

Collinder 359 Küme Bölgesindeki V2659 Oph Örtün Çift Sistemin Çok Renk Işık Ölçümü

Evrin Kiran^{1*}, Ömer L. Değirmenci¹

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

Özet: Bu çalışmada, Collinder 359 açık küme bölgesindeki V2659 Oph örtün çift sisteminin *BVRI* ışık ölçümüne ilişkin sonuçlar sunulmaktadır. Collinder 359 açık kümesinin uzaklığı 249 parsek ve yaşı yaklaşık 32 milyar yıldır. Sisteme ait ışık eğrileri Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde 40 cm çaplı teleskop ile elde edilmiş ve PHOEBE programı ile çözülmüştür. V2659 Oph sisteminin uzaklık ve kızıllaşma miktarı elde edilmiş ve Collinder 359 açık kümesiyle ilişkisi tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Açık küme: Collinder 359; örtün çift: V2659 Oph; ışık ölçüm: ışık eğrisi

Abstract: In this study, we present the results related to the *BVRI* photometric observations of eclipsing binary V2659 Oph in Collinder 359 open cluster region. The distance of Collinder 359 is 249 parsec and the of the open cluster is about 32 billion years. The light curves of the system are obtained by 40 cm telescope at Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi and by PHOEBE programme. We determined the distance and age of V2659 Oph obtained from photometric observations and discuss the relation with the Collinder 359 open cluster.

Key Words: Open Cluster: Collinder 359; eclipsing binary: V2659 Oph; photometry: light curve

1. Giriş

Collinder 359 (Melotte 186) kümesi, ($\alpha = 18^{\text{sa}} 01^{\text{dk}} 06^{\text{s}}$, $\delta = +02^{\circ} 54' 00''$) Ophiucus takımıyıldız bölgesinde yer alan bir açık yıldız kümesidir. Collinder 359 kümesine ilişkin WEBDA veri tabanından alınan bilgiler Çizelge 1'de listelenmiştir.

Çizelge 1: Collinder 359açık kümesinin WEBDA veri tabanında yer alan bilgileri.

b (°)	l (°)	RA (2000) (sa, dk, s)	DEC (2000) (°, ', ")	Uzaklık (pc)	Kızıllaşma Miktarı (mag)
29.750	+12.517	18 01 06	+02 54 00	249	0.193

Collinder 359 kümesi ilk olarak Melotte (1915) tarafından tanımlanmıştır. Daha sonra Collinder (1931), 13 küme yıldızını ve yıldızlara ait koordinat, ışık ölçüm, tayf türü ve öz hareketlerini sunmuştur. Rucinski (1987), Collinder 359 kümesindeki 13 yıldızın UB_V(RI)_C gözlemlerini yapmış, kümenin varlığını güçlendirmiştir. Elde ettiği renk - renk diyagramını kullanarak yıldızların *E(B-V)* değerlerini belirlemiş ve dokuz yıldızın kümeye ait olabileceğini söylemiştir. Collinder 359 açık kümesine ilişkin yapılan en detaylı çalışmalar Lodieu (2005) ve Lodieu et al., (2006)'a ilişkindir. Dias et al., (2014) tarafından yayınlanan katalogda Collinder 359 kümesinin boyutu 240 yay saniyesi, uzaklığı $d = 249$ pc, kızıllaşma miktarı da $E(B-V) = 0^{\text{m}}.193$ ve yaşı da $\log(t) = 7.506$ olarak verilmiştir. Kharchenko et al., (2013), yayınladıkları katalogda Collinder 359 kümesi için kümenin açısal yarıçapını 0.8 derece olarak vermiş ve bu bölge içinde küme üye olması yüksek olan 463 yıldızın yer aldığını söylemişlerdir. Katalogda kümenin uzaklığı $d = 640$ pc ve renk artışı $E(B-V) = 0^{\text{m}}.160$ olarak verilmiştir. Küme bölgesindeki 149 yıldız kullanılarak Collinder 359'un yaşı $\log t$ (yıl) = 7.450 (yaklaşık 28 milyar yıl) olarak verilmiştir. Çakırlı and İbanoglu (2016), küme bölgesinde bulunan V2653 Oph yıldızından yola çıkarak Collinder 359 kümesinin uzaklığı 300 ± 50 pc olarak vermişlerdir.

V2659 Oph (GSC 421 745, NSV 9919, RA (2000) = $17^{\text{sa}} 59^{\text{dk}} 13^{\text{s}}.69$, DEC (2000) = $+03 00 13.6$, $V = 12^{\text{m}}.83$) yıldızı Collinder 359 kümesinde yer alan bir örtün çift sistemdir. Hoffmeister (1966), V2659 Oph (SV 9272) yıldızının parlaklığında bir değişim olduğunu söylemiş, değişim aralığını $13^{\text{m}}.5 - 14^{\text{m}}.5$ olarak vermiş ve sistemin algol türü bir yıldız olabileceğine dikkat çekmiştir. Otero and Wils (2005), ASAS - 3 verilerini kullanarak V2659 Oph örtün çift sisteminin ilk ışık eğrilerini $T_0 = 24413448.899$ ve $P = 0.776761$ gün olarak vermiştir. Haussler (2006), kendi vermiş olduğu minimum zamanları ile ASAS - 3'den aldığı minimum zamanlarını kullanarak yeni ışık eğrilerini, $T_0 = 2453448.891 \pm 0.003$ ve $P = 0.7767554 \pm 0.0000002$ gün şeklinde vermiştir. Aynı çalışmada sistemin ışık eğrisinin maksimum, baş ve yan minimum evrelerindeki parlaklıkları ise, sırasıyla $m_{\text{max}} = 13^{\text{m}}.35$, $m_{\text{min II}} = 13^{\text{m}}.4$ ve $m_{\text{min I}} = 13^{\text{m}}.85$ şeklinde verilmektedir. Kazarovets et al., (2008), yayınladıkları katalogda yıldızın literatür verilerini toparlayarak maksimum ve minimum parlaklığını vermiştir. Kharchenko et al., (2013) tarafından yapılan istatistiksel çalışmada, V2659 Oph örtün çift sisteminin küme üyeliğine ilişkin veriler yer almaktadır. Buna göre sistem, PPMXL katalogundaki öz hareket verilerine ve konum değerlerine göre küme üyesi olma olasılığı yüksek bir

*Sorumlu Yazar E-Posta: kiran.evrin@mail.ege.edu.tr

adaydır. Ancak aynı yıldızın 2MASS fotometrik verileri göz önüne alınınca üye olma olasılığı zayıflamaktadır. Benzer bir şekilde Dias et al., (2014) tarafından yapılan diğer bir istatistiksel çalışmada da V2659 Oph örten çift sisteminin, öz hareketler göz önünde tutulduğunda bölgedeki diğer yıldızlar ile uyum içinde olduğu buna karşılık fotometrik açıdan ise bölgedeki yıldızlarla uyum sağlamadığı görülmektedir.

Bu sistemin farklı süzgeçler kullanılarak ışık eğrilerinin yeniden oluşturulması ve çözümü çift sisteme ilişkin fiziksel parametreleri elde etmemiz, içinde bulunduğu küme ile ilişkisini tartışmamız açısından önemlidir.

2. Gözlemler

V2659 Oph örten çift sistemi, Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi (EÜGUAM)'nde yer alan 40 cm çaplı tam otomatik MEADE LX200GPS Schmidt – Cassegrain türü teleskop ile gözlenmiştir. Gözlemlerde her bir pikseli 13.5×13.5 mikron boyutlu olan 2048×2048 pikseli Apogee Alta – U42 CCD ile ve Bessell BVRI süzgeçleri kullanılmıştır. Gözlemlerin ön indirgemesi ve parlaklıkların elde edilmesinde IRAF programı kullanılmıştır. Gözlemlerin ön indirgemelerinde her gözlem gecesinde elde edilen bias, dark ve flat görüntüleri kullanılmıştır. Cisimlerin parlaklığının ölçümü, IRAF programı içerisindeki APPHOT (açıklık fotometresi) ışık ölçüm paketi ile yapılmıştır.

Colinder 359 açık yıldız kümesinde yer alan V2659 Oph örten çift sistemi (var) ile fark fotometrisinde kullanılan mukayese yıldızlarına (C1, C2, C3, C4, C5) ilişkin bilgiler ise Çizelge 2'de listelenmiştir. Mukayese olarak kullanılan beş yıldıza ilişkin SİMBAD'da verilen parlaklıklar dışında, ADS⁵ veri tabanında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak gözlemler süresince yıldızların parlaklıklarının değişim göstermediği görülmüştür.

Çizelge 2: Melotte 186 kümesinde yer alan V2659 Oph örten çift sistemi ve mukayese yıldızlarının Guide Star Catalogue (GSC)'de verilen özellikleri.

Yıldız	GSC No	GSCV	RA (sa dk s)	DEC (°, ', ")	V _{pg} (mag)
Değişen	421 745	V2659 Oph	17 58 13.69	+03 00 13.6	12.83 ± 0.40
Mukayese 1	421 869	-	17 58 21.42	+02 57 52.8	12.38 ± 0.36
Mukayese 2	421 646	-	17 58 21.73	+03 02 46.1	11.90 ± 0.36
Mukayese 3	421 372	-	17 58 01.15	+03 02 41.6	12.48 ± 0.36
Mukayese 4	421 733	-	17 58 28.46	+02 58 24.1	12.84 ± 0.36
Mukayese 5	421 374	-	17 58 12.29	+03 05 02.6	11.09 ± 0.36

V2659 Oph örten çift sisteminin standart renk değerlerine ulaşmak için sistemin ve mukayese yıldızların aletsel parlaklıkları standart parlaklıklara dönüştürülmüştür. Bunun için V2659 Oph yıldızıyla birlikte aynı gece gözlenen NGC 6913 küme bölgesinden elde edilen standart dönüşüm katsayıları kullanılmıştır. Bu standart dönüşüm katsayıları EÜGUAM T40 teleskobunda 05 Ağustos 2013 tarihindeki gözlemlerden elde edilmiştir. Standart gözlem gecesinde NGC 6913 küme bölgesindeki yıldızların gözlenen aletsel parlaklıklarıyla, Massey et al., (1995) tarafından verilen standart UBV ve Fernie (1983) tarafından verilmiş standart VRI parlaklıkları kullanılarak, aşağıdaki dönüşüm formülleri elde edilmiştir.

$$(V - v) = 0.038 \pm 0.015 \times (B - V) - 3.934 \pm 0.012 \quad (1)$$

$$(B - V) = 1.061 \pm 0.026 \times (b - v) - 1.182 \pm 0.0467 \quad (2)$$

$$(V - R) = 1.322 \pm 0.218 \times (v - r) + 0.184 \pm 0.087 \quad (3)$$

$$(V - I) = 1.315 \pm 0.664 \times (v - i) + 0.906 \pm 0.156 \quad (4)$$

Bu dönüşüm katsayılarıyla V2659 Oph yıldızının (maksimum evrede) ve mukayese yıldızlarının standart parlaklık ve renk ölçekleri belirlenmiştir. Elde edilen standart parlaklık ve renk ölçekleri Çizelge 3'de listelenmiştir. Standart gözlem gecesinden elde edilen renk ölçekleri ve Johnson (1966)'dan alınan kuramsal kollar kullanılarak ve ortalama kızıllaşma yasası varsayılarak, değişen ve mukayese yıldızlarının $E(B-V)$ ve $E(V-R)$ renk artıkları belirlenmiş ve Çizelge 3'de verilmiştir. Elde edilen $E(B-V)$ renk artıkları 0.088 ila 1.000 arasında değişmektedir. Bu renk artıklarının ortalaması alınarak $E(B-V) \sim 0^m.499$ olarak bulunmuştur. V2659 Oph'un maksimum evresi için elde edilen $E(B-V)$ renk artığı değeri $0^m.088$ 'dir. WEBDA'nın küme için vermiş olduğu $E(B-V) = 0^m.193$ değerine yakındır.

² <http://cdsads.u-strasbg.fr/>

Çizelge 3: V2659 Oph örten çift sisteminin (maksimum evrede) ve mukayese yıldızlarının elde edilen standart parlaklık, renk ölçekleri ve renk artıkları. Son sütunda verilen olasılıklar Dias et al., (2014)⁶’den alınmıştır.

Yıldızlar	B (mag)	V (mag)	R (mag)	I (mag)	B-V (mag)	V-R (mag)	V-I (mag)	E(B-V) (mag)	E(V-R) (mag)	P (%)
V2659 Oph	13.012	12.724	10.359	12.120	0.288	0.265	0.605	0.088	0.055	98
GSC 421 869	12.754	12.184	11.722	11.222	0.570	0.461	0.962	0.305	0.196	98
GSC 421 646	13.325	12.175	11.349	10.525	1.151	0.825	1.650	0.941	0.625	99
GSC 421 372	13.610	12.521	11.740	10.944	1.090	0.780	1.576	0.910	0.610	98
GSC 421 733	13.360	12.771	12.278	11.740	0.588	0.494	1.031	0.253	0.159	0
GSC 421 374	13.759	12.448	11.497	10.521	1.310	0.951	1.927	1.000	0.641	98

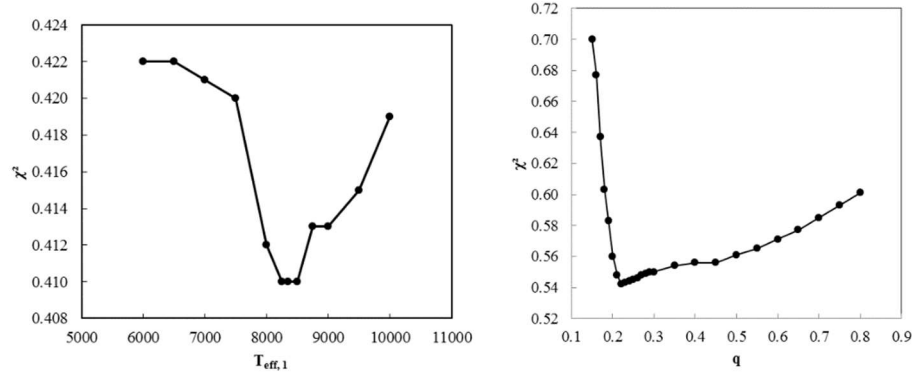
V2659 Oph yıldızı için elde edilen BVRI ışık eğrileri standart parlaklığa dönüştürülerek, ışık eğrisinin maksimum ve minimum evrelerdeki V parlaklığı ve (B-V) renk ölçekleri elde edilmiştir. Bunun için V2659 Oph fark ışık ölçümü ile elde edilmiş ışık eğrilerine mukayese 1 (GSC 421 869) yıldızının Çizelge 3’de verilmiş olan standart parlaklıkları eklenerek V2659 Oph yıldızının BVRI süzgeçlerindeki standart parlaklıktaki ışık eğrileri oluşturulmuştur. Standart parlaklığa dönüştürülmüş ışık eğrilerinin maksimum ve minimum düzeylerindeki BVRI parlaklıkları okunarak renk ölçekleri elde edilmiştir. V2659 Oph için daha önce elde edilen ve Çizelge 3’de verilen $E(B-V) = 0.088$ mag değerindeki renk artığı kullanılarak sistemin maksimum ve minimum düzeylerindeki özgül renk ölçekleri belirlenmiş ve bütün bu değerler Çizelge 4’te bir arada verilmiştir.

Çizelge 4: V2659 Oph örten çift sisteminin 1.0, 0.5 ve 0.25 evrelerine ilişkin gözlenen parlaklık ve renk ölçekleri ve $E(B-V) = 0.088$ mag varsayımı ile hesaplanan özgül renk ölçekleri.

Evre	V (mag)	(B-V) (mag)	(B-V) _o (mag)
Baş minimum	13.348	0.315	0.227
Yan minimum	12.803	0.253	0.165
Maksimum	12.719	0.287	0.199

2. Işık Eğrilerinin Çözümü

V2659 Oph sisteminin BVRI ışık eğrileri Prša and Zwitter (2005) tarafından geliştirilen Wilson Devinney (Wilson ve Devinney 1971) tabanlı PHOEBE 1.0⁶ programı ile çözülmüştür.



Şekil 1: V2659 Oph sistemine ilişkin baş yıldızın sıcaklık ve kütle oranı (q) belirlemek için yapılan tarama.

Elimizde tayf olmadığından $T_{eff,1}$ sıcaklığı fotometrik veriler ışığında tahmin edilmiştir. Sistemin ışık eğrilerinde yan minimum derinliği, baş minimuma göre oldukça sığdır. Bundan başka özellikle V rengi ışık eğrisinde yan minimum tam tutulmayı andırmaktadır. Bu nedenle yan minimum evresindeki parlaklık ve renk ölçeginin büyük oranda başyıldıza ilişkin olduğunu kabul ederek, yan minimum evresine ilişkin olarak Çizelge 4’te verilen özgül renk ölçegi değerine karşılık gelen sıcaklık Gray (2005)’in tablolarından 8121 K olarak okunmuştur. Buna göre başyıldızın sıcaklığı için bir ilk yaklaşım olarak 8121 K değerini almıştır. Alternatif olarak BVRI ışık eğrilerini $T_{eff,1}$ ’in 6000 - 10000 K aralığındaki farklı değerleri ile çözerek $T_{eff,1}$ sıcaklık taraması yapılmıştır. Her bir çözümde elde edilen $\chi^2 = [\sum W(O - C)^2]$ değerlerinin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak değişimi Şekil 1’de grafik olarak çizdirilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi gözlenen ve PHOEBE ile oluşturulan

⁶ <http://phoebe-project.org/1.0/>

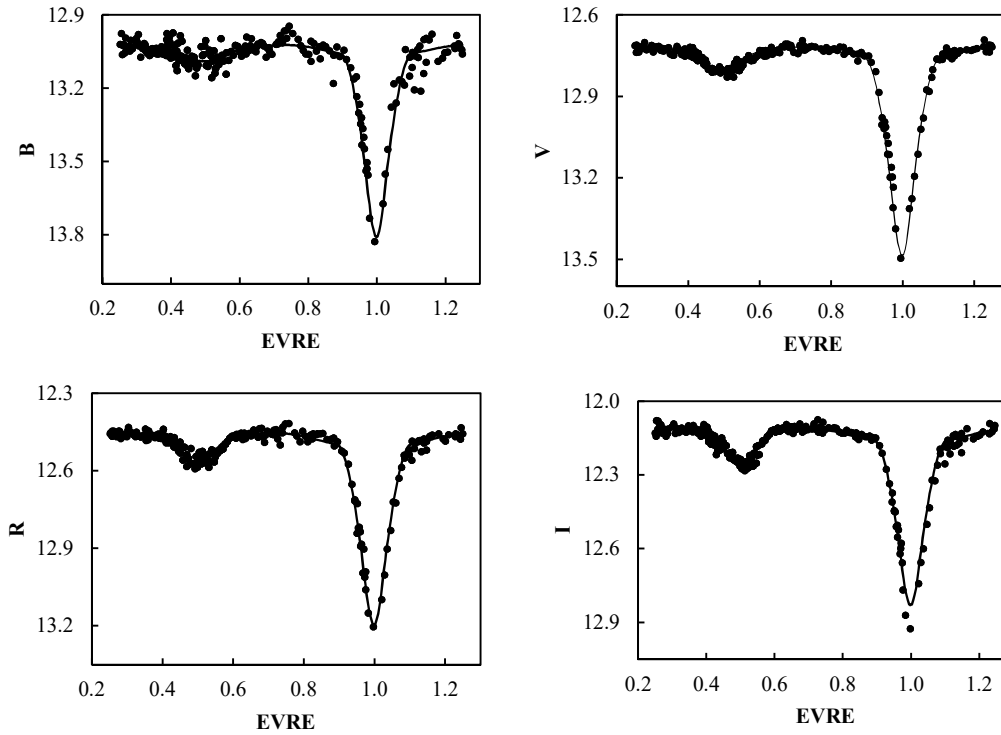
kurumsal ışık eğrileri arasındaki en iyi uyuma (en küçük X^2), $T_{eff,1} = 8375$ K sıcaklığında elde edilmektedir.

Bu aşamadan sonra sistemin baş bileşeni için $T_{eff,1} = 8375$ K değeri kabul edilmiş ve bu sıcaklık değeri kullanılarak q taraması yapılmıştır. Kütle oranının 0.0 – 0.8 aralığındaki farklı değerleri ile elde edilen çözümlere ilişkin $X^2 = [\sum W(O - C)^2]$ değerlerinin q 'nun fonksiyonu olarak değişimi Şekil 1'de verilmiştir. q taraması sonucunda sistemin kütle oranı $q = 0.22$ bulunmuştur.

$T_{eff,1}$ ve q taramaları öncesinde sistemin dış merkezliğinin belirlenmesi amacıyla farklı e değerleri için çözümler yapılmış (e taraması)tır. Elde edilen çözümlerde dış merkezlik değeri 0.0 ile 0.01 aralığında yer almaktadır. Çözümler sırasında dış merkezlik için bu aralıktaki değerlerle başlatılan çözümlerin hepsinde e değeri sıfıra doğru yakınsamıştır. Bu nedenle sistemin dış merkezliği 0.0 (çember yörünge) kabul edilmiştir.

Çizelge 5: V2659 Oph örten çift sisteminin BVRI ışık eğrilerinin PHOEBE 1.0 programı ile yapılan ortak çözümüne ilişkin sonuçlar. Hatalar PHOEBE programının vermiş olduğu hatalardır.

Parametre	Birim	Baş Bileşen	Sistem	Yoldaş Bileşen
T_o	gün		2453449.0124	
P	gün		0.776726638	
e			0.0	
x_{bol}		0.267		0.303
A		1.00		0.50
g		1.00		0.50
i	derece		82.9 ± 0.1	
T_{eff}	K	8375 (sabit)		4761 ± 37
Ω		3.250 ± 0.020		2.271 ± 0.013
q			0.242 ± 0.006	
$(I/I_{toplama})$	B	0.98 ± 0.03		0.02
$(I/I_{toplama})$	V	0.96 ± 0.03		0.04
$(I/I_{toplama})$	R	0.93 ± 0.05		0.07
$(I/I_{toplama})$	I	0.90 ± 0.07		0.10
χ^2			0.428	



Şekil 2: V2659 Oph yıldızının BVRI süzgeçlerinden elde edilen ışık eğrileri (noktalar) ve PHOEBE programı ile elde edilen çözüm sonuçlarına ilişkin kuramsal ışık eğrileri (düz çizgiler).

Her iki bileşen için bolometrik albedolar (A) ve çekimsel kararırma katsayıları (g) Claret (2001) ve Claret (1998)'den

alınmıştır. Kenar kararına katsayıları için Castelli ve Kurucz (2004) listesi kullanılmıştır. V2659 Oph örten çift sisteminin BVRI ışık eğrilerinin çözümü PHOEBE 1.0 programı kullanılarak ve $T_{eff,1} = 8375$ K ve çember yörünge varsayımıyla ve fakat kütle oranı serbest bırakılarak yeniden yapılmış ve kütle oranı için $q = 0.22$ değeri başlangıç değeri olarak kullanılmıştır. Bu son çözümler sırasında yörünge eğikliği i , her iki bileşene ilişkin yüzey potansiyelleri Ω_1 ve Ω_2 , yoldaş bileşenin, sıcaklığı $T_{eff,2}$, kütle oranı q ve her bir süzgeç için L_1 ışıtmaları serbest parametre olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5’de verilmiştir. PHOEBE çözümü sonunda elde edilen kuramsal ışık eğrilerinin gözlenen ışık eğrileriyle uyumu Şekil 2’da gösterilmiştir.

4. Sonuçlar

V2659 Oph çift yıldızının her bir bileşenin parlaklık, renk ölçüğü, renk artışı, toplam kızıllaşma miktarı, uzaklık modülü ve uzaklıkları ayrı ayrı tahmin edilmeye çalışılmıştır. V2659 Oph sistemine ait maksimum evrede elde edilen (Bkz. Çizelge 4) V parlaklıkları ve (B-V) renkleri ile PHOEBE çözümünün verdiği bileşenlere ilişkin L_B , L_V , L_R ve L_I ışıtmada değerleri kullanılarak bileşenlere ilişkin BVRI parlaklıkları ile B-V, V-R ve R-I renk ölçükleri belirlenmiştir. Bessell et al., (1998)’in tabloları kullanılarak bileşenlerin Çizelge 5’de verilen sıcaklıklarına karşılık gelen (B-V)₀ özgün renk ölçükleri ve BC bolometrik düzeltme değerleri belirlenmiştir. Bessell et al., (1998)’in tabloları konvektif fırlatma modeli varsayımı yapılarak oluşturulmuş ve farklı log g’lere karşılık sıcaklık, renk ve bolometrik düzeltme değerlerini içermektedir. Bu çalışmada renk artıkları ve bolometrik düzeltmeler bulunurken bileşenlerin ana kola yakın yıldızlar olduğu varsayılmış ve her iki bileşen için de log g = 4.5 (cgs) değeri kabul edilmiştir. Bileşenler için $E(B-V) = (B-V) - (B-V)_0$ ilişkisi kullanılarak renk artıkları ve $A_V = 3.1 E(B-V)$ bağıntısı kullanılarak da toplam kızıllaşma miktarları elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen sonuçlar Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6: V2659 Oph örten çift sisteminin bileşenlerine ait fotometrik ve fiziksel parametreler.

Parametre	Birim	Baş Bileşen	Yoldaş bileşen
m_v	mag	12.768	16.118
B-V	mag	0.261	1.079
(B-V) ₀	mag	0.157	1.008
$E(B-V)$	mag	0.104	0.071
A_V	mag	0.323	0.219
BC	mag	0.000	-0.394
M_V	mag	2.036	6.978
$m_v - M_v$	mag	10.732	9.140
d	pc	1207	609
M_{bol}	mag	2.036	6.583
L_{bol}	L_{\odot}	12.07	0.18
R	R_{\odot}	1.657	0.630
M	M_{\odot}	2.057	0.705

Elimizde sistemin dikine hız eğrisi olmadığından V2659 Oph çift sisteminin ve bileşenlerine ilişkin salt parametrelerine doğrudan ulaşmamız mümkün değildir. Bu nedenle, salt parametreleri tahmin etmek için Gray (2005)’in ana kol yıldızları için verdiği renk, görünür salt parlaklık, yarıçap, kütle tablolarından faydalanıldı. V2659 Oph bileşenlerinin normal ana kol yıldızları oldukları varsayılarak ve bileşenlerin Çizelge 6’da verilen (B-V)₀ özgün renk ölçükleri baz alınarak M_V görünür salt parlaklıkları Gray (2005)’in tablolarından tahmin edilmiştir. Böylece her iki bileşene ilişkin uzaklık modülü değerleri ve $m_v - M_v = -5 + 5 \log d + A_V$ bağıntısı yardımıyla da bileşenlerin uzaklıkları hesaplanmıştır. Bessell et al., (1998)’den alınan bolometrik düzeltmeler ile $M_{bol} - M_V = BC$ ilişkisi kullanılarak, bileşenlerin bolometrik salt parlaklıkları (M_{bol}) belirlenmiştir. Güneş için $M_{bol} = 4^m.74$ değeri kabul edilerek bileşenlerin güneş cinsinden bolometrik ışıtmalarına (L_{bol}) ulaşılmıştır. Bileşenler için belirlenen bolometrik ışıtmalar ve sıcaklıklar ile Güneş için kabul edilen yarıçap $R_{\odot} = 6.96 \times 10^{10}$ cm, ışıtmada $L_{\odot} = 3.85 \times 10^{33}$ (cgs) ve sıcaklık $T_{\odot} = 5784$ K değerleri kullanılarak bileşenlerin yarıçapları ve kütleleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yine Çizelge 6’da verilmiştir. Elimizde tayfsal veri olmadığından bileşenlerin salt parametreleri ile sistemin uzaklığı için hata hesabı yapılmamıştır.

Collinder 359 kümesinin renk artışı uzaklık modülü ve uzaklığı V2659 Oph sisteminden yola çıkarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla bileşenler için elde edilen kızıllaşma, uzaklık modülü ve uzaklıkları, onların ışıtmaları ile ağırlıklandırılarak çifte ilişkin ortalama değerler hesaplanmıştır. Buna göre V2659 Oph’un uzaklığı $d = 1.172$ kpc olarak bulunmuştur. V2659 Oph örten çift sistemi için elde edilen uzaklık değeri, literatürde verilen uzaklık değerlerinden çok büyüktür. Bu nedenle sistem Collinder 359 kümesinin bir üyesi olarak gözükmemektedir.

V2659 Oph örten çift sisteminin Algol türü yarı-ayrık geometrisi sistemin oldukça evrimleşmiş olduğunun bir göstergesidir. Bu durum Collinder 359 kümesinin yaşı için literatürde verilen değerler ile uyuşmamaktadır. Bu uyuşmazlık, V2659 Oph örten çift sisteminin, Collinder 359 kümesinin üyesi olamayacağını diğer bir göstergesidir.

Eldeki veriler ışığında V2659 Oph örten çift sisteminin, Collinder 359 kümesinin üyesi olmadığı yönünde elde ettiğimiz sonucun gelecekte yapılacak ek gözlemlerle denetlenmesi gerekmektedir.



5. Kaynaklar

- Bessell, M.S., Castelli, F. and Plez, B., 1998, Model Atmospheres Broad-Band Colors, Bolometric Corrections and Temperature Calibrations for O - M Stars, *Astronomy and Astrophysics*, 333, 231
- Castelli, F. and Kurucz, R. L., 2004, New Grids of ATLAS9 Model Atmospheres, ArXiv Astrophysics e-prints, 5087
- Claret, A., 1998, Comprehensive tables for the interpretation and modeling of the light curves of eclipsing binaries, *Astronomy and Astrophysics Suppl. Ser.*, 131, 395
- Claret, A., 2001, The evolution of the theoretical bolometric albedo in close binary systems, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 327, 989
- Collinder, P., 1931, On Structural Properties of Open Galactic Clusters and their Spatial Distribution. Catalog of Open Galactic Clusters., AnLun, 2, 1
- Çakırlı, Ö. and İbanoğlu, C., 2016, V2653 Ophiuchii with a pulsating component and $P_{\text{puls}} - P_{\text{orb}}$, $P_{\text{puls}} - g$ correlations for gamma Dor type pulsators, *New Astronomy*, 45, 36
- Dias, W.S., Monteiro, H., Caetano, T. C., Lépine, J. R. D., Assafin, M. and Oliveira, A. F., 2014, Proper motions of the optically visible open clusters based on the UCAC4 catalog, *Astronomy and Astrophysics*, 564, 79
- Fernie, J. D., 1983, New UBVRI photometry for 900 supergiants, ApJS, 52, 7
- Gray, D. F., 2005, The Observation and Analysis of Stellar Photospheres
- Hausssler, K., 2006, Ergebnisse zu zwei Bedeckungssternen im Ophiuchus, BAV-R, 55, 55, 61
- Hoffmeister, C., 1966, Mitteilungen über neuentdeckte Veränderliche Sterne, *Astronomische Nachrichten*, 289, 139
- Johnson, H. L., 1966, Astronomical Measurements in the Infrared, ARA&A, 4, 193
- Kazarovets, E. V., Samus, N. N., Durlevich, O. V., Kireeva, N. N. and Pastukhova, E. N., 2008, The 79th Name-List of Variable Stars, IBVS, 5863, 1
- Kharchenko, N. V., Piskunov, A. E., Schilbach, E., Röser, S. and Scholz, R.-D., 2013, Global survey of star clusters in the Milky Way. II. The catalogue of basic parameters, *Astronomy and Astrophysics*, 558, A53
- Lodieu, N., 2005, A study of the young open cluster Collinder 359, *Astronomische Nachrichten* 326,1001
- Lodieu, N., Bouvier, J., James, D. J., de Wit, W. J., Palla, F., McCaughrean, M. J. and Cuillandre, J.-C., 2006, A deep wide-field optical survey in the young open cluster Collinder 359, *Astronomy and Astrophysics*, 450,147
- Massey, P., Johnson, K. E. and Degipia-Eastwood, K., 1995, The Initial Mass Function and Massive Star Evolution in the OB Associations of the Northern Milky Way, *The Astrophysical Journal*, 454, 151
- Melotte, P. J., 1915, A Catalogue of Star Clusters shown on Franklin-Adams Chart Plates, Memoirs of the Royal Astronomical Society, 60, 175
- Otero, S. and Wils, P., 2005, New Elements for 80 Eclipsing Binaries VI, IBVS, 563, 10
- Prša, A. and Zwitter, T., 2005, A Computational Guide to Physics of Eclipsing Binaries. I. Demonstrations and Perspectives, *The Astrophysical Journal*, 628, 426
- Rucinski S.M., 1987, UBVRI photometry of the open cluster Collinder 359, alleged to contain W Ursae Majoris systems, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 99, 487
- Wilson, R. E. and Devinney, E. J., 1971, Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni, *The Astrophysical Journal*, 166, 605