

Düşük kütle oranlı iki değen çift yıldızın yörünge dönemi değişimlerinin incelenmesi: V404 Peg ve V619 Peg

Burcu ÖZKARDEŞ^{1,2,*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Uzay Bil. ve Tekn. Böl., Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale

Geliş Tarihi (Received Date): 26.06.2019

Kabul Tarihi (Accepted Date): 09.09.2019

Öz

Bu çalışmada düşük kütle oranına sahip iki aşırı değen çift yıldızın yörünge dönemi değişimleri, detaylı olarak ilk kez incelenmiştir. Hedef sistemlerin dönem analizleri, veri tabanlarından ve literatür yayınlarından alınan minimum ışık zamanları kullanılarak O-C yöntemine göre yapılmıştır. V404 Peg'in O-C diyagramının aşağı parabol şeklinde bir yapı gösterdiği ve döneminin $9.3(5) \times 10^{-2}$ s/yıl oranında azaldığı bulunmuştur. V619 Peg'in O-C diyagramının parabol+çevrimsel yapı gösterdiği ve döneminin $6.3(1) \times 10^{-2}$ s/yıl oranında arttığı bulunmuş; çevrimsel dönem değişimi, olası üçüncü cisme ve Applegate mekanizmasına göre tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Değen çift yıldızlar, dönem analizi, V404 Peg, V619 Peg.

Investigation of orbital period variations of two low mass ratio contact binary stars: V404 Peg and V619 Peg

Abstract

In this study the period variations of two over contact systems with low mass ratio are examined in detail for the first time. Period analyses of the systems are performed using the O-C method with their all minima times collected from the databases and published papers. The O-C diagram of V404 Peg shows a downward parabolic trend, and it is found that its period has a secular decrease at a rate of $9.3(5) \times 10^{-2}$ s/yr. The O-C diagram of V619 Peg shows an upward parabolic+cyclical character which indicates a continuous increase at a rate of $6.3(1) \times 10^{-2}$ s/yr in the system's orbital period. The

* Burcu ÖZKARDEŞ, burcu@comu.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-6764-9299>

cyclical period variation is discussed according to a possible third companion and Applegate mechanism.

Keywords: *Contact binary stars, period analysis, V404 Peg, V619 Peg.*

1. Giriş

Örten çift yıldızların kimi sınıfları, yapılarının ve evrimlerinin incelenmesi bakımından araştırmacılara, görece ilgi çekici gelmektedir. Bu sınıflardan biri, W UMa türü örten çift sistemlerdir. W UMa türü çift yıldızların ışık eğrileri, eğrisel maksimumlara ve yaklaşık eşit derinlikli minimumlara sahiptir. Son söylenen durum, bu tür sistemlerde bileşen yıldızların yüzey sıcaklıklarının yaklaşık eşit olduğunu belirtir. Yörünge dönemleri kısa olup $0.2 \text{ gün} < P_{\text{yörünge}} < 0.8 \text{ gün}$ aralığındadır. Bu sistemlerin tayf türleri, geç A'dan orta K'ya değişim göstermektedir. Geç tayf türünden sistemler olmaları nedeniyle konvektif bir atmosfere sahiptirler; dolayısıyla, yapılarında manyetik aktivite, leke gibi kromosferik ve koronal özellikleri barındırırlar [1]. Roche modeline göre W UMa türü çift yıldızlar, degen sistemler alt sınıfına girerler. Bu modele göre, her iki bileşen yıldız kendi Roche şişimlerini doldurmuştur. Öyle ki, bileşenlerin L_1 Lagrange noktasından birbirlerine madde aktarması sonucu, bileşenleri saran ve uzanımı L_2 Lagrange noktasına kadar gelebilen bir ortak zarf oluşur. Bu durumda, sistem aşırı degen çift yıldız olarak adlandırılır. Son yıllarda yapılan çalışmalar dikkate alındığında, bu tür sistemlerin kütle oranını (q) ve degen derecesi (f) parametresini temel alan bir sınıflama mevcuttur. Buna göre, W UMa türü çift yıldızlarda $q < 0.25$ ve $f \geq 50\%$ olan sistemler, “düşük kütle oranlı derin degen çiftler” grubunu oluşturmaktadır [2]. Böylesi sistemler, W UMa türü çiftlerin bileşen yıldız çekirdeklerinin birleşimiyle oluştuğu düşünülen ve hızlı dönen tekil yıldızlar olan Mavi Aykırılar (Blue Stragglers) ile FK Com türü sistemlerin kökenini anlamada en önemli kaynaklardır. Bu çalışmada, şimdiye kadar, sadece doğrusal ışık öğeleri belirlenmiş düşük kütle oranlı iki aşırı degen sistem olan V404 Peg'in ve V619 Peg'in yörünge dönemi değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Hedef sistemlere ilişkin literatüre dayanan öz bilgiler, aşağıda verilmektedir.

“Semi-Automatic Variability Search” isimli proje kapsamında değişen olarak keşfedilen V404 Peg, elde edilen ışık eğrisinin biçimine göre W UMa türü olarak sınıflandırılmıştır [3]. Aynı proje kapsamında, değişen olduğu belirlenen ve hedef sistem V404 Peg'i de içeren 9 sistemin ışık eğrileri sunulmuştur [4]. V404 Peg ile birlikte iki degen çift yıldızın dikine hızları ölçülerek tayfsal yörünge çözümleri yapılmıştır; buradan, V404 Peg'in kütle oranı, 0.236 ± 0.061 olarak elde edilmiştir [5]. Değişen Yıldızların 78. İsim Listesini içeren çalışmada, V404 Peg'in değişim türü EW olarak verilmiştir [6]. Sistemin *BVRI* ışık ve dikine hız eğrileri analiz edilerek V404 Peg'in, $q=0.243$ ve $f=32\%$ olmak üzere, A-türü aşırı degen çift yıldız olduğu ortaya konmuştur [7]. Bu çalışmada incelenen iki sistemin de dahil olduğu 100 degen çiftin parametreleri kullanılarak başlangıç kütlelerinin hesaplanması için yeni bir yöntem sunulmuştur [8]. W UMa türü çift yıldızların element bolluklarının belirlenmesini amaçlayan çalışmada, V404 Peg'in tayfsal verisinin az/duyarsız olması nedeniyle örnek sistem grubuna dahil edilmemiştir [9]. Hedef sistemin bazı fotometrik özellikleri, örten çift yıldızlara ilişkin katalog çalışmasında [10] yer alırken farklı yazarlarca kaydedilmiş minimum ışık zamanları da mevcuttur [11-14].

Literatürde az çalışılmış sistemlerden biri olan örten çift V619 Peg, ilk kez, NSVS (The Northern Sky Variability Survey) verileri kullanılarak 0.5553 gün döneme sahip bir W UMa türü çift yıldız olarak keşfedilmiştir [15]. 12 örten çift yıldızın minimum ışık zamanlarının verildiği çalışmada, V619 Peg için bir Min I ve bir Min II zamanı elde edilmiştir [16]. NSVS kataloğunda yer alan 4659 değişen sistemin sınıflaması yapılmış ve V619 Peg'in sınıfı, W UMa türü olarak belirlenmiştir [17]. Çift yıldız V619 Peg'in çok renk ışık ve dikine hız eğrileri analiz edilerek bileşen yıldızların fiziksel ve geometrik parametreleri verilmiş ve buna göre, sistem, düşük kütle oranlı A-türü W UMa çift yıldız olarak tanımlanmıştır [18]. Örten çiftler V619 Peg'in ve V404 Peg'in verilerini kapsayan ve toplam yüz sistemin temel parametrelerini kullanan hesaplamaları içeren çalışma, W UMa türü degen sistemlerin yaşlarının ve yörünge evrimlerinin belirlenmesini amaçlamaktadır [19]. Ayrıca, 1022 parlak degen çift yıldızın fotometrik parametrelerini içeren katalog çalışmasında, yakın çift V619 Peg'in bazı temel parametreleri bulunmaktadır [20]. Tablo 1'de, incelenen sistemlere ilişkin temel bilgiler verilmektedir. Bu tabloda yer alan "mag." kısaltması, kadir biriminde parlaklığı temsil ederken " \odot " sembolü, Güneş birimini karşılar.

Tablo 1. V404 Peg ve V619 Peg için temel bilgiler.

Parametre	Birimi	V404 Peg	V619 Peg
V_{mag}	mag.	10.44	10.46
Tayf Türü	--	F7V+F8V	F6V+F7V
$M_1; M_2$	M_{\odot}	1.18; 0.29	1.38; 0.26
$R_1; R_2$	R_{\odot}	1.35; 0.71	1.45; 0.71
a	R_{\odot}	2.67	2.64
Kaynak	--	[7, 21]	[18, 21]

2. Materyal ve Metot

2.1. Minimum ışık zamanları

Hedef iki sistemin dönem değişimlerinin incelenmesi için, sadece, kullanıma açık olan veri tabanlarından ("*O-C* Gateway: <http://var2.astro.cz/ocgate/index.php?lang=en>" ve "*BAV-Lichtenkecker*: <https://www.bav-astro.eu/index.php/veroeffentlichungen/service-for-scientists/lkdb-engl>") alınan minimum ışık zamanlarıyla [7, 18] kaynaklarında verilen tutulma zamanlarının ortalama değerleri kullanılmıştır. Buna göre, her iki sistemin, CCD yöntemiyle elde edilen, sırasıyla, V404 Peg için 18 birinci minimum (Min I) + 16 ikinci minimum (Min II) olmak üzere toplam 34 tane, V619 Peg için 8 Min I + 6 Min II olmak üzere toplam 14 tane tutulma zamanı bulunmaktadır. Sistemlerin minimum zaman bilgileri, sırasıyla, V404 Peg için Tablo 2'de, V619 Peg için Tablo 3'te verilmektedir. Bu tablolarda kullanılan BAV-L ve OC kısaltmaları, sırasıyla, BAV-Lichtenkecker ve *O-C* Gateway veri tabanlarını temsil ederken HJD ve CCD kısaltmaları ise, sırasıyla, Güneş merkezine indirgenmiş Jülyen gününü ve Charge-Coupled Device ifadesini karşılamaktadır. Ayrıca, [] işareti içinde verilen referansın ayrıntılı bilgisi, kaynaklar kısmında yer almaktadır.

Tablo 2. V404 Peg'in minimum zaman bilgileri.

HJD (2400000+)	Min. Türü	Yöntem	Referans	HJD (2400000+)	Min. Türü	Yöntem	Referans
52555.4988	I	CCD	OC	56120.8570	II	CCD	BAV-L
55386.4555	II	CCD	BAV-L	56141.3945	II	CCD	BAV-L
55411.8144	I	CCD	BAV-L	56905.3447	I	CCD	BAV-L
55412.8636	II	CCD	BAV-L	56918.3404	I	CCD	BAV-L
55500.2611	I	CCD	[7]	56918.5486	II	CCD	BAV-L
55502.3576	I	CCD	[7]	56930.2874	II	CCD	BAV-L
55503.4062	II	CCD	[7]	56930.4939	I	CCD	BAV-L
55506.3400	II	CCD	[7]	57225.3901	II	CCD	BAV-L
55511.3708	II	CCD	[7]	57241.5239	I	CCD	BAV-L
55515.3522	I	CCD	[7]	57242.3637	I	CCD	BAV-L
55424.8096	I	CCD	BAV-L	57242.5686	II	CCD	BAV-L
55529.3916	II	CCD	BAV-L	57284.6954	I	CCD	BAV-L
55793.4807	II	CCD	BAV-L	57336.6771	I	CCD	BAV-L
55820.5145	I	CCD	BAV-L	57354.2746	I	CCD	BAV-L
55851.3295	II	CCD	BAV-L	57590.4791	II	CCD	BAV-L
55851.5345	I	CCD	BAV-L	57952.4399	I	CCD	BAV-L
56109.5368	II	CCD	BAV-L	57981.3623	I	CCD	OC

Tablo 3. V619 Peg'in minimum zaman bilgileri.

HJD (2400000+)	Min. Türü	Yöntem	Referans
51549.6980	I	CCD	OC
54045.4107	II	CCD	OC
54046.3821	I	CCD	OC
55049.4547	II	CCD	[18]
55063.4481	II	CCD	[18]
55066.3632	I	CCD	[18]
55066.5579	II	CCD	[18]
55153.6294	II	CCD	OC
55501.7209	I	CCD	OC
56239.6954	II	CCD	OC
56929.0857	I	CCD	OC
57316.2498	I	CCD	OC
57624.8949	I	CCD	OC
58365.0181	I	CCD	OC

2.2. O-C yöntemi

Bir çift/çoklu sistemin dönemindeki değişimin varlığı, iyi bilinen O-C yöntemiyle ortaya konabilir. Burada, O: Gözlenen minimum zamanı, C: hesaplanan minimum zamanı ifade eder. Bu yöntemde, öncelikle, artıkların çevrim sayısına göre dağılımını gösteren O-C diyagramı oluşturulur. Böylesi bir diyagramdaki dağılım, doğrusal, parabolik, çevrimsel ya da bu değişimlerin bir bileşimi şeklinde olabilmektedir. O-C değerleri, aşağıda verilen Denklem 1 ile hesaplanmaktadır [22].

$$\text{Min. } I = T_0 + PE + QE^2 + \left(\frac{a_{12} \sin i}{c} \left\{ \frac{1-e^2}{1+e \cos v} \sin(v + \omega) + e \cos \omega \right\} \right) \quad (1)$$

Burada, T_0 ve P , başlangıç ışık elemanlarını, E ve Q ise, sırasıyla, çevrim sayısını ve kuadratik terimi ifade eder. [23] tarafından verilen parantez içindeki bağıntı, sisteme çekimsel olarak bağlı üçüncü bileşenden kaynaklanan zamandaki gecikmeyi (LTTE: Light Time Travel Effect) tanımlamakta olup kullanılan terimlerin tanımları şöyledir: ışık hızı c ile gösterilirken $a_{12} \sin i$, i , e , v ve w , çift yıldızın üçlü sistemin ortak kütle merkezi çevresinde çizdiği yörünge için sırasıyla, yarı-büyük eksen uzunluğun izdüşümünü, yörünge eğikliğini, yörünge basıklığını, yörünge gerçel anomali değerini ve yörüngede enberinin boylam açısını ifade eder. LTTE bağıntısında, T' ve P_{12} gizli terimler olup üçlü sistemin yörüngesi için sırasıyla, enberiden geçiş zamanını ve dönemini belirtir.

3. Bulgular

İncelenen sistemlerin dönem analizleri, aşağıdaki iki alt başlıkta verilmiştir.

3.1. V404 Peg

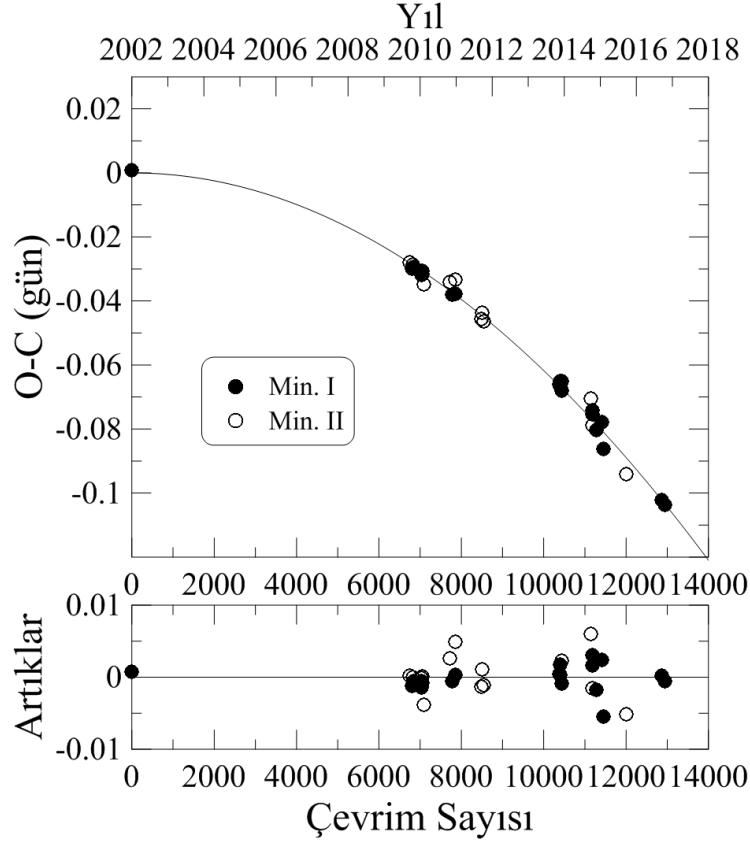
Sistemin dönem analizi için Tablo 2'de verilen tüm Min I ve Min II zamanları kullanılmış ve bu zamanların $O-C$ değerleri, aşağıda verilen doğrusal ışık elemanları kullanılarak hesaplanmıştır [24].

$$\text{Min. } I = 2452555.5059 + 0.^g 41918108xE \quad (2)$$

Buradan, $O-C$ değerlerinin çevrim sayısına göre dağılımı, Şekil 1'de (üst panelde) gösterilmektedir. Diyagrama göre, sistemin döneminde düzenli bir azalışı temsil eden aşağı parabolik benzeri bir değişim gözlenmektedir. Analizde, parabolik yapıyı en iyi şekilde temsil etmek için Denklem 1'de parantez içindeki bağıntıyla verilen ışık-zaman etkisi hesaba katılmamış ve tüm $O-C$ verilerine, en küçük kareler yöntemini kullanan ve [25] tarafından geliştirilen yazılım kodu uygulanmıştır. Minimum zamanların ağırlıkları, CCD gözlemi olması nedeniyle, 10 olarak girilmiştir. Elde edilen kuadratik ışık elemanları, aşağıda verilmektedir. Parantez içindeki değerler, son basamağa göre standart hata değerleridir.

$$\text{Min. } I = 2452555.4981(377) + 0.^g 4191879(41)xE - 6.17(35) \times 10^{-10} xE^2 \quad (3)$$

Gözlem noktalarının kuramsal fit ile uyumu ve bu fitten kalan artıklar, çevrim sayısına göre Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Üst panel: Değen çift V404 Peg'in $O-C$ verisinin dağılımı ve kuramsal eğriyle (düz çizgi) uyumu; Alt panel: Kuramsal eğriden kalan artıklar.

3.2. V619 Peg

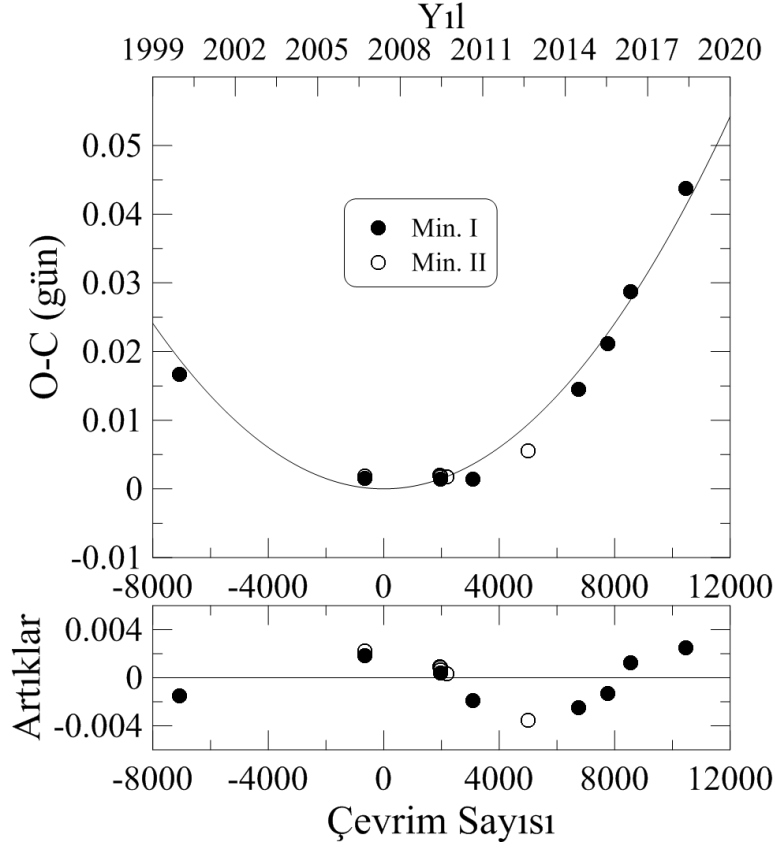
Analizde, sistemin Tablo 3'te yer alan tüm minimum ışık zamanları (Min I ve Min II) kullanılarak $O-C$ değerleri hesaplanmıştır; bunun için girdi parametreleri olarak [24]'ten alınan ve aşağıda Denklem 4 ile verilen doğrusal ışık elemanları kullanılmıştır.

$$Min.I = 2454299.8190 + 0.^g 38871515xE \quad (4)$$

Buna göre oluşturulan sistemin $O-C$ diyagramı, Şekil 2'de gösterilmekte olup genel dağılım, değen çift V619 Peg'in yörünge döneminde sürekli bir artışı destekleyen yukarı parabol biçimindedir. Böylesi bir değişimi temsil etmek amacıyla, öncelikle ışık-zaman etkisi göz önüne alınmamış ve sistemin tüm $O-C$ verileri, Bölüm 3.1'de bahsedilen yazılım kodu kullanılarak analiz edilmiştir. V404 Peg ile benzer şekilde, sistemin minimum zamanlarının ağırlıklarına 10 verilmiştir. Sonuç olarak, elde edilen en iyi kuramsal fiti karşılayan kuadratik ışık elemanları, aşağıdaki gibidir.

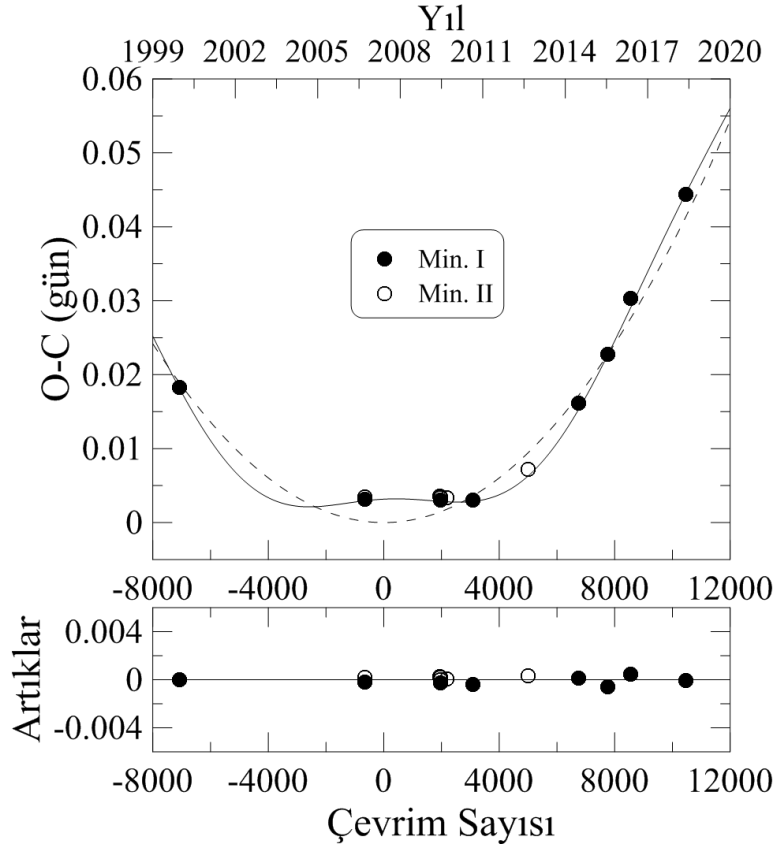
$$Min.I = 2454299.8206(42) + 0.^g 3887124(8)xE + 3.77(20) \times 10^{-10} xE^2 \quad (5)$$

Standart hata değerleri, parantez içinde verilmiş olup son basamağa göre düzenlenmiştir. Sadece parabolik yaklaşım altında yapılan analizde, elde edilen χ^2 değeri 0.0005'dir. Şekil 2'de, gözlemsel verinin bu kuramsal modelle karşılaştırılması ve artıkları gösterilmektedir.

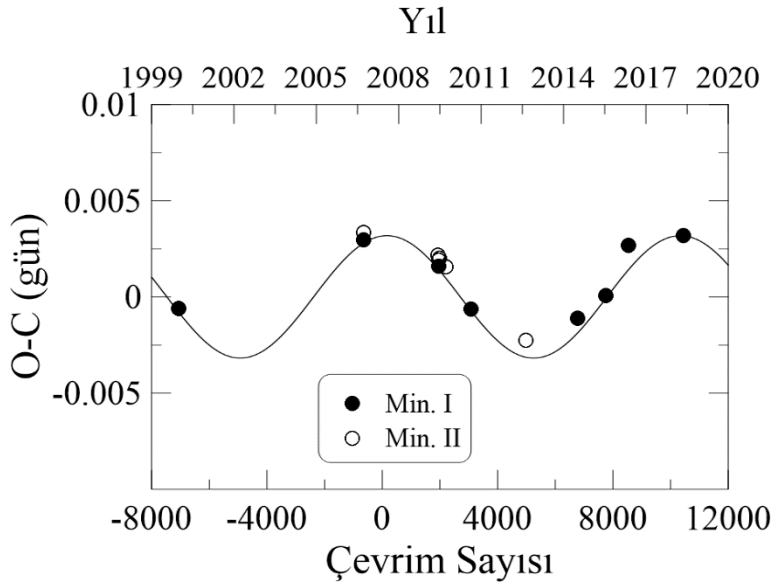


Şekil 2. Değen çift V619 Peg'in $O-C$ değişiminin kuramsal modelle (düz çizgi) karşılaştırılması (üst panel) ve artıklar (alt panel).

Şekil 2'nin alt panelinde, artıkların dağılımının sinüzoidal bir yapıda olduğu görülmektedir. Böylesi bir değişimin nedeni, çoğunlukla, sistemde görülmeyen üçüncü cisim kaynaklı olduğu kabul edilmektedir. Bu kabul altında, sistemin $O-C$ verilerine, ışık-zaman etkisini de içeren Denklem 1, yine aynı yazılım kodu aracılığıyla uygulanmıştır. Buradan, $\chi^2=0.0001$ olarak elde edilmiştir. İki χ^2 değeri karşılaştırıldığında, parabolik+çevrimsel yaklaşımın gözlemsel verilerle daha uyumlu olduğu görülmektedir. Sonuç olarak V619 Peg'in $O-C$ diyagramı, parabol üzerine binmiş sinüzoidal/çevrimsel yapıyla temsili ve en iyi uyum eğrisinden kalan artıklar, Şekil 3'te gösterilirken sistemin çevrimsel $O-C$ değişimi ve kuramsal modelle temsili, Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Değen çift V619 Peg'in $O-C$ verisinin parabol (kesikli çizgi) üzerine binmiş çevrimsel yapı (düz çizgi) ile temsili (üst panel) ve en iyi fitten kalan artıklar (alt panel).



Şekil 4. V619 Peg'in çevrimsel $O-C$ değişimi ve kuramsal modelle temsili (düz çizgi).

4. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışmada, Pegasi takımı yıldızında yer alan düşük kütle oranlı iki aşırı değen sistemin, V404 Peg ve V619 Peg, yörünge dönemi değişimi, detaylı olarak ilk kez incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, şu şekildedir:

V404 Peg'in *O-C* analizine göre yörünge dönemi azalmakta olup dönemdeki azalma oranı (dP/dt), Denklem 3'te verilen quadratik/parabol terimi kullanılarak, $9.3(5) \times 10^{-2}$ s/yıl olarak hesaplanmıştır. Böylesi bir azalışın nedeni, büyük kütleli bileşenden küçük kütleli bileşene aktarılan maddeden kaynaklanmaktadır [26]. Sistemin toplam kütlelerinin ve açısal momentumunun korunduğu varsayımı altında, aktarılan maddenin miktarının (\dot{m}_1) hesaplanmasında Denklem 6'da verilen bağıntı kullanılmıştır [27]. V404 Peg'in dönem analizinden elde edilen sonuçlar, son basamağa göre düzenlenmiş standart hata değerleriyle birlikte, Tablo 4'te verilmektedir. Tabloda, M_\odot ve AB birimi, sırasıyla, Güneş kütlelerini ve astronomi birimini temsil ederken HJD ise, Güneş merkezli Jülyen gününü ifade eder.

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{3\dot{m}_1(m_1 - m_2)}{m_1 m_2} = 3 \frac{1 - q^2}{qM} \dot{m}_1 \quad (6)$$

Tablo 4. V404 Peg'in dönem analizinden elde edilen parametreleri ve değerleri.

Parametre	Birimi	Değeri
T_0	HJD (+2400000)	52555.4981(377)
$P_{\text{yörünge}}$	Gün	0.4191879(41)
Q	Gün	$-6.17(35) \times 10^{-10}$
dP/dt	s/yıl	$9.3(5) \times 10^{-2}$
\dot{m}_1	$M_\odot/\text{yıl}$	3.29×10^{-7}

Literatürde, değen sistemlere ilişkin dönem analizi çalışmalarında, örneğin [28, 29], kütle aktarım oranı 10^{-7} – 10^{-8} $M_\odot/\text{yıl}$ değer aralığındadır. Buradan, hesaplanan kütle aktarım oranı değerinin literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

V619 Peg'in dönem değişimi, iki yaklaşım altında incelenmiştir: Parabol ve Parabol+Çevrimsel. χ^2 testine göre, ikinci yaklaşımın, gözlemleri daha iyi temsil ettiği sonucuna varılmıştır. Buna göre, örten değen çift V619 Peg'in dönem analiziyle belirlenen parametreleri ve değerleri, Tablo 5'te verilmektedir. Burada, standart hata, birim ve kısaltma bilgisi, Tablo 4'tekiyle aynıdır.

Tablo 5. V619Peg'in dönem analizinden elde edilen parametreleri ve değerleri.

Parametre	Birimi	Değeri	Parametre	Birimi	Değeri
T_0	HJD (+2400000)	54299.8198(6)	e	--	0.0
$P_{\text{yörünge}}$	Gün	0.38871236(11)	w	Derece	90
Q	Gün	$3.78(1) \times 10^{-10}$	T'	HJD (+2400000)	5463(344)
dP/dt	s/yıl	$6.3(1) \times 10^{-2}$	P_{12}	Yıl	10.8(2)
dM/dt	$M_\odot/\text{yıl}$	1.93×10^{-7}	$f(m_3)$	M_\odot	0.0014(5)
$a_{12\text{sini}}$	AB	0.55(9)	m_3 ($i=90^\circ$ için)	M_\odot	0.17(7)

Çift yıldızlarda, bileşenlerden biri ya da her ikisi geri tayf türüne (F5 ve daha geri tayf türüne) sahipse, *O-C* diyagramında gözlenen çevrimsel değişimin olası nedeni, manyetik aktivite kaynaklı olabilir ki böylesi bir değişim, Applegate mekanizmasıyla açıklanır [30]. V619 Peg, geri tayf türüne sahip bir sistemdir (bkz Tablo 1). Toplam ışıtmaya katkısı daha fazla olan baş bileşenin manyetik aktiviteden sorumlu olduğu kabulüyle, V619 Peg için hesaplanan Applegate modeli parametreleri ve değerleri, Tablo 6’da verilmiştir. Bu modele göre, manyetik aktivite nedeniyle ortaya çıkan çevrimsel dönem değişimi için, aktiviteden sorumlu bileşenin yüzey altı manyetik alan değeri $B \sim 10$ kG olması gerekir. Elde edilen sonuçlar ($B_{V619Peg} = 12.6$ kG), model için verilen değer aralığında olup uyumludur.

Tablo 6. V619 Peg’in Applegate modeline göre elde edilen parametreleri ve değerleri.

Sistem	ΔJ (erg/s)	$\Delta\Omega/\Omega$	ΔE (erg)	I_s (gcm^2)	ΔL_{rms} (L_\odot)	B (kG)
V619 Peg	2.96×10^{47}	1.18×10^{-3}	3.26×10^{40}	1.34×10^{54}	0.076	12.60

Her iki sistem için yapılan dönem analizlerinin sonucu, ortaya konan bileşenler arası madde aktarımının, olası üçüncü cismin varlığının ve manyetik aktivite çevriminin araştırılması için daha fazla minimum ışık zamanlarının elde edilmesine, bunun yanısıra; farklı dalga boylarında (manyetik aktivite için özellikle mor öte, X-ışın gibi) yapılmış duyarlı fotometrik, tayfsal ve astrometrik gözlemlere önemle ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Çalışmada, “NASA Astrophysics Data System Abstract Service” ve “SIMBAD at CDS, Starsbourg, France” olmak üzere iki veri kaynağından yararlanılmıştır. Düzenlenmiş yazılım kodunun kullanılmasındaki desteğinden dolayı Dr. P. Zsche’ye ve bu çalışmayı değerlendirerek önerilerde bulunan değerli hakemlere teşekkür ederim.

Kaynaklar

- [1] Bilir, S., Karataş, Y., Demircan, O. ve Eker, Z., Kinematics of W Ursae Majoris Type Binaries and Evidence of Two Types of Formation, **Monthly Notices of the royal Astronomical Society**, 357(2), 497–517, (2005).
- [2] Qian, S., Yang, Y., Zhu, L., Liying, H. ve Jiajia, Y. J., Photometric studies of twelve deep, low-mass ratio overcontact binary systems, **Astrophysics and Space Science**, 304, 25–28, (2006).
- [3] Maciejewski, G., Karska, A. ve Niedzielski, A., GSC 02757-00769 – A new EW binary system, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 5370, 1, (2003).
- [4] Maciejewski, G. ve Niedzielski, A., A semi-automatic variability search, **Baltic Astronomy**, 13, 700–703, (2004).
- [5] Maciejewski, G. ve Ligeza, P., Mass ratio determination of binary systems BD+14d 5016, GSC 2757-769 and GSC 3472-641, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 5504, 1, (2004).
- [6] Kazarovets, E. V., Samus, N. N., Durlevich, O. V., Kireeva, N. N. ve Pastukhova, E. N., The 78th name-list of variable stars, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 5721, 1, (2006).

- [7] Gürol, B., Terzioğlu, Z., Gürsoytrak, S. H., Gökay, G. ve Derman, E., Absolute and geometric parameters of the W UMa-type contact binary V404 Pegasi, **Astronomische Nachrichten**, 332, 690–696, (2011).
- [8] Yıldız, M. ve Doğan, T., On the origin of W UMa type contact binaries—a New method for computation of initial masses, **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, 430, 2029–2038, (2013).
- [9] Rucinski, S. M., Pribulla, T. ve Budaj, J., Spectroscopic metallicity determinations for W UMa type binary stars, **The Astronomical Journal**, 146,1–20, (2013).
- [10] Avvakumova, E. A., Malkov, O. Y. ve Kniazev, A. Y., Eclipsing variables: catalogue and classification, **Astronomische Nachrichten**, 334, 860–865, (2013).
- [11] Huebscher, J. ve Monninger, G., BAV-results of observations—photoelectric minima of selected eclipsing binaries and maxima of pulsating stars, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 5959, 1, (2011).
- [12] Huebscher, J., Lehmann, P. B. ve Walter, F., BAV-results of observations—photoelectric minima of selected eclipsing binaries and maxima of pulsating stars, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 6010, 1, (2012).
- [13] Huebscher, J., BAV-results of observations—photoelectric minima of selected eclipsing binaries and maxima of pulsating stars, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 6152, 1, (2015).
- [14] Huebscher, J., BAV-results of observations—photoelectric minima of selected eclipsing binaries, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 6157, 1, (2016).
- [15] Nicholson, M., Sutherland, J. ve Sutherland, C., New variable stars found in the NSVS database, **Open European Journal on Variable Stars**, 12, 1–3, (2005).
- [16] Gürol, B., Derman, E., Müyesseröğlu, Z., Gürdemir, L., Gökay, G., Özbek, N., Sağır, U., Kalcı, R., Salman, G., Çoker, G., Eminoğlu, B., Demircan, Y. ve Terzioğlu, Z., Minima times of some eclipsing binary stars, **Information Bulletin on Variable Stars**, No. 5791, 1, (2007).
- [17] Hoffman, D. I., Harrison, T. E. ve McNamara, B. J., Automated variable stars classification using the Northern Sky Variability Survey, **The Astronomical Journal**, 138, 466–477, (2009).
- [18] Gürol, B., Derman, E., Saguner, T., Gürsoytrak, S. H., Terzioğlu, Z., Gökay, G., Demircan, Y., Okan, A. ve Saral, G., Absolute and geometric parameters of W UMa type contact binary TYC 1174-344-1, **New Astronomy**, 16, 242–249, (2011).
- [19] Yıldız, M., Origin of W UMa-type contact binaries-age and orbital evolution, **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, 437, 185–194, (2014).
- [20] Gettel, S. J., Geske, M. T. ve McKay, T. A., A catalog of 1022 bright contact binary stars, **The Astronomical Journal**, 31, 621–632, (2006).
- [21] SIMBAD Astronomical Database, <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad>, (22.05.2019).
- [22] Yakut, K., İbanoğlu, C., Kalemoni, B. ve Değirmenci, Ö. L., New light curve analysis and period changes of the overcontact binary XY Leonis, **Astronomy&Astrophysics**, 401, 1095–1100, (2003).
- [23] Irwin, J. B., Standard light-time curves, **The Astronomical Journal**, 64, 149–155, (1959).
- [24] Kreiner, J. M., Up-to-date linear elements of eclipsing binaries, **Acta Astronomica**, 54, 207–210, (2004).

- [25] Zasche, P., Liakos, A., Niarchos, P., Wolf, M., Manimanis, V. ve Gazeas, K., Period changes in six contact binaries: WZ And, V803 Aql, DF Hya, PY Lyr, FZ Ori, and AH Tau, **New Astronomy**, 14, 121–128, (2009).
- [26] Huang, S. S., A dynamical problem in binary systems and its bearing on stellar evolution, **The Astronomical Journal**, 61, 49–61, (1956).
- [27] Kwee, K. K., Investigation of variations in the period of sixteen bright short-period eclipsing binary stars, **Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands**, 14, 131–151, (1958).
- [28] Pribulla, T., Chochol, D., Rovithis-Livaniou, H. ve Rovithis, P., The contact binary AW Ursae Majoris as a member of a multiple system, **Astronomy and Astrophysics**, 345, 137–148, (1999).
- [29] Kriwattanawong, W., Tasuya, O. ve Poojon, P., Period change investigation of the lowmass ratio binary BO Ari, **New Astronomy**, 44, 12–16, (2016).
- [30] Applegate, J. H., A mechanism for orbital period modulation in close binaries, **The Astrophysical Journal**, 385, 621–629, (1992).