

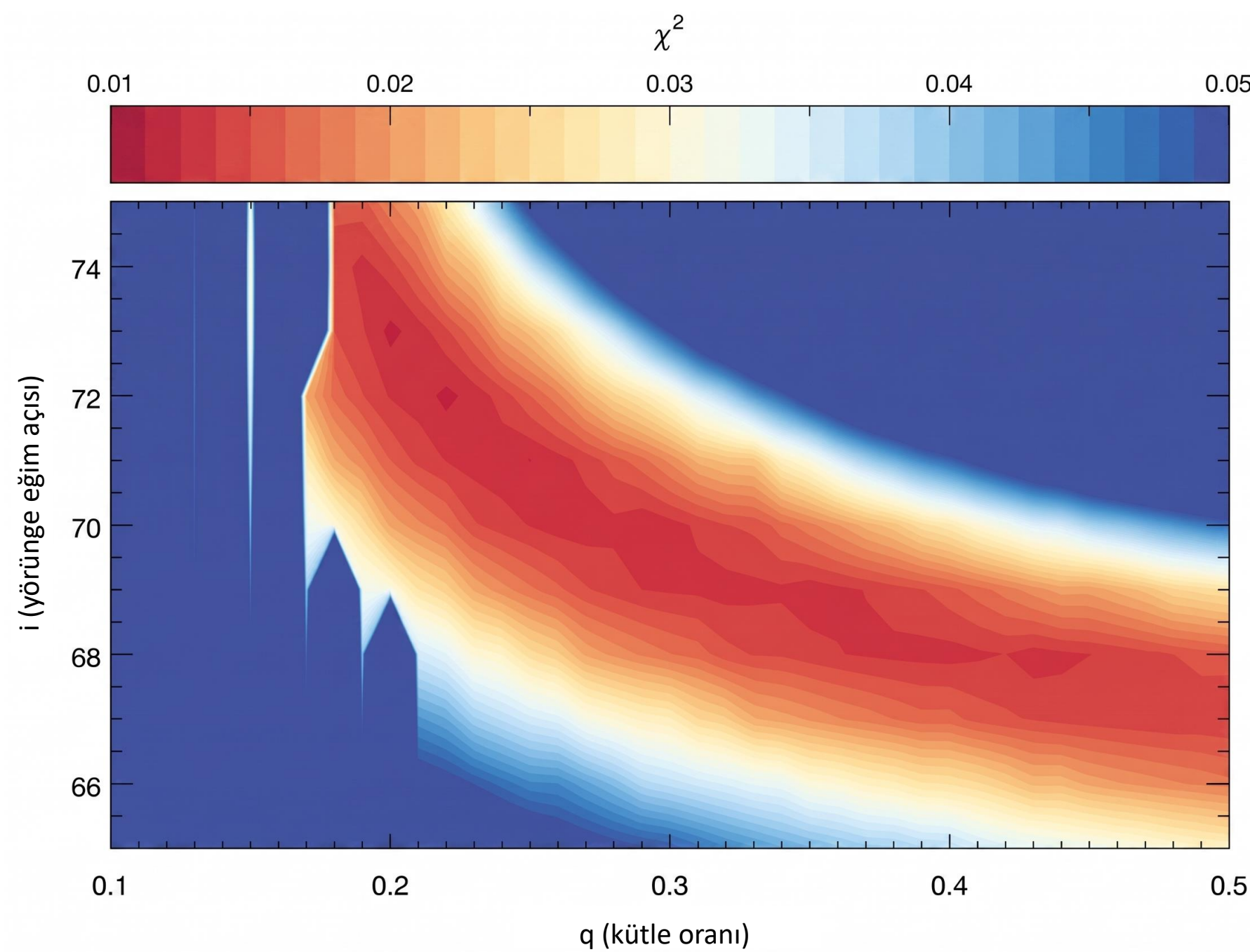
GİRİŞ

Örten çift yıldızların fotometrik ve yörünge dönemi analizleri, temel fiziksel parametrelerin ve görünmeyen bileşenlerin tespit edilmesini sağlar. O-C (gözlenen - hesaplanan) diyagramları ise kütle aktarımı, manyetik aktivite veya üçüncü cisim gibi sistemin evrimini etkileyen mekanizmaları ortaya çıkarır. Bu çalışmada, literatürde analizi bulunmayan TIC 198280388 sisteminin yörünge özellikleri ve dönem değişimi ilk kez araştırıldı. TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite)¹ verileri kullanılarak q-i (kütle oranı - yörünge eğikliği) taraması ile ışık eğrisi çözüldü ve mutlak parametreler elde edildi. Ardından, TESS minimum zamanlarından güncel O-C diyagramı oluşturularak dönem değişimine neden olan fiziksel mekanizmalar incelendi.

VERİLER VE YÖNTEM

Fotometrik analiz için yıldıza ait tüm TESS sektör verileri indirildi. Elde edilen veriler, referans zamanı (HJD) ve yörünge dönemi (P) dikkate alınarak evrelendirildi ve geliştirilen bir Python koduyla fotometrik minimum zamanları hesaplandı. Belirlenen bu zamanlar, dönem değişimini incelemek amacıyla oluşturulan O-C diyagramında temel veri seti olarak kullanıldı.

Literatürde sisteme ait bir çözüm bulunmadığından, tüm TESS verileri birleştirilerek ortalama bir ışık eğrisi elde edildi. Sistem kütle oranını (q) belirlemek amacıyla PHOEBE (PHysics Of Eclipsing BinariEs)² yazılımı kullanılarak $i = [65^\circ, 75^\circ]$ ve $q = [0.1, 0.5]$ aralıklarında bir q-i taraması yapıldı. Bu tarama sonucunda ulaşılan değerlere dayanarak ışık eğrisi modellendi ve sistemin fiziksel parametreleri belirlendi.

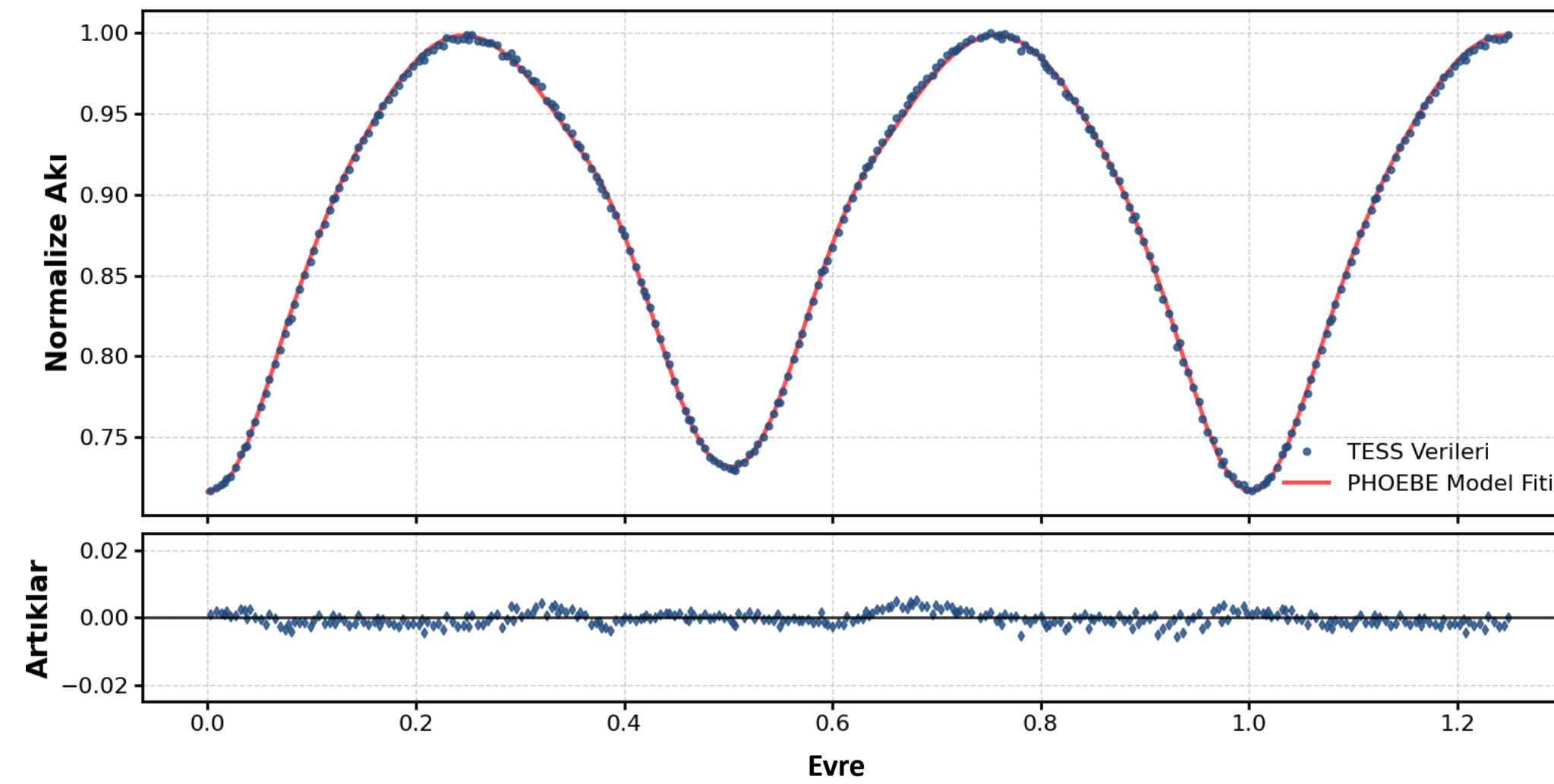


Şekil 1. TIC 198280388 sisteminin q-i taramasına ait χ^2 haritası. Tarama sonucunda en iyi sonuç $q = 0.22$ ve $i = 72^\circ$ olarak bulundu.

ANALİZ

Işık Eğrisi Çözümü TIC 198280388'nin q-i taramasında PHOEBE yazılımının değen çift sistem (mod 3) konfigürasyonu kullanıldı. Baş bileşen sıcaklığı GAIA³ kataloğundan $T_1 = 6050$ K alınarak sabitlendi. L_1 , T_2 ve Ω parametreleri serbest bırakılarak yapılan tarama sonucunda (Şekil [1]), en uyumlu kütle oranı $q = 0.22$ ve yörünge eğikliği $i = 72^\circ$ olarak belirlendi. Bu değerler başlangıç kabul edilerek nihai ışık eğrisi analizi gerçekleştirildi.

Elde edilen model fiti Şekil [2]'de, sistemin fiziksel ve geometrik parametreleri ise Tablo [1]'de özetlendi. Sistemin yörünge dönemi değişimini incelemek için, TESS verilerinden hesaplanan minimum zamanları kullanılarak bir O-C diyagramı oluşturuldu. Sistemdeki dönemsel değişimi açıklamak için doğrusal düzeltme ve ışık-zaman etkisi (LiTE) modelleri uygulandı. Geliştirilen bir Python koduyla gerçekleştirilen bu analizde, gerekli mutlak parametreler ışık eğrisi çözümünden alındı. Uygulanan O-C model fiti ve artıkları Şekil [3]'de, muhtemel üçüncü cisme ait güncel parametreler ise Tablo [2]'de verildi.



Şekil 2. TIC 198280388 sisteminin evrelendirilmiş TESS ışık eğrisi (mavi noktalar) ve elde edilen en iyi model fiti (kırmızı sürekli çizgi).

Parametre	Değer	Parametre	Değer
i ($^\circ$)	72 ± 2.4	M_1 ($M_\odot$)	1.62
q (M_2 / M_1)	0.22 ± 0.1	M_2 ($M_\odot$)	0.36
f (%)	24	R_1 ($R_\odot$)	1.72
T_1 (K)	6050	R_2 ($R_\odot$)	0.88
T_2 (K)	5895 ± 5	$Mbol,1$ (mag)	3.35
ℓ_1	0.806 ± 0.003	$Mbol,2$ (mag)	4.91
ℓ_2	0.194 ± 0.003	$\log(g_1)$ (cgs)	4.17
Ω	2.248 ± 0.002	$\log(g_2)$ (cgs)	4.1

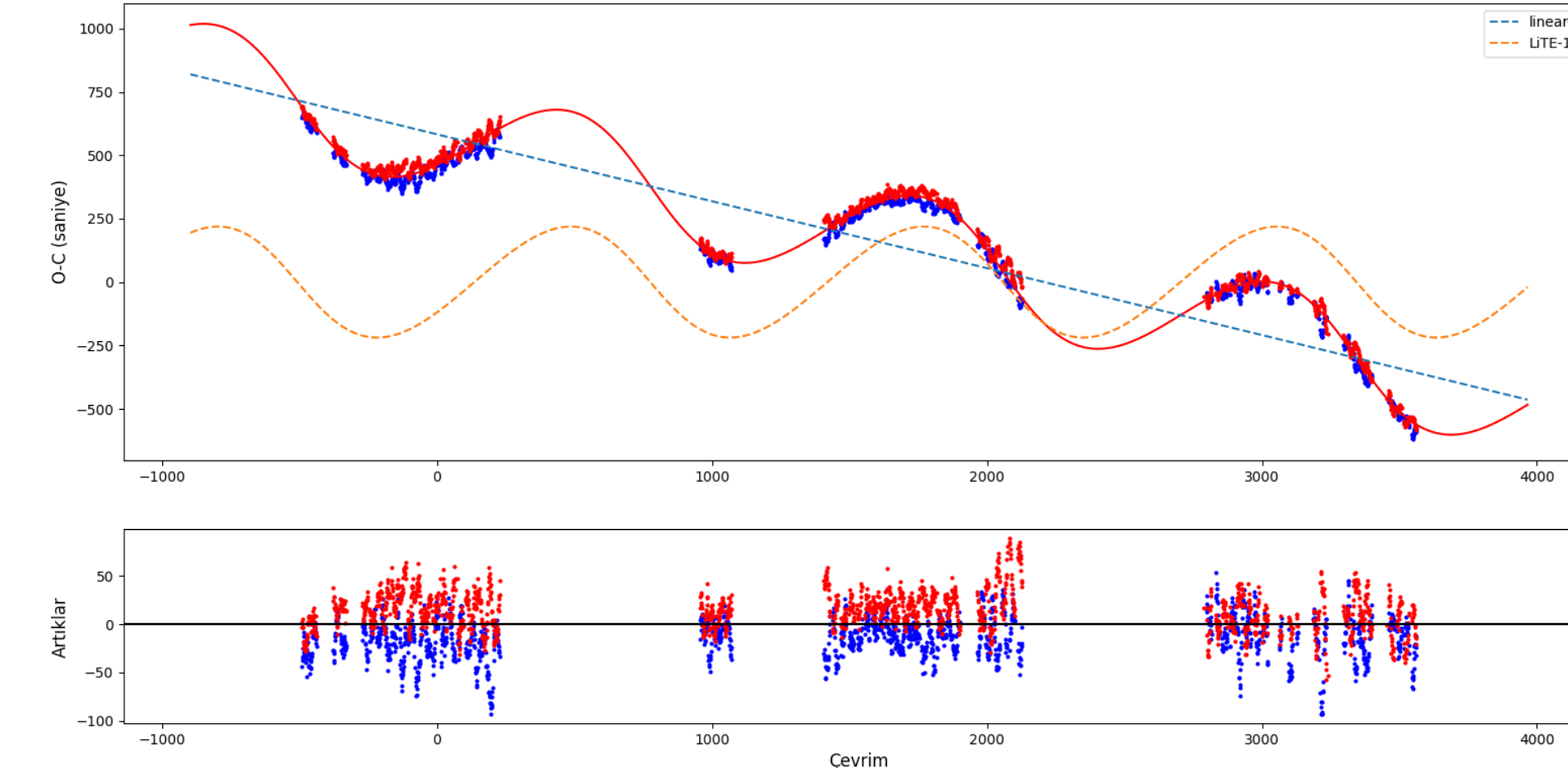
Tablo 1. Işık eğrisi modellemesinden elde edilen temel fiziksel ve geometrik parametreler.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada TIC 198280388 sisteminin ışık eğrisi çözümü ve dönem değişim analizi ilk kez gerçekleştirildi. Analizler sonucunda sistemin $q = 0.22$ kütle oranına sahip değen bir çift yıldız olduğu belirlendi. En iyi model fitine göre bileşen kütleleri $M_1 = 1.62 M_\odot$ ve $M_2 = 0.36 M_\odot$, yörünge eğikliği $i = 72^\circ$ ve değme oranı $f = \%24$ olarak elde edildi.

O-C analizi ile sistemde $P_3 = 1.716$ yıl yörünge dönemine sahip üçüncü bir cismin varlığı tespit edildi. Işık eğrisi analizi verileri kullanılarak ve sistemle aynı yörünge düzleminde dolandığı varsayılarak, bu bileşenin dış merkezliği $e_3 = 0.156$ ve kütlesi $M_3 = 0.615 M_\odot$ olarak hesaplandı.

Ayrıca sistemde uzun dönemli lineer bir değişim de gözlemlendi; ancak mevcut veriler bu değişimin karakteristiğini açıklamak için yetersiz olduğundan gelecekte ilave gözlemlere ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3. TIC 198280388 dönem değişimi. I. (mavi) ve II. (kırmızı) minimumlar üzerine uygulanan lineer (kesikli mavi) ve lineer+LiTE (sürekli kırmızı) modelleri. Alt panel model artıklarını göstermektedir.

Parametre	Değer
ΔP (gün)	$(-3.054 \pm 0.007) \times 10^{-6}$
ΔT_0 (gün)	0.00674 ± 0.00001
e_3	0.156 ± 0.008
ω_3 ($^\circ$)	178.1 ± 2.2
T_3 (çevrim)	1283.9 ± 0.8
P_3 (gün)	770 ± 8
A (gün)	0.00253 ± 0.00001
P_3 (yıl)	1.7167 ± 0.0011
a_{12} (AB)	0.4670 ± 0.0021
a_3 (AB)	1.503 ± 0.021
$f(m_3)$ ($M_\odot$)	0.0297 ± 0.0004
M_3 ($M_\odot$)	0.615 ± 0.014

Tablo 2. Dönem değişimi (LiTE) modelinden elde edilen parametreler.

KAYNAKLAR

1. Ricker, G. R., vd. (2015). JATIS, 1(1), 014003
2. Prša, A., & Zwitter, T. (2005). ApJ, 628(1), 426
3. Gaia Collaboration vd. (2016). A&A, 595, A1