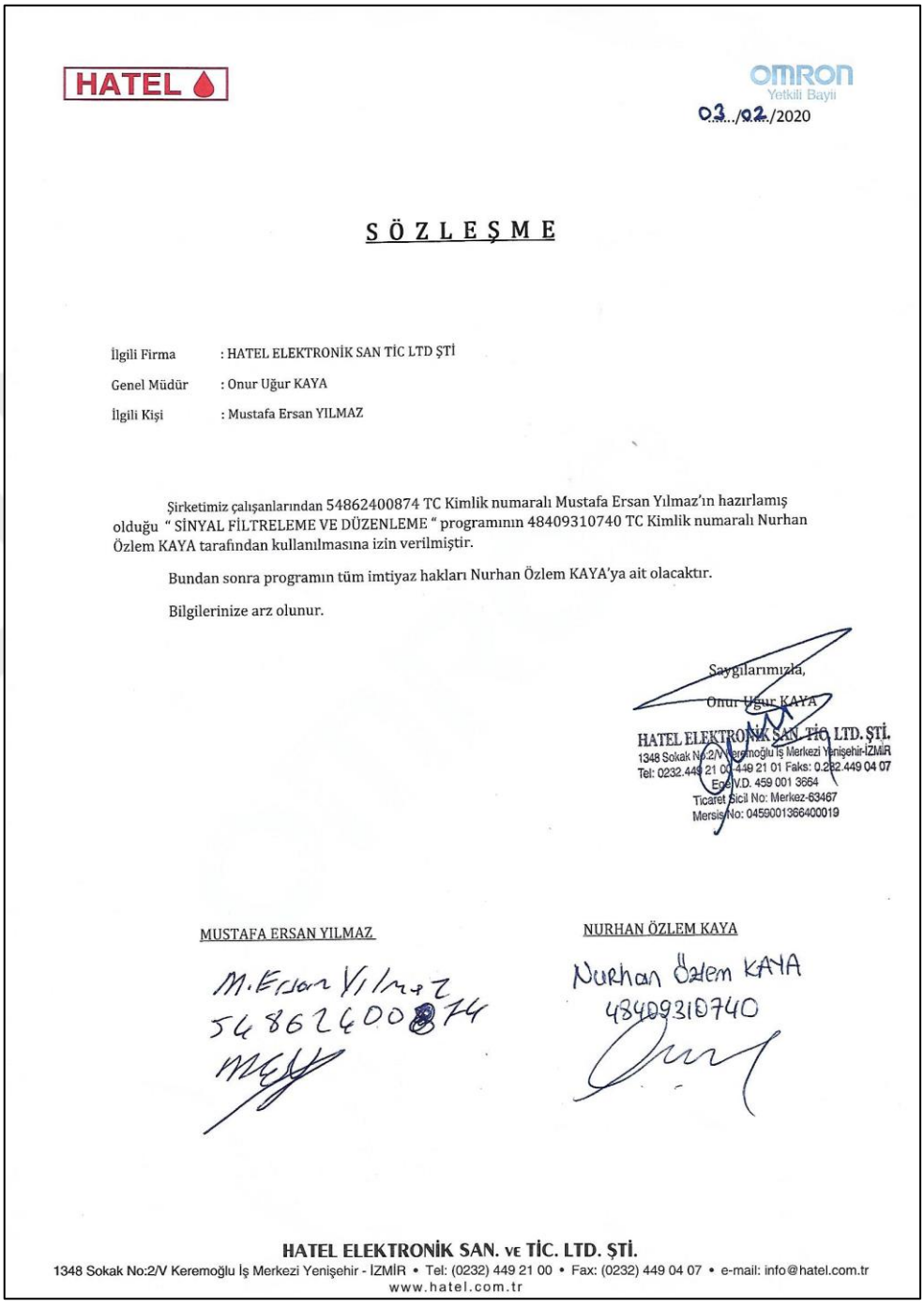
KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**	**Flare Zamanı (+24 00000)**	**P (s)**	**Tr (s)**	**Td (s)**	**Genlik (Yeğinlik)**
56151.86983	36.43236	3530.94250	3530.93472	0.01343	56234.91009	1.16229	1765.38960	1765.38960	0.00411
56152.62587	4.29594	1765.46650	3530.93213	0.00371	56235.01225	60.02519	3530.77056	7061.56790	0.01412
56153.11628	9.45581	1765.45699	1765.46563	0.00509	56235.80913	2.46506	1765.39824	1765.38960	0.00157
56154.46490	4.21906	1765.45613	1765.47254	0.00337	56236.42211	20.63525	1765.38960	5296.16794	0.00800
56156.85563	19.92192	1765.45267	3530.92176	0.00611	56239.36443	3.84579	1765.38010	1765.38874	0.00382
56160.34977	5.82361	3530.91398	3530.90534	0.00242	56239.87525	6.97401	3530.77661	1765.38787	0.00375
56160.43150	3.64548	3530.92262	1765.44835	0.00177	56240.01828	346.28874	5296.16448	8826.94195	0.05585
56163.76217	106.18122	5296.35888	21185.44330	0.00917	56242.02068	5.03532	1765.37923	3530.78438	0.00300
56164.55907	34.22933	3530.89498	7061.81674	0.00729	56242.10242	2.50314	1765.39651	1765.38787	0.00166
56165.92811	9.97736	1765.45008	5296.35974	0.00259	56243.00146	10.18709	1765.37923	10592.33501	0.00213
56166.68415	8.94668	1765.45872	3530.89066	0.00240	56243.49184	15.03005	3530.78438	5296.16275	0.00417
56166.80675	11.48866	3530.89930	1765.44922	0.00637	56256.85483	22.06241	3530.76624	3530.78352	0.01051
56168.19623	74.37121	1765.44749	7061.80032	0.02158	56256.95699	7.06169	1765.38701	1765.39651	0.00304
56173.10024	8.00785	1765.44230	3530.88374	0.00270	56258.87767	0.66338	1765.37923	1765.39651	0.00320
56173.69281	18.37276	3530.87338	10592.65728	0.00496	56259.10243	2.64940	3530.76624	1765.39651	0.00163
56174.36711	21.58245	1765.43194	3530.88979	0.00768	56260.00147	7.63358	3530.77574	1765.39651	0.00273
56175.10271	45.07650	3530.87942	7061.76749	0.01032	56260.26710	25.33691	3530.78438	1765.39651	0.00782
56176.59434	12.29519	3530.87597	1765.43798	0.00378	56261.96301	12.43601	1765.39651	1765.38010	0.00694
56182.86736	5.50586	1765.43107	1765.42243	0.00320	56264.74187	14.58755	7061.55667	3530.77834	0.00323
56182.90822	7.28385	1765.43971	5296.29235	0.00254	56265.51831	4.88987	1765.38874	7061.56704	0.00185
56183.68469	13.56656	1765.42157	1765.43885	0.00750	56266.07000	6.34504	1765.38096	3530.78784	0.00319
56184.35898	15.67735	1765.42934	3530.85869	0.00973	56266.80558	8.21059	1765.38960	1765.39910	0.00507
56184.46115	20.70158	1765.43798	5296.28803	0.00552	56267.03034	15.37704	1765.38960	5296.16189	0.00412
56186.40230	37.73076	1765.42762	7061.71651	0.01354	56267.60245	3.53215	3530.78093	1765.39046	0.00250
56189.89637	15.60158	1765.43280	3530.84659	0.00598	56267.99068	11.40814	1765.39910	1765.38182	0.00648
56191.51059	9.31348	1765.43107	1765.42157	0.00496	56268.21544	5.93647	1765.39910	3530.77229	0.00296
56192.00099	3.52179	1765.41293	1765.42934	0.00269	56270.21785	1.36391	1765.39133	1765.39133	0.00324
56197.84485	69.61457	8827.08538	3530.83104	0.01255	56270.34044	5.75391	1765.39133	3530.78266	0.00187
56200.60331	17.09859	1765.42157	3530.81635	0.00527	56270.46304	0.90897	1765.39133	1765.38269	0.00166
56202.87137	9.92908	3530.82067	1765.41120	0.00444	56271.03516	6.68967	1765.39219	1765.39133	0.00482
56203.30047	3.47711	1765.41034	1765.41898	0.00173	56271.17819	3.48677	1765.39997	1765.38355	0.00190
56207.08056	30.62781	3530.82240	3530.80598	0.01066	56271.70944	22.26578	3530.77488	3530.79302	0.00615
56210.88108	6.94868	1765.40342	1765.39565	0.00405	56271.83204	4.17003	1765.38269	1765.40083	0.00321
56211.75970	31.17322	7061.60419	7061.62061	0.00482	56273.11930	7.02762	1765.40170	1765.38355	0.00341
56212.53615	14.41308	1765.39392	1765.40256	0.00746	56273.24190	1.57514	1765.40170	3530.78525	0.00243
56212.67918	3.74131	1765.40256	1765.40256	0.00302	56273.32363	2.63785	1765.39306	3530.78611	0.00188
56213.10827	7.95912	3530.79562	1765.41034	0.00329	56273.85488	12.01869	3530.78611	1765.39306	0.00258
56213.27173	2.21938	1765.40170	1765.40256	0.00270	56273.95705	10.86000	1765.40170	7061.57309	0.00389
56213.45563	6.38267	1765.40170	1765.41034	0.00275	56275.10128	0.59614	1765.39392	1765.40256	0.00219
56214.62031	19.16706	7061.61283	7061.60419	0.00269	56277.38976	3.51141	3530.79043	1765.39478	0.00233
56214.74290	21.59179	1765.39219	10592.40499	0.00371	56278.20707	17.31897	1765.40429	3530.79994	0.00862
56215.90758	3.21272	1765.39997	1765.39997	0.00396	56278.57486	26.09192	1765.39651	1765.39565	0.01375
56218.15519	14.07989	1765.39824	3530.79734	0.00622	56279.33088	38.09650	3530.79302	14123.17123	0.00555
56218.72731	166.65281	3530.79648	10592.38858	0.03084	56280.18906	23.42245	8826.97565	5296.20854	0.00490
56221.48575	54.29666	1765.40429	12357.77472	0.00731	56280.39339	5.53124	1765.39651	1765.38874	0.00272
56223.07951	70.93069	3530.79043	8826.98602	0.00991	56281.55806	11.18911	3530.79562	1765.39738	0.00512
56223.61076	29.03150	1765.38701	3530.79821	0.00980	56283.09052	3.77342	5296.19731	1765.40774	0.00219
56224.46894	12.24817	1765.39478	3530.78870	0.00311	56283.60134	5.73975	1765.40774	1765.39910	0.00249
56225.28625	16.63154	1765.39478	5296.19040	0.00597	56286.38022	358.02150	1765.39306	8827.00762	0.08862
56225.81750	8.37777	1765.40256	1765.38528	0.00455	56286.60498	5.60778	1765.39306	1765.41034	0.00266
56227.20693	63.49381	1765.38442	10592.35834	0.01520	56287.25883	33.65297	7061.59987	1765.41034	0.00620
56228.16727	59.31857	3530.79389	3530.78525	0.01709	56287.38143	2.34409	1765.40256	1765.40170	0.00196
56228.88242	15.31500	1765.40083	1765.38355	0.00905	56288.56654	8.50423	3530.80598	1765.40342	0.00308
56232.25383	16.86857	1765.39910	10592.34538	0.00325	56289.50645	1.19229	1765.41293	1765.40429	0.00116
56233.09157	14.39913	1765.39046	3530.78093	0.00623	56290.16030	29.16180	3530.80080	3530.80858	0.01425
56233.66369	94.97389	7061.56963	5296.17139	0.01819	56290.79373	11.43260	5296.21546	1765.40515	0.00329

Ek 2 (Çizelge 2.5) (devam)

KIC 07671594									
Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)	Flare Zamanı (+24 00000)	P (s)	Tr (s)	Td (s)	Genlik (Yeğinlik)
56292.93918	15.36068	1765.40688	1765.41552	0.00701	56377.57492	27.82801	1765.50970	7062.03792	0.00809
56293.12308	18.41892	1765.41638	5296.22150	0.00861	56378.35141	3.91458	1765.51056	1765.50970	0.00307
56293.51131	7.33734	1765.40774	3530.81549	0.00366	56379.02574	4.89867	1765.51056	1765.50192	0.00177
56293.71564	13.74267	1765.40774	1765.41638	0.01078	56379.08704	6.29195	1765.51056	3531.02198	0.00253
56294.30819	7.78304	1765.41638	3530.81722	0.00232	56380.94655	6.17631	1765.52179	1765.51229	0.00375
56294.90075	14.97225	1765.39997	8827.05427	0.00396	56381.08959	9.80307	1765.51315	3531.02544	0.00318
56295.67720	62.28070	3530.81981	10592.46720	0.01500	56383.29648	5.65558	1765.51488	1765.52352	0.00314
56296.20846	7.07532	1765.40170	1765.41034	0.00549	56384.50210	7.50348	1765.50710	3531.04099	0.00365
56296.33106	25.97554	3530.82931	5296.23101	0.00563	56385.78946	23.45188	1765.50797	3531.04272	0.01259
56297.10751	63.75369	8827.06464	10592.46720	0.01327	56386.48422	37.08630	1765.52698	10593.10570	0.00568
56297.82267	61.94552	5296.23533	5296.23619	0.01200	56387.28116	29.87383	3531.02803	3531.04531	0.01148
56299.98857	6.46693	1765.42243	1765.40515	0.00288	56388.20070	7.62613	5296.55674	1765.51056	0.00233
56300.64243	226.96456	1765.41466	14123.32848	0.03620	56388.60938	22.44610	3531.03062	3531.03840	0.00841
56307.71226	33.26397	1765.42330	8827.11302	0.01106	56388.89546	6.84137	1765.52784	3531.03062	0.00269
56308.50916	7.74550	1765.43280	3530.83795	0.00587	56389.63110	2.40749	1765.51142	1765.52006	0.00203
56309.83731	35.78032	3530.84141	5296.29322	0.00965	56390.30543	3.93286	3531.05050	1765.51229	0.00216
56323.34369	6.81299	1765.45008	1765.44230	0.00410	56390.73455	9.65205	1765.52093	5296.56278	0.00339
56325.34616	122.02306	7061.76922	7061.78736	0.01662	56392.32837	13.58134	1765.52266	1765.53130	0.00748
56326.16350	72.10613	3530.89930	12358.12896	0.01617	56392.51228	11.79585	1765.52179	1765.52266	0.00534
56328.08424	28.16418	1765.44835	7061.79254	0.00971	56394.24920	15.42923	3531.04704	1765.53216	0.00763
56329.57588	33.43016	5296.35024	5296.36838	0.00815	56394.55571	7.04747	1765.53302	1765.52438	0.00269
56333.94865	10.79612	1765.45526	1765.46477	0.00561	56394.96440	12.59959	1765.51574	1765.52438	0.00668
56334.56166	45.44794	3530.92262	7061.81846	0.00952	56395.33222	7.60280	3531.05741	1765.51574	0.00232
56335.13379	5.29658	1765.46650	1765.44922	0.00307	56395.78177	56.09684	3531.05827	7062.09062	0.01315
56335.17466	3.35304	1765.46563	1765.45786	0.00166	56395.92481	0.98111	1765.51574	1765.53389	0.00186
56335.21553	1.77970	1765.44922	1765.46650	0.00137	56396.66045	21.95802	1765.53389	8827.63488	0.00975
56335.95114	6.74390	3530.91658	1765.45872	0.00281	56397.23261	7.74314	3531.05136	1765.52611	0.00272
56336.68674	3.07707	1765.46822	1765.45958	0.00218	56397.37565	4.51253	1765.53475	1765.52525	0.00213
56339.40441	5.59005	1765.46304	5296.38998	0.00242	56400.23646	5.81935	1765.51920	1765.53562	0.00298
56339.52701	23.35724	1765.46390	7061.86253	0.00487	56401.38078	5.20671	1765.52870	3531.05568	0.00232
56340.24219	2.70510	1765.46477	1765.46477	0.00153	56401.50339	17.80981	1765.52784	1765.53734	0.00993
56343.06203	205.08279	3530.94509	7061.86426	0.03304	56402.05512	7.69914	1765.52006	3531.06605	0.00261
56343.69548	3.60257	1765.46909	1765.47773	0.00128	56402.99510	30.80596	3531.06605	3531.05827	0.00991
56344.24719	1.29341	1765.46131	1765.47859	0.00220	56403.66943	2.97124	1765.52093	1765.53821	0.00187
56344.43109	6.72679	1765.47859	3530.93126	0.00261	56403.75117	24.53910	1765.53821	3531.06778	0.00874
56346.45403	10.68820	5296.42627	1765.47254	0.00221	56405.12027	19.02574	1765.53907	5296.59043	0.00550
56346.67880	16.64197	1765.47341	7061.90054	0.00553	56405.22244	4.85616	3531.05136	1765.53907	0.00185
56347.84352	6.01461	1765.47514	3530.94854	0.00251	56405.54939	64.06173	1765.52179	5296.59130	0.01852
56348.51783	2.97775	1765.48464	1765.46650	0.00363	56406.22373	25.11907	1765.53130	5296.60080	0.00921
56349.27388	4.91106	1765.47600	1765.48550	0.00182	56406.42807	16.96466	1765.53043	3531.06173	0.00534
56350.88815	13.72712	1765.47859	3530.95718	0.00516	56406.55068	18.75565	1765.53130	7062.13210	0.00828
56351.23552	15.34544	1765.48723	5296.43664	0.00340	56408.71672	1.37611	1765.52266	1765.54080	0.00177
56351.56246	3.18877	1765.48810	1765.47946	0.00161	56409.20715	167.26736	3531.06432	10593.19210	0.02973
56352.17548	17.64504	3530.96842	8827.40074	0.00349	56410.55582	30.00131	3531.06518	5296.59734	0.00752
56352.89066	54.51255	3530.96237	5296.44355	0.01583	56410.65799	59.93497	1765.52438	7062.13901	0.02283
56354.30060	51.97171	1765.47427	8827.42320	0.01091	56411.43450	0.96074	3531.06605	1765.53302	0.00115
56354.77057	57.68720	3530.96669	8827.42666	0.01093	56412.17014	7.82144	1765.53302	5296.60771	0.00331
56355.62880	6.21457	1765.48464	1765.49328	0.00210	56412.25188	2.49775	1765.52438	1765.53389	0.00151
56357.52915	53.60702	3530.98224	8827.42666	0.01699	56412.96708	6.60893	1765.52438	3531.07555	0.00232
56360.53293	4.88128	1765.49933	1765.48118	0.00174	56413.25316	37.00264	1765.52438	3531.07555	0.01264
56361.16638	50.59390	3530.98224	8827.45690	0.00895	56420.36434	108.85800	1765.53562	12358.75622	0.02427
56365.55968	3.68410	1765.48810	1765.50538	0.00431	56421.03867	71.24418	3531.06259	7062.15024	0.02187
56365.74359	14.67498	3530.98483	5296.49885	0.00334	56421.89692	7.58468	1765.52698	1765.53562	0.00446
56366.15227	6.88614	1765.50624	1765.49674	0.00436	56422.12170	43.83862	3531.07123	5296.60685	0.01199
56366.21357	4.85191	3530.99434	1765.49760	0.00203	56423.53168	30.53412	1765.53562	7062.15197	0.00866
56366.27487	2.40657	1765.48810	1765.49760	0.00358	56423.77689	32.90710	1765.53562	3531.07210	0.01950
56368.17524	13.42758	1765.50019	3530.99866	0.00644					
56369.13564	60.88750	1765.50970	14124.01363	0.01208					
56370.54558	15.13251	3531.00384	1765.51142	0.00442					
56371.36295	21.48617	3531.01507	8827.51478	0.00375					
56372.01684	24.02385	1765.51229	7062.01546	0.01134					
56374.69370	83.54075	5296.52822	8827.53293	0.02028					
56375.30673	19.19766	1765.49846	3531.02285	0.01005					
56375.55194	97.35933	3531.00557	10593.05386	0.01514					

Ek 3

"Sinyal Filtreleme ve Düzenleme" Programının Telif/Kullanım Sözleşmesi.



HATEL

OMRON Yetkili Bayii

03./02./2020

S Ö Z L E Ş M E

İlgili Firma : HATEL ELEKTRONİK SAN TİC LTD ŞTİ

Genel Müdür : Onur Uğur KAYA

İlgili Kişi : Mustafa Ersan YILMAZ

Şirketimiz çalışanlarından 54862400874 TC Kimlik numaralı Mustafa Ersan Yılmaz'ın hazırlamış olduğu " SİNYAL FİLTRELEME VE DÜZENLEME " programının 48409310740 TC Kimlik numaralı Nurhan Özlem KAYA tarafından kullanılmasına izin verilmiştir.

Bundan sonra programın tüm imtiyaz hakları Nurhan Özlem KAYA'ya ait olacaktır.

Bilgilerinize arz olunur.

Saygılarımızla,

Onur Uğur KAYA

HATEL ELEKTRONİK SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
1348 Sokak No:2/V Keremoğlu İş Merkezi Yenişehir-İZMİR
Tel: 0232.449 21 00 449 21 01 Faks: 0.232.449 04 07
Ege V.D. 459 001 3664
Ticaret Sicil No: Merkez-63467
Mersis No: 0459001366400019

MUSTAFA ERSAN YILMAZ

M.Ersan Yılmaz
54862400874

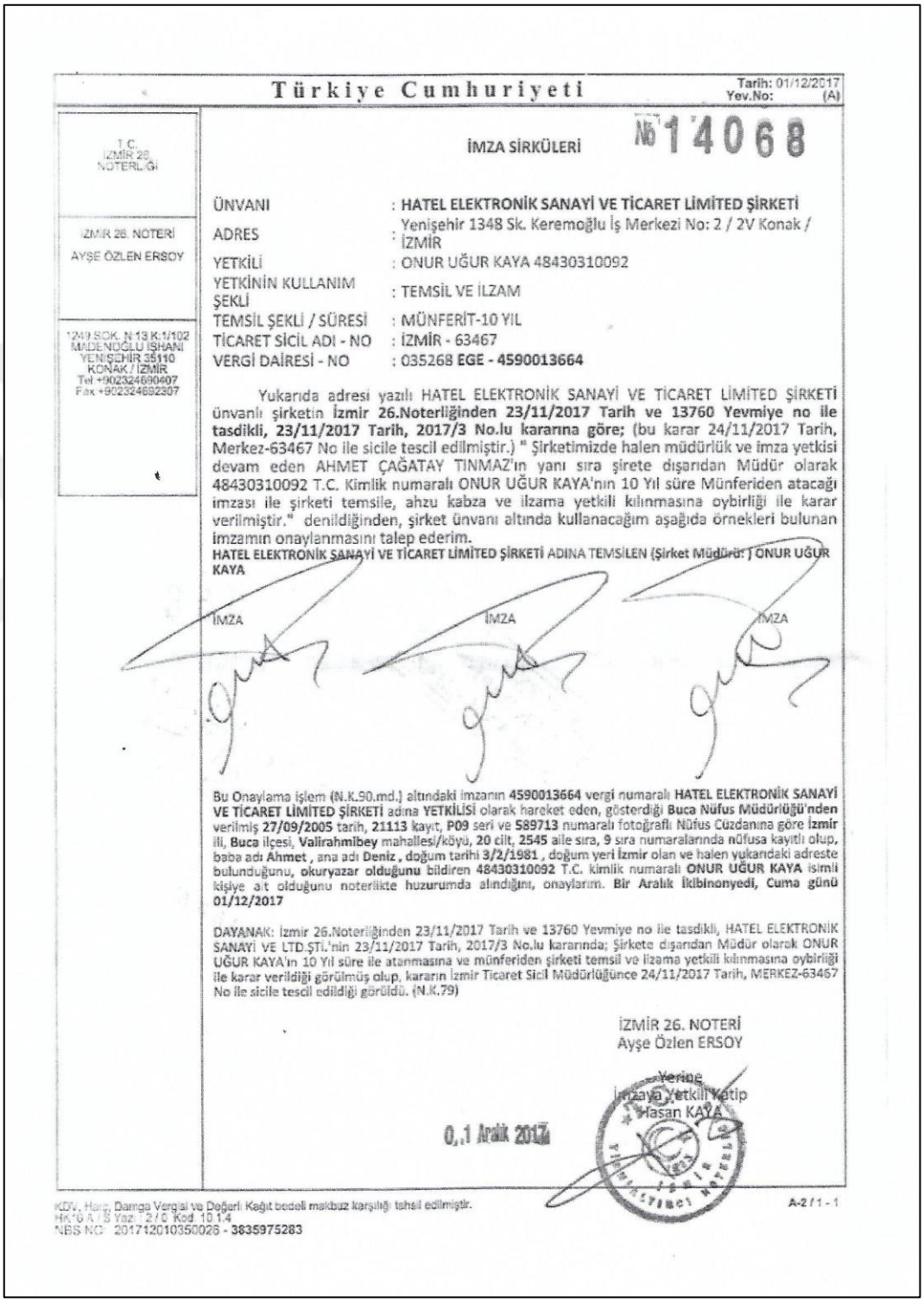
NURHAN ÖZLEM KAYA

Nurhan Özlem KAYA
48409310740

HATEL ELEKTRONİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.
1348 Sokak No:2/V Keremoğlu İş Merkezi Yenişehir - İZMİR • Tel: (0232) 449 21 00 • Fax: (0232) 449 04 07 • e-mail: info@hatel.com.tr
www.hatel.com.tr

Ek 4

Sözleşmenin İmza Nüshası.



Türkiye Cumhuriyeti

Tarih: 01/12/2017
Yev.No: (A)

T.C.
İZMİR 26.
NOTERLİĞİ

İZMİR 26. NOTERİ
AYŞE ÖZLEN ERSOY

1249 SOK. N:13 K:1/102
MADENOĞLU İŞHANI
YENİŞEHİR 35110
KONAK / İZMİR
Tel:+902324690407
Fax:+902324692307

İMZA SİRKÜLERİ

No 14068

ÜNVANI	: **HATEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ**
ADRES	: Yenişehir 1348 Sk. Keremoğlu İş Merkezi No: 2 / 2V Konak / İZMİR
YETKİLİ	: ONUR UĞUR KAYA 48430310092
YETKİNİN KULLANIM ŞEKLİ	: TEMSİL VE İLZAM
TEMSİL ŞEKLİ / SÜRESİ	: MÜNFERİT-10 YIL
TİCARET SİCİL ADI - NO	: İZMİR - 63467
VERGİ DAİRESİ - NO	: 035268 **EGE - 4590013664**

Yukarıda adresi yazılı HATEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ ünvanlı şirketin **İzmir 26.Noterliğinden 23/11/2017 Tarih ve 13760 Yevmiye no ile tasdikli, 23/11/2017 Tarih, 2017/3 No.lu kararına göre;** (bu karar 24/11/2017 Tarih, Merkez-63467 No ile sicile tescil edilmiştir.) " Şirketimizde halen müdürlük ve imza yetkisi devam eden AHMET ÇAĞATAY TINMAZ'ın yanı sıra şirete dışarıdan Müdür olarak 48430310092 T.C. Kimlik numaralı ONUR UĞUR KAYA'nın 10 Yıl süre Münferiden atacağı imzası ile şirketi temsile, ahzu kabza ve ilzama yetkili kılınmasına oybirliği ile karar verilmiştir." denildiğinden, şirket ünvanı altında kullanacağım aşağıda örnekleri bulunan imzamın onaylanmasını talep ederim.

HATEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ ADINA TEMSİLEN (Şirket Müdürü:) **ONUR UĞUR KAYA**

İMZA İMZA İMZA

Bu Onaylama işlem (N.K.90.md.) altındaki imzanın **4590013664** vergi numaralı **HATEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ** adına **YETKİLİSİ** olarak hareket eden, gösterdiği **Buca Nüfus Müdürlüğü'nden** verilmiş **27/09/2005** tarih, **21113** kayıt, **P09** seri ve **589713** numaralı fotoğraflı Nüfus Cüzdanına göre **İzmir** ili, **Buca** ilçesi, **Valirahmibey** mahallesi/köyü, **20** cilt, **2545** aile sıra, **9** sıra numaralarında nüfusa kayıtlı olup, baba adı **Ahmet** , ana adı **Deniz** , doğum tarihi **3/2/1981** , doğum yeri **İzmir** olan ve halen yukarıdaki adreste bulunduğunu, **okuryazar olduğunu** bildiren **48430310092** T.C. kimlik numaralı **ONUR UĞUR KAYA** isimli kişiye ait olduğunu noterlikte huzurumda alındığını, onaylarım. **Bir Aralık İkibinonyedi, Cuma günü 01/12/2017**

DAYANAK: İzmir 26.Noterliğinden 23/11/2017 Tarih ve 13760 Yevmiye no ile tasdikli, HATEL ELEKTRONİK SANAYİ VE LTD.ŞTİ.'nin 23/11/2017 Tarih, 2017/3 No.lu kararında; Şirkete dışarıdan Müdür olarak ONUR UĞUR KAYA'ın 10 Yıl süre ile atanmasına ve münferiden şirketi temsil ve ilzama yetkili kılınmasına oybirliği ile karar verildiği görülmüş olup, kararın İzmir Ticaret Sicil Müdürlüğünce 24/11/2017 Tarih, MERKEZ-63467 No ile sicile tescil edildiği görüldü. (N.K.79)

İZMİR 26. NOTERİ
Ayşe Özlen ERSOY
Yerine
İmzaya Yetkili Katip
Hasan KAYA

01 Aralık 2017

KDV, Harç, Damga Vergisi ve Değerli Kağıt bedeli makbuz karşılığı tahsil edilmiştir.
HK:10 A / S Yazı: 2 / 0 Kod: 10.1.4
NBS NO: 201712010350026 - **3835975283**

A-2 / 1 - 1

Ek 5.A

Kaya, N.Ö. and Dal, H.A., "*Chromospheric Activity Behavior of an Eclipsing Binary System KOI 68AB*", 2019, *Astronomische Nachrichten*, Vol. 340, p. 539-552.

Received: 2 February 2019 | Accepted: 27 July 2019
DOI: 10.1002/asna.201913631

ORIGINAL ARTICLE

Astronomische Nachrichten

Chromospheric activity behavior of an eclipsing binary system KOI 68AB

N. Ö. Kaya | H. A. Dal

Department of Astronomy and Space Sciences, Science Faculty, Ege University, İzmir, Turkey

Correspondence
N. Ö. Kaya, Department of Astronomy and Space Sciences, Science Faculty, Ege University, 35100 Bornova, İzmir, Turkey.
Email: nurhanozlemk@gmail.com

Funding information
Turkish Scientific and Technical Research Council, 116F213

Abstract

We present the results obtained from KOI 68AB's light variation, which exhibits a sinusoidal light variation due to the stellar spots. Two active regions longitudinally separated by about 180° between the latitudes of +70° and +110° were found. A total of 313 flares were determined, and flare parameters were calculated. The One Phase Exponential Association model was derived using these parameters. The energy saturation parameter *Plateau* value was found to be 1.219 ± 0.088 s, and its time scale parameter *half-life* value was found to be 1,190 s. The flare number per hour, known as N_1 frequency, was found to be 0.02406 h^{-1}, while the flare-equivalent duration emitted per hour, known as N_2, was found to be 0.000008. Considering new spectral observations, the target seems to be an eclipsing binary system. Because of this, the light curve is analyzed under an assumption that the target is an eclipsing binary. In these analyses, the sum of the fractional radii is found to be 0.1908, and the fractional radii ratio is 1.8973.

KEYWORD
methods: statistical – binaries: eclipsing – stars: flare

1 | INTRODUCTION

KOI 68AB, which is the main subject of this study, is reported as a binary system in the SIMBAD database. The visual brightness values of the KOI 68AB system are given as $B = 13^m.440$, $V = 12^m.940$, and $R = 12^m.830$ (Zacharias et al. 2004). In the case of temperatures, there are different approaches for the components from 6028 to 6287 K (Huber et al. 2014; Latham et al. 2005). They calculate the mass and the radius of the primary component to be 0.848 $M_\odot$ and 1.195 $R_\odot$, respectively. The age of the system was given as 0.03 Gyr by Walkowicz & Basri (2013). The target was found to be a tidally locked system because the orbital and rotation periods of this eclipsing binary system were determined to be $P_{rot} = 0.998$ day and $P_{orb} = 0.998$ day by Balona (2015).

In the literature, KOI 68AB, which is listed as KIC 8669092 in the Kepler Input Catalog (KIC), has been classified as an eclipsing binary system in several studies, such as Armstrong et al. (2014) and Slawson et al. (2011). However, the target has also been discussed as a single star in a planetary system by some authors, such as Burke et al. (2015), Coughlin et al. (2016), Furlan et al. (2017), and Rowe et al. (2015). Slawson et al. (2011) computed the temperature ratio of the components to be 0.804, while they calculated the inclination (i) of the system as 88°.77. In addition, Armstrong et al. (2014) calculated the primary component's temperature as 6435 K and the secondary component's temperature as 4785 K. On the other hand, considering the target a planetary system, Burke et al. (2015) found 0.25770 as the radii ratio and 1.18 $M_\odot$ as the mass of a host star, whose radius is $R = 1.41$ $R_\odot$. They found 6341 K as an effective temperature of the home star and 2291 K for the planet. According to their results, the radius of the planet should be 39.64 $R_\oplus$. However, computing the temperature of the planet as 547 K and the semimajor axis (a) as 0.30656 AU, Coughlin et al. (2016) determined the planet radius to be $R = 2.876$ $R_\oplus$. In addition,

 © 2019 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Ek 5.B

Kaya, N.Ö. and Dal, H.A., "*Semi-stable Active Region Around the Co-Rotation Latitude of Low-Mass Close Binary KIC 7671594*", 2020, *RMAA*, (In Press).

Manuscript for *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* (2007)

SEMI-STABLE ACTIVE REGION AROUND THE CO-ROTATION LATITUDE OF LOW-MASS CLOSE BINARY KIC 7671594

N. Ö. KAYA[1], H. A. DAL[1,2]

Draft version: July 8, 2020

RESUMEN

Favor de proporcionar un resumen en español. If you are unable to translate your abstract into Spanish, the editors will do it for you.

ABSTRACT

We present the new findings about the light variations of KIC 7671594. Firstly, we analysed the light curve of system, which is probably a low-mass eclipsing close binary, and we found an interesting spot migration on the active component. The spotted area on the stellar surface was found to not move during 2.70 years, though it seems to exhibit a rapid migration during last 0.85 years of the observing season. Secondly, the OPEA model was derived over detected 1128 flares with their parameters. In the model, the *Plateau* value was found to be 2.46703±0.25234 s, and $half-life$ was computed as 7332.28 s. The flare N_1 frequency was found to be 0.03719 h^{-1}, while N_2 was found as 0.00028. We concluded that KIC 7671594 should be a low-mass eclipsing binary system with chromospherically active main sequence component that has a cool spot around its co-rotation latitude.

Key Words: techniques: photometric — methods: data analysis — stars: binaries: eclipsing — stars: flare — stars: individual: KIC 7671594

1. INTRODUCTION

KIC 7671594 is classified as an eclipsing binary of Algol type in SIMBAD Database. The inferred brightness of the system listed as 2MASS J19103260+4322147 in the 2MASS All-Sky Survey Catalogue, are given as $J = 13^m.133$, $H = 12^m.581$, $K = 12^m.371$ by Cutri et al. (2003), respectively. The visual brightness of target are given as $B = 18^m.350$ (Zacharias et al. 2004) and $V = 16^m.34$ (Lasker et al. 2008). The system's Kepler brightness is listed as $15^m.815$ (Slawson et al. 2011; Matijevič et al. 2012), while its color excess is computed as $E(B-V) = 0^m.058$ in the Kepler Database. The surface gravity acceleration of the system was found to be $log(g) = 4.354\ cm/s^2$ and metal abundance was obtained as $[Fe/H] = 0.524$. On the other hand, in the literature, there are different approaches for its effective temperatures.

[1]Department of Astronomy and Space Sciences, University of Ege, Bornova, 35100 İzmir, Turkey
[2]Corresponding Author, Email: ali.dal@ege.edu.tr

Ek 5.C

Kaya, N.Ö. and Dal, H.A., "*A New Findings from the Longitudinal Migration of Starspots*", 2021, *MNRAS*, (In referee review).

MNRAS 000, 1–1 (2021) Preprint 29 October 2020 Compiled using MNRAS LATEX style file v3.0

A New Findings from the Longitudinal Migration of Starspots

N. Ö. Kaya [1] and H. A. Dal,[1] *
[1]*Ege University, Science Faculty, Department of Astronomy and Space Sciences, 35100 Bornova, İzmir, Turkey.*

Accepted XXX. Received YYY; in original form ZZZ

ABSTRACT

We present the behaviour of cool starspots on active stars having temperatures between F and M spectral types in the main-sequence, the oscillations in the longitudinal migration of the spots, and what the reasons of these oscillations might be. Within the scope of our work, 9 binary systems were selected, which did not have much work in the literature, were suitable for the criteria sought and showed sinusoidal changes in the light curves due to cool spots, and analyses were carried out by taking the high-resolution observation data obtained by the Kepler Satellite. The systems which the behaviour of spots is examined: KIC 4357272, KIC 6025466, KIC 6058875, KIC 6962018, KIC 7798259, KIC 9210828, KIC 11706658, KIC 12599700 and KIC 8669092. In this work, the longitudinal migration, thetamin (θ_{min}) exchange and its residuals of the spots on the active components in the systems are determined and interpreted. Some basic parameters were obtained by performing light curve analysis of 4 systems. As a result of the analysis, it was seen that all the results obtained by making a general comparison with the studies in the literature were consistent. It has been found that the longitudinal migration periods of spots on active stars having different temperatures between F and M spectral types change as a function of their (B-V) and temperature.

Key words: binaries: eclipsing – stars: fundamental parameters – stars: activity – stars: migration of spots

This paper has been typeset from a TEX/LATEX file prepared by the author.

* E-mail: ali.dal@ege.edu.tr

© 2021 The Authors