

EJONS

Uluslararası Matematik, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi
International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences

Research Article

e-ISSN: 2602 - 4136

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15048529>

V765 Aur ve V638 Vir Örtten Çift Yıldızlarının TESS Fotometrik Analizleri

Oğuz ÖZTÜRK ^{*1,2}, Ahmet ERDEM ^{1,2}¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Çanakkale, Merkez² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale, Merkez
Sorumlu Yazar Email: oguzozturk@comu.edu.tr

Makale Tarihçesi

Geliş: 31.01.2025

Kabul: 22.02.2025

Anahtar Kelimeler

Örtten Çift Yıldızlar,
V765 Aur,
V638 Vir ,
Fotometrik,
Veri Analizi,
TESS

Özet: Bu çalışmada, V765 Aur ve V638 Vir örtten çift yıldız sistemlerinin ışık eğrisi çözümleri ilk defa sunulmuştur. Gözlemsel veri olarak Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) uydü gözlemleri kullanılmıştır. Işık eğrisi çözümlerinden V765 Aur ve V638 Vir kaynaklarını oluşturan her iki bileşenin de kendi Roche loblarını doldurmadıkları görülmüştür. Çözüm parametrelili kullanılarak ele alınan sistemlerin mutlak parametre değerleri tahmin edilmiştir. Buna göre, V765 Aur sistemini oluşturan birinci ve ikinci bileşenlerin kütle ve yarıçap değerleri, sırasıyla, $M_1=1.58\pm0.16 M_{\odot}$, $R_1=1.47\pm0.12 R_{\odot}$ ve $M_2=0.46\pm0.10 M_{\odot}$, $R_2=1.27\pm0.26 R_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır. V638 Vir sisteminin birinci ve ikinci bileşenlerinin kütle ve yarıçap değerleri ise $M_1=1.23\pm0.12 M_{\odot}$, $R_1=1.63\pm0.11 R_{\odot}$ ve $M_2=0.16\pm0.06 M_{\odot}$, $R_2=1.40\pm0.23 R_{\odot}$ değerlerinde elde edilmiştir.

TESS Photometric Analysis of Eclipsing Binary Stars V765 Aur and V638 Vir

Article Info

Received: 31.01.2025

Accepted: 22.02.2025

Keywords

Eclipsing Binary Stars,
V765 Aur,
V638 Vir,
Photometric,
Data Analysis,
TESS

Abstract: Light curve solutions of eclipsing binary star systems V765 Aur and V638 Vir are presented for the first time in this study. Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) observations were used as observational data. From the light curve solutions, it was seen that both components forming V765 Aur and V638 Vir did not fill their Roche lobes. Absolute parameter values of systems considered were estimated using light curve solution parameters. Accordingly, mass and radius values of primary and secondary components forming V765 Aur system were calculated as $M_1=1.58\pm0.16 M_{\odot}$ and $R_1=1.47\pm0.12 R_{\odot}$, and $M_2=0.46\pm0.10 M_{\odot}$ and $R_2=1.27\pm0.26 R_{\odot}$, respectively. Mass and radius values of primary and secondary components of V638 Vir system were obtained as $M_1=1.23\pm0.12 M_{\odot}$ and $R_1=1.63\pm0.11 R_{\odot}$, and $M_2=0.16\pm0.06 M_{\odot}$ and $R_2=1.40\pm0.23 R_{\odot}$, respectively.

1.Giriş

Örtten çift yıldız sistemleri, birbirleri etrafında ortak bir kütle merkezi etrafında dolanan ve dönemli olarak birbirlerini örtten iki yıldızdan oluşan sistemlerdir. Örtten çift yıldızlar astrofizikte büyük bir öneme sahiptir. Bu tür sistemlerin ışıkölçüm (fotometrik) ve tayfsal gözlemleriyle sistemi oluşturan yıldızların kütleleri, yarıçapları, etkin sıcaklıkları gibi temel yıldız parametreleri duyarlı olarak belirlenebilmektedir ve bu sayede yıldız evrim modelleri geliştirilebilmektedir (Demircan ve Kahraman, 1991; Malkov ve ark., 2007; Negu ve Tessema, 2018).

Örten çift yıldızların fotometrik gözlemleri sonucunda gözlenen minimum zamandan (O), sistemin ışık elemanı ile hesaplanan minimum zamanı (C) çıkarılarak oluşturulan O-C diyagramının analizi ile sistemin yörünge dönemindeki olası değişimi ve bu değişime sebep olabilecek fiziksel mekanizma araştırılabilmektedir. Bileşenler arası kütle aktarımı ve/veya kaybı (Erdem ve ark., 2010; Erdem ve Öztürk, 2014; Öztürk ve Erdem, 2022), bileşenlerden birinde veya her ikisinde olası bir manyetik aktivite (Applegate, 1992; Lanza ve Rodonó, 1999) ve sisteme fiziksel olarak bağlı herhangi bir üçüncü cisim varlığı (Irwin, 1959) bu mekanizmalara örnek olarak gösterilebilir.

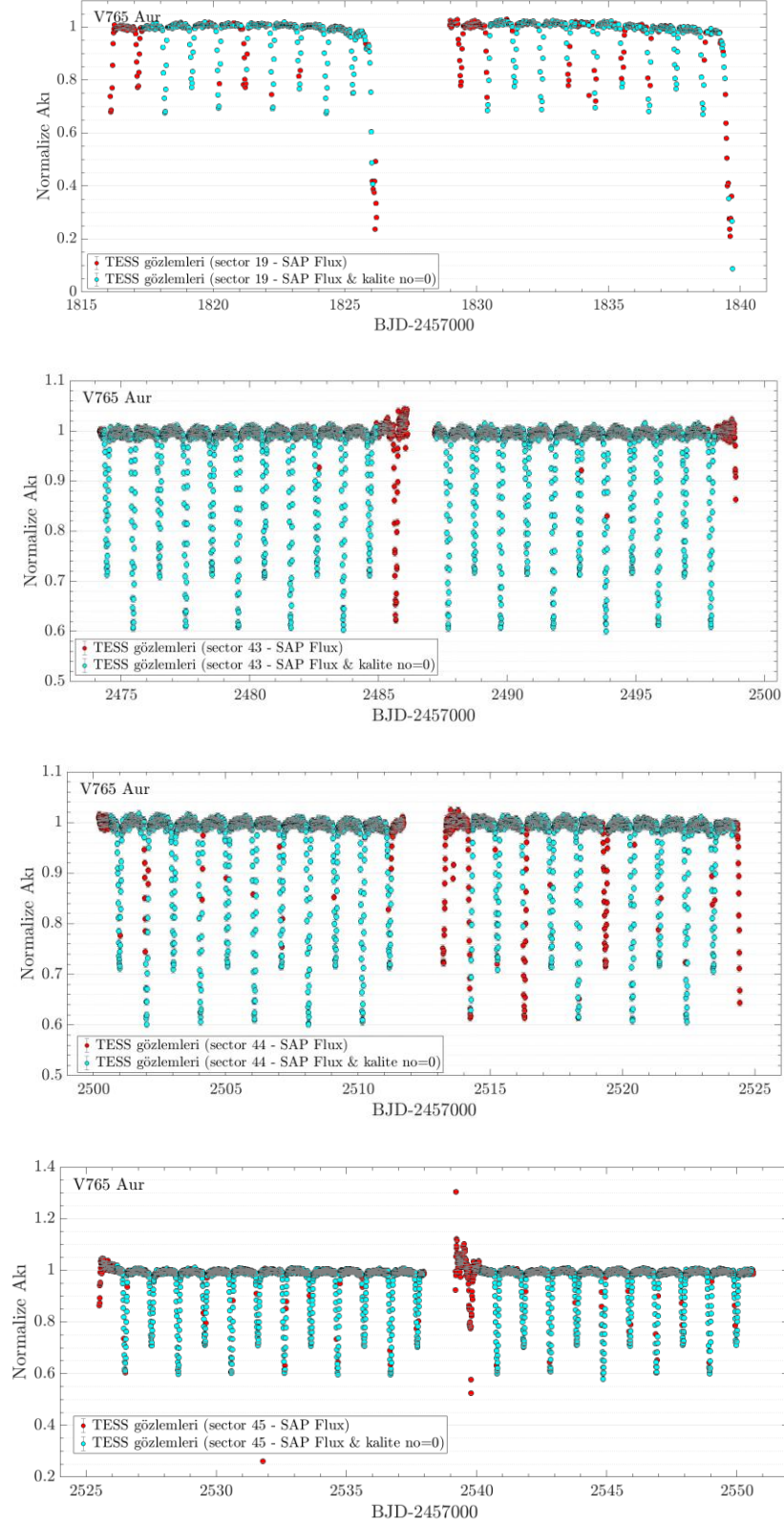
V765 Aur ve V638 Vir örten çift yıldız sistemlerinin bazı katalog çalışmalarında başka (Drake ve ark., 2014; Qian ve ark., 2018; Papageorgiou ve ark., 2018; Mowlavi ve ark., 2023), literatürde ayrıntılı fotometrik çalışmaları bulunmamaktadır. Bu çalışmada, V765 Aur ve V638 Vir örten çift yıldız sistemlerinin ilk ayrıntılı fotometrik modelleri sunulmuştur. Her bir kaynağın geometrik ve fiziksel parametreleri elde edilmiş ve bileşenlerin mutlak parametre değerleri tahmin edilmiştir.

2. TESS Gözlemleri

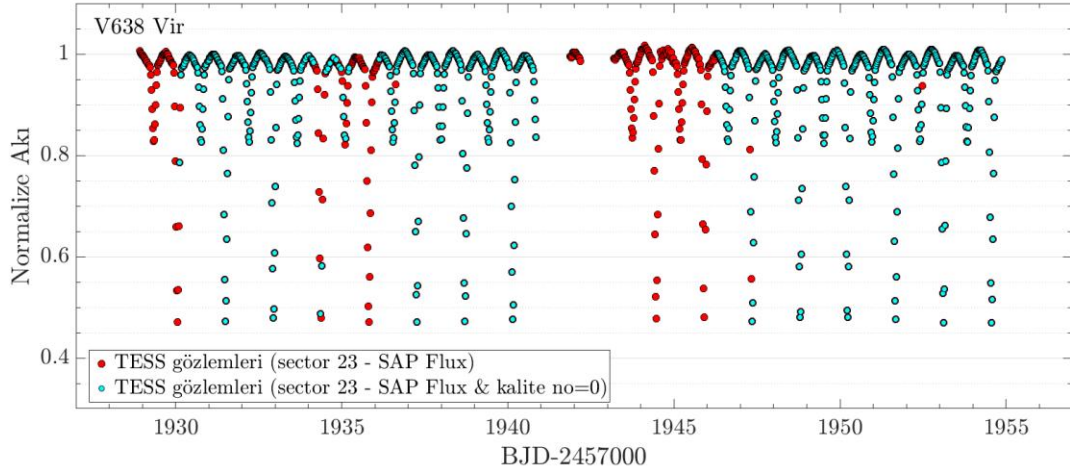
Tablo 1. V765 Aur ve V638 Vir kaynaklarının TESS gözlem bilgileri

	V765 Aur	V638 Vir
Gözlem başlangıcı (gün.ay.yıl)	28.10.2019	20.03.2020
Gözlem bitişi (gün.ay.yıl)	02.12.2021	15.04.2020
Poz süresi (s)	600 & 1800	1800
Gözlemin yapıldığı bölge (sector)/kamera/CCD	19/1/4 43/4/4 44/3/1 45/1/3	23/1/1
Toplam gözlem sayısı	1003 (bölge 19, 1800s) 3408 (bölge 43, 600s) 3278 (bölge 44, 600s) 3450 (bölge 45, 600s)	1147

Bu çalışmada gözlemsel veri olarak *Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS)* (Ricker ve ark., 2015) gözlemleri kullanılmıştır. *TESS* gözlem verileri, Mikulski Archive for Space Telescopes (MAST) (<https://mast.stsci.edu/>) veri tabanından alınmıştır. V765 Aur ve V638 Vir kaynaklarının ışık eğrileri, veri tabanında verilen SAP_FLUX ölçümleri kullanılarak oluşturulmuştur. Işık eğrisi oluşturulurken, veri tabanında en duyarlı gözlem noktaları olarak belirtilen QUALITY = 0 gözlemleri kullanılmıştır. TESS gözlemleri 600 nm ile 1000nm dalgaboyu aralığını kapsar. V765 Aur ve V638 Vir çift yıldız sistemlerinin TESS gözlemleri hakkında özet bilgi Tablo 1’de verilmiştir. V765 Aur ve V638 Vir sistemlerinin TESS gözlemleri, sırasıyla, Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. V765 Aur kaynağının TESS gözlemleri içerisinde QUALITY=0 gözlemlerinden elde edilen ışık eğrisi



Şekil 2. V638 Vir kaynağının TESS gözlemleri içerisinde QUALITY=0 gözlemlerinden elde edilen ışık eğrisi

Sistemlerin güncel ışık elemanlarını elde edebilmek için her bir kaynağın TESS gözlemlerinden gözlenen minimum zamanları hesaplanmıştır. Gözlenen minimum zamanlar, Kwee-van Woerden yöntemini kullanan AVE yazılımı (Barberá, 1996) kullanılarak elde edilmiştir. Sonrasında, TESS gözlemlerinden gözlenen minimum zamanlar kullanılarak her bir çift yıldız sistemi için O (gözlenen minimum zaman) - C (hesaplanan minimum zaman) diyagramları oluşturulmuştur.

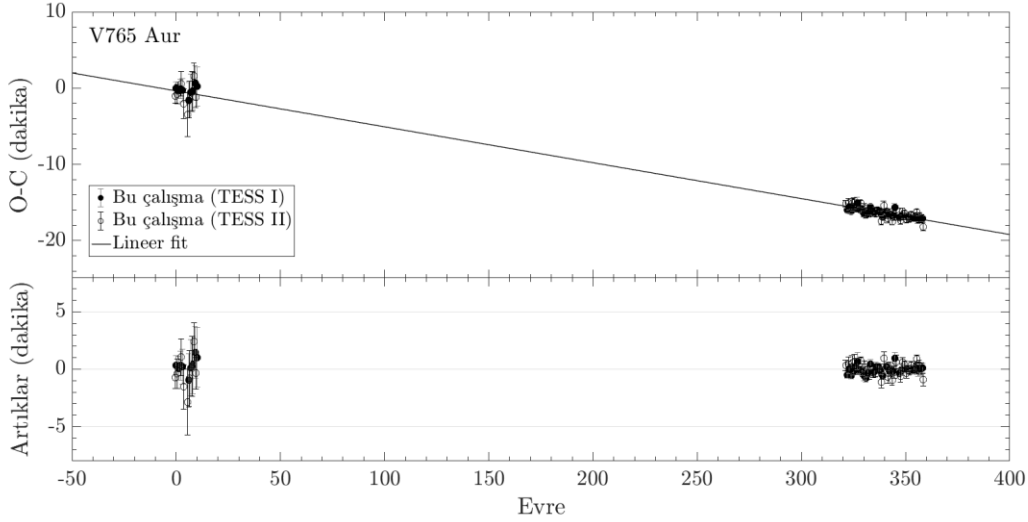
V765 Aur ve V638 Vir kaynakları için hesaplanan minimum zamanlar, Tablo 2’de verilen ışık elemanları kullanılarak (giriş değerleri) elde edilmiştir. V765 Aur sistemi için kullanılan ışık elemanında $T_0 = 2458818.16908(56)$ BJD zamanı, TESS gözlemlerinden okunan minimum zamanıdır ve 2.0413287 gün yörünge dönemi ise ASAS-SN kataloğundan (Shappee ve ark., 2014; Kochanek ve ark., 2017) alınmıştır. Benzer şekilde, V638 Vir kaynağı için $T_0 = 2458940.14779(82)$ BJD zamanı, TESS gözlemlerinden okunan minimum zamanıdır ve 1.4413653 gün yörünge dönemi ise ASAS-SN kataloğundan (Shappee ve ark., 2014; Kochanek ve ark., 2017) alınmıştır.

Tablo 2. V765 Aur ve V638 Vir kaynaklarının hesaplanan ışık elemanları

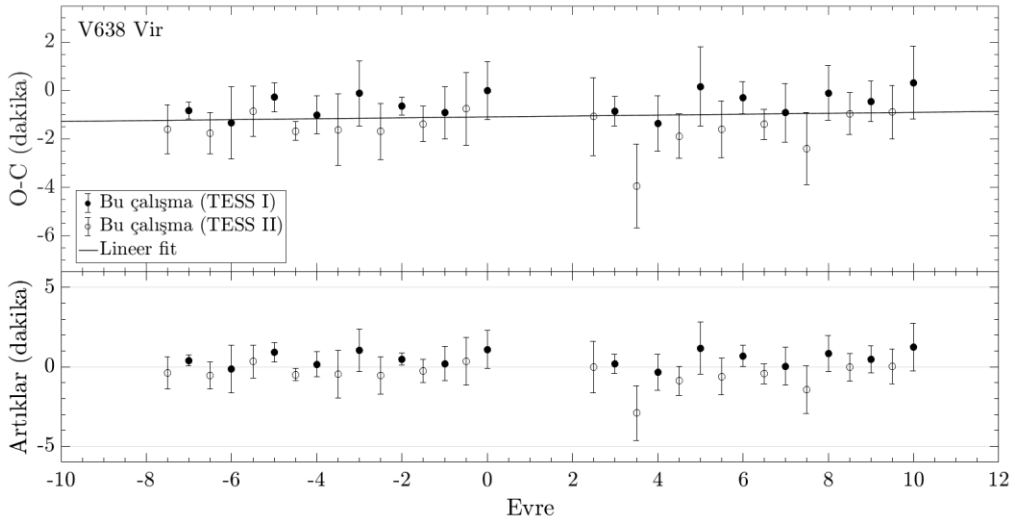
	$T_0(\text{BJD})$	P (gün)
V765 Aur	2458818.16883(11)	2.0412960(4)
V638 Vir	2458940.14703(11)	1.441378(19)

Kaynakların sadece TESS gözlemlerinden okunan minimum zamanları kullanılarak elde edilen O-C diyagramları, V765 Aur için Şekil 3’de ve V638 Vir için Şekil 4’de verilmiştir. Sistemlerin güncel ışık elemanlarını elde edebilmek için, her bir sistemin O-C verilerine, en küçük kareler yöntemi kullanılarak lineer fit düzeltilmesi yapılmıştır. Lineer düzeltme sonucu elde edilen güncel ışık elemanları Tablo 2’de verilmiştir.

V765 Aur ve V638 Vir sistemlerinin TESS gözlemleri, Tablo 2 de verilen güncel ışık elemanları ile evrelendirilmiştir. Güncel ışık elemanı ile evrelendirilmiş ışık eğrileri, V765 Aur için Şekil 5’te ve V638 Vir için Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 3. V765 Aur sisteminin TESS gözlemlerinden okunan minimum zamanları kullanılarak oluşturulan O-C diyagramı. İçi dolu ve boş noktalar, sırasıyla, minimum I ve minimum II zamanlarını belirtmektedir. Siyah düz çizgi, O-C verisine yapılan lineer fiti göstermektedir. O-C verilerinden lineer fit çıkartılarak elde edilen O-C artıkları alt panelde gösterilmiştir.



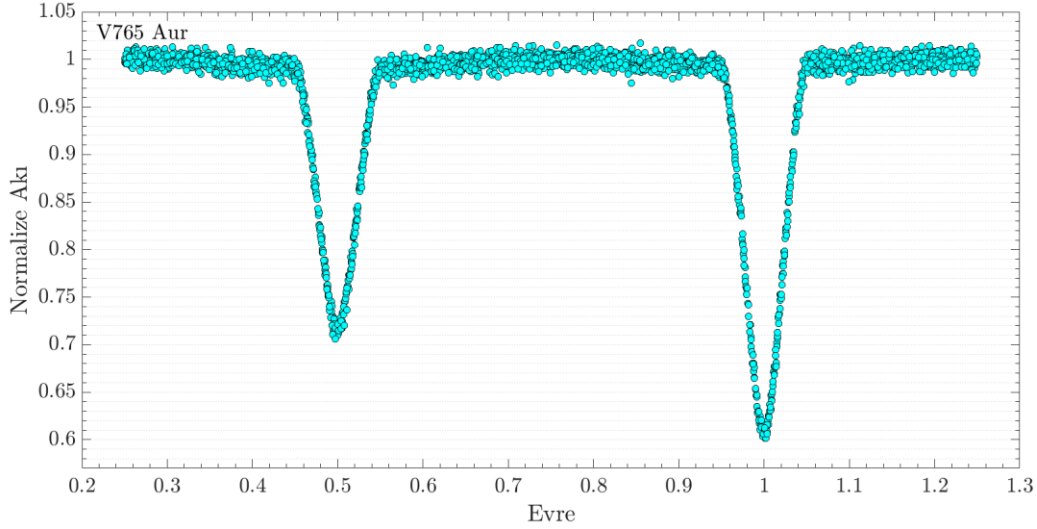
Şekil 4. V638 Vir sisteminin TESS gözlemlerinden okunan minimum zamanları kullanılarak oluşturulan O-C diyagramı. İçi dolu ve boş noktalar, sırasıyla, minimum I ve minimum II zamanlarını belirtmektedir. Siyah düz çizgi, O-C verisine yapılan lineer fiti göstermektedir. O-C verilerinden lineer fit çıkartılarak elde edilen O-C artıkları alt panelde gösterilmiştir.

3. Işık Eğrisi Çözümleri

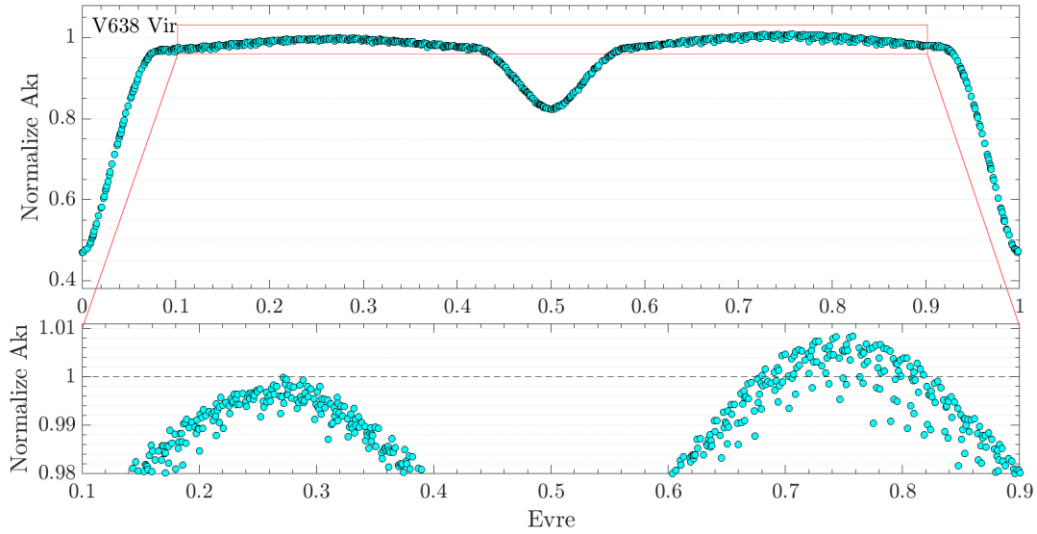
V765 Aur ve V638 Vir örten çift yıldız sistemlerinin fotometrik analizleri ayrıntılı olarak ilk bu çalışmada sunulmuştur. V765 Aur sisteminin Işık eğrisi çözümünde gözlemsel veri olarak bir önceki bölümde ayrıntıları verilen *TESS* sektör 44 gözlem verileri kullanılmıştır. V638 Vir sisteminin TESS gözlemleri sadece sektör 23 de yapıldığından, bu sistemin ışık eğrisi çözümünde sektör 23 gözlem verisi kullanılmıştır. Her bir kaynağın ışık eğrisi analizi, Wilson-Devinney yazılımı (Wilson ve Devinney, 1971; Wilson, 2012) kullanılarak yapılmıştır.

Gözlemlerin yapıldığı filtrenin etkin dalgaboyu 786.5nm olarak alınmıştır (Ricker ve ark., 2015). Yıldız atmosferlerinin ışımsal ($T > 7200\text{K}$) ve konvektif ($T < 7200\text{K}$) olmasına göre bolomerik çekim kararma katsayıları (g_1 ve g_2) sırasıyla 1.0 ve 0.32 değerlerinde alınmıştır

(von Zeipel, 1924; Lucy, 1967). Bileşenlerin bolometrik albedosu (A_1 ve A_2), ışımsal atmosfere sahip yıldız atmosferleri için 1,0'a, konvektif atmosfere sahip yıldız atmosferleri için 0,5'e sabitlenmiştir (Ruciński, 1969). Işık eğrisi analizlerinde, ikinci dereceden kenar kararma kanunu kullanılmış ve kenar kararma katsayıları Claret (2017)'den alınmıştır. Çözümlerde bileşen yıldızların dairesel bir yörüngede ($e = 0$) senkronize olarak döndükleri ($F_1 = F_2 = 1.0$) kabul edilmiştir.



Şekil 5. V765 Aur sisteminin, güncel ışık elemanı ile evrelendirilmiş TESS sektör 44 ışık eğrisi

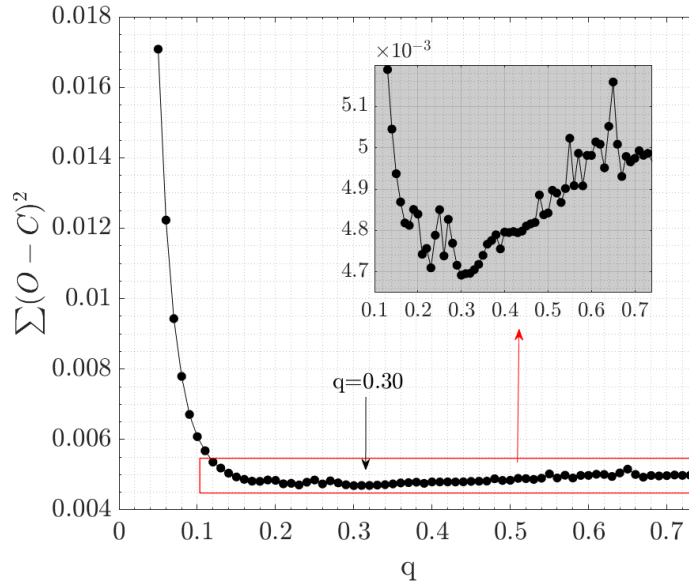


Şekil 6. V638 Vir sisteminin, güncel ışık elemanı ile evrelendirilmiş TESS ışık eğrisi

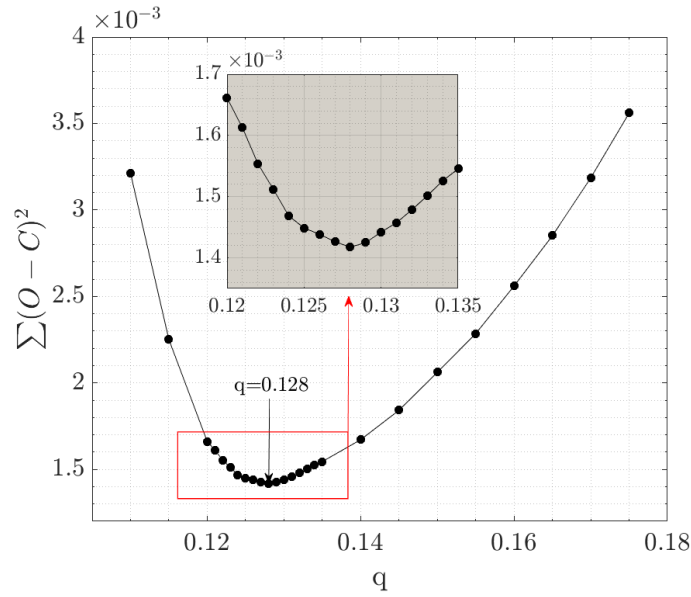
Seçilen örten çift yıldızların ışık eğrisi çözümleri MOD 2 ayırık konfigürasyonda yapılmıştır. Bu çözümlerde, evre kayması (ϕ), yörünge eğimi (i), ikinci bileşenin etkin sıcaklığı (T_2), birinci ve ikinci bileşenin yüzey potansiyelleri (Ω_1, Ω_2), kütle oranı (q) ve birinci bileşenin ısıtması (L_1) serbest bırakılan parametrelerdir. Üçüncü ışık katkısı parametresi (L_3) çözümlerde serbest bırakılmıştır. Ancak üçüncü cisim ışık katkısı belirlenemediğinden üçüncü ışık katkısı ışık eğrisi çözümlerine dâhil edilmemiştir.

V638 Vir sisteminin ışık eğrisinde maksimum seviyeleri arasında bariz bir fark görülmektedir (bkz. Şekil 6). Bu sistemin ışık eğrisi çözümü, birinci bileşen üzerinde bir tane leke olduğu varsayımı yapılarak, hem sıcak leke hem de soğuk leke varsayımında ayrı ayrı

yapılmıştır. Bu nedenle, ışık eğrisi çözümünde V638 Vir için ele alınan lekenin yıldız atmosferi üzerindeki enlemi, boylamı, leke yarıçapı ve sıcaklık faktörü serbest bırakılan parametreler arasındadır.



Şekil 7. V765 Aur sistemi için kütle taraması işlemi sonucu elde edilen kütle oranı (q) - $\Sigma(O - C)^2$



Şekil 8. V638 Vir sistemi için birinci bileşen üzerinde soğuk leke varsayımı altında yapılan kütle taraması işlemi sonucu elde edilen kütle oranı (q) - $\Sigma(O - C)^2$ diyagramı

Sistemlerin literatürde herhangi bir tayfsal çalışması bulunmadığından, ışık eğrisi çözümüne başlanmadan önce, baş bileşenlerin sıcaklığı Tunçel Güçtekin ve ark. (2016) tarafından verilen yöntem ile tahmin edilmiştir. Bu yöntemde, baş bileşenin sıcaklığı, sistemin kızıllaşmadan arındırılmış $B - V$ renginden $((B - V)_0)$ hesaplanmıştır. Bunun için öncelikle b galaktik enlemindeki sistemin V filtresindeki toplam sönüm katsayısı olan $A_{\infty,V}(b)$ terimi, NASA Extragalactic Database (<http://ned.ipac.caltech.edu/forms/calculator.html>) sayfası kullanılarak, Schlafly ve Finkbeiner (2011) çalışmasından alınmıştır. Sonrasında, d

uzaklığında bulunan sistem için yıldızlar arası soğurma katsayısı olan $A_{d,V}(b)$ terimi, Bahcall and Soneira (1980) çalışmasında verilen (8) denkleminde hesaplanmıştır. $A_{d,V}(b)$ değeri hesaplandıktan sonra, sistemin renk artışı, $E_d(B - V) = A_{d,V}(b)/3.1$ denkleminde hesaplanmıştır. Son olarak, sistemlerin kızıllaşmadan arındırılmış $(B - V)_0$ rengi, $(B - V)_0 = (B - V) - E_d(B - V)$ denkleminde V765 Aur ve V638 Vir kaynakları için, sırasıyla, 0.310 ± 0.061 kadir ve 0.491 ± 0.092 kadir olarak hesaplanmıştır.

Drilling and Landolt (2000) çalışmasında verilen, kızıllaşmadan arındırılmış $(B - V)_0$ rengi ile sıcaklık kalibrasyonu tablosundan V765 Aur ve V638 Vir sistemlerinin baş bileşenlerinin sıcaklıkları, sırasıyla, 7242 ± 200 K ve 6386 ± 200 K olarak tahmin edilmiştir. Işık eğrisi çözümünde baş bileşenlerin sıcaklıkları bu değerlerde sabit tutulmuştur.

Ayrıca sistemlerin literatürde tayfsal kütle oranları yoktur. Bu nedenle ışık eğrilerinin çözümlerine başlamadan önce her bir sistem için fotometrik kütle oranı taraması yapılmıştır. Kütle taraması işleminde sistemlerin ışık eğrileri, yukarıda serbest bırakılan parametrelerden sadece kütle oranı parametresi (q) değeri sabit tutularak farklı (q) değerlerinde çözüm yapılmıştır. Çözüm fitlerinden elde edilen artıkların karelerinin toplamının ($\sum(O - C)^2$) en küçük değeri için birinci bileşenlerin etkin sıcaklıkları ve fotometrik kütle oranları belirlenmiştir. Sistemlerin kütle oranı (q) - $\sum(O - C)^2$ diyagramları, V765 Aur ve V638 Vir sistemleri için, sırasıyla, Şekil 7 ve Şekil 8’de verilmiştir. V638 Vir sistemi için yapılan kütle taraması işleminde, en küçük $\sum(O - C)^2$ değerine birinci bileşen üzerinde soğuk leke varsayımı altında ulaşılmıştır. Bu nedenle ışık eğrisi çözümü bu varsayım altında çözülmüştür.

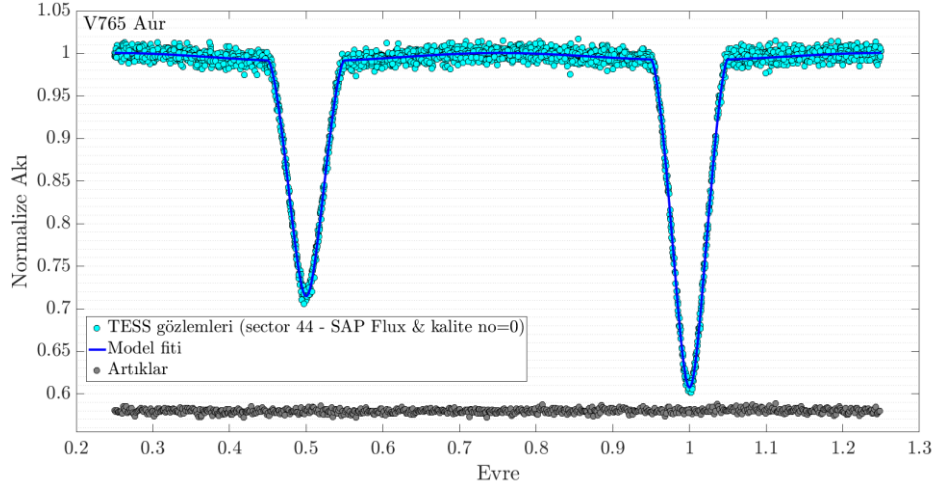
Kütle oranı (q) - $\sum(O - C)^2$ diyagramlarına bakıldığında, en küçük $\sum(O - C)^2$ değerine V765 Aur ve V638 Vir sistemleri için, sırasıyla, $q = 0.30$ ve $q = 0.13$ değerlerinde ulaşılmıştır. Bu nedenle çözüm esnasında V765 Aur ve V638 Vir sistemlerinin kütle oranları bu değerde alınıp serbest parametre olarak bırakılmıştır. Işık eğrisi çözümlerinden elde edilen parametreler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Işık eğrisi çözümleri sonucu elde edilen parametreler

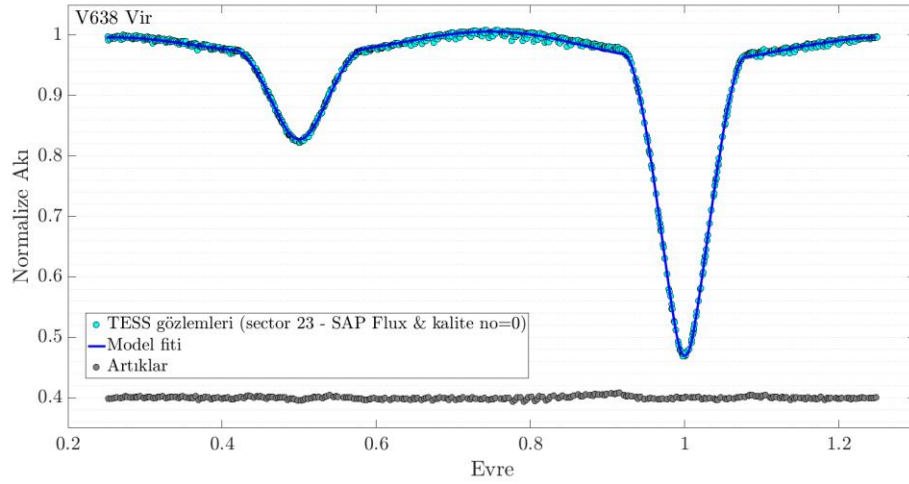
	V765 Aur	V638 Vir
ϕ	0.0000(1)	0.0001(1)
i (derece)	85.3(2)	85.7(2)
T_1 (K)	7242	6386
T_2 (K)	6472(155)	4540(101)
q ($= M_2/M_1$)	0.289(7)	0.127(5)
Ω_1	6.147(6)	3.842(7)
Ω_2	3.326(5)	2.092(1)
r_1 (hacim)	0.171(3)	0.272(6)
r_2 (hacim)	0.148(4)	0.234(7)
L_1/L_{Toplam}	0.651(4)	0.839(4)
L_2/L_{Toplam}	0.349	0.161
Leke parametreleri		
Enlem (derece)	-	98(15)
Boylam (derece)	-	282(10)
Leke yarıçapı (derece)	-	6.6(7)
T_{leke}/T_1	-	0.73(4)
$\sum(O - C)^2$	0.0047	0.0014

Çözüm sonucunda elde edilen teorik fitler V765 Aur için Şekil 9’da ve V638 Vir için Şekil 10’da sunulmuştur. Işık eğrisi çözümünden elde edilen parametrelerden, Binary Maker

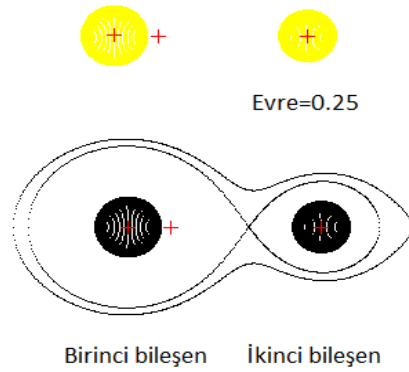
programı (Bradstreet ve Steelman, 2002) kullanılarak, ele alınan çift yıldız sistemlerinin Roche geometrileri elde edilmiştir. V765 Aur sisteminin Roche geometrisi Şekil 11 ve V638 Vir sisteminin Roche geometrisi ise Şekil 12’de gösterilmiştir.



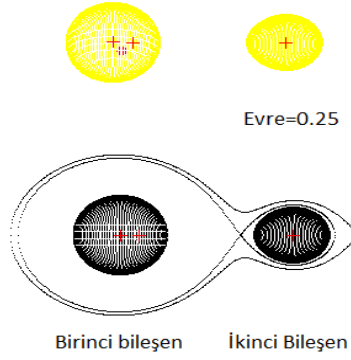
Şekil 9. V765 Aur sisteminin ışık eğrisi analizi sonucu elde edilen teorik model fiti ve çözümünden elde edilen artıklar



Şekil 10. V638 Vir sisteminin ışık eğrisi analizi sonucu elde edilen teorik model fiti ve çözümünden elde edilen artıklar



Şekil 11. V765 Aur sisteminin ışık eğrisi çözüm parametreleri kullanılarak elde edilen Roche geometrisi



Şekil 12. V638 Vir sisteminin ışık eğrisi çözüm parametreleri kullanılarak elde edilen Roche geometrisi. Kırmızı bölge birinci bileşen üzerindeki soğuk lekeyi temsil etmektedir

4. Sonuçlar

Bu çalışmada ele alınan V765 Aur ve V638 Vir çift sistemlerinin mutlak parametreleri hesaplanmış ve Tablo 4'te verilmiştir. Her bir sistemin baş bileşeninin kütle değeri, Drilling ve Londolt (2000) çalışmasındaki Tablo 15.7 ve 15.8 de verilen ana kol yıldızlarının renk ölçeği, etkin sıcaklık, kütle ve tayf türü kalibrasyonlarından hesaplanmıştır. Hesaplanan kütlelerin %10'u hata payı olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4. V765 Aur ve V638 Vir sistemlerinin bu çalışmada hesaplanan mutlak parametreleri

	V765 Aur		V638 Vir	
	Birinci bileşen	İkinci bileşen	Birinci bileşen	İkinci bileşen
$A(R_{\odot})$	8.58(17)		5.98(12)	
$M_{1,2}(M_{\odot})$	1.58(16)	0.46(10)	1.23(12)	0.16(6)
$R_{1,2}(R_{\odot})$	1.47(12)	1.27(26)	1.63(11)	1.40(23)
$\log g_{1,2}$ (cgs)	4.30(10)	3.89(9)	4.11(10)	3.34(8)
$M_{1,2 \text{ bol}}$ (kadir)	2.94(35)	3.74(49)	3.30(40)	5.07(66)
$M_{1,2 V}$ (kadir)	2.94(35)	3.78(85)	3.35(42)	5.67(73)
$A_{d,V}(b)$ (kadir)	0.53		0.07	
m_V (sistem) (kadir)	13.228(32) ^(a)		12.403(34) ^(a)	
M_V (sistem) (kadir)	2.53(57)		3.23(43)	
d (pc)	1079(116)		662(50)	

^(a)APASS veri tabanından (Henden ve ark., 2015) alınmıştır

İkinci bileşenlerin kütleleri (M_2), Tablo 3'te verilen fotometrik kütle oranları kullanılarak hesaplanmıştır. Bileşenlerin yarıçapları ($R_{1,2}$), Tablo 3'te verilen kesirsel yarıçaplar ($r_{1,2} = R_{1,2}/A$) kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir sistemin yarı büyük eksen uzunluğu (A) Kepler'in üçüncü kanunu kullanılarak hesaplanmıştır. Bileşenlerin bolometrik parlaklıkları ($M_{1,2 \text{ bol}}$) ve yüzey çekimleri ($\log g_{1,2}$), Pecaut ve Mamajek (2013) tarafından verilen güneşin etkin sıcaklığı (5771.8(7)K), güneşin bolometrik parlaklığı (4.7554(4) kadir) ve güneşin yüzey çekim (27423.2(7.9) cm/s²) değerleri kullanılarak, hesaplanmıştır.

Bileşenlerin mutlak görsel parlaklıkları ($M_{1,2 V}$), $M_{1,2 V} = M_{1,2 \text{ bol}} - BC_{1,2 V}$ denkleminde hesaplanmıştır. Bu denklemde yer alan bileşen yıldızların bolometrik düzeltme katsayıları ($BC_{1,2 V}$), Pecaut ve Mamajek (2013) tarafından verilen etkin sıcaklık-bolometrik düzeltme kalibrasyonunda ara değer hesabı ile hesaplanmıştır. d uzaklığındaki sistemlerin yıldızlararası soğurma katsayısı ($A_{d,V}$), Bahcall ve Soneira (1980) tarafından verilen aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$A_{d,V}(b) = A_{\infty,V}(b) \left[1 - \exp \left(-\frac{|d \sin b|}{H} \right) \right] \quad (1)$$

(1) denkleminde yer alan $A_{\infty,V}(b)$ terimi, b galaktik enleminde yer alan kaynağın V filtresindeki toplam sönüm katsayısı, NASA Extragalactic Database veri tabanı kullanılarak Schlafly ve Finkbeiner (2011)'den alınmıştır.

$H = 125$ pc terimi ölçek yüksekliği (Marshall ve ark. 2006) ve d terimi kaynağın uzaklığını göstermektedir. Çift yıldız sistemlerinin mutlak görsel parlaklıkları (M_V (sistem)) ise bileşen yıldızların mutlak görsel parlaklıkları ($M_{1,2,V}$) kullanılarak aşağıdaki denklemden hesaplanmıştır.

$$M_V(\text{sistem}) = -2.5 \log_{10}(10^{-0.4M_{1,V}} + 10^{-0.4M_{2,V}}) \quad (2)$$

Son olarak her bir sistemin uzaklığı (d), aşağıda verilen uzaklık modülü formülünden hesaplanmıştır. Burada sistemlerin görsel parlaklık (m_V (sistem)) değerleri, AAVSO Photometric All-Sky Survey (APASS) (Henden ve ark., 2015) veri tabanından alınmıştır.

$$d = 10^{\frac{m_V(\text{sistem}) - M_V(\text{sistem}) + A_{d,V}(b)}{5}} \quad (3)$$

Bu çalışmada, V765 Aur ve V638 Vir sistemlerinin mutlak parametreleri ilk defa tahmin edilmiştir. Ancak, sistemlerin mutlak parametrelerini duyarlı olarak elde edebilmek ve bileşenlerin evrim durumlarını daha detaylı olarak inceleyebilmek için sistemlerin ileride yapılacak olan duyarlı tayfsal ve fotometrik gözlemlerine ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından Proje Kodu: FBA-2022-4082 altında desteklenmiştir. Çalışmada, (Space Telescope Science Institute; STScI) MAST veri arşivinden elde edilen TESS gözlemleri kullanılmıştır. Makalemiz hakemlerinin değerli önerileri için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Applegate, J.H., 1992. A mechanism for orbital period modulation in close binaries. *Astrophysical Journal*, 385: 621–629.
- Bahcall, J.N., Soneira, R.M., 1980. The universe at faint magnitudes, I. Models for the Galaxy and the predicted star counts. *Astrophysical Journal*, 44: 73-110.
- Barberá, R., 1996. AVE (www.astrogea.org/soft/ave/introave.htm) (Erişim Tarihi: 05.01.2025)
- Bradstreet, D.H., Steelman, D.P., 2002. AAS 201, 75.02.
- Claret, A., 2017. Limb and gravity-darkening coefficients for the TESS satellite at several metallicities, surface gravities, and microturbulent velocities. *Astronomy and Astrophysics*, 600, A30.
- Demircan, O., Kahraman, G., 1991. Stellar Mass / Luminosity and Mass / Radius Relation. *Astrophysics and Space Science*, 181(2): 313-322.
- Drake, A.J., Graham, M.J., Djorgovski, S.G., 2014. The catalina surveys periodic variable star catalog. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 213(1): 29.
- Drilling, J.S., Landolt, A.U., 2000. Allen's Astrophysical Quantities, (fourth ed.) AIP Press; Springer, New York.
- Erdem, A., Doğru, S.S., Soyduğan, F., Çiçek, C., Demircan, O., 2010. Period studies of five neglected Algol-type binaries: RW Cet, BO Gem, DG Lac, SW Oph and WY Per. *New Astronomy*, 15(7): 628-636.

- Erdem, A., Öztürk, O., 2014. Non-conservative mass transfers in Algols. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 441(2): 1166-1176.
- Henden, A.A., Levine, S., Terrell, D., Welch, D.L., 2015. APASS - The latest data release. In: AAS Meeting 225. 336, 16.
- Irwin, J.B., 1959. Standard light-time curves. *Astronomical Journal*, 64: 149–155.
- Kochanek, C.S., Shappee, B.J., Stanek, K.Z., 2017. The All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) Light Curve Server v1.0. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 129(980): 104502.
- Lanza, A.F., Rodonó, M., 1999. Orbital period modulation and quadrupole moment changes in magnetically active close binaries. *Astronomy and Astrophysics*, 349: 887-897.
- Lucy, L.B., 1967. Gravity-darkening for stars with convective envelopes. *Zeitschrift für Astrophysik*, 65: 89-92.
- Malkov, O.Y., Oblak, E., Avvakumova, E.A., Torra, J., 2007. A procedure for the classification of eclipsing binaries. *Astronomy and Astrophysics*, 465(2): 549-556.
- Marshall, D.J., Robin, A.C., Reylé, C., Schultheis, M., Picaud, S., 2006. Modelling the Galactic interstellar extinction distribution in three dimensions. *Astronomy & Astrophysics*, 453(2): 635-651.
- Mowlavi, N., Holl, B., Lecoœur-Taïbi, I., 2023. Gaia Data Release 3. The first Gaia catalogue of eclipsing-binary candidates. *Astronomy and Astrophysics*, 674(A16): 45.
- Negu, S.H., Tessema, S.B., 2018. Statistical analysis of Algol-type eclipsing binaries with stable mass transfer. *Astronomische Nachrichten*, 339(709): 709-717.
- Öztürk, O., Erdem, A., 2022. First photometric study of two eclipsing binary star systems: V523 And and V543 And. *New Astronomy*, 92.
- Papageorgiou, A., Catelan, M., Christopoulou, P.E., 2018. An updated catalog of 4680 northern eclipsing binaries with algol-type light-curve morphology in the catalina sky surveys. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 238(1): 14.
- Pecaut, M.J., Mamajek, E.E., 2013. Intrinsic colors, temperatures, and bolometric corrections of pre-main-sequence stars. *The Astrophysical Journal*, 208(1): 9.
- Qian, S.B., Zhang, J., He, J.J., Zhu, L.Y., 2018. Physical properties and evolutionary states of ea-type eclipsing binaries observed by LAMOST. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 235(1): 12.
- Ricker, G.R., Winn, J.N., Vanderspek, R., 2015. Transiting exoplanet survey satellite (TESS). *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, 1(1): 014003.
- Ruciński, S.M., 1969. The proximity effects in close binary systems. II. The bolometric reflection effect for stars with deep convective envelopes. *Acta Astronomica*, 19: 245–255.
- Schlafly, E.F., Finkbeiner, D.P., 2011. Measuring reddening with sloan digital sky Survey stellar spectra and recalibrating SFD. *The Astrophysical Journal*, 737(2).
- Shappee, B.J., Prieto, J.L., Grupe, D., 2014. The man behind the curtain: X-Rays drive the UV through NIR variability in the 2013 active galactic nucleus outburst in NGC 2617. *Astrophysical Journal*, 788(1).

- Tunçel Güçtekin, S., Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Ak, T., Bostancı, Z.F., 2016. Metallicity calibration and photometric parallax estimation: I. UBV photometry. *Astrophysics and Space Science*, 361(6).
- von Zeipel, H., 1924. The radiative equilibrium of a rotating system of gaseous masses. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 84: 665–683.
- Wilson, R.E., 2012. Spotted star light curves with enhanced precision. *The Astronomical Journal*, 144(3).
- Wilson, R.E., Devinney, E.J., 1971. Realization of accurate close-binary light curves: Application to MR Cygni. *Astrophysical Journal*, 166: 605-619.