SR TİPİ KIRMIZI YILDIZLARIN UZUN DÖNEMLİ GÖZLEMLERİ VE PERİYOT ANALİZLERİ

Cahit YEŞİLYAPRAK[1], Timur ŞAHİN[2], Ahmet İSKENDER[3]

Özet

TUG - T40 teleskobunda, 1998 - 2005 yılları arasında K, M ve C tayf türünden SR tipi değişen yıldızların uzun dönemli fotometrik gözlemleri yapılmış ve bu gözlemlerden belirlenen muhtemel periyotları sunulmuştur. Bu tip yıldızların bilinen periyot tanımları ($20^g < P < 2500^g$) dışında, Hipparcos uydu gözlemlerinden ortaya çıkan, doğası ve kararlılığı halen tartışmalı olan daha kısa periyotlar (P<20g) da araştırılmıştır. Bu gözlemlerden, SR yıldızlarının birden fazla periyoda sahip oldukları da görülmüştür. Ayrıca, bu tür yıldızların yarı düzenli ve uzun dönemli gözlemlere dayanan değişimleri için izlenen gözlem tekniği ile karşılaşılan zorluklar da tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Değişen Yıldızlar, Yarıdüzenli Değişen Yıldızlar, Işıkölçüm, Periyot*

Abstract

SR variables with K, M, C spectral types have been examined the long term photometric observations in TUG – T40 telescope between 1998 and 2005 years, and their most probable periods determined from these observations are presented. We have examined the short period of SR variables appeared from Hipparcos observations except their known period range. It's seen that SR variables have multiperiodS resulted from Hipparcos and our observations. Besides, the observation technics and the difficulties in the semiregular and long term observations are also discussed.

Key Words: *Variable Stars, Semiregular Variable Stars, Photometry, Period*

1. Giriş

SR yıldızları, geç tayf türünden (K, M, C gibi) uzun dönemli ($P > 20^g$) fakat kararsız değişim gösteren yarı düzenli değişenlerdir. Bu yıldızlarda gözlenen çok kısa periyotların ($P < 20^g$) doğası ve kararlılığı halen tartışmalı olsa da özellikle Hipparcos uydu gözlemleri [1] ve Percy vd'nin [2] uzun süreli (~ 8-10 yıl) gözlemlere dayanan çalışmalarından, bu yıldızların kabul edilmiş periyot tanımlarından çok daha kısa periyotlara ($P < 20^g$) sahip oldukları düşünülmektedir. Ayrıca SR yıldızlarının bir bölümünün birden fazla periyoda sahip oldukları ve kip değiştirdikleri de bilinmektedir [3,4]. Yeni periyot veya periyotların belirlenmesi, SR yıldızlarının Mira tipi değişenlerle olan ilişkisine (kısa periyotlarda SR, uzun periyotlarda ise Mira tipi yıldızlar gibi değişim göstermeleri) ışık tutacağı gibi; zonklama kipleri ve kip değişimlerine [5]; SR tipi değişenler için bulunmuş P-L bağıntılarına [6] da bilgi sağlayacaktır.

[1] *Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edb. Fak., Fizik Bölümü, 07058, Yerleşke, Antalya, e-posta: cahity@akdeniz.edu.tr*
[2] *Armagh Observatory, College Hill, Armagh BT61 9DG, Northern Ireland, e-posta: tsa@arm.ac.uk*
[3] *İnönü Üniversitesi, Fen-Edb. Fak., Fizik Bölümü, Yerleşke, Malatya, e-posta: aiskender@inonu.edu.tr*

Bu amaçla, TUG'da etkin bir şekilde 1998 yılında T40 teleskopunda başlayan uzun dönemli SR yıldız gözlemleri, zaman içinde kısa dönemli değişimlerinde incelenebileceği gözlemlere dönüştürülmüş, yıldız sayısı artırılmış ve 2005 yılı sonuna kadar da rastlanan bazı zorluklara (atmosferik koşullar, yetersiz gözlem zamanı, çok sık aralıklarla alınamayan gözlem verileri ve bundan kaynaklanan gözlem boşlukları ve gözlemci desteği gibi) rağmen, gözlemlere ısrarla devam edilmiştir.

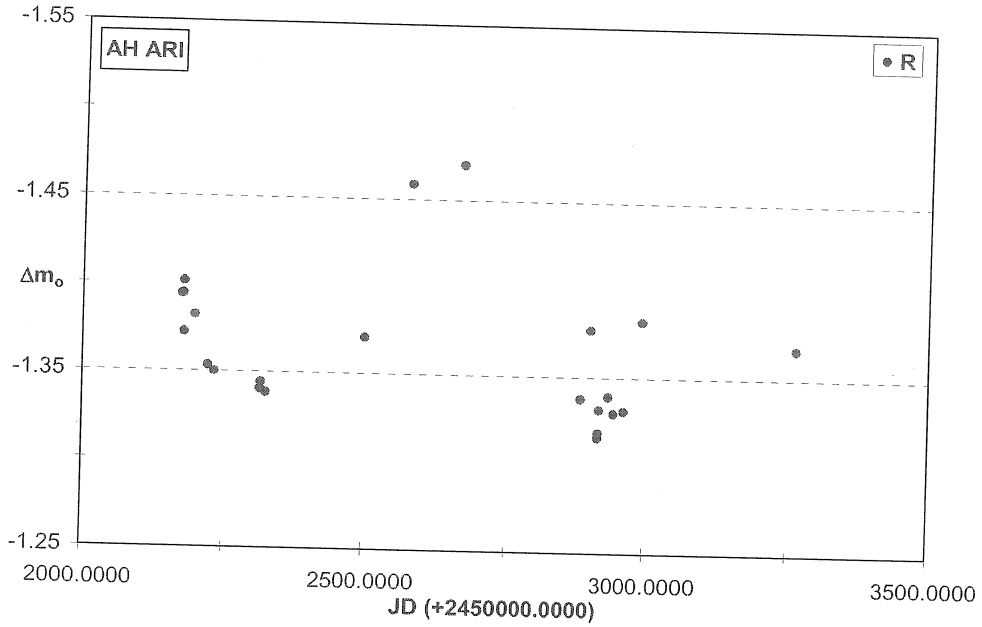
2. Yıldız Seçimi ve SR Gözlemleri

İncelenen SR tipi yıldızlar, öncelikle Hipparcos Katalogu'ndan [1] ve kısa periyoda sahip olduğu bilinen veya düşünülen yıldızlar içinden ve farklı tayf türlerinden (K, M, C) seçilmiştir. SR yıldızlarının kısa ve uzun dönemli değişimlerinin birlikte incelenebilmesi amacıyla teleskop zaman tahsislerinin izin verdiği ölçüde kısa gözlem zamanı aralıklarında (~ 15 gün), ardaşık 3 - 4 günlük gözlem zamanları değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu sayede, bir gecede gözlemsel koşullarda uygunsa, yaklaşık 20 - 25 SR yıldızı, 2 ayrı filtrede (V ve R) fotometre ile gözlenebilmiştir. Bu tür yıldızların gözlemleri amacıyla verilen projeler kapsamında, yaklaşık 30 kadar yıldız seçilmiş ve gözlenmeye çalışılmıştır. Gözlemleri olumsuz etkileyen özellikle atmosferik koşullar, sık aralıklarla alınamayan yıldız verileri ve yetersiz sayıda gözlemci desteği (gözlemlerin neredeyse tamamı 2 gözlemci tarafından yürütülmüştür) nedeniyle bazı yıldızların gözlem verileri, periyot analizi yapmakta yetersiz kalmıştır. Gözlenen yıldızlardan, bu tür değişen yıldızlarda, periyot analizi için yeterli verisi olduğu düşünülenlerin temel özellikleri, Çizelge 1'de verilmiştir. Yıldızlara ait temel veriler, Simbad Veri Tabanı [7] ve Hipparcos Katalogu'ndan [1] alınmıştır. Bu yıldızların bazılarının bilinen bir periyodu varken, bazıları ise belirlenebilmiş bir periyoda sahip değildir.

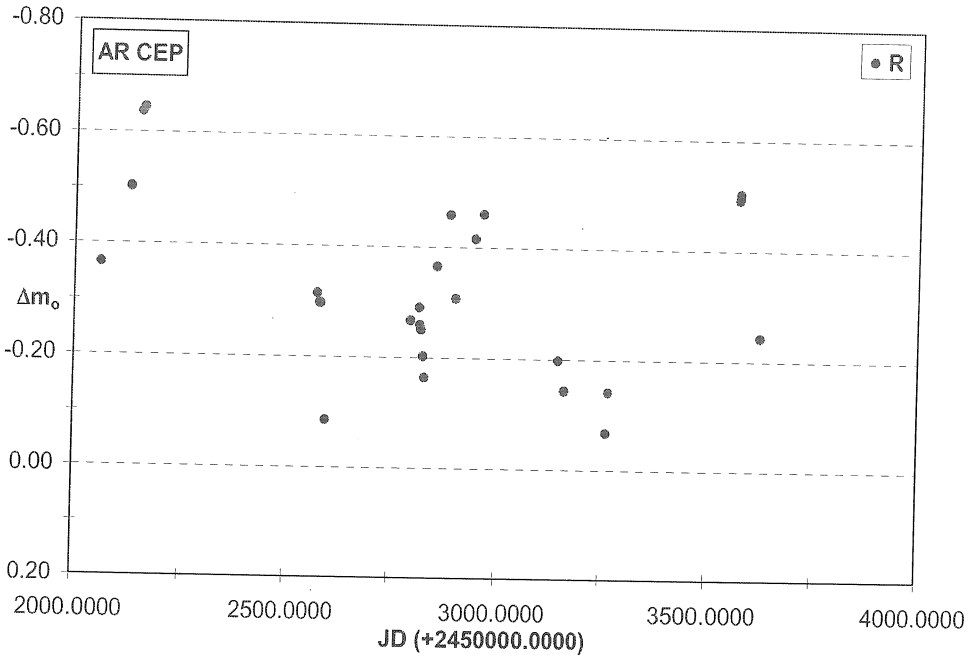
Çizelge 1: TUG – T40 teleskopunda fotometre ile gözlenen SR yıldızlarının temel özellikleri

Yıldız	*α / δ (J2000)*	m_V	*Tayf*	*Değişim*	*P (gün)*
V ARI	02 15 00 / 12 14 24	8.5	C (R8)	SRb	**77.0**
AH ARI	02 34 34 / 25 00 57	8.3	K5	SR	**4.2**
VZ CAM	07 31 04 / 82 24 41	4.9	M4 III	SR	**23.7**
RY CAM	04 30 50 / 64 26 30	8.4	M3 III	SRb	**134.2**
RU CAM	07 21 44 / 69 40 15	8.5	Ce (R0)	SR	**22.2**
AR CEP	22 51 34 / 85 02 47	7.4	M4 III	SRb	**?**
V CRB	15 49 31 / 39 34 18	9.3	C (N2)	SR / M	**358.0**
TT CVN	12 59 23 / 37 49 04	9.1	C (R6)	SR	**115.7**
V640 HER	17 25 54 / 16 55 03	6.2	M4 III	SR	**29.4**
V894 HER	16 23 36 / 21 03 27	8.1	K0	SR	**?**
V897 HER	16 29 47 / 07 44 56	6.9	K0	SR	**15.2**
V939 HER	17 10 19 / 40 41 24	8.0	M	SR	**?**
V992 HER	18 26 57 / 17 44 02	8.9	K2	SR	**?**
V2354 OPH	16 46 05 / -16 54 02	8.8	M2 III	SR	**?**
V2361 OPH	17 01 47 / 06 36 36	8.8	M4	SR	**3.5**
HP PEG	22 04 25 / 21 03 09	8.9	C (R3)	SR	**?**
V338 PEG	22 58 06 / 21 30 47	7.4	M	SR / SARV	**6.6**
V UMI	13 38 41 / 74 18 36	7.8	M5 III	SRb	**72.0**
HD 5223	00 54 14 / 24 04 02	8.5	C (R3)	SR	**?**
HD 187216	19 24 18 / 85 21 57	9.6	C (R3)	SR	**?**
HD 198269	20 48 37 / 17 50 24	8.1	C (R0)	SR	**?**

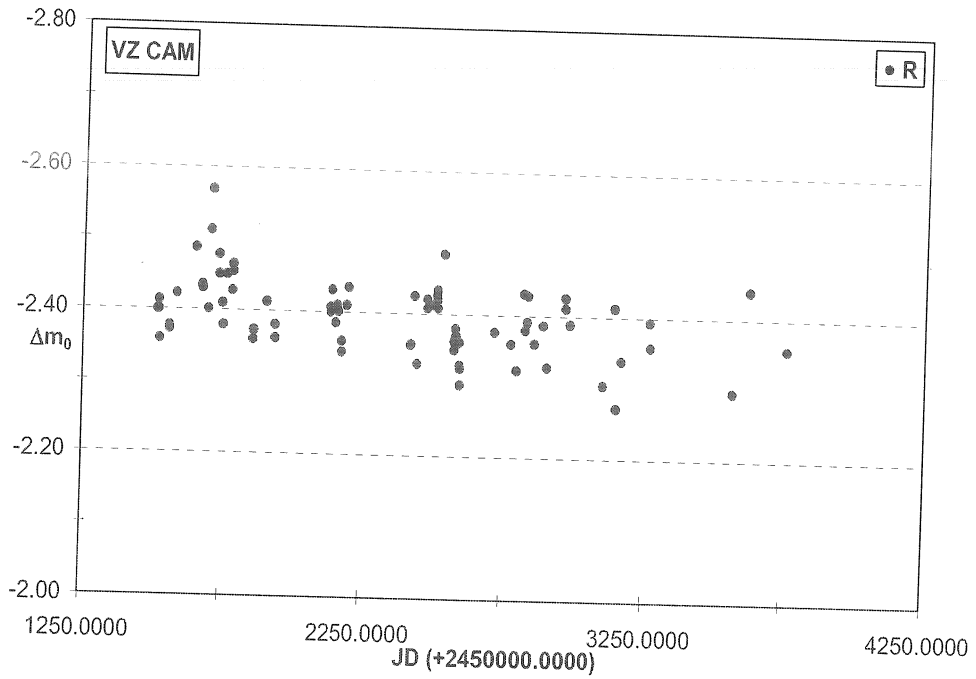
Gözlenen bu SR yıldızları için belirlenmiş mukayese yıldızlarına göre indirgemeleri yapılmış ve bunlar arasından seçilenlerden bazılarının parlaklık değişimlerini gösteren ışık eğrileri, Şekil 1, 2, 3 ve 4'de verilmiştir. Yıldızların fotometrik indirgemeleri, V ve R filtrelerinde, Rasat programı [8] ile yapılmıştır. Işık eğrilerinde verilen gözlem noktaları gecelik ortalamalardır. Belirgin gözlem boşluklarına rağmen, yıldızların uzun dönem değişimleri görülebilmektedir.



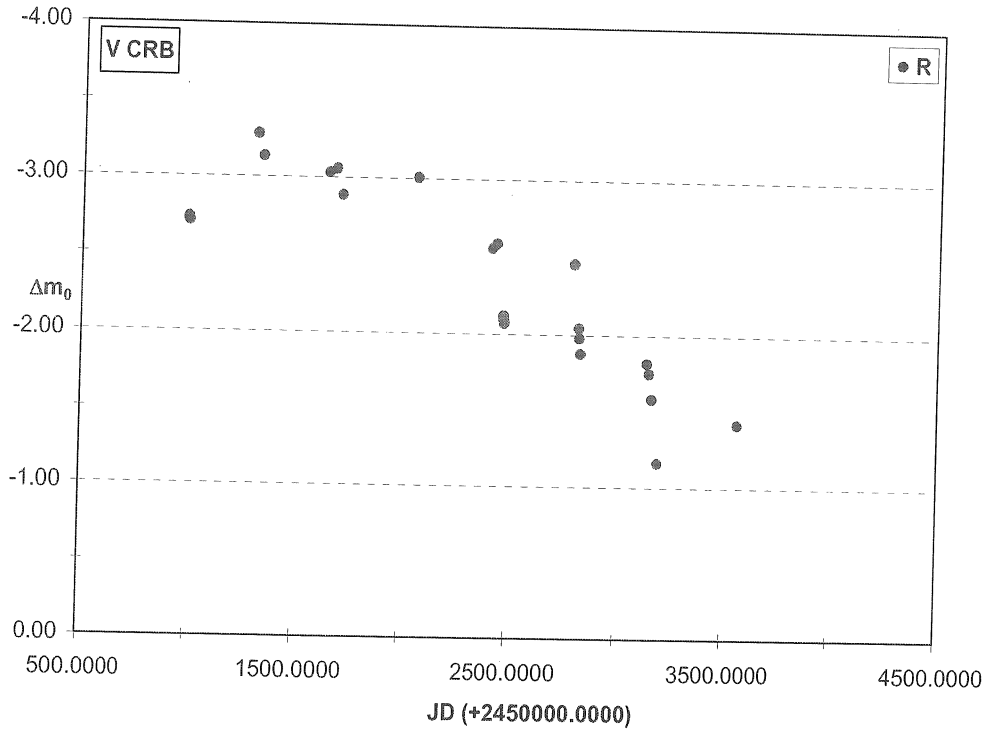
Şekil 1: AH ARI yıldızının mukayese yıldızına göre R filtresinde elde edilen ışık eğrisi



Şekil 2: AR CEP yıldızının mukayese yıldızına göre R filtresinde elde edilen ışık eğrisi



Şekil 3: VZ CAM yıldızının mukayese yıldızına göre R filtresinde elde edilen ışık eğrisi



Şekil 4: V CRB yıldızının mukayese yıldızına göre R filtresinde elde edilen ışık eğrisi

3. Periyot Analizleri

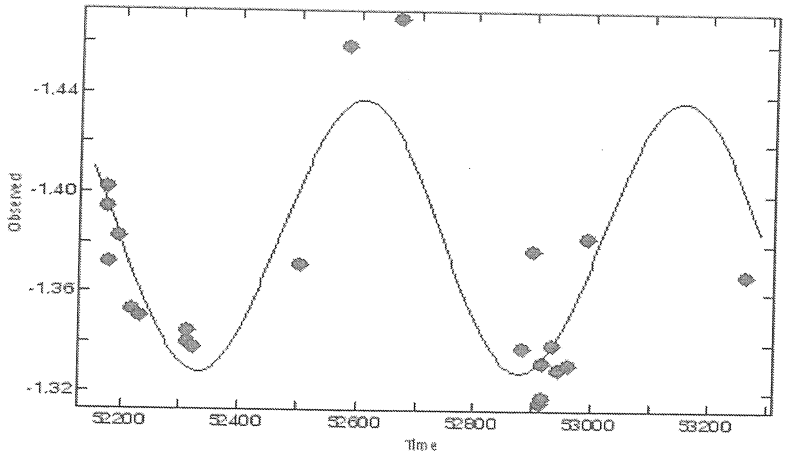
İncelenen yıldızların periyot analizlerinde, genellikle bu tür yıldızların analizlerinde kullanılan TS12 [9], Period [10] ve Period04 [11] programları kullanılmıştır. Belirlenen en muhtemel ve belirgin periyotlar, Çizelge 2'de verilmiştir. Belirlenen periyotların içinde daha

önceden tespit edilmiş periyotların dışında, yeni ve özellikle bu tür yıldızlar için kısa sayılacak ($P < 20^g$) periyotlar da bulunmuştur.

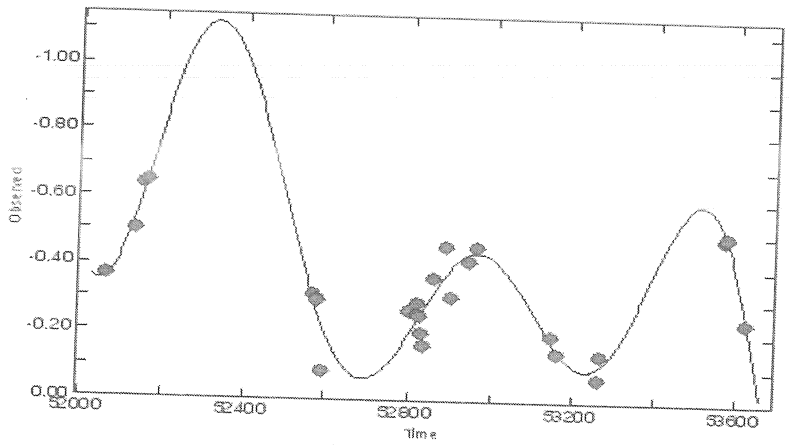
Çizelge 2: Gözlenen SR yıldızlarının bilinen periyotları ile yeni belirlenen muhtemel periyotları (P_i) (periyotlar, kısadan uzuna doğru sıralanmış ve daha önceden bilinen periyotların mertebesinde bulunanlar ise koyu olarak yazılmıştır)

Yıldız		P (gün)	P_1 (gün)	P_2 (gün)	P_3 (gün)	P_4 (gün)
V	ARI	77.0	*11.7*	*22.0*	*158.8*	-
AH	ARI	4.2	**5.2**	*9.7*	*518.8*	-
VZ	CAM	23.7	***26.9***	*54.9*	*599.2*	-
RY	CAM	134.2	*7.9*	***136.3***	-	-
RU	CAM	22.2	*8.8*	***22.4***	-	-
AR	CEP	?	*5.6*	*24.5*	*118.4*	*753.7*
V	CRB	358.0	*15.0*	***347.9***	*3658.6*	-
TT	CVN	115.7	*10.4*	*80.4*	-	-
V640	HER	29.4	*141.4*	*227.6*	-	-
V894	HER	?	*8.9*	*75.3*	-	-
V897	HER	15.2	*7.0*	***15.3***	-	-
V939	HER	?	*169.4*	-	-	-
V992	HER	?	*31.7*	*90.2*	-	-
V2354	OPH	?	*26.1*	*73.1*	-	-
V2361	OPH	3.5	*24.3*	*186.4*	-	-
HP	PEG	?	*62.5*	*360.5*	-	-
V338	PEG	6.6	***7.6***	*20.0*	*115.5*	*301.9*
V	UMI	72.0	*150.2*	-	-	-
HD	5223	?	*5.0*	*24.5*	-	-
HD	187216	?	*26.7*	*74.8*	*306.0*	-
HD	198269	?	*32.0*	-	-	-

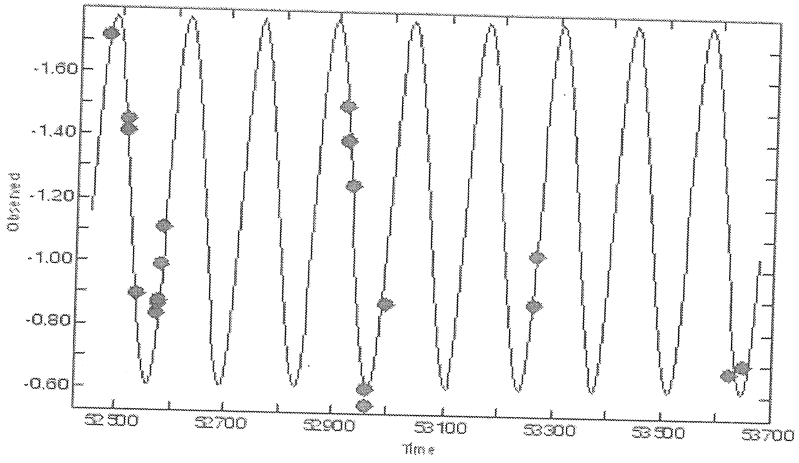
Bulunan yeni periyotların doğruluğu ve kararlılığı, daha sık aralıklarla alınacak çok sayıda gözlem verisiyle sağlanacaktır. İncelenen yıldızların bazılarının, bulunan muhtemel periyotlarının bir bölümünü gösteren ışık eğrileri, Şekil 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13'de verilmiştir.



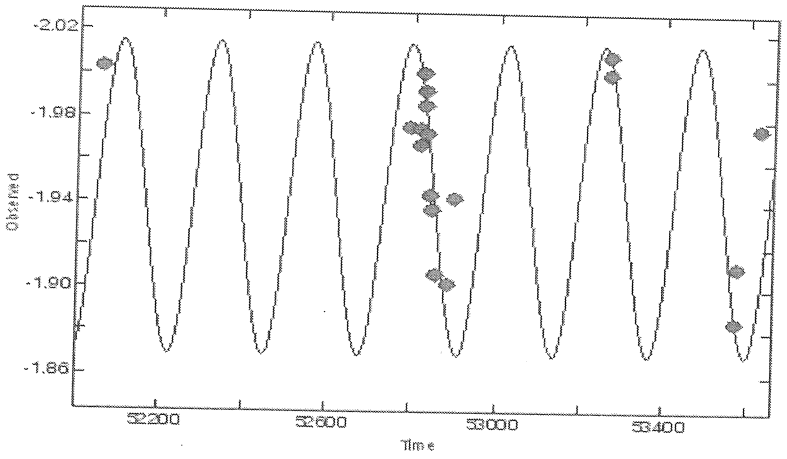
Şekil 5: AH ARI yıldızının, 518.8^g periyoduna göre ışık eğrisi



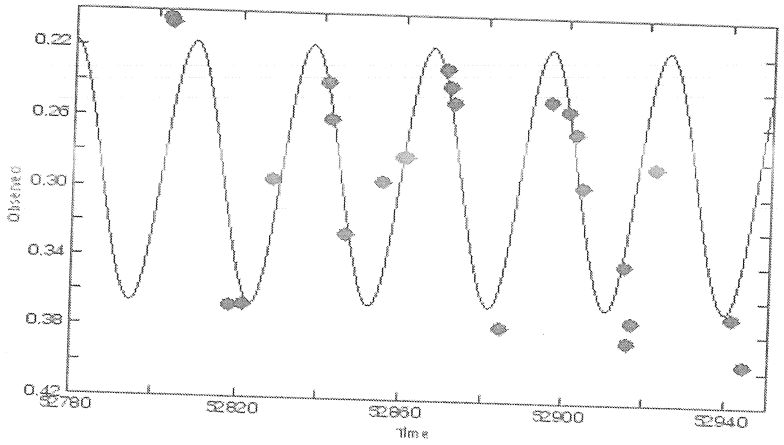
Şekil 6: AR CEP yıldızının, 753.7^{g} periyoduna göre ışık eğrisi



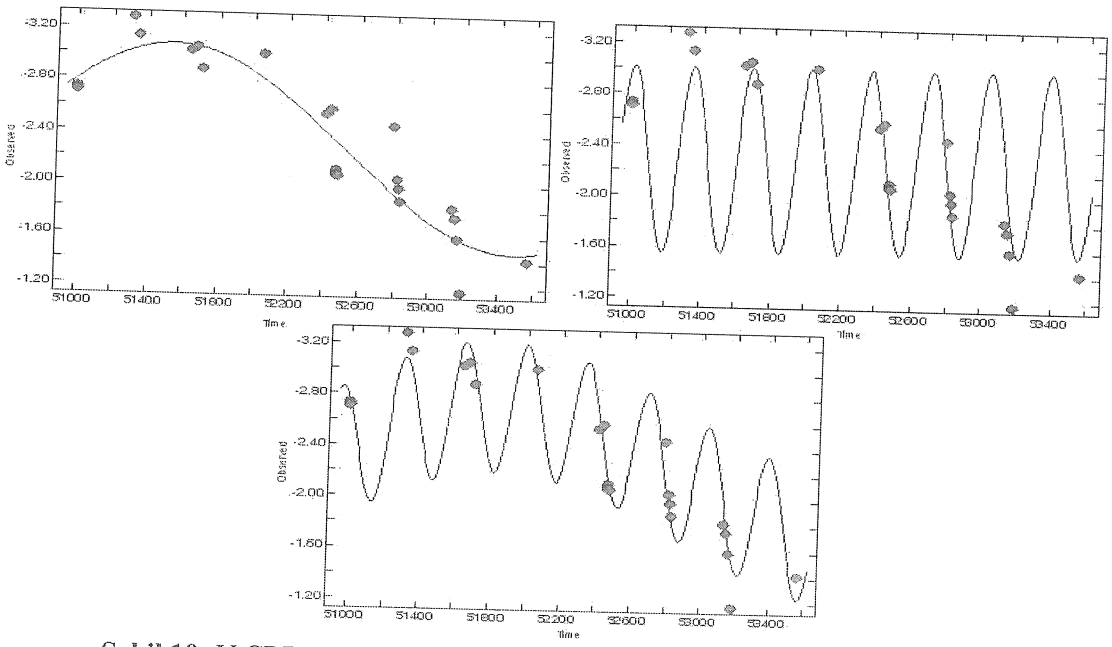
Şekil 7: RY CAM yıldızının, 136.3^{g} periyoduna göre ışık eğrisi



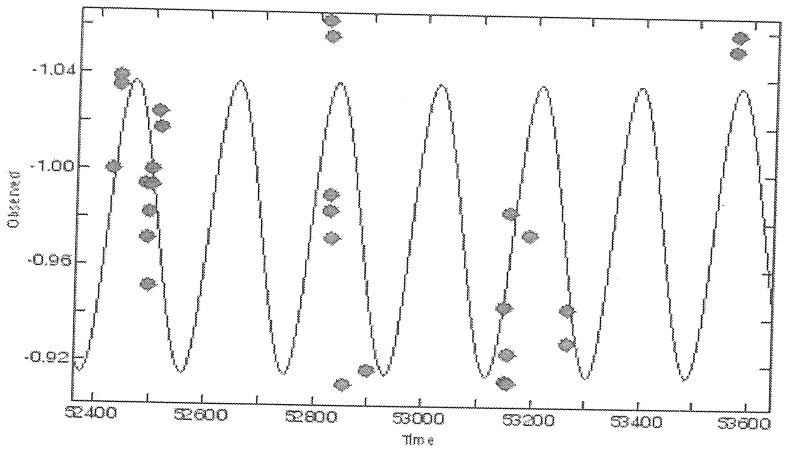
Şekil 8: V640 HER yıldızının, 227.6^{g} periyoduna göre ışık eğrisi



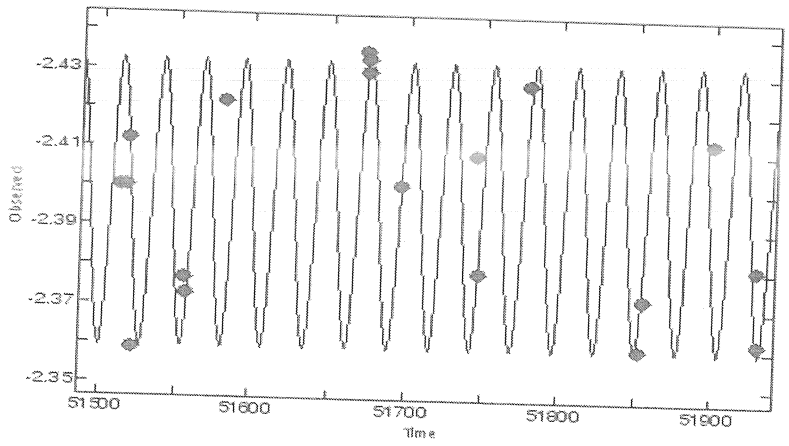
Şekil 9: V992 HER yıldızının, 31.7^{g} periyoduna göre ışık eğrisi



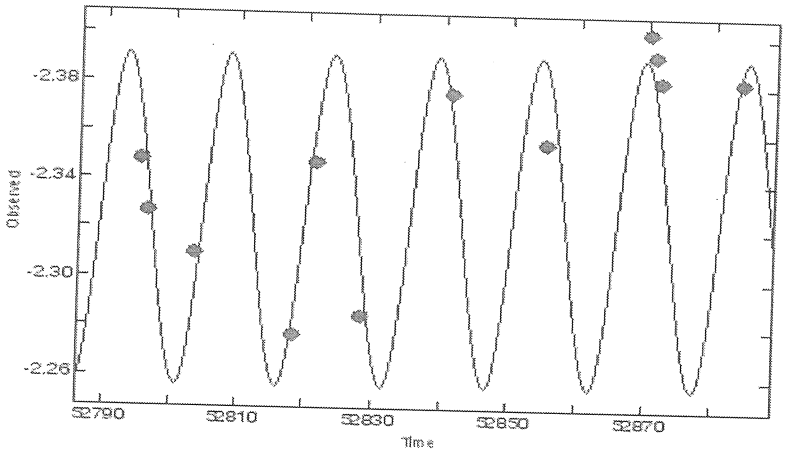
Şekil 10: V CRB yıldızının, 3658.6^{g} ve 347.9^{g} periyotlarına göre ışık eğrisi



Şekil 11: V2361 OPH yıldızının, 186.4^{g} periyoduna göre ışık eğrisi



Şekil 12: VZ CAM yıldızının, 26.9^{g} periyoduna göre ışık eğrisi



Şekil 13: V897 HER yıldızının, 15.3^{g} periyoduna göre ışık eğrisi

4. Sonuç

TUG - T40 teleskopunda, 1998 - 2005 yılları arasında sürdürülen, K, M ve C tayf türünden SR tipi değişen yıldızların V ve R filtrelerinde uzun dönemli fotometrik gözlemleri yapılmış ve bu gözlemlerden bulunan muhtemel periyotları sunulmuştur. Bu periyotların bir kısmı, daha önceden bilinen periyotlardan oluşurken, çoğunluğu ilk defa tespit edilen periyotlardır. İncelenen SR yıldızlarının neredeyse tamamının birden fazla periyoda sahip olduğu da görülmüştür. Uzun yıllar yürütülen SR yıldızlarının uzun dönemli değişimleri için verilen projeler ile sadece periyodu belli olmayan bu tür yıldızların yeni periyotları bulunmakla kalınmamış hem SR yıldızların periyot – parlaklık bağıntılarına [5,6] ve zonklama kiplerinin incelendiği çalışmalara [5] veri sağlanmış hem de TUG'un kırmızı bölgedeki atmosferik sönümleme katsayılarının belirlenmesinde [12], ağırlıklı veri kaynağını oluşturmuştur.

Değişimi düzenli olmayan, uzun periyotlara sahip ve bu nedenle de uzun süreli gözlemlerle incelenmesi gereken SR tipi değişen yıldızların sabır gerektiren gözlemlerinde karşılaşılan zorlukları sıralamak gerekirse; öncelikle yeterli sayıda gözlemci desteği (çoğunlukla 1-2 kişi ile yürütülebilmiştir) ve yeterli sıklıkta gözlem zamanı olmaması sayılabilir. Bunlar, gözlenen yıldızların ışık eğrilerindeki büyük boşlukların en büyük nedenleridir. Bu zorluklara ve beklenenden (~ her yıldız için birkaç günde veya haftada en az 1 veri alınması gibi) daha az veri alınabilmesine rağmen, ısrarla ve sabırla uzun süre birkaç

gözlemci ile yürütülmeye çalışılan devam projeleri sayesinde, yıldızların çoğu için literatürde öngörülen zamandan (~ 8 – 10 yıl) daha kısa sürede yeni periyotlar elde edecek sonuçlar alınabilmiştir.

Bu tür yıldızların daha sık aralıklarla gözlenebilmesi, veri sayısının artırılması ve tespit edilecek periyotların kesinliği ve kararlılığı için, T40 teleskobundaki projeler, 2006 yılından itibaren SR ve Mira türü değişen yıldızların kısa ve uzun dönemli değişimlerinin incelenebilmesi ve periyotlarının bulunabilmesi amacıyla, ROTSE III D teleskobuna verilen projelerle yürütülmektedir.

Teşekkür

Sağladığı gözlem olanakları (teleskop, gözlem zamanı, vd.) ve kütüphane olanağından dolayı TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) Müdürlüğü'ne; T40 teleskopunda uzun dönemli kırmızı yıldızların gözlem projelerinin başlatılmasında ve yönlendirilmesindeki bilgi ve desteğinden dolayı Prof. Dr. Zeki Aslan'a; uzun yıllar süren gözlemlere katılan yardımcı gözlemcilere (öğrenciler ve gece gözlemcileri) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] ESA, (1997), "The Hipparcos and Tycho Catalogues. Celestia", European Space Agency ESA SP – 1200. ESA Publications Division, Noordwijk

[2] Percy, J. R., Desjardins, A., Yu, L., vd., (1996), "Small Amplitude Red Variables in The AAVSO Photoelectric Program: Light Curves and Periods", PASP, 108, 139 – 145

[3] Bedding, T. R., Zijlstra, A. A., (1998), "Hipparcos P-L Relations for Mira and SR Variables", ApJ, 506, L47 – L50

[4] Mattei, J. A., Foster, G., Hurwitz, L. A., vd., (1998), "Classification of Red Variables", Ed. B. Battrick, The Proceedings of The ESA Symposium, Hipparcos-Venice'97, ESA SP-402, 269 – 274

[5] Yeşilyaprak, C., (2004), Doktora Tezi, "Yarı Düzenli Değişen Yıldızların Mutlak Parlaklığı ve Kinematiği", Fen Blimleri Enst., Akdeniz, Üniversitesi, Antalya

[6] Yeşilyaprak, C., Aslan, Z., (2004), "P-L Relations for M Type SR Variables from Hipparcos Parallaxes", MONRAS, 355, 601 – 607

[7] Simbad Astronomical Database, http://simbad.u-strasbg.fr

[8] Yeşilyaprak, C., Parmaksızoğlu, M., Uluç, K., Aslan, Z., (2001), "VZ Cam'ın ışık ölçümü", 12. UAK, Ed. C. İbanoğlu, Ege Ünv. Yayınları, İzmir, 255 – 263

[9] Foster, G., (1995), "TS 12", AJ, 109, 1889 – 1893

[10] Horne, J. H., Baliunas, S. L., (1986), "Period", ApJ, 302, 757 – 765

[11] Lenz, P., Breger, M., (2005), "Period 04", Communications in Asteroseismology (CoAst), 146, 53 – 59

[12] Aslan, Z., Parmaksızoğlu, M., Keskin, V., Selam, O. S., Yeşilyaprak, C., vd., (2004), "TUG Gözlem Koşulları İstatistiği", Erciyes Ünv., Ed. İ. Küçük, F. F. Özeren, İ. Yusifov, Basımda