

ALGOLLERDE DELTA SCUTİ TÜRÜ ZONKLAMALAR

**Esin SOYDUGAN^{1,2}, Faruk SOYDUGAN^{1,2}, Cafer İBANOĞLU³,
Osman DEMİRCAN^{1,2}, Tunç ŞENYÜZ¹ Mehmet TÜYSÜZ^{1,2} ve
Volkan Bakış^{1,2}**

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üni. Gözlemevi

²Çanakkale Onsekiz Mart Üni. Fizik Böl

³ Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100 Bornova İzmir
esoydugan@comu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Cepheid kararsızlık kuşağının δ Scuti bölgesine bileşenlerinden en az birisi yerleşen zonklamaya aday olan 71 ayırık ve 90 yarı-ayırık örten çift sistemlerin listesi verilmiştir. Bu aday sistemlerin listelenmesi, onların duyarlı ışıma ve etkin sıcaklık değerlerine göre yapılmıştır. Hipparcos uydusu tarafından keşfedilen tayf türlerine veya B-V renklerine göre, kararsızlık kuşağında yer alan zonklamaya aday 36 ayırık veya yarı-ayırık sistemin listelenmesi de verilmiştir. Ayrıca, literatürde kesin olarak δ Scuti türü zonklama gösteren 36 ayırık ve yarı-ayırık örten çift sistem de bu çalışmada yer almaktadır. Bu 36 sistemin zonklayan baş bileşenin, zonklama dönemleriyle sistemin yörünge dönemleri arasında bir bağıntı ortaya konmuştur. Bu sistemlerden mutlak parametreleri kesin bilinenler kullanılarak, zonklama dönemi ile yoldaş yıldızın baş yıldızın yüzeyi üzerindeki maddenin 1 gr'ına uyguladığı çekim kuvveti arasında bir ilişki belirlenmiştir. Son olarak, δ Scuti türü zonklaması yeni keşfedilen iki sistem örnek gösterilerek çalışma sonuçlandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Örten çift yıldızlar, δ Scuti yıldızları, ışıkölçüm

Abstract

In this study, we have listed that at least one or two components of 71 detached and 90 semi-detached systems are located in the δ Scuti region of the Cepheid instability strip. These candidate systems according to their reliable luminosities and temperatures values were listed. 36 detached or semidetached systems located in instability strip according to spectral type and (B-V) colours discovered by the *Hipparcos* satellite were also given as a separate list. In addition, this study has contained that 36 detached and semi-detached systems show definitely δ Scuti type variability in the literature. Considering a sample of 33 eclipsing binary systems with δ Scuti type primaries, we discovered that there is a possible relation among the pulsation periods of the primaries and the orbital periods of the systems. Among the sample, the masses of the secondaries and the separations between the components are known for 12 systems for which a $\log P_{\text{puls}}$ versus $\log F$ (the gravitational pull exerted per gram of the matter on the surface of the primaries by the secondaries) correlation were determined. In the final, δ Scuti type variability was discovered in the two sample systems were shown.

Key words: *Eclipsing binaries, δ Scuti stars, photometry*

1. Giriş

δ Scuti yıldızları anakol veya anakol sonrası ışıltma sınıfları III ile V, kütleleri 1.4 ile 3 M_{\odot} , tayf türleri A2 ile F2 arasında bulunan değişen yıldızlardır. Hertzsprung-Russell (H-R) diyagramında klasik Cepheid kararsızlık kuşağının alt kısmında yer alırlar. Zonklamalarından sorumlu olan mekanizma κ soğurma mekanizmasıdır (Houdek ve diğ., 1999). Bu türden yıldızlar, tek veya çok modlu çapsal (radyal) ve çapsal olmayan (non-radyal) zonklama karakteri sergilerler. Zonklama modları genellikle, düşük dereceli çapsal ve çapsal olmayan p (basınç) veya g (çekim) modlarıdır (Breger, 1979; Stobie ve Shobbrook, 1976; Millis, 1973; Dziembowski, 1974). Zonklama dönemleri 20 dakika ve 8 saat arasında bulunur.

δ Scuti yıldızlarında, konvektif çekirdekte ya da kabukta görülen hidrojen yanması Güneş'te görülen p-p (proton-proton) çevriminin aksine baskın olarak CNO çevrimi ile sağlanmaktadır (Guzik, 2000). Bu nedenle, bu türden yıldızların çalışılması Güneş ve büyük kütleli veya evrimleşmiş yıldızlar arasında yararlı bilgiler sağlar.

Yıldız diskini çözümleyemediğimiz için, ışıkölçümle yalnızca düşük dereceli modlar belirlenebilir. Hızlı dönen δ Scuti yıldızlarının tayf çizgisi görüntülerinde gözlenen değişimlerle bazı yüksek dereceli çapsal olmayan modların belirlenmesini sağlamıştır (Kennelly ve Walker, 1996). Dziembowski ve Pamyatnykh (1991), Audard, Provost ve Christensen-Dalsgaard (1995) konvektif karışım katmanının aralığının ölçülmesinde ve konvektif çekirdeğin araştırılmasında g modlarının belirlenmesinin çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Evrimleşen δ Scuti yıldızlarında, hem p hem de g modları uyartılır. Hem olası uyartılmış g modları hemde çift olma doğası düşük frekans bölgesinde olmalıdır. H-R diagramında, bu düşük frekans bölgesi hem γ Dor hem de δ Scuti yıldızları için önemlidir.

1975'lerden sonra, ışıkölçüm gözlemlerinin kalitesi arttıkça (milikadir yöresinde), birçok δ Scuti yıldızı bulundu. δ Scuti değişenlerinin keşfi için, düzenli araştırmalar Breger (1969), Danziger ve Dickens (1967), Millis (1967), ve Jorgensen ve diğ., (1971) tarafından yapılmıştır. Örtün çiftlerdeki, δ Scuti türü zonklamaların ilk keşifleri 1970'lerde yapıldığı halde (Tempesti, 1971; Broglia ve Marin, 1974; McNally ve Austin, 1977; Jørgensen ve Grønbech, 1978), ayırık ve yarı-ayırık sistemlerde bilinen zonklayan bileşenlerin sayısı 2000'li yıllara kadar sadece birkaç taneydi. Son yıllarda Mkrichian önderliğinde kurulan merkez Asya ağı (Central Asian Network) grubu (Mkrichian ve diğ., 2002) ve Kim'in öncülüğünde kurulan güney Kore (South Korean) grubu (Kim ve diğ., 2002a,b) Algol türü çift sistemlerde δ Scuti türü zonklayan sıcak bileşenlerin büyük çoğunluğunu ortaya çıkarmıştır. Son on yılda hem ışıkölçüm hem de dikine hız ölçümleri çok sönük yıldızlarda düşük genlikli değişimlerin belirlenmesine öncülük etmiştir (Soydugan ve diğ., 2006a).

Çiftlik özellikleriyle bileşen yıldızların önemli fiziksel ve geometrik parametrelerinin belirlenmesi hem de tutulma olayı ile zonklayan bileşenin mod belirlenmesi yapılabilir. Tutulma sırasında

zonklayan bileşenin zonklama genlik ve evre değişimleri kullanılarak, AS Eri (Mkrtichian ve diğ., 2004) ve RZ Cas (Rodriguez ve diğ., 2004) da çapsal olmayan modların duyarlı belirlenmesi yapılmıştır. Çift olmanın diğer bir kazanımı da; çapsal olmayan mod yarılımları kullanılarak, duyarlı dönme dönemlerinin belirlenebilir olmasıdır. Ayrıca; yarı-ayrık Algoller'de görülen kütle aktarması ve toplanma yapısı baş bileşenin zonklama dönemini etkileyebilir. Bu nedenle, kütle aktarım oranı belirlenebilir.

Bu çalışmamızda; H-R diyagramında karasızlık kuşağında yer alan, δ Scuti türü zonklamaya aday 71 ayrık ve 90 yarı-ayrık sistemin kararsızlık kuşağındaki konumları ve istatistiksel dağılımları verilmiştir. δ Scuti türü zonklaması kesin olan 36 sistem için yörünge dönemi ile zonklama dönemi arasındaki bağıntı ortaya konmuştur. Yeni keşfedilen δ Scuti bileşenli örnek sistemlerle çalışma sonuçlandırılmıştır.

2. δ Scuti Türü Zonklamalar İçin Aday Sistemler

Ayrık Örten Çift Sistemler

Bileşenlerinden en az birisi karasızlık kuşağına düşen, 71 ayrık çift sistemin mutlak parametreleri Tablo 1'de listelenmiştir. 2. Sütun'da p ve s sırasıyla δ Scuti bölgesine yerleşen baş (primary) ve yoldaş (secondary) bileşene karşılık gelir. 54 sistemin baş ve 41 sistemin de yoldaş bileşenleri karasızlık kuşağında yer almaktadır. Tablo 1'den de görüldüğü gibi bazı ayrık sistemlerin her iki bileşeni de bu kuşakta bulunur. Zonklamaya aday baş ve yoldaş bileşenlerin H-R diyagramındaki konumları Şekil 1 (54 baş bileşen) ve 2'de (41 yoldaş bileşen) gösterilmektedir. Buna göre tüm şekillerde kullanılan semboller aynı olmak üzere, üçgenler (en duyarlı olanlar): parametreleri hem ışıkölçüm hem de tayf çalışmaları birleştirilerek elde edilenler, artılar (daha az duyarlı): parametreleri tayf türlerine göre belirlenenlere karşılık gelir.

Tablo 1. Zonklamaya aday ayırık çift sistemler (Soydugan ve diğ., 2006a).

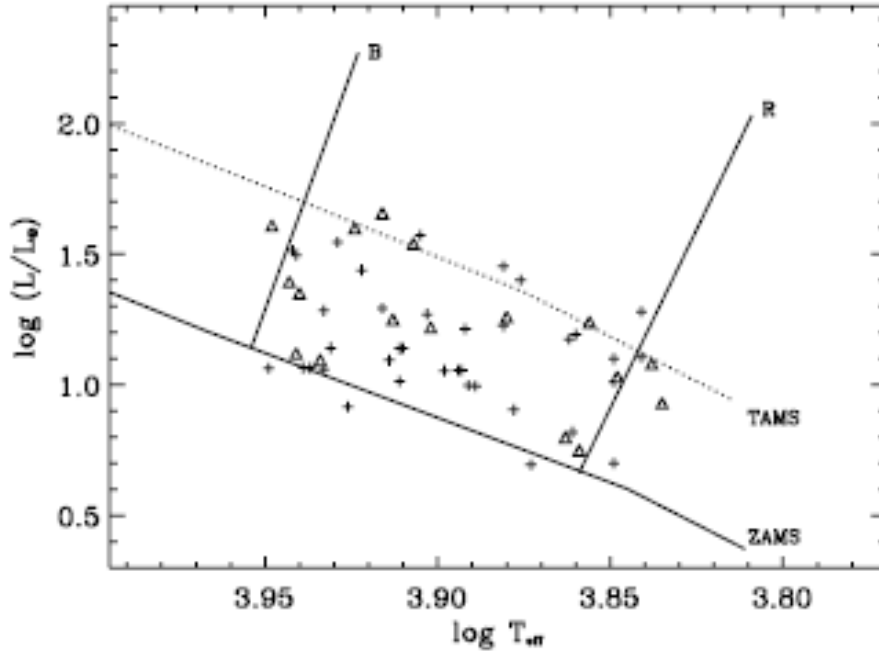
İsim	Bileşen	Tayf türü	Max parlaklık (mag)	P_{orb} (d)	M_1 (M_{\odot})	M_2 (M_{\odot})	R_1 (R_{\odot})	R_2 (R_{\odot})	L_1 (L_{\odot})	L_2 (L_{\odot})	T_1 (K)	T_2 (K)	Kaynaklar
CZ And	p, s	A6+	12.40 (B)	2.7172	2.42	2.04	1.76	1.35	9.87	5.58	7750	7670	1
CD Aqr	s		10.80 (V)	4.8378	2.22	1.52	3.19	1.49	46.84	6.63	8490	7620	1, 2
V409 Aql	p	F5	11.50 (B)	2.0494	1.58	1.42	3.04	3.23	19.00	17.59	6940	6610	1
V602 Aql	p, s	A2+	11.90 (B)	3.0126	2.78	1.71	2.47	2.45	31.24	13.28	8730	7060	1, 2
V805 Aql [†]	p, s	A2+A9	7.59 (V)	2.4082	2.11	1.63	2.11	1.75	17.78	7.24	8185	7178	1, 2, 3
SZ Ari	p	F0	11.30 (V)	1.7175	1.46	1.04	2.46	0.82	14.94	0.43	7270	5210	1
WW Aur [†]	p, s	A5m+A7m	5.821 (V)	2.5250	1.99	1.80	1.88	1.88	13.80	11.48	8128	7762	2, 4
CG Aur	p, s	A7+	12.10 (B)	1.8049	2.22	1.53	1.75	1.45	9.93	5.02	7780	7210	1
UW Boo	p	F0+	10.40 (B)	1.0047	1.48	1.08	1.51	1.03	5.01	1.33	7060	6120	1, 2
AL Cam	p, s	A2+	10.28 (V)	1.3283	2.76	1.65	2.52	1.66	32.68	6.57	8740	7200	1, 2
SW CMa [†]	p, s	A5V+A5V	9.15 (V)	10.0920	2.22	2.03	3.01	2.46	34.67	22.39	8070	8002	2, 5
CI Car	p	A2	11.80 (B)	2.8185	2.89	1.96	2.01	2.96	19.24	8.82	8570	5800	1
DP Car	p	A8	13.00 (B)	7.5637	2.40	1.92	2.98	5.69	25.19	22.85	7510	5310	1
V364 Cas	p, s	A7+	10.75 (V)	1.5431	2.47	2.13	2.24	2.25	16.32	16.53	7749	7756	1, 2
SZ Cen [†]	s	A7V	8.62 (V)	4.1080	2.32	2.28	4.56	3.63	66.83	46.03	7727	7889	2, 6
LP Cen	p	F0	10.37 (V)	2.4723	1.45	1.00	1.67	1.34	8.02	2.42	7550	6240	1
NP Cen	p, s	A5+	9.80 (B)	2.8530	2.40	1.97	3.19	2.90	37.43	17.54	8030	6960	1, 2
V348 Cen	p	A5	11.10 (V)	2.1524	2.03	0.96	1.71	1.88	13.83	5.15	8540	6370	1
V377 Cen	s		8.90 (V)	8.2517	2.10	1.24	2.33	2.56	34.80	21.54	9240	7810	1
WX Cep [†]	p, s	A2+A5	9.03 (V)	3.3785	2.33	2.54	2.71	4.00	40.74	63.10	8872	8147	2, 7
EG Cep	p	A3	9.51 (V)	0.5446	2.22	1.54	1.53	0.83	11.62	1.51	8650	7060	1, 2
E1 Cep [†]	p	F2V	7.61 (V)	8.4394	1.69	1.79	2.43	2.92	12.02	15.14	6892	6661	2, 8
WY Cet	s		9.60 (B)	1.9398	2.47	1.88	2.16	2.16	29.07	23.48	9190	8690	1, 2
V454 CrA	p	A5	10.10 (V)	2.3969	2.23	1.55	1.76	1.41	12.41	4.35	8200	7060	1
V Cr [†]	p	A8V	10.27 (V)	0.7020	1.55	1.05	1.51	1.58	5.62	1.55	7230	5122	2, 9
GV Cyg	p	A5	13.20 (B)	0.9907	1.98	0.93	1.63	1.66	10.31	3.35	8150	6080	1, 2
MY Cyg [†]	p, s	F0m+F0m	8.34 (V)	4.0052	1.78	1.81	2.19	2.19	10.72	10.23	7047	6998	2, 10
QT Cyg	p	A5	14.80 (B)	3.3356	2.39	1.94	1.86	2.43	11.37	2.68	7810	4750	1, 2
V447 Cyg	p	A3	13.10 (B)	2.2056	2.24	1.57	1.45	1.23	11.58	2.22	8900	6400	1
V456 Cyg	p	A2	10.80 (V)	0.8912	3.01	2.26	1.36	1.02	8.25	2.72	8430	7390	1, 2
V466 Cyg	p	A8	10.53 (V)	1.3916	2.23	1.56	1.64	1.47	6.59	3.87	7260	6700	1, 2
V477 Cyg [†]	p	A3V	8.55 (V)	2.3470	1.80	1.35	1.60	1.42	13.18	3.31	8730	6531	2, 11
V689 Cyg	p	A5V	14.00 (B)	1.4553	2.35	1.84	1.84	2.08	11.37	2.13	7840	4850	1
YY Del	p, s	A3+	11.30 (V)	0.7931	2.21	1.51	1.52	1.33	11.61	4.15	8690	7160	1, 2
BW Del	p	F2	11.40 (B)	2.4232	1.40	0.88	2.51	1.70	12.76	3.75	6930	6190	1, 2
RX Dra	p, s	F0+F0	10.00 (B)	3.7864	1.71	1.29	2.52	1.58	15.57	5.49	7250	7070	1, 2
W Equ	p, s	A7+	11.80 (B)	4.2369	2.23	1.55	3.09	2.91	28.42	21.04	7610	7270	1
CW Eri [†]	p	F2	8.44 (V)	2.7284	1.59	1.33	2.08	1.56	8.51	4.07	6839	6561	2, 12, 13
TX Her [†]	p	A8	8.12 (V)	2.0598	1.62	1.45	1.58	1.48	6.31	3.98	7295	6714	2, 12
HS Her [†]	s	A4	8.61 (V)	1.6374	6.50	1.90	3.00	1.70	426.58	8.91	15140	7646	2, 14, 15
V624 Her [†]	s	A7m	6.204 (V)	3.8950	2.28	1.88	3.03	2.21	36.31	17.38	8147	7943	2, 4, 16
KW Hya [†]	p	A3m	6.115 (V)	7.7500	1.98	1.49	2.13	1.48	16.60	4.47	7998	6886	2, 17
CM Lac [†]	p, s	A2V+F0V	8.22 (V)	1.6047	1.88	1.47	1.59	1.42	12.45	4.79	8595	7163	2, 10
V364 Lac [†]	p, s	A4+A3	8.36 (V)	7.3515	2.33	2.30	3.31	2.99	45.39	41.69	8250	8500	2, 18
TX Leo	s		5.67 (V)	2.4451	3.73	2.24	4.14	2.43	116.14	16.46	9360	7490	1, 2
WY Leo	s		11.00 (V)	4.9859	2.31	1.40	3.26	2.65	81.16	24.75	9640	7940	1, 2
RR Lyn [†]	p, s	A7V+F0V	5.54 (V)	9.9451	2.00	1.55	2.50	1.93	18.20	8.51	7586	7079	2, 12, 19
TZ Men [†]	s	A8V	6.18 (V)	8.5690	2.49	1.50	2.02	1.43	42.66	4.90	10399	7194	2, 4
EP Mon	p, s	A3+	10.50 (B)	1.1481	2.45	2.09	2.76	2.06	35.16	18.18	8500	8340	1, 2
V456 Oph	p, s	A5:+	10.14 (V)	1.0160	2.23	1.54	2.19	1.99	19.64	9.04	8250	7130	1, 2
V846 Oph	s		9.90 (V)	3.1268	2.91	2.20	2.69	2.18	39.80	19.21	8890	8240	1
FT Ori [†]	s	A3V	9.30 (V)	3.1504	2.50	2.30	2.20	1.90	36.32	17.42	9550	8551	2, 19
V536 Ori	s		10.20 (V)	3.1633	2.99	2.23	2.37	1.72	29.73	11.71	8800	8150	1
V1031 Ori [†]	p, s	A6V+A3	6.06 (V)	3.4056	2.29	2.47	2.99	4.32	39.81	63.10	8400	7850	2, 10, 20
BO Peg	p	A4	11.50 (B)	0.5804	2.10	1.24	1.54	0.96	11.43	1.19	8580	6180	1, 2
EE Peg [†]	p	A3m	6.98 (V)	2.6282	2.16	1.34	2.09	1.31	22.39	2.69	8710	6457	2, 10
GH Peg	p	A3	9.10 (B)	2.5561	2.44	2.06	2.27	2.52	18.62	8.48	7990	6230	1, 2
OO Peg [†]	p, s	A2	8.33 (V)	2.9847	1.72	1.69	2.19	1.37	24.79	9.63	8770	8683	21
IQ Per [†]	s	A7	7.73 (V)	1.7436	3.53	1.72	2.47	1.53	134.90	7.59	12512	7743	2, 22
IU Per	p, s	A4+	10.50 (B)	0.8570	2.42	2.03	1.88	1.74	13.78	11.39	8150	8060	1, 2
V337 Per	s		12.80 (B)	1.8861	2.86	1.71	2.86	3.32	46.18	26.87	8910	7240	1, 2

Tablo 1'in devamı

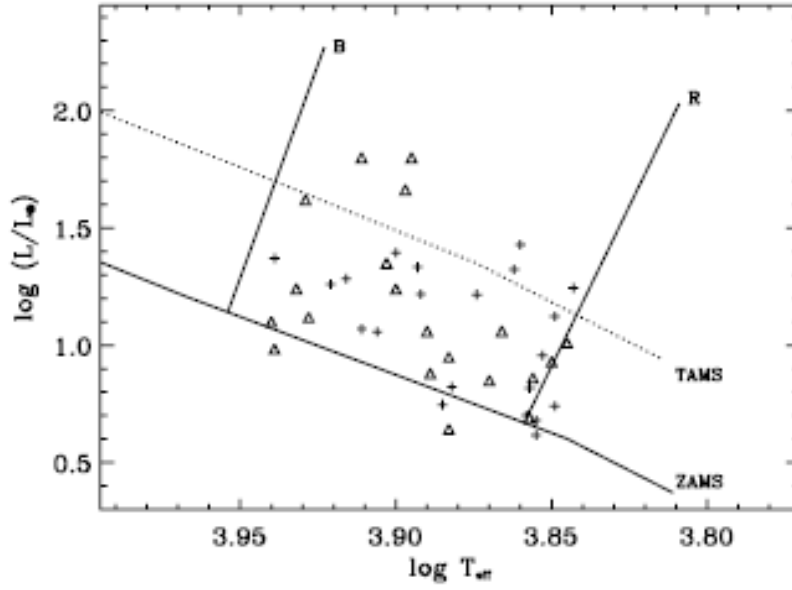
İsim	Bileşen	Tayf türü	Max parlaklık (mag)	P_{orb} (d)	M_1 (M_{\odot})	M_2 (M_{\odot})	R_1 (R_{\odot})	R_2 (R_{\odot})	L_1 (L_{\odot})	L_2 (L_{\odot})	T_1 (K)	T_2 (K)	Kaynaklar
V526 Sgr ^d	s	A2	9.82 (V)	1.9194	2.27	1.68	1.89	1.56	33.88	12.59	10139	8710	2, 23
V4089 Sgr ^d	s		5.91 (V)	4.6283	3.28	1.57	4.00	1.63	72.44	7.08	8433	7413	24
V594 Sco	p	F0	10.56 (V)	3.6329	1.45	1.01	2.16	2.54	10.29	7.75	7070	6070	1
V626 Sco ^d	p, s	A7+	11.40 (B)	1.0337	2.23	1.54	1.34	1.20	4.95	4.39	7470	7640	1
V634 Sco ^d	s		11.70 (B)	1.2240	3.07	2.42	1.53	1.70	14.20	13.15	9100	8470	1
EW Tau	p	A9:	11.70 (B)	5.2693	2.22	1.54	2.39	2.57	12.55	11.66	7070	6680	1
RS Tri ^d	p, s	A5+	10.26 (V)	1.9089	2.22	1.54	2.53	2.11	27.46	11.48	8350	7340	1, 2
RT UMi ^d	p	F0	10.90 (V)	1.8420	1.70	0.50	2.70	2.20	17.38	1.45	7170	4269	2, 25
RR Vel	p	A5:	10.81 (V)	1.8542	2.50	1.50	1.81	2.32	11.33	6.88	7900	6160	1
AB Vul	p	A8:	12.40 (B)	1.4613	2.05	1.11	2.38	1.36	16.82	2.59	7600	6300	1, 2

^aDetached binaries with more accurate data. ^bPassband used in the observation.

References: (1) Branczewicz & Dworak (1980); (2) Kreiner (2004); (3) Popper (1981); (4) Andersen (1991); (5) Lacy (1997a); (6) Balona (1994); (7) Popper (1987); (8) Cester et al. (1978b); (9) Liu (1993); (10) Malkov (1993); (11) Değirmenci et al. (2003); (12) Popper (1980); (13) Popper (1983); (14) Hall & Hubbard (1971); (15) Giuricin & Mardirossian (1981a); (16) Harmanec (1988); (17) Andersen & Vaz (1984); (18) Torres et al. (1999); (19) Petrova & Orlov (1999); (20) Andersen, Nordström & Clausen (1990); (21) Munari et al. (2001); (22) Değirmenci (1997); (23) Lacy (1997b); (24) North, Studer & Kunzli (1997); (25) Mardirossian & Giuricin (1981).



Şekil 1: H_R diyagramındaki ayırık örten çift sistemin 54 baş bileşeninin kararsızlık kuşağındaki konumları. Üçgenler daha duyarlı veriye karşılık gelmektedir (bkz. metin). ZAMS ve TAMS'ın sınırları kuramsal olarak çizilmişken, kararsızlık kuşağının sınırları B(blue) ve R(red) gözlemseldir.



Şekil 2: H - R diyagramındaki ayırık örten çift sistemin 41 yoldaş bileşeninin kararsızlık kuşağındaki konumları. ZAMS, TAMS ve kararsızlık kuşağının sınırları Şekil 1'deki gibidir.

Şekil 2'den görüldüğü gibi; üç sistemin yoldaş bileşenleri (XX Cep, V1031 Ori ve SZ Cen) anakol evrimini tamamlamıştır. Tablo 1'de yer alan bazı ayırık sistemlerin her iki bileşeni de kararsızlık kuşağında yer alabilir. Böylesi sistemlerde, iki bileşeninde zonklaması halinde, zonklamalar birbirini yok edecek ve zonklamaların ortaya çıkarılması çok zor veya mümkün olmayacaktır

Yarı-Ayrık Örten Çift Sistemler

Yarı-ayrık sistemler için yalnızca klasik Algoller ele alındı. Algollerde yoldaş bileşenin toplam ışığa katkısı optik dalgaboyunda oldukça küçüktür. Bu nedenle, küçük kütleli yoldaş bileşenin mutlak parametreleri duyarlılıkla elde edilemeyecektir. Şekil 3'te H - R diyagramında klasik Algoller'in zonklamaya aday baş bileşenlerinin kararsızlık kuşağındaki konumları gösterilmektedir. Tablo 1 ve 2 Soyduğan ve diğ. (2006a)'nin hazırladığı makaleden alındığı için, daire içine alınan sistemler (V346 Cyg, TZ Dra, BO Her ve VY Mic) bu çalışmada aday olarak listelenmiştir. Bundan sonraki yıllarda, bu sistemlerin baş bileşenlerin, kesin olarak δ Scuti türü zonklama gösterdiği belirlenmiştir (bkz. Tablo 3).

Tablo 2: Zonklamaya aday yarı-ayrık çift sistemler (Soydugan ve diğ., 2006a).

İsim	Bileşen	Tayf türü	Max parlaklık (mag)	P_{orb} (d)	M_1 (M_{\odot})	M_2 (M_{\odot})	R_1 (R_{\odot})	R_2 (R_{\odot})	L_1 (L_{\odot})	L_2 (L_{\odot})	T_1 (K)	T_2 (K)	Kaynaklar
TW And ^d	p	F0V	9.12 (V)	4.1228	1.68	0.32	2.19	3.37	11.55	3.14	7188	4184	1
CP And	p	A5	11.20 (V)	3.6089	2.14	1.34	2.56	3.44	23.47	14.66	7938	6087	1
RY Aql ^e	p	A8	8.86 (V)	1.9666	1.27	0.26	1.28	1.79	7.08	1.23	7600	4550	2, 3
CZ Aqr	p	A5p	11.10 (V)	0.8628	2.96	1.48	1.91	2.00	11.79	4.25	7780	5860	4
YZ Aql	p	A3	10.90 (V)	4.6725	3.13	2.56	3.20	6.64	42.35	10.32	8228	4013	1
QY Aql ^f	p	F0g	12 (V)	7.2296	1.70	0.60	3.90	4.90	33.11	7.41	7009	4301	1
SS Cam	p	F5V	10.09 (V)	3.1268	1.72	2.28	2.79	8.15	18.86	36.26	7199	4960	1
TY Cap	p	A5	10.30 (V)	1.4235	2.50	2.06	2.89	2.57	28.92	1.19	7871	3759	1
CV Car ^g	p	A3	10.40 (V)	14.4149	2.50	0.80	2.30	11.10	28.18	48.98	8766	4582	1
IS Cas	p	A2	11.60 (B)	1.8415	2.76	1.64	2.50	2.06	32.66	32.66	8724	9611	1
SY Cen	p	A5	10.92 (V)	6.6314	3.33	1.67	2.39	6.34	17.48	15.00	7632	4510	1
XX Cep ^h	p	A8V	9.21 (V)	2.3373	2.03	0.33	2.12	2.25	13.50	1.79	7596	4449	1
EK Cep ⁱ	p	A1V	7.88 (V)	4.4278	2.02	1.12	1.58	1.32	14.79	1.55	9002	5604	1
RW Cet	p	A5	10.09 (V)	0.9752	2.73	1.77	1.91	2.19	12.19	5.77	7801	6043	1
AT Cir	p	A5IV-V	8.40 (B)	3.2575	2.41	2.00	3.20	4.07	37.42	27.51	7978	6550	1
IS CrA	p	A2	10.90 (B)	3.2366	2.49	1.85	2.57	3.29	35.54	14.72	8788	6231	1
RW CrB ^l	p	F0	10.21 (V)	0.7264	1.60	0.40	1.54	1.10	6.03	0.35	7286	4232	1
SY Cyg	p	A3	11.10 (V)	6.0055	2.14	0.86	2.21	4.82	26.98	8.89	8846	4538	1
UW Cyg	p	F0	10.68 (V)	3.4508	2.14	0.86	2.28	2.79	14.40	8.89	7444	5965	1
VW Cyg	p	A3e	10.36 (V)	8.4303	2.10	0.60	2.00	7.00	21.88	17.38	8824	4453	1
AE Cyg	p	A5	11.30 (V)	0.9692	1.54	0.85	1.91	2.54	16.79	15.06	8500	7170	4
BR Cyg ^m	p	A5V	9.94 (V)	1.3326	2.50	1.00	2.30	2.40	28.18	4.79	8766	5510	5
KU Cyg ⁿ	p	F4p	11.40 (V)	38.4388	3.85	0.48	3.38	17.1	38.02	46.77	7793	3649	6
V345 Cyg	p	A1	11.30 (B)	2.0755	2.88	1.96	2.34	4.60	31.00	28.43	8900	6212	1
V346 Cyg	p	A5	11.80 (B)	2.7433	2.34	1.83	3.75	4.74	61.76	38.94	8353	6620	1
V959 Cyg	p	A5:	11.30 (V)	1.8398	2.22	1.52	2.96	2.64	40.75	18.97	8473	7411	1
Z Dra	p	A5	10.59 (V)	1.3574	1.40	0.38	1.56	1.56	12.45	0.96	8678	4573	1
RZ Dra	p	A5	10.40 (V)	0.5509	1.40	0.62	1.62	1.12	7.60	1.27	7527	5788	1
TZ Dra	p	A7V:	9.34 (V)	0.8660	2.12	0.28	2.03	1.72	14.14	2.52	7853	5543	1
U Gru	p	A5	11.67 (V)	1.8805	2.40	0.60	2.13	2.22	17.12	2.54	8042	4889	1
SZ Her ^o	p	A5	9.92 (V)	0.8181	2.10	0.80	1.70	1.60	11.22	1.95	8100	5400	7
UX Her ^p	p	A3	8.97 (V)	1.5489	2.70	0.60	2.00	1.94	19.50	1.05	8600	4200	7
AD Her ^q	p	A4V	9.68 (V)	9.7666	2.90	0.90	2.60	7.70	33.11	23.98	8584	4601	1
BO Her ^r	p	A7	11.10 (V)	3.0874	2.43	1.99	3.64	4.81	37.26	12.74	7472	4970	1
FN Her	p	A9	10.50 (B)	2.6913	1.99	1.46	2.22	2.08	10.51	6.38	6973	6358	1
MX Her	p	F5	11.40 (B)	2.3476	1.40	0.87	2.36	2.04	11.88	6.70	6973	6499	1
V338 Her	p	A9	10.21 (V)	1.3057	1.78	1.00	1.92	1.63	9.21	0.89	7254	4390	1
V359 Her	p	F0	10.03 (V)	1.7558	1.60	1.38	2.39	2.02	13.75	7.40	7187	6696	1
TT Hya	p	A3	7.31 (V)	6.9534	1.99	0.72	2.14	4.85	22.13	12.64	8555	4940	1
VY Hya	p	A3	10.37 (V)	2.0012	2.09	1.20	1.61	1.28	13.89	2.51	8779	6419	1
DE Hya	p	A2	11.00 (B)	4.2277	3.01	2.25	2.72	3.41	39.22	5.15	8755	4707	1
TW Lac	p	A2	11.50 (B)	3.0375	2.80	1.87	2.98	4.17	45.27	21.07	8670	6054	1
VX Lac	p	F0	10.55 (V)	1.0745	1.48	1.07	1.70	1.26	6.60	2.16	7093	6232	1
AU Lac	p	A5	11.10 (V)	1.3924	2.36	1.86	1.88	2.28	11.38	5.43	7729	5833	1
DG Lac	p	A5	10.80 (B)	2.2065	2.42	1.90	2.42	3.30	19.43	10.70	7787	5745	1
UU Leo	p	A2	11.70 (V)	1.6797	1.94	1.15	1.45	1.17	12.73	2.11	9051	6429	1
VZ Leo	p	A5	10.60 (B)	1.0899	2.39	1.93	1.91	2.59	11.39	1.16	7670	3721	1
SS Lib	p	A5	10.42 (V)	1.4380	2.41	2.00	2.29	3.16	21.64	13.90	8824	6267	1
SX Lyn	p	A2	10.00 (B)	2.0225	2.66	1.58	2.02	1.52	22.91	5.76	8882	7250	1
RV Lyr	p	A5:	11.50 (B)	3.5990	3.70	1.30	2.19	5.40	13.29	4.20	7444	3555	1
VY Mic	p	A3	8.40 (B)	4.4358	2.39	1.96	2.24	4.43	25.99	13.98	8705	5301	1
BO Mon	p	A2	10.80 (B)	2.2252	2.89	1.97	2.57	3.26	35.72	20.27	8799	6781	1
HO Mon	p	A5	11.50 (B)	7.8945	2.51	2.03	2.58	5.71	21.15	13.62	7704	4639	1
V391 Oph	p	A1	11.50 (B)	2.8956	2.55	1.13	1.86	2.10	13.65	4.26	8132	5720	1
V501 Oph	p	A5	11.30 (V)	0.9680	1.98	0.94	2.08	2.92	17.50	7.19	8183	5529	1
V535 Oph	p	A3	11.30 (B)	6.0553	1.98	0.92	1.81	3.16	18.36	11.79	8878	6015	1

Tablo 2'nin devamı

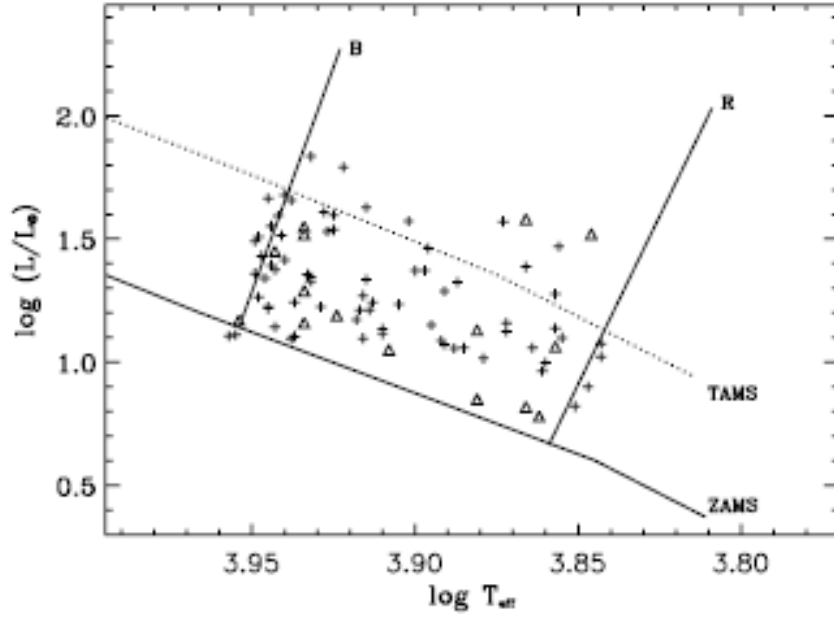
İsim	Bileşen	Tayf türü	Max parlaklık (mag)	P_{orb} (d)	M_1 (M_{\odot})	M_2 (M_{\odot})	R_1 (R_{\odot})	R_2 (R_{\odot})	L_1 (L_{\odot})	L_2 (L_{\odot})	T_1 (K)	T_2 (K)	Kaynaklar
EY Ori	p	A8V	9.49 (V)	16.7878	2.52	2.09	3.51	8.47	29.53	34.82	7179	4816	1
FK Ori	p	A2	12.00 (B)	1.9475	2.64	1.35	2.10	2.17	23.64	12.23	8780	7325	1
FL Ori	p	A3V	11.50 (V)	1.5510	2.88	1.93	2.12	2.17	18.62	3.21	8232	5243	1
TY Peg	p	A2	10.26 (V)	3.0922	3.30	0.50	3.02	3.06	47.52	4.77	8717	4875	1
UX Peg	p	A2	10.70 (B)	1.5446	2.75	1.62	1.86	2.01	17.50	6.18	8653	6417	1
AT Peg ^a	p	A4V	9.02 (V)	1.1461	2.22	1.05	1.86	2.15	15.49	2.40	8400	4900	8
BG Peg	p	A2	10.50 (B)	1.9524	2.53	1.29	2.40	3.35	32.20	22.49	8872	6865	1
DF Peg	p	A2	9.15 (V)	14.6987	2.87	1.90	2.16	3.15	22.63	14.26	8563	6318	1
DM Peg ^a	p	A8:	10.90 (V)	2.5890	2.00	0.96	1.60	2.73	6.58	7.36	7340	5770	4
RV Per	p	A2	11.10 (V)	1.9735	3.04	0.46	2.91	4.52	46.19	3.11	8818	3604	1
X Pic	p	A2	10.70 (B)	0.8619	2.50	1.00	1.74	2.03	16.53	3.65	8820	5598	1
RV Pic	p	A1V	9.65 (V)	3.9718	1.96	1.07	1.82	2.51	13.03	7.84	8126	6094	1
SW Pup	p	F0	9.01 (V)	2.7473	1.45	1.01	1.90	3.00	7.94	10.21	7027	5955	1
ZZ Pup	p	A2	9.43 (V)	6.3381	2.88	1.94	2.95	4.83	39.44	21.62	8419	5661	1
AK Ser	p	A5	11.40 (V)	1.9226	1.98	0.93	1.97	2.12	16.28	6.15	8258	6241	1
DE Sge	p	A2	11.90 (B)	2.8721	1.98	0.93	1.47	2.41	12.90	8.26	9019	6301	1
SX Sgr	p	A2	9.60 (B)	4.1540	2.90	1.59	3.04	5.02	24.37	13.38	7353	4925	1
XZ Sgr ^a	p	A3V	8.92 (V)	3.2755	1.90	0.30	1.50	2.50	35.48	2.09	8600	5000	1, 7
EG Sgr	p	A2	11.20 (B)	4.9724	2.91	2.03	3.77	4.58	68.41	22.34	8546	5862	1
AC Tau	p	F0	10.50 (B)	2.0434	1.45	0.99	2.30	2.90	12.56	5.84	7162	5267	1
AQ Tau	p	A5	11.80 (B)	1.2159	1.99	0.94	1.87	2.05	14.88	5.64	8287	6210	1
X Tri ^a	p	A3	9.00 (V)	0.9715	2.30	1.20	1.71	1.96	14.45	2.51	8600	5200	7
V Tuc	p	A2	10.69 (V)	0.8709	2.54	1.26	1.76	1.69	16.78	1.31	8803	4748	1
TT Vel	p	A5	10.74 (V)	2.1084	1.99	0.96	2.00	2.17	16.30	6.46	8198	6417	1
AS Vel	p	A3	8.704 (V)	1.5579	2.22	1.51	1.59	1.75	12.71	7.03	8640	7102	1
DX Vel	p	A5	10.74 (V)	1.1173	2.13	1.31	1.73	1.36	12.46	2.26	8242	6066	1
BD Vir	p	A5	9.91 (V)	2.5485	2.22	0.78	2.72	4.38	33.94	14.07	8444	5340	1
UY Vir	p	A7V	8.02 (V)	1.9945	2.22	1.54	2.60	2.17	23.54	11.50	7882	7213	1
RR Vul	p	A2	9.93 (V)	5.0507	3.15	2.05	2.10	4.39	21.24	14.09	8548	5335	1
AW Vul	p	F0	10.80 (V)	0.8065	1.48	1.08	2.11	1.79	11.44	4.89	7305	6413	1
AX Vul	p	A1V	11.30 (V)	2.0248	2.56	1.31	2.14	1.36	24.78	2.89	8800	6451	1
AY Vul	p	F0V	11.70 (V)	2.4124	1.39	0.85	2.00	2.75	9.96	4.95	7248	5190	1
BP Vul	p	A7	9.94 (V)	1.9403	2.29	1.69	1.87	1.55	10.35	4.78	7568	6853	1
EY Vul	p	A4	11.10 (V)	4.1031	2.10	1.22	2.76	3.52	34.42	14.30	8412	5981	1

^aSemidetached binaries with more accurate data. ^bPassband used in the observation.

References: (1) Budding et al. (2004); (2) Popper (1989); (3) Helt (1987); (4) Branczewicz & Dworak (1980); (5) Giuricin & Mardirossian (1981b); (6) Olson, Etzel & Dewey (1995); (7) Giuricin et al. (1983); (8) Maxted, Hill & Hilditch (1994).

2.3 Hipparcos Uydusu Tarafından Keşfedilen Algol Türü Çift Sistemler

Hipparcos uydusu (ESA, 1997) tarafından keşfedilen yeni Algol türü çiftler Soyduğan ve diğ. (2006a) tarafından hazırlanan δ Scuti bileşenli örten çift sistemler kataloğunda yer almaktadır (bkz. Tablo 5). Zonklamaya aday sistemler (B-V) renkleri ve tayf türlerine göre, yaklaşık olarak karasızlık kuşağında bulunmaktadır ve sayısı 36'dır. Bu sistemlerin salt parametreleri henüz belirlenmediği için, karasızlık kuşağındaki konumları noktalanamamıştır. EW Boo Hipparcos'un keşfettiği ve bizim listelediğimiz 36 yıldızdan birisidir ve baş bileşeninde δ Scuti türü zonklama belirlenmiştir.



Şekil 3: H-R diyagramında yarı-ayrık çift sistemlerin 90 baş bileşeninin kararsızlık kuşağındaki konumları. ZAMS, TAMS ve kararsızlık kuşağının sınırları ile sembollerin anlamları Şekil 1'deki gibidir.

3. Zonklama Döneminin Yörünge Dönemine Bağlılığı

Bu bağıntı literatürde ilk defa Soydugan ve diğ. (2006b) tarafından 20 Algol türü çift sistem için ortaya konmuş, bu çalışmada da 2006'dan bugüne yeni keşfedilen δ Scuti bileşenli örten çift sistemler eklenerek Tablo 3'te listelenen 33 çift sistem için yenilenmiştir. Tablo 3'te görülen bazı sistemler, WX Eri, RS Cha, HD 172189 bağıntıdan çok saptığı için çıkarılmıştır.

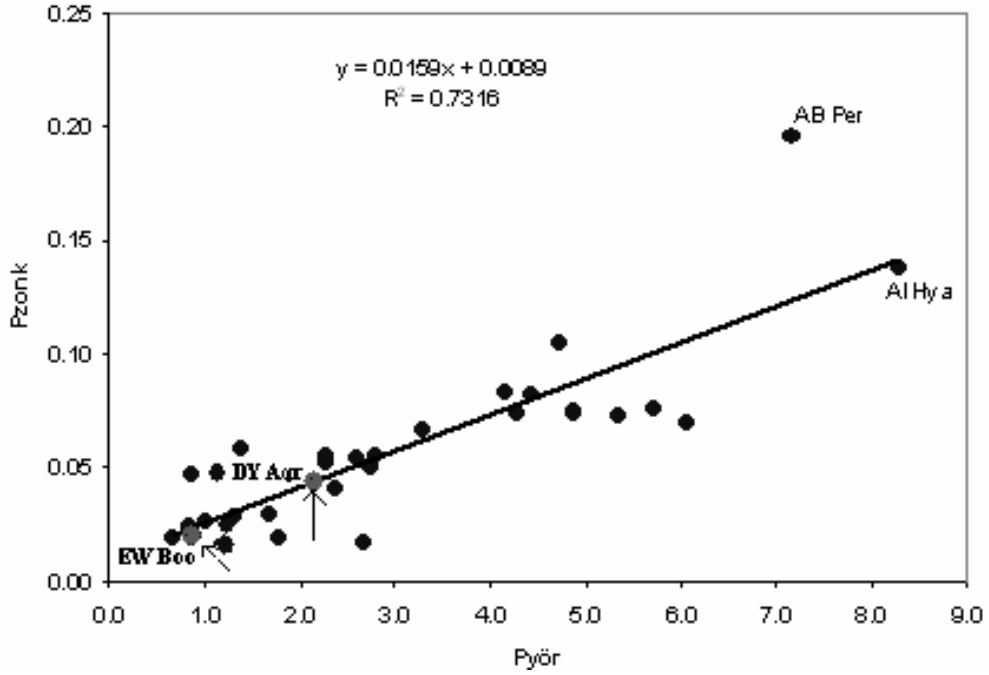
Bağıntının korelasyon katsayısı (r) 0.89 olarak bulunmuştur. Buna göre korelasyon, istatistiksel olarak çok duyarlıdır (Taylor, 1997). Eşitlik 1'den de görüldüğü gibi, baskın zonklama dönemi yörünge döneminin yaklaşık %2'si kadardır ve uzun yörünge dönemine sahip sistemlerde, zonklama döneminin de büyük olması beklenir.

$$P_{\text{zonk}} = 0.016(2) P_{\text{yör}} + 0.009(8) \quad (1)$$

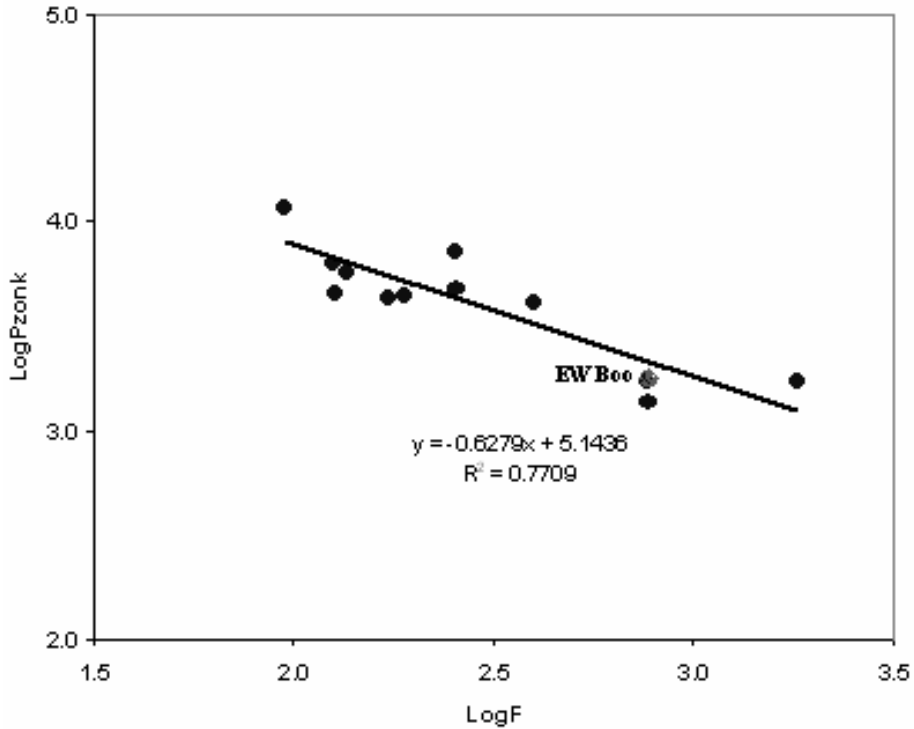
Tablo 3: δ Scuti türü zonklama yaptığı kesin olarak belirlenen oEA'lar (Soydugan ve diğ., 2008).

	oEA	V_{max}	P_{vör(d)}	P_{zonk(d)}	A (mag)
1	Y Cam	10.5	3.3057	0.0665	0.0318(V)
2	R CMa	5.70	1.1359	0.0471	0.0088(B)
3	RZ Cas	6.26	1.1953	0.0156	0.013(Y)
4	AB Cas	10.17	1.3669	0.0583	0.0392(V)
5	IV Cas	11.20	0.9985	0.0265	0.01(B)
6	RS Cha	6.02	1.6699	0.0860	0.0168
7	V346 Cyg	11.80	2.7433	0.0502	0.03(B)
8	V469 Cyg	12.80	1.3125	0.0278	0.02(V)
9	TW Dra	8.00	2.8069	0.0556	0.0042(V)
10	TZ Dra	9.60	0.8660	0.0194	-
11	TZ Eri	9.80	2.6062	0.0534	-
12	WX Eri	9.38	0.8233	0.1645	0.03
13	AS Eri	8.29	2.6641	0.0169	0.0134(V)
14	TU Her	10.88	2.2669	0.0556	0.008(V)
15	CT Her	10.60	1.7864	0.0192	0.03(B)
16	EF Her	11.0	4.7299	0.1042	0.068(B)
17	RX Hya	8.90	2.2817	0.0516	0.014(B)
18	AI Hya	9.35	8.2897	0.1380	0.02(B)
19	DG Leo	6.08	4.1467	0.083	0.020
20	V577 Oph	10.98	6.0791	0.0695	0.0289(V)
21	AB Per	10.40	7.1603	0.1958	0.02(B)
22	IU Per	10.50	0.8570	0.0238	0.02(B)
23	AO Ser	10.70	0.8793	0.0465	0.02(B)
24	VV UMa	10.13	0.6874	0.0195	0.015(B)
25	HIP 7666	9.69	2.3723	0.0409	0.02(V)
26	HD 172189	8.85	5.7020	0.0510	0.05(V)
27	BO Her	10.8	4.2728	0.0740	0.05(V)
28	VY Mic	9.47	4.4363	0.0817	0.019(V)
29	IZ Tel	12.06	4.8802	0.0732	0.045(V)
30	MX Pav	11.35	5.7308	0.0756	0.076(V)
31	UNSW-V-500	12.52	5.3504	0.073	0.35(V)
32	V2365 Oph	8.85	4.8665	0.0744	0.05(V)
33	HD62571	8.73	3.2085	0.1111	-
34	GSC44501408	11.26	1.2383	0.0250	0.04(V)
33	Y Leo	10.09	1.6861	0.0290	0.008(V)
35	EW Boo	10.27	0.9063	0.0200	0.025(V)
36	DY Aqr	10.30	2.1597	0.04276	0.010(V)

oEA: Zonklama gösteren Algoller (EA) Mkrichian ve diğ. (2004) tarafından oEA olarak adlandırılmıştır. Koyu olarak yazılan oEA'lar tayfsal çalışması olan sistemlerdir.



Şekil 4: Yörünge dönemi ile zonklama dönemi arasındaki ilişki.



Şekil 5: Logaritmik ölçekte zonklama dönemi ile yoldaş yıldızın baş yıldızın uyguladığı çekim kuvvetini arasındaki ilişki.

Bu çalışmada ilk defa δ Scuti türü zonklama yaptığı ortaya konan EW Boo ve DY Aqr'ın Şekil 4'te gösterilen Pyör-Pzonk dönemi arasındaki korelasyona çok iyi uyduğu ortaya konmuştur.

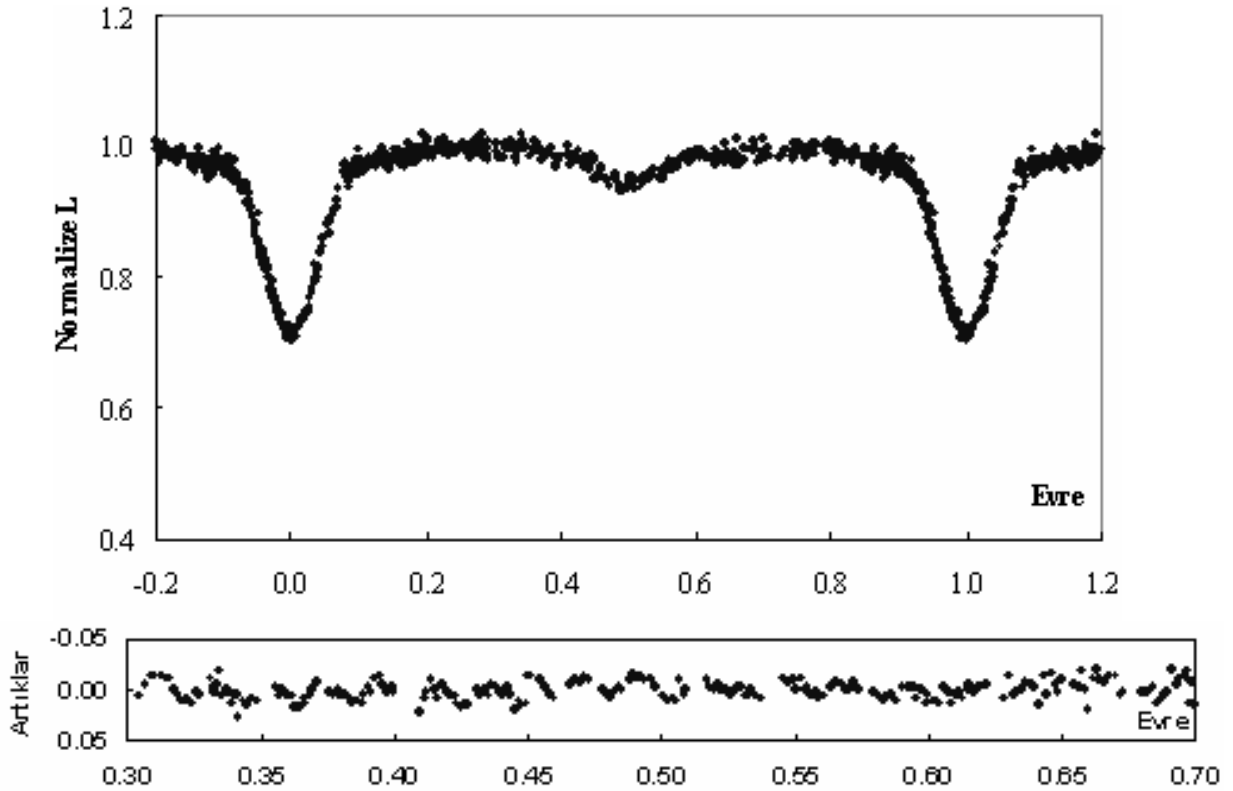
7.1603 yörünge dönemli AB Per korelasyondan en fazla sapan yıldızdır.

Yoldaş bileşenin baş bileşenin 1 gr'lık yüzeyine uyguladığı çekim kuvveti ile zonklama dönemi arasındaki ilişki Şekil 5'te ve bulunan bağıntı Eşitlik 2'de verilmiştir. Buna göre yoldaş bileşenin zonklayan bileşene uyguladığı çekim kuvveti arttıkça, zonklama dönemi küçülmektedir. Yörünge dönemi ile zonklama dönemi arasındaki ilişkide yer alan AS Eri, bu ilişkide korelasyondan çok saptığı için yer almamıştır.

$$\log P_{\text{zonk}} = -0.6279(0.13) \log F + 5.1 (0.3) \quad (2)$$

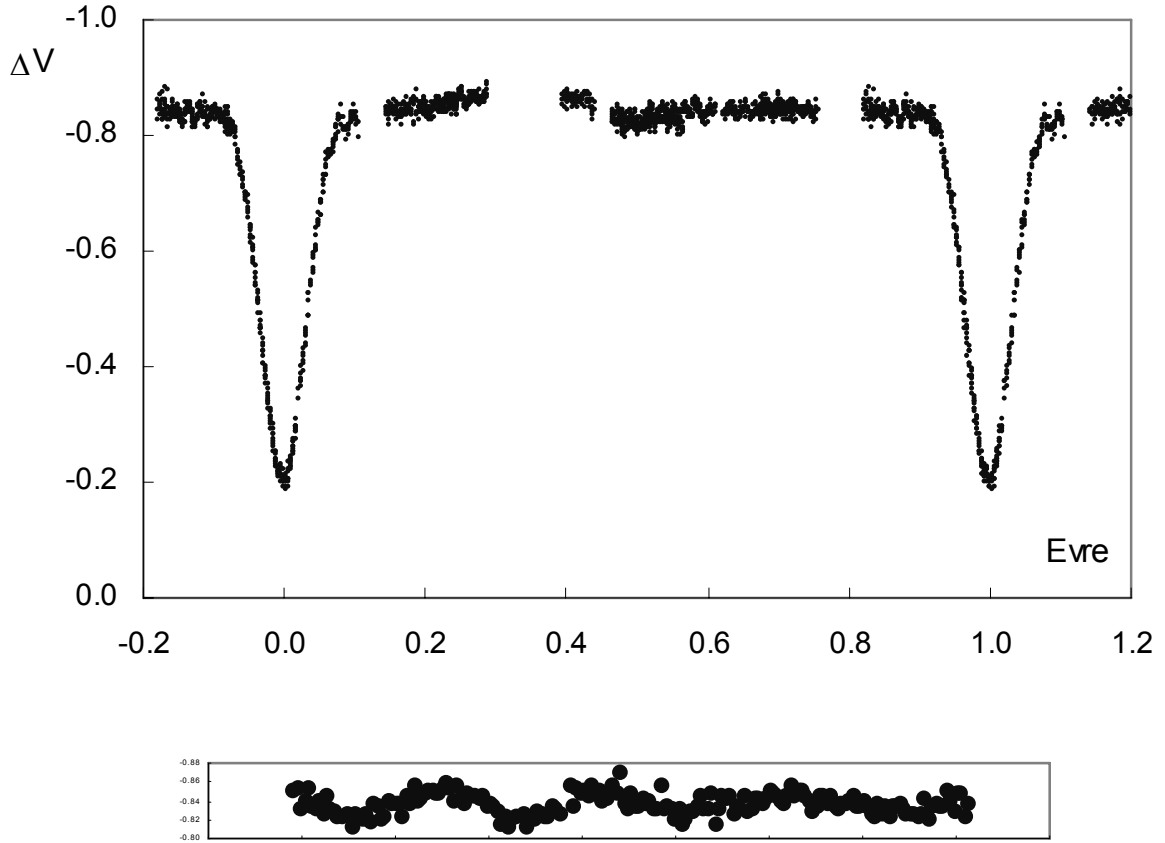
4. Yeni Keşfedilmiş Delta Scuti Bileşenli Örten Çift Sistemler

2003 gözlem sezonunda EW Boo ve 2008 gözlem sezonunda DY Aqr olmak üzere iki örten çift sistemin baş bileşeninin δ Scuti türü değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 6: EW Boo'nun V renginde elde edilen ışık eğrisi ve kuramsal eğriden farklar alındıktan sonra geriye sadece zonklamadan kalan ışık değişimi (alttaki şekil).

Gözlemler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi'nde 40 cm'lik Schmidt Cassegrain teleskop ve buna bağlı CCD kamera ile yapılmıştır. EW Boo'nun 2006 yılında elde edilmiş ışık eğrisi Şekil 6'da ve gözlemleri devam eden DY Aqr'nin ışık eğrisi ise Şekil 7'de gösterilmiştir.



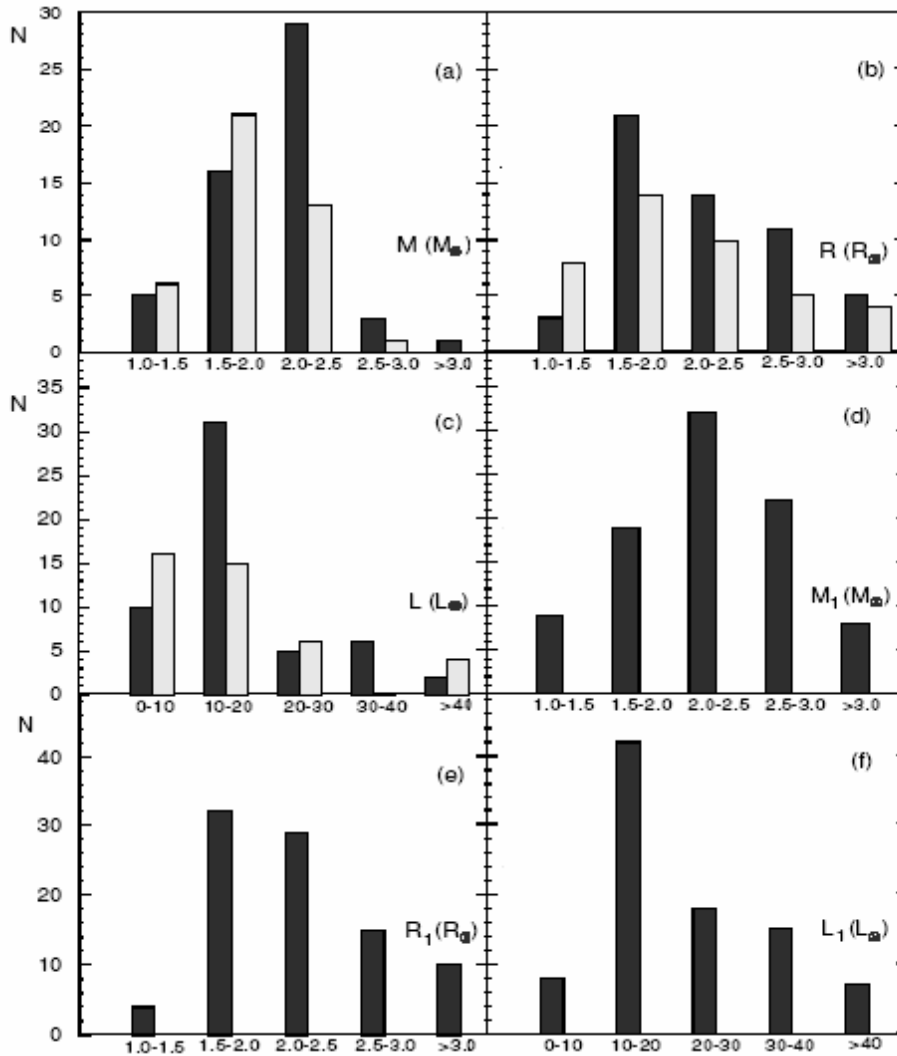
Şekil 7: DY Aqr'nin V renginde elde edilen ışık eğrisi ve alttaki şekil herhangi bir gecedeki zonklamalardaki değişimi gösterir.

5. Sonuçlar

Şekil 8'de gösterilen istatistiksel dağılımdan elde edilen sonuçlar (Soydugan ve diğ., 2006a) ve çalışmada bulunan diğer sonuçlar şu şekilde verilebilir;

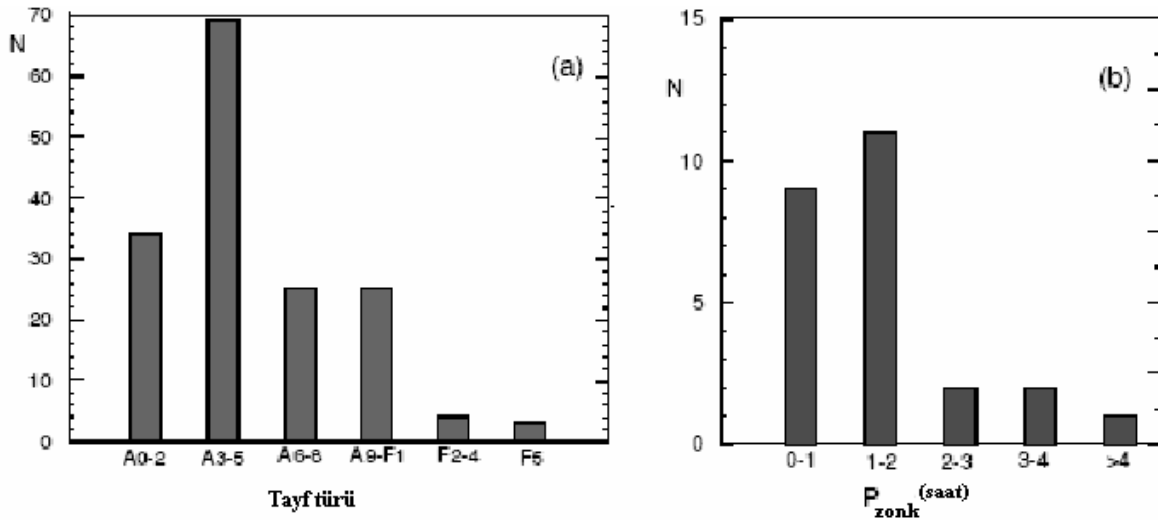
- Ayrık sistemlerin, baş bileşenlerin %50'sinden daha fazlası 2.0-2.5 M_{\odot} arasında iken, yoldaş bileşenlerin %51'i 1.5-2.0 M_{\odot} arasında bulunur.
- Hem baş hem de yoldaş bileşen için yarıçap dağılımı 1.5-2.0 R_{\odot} arasında maksimumdur.

- Baş bileşenin ısıtma dağılımının %57'si 10-20 L_{\odot} arasındadır.
- Yarı-ayrık sistemler içinde kütle dağılımının büyük bir kısmı 2.0-2.5 M_{\odot} arasındadır.
- Yarı-ayrık sistemlerin %68'nin yarıçap dağılımı 1.5-2.5 R_{\odot} aralığında bulunur.
- ısıtma dağılımı ayrık sistemlerin baş ve yoldaş bileşenlerinin dağılımıyla aynı yerde 10-20 L_{\odot} arasında maximum dağılım gösterir.



Şekil 8: Tablo 1 ve 2'deki parametre değerleri kullanılarak, zonklamaya aday ayrık (a,b,c) ve yarı-ayrık (d,e,f) sistemlerin bileşenlerinin kütle, yarıçap ve ısıtma değerlerinin istatistiksel dağılımı.

- Şekil 9'a göre; Tayf türü dağılımı A3-5 arasında maximum dağılım gösterir. Tek δ Scuti yıldızlarının tayf türü dağılımı F0-2 arasındadır (Soydugan, ve diğ., 2006a).
- Zonklayan bileşenlerin %80'i 2 saatten daha kısa zonklama dönemlerine sahiptir.
- %36'sı 0-1 saat, %44'ü 1-2 saat arasındadır. Tek δ Scuti yıldızlarının zonklama dönemlerinin %68'i 1.2-3.6 saat arasında yer alır.
- Yörünge dönemi arttıkça zonklama dönemi de artmaktadır. Zonklama dönemi yörünge döneminin yaklaşık %2'si kadardır (Soydugan ve diğ., 2006b).
- Yoldaş yıldızın baş yıldızın 1gr'lık yüzeyine uyguladığı çekim kuvveti arttıkça zonklama dönemi küçülmektedir (Soydugan ve diğ., 2006b).
- Algol türü çift sistem; EW Boo ve DY Aqr'nın baş bileşenlerinin δ Scuti türü değişim gösterdiği belirlenmiştir. Her iki sistemin baş bileşenleri iki modla zonklamaktadır.
- EW Boo'nun baş bileşeninin zonklama dönemleri; 52.3698 ve 49.3079 c/d dir. Toplam zonklama genliği, 0.017 kadardır.
- DY Aqr'nin baş bileşeninin zonklama dönemleri; 23.3858 ve 29.6084 c/d dir. Toplam zonklama genliği; 0.0182 kadir'dir.



Şekil 9: Tablo 1 ve 2'deki zonklamaya aday sistemlerin tayf türü ve kesin zonklama gösteren sistemlerin zonklayan bileşenlerinin zonklama dönemlerinin dağılımı.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 107T634 nolu TÜBİTAK Kariyer projesi olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Audard N., Provost J., Christensen-Dalsgaard J., 1995, A&A, 297, 427
Breger, M., 1969, ApJS 19, 79
Breger, M., 1979, “*Delta Scuti and related stars*”, PASP 91, 5
Broglia, P. ve Marin, F., 1974, A&A 34, 89
Danziger, I.J. ve Dickens, R.J., 1967, ApJ 149, 55
Dziembowski, W. A., Kozłowski, M., 1974, AcA, 24, 245
Dziembowski W., Pamyatnykh A. A., 1991, A&A, 248, L11
ESA SP-1200, 1997, The Hipparcos and Tycho Catalogues, 17
Guzik J. A., 2000, in Ibanoglu C., ed., NATO Science Series C, Mathematical and physical sciences, Vol. 544, Variable Stars as Essential Astrophysical Tools. Kluwer, Dordrecht, p. 213
Houdek G., Balmforth N. J., Christensen-Dalsgaard J., Gough D. O., 1999, A&A, 351, 582
Jorgensen, H.E., Johansen, K.T. ve Olsen, E.H., 1971, A&A 12, 223
Jorgensen, H.E. ve Gonbech, B., 1978, A&A 66, 377
Kennelly E. J., Walker G. A. H., 1996, PASP, 108, 327
Kim S.-L., Kwon S.-G., Youn J.-H., Mkrtychian D. E., Li J. W., 2002a, IBVS, 5314
Kim S.-L., Lee J. W., Kwon S. G., Lee D. J., Mkrtychian D. E., Youn J.-H., 2002b, IBVS, 5325
McInally, C.J. ve Austin, R.D., 1977, IBVS, No. 1334
Millis, R.L., 1967, PASP 79, 262
Millis, R.L., 1973, PASP 79, 262
Mkrtychian D. E., Kusakin A. V., Gamarova A. Yu, Nazarenko V., 2002, in Aerts C., Bedding R. T., Christensen-Dalsgaard J., eds, ASP Conf. Ser. Vol. 259, Radial and Non-Radial Pulsations as Probes of Stellar Physics. Astron. Soc. Pac., San Francisco, p. 96
Mkrtychian D. E. et al., 2004, A&A, 419, 1015
Rodriguez E. et al., 2004, MNRAS, 347, 1317
Soydugan, E., Soydugan, F., Demircan, O., İbanoğlu, C., 2006, MNRAS, 370, 2013
Soydugan, E., İbanoğlu, C., Soydugan, F., Akan, M. C., Demircan, O., 2006, MNRAS, 366, 1289
Soydugan, E., ve diğ., 2008 (hazırlık aşamasında).
Stobie, R.S., Shobbrook, R.R., 1976, MNRAS 174, 401
Taylor J. R., 1997, An Introduction to Error Analysis. University Science Books, Sausalito, CA
Tempesti, P., 1971, IBVS, 596