

Yarı Düzenli Değişen (SR) Yıldızların Periyot - Parlaklık Bağlantıları ve Eğim - Dalgaboyu Bağıntısı

Cahit Yeşilyaprak¹, Zeki Aslan^{1,2}

¹Akdeniz Üniversitesi, Fen -Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü , 07058, Yerleşke, Antalya
cahity@akdeniz.edu.tr, aslan@akdeniz.edu.tr

²TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058, Antalya
aslan@tug.tubitak.gov.tr

Özet: Hipparcos görelî paralaks hataları %10'dan iyi olan oksijen zengin (M tayf türü) yarı düzenli değişen (SR) yıldızların farklı dalgaboylarında periyot – parlaklık bağlantıları incelenmiştir. Bu yıldızların periyotları ile Hp, U, B, V, R, Ic, J, H, K, L, M, N, [12], [25], [60], [100] dalgaboylarındaki mutlak parlaklıkları arasında belirgin bağlantılar olduğu ve bulunan bu doğrusal $M_\lambda - \log P$ bağlantılarının eğimleri ile dalgaboyu arasında da bir ilişki olduğu ilk defa gösterilmiştir. Bu bağlantı, bolometrik mutlak parlaklığın periyodun bir fonksiyonu olarak elde edilebileceğinin de ifadesidir.

Anahtar kelimeler: yıldızlar: değişen yıldızlar: SR – yıldızlar: parlaklık – yıldızlar : periyot

Abstract: We have studied the period - luminosity relationships of oxygen rich semiregular (SR) variables at several wavelength bands using Hipparcos parallaxes with an accuracy better than 10 %. We have shown for the first time that there is a clear dependence on period of absolute magnitudes at Hp, U, B, V, R, Ic, J, H, K, L, M, N, [12], [25], [60], and [100] bands and that the slope of the linear $M_\lambda - \log P$ relation is a smooth function of wavelength. We point out that this relation can in principle be used to derive absolute bolometric magnitude as a function of period.

Key words: stars: variable stars: SR – stars: magnitude – stars: period

1. Giriş

Yarı düzenli (SR) değişen yıldızlar, Wood'un (2000) kırmızı dev yıldızlar için kullandığı "... bütün değişen yıldızlar içinde belki de en az anlaşılabilir, zonklama kipleri hala tartışmalı olan yıldızlardır..." açıklamalarına fazlasıyla uymaktadırlar. Genel Değişen Yıldızlar Kataloğu (GCVS) SR yıldızlarını, yaklaşık 20^e ile 2000^e veya daha uzun periyoda sahip, fazla düzenli olmayan ışık değişimleri gösteren orta veya geç tayf türünde dev veya üst dev yıldızlar olarak tanımlar (Kholopov vd. 1988). Işık değişimleri bazen düzensiz bazen de sabit olabilmektedir. Görünür bölgede ışık değişimindeki genlikleri yaklaşık 2.5^{mm} 'den daha küçüktür. SR yıldızları homojen bir grup değildir ve sınırları kesin olmamakla beraber 4 alt gruba ayrılırlar. SRA değişenleri daha belirgin periyodik değişim gösteren geç tip dev (M, C, S) yıldızlardır. Mira tipi değişenlerden, daha küçük ışınım genlikleri ile ayrılırlar. Kerschbaum ve Hron'a (1992,1994) göre; SRA yıldızları ayrı bir grup yıldız değil, belki de SRb ve Mira tipi değişen yıldızların bir karışımıdır. SRb yıldızları,

değişimleri daha az periyodiklik gösteren geç tip dev (M, C, S) yıldızlardır (Kholopov vd. 1988). Bu grup yıldızlar birden fazla periyoda sahip SR yıldızlarıdır (Mattei vd. 1998, Kiss vd. 1999). SRC yıldızları geç tip (M, C, S) kırmızı üst devlerden oluşurken, SRd yıldızları orta tip (F, G, K) dev ve üst dev yıldızlarıdır (Kholopov vd. 1988). Bu 2 grup SR yıldızının fiziksel (Querci 1986) ve kinematik özellikleri (Aslan 1973), SRA ve SRb yıldızlarından farklıdır. Bu çalışmada sadece SRA ve SRb tipi değişenler incelenmiştir. GCVS'de SR yıldızlarının çoğu alt grubu belirtilmeksizin sadece SR olarak gösterilmiştir. Bunun nedeni, hem bilgi noksanlığı hem de bu tip yıldızların değişim özelliklerinden dolayı yeterince gözlenmiş olmamasıdır. Hipparcos Kataloğu'nda (ESA 1997) da yeni keşfedilen ve bilinen hiç bir değişen yıldız sınıflamasına uymayan yıldızlar, tayf türüne bakılmaksızın SR olarak sınıflandırılmıştır. M tayf türünden birkaç SR yıldızı için 10^e 'den daha küçük periyotlar bulunmuştur (Percy vd. 1996). Benzer sonuçlara OGLE ve SLOAN araştırmalarında da rastlanılmıştır (Udalski vd. 1992, Fukugita 1996, Lenz 1998, Udalski vd 2002).

SR yıldızları zonklayan, Mira tipi değişenlerle H-R diyagramında yaklaşık aynı bölgede bulunan ve Asimtotik Dev Kolu'nun (AGB) üstünde yer

Bildiri tam metni için : Cahit YEŞİLYAPRAK
e-mektup: cahity@akdeniz.edu.tr

aldıklarına inanılan yıldızlardır. Evrimleri hala çok açık değildir. Bir iddiaya göre (Aslan 1981) evrim sıralaması Lb (düzensiz değişenler) → SR (salma göstermeyen) → SR (salma gösteren) → Mira şeklindedir. Kerschbaum vd. (1996) ile Ivezić ve Knapp'a (1999) göre; SR yıldızları Mira ve SR fazları arasında zonklama yapan yıldızlardır.

Bu çalışmanın amacı; Güneş komşuluğundaki M tipi SR yıldızlarının iyi Hipparcos paralaksıları (ESA 1997) kullanılarak, farklı dalgaboylarında Periyot – Parlaklık (PL) bağıntılarını incelemek ve bu bağıntıların eğimlerinin dalgaboyu ile ilişkisine bakmaktır.

SR yıldızlarının mutlak parlaklıkları konusunda şimdiye kadar yapılan bazı çalışmalar şunlardır: İstatistik paralakslardan mutlak parlaklıkların elde edilmesinde Wilson (1942) ve Aslan (1973, 1976), kümelere SR yıldızlarının mutlak parlaklıkları konusunda Whitelock (1986), Hipparcos Projesi'nden (ESA 1997) sonra uzun periyotlu yıldızların ve SR yıldızların PL bağıntıları üzerine son yıllarda Bedding ve Zijlstra (1998), Barthès vd. (1999), Aslan ve Yeşilyaprak (2000), Whitelock ve Feast (2000) ve Yeşilyaprak'ın (2003) çalışmalarıdır.

2. Yıldız Seçimi

2.1. Tayf Türü

Hipparcos Kataloğu'nda (ESA 1997) bulunan ve SR olarak sınıflanan bütün değişen yıldızların 2 renk diyagramı ($V - I_c / B - V$), M tipi SR yıldızlarının diğer SR yıldızlarından belirgin bir şekilde ayrıldığını göstermektedir. Bu nedenle sadece tayf türü M ve değişim tipi SR, SRa ve SRb olan (GCVS, Kholopov vd. 1988) yıldızlar üzerine çalışılmıştır. Bu gruba giren ve periyodu bulunan toplam SR yıldızı sayısı 1131'dir.

2.2. Johnson ve IRAS Parlaklıkları

Hipparcos'un (ESA 1997) verdiği parlaklık değerleri, GCVS'nin (Kholopov vd 1988) verdiği parlaklık değerlerinden çok daha homojen ve kalibre edilmiş değerlerdir (van Leeuwen vd. 1997). B, V, I_c (Cousins I) ve Hp parlaklıkları Hipparcos Kataloğu'ndan (ESA 1997), U, R, J, H, K, L, M, N parlaklıkları ise SIMBAD veri tabanından alınmıştır. Bu parlaklıklardan U, B, V, R, I, J, H, K, L, M ve N Johnson Sistemi (JP11, Johnson 1965) olarak bilinir. Hp, daha geniş bir bant genişliğine sahip Hipparcos Projesi'nde (ESA 1997) tanımlanmış bir sistemdir.

IRAS'a ait kırmızıötesi akı değerleri SIMBAD veri tabanından alınmış ve [12], [25], [60], [100] ile gösterilen parlaklık değerleri IRAS-PSC (1988) ile

Walker ve Cohen'de (1988) verilen eşitlikler ile hesaplanmıştır.

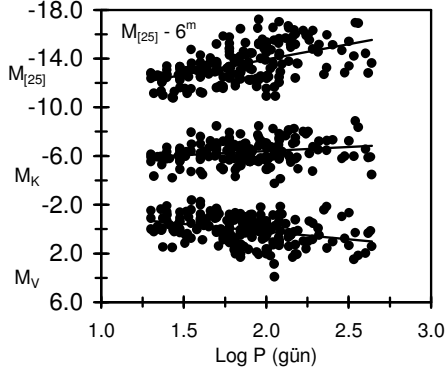
2.3. Periyot ve Paralaks

SR yıldızlarının periyotları öncelikli olarak; yeni periyot değerleri veren Hipparcos Kataloğu'ndan (ESA 1997) alınmıştır. Bunun dışındaki temel periyot kaynağı GCVS (Kholopov vd. 1988) ve SIMBAD veri tabanıdır. Ayrıca literatürden son zamanlarda belirlenen periyotlar da toplanmış ve kaynakları ile birlikte Tablo 1'de verilmiştir. Periyot sınırı olarak 20 günden büyük ve 500 günden küçük periyotlar incelemeye alınmıştır. Bunun nedeni, 20 günden kısa periyotların kaynağının bu yıldızlarda hala tartışmalı olması (Bedding vd. 1998, Mattei vd. 1998, Koen ve Laney 2000, Percy vd. 2001, Hinkle vd. 2002) ve 500 günden büyük periyotların ise SR türü zonklama dışındaki değişimlerle karışmış olabileceğidir (Bedding vd. 1998, Knapp vd. 1999, Kiss vd. 2000, Wood 2000).

SR yıldızlarının PL bağıntılarını incelerken dikkate aldığımız önemli bir kriter de görelî paralaks hatasıdır (ϵ_π/π). İncelediğimiz yıldızlarda, PL bağıntısı için genel eğilimi ve yıldız sayısı arttığında bu bağıntıların olup olmadığını görebilmek amacıyla görelî paralaks hatası 0.50 olan yıldızlar seçilmiştir. Daha sonra Lutz-Kelker yanlışlığından (Lutz ve Kelker 1973) etkilenmemesi için bu kriter 0.10'e düşürülmüş ve en iyi paralaksaya sahip yıldızlar için PL bağıntıları bulunmuştur. Bu çalışmada esas amaç; SR yıldızları için evrensel bir PL bağıntısı bulmaktan çok, bu tür bir bağıntı varsa bunu ortaya çıkarmak ve dalgaboyu ile ilişkisini göstermektir.

3. Periyot – Parlaklık (PL) Bağlılıkları

$\epsilon_\pi/\pi \leq 0.50$ olan SR yıldızları için V, K ve [25] bantlarında bulduğumuz örnek PL bağıntıları Şekil 1'de verilmiştir; düz çizgiler en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmıştır. Arenou vd. (1992) 'nin yıldızlararası sönmüleme modeli kullanılmıştır. Bulduğumuz sönmüleme değerleri, bu çalışmanın amacı ve seçilen yıldızların da yakın oldukları düşünüldüğünde, oldukça küçüktür ve bu nedenle parlaklık değerlerinde bir düzeltme yapılmamıştır. Kırmızı yıldızlarda, özellikle kırmızı ve kırmızı ötesi bölgede yıldızlararası sönmülemenin oldukça küçük olduğu da bilinmektedir (Kerschbaum ve Hron 1994, Alard vd. 2001).



Şekil 1. $\epsilon_\pi/\pi \leq 0.50$ olan SR yıldızları için V, K ve [25] bantlarında PL bağlantıları.

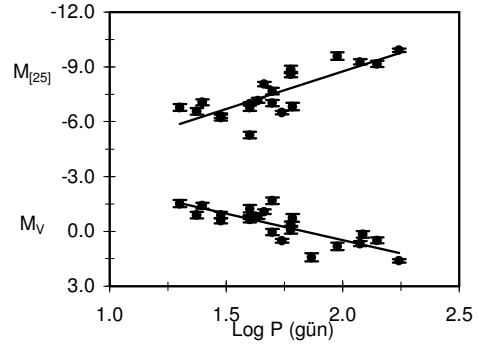
Şekil 1'de verilen ve benzer diğer bantlarda bulduğumuz bağlantılardaki saçılmanın nedenleri şöyle sıralabilir: (i) gözlenen paralakslardaki hatalar ($\epsilon_\pi/\pi \leq 0.50$ için $\epsilon_M \approx \pm 1.09^m$ ve ($\epsilon_\pi/\pi \leq 0.10$ için $\epsilon_M \approx \pm 0.22^m$), (ii) verilen bir periyotta mutlak parlaklıktaki gerçek saçılma, (iii) verilen bir mutlak parlaklıkta periyottaki gerçek saçılma (zonklama kiplerinin karışımı, çoklu periyot ve periyotların yarı düzenli doğası gibi), (iv) parlaklıktaki gözlemsel hatalar, (v) tam bir çevrim boyunca gözlenemeyen yıldızların ortalama görünen parlaklıklarındaki belirsizlik, (vi) yıldızlararası sönmülemeadaki belirsizlikler, (vii) renge bağlılık.

3.1. SR yıldızlarının ($\epsilon_\pi/\pi \leq 0.10$) PL Bağlılıkları

İyi paralaksa ($\epsilon_\pi/\pi \leq 0.10$) sahip ve $P \geq 20^e$ olan SR yıldızları için, en küçük kareler yöntemi ile (düz çizgiler), V ve [25] bantlarında bulduğumuz PL bağlantıları Şekil 2'de, K bandında bulduğumuz PL bağlantısı ise Şekil 4'de verilmiştir. Bu bağlantılarda kullanılan yıldızlar ve bilgileri Tablo 1'de listelenmiştir. Diğer dalgaboylarında bulduğumuz benzer bağlantıların şekilleri Yeşilyaprak'ın (2003) çalışmasında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

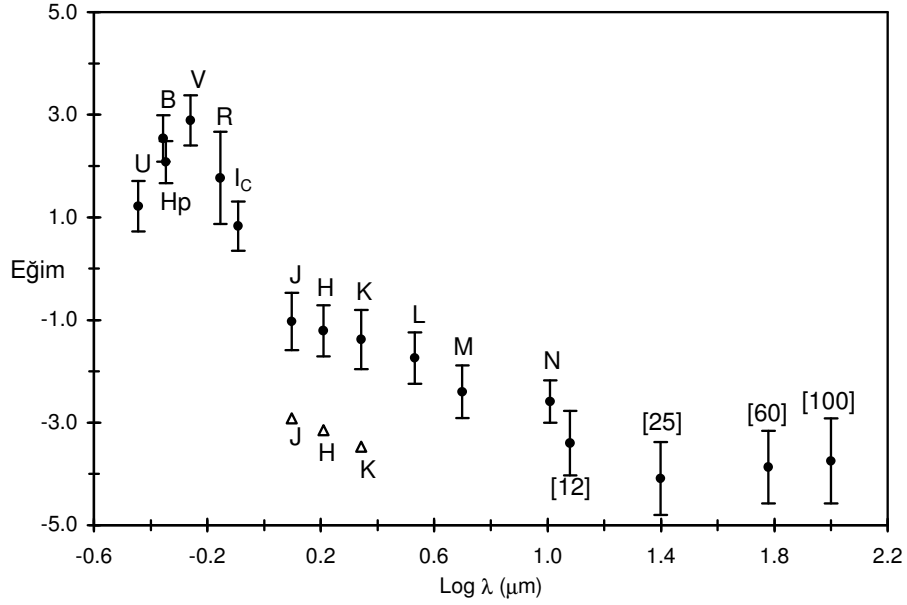
Farklı dalgaboylarında (Hp, U, B, V, R, I_c, J, H, K, L, M, N, [12], [25], [60], [100]), en küçük kareler yöntemi ile bulduğumuz PL bağlantılarının ($M = \alpha \text{ Log } P + \beta$) eğimleri, yıldız sayısı (N) ve korelasyon katsayıları (ρ), Tablo 2'de verilmiştir. Şekil 2'den görüldüğü gibi, periyot ile mutlak parlaklık arasında belirgin çizgisel bağlantılar vardır. Şekil 4'de ise K bandında belirgin bir bağlantıdan söz etmek zordur. Bunun nedeni, farklı dalgaboylarında bulduğumuz PL bağlantılarının eğimlerinin yaklaşık 1 μm civarında neredeyse düz

bir hale gelmesidir. Şekil 4'de K bandında bulduğumuz bağlantı (bkz. Tablo 2) ile Knapp vd.'nin (Eşt. 3, 2003) indirgenmiş paralaks yöntemi ile galaksi SR yıldızları için bulunduğu bağlantıya oldukça benzerdir. Şekil 4'de isimleri verilen yıldızlardan 69 Dra (ayrılık $> 4\sigma$) hesaplamalara katılmazken, L₂ Pup ve 106 Her (ayrılık $< 2\sigma$) dahil edilmiştir. 69 Dra ve R Dor yıldızlarının 2 bileşeni, L₂ Pup yıldızının ise 1 bileşeni vardır (ESA 1997). Ayrıca 69 Dra ve L₂ Pup yıldızlarının evrimsel olarak farklı olabileceği kinematik olarak, Yeşilyaprak'ın (2003) uzay hız dağılımlarını incelediği çalışmasında irdelenmiştir.

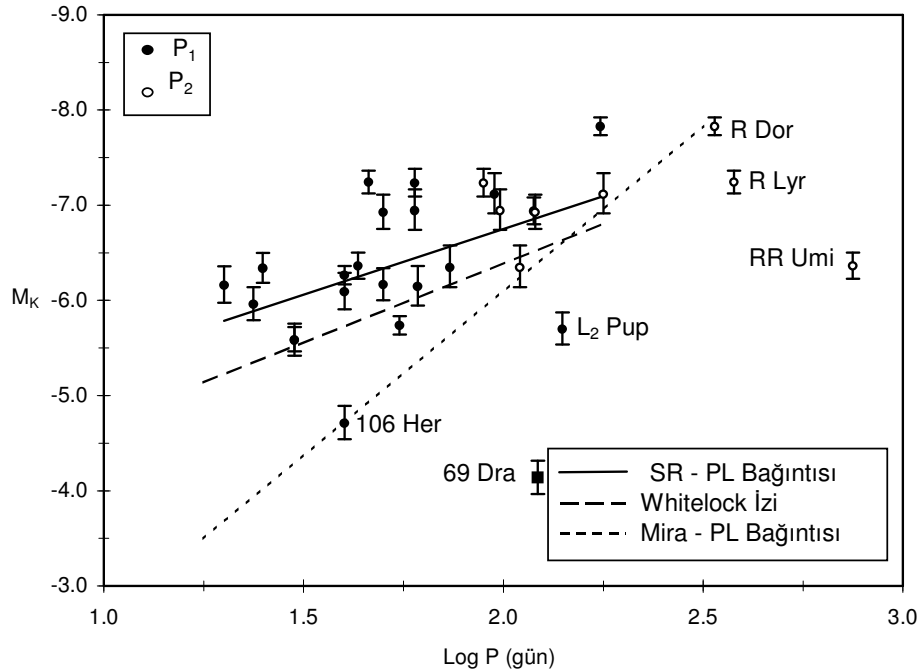


Şekil 2. $\epsilon_\pi/\pi \leq 0.10$ ve $P \geq 20^e$ olan SR yıldızları için V ve [25] bantlarında PL bağlantıları.

Tablo 2 ve Şekil 3'den görülebildiği gibi, farklı dalgaboylarında bulduğumuz PL bağlantılarının eğimleri, dalgaboyunun bir fonksiyonudur. Kısa dalgaboylarında mutlak parlaklık, uzun periyotlar için sönmüleşirken; yaklaşık 1 μm civarında eğim değişimi neredeyse azalmakta, daha sonra periyot arttıkça parlaklık da artmaktadır. Şekil 3'de Mira tipi değişen yıldızlar için J, H, K ortalama değerleri (Kanbur vd. 1997) (üçgenler) gösterilmiştir. Mira tipi yıldızların, SR yıldızlarının gösterdiği bağlantıya (bkz. Şekil 3) benzer bir bağlantı sergilediğini, bu kadar az veri ile söylemek oldukça zordur. Şekil 3'de $M_\lambda - \text{Log } P$ bağlantılarının eğimleri ile dalgaboyları arasında da bir ilişki olduğu ilk defa gösterilmiştir ve bu bağlantı, bolometrik mutlak parlaklığın periyodun bir fonksiyonu olarak elde edilebileceğinin de ifadesidir. Şekil 3'de görülen bağlantı ile M tipi yıldızlar için enerji akısının değişimini gösteren bağlantı da (bkz. HD 86663 yıldızının akı dağılımı, Fluks vd. 1994) birbirine çok benzemektedir. Şekil 4'de, K bandında bulunan PL bağlantısı ile Mira tipi yıldızların bilinen PL bağlantısı (noktalı çizgi) (Whitelock ve Feast 2000) ve Whitelock evrim izi olarak bilinen bağlantı kesikli çizgi (Bedding ve Zijlstra 1998) birlikte gösterilmiştir.



Şekil 3 $\epsilon_{\pi}/\pi \leq 0.10$ ve $P \geq 20^{\text{e}}$ olan SR yıldızları için bulduğumuz PL bağıntılarının eğimlerinin dalgaboyuna göre değişimi. Mira tipi değişenler için bilinen ortalama değerler (Kanbur vd. 1997) üçgenler ile gösterilmiştir.



Şekil 4 $\epsilon_{\pi}/\pi \leq 0.10$ ve $P \geq 20^{\text{e}}$ olan SR yıldızlarının PL (K) bağıntısı ve 2. periyotlar. Mira PL bağıntısı (Whitelock ve Feast 2000) noktalı, Whitelock evrim izi (Bedding ve Zijlstra 1998) kesikli çizgi ile gösterilmiştir.

Tablo 1. $\varepsilon_\pi/\pi \leq 0.10$ ve $P \geq 20^{\text{e}}$ olan SR yıldızları

Yıldız Adı	Tayf Türü	Değ. Tipi	V (m)	K (m)	P ₁ (g)	P ₂ (g)	P ₃ (g)	π (mas)	M _V (m)	M _K (m)	Periyot Kaynak
θ Aps	M7 III	SRb	5.7	-1.9	119.0	-	-	9.93	0.7	-6.9	1
VZ Cam	M4 III	SR	4.9	-0.2	23.7	-	-	6.89	-0.9	-6.0	1
V1070 Cyg	M7 III	SRb	7.1	-0.7	73.5	110.0	470.0	7.29	1.4	-6.4	1,2,2
R Dor	M8e III	SRb	5.6	-3.9	175.0	338.0	-	16.00	1.6	-7.8	3,1
WZ Dor	M3 III	SRb	5.2	0.3	40.0	-	-	5.20	-1.2	-6.1	1
69 Dra	M3 III	SRb	6.2	1.9	122.0	-	-	6.21	0.2	-4.1	1
DM Eri	M4 III	SRb	4.3	-0.4	30.0	-	-	9.03	-0.9	-5.6	1
g Her	M6 III	SRb	4.8	-2.0	60.0	89.2	888.9	9.03	-0.4	-7.2	4,1,5
X Her	M6e	SRb	6.5	-1.4	95.0	178.0	746.0	7.26	0.8	-7.1	1,6,7
106 Her	M1 III	SR	4.9	0.9	40.0	-	-	7.66	-0.7	-4.7	1
II Hya	M4 III	SRb	5.1	-0.3	61.0	-	-	6.84	-0.7	-6.2	1
RX Lep	M6 III	SRb	5.6	-1.3	60.0	98.0	-	7.30	-0.1	-6.9	1,8
σ Lib	M3 III	SRb	3.3	-1.4	20.0	-	-	11.17	-1.5	-6.2	1
R Lyr	M5 III	SRb	4.1	-2.1	46.0	378.0	1000.0	9.33	-1.1	-7.2	1,9,10
ε Mus	M5 III	SRb	4.1	-1.4	40.0	-	-	10.80	-0.8	-6.3	1
ε Oct	M6 III	SRb	5.1	-1.2	55.0	-	-	12.15	0.5	-5.7	1
SX Pav	M7 III	SRb	5.5	-0.7	50.0	-	-	8.23	0.1	-6.2	1
ρ Per	M4 III	SRb	3.3	-1.9	50.0	120.0	250.0	10.03	-1.7	-6.9	1,10,10
ψ Phe	M4 III	SR	4.4	-0.6	30.0	-	-	10.15	-0.6	-5.6	1
L ₂ Pup	M5e III	SRb	4.4	-1.8	140.6	-	-	16.46	0.5	-5.7	1
γ Ret	M4 III	SR	4.5	-0.5	25.0	-	-	6.65	-1.4	-6.3	1
RR UMi	M5 III	SRb	4.6	-0.9	43.3	748.9	-	8.20	-0.8	-6.4	1,11

Periyot Kaynakları: 1 – GCVS, Kholopov vd. (1988); 2 – Percy vd. (2001); 3 – Bedding vd. (1998); 4 – Percy ve Parkes (1998); 5 – Mattei vd. (1998); 6 – Kiss vd. (1999); 7 – Houk (1963); 8 – Bedding ve Zijlstra (1998); 9 – Whitelock ve Feast (2000); 10 – Percy vd. (1996); 11 – Hinkle vd. (2002).

Tablo 2. $\varepsilon_\pi/\pi \leq 0.10$ ve $P \geq 20^{\text{e}}$ olan SR yıldızlarının farklı dalgaboylarında bulduğumuz PL bağlantıları ($M = \alpha \text{ Log } P + \beta$)

Filtre Sistemi	Filtre Adı	Dalgaboyu* λ_0 (μm)	$\alpha \pm \varepsilon_\alpha$ (Eğim)	$\beta \pm \varepsilon_\beta$	N	ρ	
Hipparcos	Hp	0.45	2.08 ± 0.42	-4.09 ± 0.72	22	0.75	
	U	0.36	1.22 ± 0.49	0.52 ± 0.81	15	0.56	
	B	0.44	2.54 ± 0.45	-3.23 ± 0.79	22	0.78	
	V	0.55	2.89 ± 0.49	-5.30 ± 0.85	22	0.80	
	R	0.70	1.77 ± 0.90	-5.17 ± 1.52	17	0.45	
	Johnson ve Cousins	I _C	0.81	0.83 ± 0.48	-4.79 ± 0.85	22	0.36
	J	1.25	-1.03 ± 0.56	-3.47 ± 0.98	19	-0.41	
	H	1.62	-1.21 ± 0.50	-4.04 ± 0.88	18	-0.52	
	K	2.20	-1.38 ± 0.58	-3.99 ± 1.00	21	-0.48	
	L	3.40	-1.74 ± 0.50	-3.72 ± 0.88	19	-0.64	
IRAS	M	5.00	-2.40 ± 0.51	-2.28 ± 0.90	14	-0.80	
	N	10.20	-2.59 ± 0.41	-2.65 ± 0.73	4	-0.98	
	[12]	12.00	-3.40 ± 0.63	-1.53 ± 1.08	20	-0.79	
	[25]	25.00	-4.09 ± 0.71	-0.57 ± 1.22	20	-0.80	
[60]	60.00	-3.87 ± 0.71	-0.84 ± 1.23	20	-0.79		
[100]	100.00	-3.75 ± 0.83	-1.06 ± 1.46	16	-0.77		

* Moro ve Munari (2000)

Ayrıca Şekil 4'de 2. periyotların da nasıl dağılım sergilediği gösterilmiştir. SR yıldızlarının 2. periyotlarının (içi boş daireler) bazıları, bulduğumuz SR PL bağıntısına ve Whitelock evrim izine uyarken, bazıları Mira PL bağıntısının bile ardına düşmektedir. Hem Mira hem de SR olarak davrandığı bilinen R Dor yıldızının uzun periyodunun (2. periyot) Mira ve kısa periyodunun (1. periyot) SR PL bağıntılarına uyduğu açıkça görülmektedir. R Lyr yıldızının da benzer davrandığı, Şekil 4'den görülebilmektedir. SR yıldızlarının 2. periyotlarının özellikle SR ve Mira PL bağıntılarının kesiştiği bölgede toplanması da oldukça dikkat çekicidir ve SR yıldızlarının uzun periyotlarda Mira, kısa periyotlarda ise SR yıldızları gibi davrandığına kanıt sayılabilir.

4. Sonuç

M tipi SR yıldızlarının iyi Hipparcos paralaksıları kullanılarak farklı dalgaboylarında PL bağıntıları bulunmuş ve bu bağıntıların eğimleri ile dalgaboyu arasında bir ilişki olduğu da ilk defa sunulmuştur. Bu bağıntı, bolometrik mutlak parlaklığın periyodun bir fonksiyonu olarak elde edilebileceğinin de ifadesidir.

Ayrıca K bandında bulunan SR yıldızlarının PL bağıntısı hem Mira tipi yıldızların PL bağıntısı ile hem de Whitelock evrim izi ile karşılaştırılmış ve 2. periyotların (uzun periyotlar) dağılımı tartışılmıştır.

5. Kaynaklar

- Alard, C., Blommaert, J. A. D. L., Cesarsky, C., vd. 2001, *ApJ*, 552, 289
Arenou, F., Grenon, M., Gómez, A. 1992, *A&A*, 258, 104
Aslan, Z. 1973, *MNRAS*, 165, 337
Aslan, Z. 1976, *Observatory*, 96, 149
Aslan, Z. 1981, *MNRAS*, 195, 31
Aslan, Z. ve Yeşilyaprak, C. 2000, *Variable Stars as Essential Astrophysical Tools*, Edt. C. İbanoğlu, NATO-ASI, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Ser. C, Vol. 544, ss. 503 - 510
Barthès, D., Luri, X., Alvarez, R., vd. 1999, *A&AS*, 140, 55
Bedding, T. R. ve Zijlstra, A. A. 1998, *ApJ*, 506, L47
Bedding, T. R., Zijlstra, A. A., Jones, A., vd. 1998, *MNRAS*, 301, 1073
ESA, 1997, *The Hipparcos Catalogue (HIP)*, ESA – SP 1200
Fukugita, M. 1996, *AJ*, 111, 1748

- Hinkle, K. H., Lebzelter, T., Joyce, R. R., vd. 2002, *AJ*, 123, 1002
IRAS-PSC, 1988, Joint IRAS Science Working Group, *IRAS Catalogs and Atlases*, Vol. 2-6: The Point Source Catalog, NASA – RP 1190
Ivezić, Ž. ve Knapp, G. R. 1999, *Link between Mass-Loss and Variability Type for AGB Stars*, IAU Symposium 191, *AGB Stars*, *PASP Pub.*, USA, ss. 395 - 400
Johnson, H. L. 1965, *ApJ*, 141, 923
Kerschbaum, F. ve Hron, J. 1992, *A&A*, 263, 97
Kerschbaum, F. ve Hron, J. 1994, *A&AS*, 106, 397
Kerschbaum, F., Olofsson, H., Hron, J. 1996, *A&A*, 311, 273
Kholopov, P. N., Samus, N. N., Frolov, M. S., vd. 1988, *General Catalogues of Variable Stars (GCVS)*, 4.th Edt., Nauka Pub. House, Moscow
Kiss, L. L., Szatmáry, K., Cadmus, J. R. R., vd. 1999, *A&A*, 346, 542
Kiss, L. L., Szatmáry, K., Szabo, G., vd. 2000, *A&AS*, 145, 283
Knapp, G. R., Dobrovolsky, S. I., Ivezić, Ž., vd. 1999, *A&A*, 351, 97
Koen, C. ve Laney, D. 2000, *MNRAS*, 311, 636
Lenz, D. 1998, *ApJS*, 119, 121
Lutz, T. E. ve Kelker, D. H. 1973, *PASP*, 85, 573
Mattei, J. A., Foster, G., Hurwitz, L. A., vd. 1998, *Classification of Red Variables*, *The Proceedings of The ESA Symposium, Hipparcos-Venice'97*, ESA – SP 402, ss. 269 - 274
Percy, J. R., Desjardins, A., Yu, L., vd. 1996, *PASP*, 108, 139
Percy, J. R., Dunlop, H., Kassim, L., vd. 2001, *IBVS* 5041
Querci, M. 1986, *The M Type Stars*, Edt. H. R. Johnson ve F. Querci, NASA SP – 492, s. 475
Udalski, A., Szymanski, M., Kaluzny, J., vd. 1992, *Acta Astron.*, 42, 253
Udalski, A., Zebrun, K., Szymanski, M., vd. 2002, *Acta Astron.*, 52, 115
van Leeuwen, F., Feast, M. W., Whitelock, P. A., vd. 1997, *MNRAS*, 287, 955
Walker, H. J. ve Cohen, M. 1988, *AJ*, 95, 1801
Whitelock, P. A. 1986, *MNRAS*, 219, 525
Whitelock, P. A. ve Feast, M. 2000, *MNRAS*, 319, 759
Wilson, R. E. 1942, *ApJ*, 96, 371
Wood, P. R. 2000, *PASA*, 17, 18
Yeşilyaprak, C. 2003, *Doktora Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Abstract in *Coolnews*, 2004, 98, 7)