

**OPTİK BÖLGE FOTOMETRİK VERİ
ANALİZİ SONUÇLARINA GÖRE,
AM HER YILDIZININ FİZİKSEL
DEĞİŞKENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Önder ORAKOĞLU

Eskişehir, 2016

**OPTİK BÖLGE FOTOMETRİK VERİ ANALİZİ SONUÇLARINA GÖRE,
AM HER YILDIZININ FİZİKSEL DEĞİŞKENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Önder ORAKOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Fizik Anabilim Dalı
Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Metin ALTAN**

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Ekim, 2016**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Önder Orakoğlu'nun "Optik Bölge Fotometrik Veri Analizi Sonuçlarına Göre, AM HER Yıldızının Fiziksel Değişkenliklerinin Belirlenmesi" başlıklı tezi 17/10/2016 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliđi" nin ilgili maddeleri uyarınca, Fizik Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı-Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	: Yard. Doç. Dr. Metin ALTAN	
Üye	: Prof. Dr. Müjdat ÇAĞLAR	
Üye	: Prof. Dr. Gökhan SAVAROĐLU	

Enstitü Müdürü

ÖZET

OPTİK BÖLGE FOTOMETRİK VERİ ANALİZİ SONUÇLARINA GÖRE, AM HER YILDIZININ FİZİKSEL DEĞİŞKENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Önder ORAKOĞLU

Fizik Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ekim, 2016

Danışman: Yard. Doç. Dr. Metin ALTAN

Çalışmada Am Herculis kataklismik değişeninin 25-26 Haziran 2012 tarihlerinde Ulupınar Gözlem Evi'nden ve 02-24-25 ve 26 Mayıs 2014 tarihlerinde TUBITAK Ulusal Gözlem Evi'nden yapılan gözlem verileri üzerinde, hazırlanan yazılım aracılığı ile, String-Length yöntemi uygulanmış ve Am Her kataklismik değişeninin periyod analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca AVVSO veri tabanında bulunan ve yöntemin uygulanmasının mümkün görüldüğü çeşitli gözlemler üzerinde aynı uygulama denenmiş ve sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan denemeler sonunda uygulamanın hassasiyetinin düşük olmasına rağmen, kısa sürede sonuç alınabiliyor olduğu görülmüştür. Yapılan gözlemlerin bir çoğunda AM Herculis yıldızının gerçek orbital periyodu gözlenebilmiştir. Ayrıca cisimler arasındaki farklılıklar analiz sonrası elde edilen verilerden gözlenebilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Am Herculis, Periyod Analizi, String-Length Yöntemi, Fotometrik Analiz

ABSTRACT

DETECTING PHYSICAL VARIABLES OF AM HERCULIS BY OPTICAL REGION PHOTOMETRIC ANALYSIS RESULTS

Önder ORAKOĞLU

Department of Physics

Anadolu University, Graduate School of Science, October, 2016

Supervisor: Asst. Prof. Metin ALTAN

In this study period analysis of Am Herculis cataclysmic variable star was applied by String-Length method, which is performed as an web application. The data of light curves was obtained from the observations of the AM Herculis star which was performed by Ulupinar Observatory in 25-26 June 2012 and TUBITAK National Observatory in 02-24-25 and 26 May 2014. Also same method was applied on some AAVSO data. All analysis results are compared each other. It was seen that the obtained period values of light curves is not high accuracy results. However, results can be obtained in short time by the application. The orbital period of Am Herculis was seen in most results. The difference of objects of Am Herculis also can be seen in results.

Keywords: Am Herculis, Period Analysis, String-Length Method, Photometric
Analysis

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesi sürecinde her türlü yardımını esirgemeyen sayın danışman hocam Yard. Doç. Dr. Metin ALTAN'a ,gerek fiziksel gerekse düőünsel anlamda katkıları bulunan çalışma arkadaşlarım Emre Mustafa BEKTÖRE, Ömer AYYILDIZ, Serdar Utku KARTAL, Barıő İNALTAY ve Ercan SAĐOL'a teőekkürü bir borç bilirim.

Önder ORAKOĞLU

27/09/2016

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Önder Orakoğlu

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR SAYFASI.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. MANYETİK KATAKLİSMİK DEĞİŞEN YILDIZLAR.....	2
3. FREKANS ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	4
4. KULLANILAN VERİLERİN ELDESİ VE NİTELİKLERİ	5
5. STRING-LENGTH YÖNTEMİ İÇİN WEB TABANLI GELİŞTİRİLEN UYGULAMA VE PERİYOT ANALİZLERİ	7
5.1. Test Verileri ile Algoritmanın İncelenmesi	8
5.2. Algoritmanın Gerçek Am Herculis Verilerine Uygulanması	13
6. ÇEŞİTLİ AAVSO VERİLERİ İLE YAPILAN PERİYOT ANALİZLERİ.....	22
7. SONUÇ VE TARTIŞMA	35
KAYNAKÇA.....	36
ÖZGEÇMİŞ	

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 5.1: Am Herculis için yapılan gözlemler.....	14
Tablo 5.2: Çanakkale 2012, 25-26 Haziran gözlemleri, minimum çizgi uzunluk periyodları.	19
Tablo 5.3: Ulusal Gözlem Evi 2014, 02-23-25-26 Mayıs gözlemleri, minimum çizgi uzunluk periyodları.	21
Tablo 6.1: Am Herculis için alınmış olan AAVSO ‘ da yayınlanmış gözlemler.	23
Tablo 6.2: AAVSO ‘ dan alınan ışık eğrilerinin minimum çizgi uzunluklarına karşılık gelen kayda değer periyodlar.	34

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

- Şekil 4.1:** CIST (Çanakkale) gözlemlerinin AM Herculis Kataklistmik Değişeninin AAVSO ' da 2012 yılındaki gözlemlerin üzerindeki konumu..... 5
- Şekil 4.2:** TUG gözlemlerinin AM Herculis Kataklistmik Değişeninin AAVSO' da 2014 yılındaki gözlemlerin üzerindeki konumu..... 6
- Şekil 4.3:** Yapılan gözlemlerin AM Herculis Kataklistmik Değişeninin AAVSO ' da 2000 yılından günümüze bulunan tüm veriler üzerindeki konumu..... 6
- Şekil 5.1:** Test ışık eğrisi ($ar = 0.5$, $P_{gerçek} = 0.25$)..... 9
- Şekil 5.2:** Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.25$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=0.5$, $N=500$, $N_{periyodTest} = 1000$)..... 9
- Şekil 5.3:** Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.6$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=0.7$, $N=500$, $N_{periyodTest} = 1000$)..... 10
- Şekil 5.4:** Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.2$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=0.5$, $N=500$, $N_{periyodTest} = 1000$)..... 10
- Şekil 5.5:** Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=5$, $P_{gerçek}=0.2$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=5$, $N=1000$, $N_{periyodTest} = 1000$)..... 11
- Şekil 5.6:** Dağılık verilerde periyod testleri ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.3$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=0.5$, $KM=50$, $N_{periyodTest} = 1000$, (a) $N=18$, $KO=1/1$ (b) $N=39$, $KO=1/2$ (c) $N=111$, $KO=1/5$ (d) $N=168$, $KO=1/10$ (e) $N=289$, $KO=1/20$ (f) $N=305$, $KO=1/30$) . 13
- Şekil 5.7:** CIST-25.06.2012, B Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.229$, $N_{periyodTest} = 1000$ 15
- Şekil 5.8:** CIST-25.06.2012, V Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.229$, $N_{periyodTest} = 1000$ 15
- Şekil 5.9:** CIST-25.06.2012, R Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.229$, $N_{periyodTest} = 1000$ 16
- Şekil 5.10:** CIST-25.06.2012, I Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.229$, $N_{periyodTest} = 1000$ 16
- Şekil 5.11:** CIST-26.06.2012, B Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.228$, $N_{periyodTest} = 1000$ 17
- Şekil 5.12:** CIST-26.06.2012, V Filtresi $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.228$, $N_{periyodTest} = 1000$ 17
- Şekil 5.13:** CIST-26.06.2012, R Filtresi $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.228$, $N_{periyodTest} = 1000$ 18
- Şekil 5.14:** CIST-26.06.2012, I Filtresi $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.228$, $N_{periyodTest} = 1000$ 18
- Şekil 5.15:** TUG-02.05.2014, Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.08$, $N_{periyodTest} = 1000$ 19
- Şekil 5.16:** TUG-23.05.2014, Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.662$, $N_{periyodTest} = 1000$ 20
- Şekil 5.17:** TUG-25.05.2014, Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.155$, $N_{periyodTest} = 1000$ 20

Şekil 5.18: TUG-26.05.2014,Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.132, N_{periyodTest} = 1000$	21
Şekil 6.1: COO1 - 22.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.15$	24
Şekil 6.2: COO2 - 21.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.13$	24
Şekil 6.3: COO3 - 23.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.14$	25
Şekil 6.4: COO4 - 24.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.127$	25
Şekil 6.5: OAR - 10.09.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.14$	26
Şekil 6.6: RSE2 - 15.08.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.127$	26
Şekil 6.7: RSE3 - 01.08.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.098$	27
Şekil 6.8: RSE4 - 02.08.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.22$	27
Şekil 6.9: SDB - 19.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.163$	28
Şekil 6.10: AFSA - 13.06.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.132$	28
Şekil 6.11: AFSA1 - 07.06.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.132$	29
Şekil 6.12: LCO - 14.05.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.21$	29
Şekil 6.13: PXR1 - 22.05.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.20$	30
Şekil 6.14: PXR2 - 24.05.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.22$	30
Şekil 6.15: RDEA – 01.06.2013 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.31$	31
Şekil 6.16: SPL1 – 08.07.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.20$	31
Şekil 6.17: SPL2 – 14.07.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.12$	32
Şekil 6.18: SPL3 – 15.07.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.137$	32
Şekil 6.19: TFM4 – 31.07.2008 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.144$	33

1. GİRİŞ

Kataklismik kelimesi eski Yunan dağarcığında bulunan “kataklymos” dan türetilmiştir. Fırtına, felaket gibi anlamlara da gelen “cataclysm” kelimesi ise ingilizce’ de şiddetli anlamına gelmektedir.

İlk cüce novanın tespiti 1855 yılında J. R. Hind tarafından yapılmıştır [1]. Ancak kataklismik değişenlerin iç yapıları 1960’dan bu yana ifade edilebilmektedir.

Bir kataklismik değişenin varlığı birinden diğerine kütle aktarımı yapabilecek kadar uzaklıkta olan iki yıldızı gerektirir. Kataklismik değişenlerin büyük çoğunluğunda bir bileşen beyaz cüce diğer bileşen ise bir anakol yıldızıdır. Burada cüce yıldız “baş yıldız”, anakol yıldızı ise “yoldaş yıldız” olarak ifade edilir. Birbirleri etrafında dönen bu yıldızların yörünge periyodlarının 2 saatin altında olan durumlarında baş yıldız ile yoldaş yıldız ayrı olarak incelenemediğinden dolayı tipleri konusunda net bir bilgi bulunmamaktadır.

Ana kol yıldızından beyaz cüce yıldız kütle aktarımı söz konusudur. Aktarılan kütle, kendi ekseni etrafındaki hareketi nedeniyle beyaz cüce etrafında bir disk oluşturur. “*Yığılma Diski*” adı verilen bu oluşumun dış katmanlarında madde yoğunluğu daha yüksektir ve “*Sıcak Leke*” adı verilen bir noktada yoğunluk en yüksek hızla değişir ya da diğer bir değiş ile aktarılan kütle disk ile çarpışır.

Kataklismik değişenlerin gözlemleri için, beş bölgeden karakteristik ışınım alındığı söylenebilir. Bunlar baş yıldız, yoldaş yıldız, yığılma diski, gaz akışı ve sıcak lekedir.

Bazı sistemlerde baş yıldız olan beyaz cüce yıldızın manyetik alanı 10^6 Gauss’ dan büyüktür ve bu manyetik alan disk oluşumunu engeller. Bu durumda aktarılan kütle manyetik alan çizgilerini takip ederek cüce yıldızın kutuplarına düşer. Aktarılan kütlein yönlendiği bölgelerde yığılma meydana gelir ve bu bölgelerde oluşan yapıya “*Yığılma Sütunları*” ismi verilir ve bu tarz sistemler için ışınımın büyük bir kısmı bu bölgeden elde edilir. Bu tarz sistemlere Manyetik Kataklismik Değişen ya da “*Polar*” adı verilir.

Manyetik sistemlerde disk oluşmaması ve bunun yerine yığılma sütunlarının olması nedeniyle ışınım dört karakteristik bölgeden gelir. Bunlar baş yıldız, yoldaş yıldız, gaz akışı ve yığılma sütunlarıdır.

2. MANYETİK KATAKLİSMİK DEĞİŞEN YILDIZLAR

Manyetik kataklismik değişenlerin en büyük özelliği baş yıldızın yüksek manyetik alanıdır. Bir kataklismik değişen sisteminde beyaz cücenin manyetik alanı yeterince kuvvetliyse aktarılan kütle manyetik alan çizgilerini takip edeceği bir bölge oluşur ve disk oluşmaz. Bu bölgenin çapına “*Alfen çapı*” (R_a) denir. Eğer kataklismik değişen sisteminde disk çapı (R_{disk}) Alfen çapından küçük ise kütle akımı bir disk oluşturmaz.

Doğrudan manyetik alan çizgilerini takip ederek beyaz cücenin kutuplarına ulaşan madde ile oluşan yığılma sütunları bu tip sistemlerde elde edilen ışınımın büyük çoğunluğunun kaynağıdır.

Madde, beyaz cüceye neredeyse dik olarak düşer. Yüzeyin yakınında, ilerleyen madde bir şok ile karşılaşır ve yavaşlayarak ısısal erkeye dönüşür. Buradaki şok sıcaklığı yaklaşık $T_s > 10^8$ K civarındadır ve bu sıcaklıkta geniş bir dalga boyu aralığında ışınım yapar. Bu noktada en fazla ışınım x-ışınlarından gelmektedir. Tüm sistemin görünür ışınımının önemli bir bölümü dairesel kutuplaşmış siklotron ışınımıdır ki bu ışınım manyetik sistemlerin karakteristik özelliğidir.

Yığılma sütunlarına bakış açımız yörünge boyunca değişir. Bu nedenle dairesel kutuplaşmanın miktarı ve yönü de değişir. Bu sayede gözlenen ışığın polarizasyon ve şiddeti ile incelenen yıldızın yörüngesinin eğimi ve yörünge eksenini ile manyetik eksenini arasındaki fark hakkında fikir edinilebilir.

Manyetik Kataklismik değişen yıldızların prototip yıldızı Am Herculis’dir. Am Her ilk olarak 1923 yılında M. Wolf in Heidelberg tarafından tespit edilmiştir [2]. Ancak o dönemde literatüre kategorilendirilmeden herhangi bir değişen çift yıldız olarak girmiştir. 1975 yılında Berg ve Duthie Am Herculis için ilk fotoelektrik gözlemi gerçekleştirdi [3]. Bu çalışma da Am Herculis’de hızlı ışınım değişimleri gözlenmiştir. Bu sonuçla Am Herculis’in optik olarak yine bu özelliği taşıyan 3U 1809+50 ile aynı kategoride olabileceği düşünülmüştür.

1976’da Am Herculis’in önemli bir obje olduğu düşüncesi Arizona Üniversitesinden S. Tapia’nın polarimetre çalışmalarıyla yayılmaya başlamıştır. Bu çalışmanın sonucunda Am Herculis’den elde edilen ışınımın optik dalga boyunda hem lineer hem de dairesel polarizasyon göstermesidir [4]. O dönemde, bu özelliği gösteren ve tümü manyetik beyaz cüce olan sadece dokuz adet yıldız bilinmekteydi. Am

Herculis'in hem dairesel hem de lineer polarizasyon göstermesi çok yüksek manyetik etkiye sahip olduğunun anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Bu sonuçla Am Herculis yıldızı "manyetik kataklismik değişen" kategorisinin ilk yıldızı olmuştur. Bu nedenle manyetik kataklismik değişenler, Am Her tipi değişenler olarak da ifade edilir.

Am Herculis yeni bir kataklismik değişen kategorisinin ilk yıldızı olduğundan gerek profesyonel gerekse amatör gözlemciler tarafından 1970 den bu yana çok yoğun bir şekilde gözlenmiştir.

Am Herculis'in ışık eğrisindeki değişimler uzun dönem ve kısa dönem değişimleri olmak üzere iki grupta incelenir.

Uzun dönem değişimler ise kendi içerisinde birisi yüksek diğeri alçak durum olarak isimlendirilen iki grupta ifade edilir. Yüksek durum optik dalga boyunda 12 kadir civarı parlaklıklarda değişim gösterirken alçak durum 15 kadir civarında seyreder. Bu yüksek ve alçak dönem değişimlerinin kütle aktarım miktarındaki değişimler ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Manyetik sistemlerin tümü için bu yüksek ve alçak dönemler mevcuttur. Ancak çoğu manyetik sistem için bu dönemlerin toplam sürelerinin oranı %50 civarındayken Am Herculis için bu oran %63 civarında hesaplanmıştır. Yüksek ve alçak dönemlerin oluşumunun yüksek manyetik alanın yapısına göre değişim gösterdiğini düşündürmüştür. Beyaz cücenin sahip olduğu yüksek manyetik alanın kütle akışını düzenleyici boyutta etkisinin olması yüksek ve alçak dönemlerin oluşmasının gerekçesi olarak düşünülmektedir [5]. Kısa değişimlerin bir kısmı sistemin orbital hareketi ile açıklanabilmiştir. Am Her için kısa dönem ışık değişimleri, güçlü lineer ve dairesel polarizasyon, ve periyodik açısal hız değişimleri ile orbital periyodun 3.09 saat (0.12875 gün) olduğu hesaplanmıştır [6].

3. FREKANS ANALİZ YÖNTEMLERİ

Işık eğrisi üzerinde periyod arayışı için kullanılan yöntemler bir birlerine göre çeşitli avantajları ve dezavantajları beraberinde getirir. Fourier dönüşümleri yardımı ile periyod tahmini yapılması en sık görülen ve gerçeğe en yakın tahminleri getiren yöntemdir.

Periyod tespiti için fourier yaklaşımı dışında “*non-parametric*” olarak isimlendirilen yöntemlerde mevcuttur. Bu yöntemler, fourier yaklaşımında kullanılan harmonik fonksiyonlar gibi, başlangıçta belirli bir model fonksiyona ihtiyaç duymaz.

“*non-parametric*” yöntemler olarak,

- String – Length Yöntemi [7]
- Faz Dağılım Minimizasyonu (Phase Dispersion Minimization , PDM) [8]
- Analysis of Variations(AoV) [9]
- Rayleigh and Z_n^2 Tests [10]
- Bayesian Periodicity Search [11]

sayılabilir.

String – Length yöntemi bir ışık eğrisinin sürekli olması nedeniyle faz diyagramının da sürekli olması gerekliliği ve bu sürekliliğin faz diyagramı oluşturulurken kabul edilen test periyodu ile ışık eğrisinin gerçek periyodu arasındaki farka bağlı olması prensibinden yola çıkar.

Yöntemi ilk öne süren Lafler ve Kinman 1965 yılındaki yayınında test parametresini (Θ) fazdan bağımsız olarak ifade etmiştir. Bu ifade N veri sayısı ve m_i kadir değerleri olmak üzere,

$$\Theta = \frac{\sum_i (m_i - m_{i+1})^2}{\sum_i (m_i - \bar{M})^2} , \quad (\bar{M} = \sum_i \frac{m_i}{N}) \quad (3.1)$$

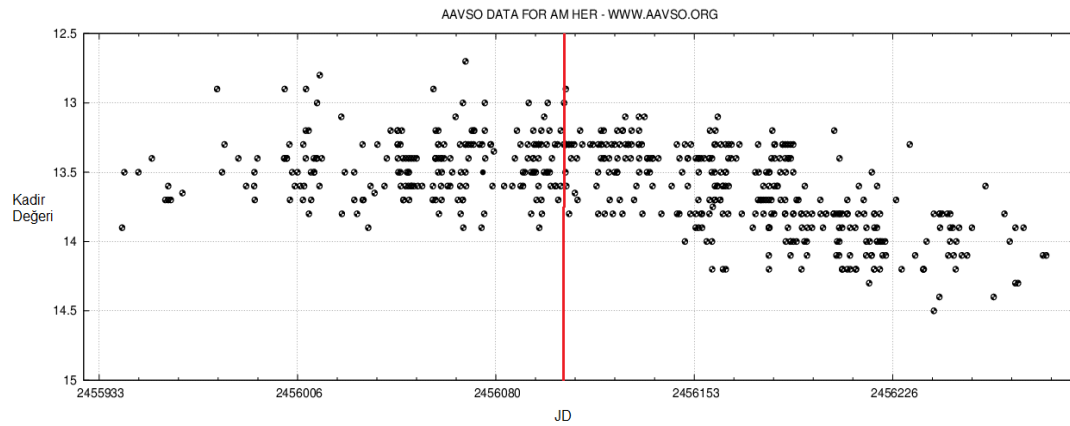
şeklindedir.

4. KULLANILAN VERİLERİN ELDESİ VE NİTELİKLERİ

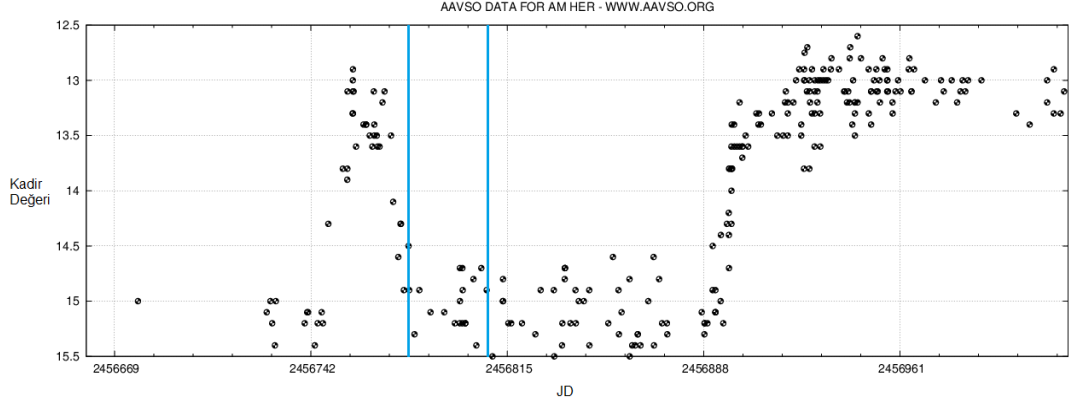
Kullanılan verilerin bir kısmı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlem Evinde bulunan İST60 teleskobu ile elde edilmiştir. Teleskobun ayna çapı 600mm, odak uzunluğu 4800 mm ve odak oranı f/8 ' dir. Görüntüler Apogee Alta U42 CCD ' si ile BVRI filtre sisteminde alınmıştır. Filtreler için poz süreleri, B Filtresi: 60 saniye, V Filtresi: 40 saniye, R Filtresi: 40 saniye ve I Filtresi: 40 saniyedir. 25 Haziran 2012 tarihinde gerçekleşen çekimlerde hava koşulları nem: %75-%66 , sıcaklık: 22-21 C°, rüzgar: 3-3 km/sn olarak kaydedilmiştir. Gözlem sonunda 23 poz farklı gerekçelerle kaldırılmıştır. 26 Haziran 2012 tarihli gözlemde hava koşulları, nem : %76-%83, rüzgar: 8-11 km/sn, sıcaklık: 22.3-20 C° şeklindedir. Bu tarihteki gözlemde 3 poz uygun görüntü elde edilemediğinden dolayı değerlendirmeye alınmamıştır. Bir önceki gün ile aynı poz süreleri kullanılmıştır.

02-24-25 ve 26 Mayıs 2014 tarihlerinde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) bulunan RTT150 teleskobu ile obje üzerinden gözlem yapılmıştır. Gözlemin yapıldığı teleskop ayna çapı 1500 mm, odak uzunluğu 3590 mm ve odak oranı f/10 'dur. Gözlem verileri filtresiz alınmıştır. Poz süresi 25 saniyedir.

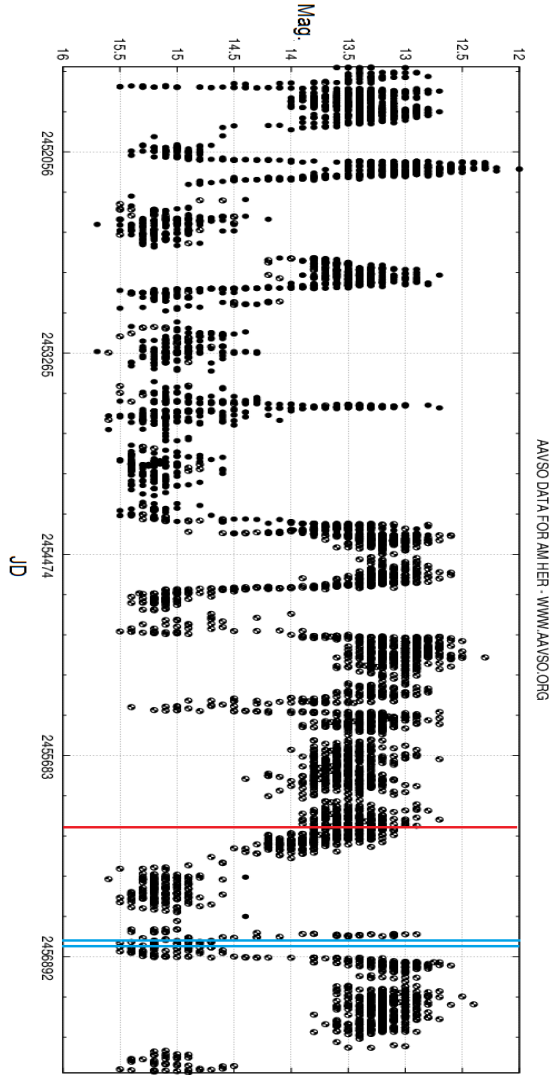
Gözlemlerin AAVSO verileri ile beraber sistemin dönemsel değişimine göre pozisyonları Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te görülebilir. Elde edilen verilerden CIST verisi AM Her'in uzun süreli yüksek durumda kaldığı döneme denk gelmektedir. TUG verileri ise çift yıldızın alçak dönemde oluşan ani bir yükselişin hemen sonrasına denk gelen tarihlerde alınmıştır.



Şekil 4.1: CIST (Çanakkale) gözlemlerinin AM Herculis Kataklistmik Değişeninin AAVSO'da 2012 yılındaki gözlemler üzerindeki konumu



Şekil 4.2: TUG gözlemlerinin AM Herculis Kataklistmik Değişeninin AAVSO'da 2014 yılındaki gözlemlerin üzerindeki konumu



Şekil 4.3: Yapılan gözlemlerin AM Herculis Kataklistmik Değişeninin AAVSO'da 2000 yılından günümüze bulunan tüm veriler üzerindeki konumu

5. STRING-LENGTH YÖNTEMİ İÇİN WEB TABANLI GELİŞTİRİLEN UYGULAMA VE PERİYOT ANALİZLERİ

Periyod tespiti için önerilen uygulamalar içinde non-parametrik yöntemler tüm verinin tek seferde incelenmesi zorunluluğunu taşımamaktadır. Bu özellik bu tarz uygulamaların düşük maliyetli sunucularda analizin parçalara ayrılarak yapılabilmesine imkan sağlamaktadır. Web tabanlı uygulamaların önemli avantajı uygulama sonuçlarının ya da verilerinin paylaşılması ve analizin tekrarlanması konusunda sağladığı kolaylıklardır.

Bu çalışma için, String-Length yöntemi web ortamında uygulanmıştır¹. Uygulama için Dworetzky'nin 1982 yılında yapmış olduğu çalışma baz alınmıştır. Algoritmanın yaptığı işlemler sırasıyla şu şekilde ifade edilebilir.

- Bir test periyodu seçilir
- Işık eğrisi üzerinde ki her verinin fazı

$$\phi_i = \frac{t_i}{P_{test}} - \text{int} \left(\frac{t_i}{P_{test}} \right) = \log_{P_{test}}(t_i) \quad (5.1)$$

kullanılarak test periyoduna göre hesaplanır

- Hesaplanan faz değerleri ve karşılık gelen ışık şiddetlerinden oluşan dizi, faz değerleri küçükten büyüye sıralanarak faz diyagramı oluşturulur.
- Faz diyagramında ışık şiddeti ifadeleri (m_i),

$$m'_i = \frac{(m_i - m_{min})}{2(m_{max} - m_{min}) - 0.25} \quad (5.2)$$

ile düzenlenir [12].

- Düzenlenmiş faz diyagramlarının çizgi uzunlukları,

$$\theta = \sum_{i=1}^{n-1} [(m_i - m_{i+1})^2 + (\phi_i - \phi_{i+1})^2]^{1/2} \quad (5.3)$$

ile hesaplanır ve test periyodu için kaydedilir [12].

¹ Uygulama Adresi : <http://www.orakoglu.net/xdr/amher> (13.10.2016)

- Yeni bir test periyodu seçilerek aynı işlem tekrarlanır.

Tüm test periyodları için bu işlem tamamlandığında çizgi uzunluk toplamları ve periyodları içeren dizi grafiğe dönüştürülerek görüntülenir.

Test periyodları, analizi yapacak olan kullanıcıya yöneltilen hangi periyodlar arasında seçileceği ve bu aralıkta kaç test periyodu kullanılmak istendiği sorularıyla belirlenir. Elde edilen grafikte gerçek periyodun kırılma noktalarından birine yakın olması beklenir. Uygulama “<http://www.orakoglu.net/xdr/amher>” web adresinden erişilebilmektedir.

5.1. Test Verileri ile Algoritmanın İncelenmesi

Gerçek periyodun kırılma noktasına olan yakınlığının ve test periyodu grafiklerinin hangi durumlarda ne şekilde davranabileceği durumlarını gözleyebilmek için bilinen bir periyoda sahip harmonik bir fonksiyonun üzerinde algoritmanın uygulaması yapılmıştır.

Bu uygulamada kullanılan harmonik fonksiyon ,

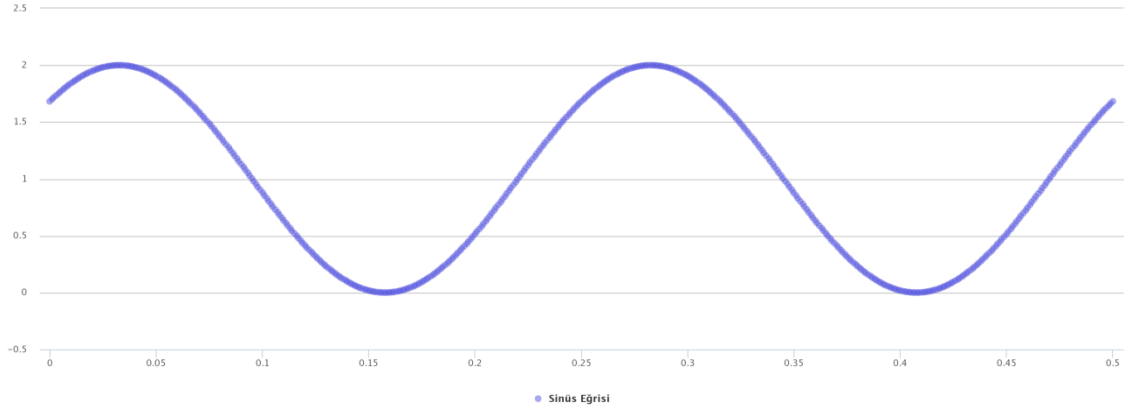
$$m_i = \sin \left(\left(\left(2\pi * \left(\frac{ar*i}{N} \right) \right) / P_{gerçek} \right) + 0.75 \right) + (1/rnd) , i : [0,N] \quad (5.4)$$

olarak seçilmiştir.

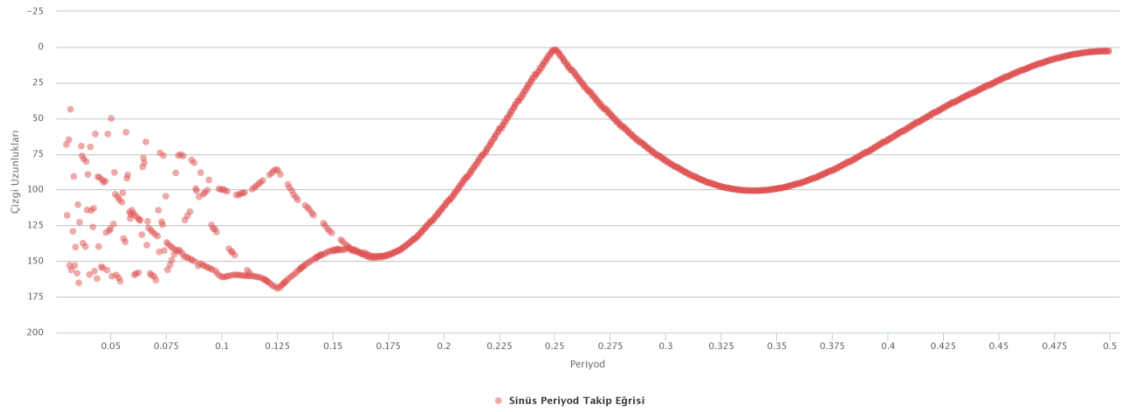
Buradan elde edilecek olan, (ışık şiddeti , zaman) bileşenlerine sahip ışık eğrisini temsilen $(m_i , \left(\frac{ar*i}{N} \right)_i)$ grafiğidir. Burada ar ışık eğrisinde zaman bileşenin aralığını, N toplam veri sayısını, $P_{gerçek}$ eğrinin gerçek periyodunu ifade eder. Bir ışık eğrisindeki ışık şiddeti verilerinin tümüyle doğru olarak elde edilmesi söz konusu olamaz. Bir ışık eğrisinde oluşabilecek gürültüleri temsil etmesi açısından rnd değişkeni her veride belirtilen bir aralıkta gelişi güzel değişimi sağlamaktadır. rnd değişkeni için php dilinin $rand()$ [<http://php.net/manual/tr/function.rand.php>] fonksiyonu kullanılmıştır.

ar değeri aynı zamanda bir ışık eğrisinin gözlem süresi olarak ifade edilebilir. Burada taklit edilmek istenen öncelikli veri tipi tek gecelik yapılmış olan bir gözlemdir. Bu nedenle yapılan denemelerde veri aralıkları eşit alınmıştır. Her zaman için veri aralığı ve periyod $ar > P_{gerçek}$ olacak şekilde seçilmelidir. Tersine bir durumda periyodun tespiti söz konusu olamaz.

$ar = 0.5$ ve $P_{gerçek} = 0.25$ olmak üzere bir deneme yapılırsa elde edeceğimiz sonuç Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'deki gibidir.



Şekil 5.1: Test ışık eğrisi ($ar = 0.5$, $P_{gerçek} = 0.25$)



Şekil 5.2: Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.25$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{son}=0.5$, $N=500$, $N_{periyodTest}=1000$)

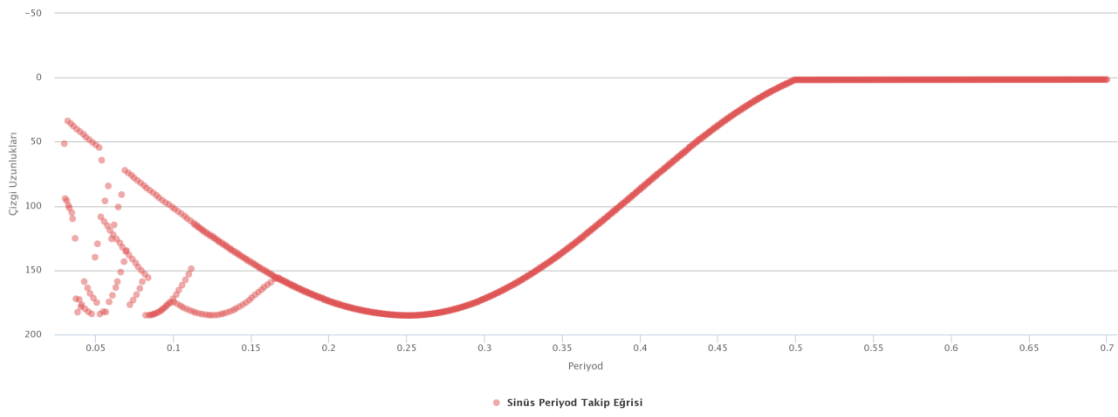
Yukarıdaki deneme de $N=500$ test periyodu sayısı ise $N_{periyodTest} = 1000$ ' dir. Test periyodları 0.03 ve 0.5 aralığında seçilmiştir.

Şekil 5.2'de görüldüğü üzere 0.25 gerçek periyodu ile oluşturulan harmonik fonksiyonun çizgi uzunluğu grafiğinde 0.24996 periyodunda minimum değer gözlenmektedir. Bunun dışında Şekil 5.2 ' de 0.125 civarına kadar ciddi bir dağınıklık, yine 0.15 civarında ufak bir kesme noktası ve 0.5'e doğru bir yükselme görülmektedir. Grafiğin bu davranışları tüm denemelerde karakteristik bir nitelik göstermiştir.

Şekil 5.2'de yüksek periyodlarda çizgi uzunluklarının düştüğü görülebilir. Bu durum için, "periyod, ar değerine yaklaştığında çizgi uzunluğu değerleri düşer" ifadesi kullanılarak bir genelleme yapılabilir. Seçilen periyod gerçek periyoda yaklaştıkça faz diyagramlarının değerleri birbirine yaklaşmakta ve uzaklaştıkça da uzaklaşmaktadır.

Ancak periyod verinin maksimum süresine yaklaştığı ya da geçtiği durumlarda faz değerleri hesaplanan veriler, faz diyagramındaki sapmaya sebep olacak aynı periyoda sahip ikinci faz değerlerine ulaşamayacaklardır. Bu sayede bu periyodlardaki faz diyagramları harmonik fonksiyonun birebir süreklilik haline sahip olacaktır. Bu nedenle ar değeri gerçek periyoda çok yakın olursa gerçek periyodun tespiti zorlaşabilir.

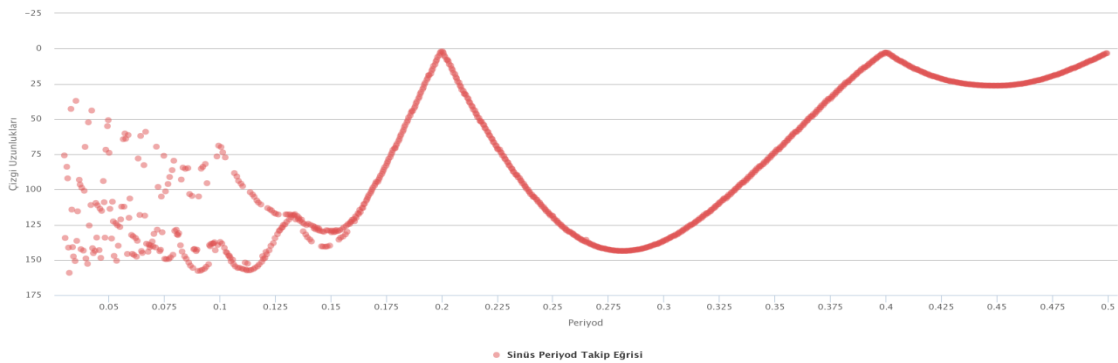
Bu iki uç nokta aranmak istenen periyod aralığının ne şekilde seçilmesi gerektiği konusunda bize bilgi verir. Eğer seçilen periyod aralığı maksimum değeri gözlem süresinin üzerine çıkar ise Şekil 5.3'teki gibi bir durum oluşur ve periyod tespit edilemez.



Şekil 5.3: Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.6$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=0.7$, $N=500$, $N_{periyodTest}=1000$)

Yine Şekil 5.3'te görüldüğü gibi periyod $ar = 0.5$ değerini aştıktan sonra tüm periyodlarda faz diyagramları sabit ve minimum bir çizgi uzunluğu değerinde hareket etmektedir. Bu durumda aranan periyod için sadece -var ise- 0.5 değerinden büyük olduğu sonucu çıkartılabilir.

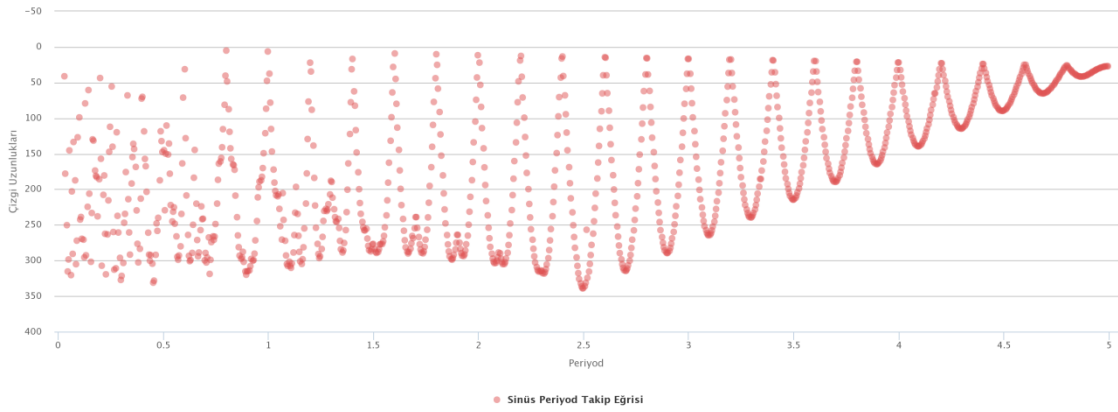
Şekil 5.4'de $P_{gerçek} < (ar/2)$ durumunda ne şekilde davrandığı görülebilir. Bu durumda 0.2 verilen gerçek periyod değeri 0.4 periyodunda da minimum verecektir.



Şekil 5.4: Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.2$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=0.5$, $N=500$, $N_{periyodTest}=1000$)

Şekil 5.4'te görülen durumda $P_{gerçek} = (ar/n)$ olduğu sürece n adet minimum değer gözlenmesi beklenir ve minimumlar arası uzaklık gerçek periyod kadar olacaktır. Dikkat edilirse 0.2 minimumu ile 0.4 minimumu arasında ki maksimum değer 0.3 civarında beklenirken 0.28 civarına kaymıştır.

Şekil 5.5'te ar değerinin gerçek periyoddan çok daha büyük olduğu bir durum görülmektedir. Bu durumda test periyodları ar yaklaştıkça minimumlar arası maksimum değerlerin sürekli olarak düştüğü ve test periyod artışıyla beraber maksimum değerlerin beklenen değerler olan minimum ortalarından sapmalarının azaldığı görülmektedir. Gerçek periyodun bulunduğu bölgede net bir minimum gözleyemememize rağmen minimumlar arası uzaklıklar gerçek periyodu göstermektedir.



Şekil 5.5: Test çizgi uzunluğu grafiği ($ar=5$, $P_{gerçek}=0.2$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{Son}=5$, $N=1000$, $N_{periyodTest}=1000$)

Işık eğrileri ideal birer harmonik fonksiyon değildir. Alınan ışık şiddeti değerleri her ne kadar alınan görüntülerde indirgemelere gidilmiş olsa da sapmalar gösterecektir. Ayrıca edinilen görüntülerin zaman aralıkları çekim esnasında yaşanabilecek sıkıntılar ya da farklı ışık eğrilerinin derlemeleri yapılacak olduğunda eşit olmayabilir. Bu nedenle ışık eğrilerinde ışık şiddetinde sapmalar ve çekim zaman aralıklarının düzensiz olması durumları eğrinin tam bir harmonik fonksiyon olmasını engeller.

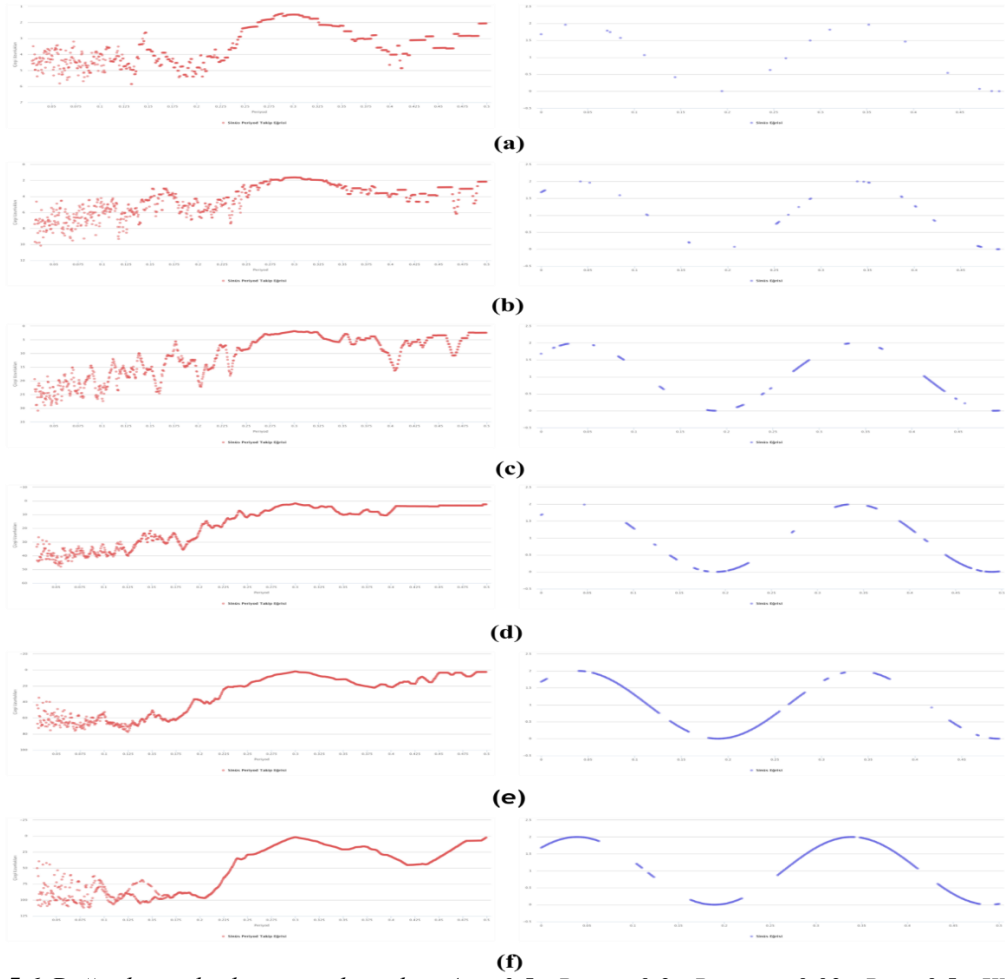
Düzensiz zaman aralıklarında bu yöntemin ne şekilde davranabileceğini incelemek için oluşturulan harmonik eğride kesmeler yapacak bir ekleme yapılmıştır. Bu eklem "Kesim Dağılım Olasılığı" ve "Kesim Miktarı" olacak şekilde iki parametreden oluşur. "Kesim Dağılım Olasılığı" her tek veri üretilirken o veriden başlayacak bir kesim olup

olamayacağı olasılığını ifade eder. “Kesim Miktarı” ise eğer bir veriden kesme olacak ise bu kesmenin maksimum kaç veriden oluşacağını gösterir.

Kesim dağılımını yüksek ve kesim miktarının düşük olması grafikte ağırlıklı olarak zaman aralıklarını genişletecek bir etkiye sebep olacaktır. Zaman aralıkları neredeyse eşit aralıklarla değişeceğinden periyod tespit eğrisinde çok büyük değişimler görülmez. Kesim miktarı ve kesim dağılımının düşük olduğu durumlarda ise verideki değişim minimumdur.

Veriyi periyod tespiti için en zor hale getirebilecek durum kesim miktarının yüksek ve kesim oranının veriyi en dengesiz dağıtacak şekilde seçilmesi ile mümkün olabilir. Tespit için zor olan diğer bir durum kesim miktarının ve dağılımın yüksek olması ile işlenen veri sayısının düşmesidir.

Şekil 5.6’da kesme miktarı (KM) sabit iken kesme olasılığının (KO) düşürüldüğünde ne şekilde değişebileceği görülmektedir. Bu grafikten veri sayısının düşük olması ve veri dağılımının dengesiz olması gerçek periyodun olduğu bölgede halen minimum vermesine rağmen periyodun olduğu noktadaki eğimin düşebileceği görülmektedir.



Şekil 5.6: Dağınık verilerde periyod testleri ($ar=0.5$, $P_{gerçek}=0.3$, $P_{başlangıç}=0.03$, $P_{son}=0.5$, $KM=50$, $N_{periyodTest} = 1000$, (a) $N=18$, $KO=1/1$ (b) $N=39$, $KO=1/2$ (c) $N=111$, $KO=1/5$ (d) $N=168$, $KO=1/10$ (e) $N=289$, $KO=1/20$ (f) $N=305$, $KO=1/30$)

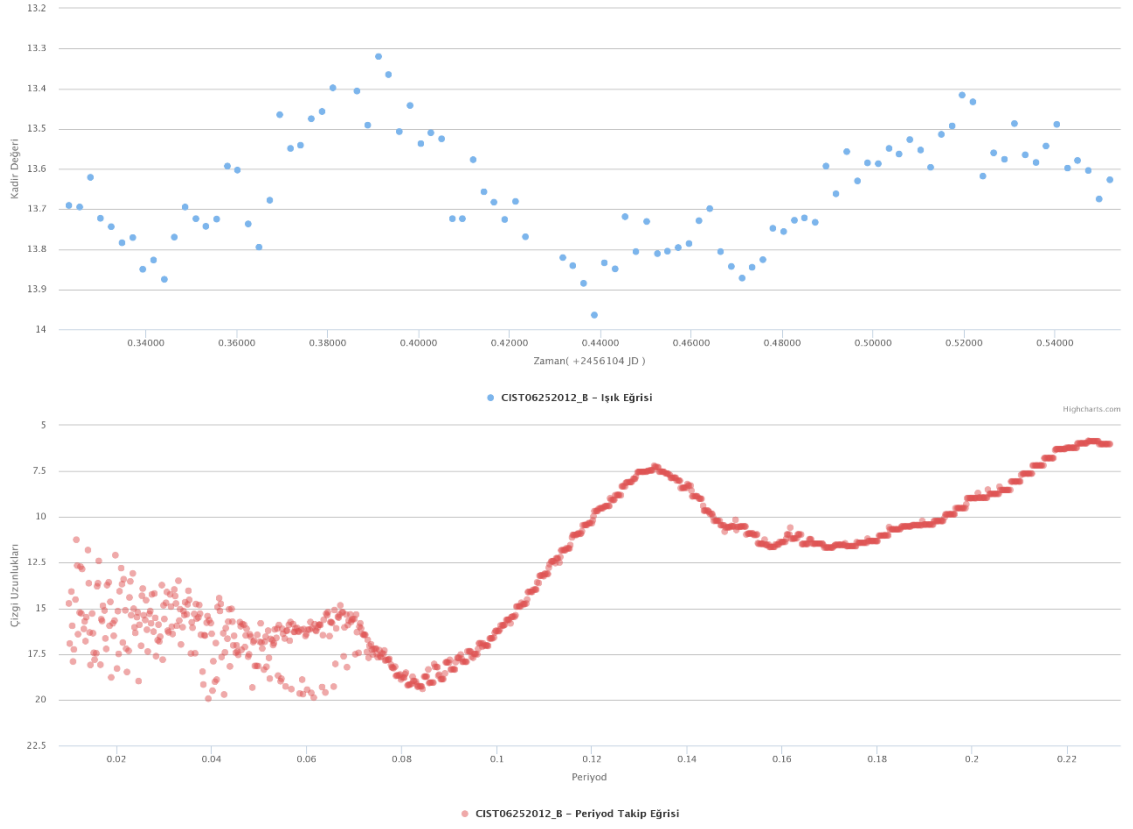
5.2. Algoritmanın Gerçek Am Herculis Verilerine Uygulanması

Tablo 5.1'deki gözlemler sonucu elde edilen veriler yukarıda belirtilen algoritma ile işlendiğinde 1985 yılında Hoffmeister'ın yapmış olduğu çalışmada Am Her için belirttiği ~ 3.09 saatlik (~ 0.12875 gün) orbital periyoda yakın sonuçlar alınması beklenmektedir. 02.05.2014 ve 24.05.2014 TUG verilerinin süreleri tahmin edilen periyoddan çok düşük olmalarından dolayı, bu verilerle elde edilecek periyod grafiklerinde herhangi bir pik beklenmemektedir. Aynı zamanda 27.05.2014 TUG verilerinin 0.131 günlük gözlem aralığı tahmin edilen periyodun çok yakınında olduğundan bu veriler ile de orbital periyodun tespiti için uygun sonuç almak mümkün olmayabilir.

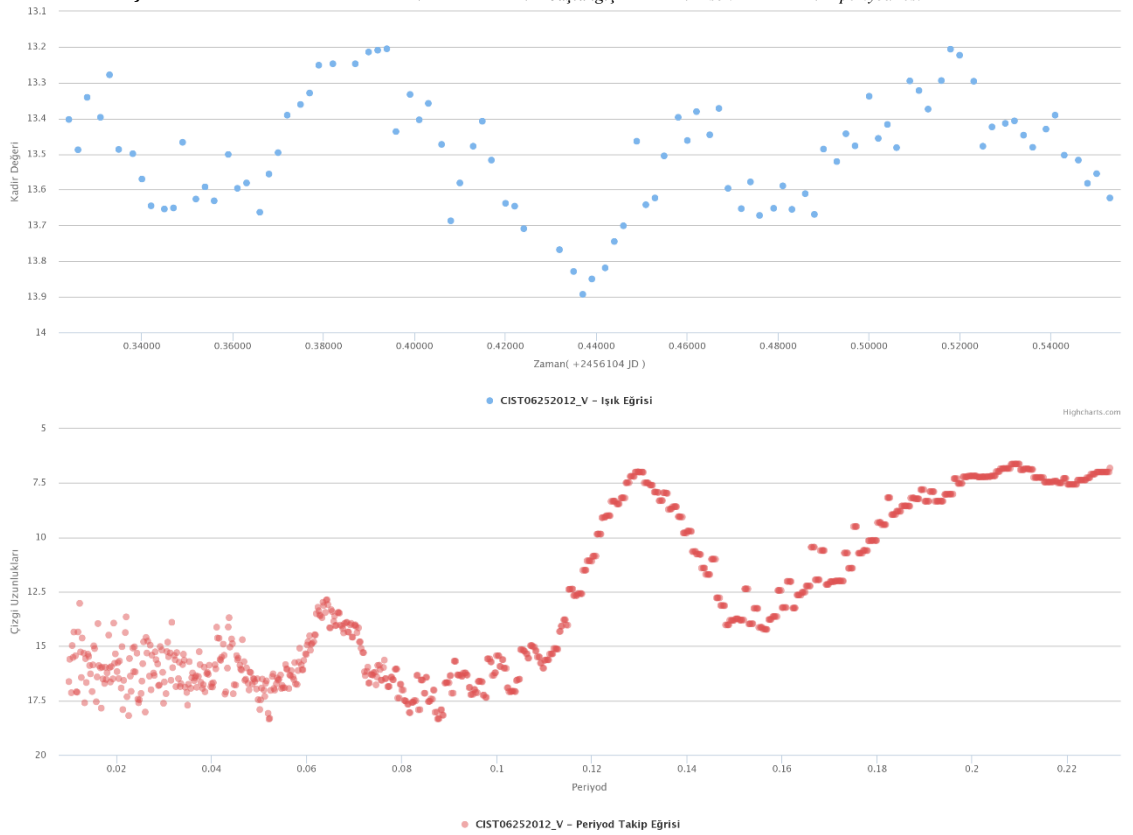
Tablo 5.1: *Am Herculis için yapılan gözlemler.*

Adı	Başlangıç Tarih/Saati	Bitiş Tarih/Saati	Aralık	Veri Sayısı	Min./Max Kadir Değerleri	Bant
TUG	02.05.2014 , 03:31:21 [JD:2456779.51495347]	02.05.2014 , 05:59:15 [JD:2456779.59444336]	0.079 Gün	284	Min:13.651 Max:14.767	Filtresiz
TUG	24.05.2014 , 00:00:02 [JD:2456801.40211678]	24.05.2014 , 02:19:14 [JD:2456801.46828414]	0,066 Gün	174	Min:14.312 Max:15.03	Filtresiz
TUG	25.05.2014 , 21:09:50 [JD:2456803.28482974]	26.05.2014 , 01:35:32 [JD:2456803.43930076]	0.154 Gün	509	Min:13.384 Max:14.822	Filtresiz
TUG	26.05.2014 , 22:10:42 [JD:2456804.32095937]	27.05.2014 , 01:41:51 [JD:2456804.45256840]	0.131 Gün	309	Min:14.011 Max:14.873	Filtresiz
CIST	25.06.2012 , 22:13:45 [JD:2456104.32306713]	26.06.2012 , 04:04:15 [JD:2456104.55214120]	0.229 Gün	96	Min:13.320 Max:13.964	B
CIST	25.06.2012 , 22:33:46 [JD:2456104.32400000]	26.06.2012 , 04:19:16 [JD:2456104.55300000]	0.229 Gün	96	Min:13.205 Max:13.893	V
CIST	25.06.2012 , 22:00:48 [JD:2456104.32500000]	26.06.2012 , 04:45:17 [JD:2456104.55400000]	0.229 Gün	96	Min:12.036 Max:12.994	I
CIST	25.06.2012 , 22:56:46 [JD:2456104.32427000]	26.06.2012 , 04:48:16 [JD:2456104.55334000]	0.229 Gün	96	Min:12.655 Max:13.600	R
CIST	26.06.2012 , 22:52:50 [JD:2456105.32700000]	27.06.2012 , 04:12:19 [JD:2456105.55500000]	0,228 Gün	80	Min:12.900 Max:13.429	B
CIST	26.06.2012 , 22:14:51 [JD:2456105.32725694]	27.06.2012 , 04:40:16 [JD:2456105.55325231]	0.226 Gün	79	Min:13.175 Max:13.948	V
CIST	26.06.2012 , 22:58:52 [JD:2456105.32846064]	27.06.2012 , 04:24:18 [JD:2456105.55445601]	0.226 Gün	79	Min:12.782 Max:13.788	I
CIST	26.06.2012 , 22:06:52 [JD:2456105.32785879]	27.06.2012 , 04:32:17 [JD:2456105.55385416]	0.226 Gün	79	Min:13.011 Max:14.019	R

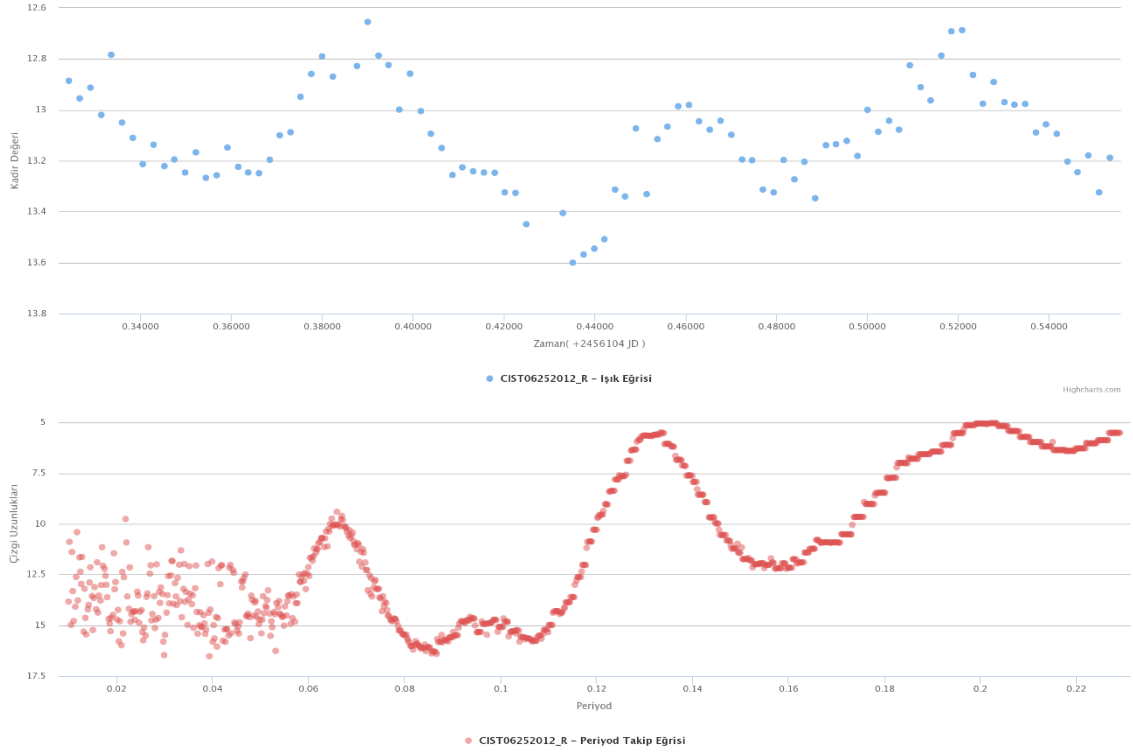
Şekil 5.7 ‘den 5.14’e kadar olan grafiklerde bütün gözlemlerin ışık eğrileri ve çizgi uzunluk grafikleri görülebilir.



Şekil 5.7: CIST-25.06.2012, B Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.229, N_{periyodTest} = 1000$



Şekil 5.8: CIST-25.06.2012, V Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.229, N_{periyodTest} = 1000$



Şekil 5.9: CIST-25.06.2012, R Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.229, N_{periyodTesti} = 1000$



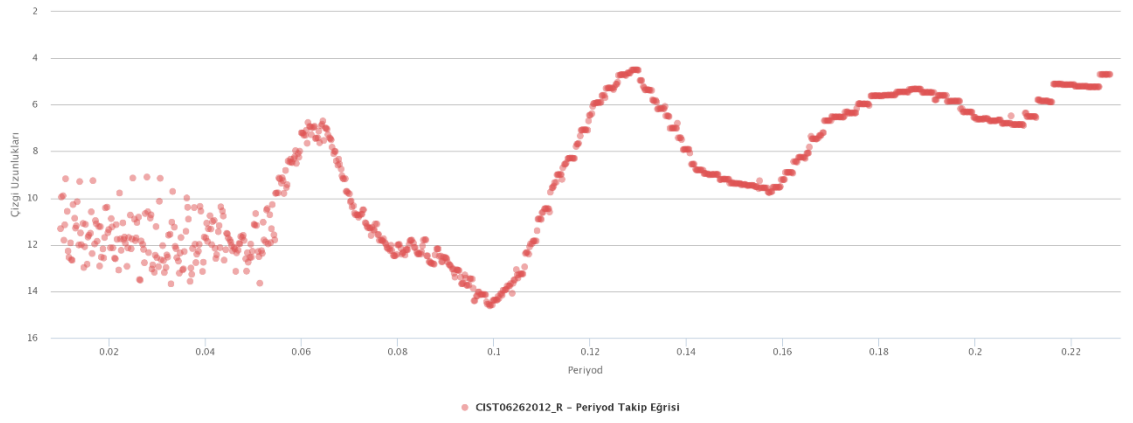
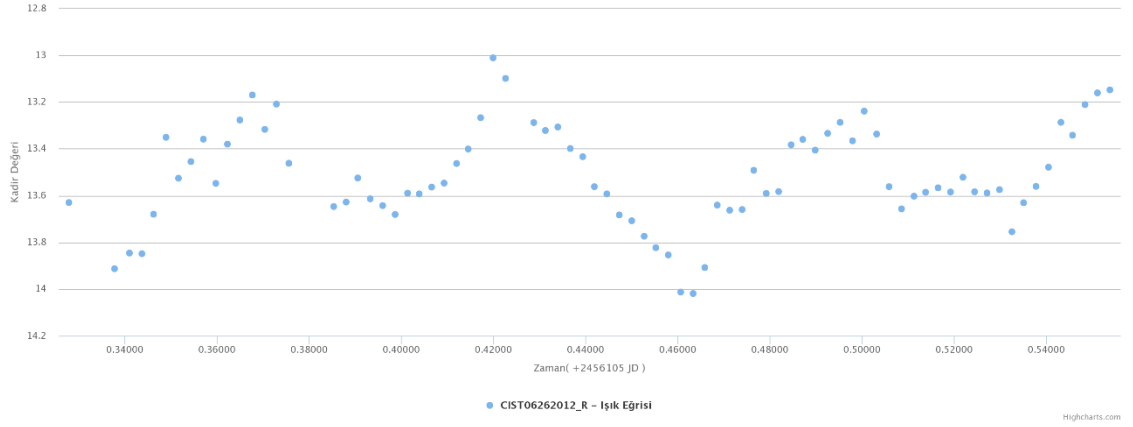
Şekil 5.10: CIST-25.06.2012, I Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.229, N_{periyodTesti} = 1000$



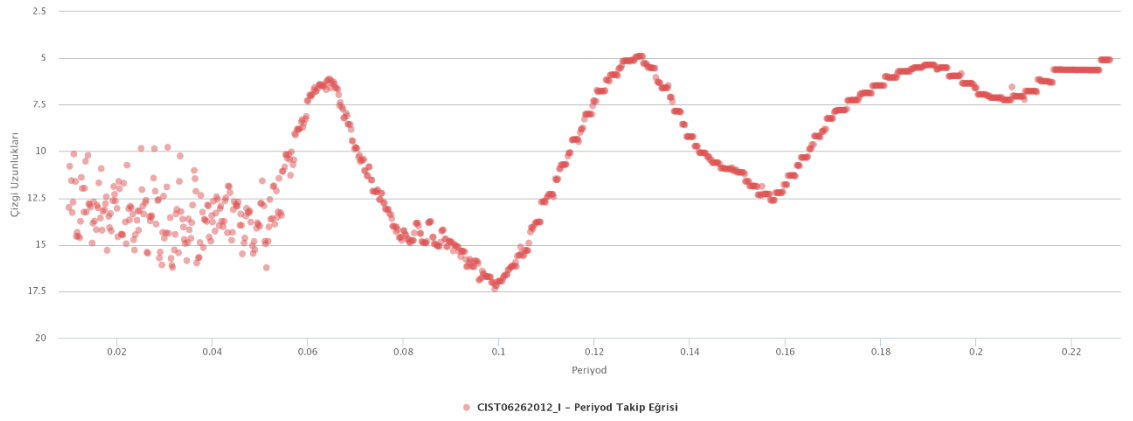
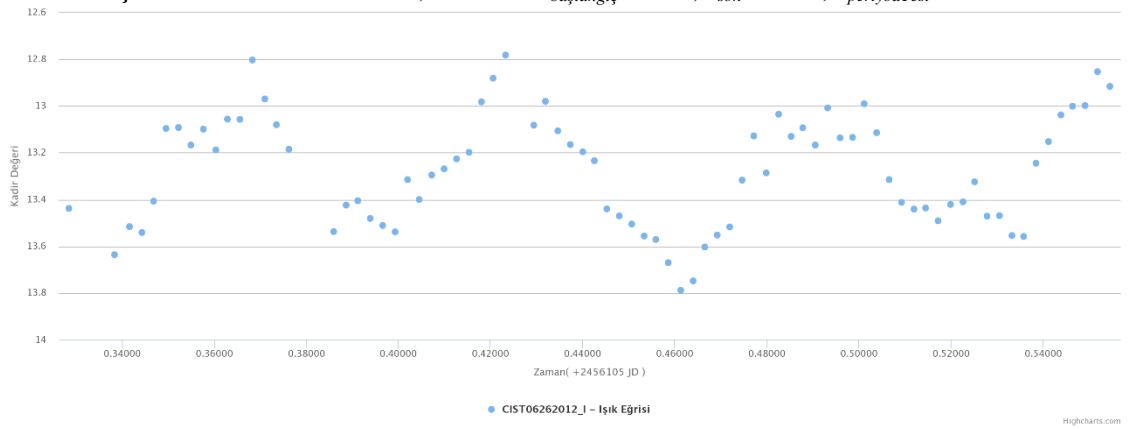
Şekil 5.11: CIST-26.06.2012,B Filtresi, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.228$, $N_{periyodTest} = 1000$



Şekil 5.12: CIST-26.06.2012,V Filtresi $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.228$, $N_{periyodTest} = 1000$



Şekil 5.13: CIST-26.06.2012,R Filtresi $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.228, N_{periyodTest} = 1000$



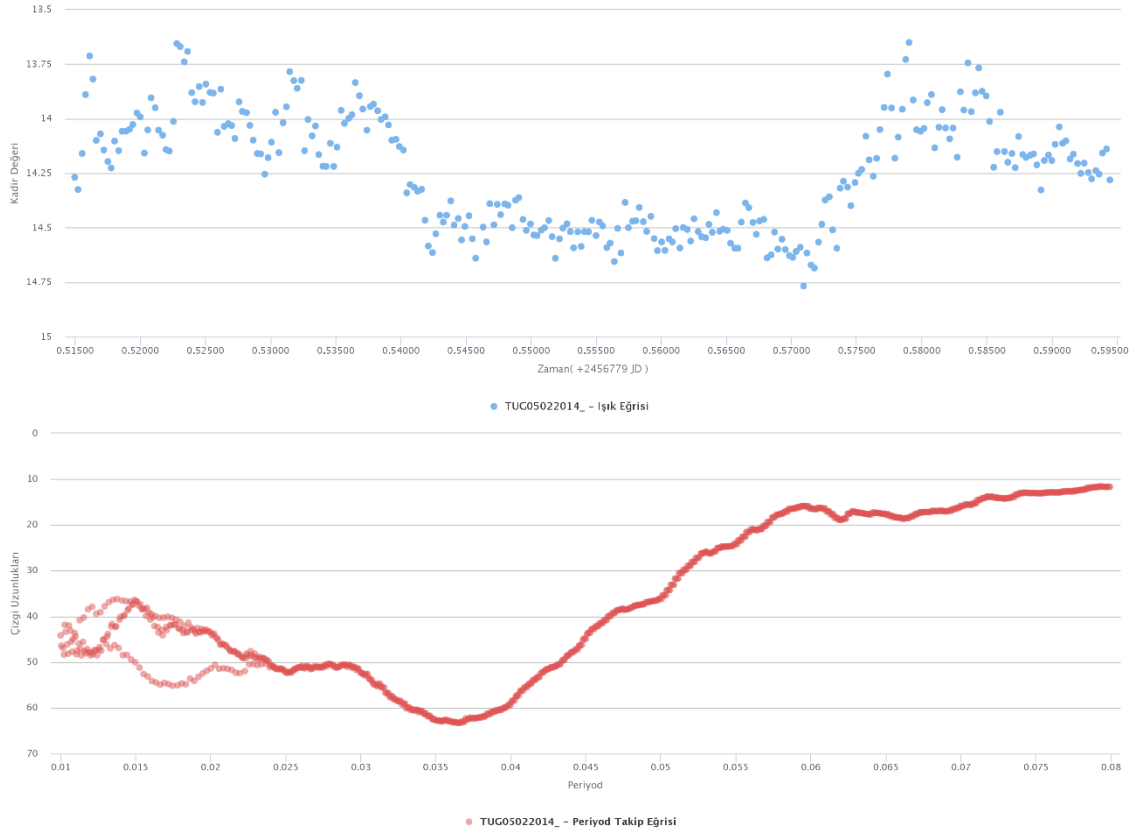
Şekil 5.14: CIST-26.06.2012,I Filtresi $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.228, N_{periyodTest} = 1000$

Tablo 5.2’de görüldüğü üzere 25-26 Haziran 2012 gözlemlerinin değerleri B filtreleri haricinde yaklaşık bir birlerinin katları halinde giden üç farklı pik barındırmaktadır.

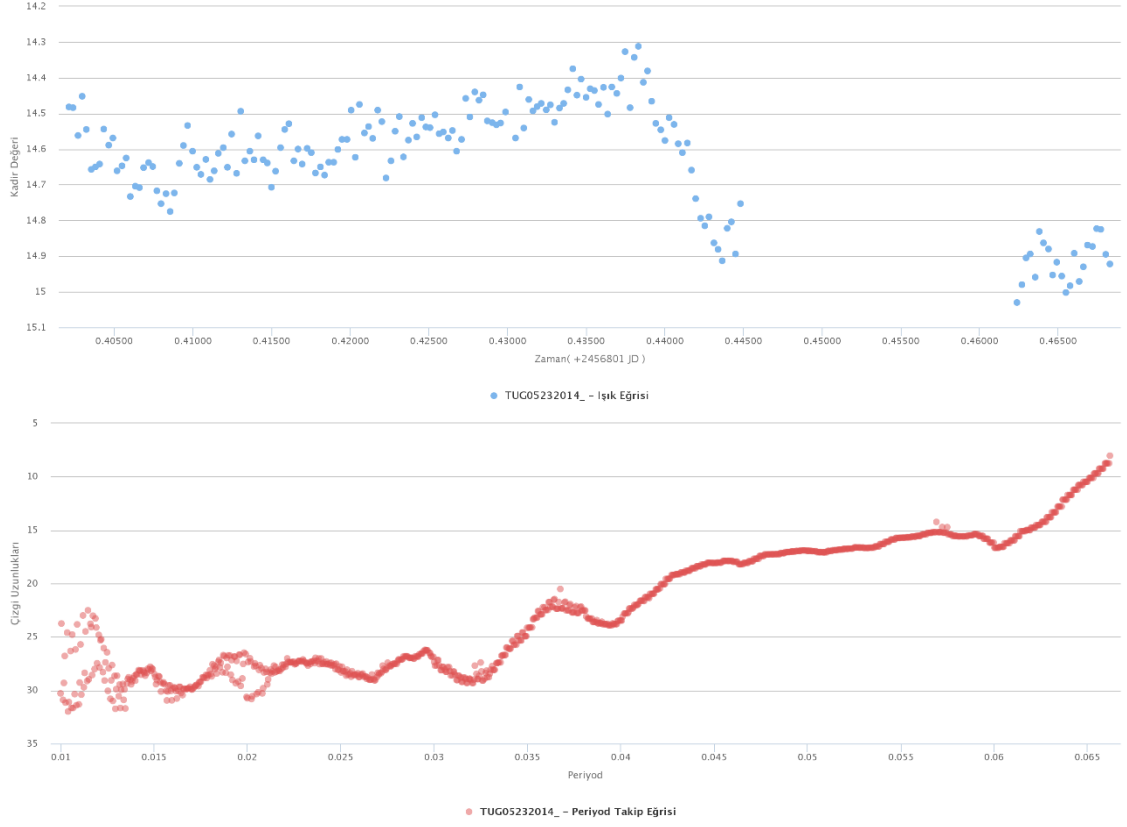
Tablo 5.2: Çanakkale 2012, 25-26 Haziran gözlemleri, minimum çizgi uzunluk periyodları.

Gözlem	Filtre	Kayda Değer Görülen Periyod (1)	Kayda Değer Görülen Periyod (2)	Kayda Değer Görülen Periyod (3)
CIST25.06.2012	B filtresi	0.06712 gün	0.13349 gün	-
CIST25.06.2012	V filtresi	0.06418 gün	0.12991 gün	0.2089 gün
CIST25.06.2012	R filtresi	0.06691 gün	0.13075 gün	0.2011 gün
CIST25.06.2012	I filtresi	0.06481 gün	0.12949 gün	0.1971 gün
CIST26.06.2012	B filtresi	-	0.13138 gün	-
CIST26.06.2012	V filtresi	0.06240 gün	0.12859 gün	0.2179 gün
CIST26.06.2012	R filtresi	0.06335 gün	0.12949 gün	0.1888 gün
CIST26.06.2012	I filtresi	0.06426 gün	0.12970 gün	0.1915 gün

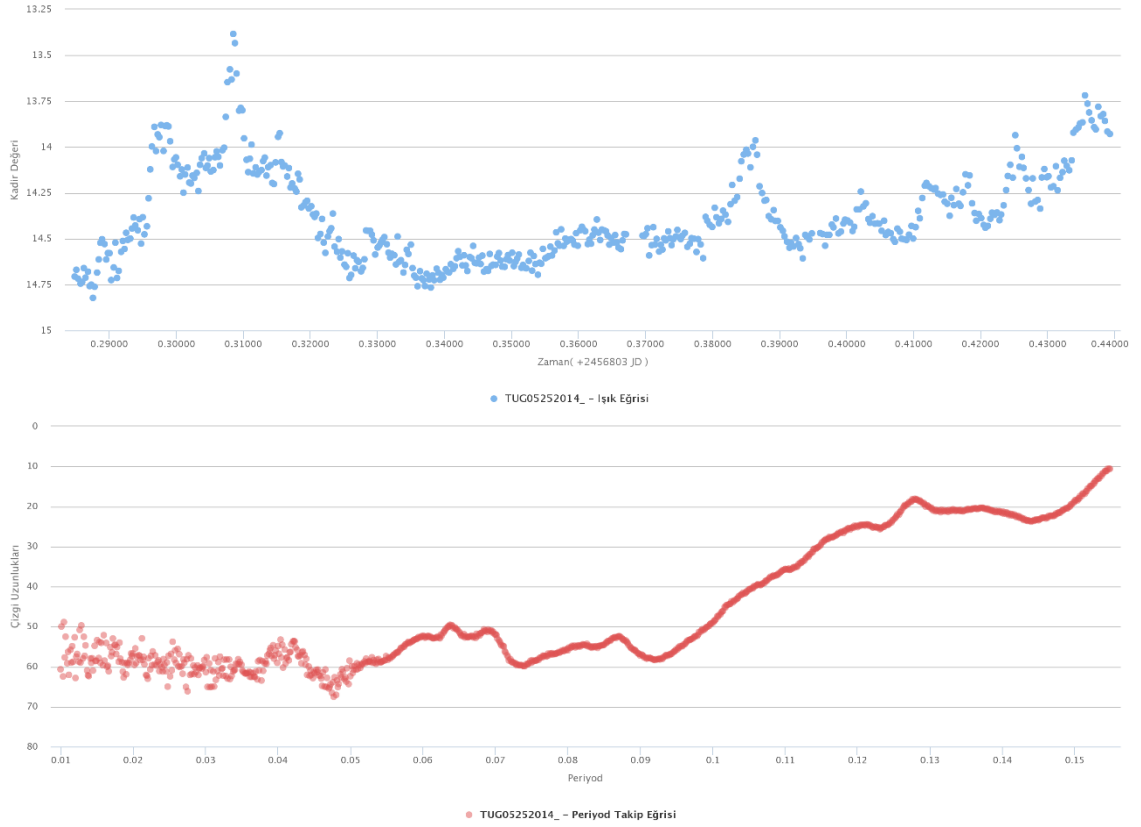
Şekil 5.15, 5.16, 5.17 ve 5.18 ‘de TUG gözlemlerinin ışık eğrileri ve çizgi uzunluk grafikleri bulunmaktadır.



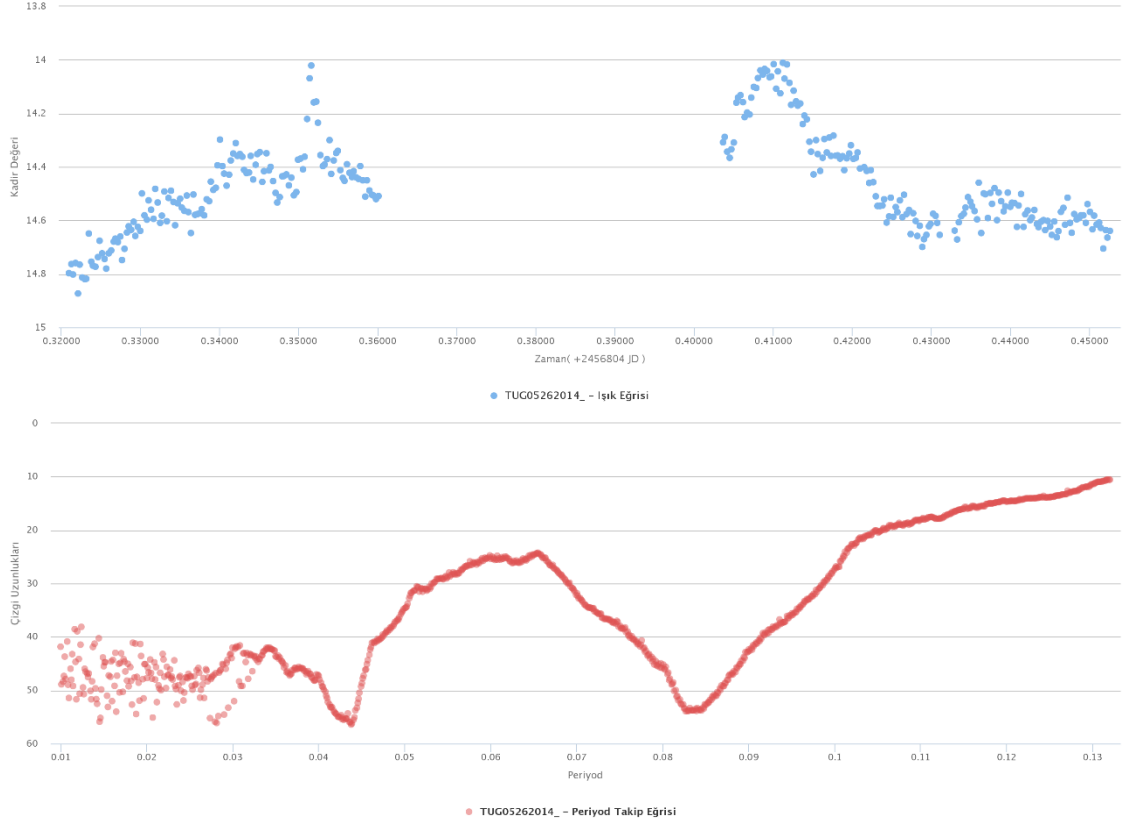
Şekil 5.15: TUG-02.05.2014, Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.08, N_{periyodTest} = 1000$



Şekil 5.16: TUG-23.05.2014, Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.662, N_{periyodTest} = 1000$



Şekil 5.17: TUG-25.05.2014, Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01, P_{son} = 0.155, N_{periyodTest} = 1000$



Şekil 5.18: TUG-26.05.2014, Filtresiz $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.132$, $N_{periyodTest} = 1000$

Tablo 5.3'te Ulusal Gözlem Evinden alınan verilerin minimum çizgi uzunluklarda elde edilen periyod değerleri verilmiştir.

Tablo 5.3'te (*) ile ifade edilen değer grafik üzerinde belirgin bir biçimde kendini göstermese de aynı periyod civarında diğer grafiklerde de benzer bir kesme noktası bulunduğundan anlamlı görülmüştür.

Tablo 5.3: Ulusal Gözlem Evi 2014, 02-23-25-26 Mayıs gözlemleri, minimum çizgi uzunluk periyodları.

Gözlem	Filtre	Kayda Değer Görülen Periyod (1)	Kayda Değer Görülen Periyod (2)
TUG02.05.2014	Filtresiz	0.05933 gün	-
TUG23.05.2014	Filtresiz	-	-
TUG25.05.2014	Filtresiz	(*)0.06384 gün	0.12785 gün
TUG26.05.2014	Filtresiz	0.06523 gün	-

6. ÇEŞİTLİ AAVSO VERİLERİ İLE YAPILAN PERİYOT ANALİZLERİ

AAVSO (American Association of Variable Star Observers –Amerika Değişen Yıldız Gözlemcileri Topluluğu) çeşitli profesyonel ve amatör gözlemcilerin verilerini yayınladığı ve sürekli büyüyen veri bankası ile profesyonel anlamda çalışma yürüten bir çok araştırmacıya kaynak oluşturmaktadır.

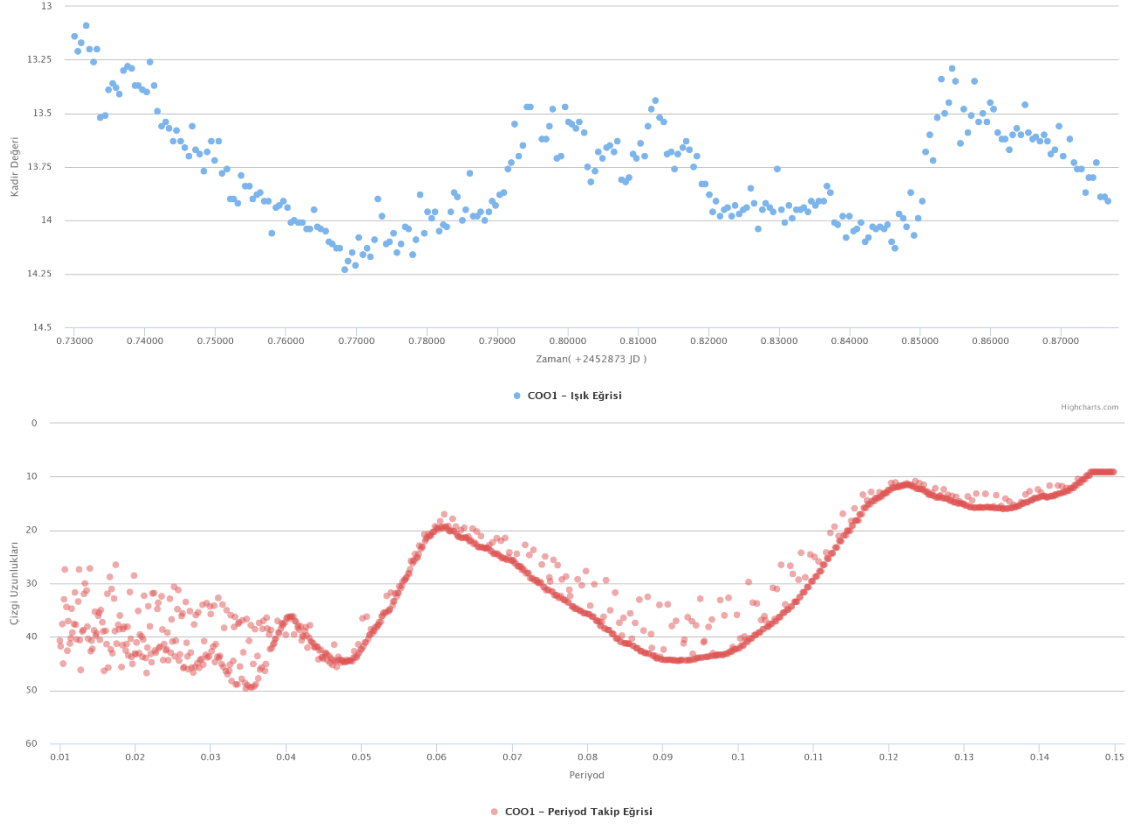
1970’lerden bu yana Am Herculis için yapılmış bir çok gözlem verisini bulmak mümkündür. Gözlemler AAVSO veri tabanında gözlemi yapan kişiye ait takma isim ile sınıflandırılmıştır. Gözlem verilerinin bir kısmı çok geniş zaman aralıklarında seyrek veriler şeklinde bulunmakta bir kısmı ise günlük ya da saatlik zaman dilimlerinde daha sık aralıklarla bulunmaktadır.

Algoritmayı uygulamak için kısa zaman aralığında düşük poz süreleriyle yapılmış gözlemler seçilmiştir.[13] Veriler gözlemci isimleri ile ve aynı gözlemciye ait birden fazla veri var ise isimlerinin ardına eklenen sıra numaraları ile Tablo 7.1’de belirtilmiştir. Belirtilen filtrelerden “CR” ve “CV” terimleri verilerin, filtresiz alınan görüntülerin sırasıyla R ve V bantlarına indirilmesi ile elde edildiğini ifade eder.

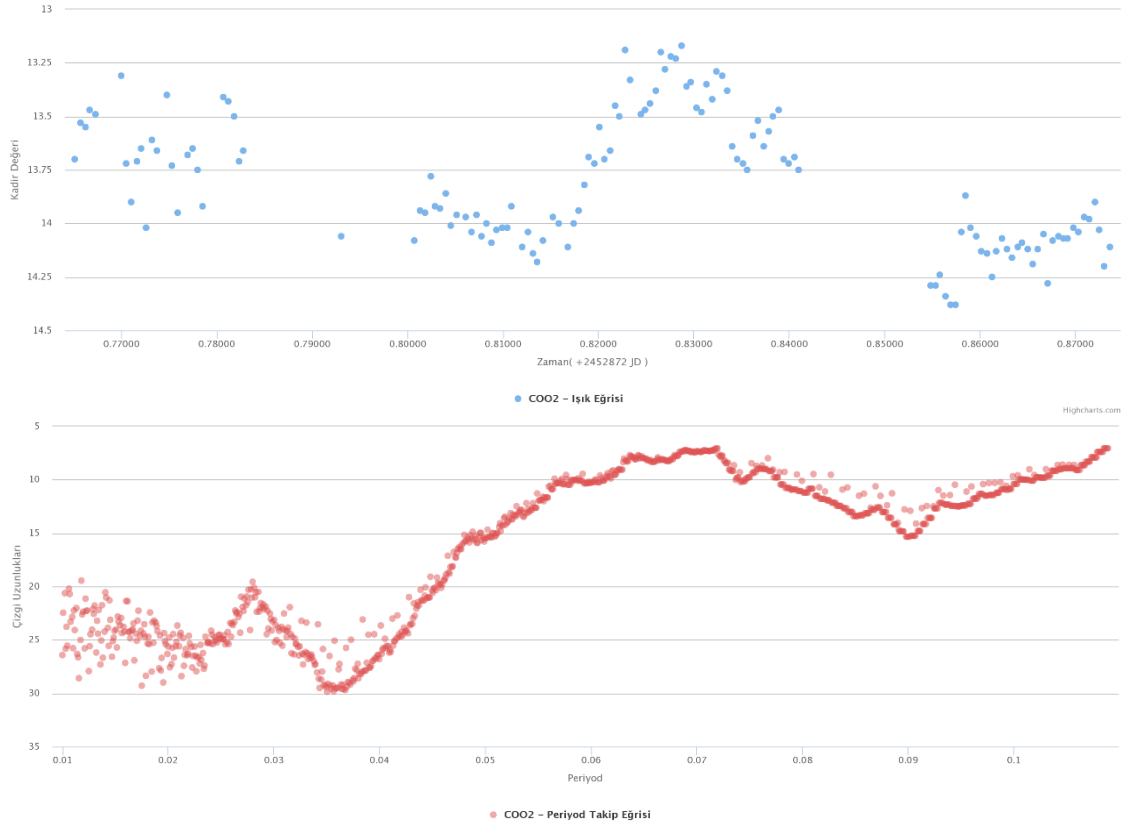
Tablo 6.1: Am Herculis için alınmış olan AAVSO ' da yayınlanmış gözlemler.

Gözlemci	Başlangıç Tarih/Saati	Bitiş Tarih/Saati	Veri Aralığı	Veri Sayısı	Min./Max Kadir Değ.	Bant
COO1	22.08.2003 , 08:11:31 [JD:2452873.73000000]	22.08.2003 , 12:26:02 [JD:2452873.87670000]	0.147 Gün	270	Min:13.090 Max:14.230	N/A
COO2	21.08.2003 , 09:44:21 [JD:2452872.76510000]	21.08.2003 , 11:59:57 [JD:2452872.87360000]	0,109 Gün	133	Min:13.170 Max:14.380	N/A
COO3	23.08.2003 , 08:48:36 [JD:2452874.73390000]	23.08.2003 , 12:17:00 [JD:2452874.87520000]	0.141 Gün	260	Min:13.160 Max:14.350	N/A
COO4	24.08.2003 , 09:25:00 [JD:2452875.75030000]	24.08.2003 , 12:09:02 [JD:2452875.87650000]	0.127 Gün	221	Min:13.470 Max:14.550	N/A
AFSA	13.06.2012 , 01:24:29 [JD:2456091.43709000]	13.06.2012 , 04:51:38 [JD:2456091.56865000]	0.132 Gün	141	Min:13.106 Max:13.899	CR
AFSA1	07.06.2012 , 00:53:47 [JD:2456085.48826000]	07.06.2012 , 03:05:59 [JD:2456085.54104000]	0.133 Gün	142	Min:13.024 Max:13.874	CR
OAR	10.09.2003 , 23:07:22 [JD:2452893.34870000]	11.09.2003 , 02:35:44 [JD:2452893.48930000]	0.141 Gün	167	Min:14.089 Max:15.130	R
SDB	19.08.2003 , 04:21:20 [JD:2452870.55580000]	19.08.2003 , 08:38:14 [JD:2452870.71850000]	0.163 Gün	117	Min:13.640 Max:14.500	V
RSE2	15.08.2007 , 04:47:04 [JD:2454327.54500000]	15.08.2007 , 10:35:32 [JD:2454327.81430000]	0,270 Gün	105	Min:13.470 Max:14.300	V
RSE3	01.08.2007 , 04:15:08 [JD:2454313.54740000]	01.08.2007 , 06:13:29 [JD:2454313.64530000]	0.098 Gün	38	Min:13.370 Max:14.180	V
RSE4	02.08.2007 , 04:50:28 [JD:2454314.56170000]	02.08.2007 , 09:21:44 [JD:2454314.78080000]	0.219 Gün	88	Min:13.210 Max:14.020	V
LCO	14.05.2012 06:58:24 [JD:2456061.64233800]	14.05.2012 11:53:25 [JD:2456061.85131900]	0.209 Gün	458	Min:12.991 Max:13.824	CV
PXR1	22.05.2012 00:32:20 [JD:2456069.38927000]	22.05.2012 05:15:01 [JD:2456069.58421000]	0.195 Gün	270	Min:13.078 Max:13.767	V
PXR2	24.05.2012 00:02:24 [JD:2456071.39169000]	24.05.2012 05:45:26 [JD:2456071.60192000]	0.210 Gün	283	Min:12.987 Max:14.015	V
RDEA	01.06.2013 07:13:08 [JD:2456444.67238400]	01.06.2013 14:11:29 [JD:2456444.97861100]	0.306 Gün	100	Min:14.824 Max:15.041	CV
SBL1	08.07.2007 00:04:03 [JD:2454289.37714000]	08.07.2007 04:02:47 [JD:2454289.57434000]	0.197 Gün	712	Min:13.212 Max:14.115	N/A
SBL2	14.07.2007 00:20:16 [JD:2454295.38635000]	14.07.2007 02:49:44 [JD:2454295.48946000]	0.103 Gün	372	Min:12.935 Max:13.814	N/A
SBL3	15.07.2007 01:36:12 [JD:2454296.42542000]	15.07.2007 04:03:29 [JD:2454296.56185000]	0.136 Gün	623	Min:12.781 Max:13.875	N/A
TFM4	31.07.2008 00:46:25 [JD:2454678.39290000]	31.07.2008 03:59:51 [JD:2454678.53610000]	0.143 Gün	180	Min:13.51 Max:14.81	V

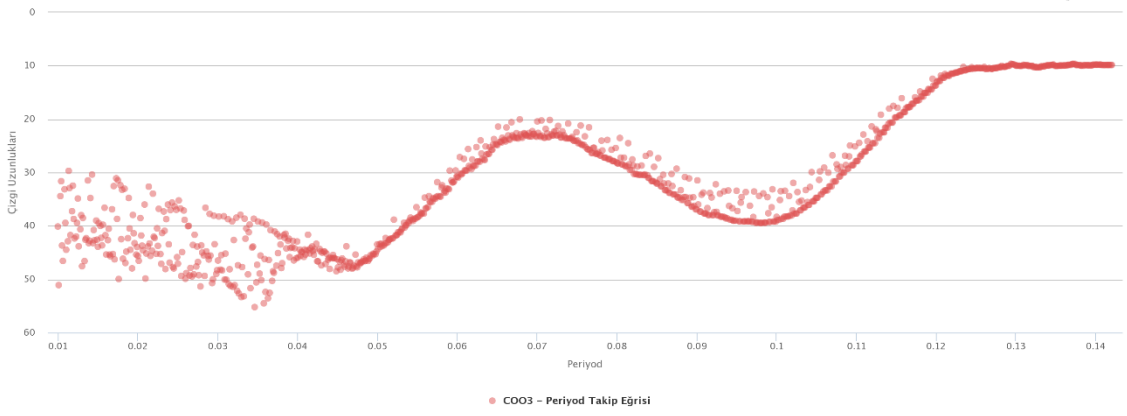
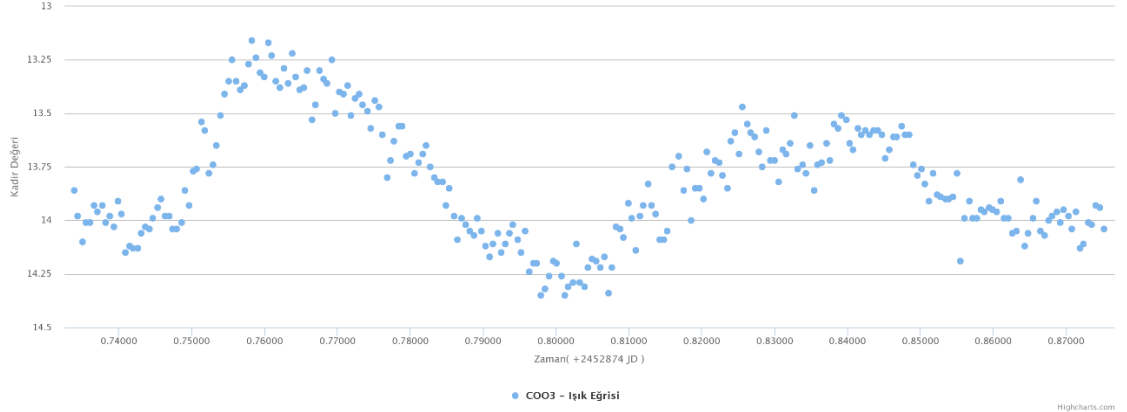
Şekil 6.1 – 6.19’ da Tablo 6.1’de belirtilen AAVSO verilerinin ışık eğrileri ve üretilen çizgi uzunluk grafikleri görülebilir.



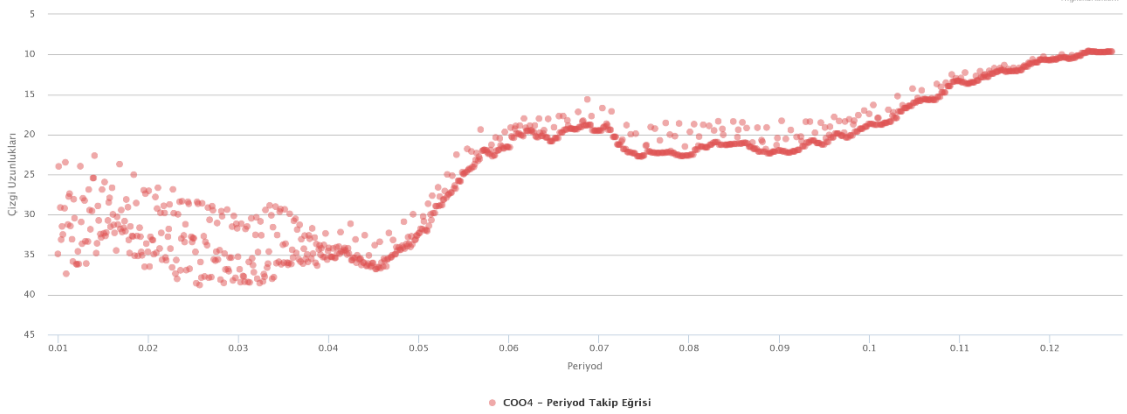
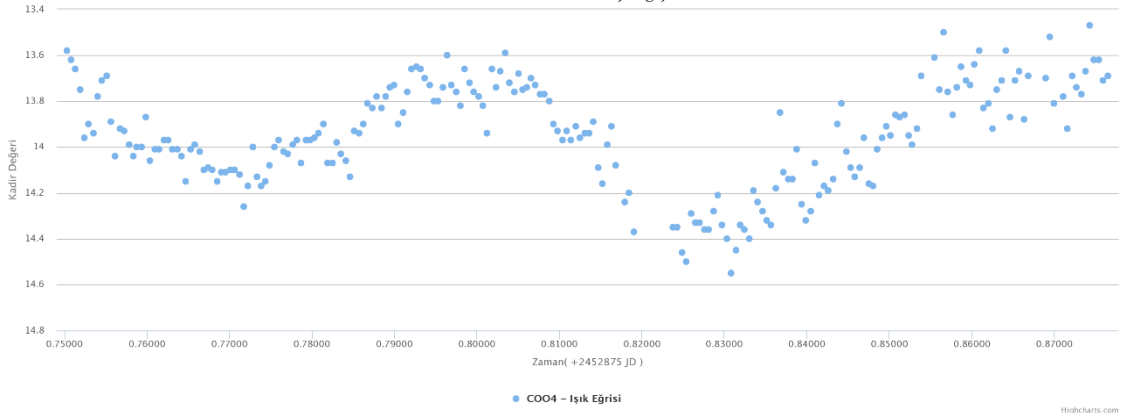
Şekil 6.1: $COO1$ - 22.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.15$



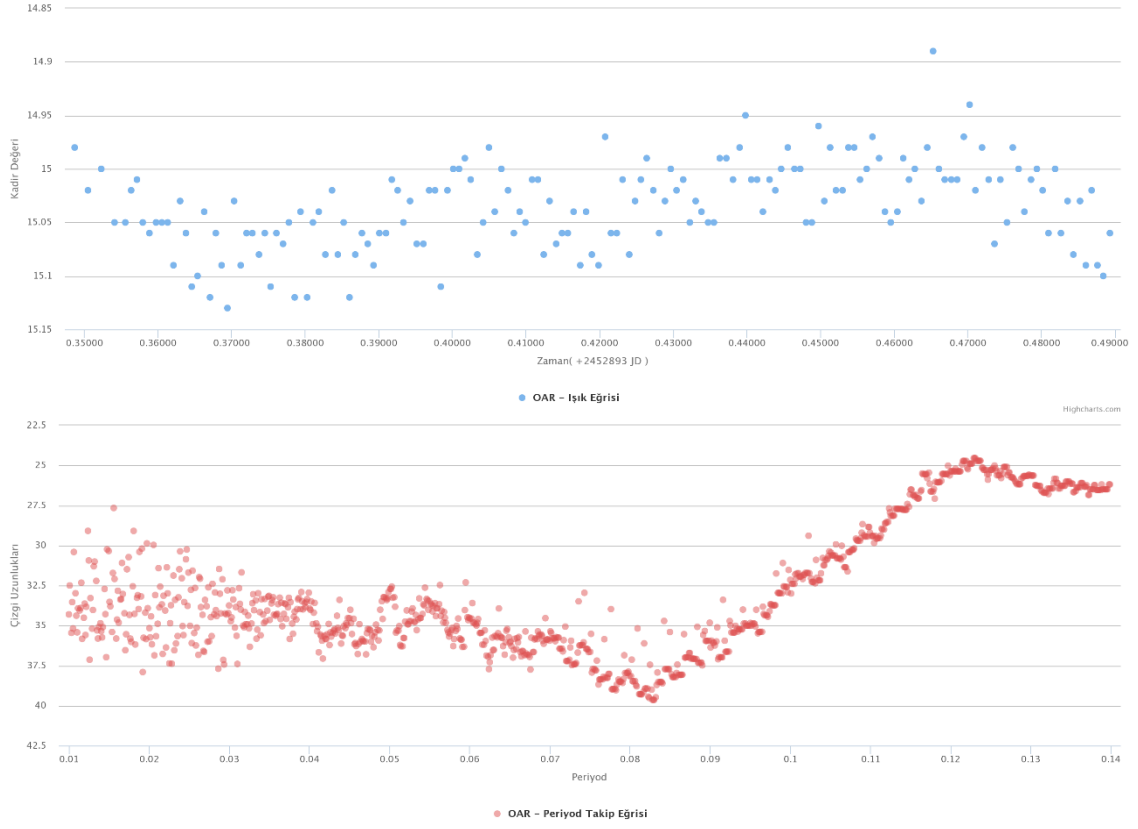
Şekil 6.2: $COO2$ - 21.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.13$



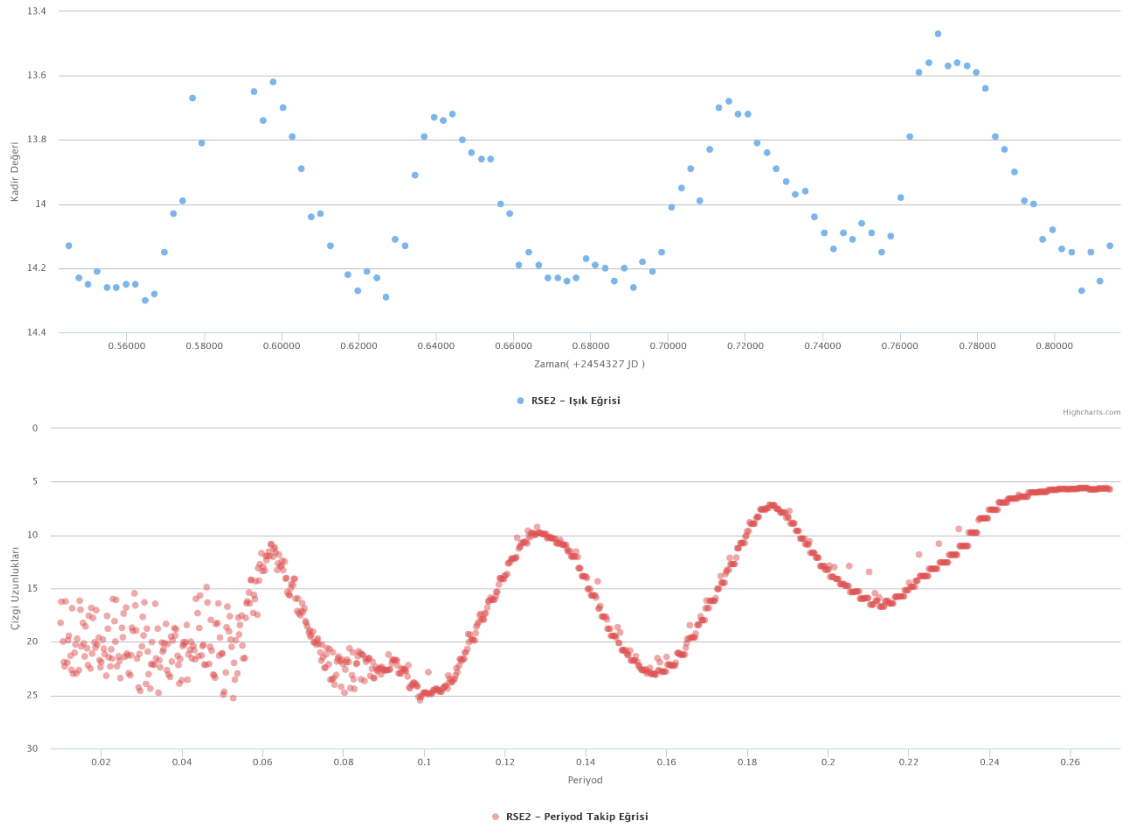
Şekil 6.3: COO3 - 23.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.14$



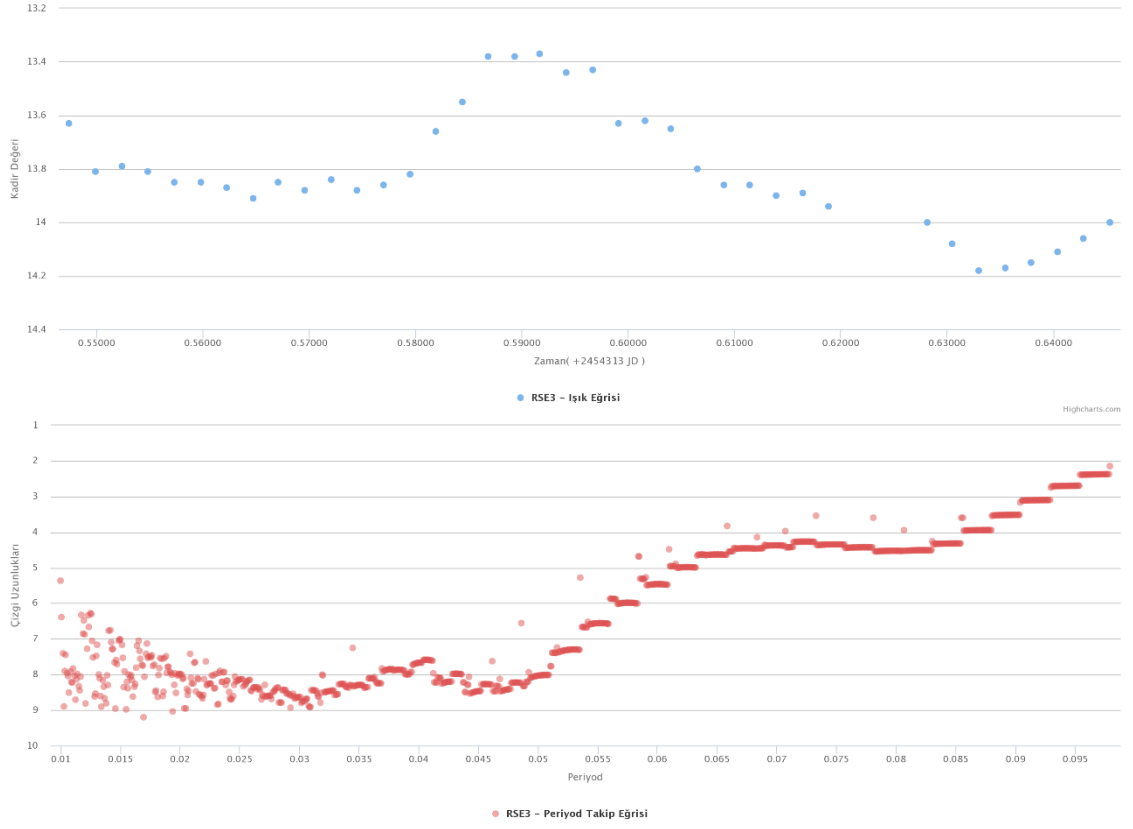
Şekil 6.4: COO4 - 24.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.127$



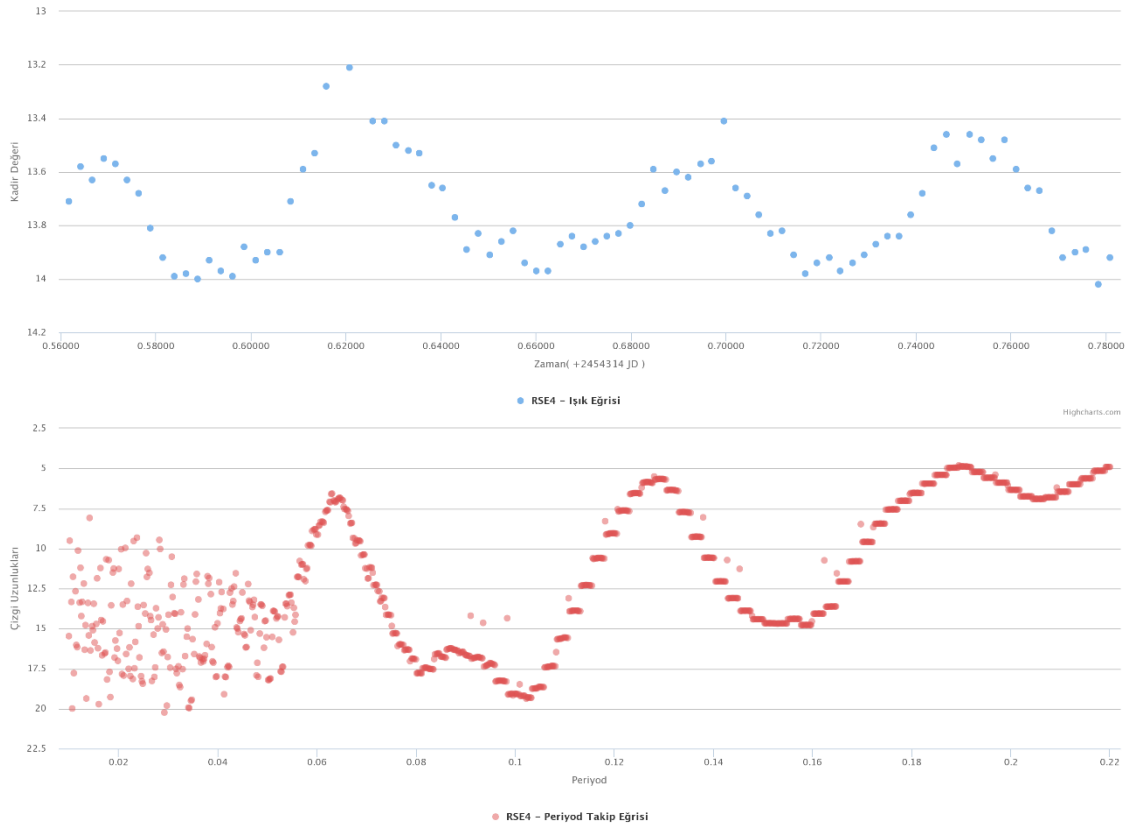
Şekil 6.5: OAR - 10.09.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.14$



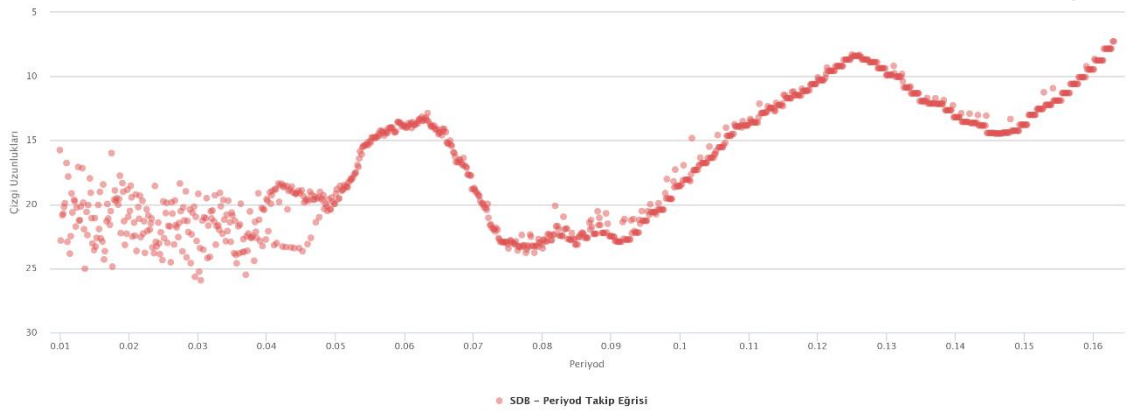
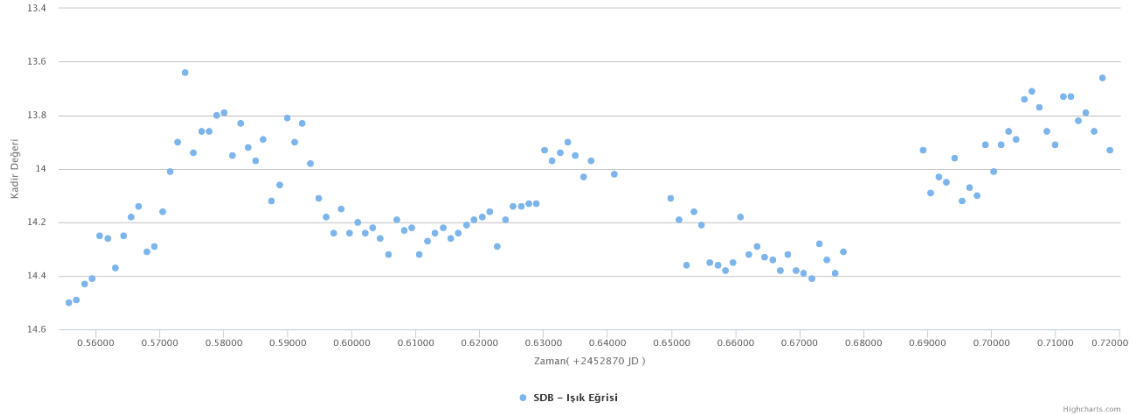
Şekil 6.6: RSE2 - 15.08.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.127$



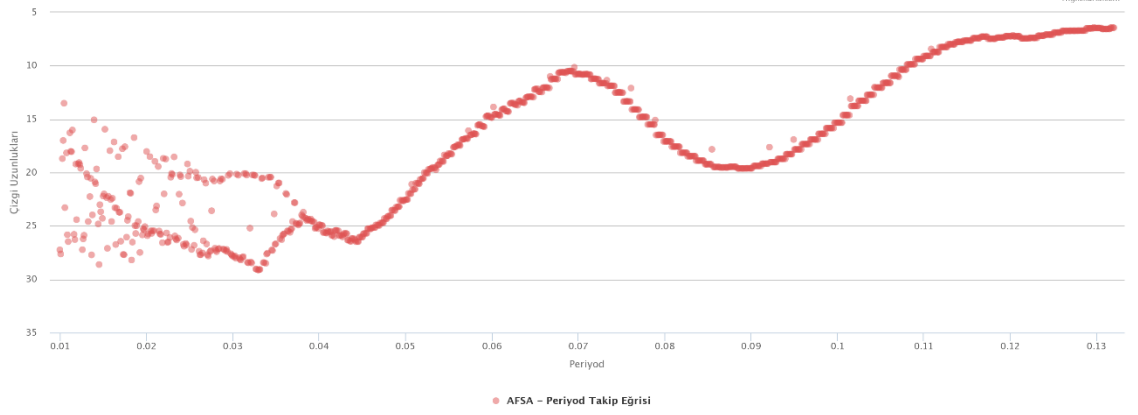
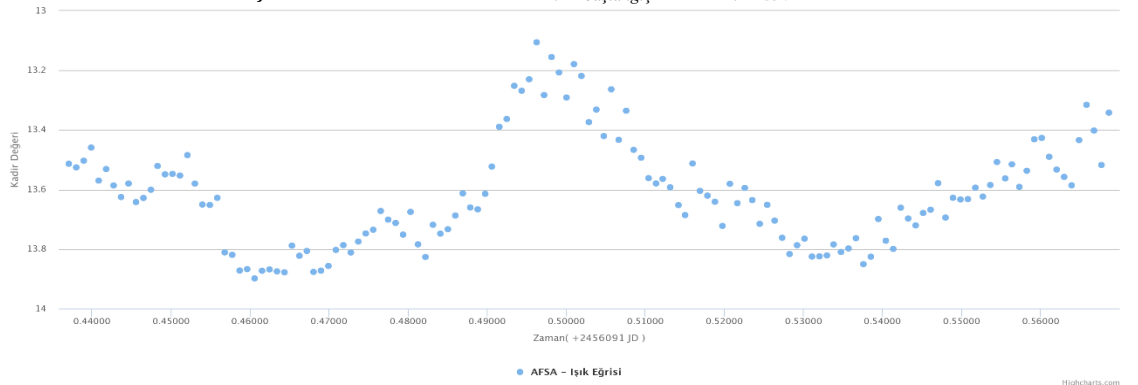
Şekil 6.7: RSE3 - 01.08.2007, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.098$



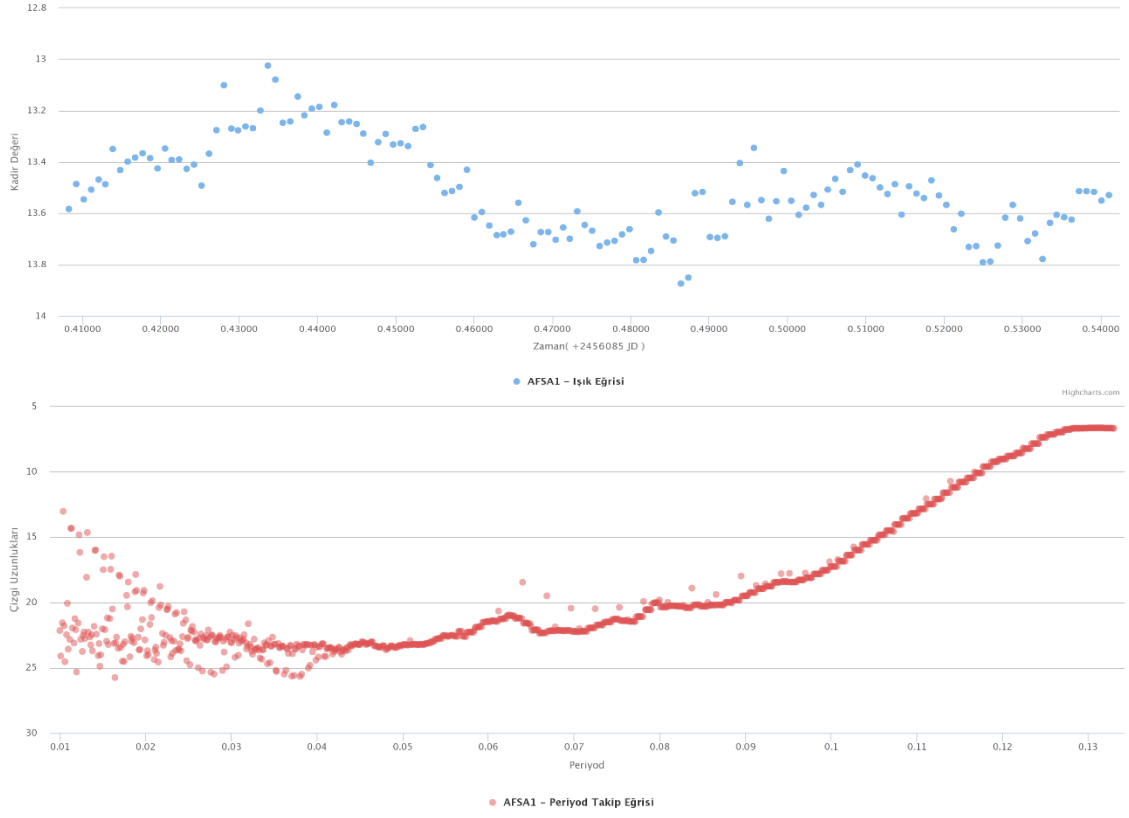
Şekil 6.8: RSE4 - 02.08.2007, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.22$



Şekil 6.9: SDB - 19.08.2003 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.163$



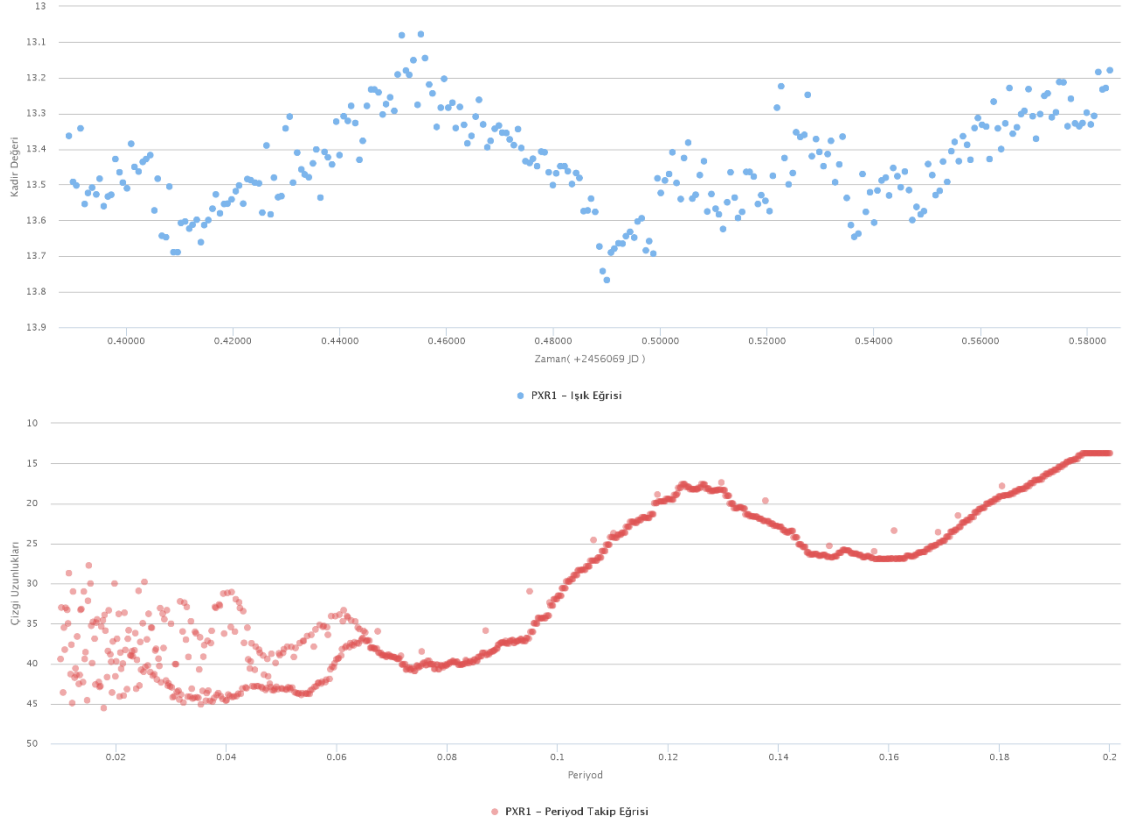
Şekil 6.10: AFSA - 13.06.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.132$



Şekil 6.11:AFSA1 - 07.06.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.132$



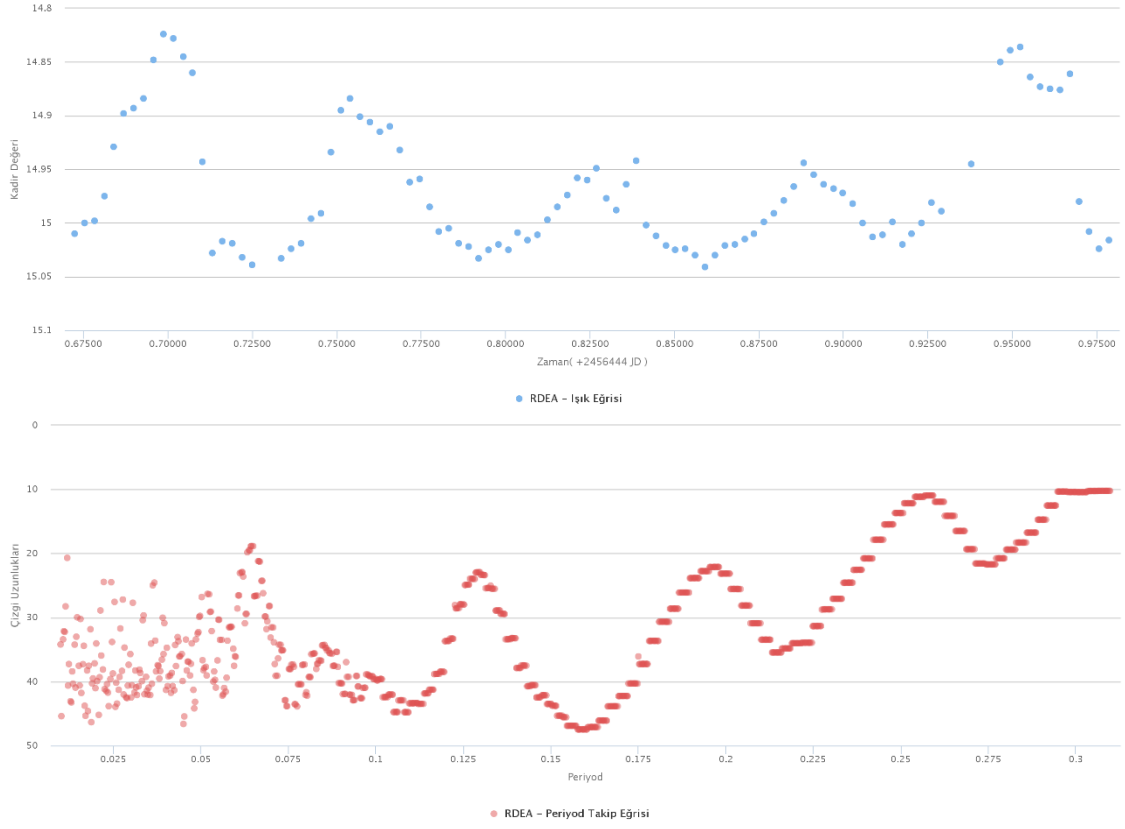
Şekil 6.12:LCO - 14.05.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.21$



Şekil 6.13: PXR1 - 22.05.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.20$



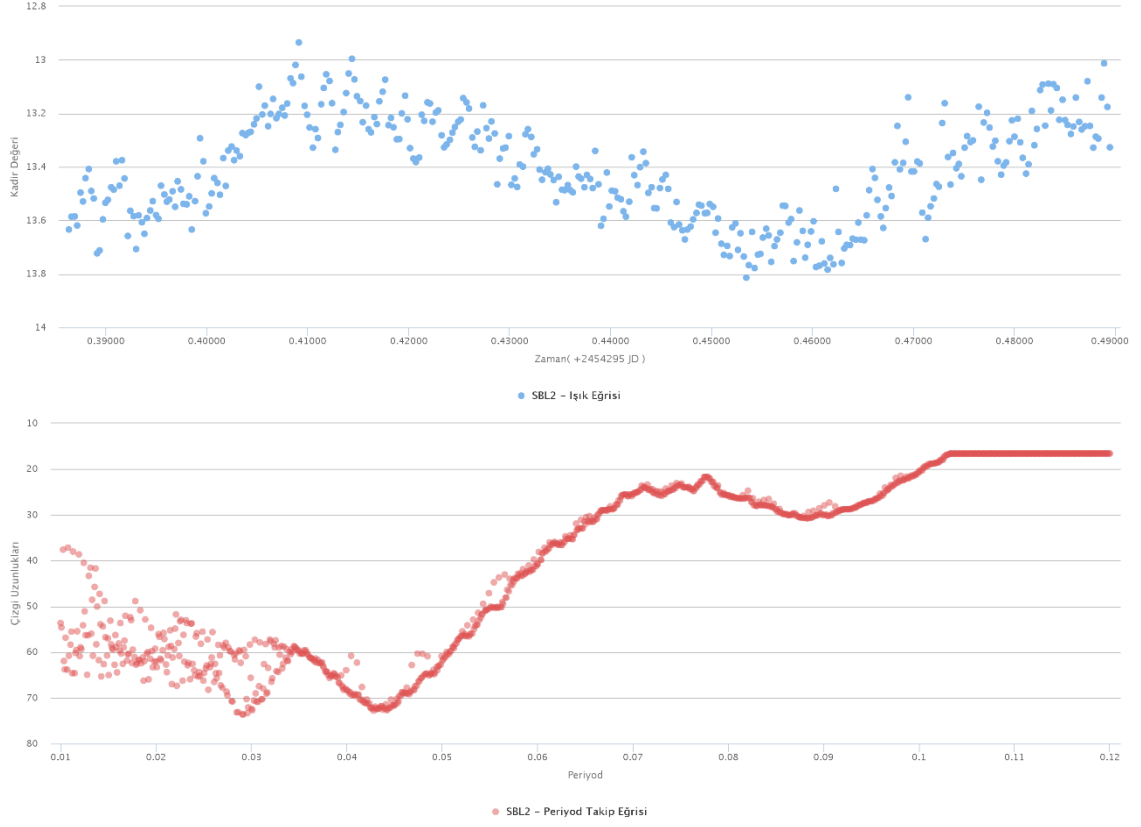
Şekil 6.14: PXR2 - 24.05.2012 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.22$



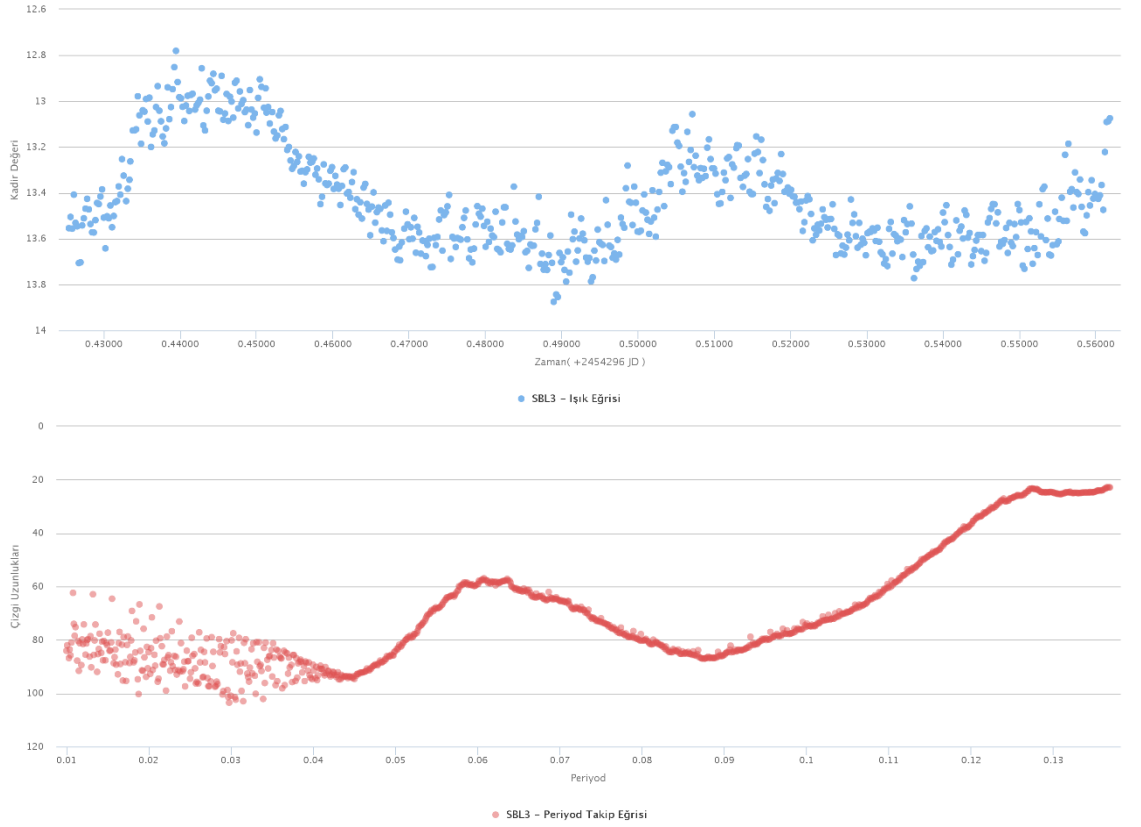
Şekil 6.15: RDEA – 01.06.2013 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.31$



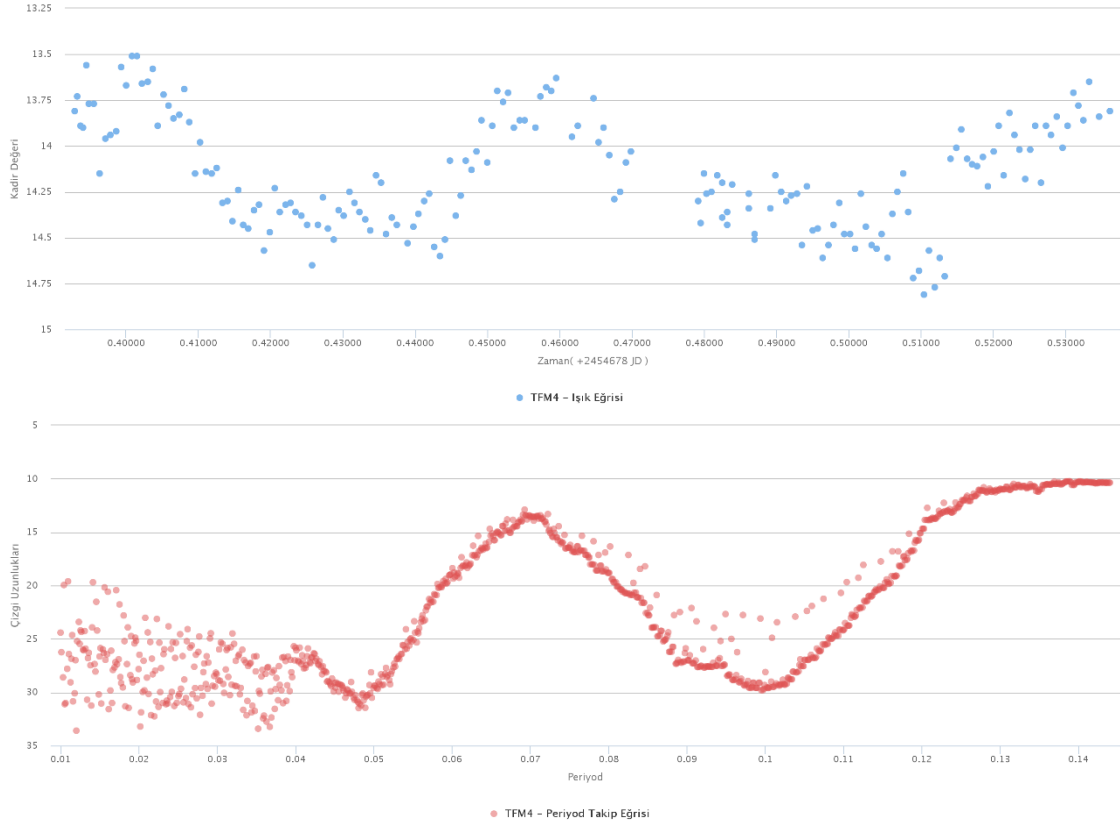
Şekil 6.16: SBL1 – 08.07.2007 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.20$



Şekil 6.17: $SPL2 - 14.07.2007$, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.12$



Şekil 6.18: $SPL3 - 15.07.2007$, $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.137$



Şekil 6.19:TFM4 – 31.07.2008 , $P_{başlangıç} = 0.01$, $P_{son} = 0.144$

Tablo 6.2’de çizgi uzunluk grafiklerde anlamlı görülen pikleri listelenmiştir.

Tablo 6.2:AAVSO ‘ dan alınan ışık eğrilerinin minimum çizgi uzunluklarına karşılık gelen kayda değer periyodlar.

Gözlemci Adı(Rumuz)	Kayda Değer Görülen Periyod (1)	Kayda Değer Görülen Periyod (2)	Kayda Değer Görülen Periyod (3)
COO1	0.061 gün	0.122 gün	-
COO2	0.070 gün	-	-
COO3	0.070 gün	~0.12 gün	-
COO4	0.069 gün	-	-
OAR	-	0.123 gün	-
RSE2	0.062 gün	0.129 gün	0.185 gün
RSE3	0.071 gün	-	-
RSE4	0.064 gün	0.129 gün	0.189 gün
SDB	0.062 gün	0.125 gün	-
AFSA	0.069 gün	~0.129 gün	-
AFSA1	-	~0.129 gün	-
LCO	0.065 gün	0.130 gün	0.185 gün
PXR1	0.065 gün	0.126 gün	-
PXR2	0.07 gün	0.143 gün	-
RDEA	0.064 gün	0.130 gün	0.196 gün
SPL1	0.063 gün	0.129 gün	-
SPL2	0.075 gün	-	-
SPL3	0.061 gün	0.127 gün	-
TFM4	0.069 gün	-	-

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

İncelenen gözlemlerde Am Her için bilinen orbital periyod olan 0.12875 günlük periyod COO2, COO4, RSE3, SPL2, TFM4, TUG02.05.2014 ve TUG23.05.2014 gözlemlerinde, gözlem süreleri bilinen orbital periyodun altında olduğundan dolayı, çizgi uzunluğu grafiklerinde aranan periyod grafik dışında kalmıştır. COO3, AFSA, AFSA1 ve TUG26.05.2014 gözlemlerinde ise gözlem süreleri, bilinen periyoda çok yakındır. Bu nedenle gerçek periyod en son test periyodlarında ya da test periyodları dışında bir periyoda denk gelmektedir. Algoritma ile yapılan testlerde de belirtildiği üzere, grafik sonu yükseltisine denk gelen test periyodlarının tespiti zordur. Bu gözlemler dışındaki tüm çizgi uzunluğu grafiklerinde yaklaşık 0.12-0.13 aralığında birer pik gözlenmiştir.

Orbital periyod civarının yanı sıra çizgi uzunluk grafiklerinde gözlenen 0.06-0.07 günlük aralıkta değişen bir pik daha gözlenmiştir. Bu pikin, 0.12-.013 aralığında gözlenen pikin yaklaşık iki katı olduğu göz önünde bulundurulursa, Şekil 7 ' de gösterilen testte olduğu gibi bir tekrar piki olduğu düşünülebilir. Bundan dolayı ışık eğrilerimizdeki tam periyodun 0.06-0.07 günlük aralığında olduğunu söyleyebiliriz.

Cisimlerin birbirleri etrafında dönme süreçlerinde, ışık eğrisinde, gözlemciye göre cisimlerin yan yana oldukları iki durumda iki maksimum ve arka arkaya durdukları iki durumda ise iki minimum gözlenmesi gerekir. Bu nedenle 0.06-0.07 günlük aralığın cisimlerin orbital periyodunun yarısını ifade ettiğini söyleyebiliriz.

Tüm grafiklerde 0.12-0.13 aralığındaki pikin 0.06-0.07 aralığına göre daha yüksek çizgi uzunluğu değerlerine sahip olduklarını görmekteyiz. Bu durum cisimlerin ışınma şiddetlerinin farklılıkları hakkında bilgi verebilir. CIST verilerinde, sırasıyla B, V, R ve I filtreleri ile yapılan gözlemlerde B filtresinden I filtresine doğru, 0.06~ piki ile 0.12~ piki arasındaki çizgi uzunluğu değerlerindeki farkın azaldığı görülmektedir. Bu durum yüksek frekanslarda cisimler arasındaki ışınım miktarı farkının daha fazla olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda Am Her'den gelen ışınımın büyük bir bölümünün yığılma sütunlarından geliyor olmasına rağmen, düşük frekanslarda baş ve yoldaş yıldızdan gelen ışınım miktarlarının birbirine yakın olduğu da söylenebilir. Bu durum baş yıldızın düşük frekanslarda yapığı ışınım miktarının yüksek frekanslara göre daha düşük olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Werner, B. (1995). *Cataclysmic Variable Stars*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [2] Davis, K. (2001) . Variable Star of The Month: AM Herculis. <https://www.aavso.org/files/vsots/0601.pdf> (13.10.2016).
- [3] Berg, R.A. and Duthie, J.G. (1977). The nature of Am Herculis. *The Astrophysical Journal*, 211, 859-865.
- [4] Tapia, S. (1977). Discovery of a magnetic compact star in the AM Herculis/3U 1809+50 system. *The Astrophysical Journal*, 212, L125-L129.
- [5] Wu, K. and Kiss, L.L. (2008). High and low states of the system AM Herculis. *Astronomy and Astrophysics*, 481(2), 433-439.
- [6] Hoffmeister, C., Richter, G. and Wenzel, W. (1985). *Variable Stars* (Çev: Dunlop, S.). Berlin, Springer-Verlag.
- [7] Lafler, J. and Kinman, T.D. (1965). An RR Lyrae star survey with the lick 20 inch astrograph II: The calculation of RR Lyrae periods by electronic computer. *Astrophysical Journal Supplement*, 11, 216.
- [8] Stellingwerf, R.F. (1978). Period determination using phase dispersion minimization. *The Astrophysical Journal*, 224, 953-960.
- [9] Schwarzenberg-Czerny, A. (1989) On the advantage of using analysis of variance for period search. *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, 241, 153-165.
- [10] Leahy, D.A., Elsner, R.F. and Weisskopf, M.C. (1983). On searches for periodic pulsed emission: The rayleigh test compared to epoch folding. *The Astrophysical Journal*, 272, 256-258.
- [11] Gregory, P.C. and Loredó, T.J. (1992). A new method for the detection of a periodic signal of unknown shape and period. *The Astrophysical Journal*, 398, 146-168.
- [12] Dworetzky, M.M. (1983). A period-finding method for sparse randomly spaced observations or “How long is a piece of string?”. *Mon. Not. R. Astr. Soc.*, 203, 917-924.
- [13] <https://www.aavso.org/data-download> (13.10.2016).