

EL CVn Türü Yıldızların Özellikleri ve Gruplama Çalışması

Duygu Esendemir¹  , Serdar Evren¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100, İzmir, Türkiye

Accepted: November 19, 2022. Revised: November 19, 2022. Received: November 2, 2022.

Özet

Binary stars of the EL CVn (EL Canum Venaticorum) type are Algol-type eclipsing binary stars. The principal component of the systems is an A or F spectral class main sequence star. A low-mass ($\approx 0.2 M_{\odot}$) helium pre-white dwarf (pre-He WD) star is the companion component of the system [van Roestel ve diğ. \(2018\)](#). The characteristic light curves of EL CVn binary stars are the total eclipse primary minimum and the partial eclipse secondary minimum. Such stars are formed by long-term stable mass transfer between low-mass stars in close pairs [Maxted ve diğ. \(2013\)](#). In this study, 50 EL CVn binary systems were grouped according to the parameters of the stars and their light curve shapes in order to examine the possible subtypes of EL CVn binary systems together. It is clear that the light curves of such systems can be grouped under two groups from a visual point of view. Wide Angle Search for Planets [WASP \(2020\)](#) and Palomar Observatory (PALOMAR) data were generally used in the investigations.

Abstract

EL CVn (EL Canum Venaticorum) türü çift yıldızlar Algol türü örten çift yıldızlar olarak tanımlanmaktadır. Sistemlerin baş bileşeni A veya F tayf sınıfı bir anakol yıldızdır. Düşük kütleli ($\approx 0.2 M_{\odot}$) helyum beyaz cüce öncesi (pre-He WD) yıldız ise sistemin yoldaş bileşenidir [van Roestel ve diğ. \(2018\)](#). EL CVn türü çift yıldızların karakteristik ışık eğrileri, tam tutulma gösteren baş minimum ve parçalı tutulma gösteren yan minimum olanlardır. Bu tür yıldızlar, yakın çiftlerdeki düşük kütleli yıldızlar arasında gerçekleşen uzun dönemli kararlı kütle aktarımıyla oluşmaktadır [Maxted ve diğ. \(2013\)](#). Bu çalışmada, EL CVn türü çift sistemlerinin olası alt türlerini bir arada inceleyebilmek için, yıldızların parametrelerine ve ışık eğrisi biçimlerine göre 50 adet EL CVn çift sisteminin gruplandırılması yapılmıştır. Bu tür sistemlerin ışık eğrilerinin görsel bakış açısıyla iki grup altında toplanabileceği açıkça kendini belli etmektedir. İncelemelerde genel olarak Wide Angle Search for Planets (WASP) [WASP \(2020\)](#) ve Palomar Gözlemevi (PALOMAR) verileri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: EL CVn, eclipsing binary stars, pre-He-WD, light curve, örten çift yıldızlar, ışık eğrisi

1 Giriş

EL CVn yıldızlarının sayısı keşfedildikleri zamandan itibaren hızla artmış ve bu durum sistemleri çalışılabilir önemli hale getirmiştir. Bu tür yıldızların tanıtıldığı ilk makalede 17 tane EL CVn türü çift yıldızdan söz edilirken [Maxted ve diğ. \(2014\)](#), bugünkü sayılarına bakıldığında 80'e yaklaştığı görülmektedir. Yapılan gözlemlerle bu tür yıldızların etkin sıcaklıklarının 9000 – 15000 K, görünür V parlaklıklarının 8-18 kadir aralığında olduğu saptanmıştır. Yörünge dönemleri ise yaklaşık 0.7 ile 2.2 gün aralığındadır. EL CVn türü çift sistemler, yaygın olarak bir anakol yıldızından ya da kırmızı bir dev yıldızdan, kararlı kütle aktarımı sonucu oluşmaktadır. Kütle aktarım aşamasının sonuna doğru kütle veren yıldızın yozlaşmış bir helyum çekirdeği oluşur. Bu yıldız "soyulmuş kırmızı dev yıldız" olarak adlandırılır. Bu yıldız helyumu tutuşturmak için yeterli kütleyle sahip değildir. Oluşan çok düşük kütleli beyaz cüce neredeyse tamamen helyumdan oluşmaktadır. Bu evrim sürecini geçiren yıldızlar helyum beyaz cüceler (He-WDs) olarak adlandırılırlar [Maxted ve diğ. \(2011\)](#). Çok düşük kütleli helyum beyaz cüce öncesi dönemi ayrıntılı incelemek için soyulmuş kırmızı dev yıldızların evrimini çalışmak adına oldukça önemlidir.

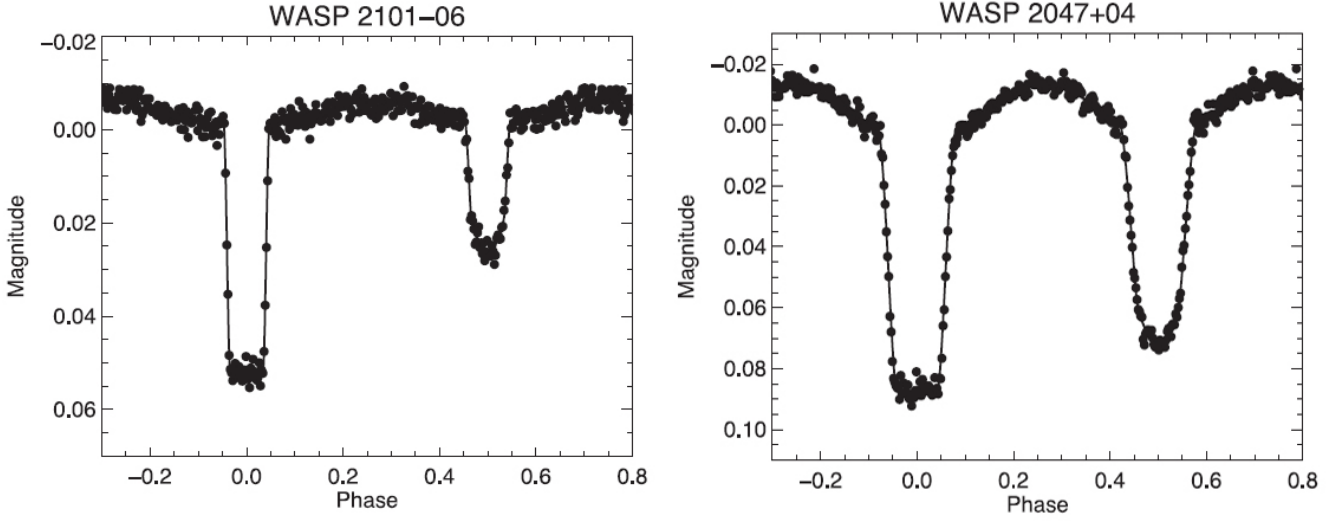
* dgurbuzoglu@gmail.com

2 Yöntem ve Analiz

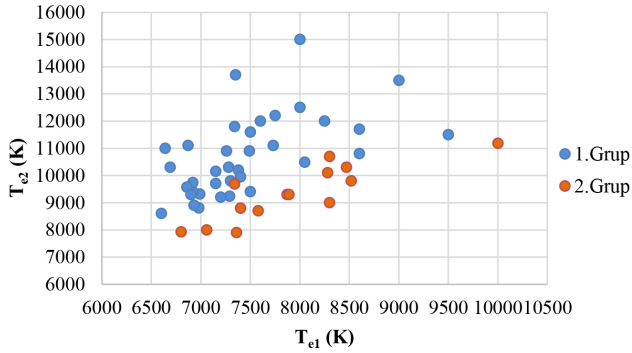
2.1 EL CVn Türü Çift Yıldızların Gruplandırılması

Bu çalışmada 50 tane EL CVn çift sisteminin ışık eğrilerine göre gruplandırılması yapılmıştır. 50 EL CVn yıldızının görsel bakış açısıyla incelenen ışık eğrilerinin, iki grup altında toplandığı görülmüş, Algol ve Beta Lyrae türü örten çift yıldızların ışık eğrilerinin biçimi dikkate alınmıştır. Şekil 1'de iki grup olarak belirlenen yıldızların ışık eğrilerinden birer örnek görülmektedir. Sol panelde 1. Grup olarak adlandırılan EL CVn türü yıldızların karakteristik ışık eğrisini, sağ panelde ise 2. Grubun karakteristik ışık eğrisini göstermektedir. 1. Grup ışık eğrileri genellikle tam tutulma gösteren bir baş minimuma ve tutulmalar dışı hemen hemen sabit ışık değişimlerine sahiptir. Tutulmalar dışı görülen ışık değişimleri yansıma ve basıklık etkisinden kaynaklanabilmektedir. Bileşen yıldızlardan birinin sıcaklığının çok düşük olmasından kaynaklı yan minimum çok sığ olabilir. 2. Gruba baktığımızda minimum derinlikleri birbirine yakın bir ışık eğrisi görmekteyiz. Bu grup içinde bulunan bileşen yıldızların sıcaklıkları birbirine yakın değerlerdedir. Tutulmalar dışı ışık değişimlerinin olduğu belirgin olarak görülmektedir.

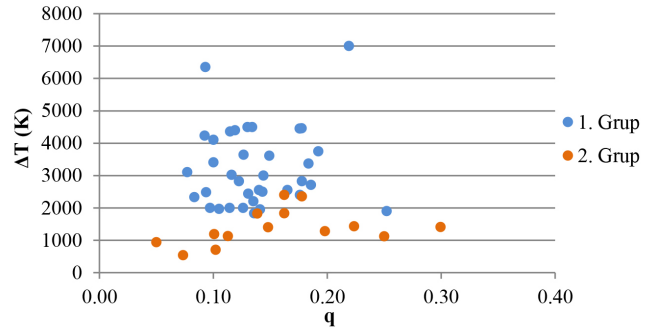
Işık eğrilerinin biçimine göre yapılan gruplandırmanın ardından, yıldızlarının fiziksel parametreleri incelenmiştir. Etkin sıcaklık, kütle, yarıçap, kütle oranları, yüzey çekim ivmesi değerleri Çizelge altında toplanmış (Çizelge 1) etkin sıcaklık ve kütle oranları üzerinden grafikler elde edilmiştir.



Şekil 1. Sol panel 1. Grup EL CVn türü çift yıldızların karakteristik ışık eğrisine ait örnek. Sağ panel 2. Grup EL CVn türü çift yıldızların karakteristik ışık eğrisine ait örnek. (Maxted ve diğ. 2014)



Şekil 2. Farklı gruplardaki EL CVn sistemlerinin bileşenlerinin sıcaklıklarının karşılaştırılması. T_{e1} , baş bileşenlerin; T_{e2} , yoldaş bileşenlerin sıcaklık değerleridir.



Şekil 3. 1. ve 2. Grup EL CVn türü çift yıldızların kütle oranlarına göre bileşen yıldızların etkin sıcaklık farklarının ilişkisi (q : kütle oranı, ΔT : sıcaklık farkı)

Yıldızların birbirlerinden çok ayrılmayan, iki farklı bölgede yoğunlaştıkları grafiklerde görülmektedir. Çizelgede sırasıyla birinci ve ikinci gruba ait EL CVn türü çift yıldızların bileşenlerinin etkin sıcaklıkları, sıcaklık farkları (ΔT), kütle oranları (q), yörünge dönemleri, güneş kütlesi biriminden sırasıyla ayrı ayrı kütleleri (M_1 , M_2) ve yarıçapları (R_1 , R_2), yarıçap oranları (R_1/R_2) gibi fiziksel parametreleri verilmiştir.

Her iki grubun bileşen yıldızlarının etkin sıcaklık değerleri Şekil 2'de grafik üzerinde gösterilmiştir. "Mavi daireler" birinci grubu, "turuncu daireler" ikinci grubu temsil etmektedir. Birinci grup EL CVn yıldızlarının baş bileşenlerinin (T_{e1}) sıcaklıkları 6600 ile 9500 K, yoldaş bileşenlerinin (T_{e2}) ise 8600 ile 15000 K aralığındadır. İkinci grup EL CVn çift yıldızlarının baş bileşenlerin sıcaklıkları 6800 ile 10000 K, yoldaş bileşenlerin 7930 ile 11186 K değerleri arasındadır. Baş bileşenlerin sıcaklık değerlerinin birinci ve ikinci grupta farklılık gösterdiği, ama belirgin farklılığın yoldaş bileşenlerden kaynaklandığı görülmektedir. Birinci grup yıldızların yoldaş bileşenlerinin etkin sıcaklık değerleri ikinci grup yıldızların değerlerinden daha yüksektir. Bundan dolayı birinci gruba ait

mavi noktalar grafikte daha üst kısımda toplanmaktadır. Genel olarak bakıldığında EL CVn çift yıldızlarının yoldaş bileşenlerinin belirgin biçimde farklı değerlere sahip olması, bu tür bir sınıflamada farklılıklar görmemize neden olmaktadır.

Şekil 3'te grupların kütle oranlarına ($q=M_2/M_1$) göre bileşen yıldızların sıcaklık değerlerinin farkı ($\Delta T=T_{e2}-T_{e1}$) gösterilmiştir. Birinci grubun q değerleri, ikinci grubun q değerlerine göre daha dar bir aralık içinde dağılım göstermektedir. Buradan birinci grubun bileşenlerinin kütlelerinin, ikinci grubun kütlelerine oranla, görece olarak daha büyük kütle farkına sahip olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. ΔT değerlerine bakıldığında, birinci grupta olan bileşen yıldızların sıcaklık farkları daha geniş bir aralıkta dağılım gösterir. İkinci grup bileşen yıldızları ise birbirlerine daha yakın sıcaklık değerlerine sahiptir. Bu sonuç ışık eğrilerinin biçimlerinde minimum derinliklerinin birbirine yakın olması ile kendisini açıkça gösterir.

Çizelge 1. EL CVn türü çift yıldızların (1. ve 2. Grup) fiziksel parametreleri (Maxted ve diğ. 2014; van Roestel ve diğ. 2018)

1. Grup (24 tane)										
Yıldız	T_{e1} (K)	T_{e2} (K)	ΔT (K)	q	P (gün)	M_1 (M_{\odot})	M_2 (M_{\odot})	R_1 (R_{\odot})	R_2 (R_{\odot})	R_2/R_1
1607ab	6980	8810	1830	0.1357	0.773	1.40	0.19	1.45	0.32	0.22
1617m	6990	9320	2330	0.0833	3.773	1.68	0.14	2.57	0.69	0.27
1612al	7280	10300	3020	0.1159	0.637	1.38	0.16	1.16	0.37	0.32
1521cm	7290	9240	1950	0.1409	0.685	1.49	0.21	1.49	0.43	0.29
1617n	7500	11600	4100	0.1000	2.337	1.80	0.18	2.41	0.38	0.16
1600ad	8050	10490	2440	0.1307	1.084	1.76	0.23	1.83	0.35	0.19
1607t	6600	8600	2000	0.1143	0.876	1.40	0.16	1.87	0.38	0.20
1615w	6690	10300	3610	0.1491	1.441	1.61	0.24	2.59	0.40	0.15
1501bh	6870	11100	4230	0.0923	0.621	1.30	0.12	1.23	0.20	0.16
1615v	6920	9400	2480	0.0935	0.559	1.39	0.13	1.50	0.33	0.22
1512bf	6920	9740	2820	0.1223	0.607	1.39	0.17	1.53	0.32	0.21
1600y	6930	8900	1970	0.1049	1.184	1.63	0.17	2.41	0.46	0.19
1615ag	7380	10200	2820	0.1776	0.681	1.52	0.27	1.63	0.32	0.2
1622bt	7750	12200	4450	0.1758	0.688	1.65	0.29	1.74	0.29	0.17
1622aa	7490	10900	3410	0.1000	0.766	1.60	0.16	1.74	0.26	0.15
1622by	7730	11100	3370	0.1834	0.749	1.69	0.31	1.84	0.33	0.18
1601p	8600	11700	3100	0.0769	1.222	1.82	0.14	1.65	0.34	0.21
1723aj	6640	11000	4360	0.1146	1.109	1.57	0.18	2.51	0.23	0.09
1522cc	6860	9570	2710	0.1857	0.572	1.40	0.26	1.62	0.27	0.17
1607v	7260	10900	3640	0.1266	0.721	1.58	0.20	1.83	0.16	0.09
1621ax	7340	11800	4460	0.1775	1.018	1.69	0.30	2.14	0.17	0.08
1613s	7350	13700	6350	0.0929	1.142	1.83	0.17	2.72	0.25	0.09
WASP 1429-24	7150	9700	2550	0.14	2.17					0.23
WASP 2328-39	7500	9400	1900	0.25	0.77					0.33
WASP 0358-31	7600	12000	4400	0.12	2.19					0.13
WASP 2101-06	9000	13500	4500	0.13	1.29					0.15
WASP 1625-04	9500	11500	2000	0.13	1.53					0.17
WASP 0843-11	6900	9300	2400	0.18	0.79					0.16
WASP 0939-19	7150	10150	3000	0.14	1.07					0.15
WASP 1628+10	7200	9200	2000	0.10	0.72					0.23
WASP 1021-28	7300	9800	2500	0.14	0.90					0.21
WASP 0346-21	7400	9950	2550	0.17	0.93					0.17
WASP 0845+53	8000	15000	7000	0.22	0.84					0.13
WASP 1814+48	8000	12500	4500	0.13	1.80					0.10
WASP 1323+43	8250	12000	3750	0.19	1.56					0.18
WASP 1009+20	8600	10800	2200	0.14	1.40					0.22
2. Grup (12 tane)										
Yıldız	T_{e1} (K)	T_{e2} (K)	ΔT (K)	q	P (gün)	M_1 (M_{\odot})	M_2 (M_{\odot})	R_1 (R_{\odot})	R_2 (R_{\odot})	R_2/R_1
1601q	8300	10700	2400	0.1622	1.252	1.85	0.30	1.93	0.46	0.24
1521ct	8520	9800	1280	0.1978	1.172	1.82	0.36	1.72	0.56	0.33
1515ay	6800	7930	1130	0.1128	0.464	1.33	0.15	1.30	0.46	0.35
1616cr	7060	8000	940	0.0500	0.565	1.40	0.07	1.36	0.46	0.34
1613u	7340	9690	2350	0.1776	0.564	1.52	0.27	1.65	0.37	0.22
1608ab	7360	7900	540	0.0733	0.611	1.50	0.11	1.39	0.52	0.37
1615ao	7580	8700	1120	0.2500	0.895	1.64	0.41	1.82	0.64	0.35
1402de	7870	9300	1430	0.2236	0.619	1.61	0.36	1.56	0.45	0.29
1600aa	7890	9300	1410	0.2994	0.693	1.67	0.50	1.67	0.55	0.33
1601cl	8280	10100	1820	0.1386	0.892	2.02	0.28	2.44	0.52	0.21
1607aa	8470	10300	1830	0.1622	0.846	1.85	0.30	1.81	0.38	0.21
WASP 0131+28	10000	11186	1186	0.1007	1.882	1.97	0.20	1.82	0.53	0.29
WASP 2249-69	7400	8800	1400	0.1480	1.162					0.25
WASP 2047+04	8300	9000	700	0.1020	1.563					0.24

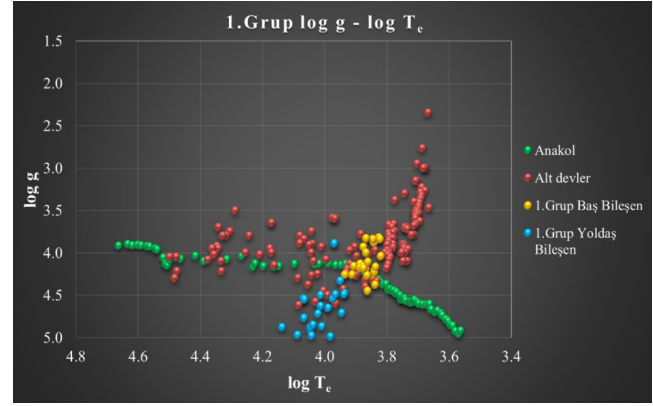
Çizelge 2. EL CVn türü çift yıldızların (1. ve 2. Grup) etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi değerleri (Maxted ve diğ. 2014; van Roestel ve diğ. 2018)

1. Grup (24 tane)						
Yıldız	T_{e1} (K)	$\log T_{e1}$ (K)	$\log g_1$	T_{e2} (K)	$\log T_{e2}$ (K)	$\log g_2$
1600y	6930	3.84	3.88	8900	3.94	4.33
1600ad	8050	3.90	4.16	10490	4.02	4.72
1601p	8600	3.93	4.26	11700	4.06	4.54
1501bh	6870	3.83	4.38	11100	4.04	4.91
1607t	6600	3.81	4.04	8600	3.93	4.48
1607ab	6980	3.84	4.26	8810	3.94	4.71
1612al	7280	3.86	4.45	10300	4.00	4.50
1512bf	6910	3.83	4.21	9740	3.98	4.65
1615ag	7370	3.86	4.20	10200	4.00	4.87
1615v	6920	3.84	4.23	9400	3.97	4.54
1615w	6690	3.82	3.82	10300	4.01	4.63
1617n	7500	3.87	3.93	11600	4.06	4.55
1617m	6990	3.84	3.84	9320	3.96	3.89
1521cm	7290	3.86	4.27	9240	3.96	4.49
1622by	7700	3.88	4.13	11100	4.04	4.88
1522cc	6860	3.83	4.17	9570	3.98	4.99
1622aa	7500	3.87	4.16	10900	4.03	4.85
1622bt	7700	3.88	4.18	12200	4.08	4.97
1723aj	6640	3.82	3.84	11000	4.04	4.98
WASP1323+43	8159	3.91	4.26	11636	4.06	4.77
WASP1628+10	7500	3.87	4.18	8650	3.93	4.49
1521ax	7350	3.86	3.83	13700	4.13	4.88
1607v	7260	3.86	4.11	10900	4.03	5.32
1613s	7350	3.86	4.00	11800	4.07	5.48
2. Grup (12 tane)						
Yıldız	T_{e1} (K)	$\log T_{e1}$ (K)	$\log g_1$	T_{e2} (K)	$\log T_{e2}$ (K)	$\log g_2$
1600aa	7880	3.90	4.21	9300	3.97	4.67
1601q	8300	3.92	4.13	10700	4.03	4.58
16001cl	8290	3.92	3.97	10100	4.00	4.45
1402de	7860	3.90	4.27	9300	3.97	4.69
1607aa	8470	3.93	4.19	10300	4.01	4.76
6800ab	7400	3.87	4.32	7900	3.90	4.04
1613u	7340	3.87	4.19	9690	3.99	4.73
1515ay	6800	3.83	4.33	7930	3.90	4.27
1615ao	7580	3.88	4.13	8700	3.94	4.43
1616cr	7060	3.85	4.32	8000	3.90	3.93
1521ct	8520	3.93	4.23	9800	3.99	4.50
WASP0131+28	10000	4.00	4.21	11186	4.05	4.29

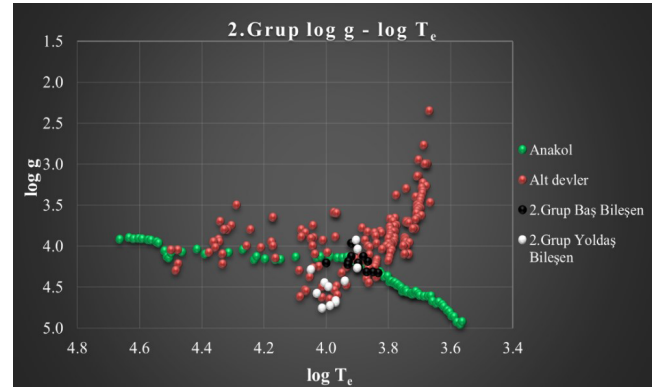
2.2 EL CVn Türü Çift Yıldızların H-R diyagramındaki Konumları

Yıldızların yaşam döngülerinin ifade edilebildiği Hertzsprung-Russell diyagramı (H-R diyagramı) yıldız astrofizik açısından oldukça önemlidir. H-R diyagramında yeri bilinen bir yıldızın bazı fiziksel parametreleri de bilinmektedir. Bunlar, etkin sıcaklık, toplam ışınım gücü, salt parlaklık, kütle, tayf türü, ve yarıçap değerleridir. H-R diyagramı, evrimlerinin henüz tam bilinemediği yıldız türleri keşfedildikçe sürekli gelişmektedir.

Çok düşük kütleli helyum beyaz cücelerin evrimini anlamak için EL CVn türü çift yıldızların keşfi önemli bir adım olmuştur. Bu çalışma içinde A- veya F- tayf sınıfından anakol yıldızlarının ve helyum beyaz cüce öncesi yoldaşların H-R diyagramı üzerinde nerede bulduklarını incelenmiştir. Fiziksel



Şekil 4. 1. Grup EL CVn türü çift yıldızların H-R diyagramındaki konumu.

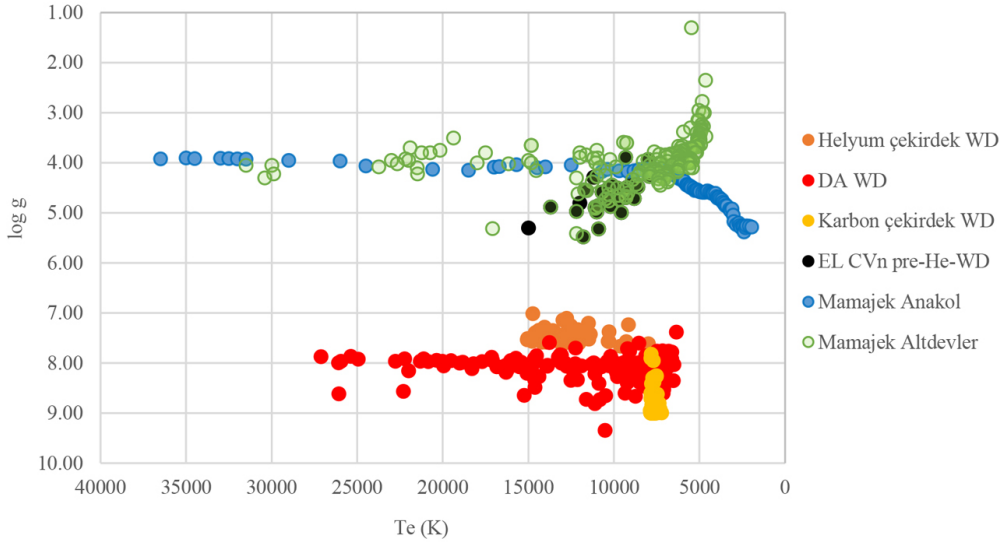


Şekil 5. 2. Grup EL CVn türü çift yıldızların H-R diyagramındaki konumu.

parametrelerine ve ışık eğrilerinin biçimine göre ayrılan iki EL CVn türü çift yıldız grubuna ait T_e , $\log T_e$ ve $\log g$ değerleri Çizelge 2'te verilmiştir. Makalelerdeki yıldızlara ait etkin sıcaklık değerlerinin logaritmaları olmadığı için, bu değerler hesaplanarak çizelgeye eklenmiştir.

Şekil 4 ve Şekil 5'te EL CVn türü birinci ve ikinci grup baş-yoldaş bileşen yıldızların $\log T_e$ ve $\log g$ değerleri ile Mamajek (2020) 'den alınan model ZAMS verileri kullanılarak H-R diyagramı oluşturulmuştur. Şekillere bakıldığında EL CVn türü yıldızların baş bileşenlerinin anakol ve altdevler bölgesinde, yoldaş bileşenlerin ise anakol altında bulunan beyaz cücelerin üst bölgesinde toplandığı görülmektedir. Bazı yoldaş yıldızlar ise anakolun üzerinde toplanmaktadır. Bu yıldızların anakol sonrası evrimlerine yeni başlamış olabileceği düşünülmektedir. H-R diyagramında kararsızlık kuşağının içinde bulunan bazı baş bileşenlerin δ Scuti türü yıldızlar olduğu bilinmektedir.

Farklı özelliklere sahip beyaz cüceler ile EL CVn yıldızlarına ait helyum beyaz cüce öncesi yoldaş bileşenlerin, $\log g$ ve T_e değerlerine göre konumları Şekil 6'da gösterilmiştir. "Mavi daireler" anakolu ve "içi boş yeşil daireler" altdevleri temsil etmektedir. Şekilde DA, karbon ve helyum çekirdekli beyaz cüceler neredeyse aynı bölgede bulunmaktadır. 7.00 ile 9.00 arasında değişen $\log g$ değerleri vardır. Belirgin şekilde diğer beyaz cücelerden ayrı bir bölgede bulunan EL CVn türü helyum beyaz cüce öncesi yıldızlar ise anakolun alt kısmında



Şekil 6. Beyaz cücelerin ve EL CVn türü helyum beyaz cüce öncesi yıldızların log g ve T_e ilişkisi

toplanmaktadır. Bu, yıldızların henüz beyaz cüce evrimlerini tamamlamamış olduklarını göstermektedir. Bileşenlerin log g değerleri 4.00 ile 5.00, etkin sıcaklıkları ise 7500 ile 15000 K aralığındadır.

3 Tartışma ve Sonuç

50 tane EL CVn çift yıldız, ışık eğrilerinin biçimlerine göre sınıflandırılıp birinci ve ikinci grup olarak isimlendirmiştir. Fiziksel parametrelerle elde edilen grafiklerin, ışık eğrilerinin biçimlerine göre yapılan gruplama ile tutarlı sonuçlar sergilediği görülmüştür. Yoldaş bileşen olan düşük kütleli helyum beyaz cüceler, yıldızların farklı iki grup olarak ayrılmasında temel neden olmuştur. Yıldızlara ait etkin sıcaklık değerlerinin ortalamalarını alıp birinci ve ikinci grubun ortalama sıcaklıklarının hangi tayf türüne denk geldiğini belirledik. Birinci grup olarak adlandırılan EL CVn türü çift yıldızların baş bileşenlerinin etkin sıcaklık ortalaması 7450 K, ikinci grup EL CVn türü çift yıldızların baş bileşenlerinin ise 7950 K'dir. Bu sıcaklık değerlerine denk gelen tayf türleri, birinci grup için genel olarak A9 tayf türü, ikinci grup içinse A6 tayf türüdür. Yoldaş bileşenlerde, birinci grup yoldaş bileşenlerin ortalama etkin sıcaklık değerini 10700 K, ikinci grubun ortalama etkin sıcaklık değerini ise 9350 K olarak hesapladık. Bu sıcaklık değerleri için birinci grup yoldaş yıldızların B9 tayf türünde, ikinci grubun A1 tayf türünde bulunduğunu gördük. Geri tayf sınıflarına doğru gidildikçe tayf sınıflarının alt türlerindeki değişim oldukça hassas olmaktadır. Ayrıca bulunan bu ortalama etkin sıcaklık değerlerindeki fark ışık eğrilerinin biçimine doğrudan yansımaktadır. Tayf türlerine karşılık gelen sıcaklık değerleri Kuzey Iowa Üniversitesi'nin web sayfasından alınmıştır Iowa (2021). Tayf türlerindeki farklılıklardan yola çıkarak, birinci grubun "geri B-tayf sınıfından yoldaş bileşenli grup", ikinci grubun ise "A-tayf sınıfından yoldaş bileşenli grup" olarak adlandırılmasının daha uygun olacağına karar verdik.

36 tane EL CVn türü çift yıldızın ve model verilerinin log T_e ve log g değerlerine göre grafikler çizilmiştir. Grafiklerde EL CVn türü baş bileşenlerin anakol ve altdevler bölgesinde, çok düşük kütleli helyum beyaz cüce öncesi olan yoldaş bileşen yıldızların ise DA, helyum ve karbon beyaz cücelerin üst bölgesinde

toplandığı görülmüştür. Makalelerde bulunan H-R diyagramı ve evrim modelleriyle uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Chen ve diğ. (2017); Kim ve diğ. (2021). Yıldızın H-R diyagramı üzerindeki konumu, evrim sürecinde hangi basamakta bulunduğu dair yorum yapabilmeyi sağlamaktadır. Gruplardaki bazı yoldaş yıldızların ZAMS ve TAMS arasında kaldığı ve henüz WD boyutlarına büzülmediği görülür.

Bu çalışma, 50 tane EL CVn türü örten çift yıldızın bir arada incelenmesine olanak sağlamıştır. Veri tabanlarının taranması ve gözlemler ile elde edilecek yeni EL CVn türü çift yıldızlar ile bu gruplama ve H-R diyagramı çalışması daha geniş bir aralığı kapsayabilecek ve belki de farklı tür gruplar ortaya çıkabilecektir.

Kaynaklar

- Chen X., Maxted P., Li J., Han Z., 2017, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 467, 1874
Iowa 15.11.2021, [Spectral type characteristics](#)
Kim S.-L., ve diğ., 2021, The Astronomical Journal, 162, 212
Mamajek E., 07.06.2020, [A Modern Mean Dwarf Stellar Color and Effective Temperature Sequence](#)
Maxted P., ve diğ., 2011, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 418, 1156
Maxted P. F., ve diğ., 2013, Nature, 498, 463
Maxted P., ve diğ., 2014, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 437, 1681
WASP 07.06.2020, [SuperWASP-foundobjects](#)
van Roestel J., ve diğ., 2018, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 475, 2560

Access:

M23-0315: [Turkish J.A&A — Vol.4, Issue 3.](#)