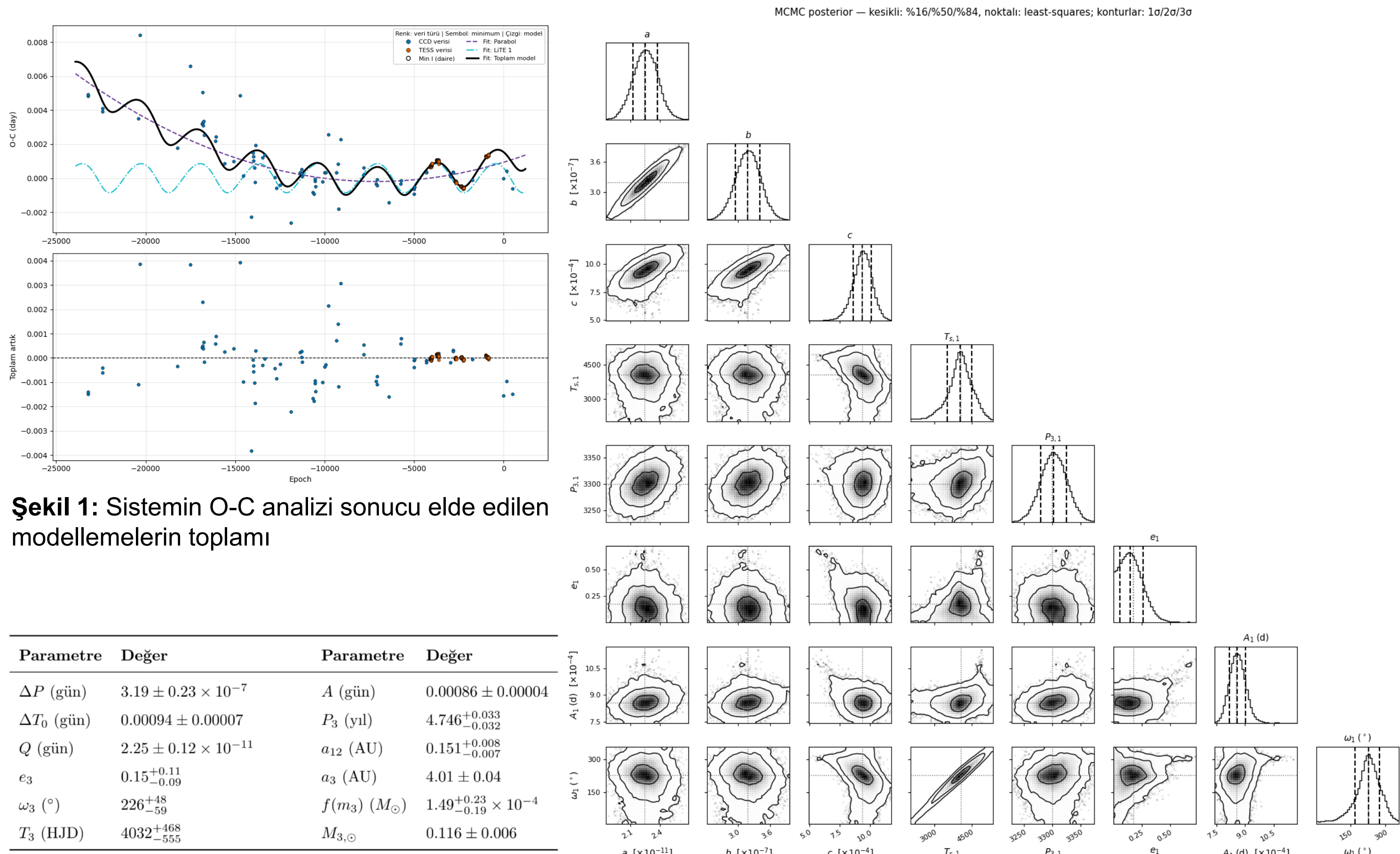


GİRİŞ

Bu çalışmada örten çift yıldız sistemi RU UMi'nin yörünge dönem değişim karakteristiği araştırılmış ve sistemin fiziksel parametreleri güncellenmiştir. Sistemin O-C diyagramı, TESS¹ uzay teleskobundan elde edilen fotometrik veriler ve literatürde yer alan minimum zamanları birleştirilerek oluşturulmuştur. Sistemin geometrik ve fiziksel parametreleri q-i taraması ve ışık eğrisi modellemesi yardımıyla belirlenmiş olup elde edilen mutlak parametreler kullanılarak O-C diyagramı MCMC temelli yöntemler ile analiz edilmiştir.

O-C ANALİZİ

Sistemin O-C grafiği, yüksek hassasiyetli TESS uzay teleskobundan elde edilen 591 adet minimum zamanı ile literatürde yer alan CCD minimum zamanları birleştirilerek oluşturuldu. Literatürdeki görsel (159 vis), fotoğrafik (96 pg) ve fotoelektrik (11 pe) gözlemler çok fazla saçılma gösterdiğinden dikkate alınmadı ve (Kudak vd. 2023² çalışmasında olduğu gibi) analizde yalnızca TESS ile CCD verileri kullanıldı. Ayrıca, ikinci minimum zamanlarının yıldız üzerindeki leke aktivitesinden daha fazla etkilendiği ve bu durumun O-C diyagramında ekstra saçılmaya neden olduğu tespit edildiğinden, analizde yalnızca birinci minimum zamanları tercih edilmiştir. O-C eğrisinin analizi için ekibimiz tarafından geliştirilen, MCMC ve LMfit temelli bir Python kodu kullanıldı. Bu kod aracılığıyla elimizdeki O-C grafiğine bir parabol ve sinüs eğrisi oturtuldu; parametrelerin dağılımlarını ve hata marjlarını incelemek amacıyla köşe grafikleri çizdirildi. Gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, O-C grafiğine uygulanan parabolik modelin kollarının yukarı doğru olması (yörünge dönemindeki artış eğilimi) nedeniyle, sistemde küçük bileşenden büyük bileşene doğru bir kütle aktarımı olduğu belirlendi. Ayrıca analiz, Işık-Zaman Etkisi (LiTE) mekanizmasıyla açıklanan ve yörünge dönemi yaklaşık 5 yıl olan üçüncü bir bileşenin varlığını ortaya çıkardı. Analiz sonucunda elde edilen modellemeler Şekil 1'de verilmiştir. Hesaplanan nihai sistem parametreleri ise Tablo 1'de verildi. MCMC sonucunda elde edilen köşe grafiği Şekil 2'de verildi.



Şekil 1: Sistemin O-C analizi sonucu elde edilen modellemelerin toplamı

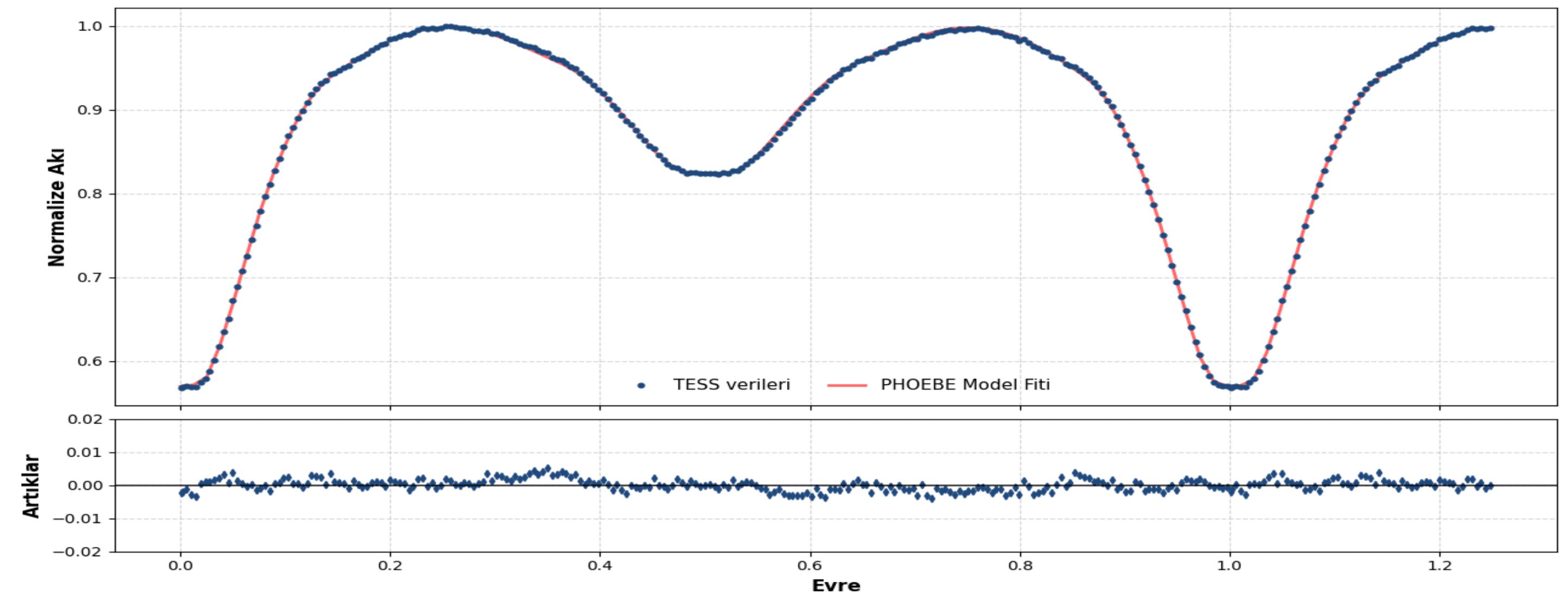
Parametre	Değer	Parametre	Değer
ΔP (gün)	$3.19 \pm 0.23 \times 10^{-7}$	A (gün)	0.00086 ± 0.00004
ΔT_0 (gün)	0.00094 ± 0.00007	P_3 (yıl)	$4.746^{+0.033}_{-0.032}$
Q (gün)	$2.25 \pm 0.12 \times 10^{-11}$	a_{12} (AU)	$0.151^{+0.008}_{-0.007}$
e_3	$0.15^{+0.11}_{-0.09}$	a_3 (AU)	4.01 ± 0.04
ω_3 (°)	226^{+48}_{-59}	$f(m_3)$ ($M_\odot$)	$1.49^{+0.23}_{-0.19} \times 10^{-4}$
T_3 (HJD)	4032^{+468}_{-555}	$M_{3,\odot}$	0.116 ± 0.006

Tablo 1: Sistemin O-C analizi sonucunda elde edilen nihai parametreler

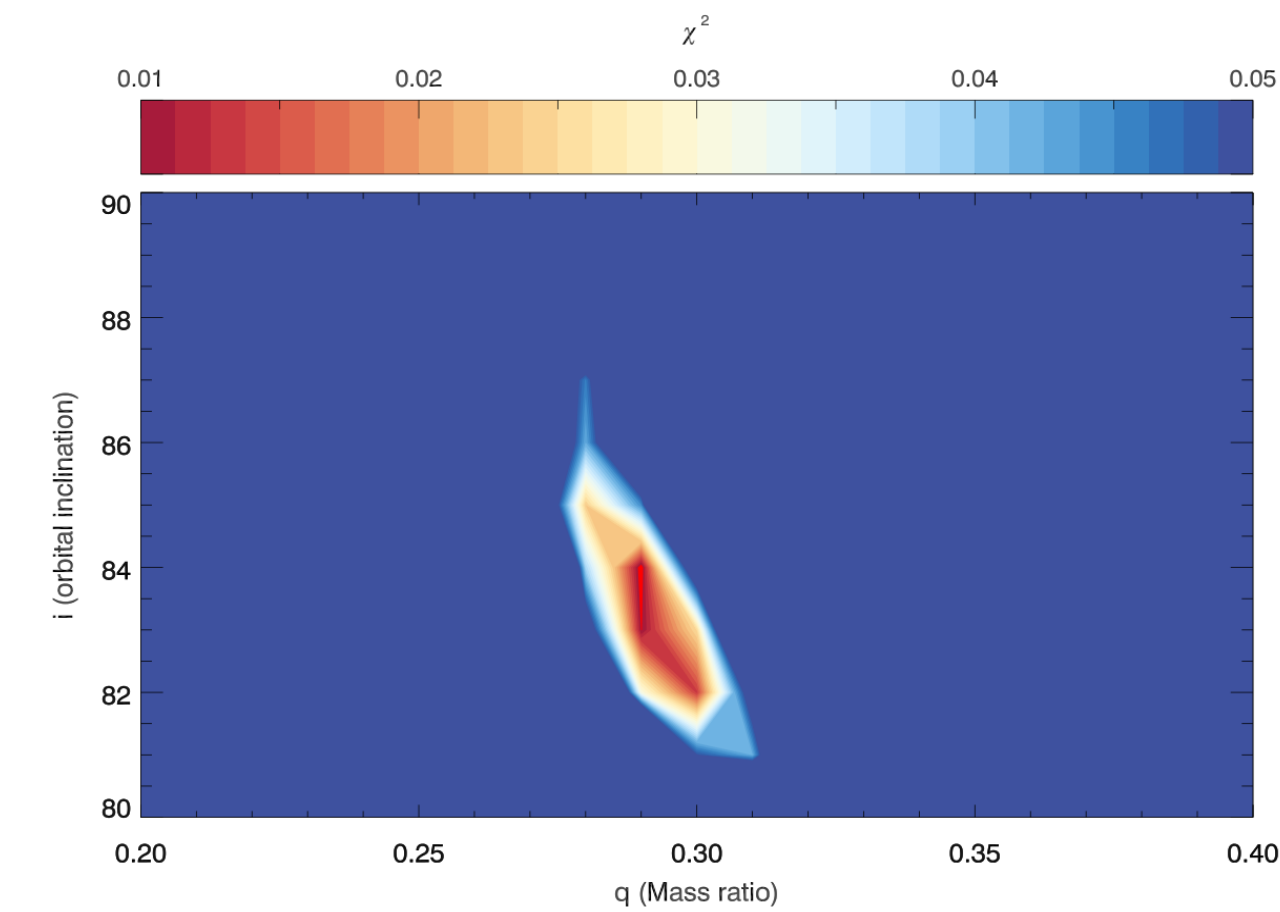
Şekil 2: MCMC analizi sonucu elde edilen köşe grafiği

Sistemin q-i Taraması

Wilson-Devinney temelli PHOEBE³ yazılımı kullanılarak $q = [0.20, 0.40]$ ve $i = [80^\circ, 90^\circ]$ aralıklarında q-i taraması yapıldı. Bu taramada sistemin ışık eğrisini en iyi module eden unconstrained binary konfigürasyonu kullanıldı. Baş bileşenin sıcaklığının başlangıç değeri literatürden² alındı. Yapılan tarama sonucunda sistemin kütle oranı $q = 0.29$ ve yörünge eğim açısı $i = 84^\circ$ olarak bulundu ve ikinci bileşeni Roche lobunu doldurmuş olan yarı-ayrık bir sistem olduğu ortaya koyuldu. Modelde sadece TESS verileri kullanıldı. Yapılan modelleme Şekil 3'te verildi. Analizin sonucunda elde edilen χ^2 grafiği Şekil 4'te verildi. Güncellenen nihai parametreler Tablo 2'de verildi.



Şekil 3: Sistemin TESS verileriyle oluşturulan ışık eğrisi



Şekil 4: q-i taraması sonucunda elde edilen χ^2 grafiği

Parametre	Değer	Parametre	Değer
i (°)	84 ± 2.7	$M_{1,\odot}$	2.66
q (M_2/M_1)	0.29 ± 0.1	$M_{2,\odot}$	0.81
f (%)	65	$R_{1,\odot}$	1.88
T_1 (K)	7800	$R_{2,\odot}$	1.15
T_2 (K)	5446 ± 17	$M_{bol,1}$ (mag)	2.05
ℓ_1	0.928 ± 0.003	$M_{bol,2}$ (mag)	4.67
ℓ_2	0.071 ± 0.003	$\log(g_1)$ (cgs)	4.3
Ω	2.602 ± 0.002	$\log(g_2)$ (cgs)	4.3

Tablo 2: RU UMi sisteminin q-i taraması sonucunda güncellenen parametreleri

Kaynaklar

- ¹TESS: Ricker, G. R., vd. (2015). JATIS, 1(1), 014003
- ²Kudak vd. 2023: <https://doi.org/10.22201/ia.01851101p.2023.59.01.10>
- ³PHOEBE: https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2005ApJ...628..426P/doi:10.48550/arXiv.astro-ph/0503361

İLETİŞİM

cometaks03@gmail.com