

ALGOL TÜRÜ BİR ÇİFT SİSTEMİN ZONKLAMA ÖZELLİKLERİ: HD62571

Yasemin KAÇAR, Esin SOYGUGAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

02.02.2015

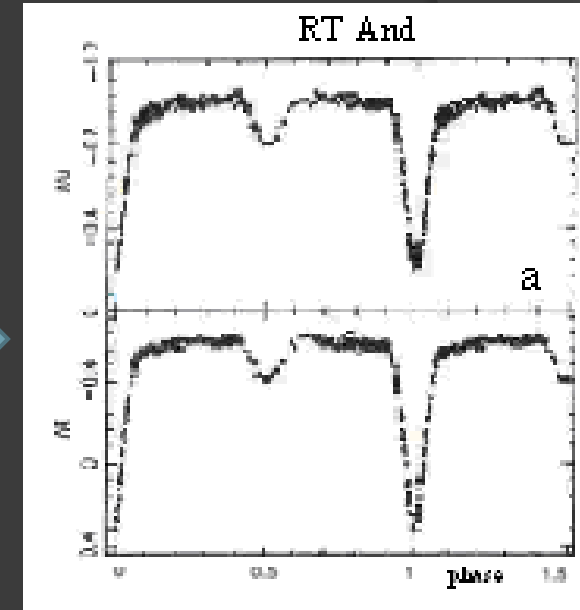
İçerik

- ⦿ Algol türü çift yıldızların genel özellikleri
- ⦿ δ Scuti Yıldızlarının Genel Özellikleri
- ⦿ Kararsızlık Kuşağı
- ⦿ Örten Çift sistemlerde Zonklama
- ⦿ Zonklama gösteren bir Algol türü çift sistem: **HD 62571**
 - Gözlemler
 - Işık eğrisi çözümü
 - Frekans Analizi
- ⦿ SONUÇLAR

Algol türü çift yıldızların genel özellikleri

◎ ALGOL (EA)

- 1. Bileşen B-A tayf türünden **sıcak**
- 2. Bileşen F-K tayf türünden **soğuk**
- Bileşenler **küresel** veya **elips** biçiminde
- Tutulmaların başlangıç ve bitiş zamanları **belirgin**.
- Tutulma hariç ışık eğrisi neredeyse sabit.
- **Yığılma disklerinin yapısı** ve **morfolojisinin** anlaşılmasında önemli (Richards & Albright, 1999).



δ Scuti Yıldızlarının Genel Özellikleri

- Tayf türleri **A-F** olup ısıtma sınıfı **III-V** arasındadır.
- Zonklama dönemi genellikle **20 dk** ile **6 saat** arasındadır.
- Ortalama genlikleri **0^m.02** dir. Dikine hız genlikleri **10km/s** yöresindedir.
- Hem **çapsal** hem de **çapsal olmayan basınç (p) ve/veya çekim (g) moduyla zonklamaktadırlar.**
- Hem tekli hem de çoklu zonklama dönemlerine sahiptirler.
- LADS düşük genlikli, HADS büyük genlikli olmak üzere ikiye ayrılırlar.
- HADS >0.25 kadir iken , LADS ~milikadir dolaylarındadır.
- LADS'lar çoklu modlarla zonklarlar ve çoğu karmaşık ışık eğrisinin oluşumundan sorumlu çapsal olmayan zonklamalardır.
- HADS'lar ise sıradan çapsal zonklamalara ve daha kararlı ışık eğrilerine sahiptir.

Kararsızlık Kuşağı

1. Sefeid

- Büyük kütleli genç yıldızlar
- $1 \leq P \leq 50$ gün, F-G Tayf türü
- Klasik sefeid (I.tür), düşük kütleli (II.tür)

2. W Virginis

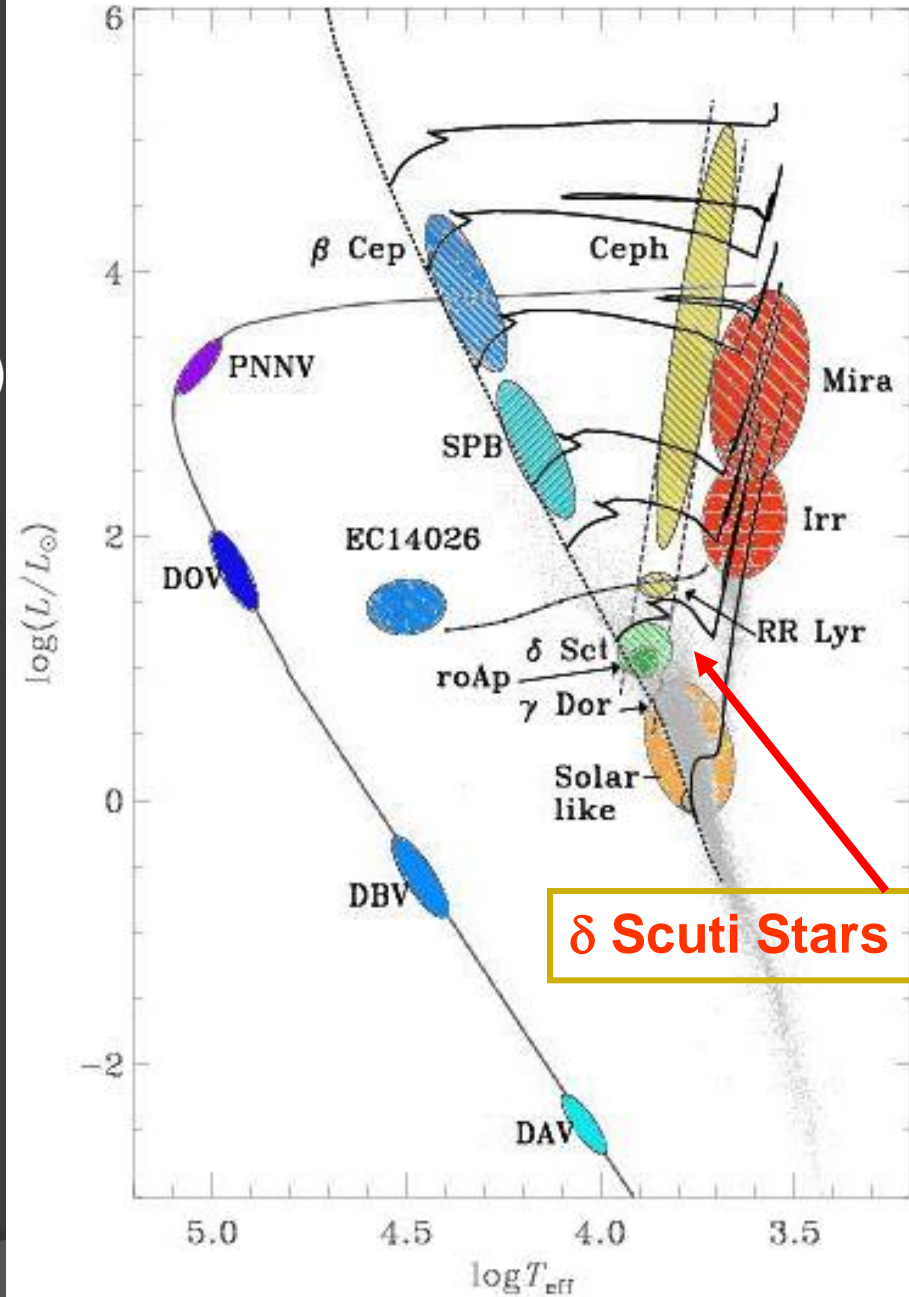
- 2 türe ayrılır ($P < 8$ gün, $P > 8$ gün)
- $0.75 \leq P \leq 40$ gün
- Çapsal

3. RR Lyr

- Düşük metal bolluklu, evrimleşmiş.
- $0.2 \leq P \leq 1$ gün, A-F Tayf türü
- Küresel kümelerde bulunur.

4. δ Scuti

- 0.5-8saat, A-F tayf türü
- Anakol veya yavaş evrimleşen
- Çapsal ve Çapsal olmayan



ÖRTEN ÇİFT SİSTEMLERDE ZONKLAMA

- δ Scuti bileşenli çift sistemler Mkrtychian ve ark. (2004) tarafından, oEA türü sistemler olarak adlandırıldı.
- oEA'ların zonklayan bileşenleri de kararsızlık kuşağında yer almaktadır.
- oEA'ların tek δ Scuti yıldızlarından farkları;
- (1) zonklama ve zonklayan bileşenin üzerinde kütle toplanması bir arada bulunur,
- (2) Kütle toplanmasından dolayı ısıl dengesizlik gösterir ve
- (3) Anakol boyunca yavaş evrim sürecindedirler.
- δ Scuti yıldızlarının Algol türü sistemlerde olması, yıldızın **kütle** ve **yarıçaplarının** doğrudan belirlenmesinin yanı sıra **zonklayan bileşene yoldaş yıldızın etkilerini** de belirleme olanağı sunar.
- Soydugan ve ark. (2006) zonklama dönemi ile çiftin yörünge dönemi arasında ilginç bir bağıntı olduğunu ve **küçük yörünge dönemine sahip sistemlerdeki δ Scuti türü yıldızın zonklama döneminin de küçük olduğunu** bulmuşlardır.

Zonklama gösteren oEA türü sistemler ve zonklama özellikleri (Soydugan ve ark., 2011)

No.	Name	Brightness at maximum light (mag)*	P_{orb} (d)	P_{pulse} (d)	A_{pulse} * (mag)	Reference
1	DY Aqr	10.51 (V)	2.1597	0.0428	0.013 (V)	1
2	EW Boo	10.27 (V)	0.906336	0.0208	0.02 (V)	2
3	Y Cam	10.56 (V)	3.305780	0.0665	0.0318 (V)	3, 4
4	TY Cap	10.30 (V)	1.4234593	0.0413	0.010 (V)	3, 5
5	R CMa	5.70 (V)	1.1359	0.0471	0.0088 (B)	3, 6, 7
6	RZ Cas	6.26 (V)	1.195248	0.0156	0.0102 (V)	3, 8, 9
7	AB Cas	10.17 (V)	1.3668783	0.0583	0.0392 (V)	10, 11
8	IV Cas	11.20 (b)	0.9985099	0.0265	0.01 (V)	3, 12, 13
9	WY Cet	9.60 (b)	1.939755	0.0758	0.0056 (V)	3, 5, 12
10	V346 Cyg	11.80 (b)	2.743346	0.0502	0.03 (B)	3, 5, 14
11	V469 Cyg	12.80 (b)	1.3124998	0.0250	0.02 (V)	3, 12, 15
12	SX Dra	10.411 (V)	5.169589	0.0438	0.04 (V)	3, 16
13	TW Dra	8.00 (b)	2.806796	0.0437	0.0042 (V)	3, 12, 17, 18
14	TZ Dra	9.60 (b)	0.8660293	0.0194	-	3, 12, 19
15	TZ Eri	9.80 (V)	2.606145	0.0534	0.019	3, 12, 20
16	AS Eri	8.29 (V)	2.664149	0.0169	0.0134 (V)	3, 12, 21
17	TU Her	10.88 (V)	2.266947	0.0556	0.008-0.01 (V)	3, 12, 22
18	BO Her	10.70 (V)	4.272830	0.0745	0.008 (V)	3, 12, 23
19	CT Her	10.60 (b)	1.7863761	0.0192	0.0262 (B)	3, 12, 24
20	EF Her	11.00 (b)	4.729165	0.0993	0.051 (V)	3, 12, 25
21	RX Hya	8.90 (V)	2.2816596	0.052	0.014 (B)	3, 12, 26
22	AI Hya	9.35 (V)	8.28965	0.1380	0.02 (V)	3, 12, 27
23	Y Leo	10.09 (V)	1.68610897	0.0270	0.008 (V)	12, 28
24	WY Leo	11.10 (b)	4.985903	0.0655617	0.022 (V)	3, 12, 29
25	RR Lep	10.20 (b)	0.9154229	0.0313820	0.01 (V)	3, 12, 29
26	VY Mic	9.47 (V)	4.436373	0.0817	0.0388 (V)	30
27	V577 Oph	11.36 (B)	6.079097	0.069491	0.0578 (V)	3, 12, 31
28	V2365 Oph	8.859 (V)	4.865602	0.0700	0.05 (V)	32
29	MX Pav	11.35 (V)	5.730835	0.07560	0.1538 (V)	30
30	BG Peg	10.50 (V)	1.952443	0.0391	0.045 (V)	3, 12, 33
31	AB Per	10.40 (V)	7.16023	0.1958	0.02 (B)	3, 26
32	IIJ Per	10.36 (V)	0.8570257	0.0232	0.014 (B)	3, 34
33	AO Ser	10.70 (V)	0.8793410	0.0465	0.02 (B)	3, 12, 35
34	AC Tau	10.30 (V)	2.043310	0.057035	0.012 (V)	3, 12, 29
35	IZ Tel	12.06 (V)	4.880219	0.0738	0.0918 (V)	30
36	VV UMa	10.13 (V)	0.6873813	0.0199	0.015 (B)	3, 12, 36
37	GSC 4550-1408	11.26 (V)	1.2383832	0.02703	0.04 (B)	37
38	GSC 3889-0202	10.60 (R)	2.71066	0.0441	0.05 (V)	38
39	GSC 4588-0883	11.32 (R)	3.25855	0.0493	0.015 (R)	39
40	GSC 4293-0432	10.567 (R)	4.38440	0.125	0.04 (V)	40
41	HD 172189	8.778 (V)	5.702045	0.0510	0.05 (V)	41, 42, 43
42	HD 62571	8.73 (V)	3.208647	0.1105	0.1016 (V)	30
43	HIP 7666	9.64 (V)	2.37229	0.0409	0.02 (V)	44, 45
44	UNSW-V-500	12.52 (V)	5.3504751	0.0734	0.35 (V)	46

HD 62571

- ASAS-3 kataloğundaki 11 000 yıldız arasından **zonklama gösterdiği belirtilen 11 yıldızdan tutulma gösteren çift sistemlerden birisidir.**
- Sistemin,
- Pyör = 3.208647(10)**
- Toplam parlaklığı => $V=8.73^m$**
- Tayf türü => F0 V**
- Min I = 0.14^m iken Min II = 0.04^m**
- Frekans analizinden **Pzonk = 2,65 saat ve $\Delta m = 0^m.1$** olarak verilmiştir (Pigulski, A. 2007).

Gözlemler sırasında;

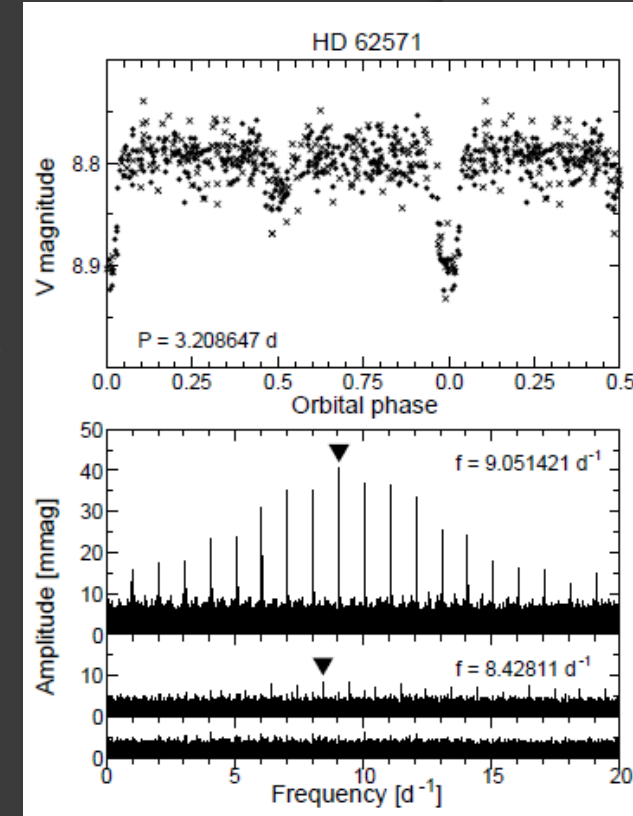
C1 = HD62650 => Sp=A5, V=9,563

C2 = HD 62769 => Sp=F5, V=9,604

olarak seçilmiştir.

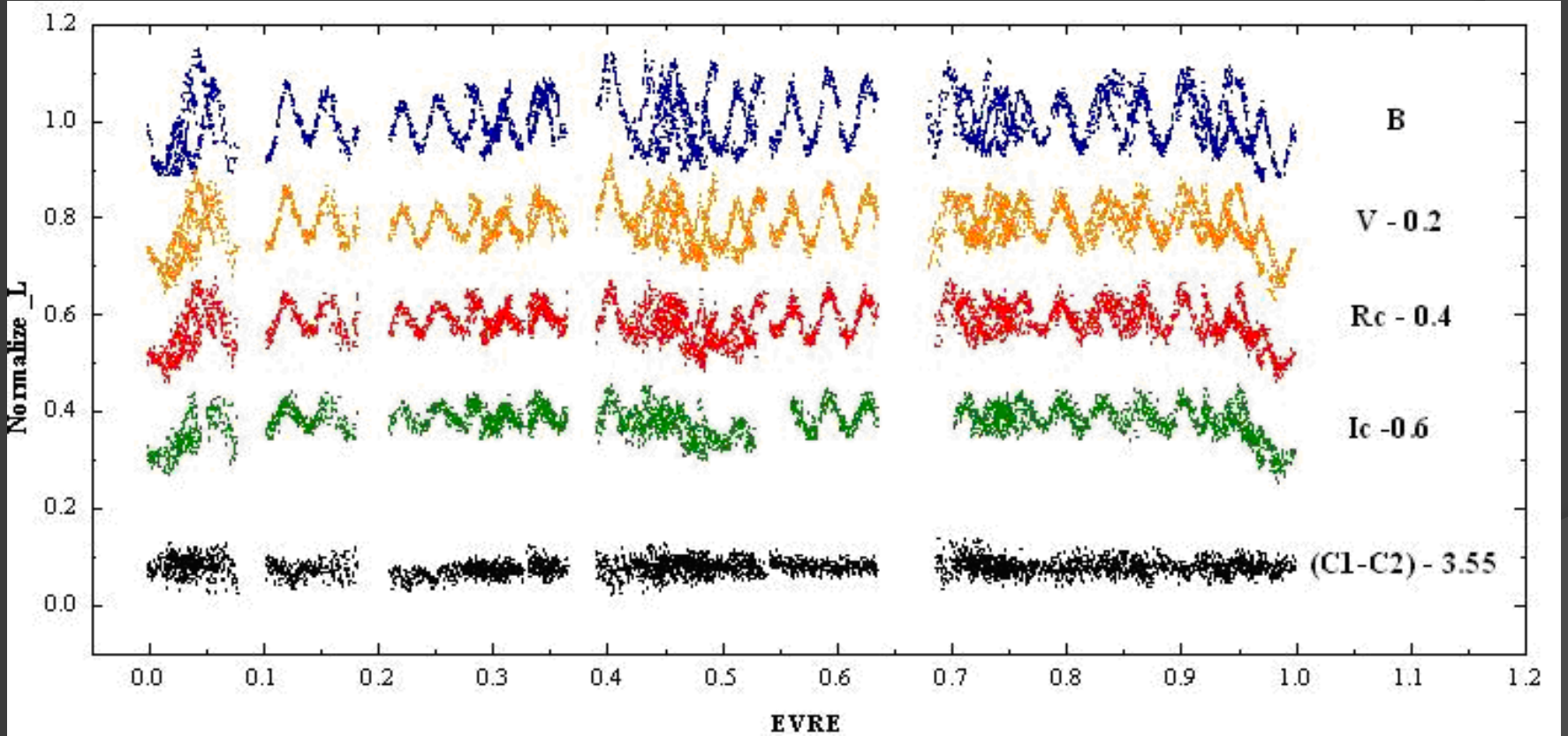
- Sistemin literatürde yapılmış **hiçbir fotometrik ve tayfsal çalışması yoktur.**

ÇAAM Gözlemevi'nde yapılan gözlemlerden elde edilen verilerde sistemin zonklama genliği B ve V filtrelerinde sırasıyla $\Delta m = 0^m.19$ ve $\Delta m = 0^m.14$ olarak belirlenmiştir.



HD 62571 Işıık Eğrisi

□ Zonklama genliğinin büyük olması ve minimum derinliklerini sığ olması nedeniyle, ışık eğrisinde sistemin baş ve yan minimumlarının görölmesini zorlaştırmaktadır.



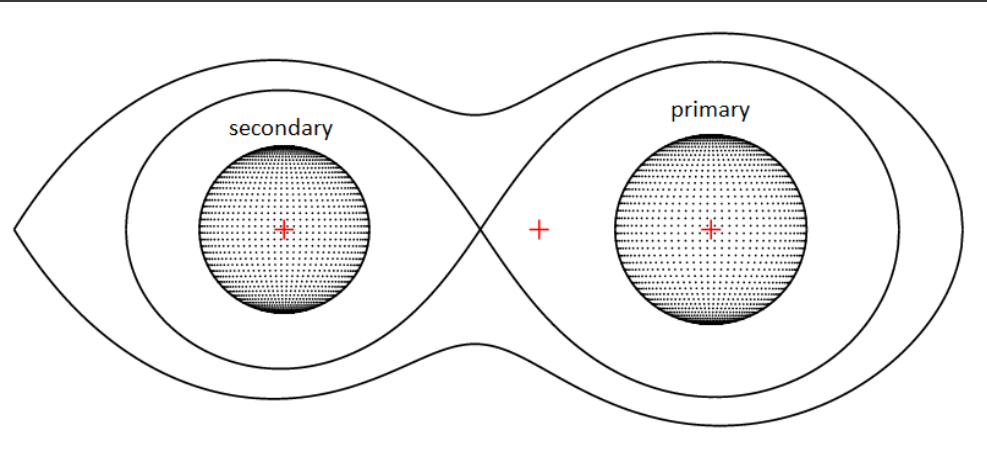
HD62571'in B, V, R, I süzgeçlerindeki ışık eğrisi görölmektedir.

HD62571'in gözlem süresi dağılımları ve gecelik duyarlılıklar

<u>Teleskop</u>	<u>TARİH</u>	<u>Başlanış</u>	<u>Başlanış</u> (HJD 245 5500 +)	<u>Bitiş</u> (HJD 245 5500 +)	<u>Saat</u>	σ (B)	σ (V)	σ (R)	σ (I)
T40	04.11.2010	0:10:05	5.5074	5.6650	3.8	0.017	0.011	-	
T40	06.11.2010	23:22:34	7.4741	7.6440	4.1	0.015	0.016	0.012	
T40	07.11.2010	23:13:55	8.4677	8.6196	3.6	0.022	0.012	0.014	
T40	09.11.2010	23:29:46	10.4793	10.6398	3.9	0.017	0.013	0.014	
T40	13.11.2010	22:26:24	14.4353	14.6636	5.5	0.023	0.020	0.021	
T40	14.11.2010	0:27:22	15.5189	15.6563	3.3	0.013	0.011	0.012	
T40	30.11.2010	23:28:19	31.6020	31.6430	1.0	0.021	0.013	0.015	0.015
T40	08.12.2010	23:28:19	39.4780	39.6270	3.6	0.012	0.013	0.013	0.014
T40	14.12.2010	21:41:46	45.4040	45.5130	2.6	0.038	0.029	0.013	0.015
T40	01.01.2011	20:00:58	63.3344	63.5069	4.1	0.011	0.015	0.017	0.016
T40	08.01.2011	20:13:55	70.3433	70.5985	6.1	0.013	0.050	0.016	0.016
T40	10.01.2011	19:29:17	72.3121	72.4831	4.1	0.011	0.017	0.015	0.016
T40	18.01.2011	19:29:17	80.3116	80.5601	6.0	0.012	0.021	0.012	0.011
T40	30.01.2011	18:36:00	92.2752	92.4339	3.8	0.013	0.021	0.013	0.013
T40	31.01.2011	20:41:17	93.3260	93.4868	3.9	0.010	0.009	0.010	0.011
T40	01.02.2011	18:30:14	94.2705	94.5117	5.8	0.010	0.011	0.010	0.012
T40	02.02.2011	17:16:48	95.2198	95.4364	5.2	0.010	0.011	0.015	0.014
T40	05.02.2011	17:13:55	98.2180	98.5269	7.4	0.012	0.013	0.015	0.017
T40	07.02.2011	17:57:07	100.2475	100.4267	4.3	0.009	0.022	0.012	0.013
T40	08.02.2011	18:15:50	101.2606	101.5006	5.8	0.022	0.026	0.011	0.012
T40	13.02.2011	17:41:17	106.2375	106.4416	4.9	0.011	0.009	0.011	0.013
					92.7	0.015	0.017	0.014	0.014

HD 62571'in WD ile yapılan Işık Eğrisi Çözümü

Parametre	V	R	I
i (deg)	73.041	73.842	72.251
T_1 (K)	7762	7762	7762
T_2 (K)	5719±48	6076±89	6066 ± 150
Ω_1	5.9275±0.1929	5.5656±0.1146	5.2104± 0.1080
Ω_2	4.4420±0.0935	4.96016±0.1015	4.6244 ± 0.0936
<i>Evre kayması</i>	-0.0018±0.0005	-0.0026±0.0004	-0.0016±
q	0.662±0.016	0.686±0.015	0.674 ± 0.013
x_1	0.673	0.568	0.503
x_2	0.743	0.650	0.602
g_1	1.0	1.0	1.0
g_2	0.32	0.32	0.32
$L_1 / (L_1+L_2)$	0.769	0.749	0.718
$L_2 / (L_1+L_2)$	0.231	0.251	0.282
r_1 (pole)	0.1818 ± 0.0060	0.2065± 0.0049	0.2188 ± 0.0052
r_1 (point)	0.1841 ± 0.063	0.2102 ± 0.053	0.2237 ± 0.057
r_1 (side)	0.1827 ±0.0061	0.2080 ±0.0050	0.2207 ±0.0054
r_1 (back)	0.1837±0.0063	0.2096±0.0052	0.2229±0.0056
r_2 (pole)	0.1984± 0.0055	0.1835 ± 0.0053	0.1968 ± 0.0055
r_2 (point)	0.2049 ± 0.063	0.1882 ± 0.059	0.2031 ± 0.063
r_2 (side)	0.2003 ±0.0057	0.1849 ±0.0055	0.1987 ±0.0057
r_2 (back)	0.2037±0.0061	0.1874±0.0058	0.2020±0.0061



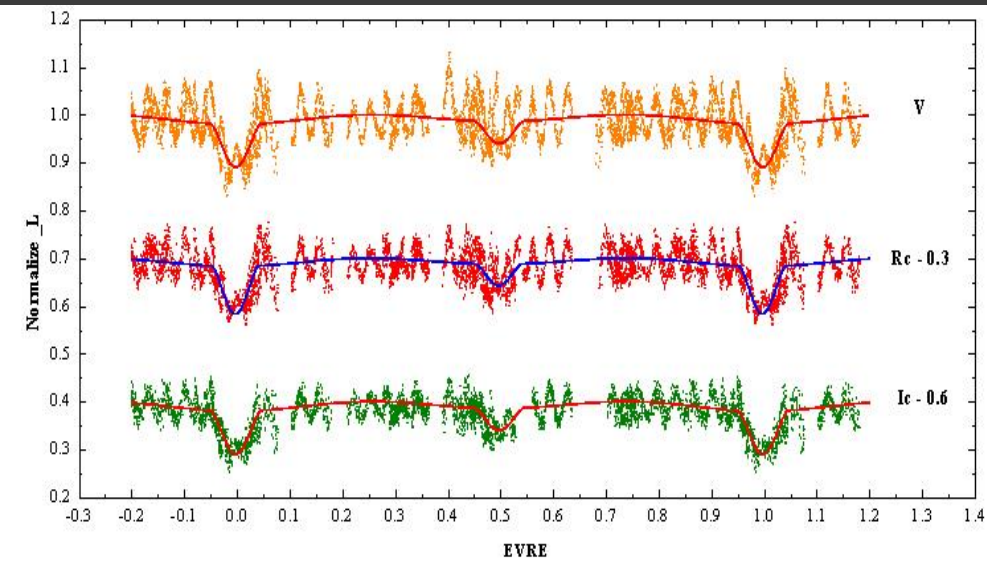
HD 62571'in Roche Geometrisi

○ Sistemin Roche geometrisinden, **her iki bileşenin de Roche lobunu doldurmadığı** görülmektedir.

○ Eş dönme varsayımı altında, **baş bileşen %54, yoldaş bileşen %63 oranında Roche lobunu doldurmuştur.**

○ Işık katkıları, V süzgecinde **baş bileşen için %77 iken, ikinci bileşen için bu oran %23'tür.**

○ Çözümde sistemin toplam ışığına, **üçüncü cisimden bir katkı bulunamamıştır.**



HD 62571'in WD çözümünden elde edilen kuramsal eğrilerle gözlem noktalarının uyumu.

HD 62571'in Frekans Analizi

Süzgeç	Frekans (c/d)	Yarı-genlik (mag)	Evre (rad)
B	$f_1 = 9.0515 \pm 0.0001$	$A_1 = 0.0665 \pm 0.0007$	$\varphi_1 = 0.7329 \pm 0.0017$
	$f_2 = 8.4256 \pm 0.0002$	$A_2 = 0.0168 \pm 0.0007$	$\varphi_2 = 0.8141 \pm 0.0066$
	$f_3 = 7.4065 \pm 0.0003$	$A_3 = 0.0123 \pm 0.0008$	$\varphi_3 = 0.7361 \pm 0.0096$
V	$f_1 = 9.0519 \pm 0.0001$	$A_1 = 0.0512 \pm 0.0005$	$\varphi_1 = 0.5948 \pm 0.0016$
	$f_2 = 8.4260 \pm 0.0002$	$A_2 = 0.0103 \pm 0.0005$	$\varphi_2 = 0.8885 \pm 0.0072$
	$f_3 = 6.4038 \pm 0.0003$	$A_3 = 0.0094 \pm 0.0005$	$\varphi_3 = 0.9689 \pm 0.0086$

- HD 62571'in baş bileşeninin, iki modla zonklama yaptığı bilinmektedir.
- Baskın ve ikinci frekansa ait zonklama dönemleri: $f_1 = 9.05$ c/d , $f_2 = 8.42$ c/d olarak,
- Toplam zonklama genliği $\Delta m = 0^m.1$ olarak belirlenmiştir (Pigulski ve Michalska 2007).
- HD 62571'in ÇAAM gözlemlerinden elde edilen sonuçlar literatürde verilen ile uyumlu olmakla birlikte, analiz sonuçlarında **duyarlılık sınırının üzerinde kalan üçüncü bir frekans bulunmuştur.**
- Bulunan üçüncü frekansın zonklama dönemi, $f_3 = 7.04$ c/d olup
- Toplam zonklama genlik değerleri,
- **B filtresi için, $\Delta m = 0^m.19$ ve V filtresi için, $\Delta m = 0^m.14$ olarak belirlenmiştir.**

SONUÇLAR

- ⦿ **HD 62571** => ayırık sistem
- ⦿ Işık eğrisi çözümü ve ayrıntılı frekans analizi **ilk defa bu çalışma kapsamında yapılmıştır.**
- ⦿ Birinci bileşenin kütle değeri A7 tayf türüne karşılık kütle değeri $1.52 M_{\odot}$ kabul edilerek (Budding ve Demircan, 2007), çözümden bulunan kütle oranı q değeri kullanılarak, **ikinci bileşenin kütle değerinin yaklaşık $1 M_{\odot}$ olabileceği belirlendi.**
- ⦿ Işık eğrisinde tutulmalardan kaynaklanan, **Min I = $0^m.12$ ve Min II = $0^m.04$ olarak ölçülmüştür.**

SONUÇLAR

- Çiftlerde en büyük genlikli zonklayan yıldız olması açısından önemlidir.
- Işık katkıları, V süzgeçinde baş bileşen için; %77 iken, ikinci bileşen için bu oran %23'tür.
- Işık eğrisi çözümünden bulunan, potansiyel değerlerine göre; baş bileşen %54 yoldaş bileşen de %63 oranında Roche lobunu doldurmuştur.
- Frekans analizinden $\Rightarrow f_1 = 9.05 \text{ c/d}$, $f_2 = 8.42 \text{ c/d}$ değerleri literatürle uyumlu olmakla duyarlılık sınırının üzerinde kalan $f_3 = 7.04 \text{ c/d}$ olarak belirlenmiştir.
- Analiz sonucunda toplam zonklama genlik değerleri, $\Delta m = 0^m.19 \text{ (B)}$, $\Delta m = 0^m.14 \text{ (V)}$ 'dir.

• TEŞEKKÜRLER

