



TIC156380098 Örten Çift Sisteminin Fiziksel

Parametrelerinin Belirlenmesi

Aydın, Ayşenur¹; Karaca, Mehmet Emin¹; Yılmaz, Mesut^{1,2}; Etişken, Elif Şura¹; Bahar, Engin^{1,2};

Özavcı, İbrahim^{1,2}; Şenavcı, Hakan Volkan^{1,2}

1:Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri, TR-06100, Tandoğan, Ankara, Türkiye

2:Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri, Kreiken Rasathanesi, TR-06837, Ahlatlıbel, Ankara, Türkiye



Özet

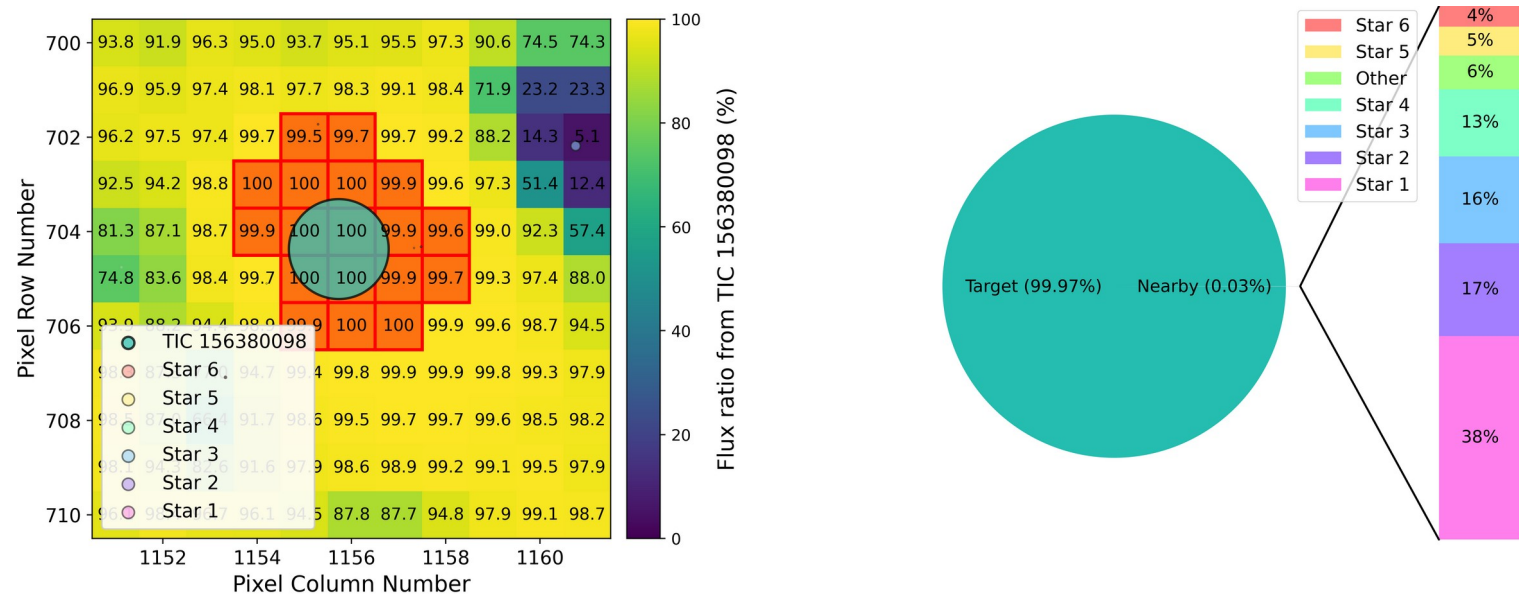
Bu çalışmada, bir örten çift yıldız sistemi olan TIC 156380098'nin ilk dikine hız çalışmasını sunuyoruz. Sistemin tayfsal gözlemleri, Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ndeki T80 teleskobuna bağlı Whoppschel tayfçekerini kullanılarak elde edildi. Sistemin fiziksel parametreleri TESS ışık eğrisi ve dikine hız verilerimizle eşzamanlı olarak modellenerek elde edildi. Analizler sonucunda sistemin değen çift yıldız olduğu ve birinci bileşenin kütlesi $M_1 = 0.94 M_{\odot}$ ikinci bileşenin kütlesi ise $M_2 = 0.29 M_{\odot}$ olarak belirlendi.

Giriş

Çift yıldızlar, eşzamanlı tayfsal ve fotometrik analizler aracılığıyla yıldız kütlelerini doğru bir şekilde belirlememize olanak tanır. Bu analizler aynı zamanda çift yıldız evrimini daha iyi anlamamıza yardımcı olan yörünge eğikliği, dış merkezlilik, yarı büyük eksen, yarıçap ve ısıtma gücü gibi diğer temel parametreleri de belirlememizi sağlar. Bu parametreler, tek ve çift yıldızlara yönelik istatistiksel çalışmalar için güvenilir veriler sunmak açısından da büyük önem taşır. TIC 156380098 sistemi (α : 10sa 39dk 32.72s, δ : +15° 19' 51.77") hakkında literatür bilgileri oldukça kısıtlı ve yetersizdir. Sistemin parlaklık değerleri, UCAC4 kataloğunda görsel parlaklığı $V=9.28$ kadir olarak listelenmiştir [1]. Kiraga [2] sistemin yörünge periyodunu 0.345462 gün olarak elde etmiş ve Cannon vd. [3] ise tayf türünü K0 olarak belirlemişlerdir.

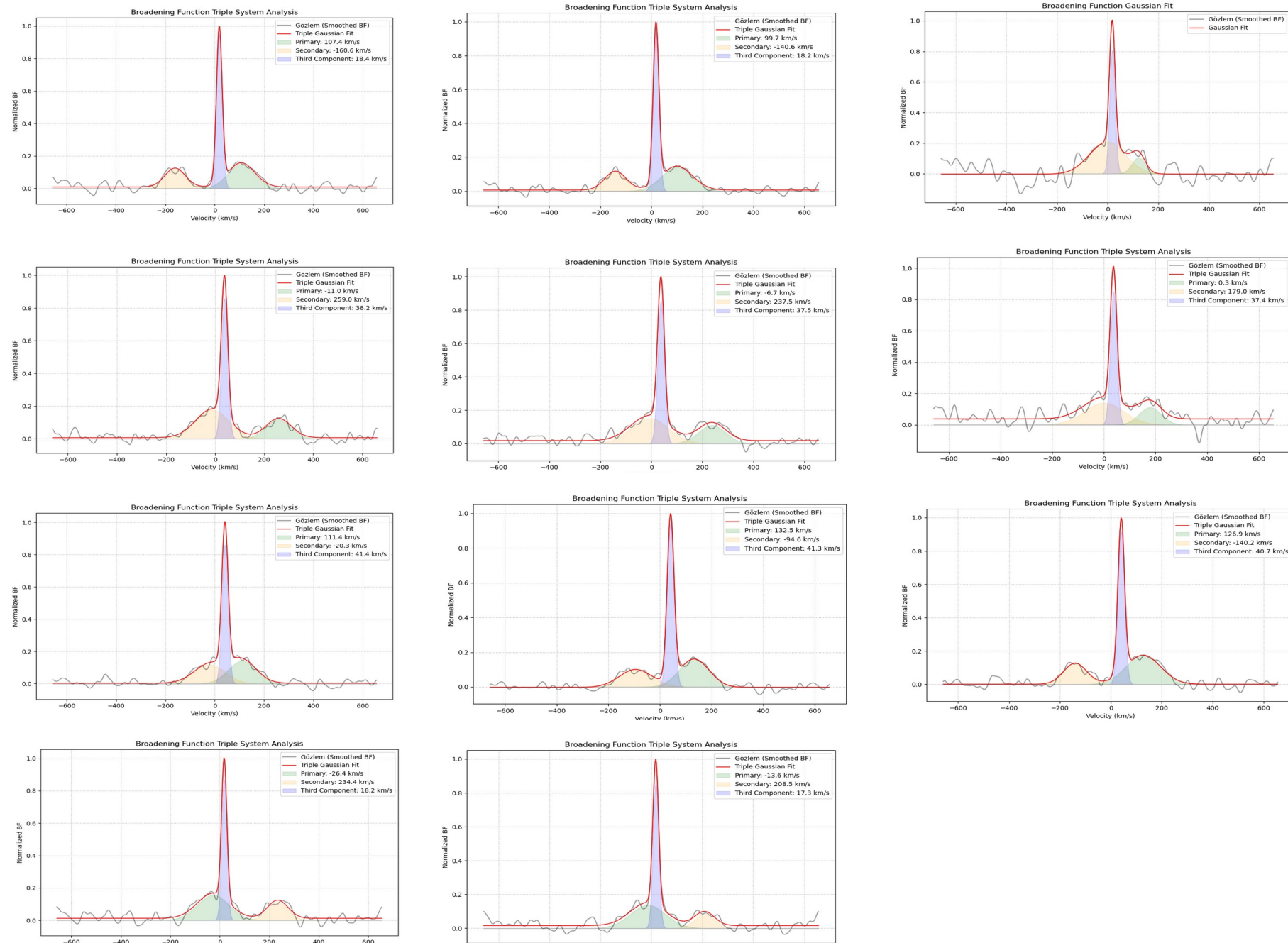
Gözlemler

TIC 156380098 sistemine ait TESS verileri TESSExtractor (<https://www.tessextractor.app/>) ile elde edilmiştir. Işık eğrisi analizi için TESS'in 45. sektörüne ait veriler kullanıldı. Sistemin ışık eğrilerinde maksimum seviyeler arasında leke kaynaklı uzun dönemli bir değişim olduğu için ışık eğrisi analizi için 0.25 ve 0.75 evredeki seviyelerin eşit olduğu bir aralık seçildi. Ayrıca TESS Cont [4] kodu yardımıyla arkaplandan gelen ek bir ışık kaynağı olup olmadığı kontrolü yapıldı. Şekil. 1'de görüldüğü üzere sistemin önemli bir ışık kontaminasyonu içermediği görüldü.



Şekil.1 Tess-cont kodu ile TIC 156380098 ait hedef piksel dosyası (TPF). Sağ panel ilave bir ışık kaynağı olup olmadığını göstermektedir.

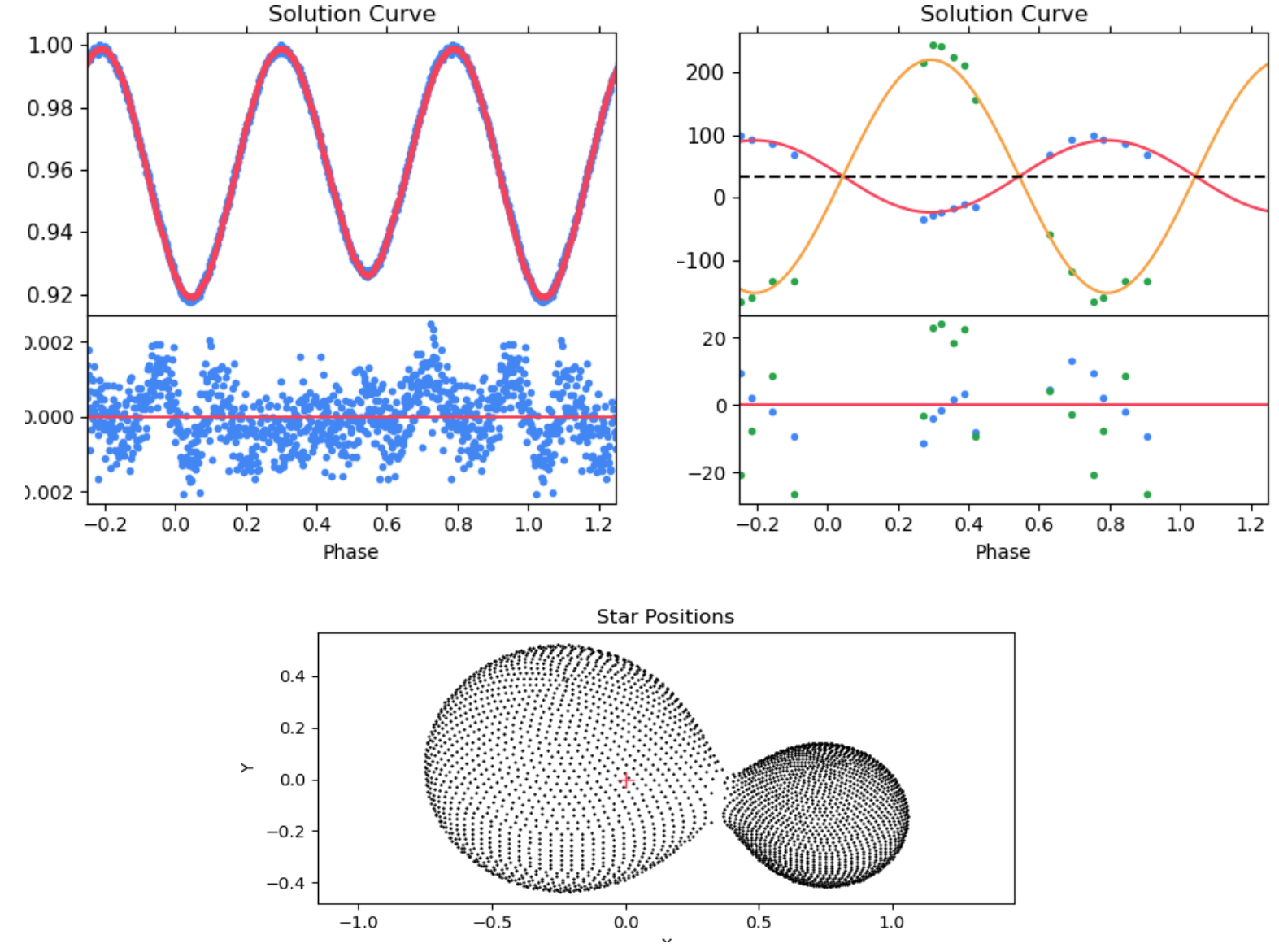
Tayfsal gözlemler Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'ndeki (AUKR) T80 teleskobuna bağlı Whoppschel Tayfçeker ile gerçekleştirildi. TIC 156380098 sisteminin 11 adet tayf görüntüsünü 2 Şubat ve 6 Mayıs 2026 tarih aralığında 3600 saniye poz süresi kullanılarak alındı. Alınan tayfların dalgaboyu 4200 Å ile 7000 Å aralığındadır. Tayflar IRAF yazılımı kullanılarak standart bir şekilde indirgendi ve dalgaboyu kalibrasyonları yapıldı ve sonrasında özgün bir IDL kodu ile normalize edildi. Tayfların ortalama SN (Signal-to-Noise) değerleri 50 ile 70 arasında değişmektedir. Sistemin her iki bileşeninin dikine hızlarını güvenilir bir şekilde belirlemek için 5000 Å – 5400 Å dalgaboyu aralığındaki Fe çizgileri kullanılarak broadening function (BF) yöntemiyle belirlendi. Elde edilen BF profillerine gauss fiti yapılarak her iki bileşene ait hızlar hesaplandı. Elde edilen BF profilleri ve fitlere ait görseller şekil-2 de verildi.



Şekil.2 TIC 156380098 ait BF profilleri ve profillere uygulanan gauss fitleri (kırmızı). Yeşil ve sarı alanlar sırasıyla birinci ve ikinci bileşene ait profilleri göstermektedir.

Analiz ve Bulgular

Değen çift yıldız sistemi TIC 156380098'nin ışık ve dikine hız eğrisi analizleri Wilson-Dewinney kodunu temel alan PyWD2015 [5] kodu kullanılarak eşzamanlı olarak analiz edildi. Analizde değen çift sistem yaklaşımı altında Mod 3 kullanılarak gerçekleştirildi. Birincil bileşenin sıcaklığı Gaia ESA arşivinden $T_1 = 5934$ K olarak alındı ve sabit parametre olarak kullanıldı. Kenar karama, yansıma ve yüzey çekim parlaması parametreleri de konvektif atmosfer yaklaşımı varsayılarak bu parametrelerin teorik değerleri yine sabit parametreler olarak kullanıldı. Yapılan BF analizinde sistemin önemli oranda bir üçüncü ışık katkısı içerdiği görüldüğü için I_3 parametresi de sabit değer olarak girildi. BF analizlerinden üçüncü ışık katkısı $I_3 = 0.42$ olarak hesaplandı. Geri kalan q kütle oranı, yörünge eğikliği (i), yarı büyük eksen uzunluğu (a), kütle merkezinin uzay hızı (V_y), ikincil bileşenin sıcaklığı (T_2), yüzey potansiyeli (Ω_1) ve bileşenlerinin ısıtmaları (L_1, L_2) serbest parametre olarak ayarlandı. Eşzamanlı ışık ve dikine hız eğrisi modellemesinden elde edilen parametreler ile mutlak parametreler Tablo 1'de özetlendi ve ayrıca Şekil 3'te de gözlemsel verilere uygulanan en iyi model verildi.



Şekil.3 Sol Panel: TESS ışık eğrisini (mavi noktalar) ve en iyi modeli (kırmızı sürekli eğri), **Sağ Panel:** Birinci (mavi noktalar) ve ikinci bileşene (yeşil noktalar) ait dikine hız değerleri ve en iyi model fiti (sürekli kırmızı ve turuncu eğri), **Alt Panel:** Sistemin 0.25 evresindeki geometrisini göstermektedir.

Tablo 1. Işık ve dikine hız eğrilerinin analiz sonuçları

Parametre	Değer	Parametre	Değer
$i [^\circ]$	48.61 ± 0.12	$M_1 [M_{\odot}]$	0.94
$a [R_{\odot}]$	2.22 ± 0.06	$M_2 [M_{\odot}]$	0.29
$V_y [\text{km/s}]$	33.77 ± 1.96	$R_1 [R_{\odot}]$	1.10
$q = M_2/M_1$	0.309 ± 0.002	$R_2 [R_{\odot}]$	0.66
$T_1 [\text{K}]$	5934	$I_1 [I_{\odot}]$	3.69
$T_2 [\text{K}]$	5031 ± 20	$I_2 [I_{\odot}]$	2.72
$\Omega_1 = \Omega_2$	2.446 ± 0.005	$I_3 [I_{\odot}]$	0.42

Sonuçlar

Değen çift yıldız olan TIC 156380098'in TESS ışık eğrisi ve yer tabanlı ilk tayf gözlemlerini Wilson Devinney kodunu kullanarak eşzamanlı olarak analizi yapıldı. Sistemin fiziksel ve mutlak parametreleri ilk kez bu çalışmada elde edildi. PyWD2015 kodunun Mod 3 çözümlerine göre her iki bileşende Roche lobunu doldurmuş değen bir sistemdir. Değme oranı $f = 0.21$ olarak hesaplandı. Çalışmada sistemin TPF görüntülerine göre önemli bir ışık katkısı içermemesine rağmen BF analizlerinden ise önemli bir ışık katkısı içerdiği anlaşıldı. Analizlerden ilave ışık katkısı $I_3=0.42$ olarak belirlendi. Elde edilen parametrelerden yörünge eğim açısının (i) düşük çıkma nedeni, ışık eğrisinde gözlenen ve önemli seviye farklılıklarına yol açan yıldız lekelerinin modele dahil edilmemesidir. Bu nedenle serbest bırakılan i yörünge eğikliği parametresi leke kaynaklı farkları baskılayamadığı için düşük yörünge eğikliğine sahip bir çözüm elde edildi.

Teşekkür

Bu araştırmadaki veriler Ankara Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (Kreiken Rasathanesi) yer alan T80 teleskobuyla 26C.T80.07 numaralı proje kapsamında elde edilmiştir.

Referans

- [1] Zacharias, N. et al., 2013, AJ, 145, 44Z
- [2] Kiraga, M., 2012, Acta Astronomica, 62, 67-95
- [3] Cannon, A. J. and Pickering, E. C., 1993.VizieR On-line Data Catalog: III/135A.
- [4] Castro-Gonzalez vd., 2024, A&A, 691, A233
- [5] Güzel, O. vd., 2020, CoSka, 50, 535