

W UMa TÜRÜ V1363 ORİ SİSTEMİNİN FOTOMETRİK İNCELENMESİ

Neslihan ALAN¹, Mehmet ALPSOY¹

¹ Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan, ANKARA
(neslihan.alan@gmail.com, mehmet.alpsoy87@gmail.com)

Özet: V1363 Ori örten çift yıldız sisteminin, 2010 yılında Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde bulunan 40 cm çapındaki Cassegrain türü teleskopa bağlı Apogee ALTA U47 CCD kamerası ile gözlemleri yapıldı. Gözlemler sonucunda, sistemin Johnson BVRI filtrelerindeki ışık eğrileri elde edildi. Bu ışık eğrileri sistemin fiziksel parametrelerini belirlemek üzere, tayfsal verilerle birlikte Wilson-Devinney yöntemine dayanan PHOEBE programı kullanılarak modellendi. Çalışma sonucunda sisteme ilişkin güncel fiziksel parametreler hesaplandı.

1. Giriş

V1363 Ori sistemi Hipparcos uydusu tarafından keşfedilmiştir (ESA 1997). Daha sonra değişen yıldızların 74. özel isim listesinde dönemi 0.431915 gün olan W UMa türü örten bir çift sistem olarak yer almıştır (Kazarovets vd. 1999). Kütle oranı, değme derecesi ve yörünge eğimini saptamak amacıyla, sistemin Hipparcos gözlemleri Selam (2004) tarafından analiz edilmiştir. Tayfsal kütle oranı $q=0.205$ ve erken-orta F tayf türünden bir anakol sistemi olduğu tahmin edilmektedir (Pych vd. 2004).

2. Gözlemler ve İndirgeme

V1363 Ori sisteminin fotometrik gözlemleri, Ankara Üniversitesi Rasathanesi'nde bulunan 40 cm çapındaki Cassegrain teleskopa bağlı Apogee ALTA U47 CCD kamerası kullanılarak Johnson BVRI filtrelerinde, 9 Kasım 2010 ve 23 Aralık 2010 tarihlerinde gerçekleştirildi. GSC 4750 995 ve GSC 4750 1148 yıldızları sırasıyla mukayese ve denet yıldızları olarak kullanıldı. Gözlemler boyunca mukayese ve denet yıldızlarının ışığında bir değişim gözlenmedi. V1363 Ori ile kullanılan mukayese ve denet yıldızlarının katalog bilgileri Tablo-1'de verilmektedir. Gözlemler sonucunda B-V-R-I filtrelerinde sırasıyla 552, 526, 547, 568 adet gözlem verisi elde edildi. Mukayese yıldızının gözlemlerinden faydalanarak gecelik sönümlenme katsayıları hesaplandı. Bir gözlem noktası için tahmin edilen belirsizlik B, V, R ve I filtreleri için sırasıyla $0^m.104$, $0^m.106$, $0^m.083$ ve $0^m.078$ mertebesindedir. Gözlemlerden sağlanan minimumlardan Kwee and van Woerden (1956) yöntemi kullanılarak iki adet minimum zamanı elde edildi. Işık eğrileri oluşturulurken elde ettiğimiz yeni minimum zamanları ile literatürden alınan minimum zamanları kullanılarak tarafımızdan hesaplanan aşağıdaki düzeltilmiş doğrusal ışık elemanları kullanıldı. Elde edilen ışık eğrilerinin karakteristikleri Tablo-2'de verilmiştir.

$$HJD MinI=2453317.6973 (\pm 0.0016) + 0.43192236 (\pm 0.00000044) \times E$$

Tablo-1 V1363 Ori ile Mukayese ve Denet yıldızlarının katalog bilgileri

	V1363 Ori	GSC 4750 995	GSC 4750 1148
$\alpha(2000)$	05 ^{sa} 07 ^{dk} 02 ^s	05 ^{sa} 06 ^{dk} 51 ^s	05 ^{sa} 06 ^{dk} 38 ^s
$\delta(2000)$	-00° 47' 33"	-00° 53' 26"	-00° 52' 15"
Tayf Türü	F8	-	G5
Parlaklık (V)	10 ^m .35	11 ^m .19	9 ^m .77

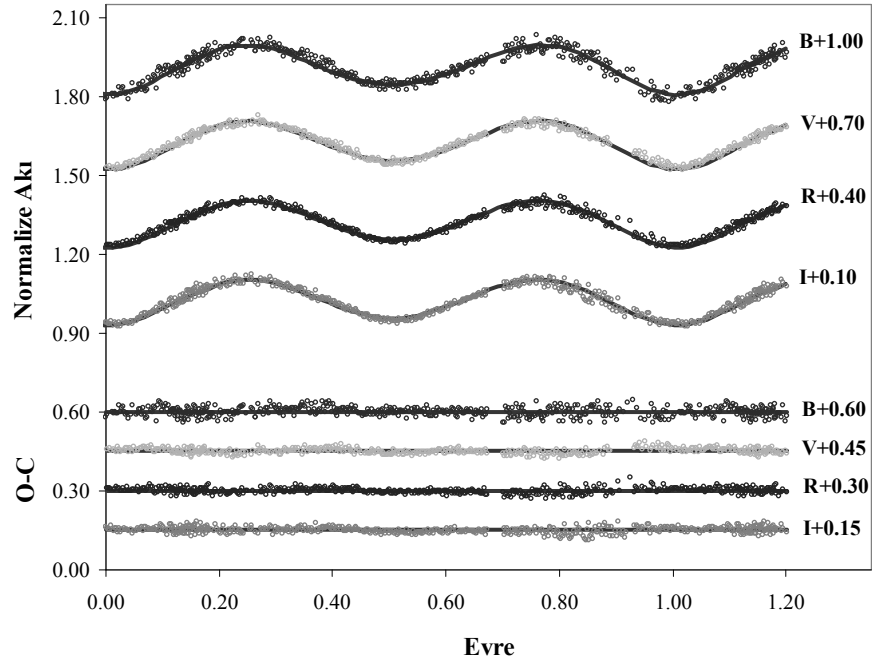
Tablo-2 V1363 Ori Sisteminin ışık eğrisi karakteristiği

	B Filtresi	V Filtresi	R Filtresi	I Filtresi
Maks. I Seviyesi (0.25 Evresi)	-0.821	-0.777	-0.777	-0.787
Maks. II Seviyesi (0.75 evresi)	-0.804	-0.776	-0.771	-0.784
Min. I Seviyesi (0.00 Evresi)	-0.586	-0.578	-0.582	-0.595
Min. II Seviyesi (0.50 Evresi)	-0.639	-0.599	-0.601	-0.609
Δ Maks.=Maks. I - Maks. II	-0.017	-0.001	-0.006	-0.003
Δ Min.= Min. I - Min. II	0.053	0.021	0.019	0.014
Min. I Derinliği	-0.235	-0.199	-0.195	-0.192
Min. II Derinliği	-0.165	-0.177	-0.170	-0.175

3. Işık Eğrisi Analizi

Bu çalışmada V1363 Ori'nin Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilen B-V-R-I filtrelerindeki ışık eğrileri ve Pych vd. (2004) tarafından tayfsal gözlemlerle elde edilen dikine hız eğrisi Wilson ve Deviney (1971) tarafından geliştirilen ve çift yıldızların ışık eğrisi çözümlerinde kullanılan bilgisayar programını esas alan PHOEBE (Prsa ve Zwitter (2005)) programı ile eş zamanlı olarak çözüldü. Çözüm sonucunda sistemin en güncel yörünge ve fiziksel parametreleri elde edildi. Gözlemsel ışık eğrileri normalize ışınım akılarına dönüştürülerek kullanıldı. Sistemin literatür bilgilerine bakıldığında A türü bir W Uma olduğu görüldü (Bilir vd. 2005, Selam 2004, Pych 2004). Bu nedenle programda sistemin doğasına uygun olarak aşırı degen sistemlerin çözümü için uygulanan MOD-3 ile çözüm gerçekleştirildi. Çekim kararma katsayıları ve bileşen yıldızların bolometrik albedoları literatürdeki teorik değerler esas alınarak sırasıyla $g_1=g_2=0.32$ (Lucy 1967) ve $A_1=A_2=0.5$ (Rucinski 1969) olarak belirlendi. Kütle oranı ($q=m_2/m_1=0.205$) ve kütle merkezinin dikine hız değeri ($V_{\gamma}=+37$ km/s) Pych vd. (2004) tarafından belirlendiği şekilde alındı ve çözüm boyunca sabit tutuldu. Birinci bileşenin etkin sıcaklığı (T_1) Allen'in cüce yıldızlar için verilen kalibrasyon tablolarından (Cox 2000) sistemin tayf türüne (F8) uygun olacak şekilde (6250 K) seçildi ve çözüm boyunca sabit tutuldu. Logaritmik kenar kararma katsayıları x_1, y_1, x_2 ve y_2 van Hamme'nin (1993) tablolarından ara değer bulma yöntemiyle program tarafından otomatik olarak hesaplandı. Bileşenlerin eş dönme gösterdiği ($F_1=F_2=1$) ve yörünge çember olduğu ($e=0$) varsayıldı. Yörünge eğim açısı (i), bileşenlerin yüzey potansiyelleri (Ω_{12}), ikinci bileşenin etkin sıcaklığı (T_2), birinci bileşenin kesirsel monokromatik ışınım gücü (L_1) ve Güneş yarıçapı biriminde yörünge yarı-büyük eksen uzunluğu (a) çözümde serbest bırakıldı. Işık eğrilerinde özellikle ikinci minimum kanatlarında görülen asimetrisinin leke kökenli olabileceği düşünüldü. Sistemin ışık eğrisi çözümünde bu asimetriyi açıklayabilmek için modelde ikinci bileşenin yüzeyine soğuk bir leke yerleştirildi. Bileşenlerin geç tayf türünden olması nedeniyle soğuk lekeli model tercih edilmiştir. Soğuk lekenin analiz sonucunda elde edilen

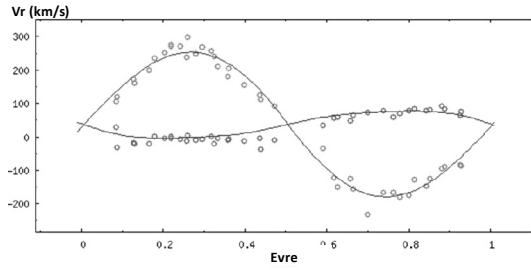
koordinatları; boylam $\lambda=3^\circ$, enlem $\beta=40^\circ$ 'dir. Lekenin açısal çapı $\theta=15^\circ$ ve sıcaklık faktörü (T_f) ise 0.73'tür. V1363 Ori sisteminin ışık eğrisi ve dikine hız eğrisi çözümlerinden elde edilen sonuçlar Tablo-3'te topluca listelenmektedir. Şekil-1'de sistemin B-V-R-I filtrelerindeki gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ile bu eğrilerin farkları, teorik modelin gözlemlerle olan uyumunun incelenebilmesi açısından verilmiştir. Işık eğrileri ile eşzamanlı çözülen dikine hız eğrilerine yapılan teorik fitler Şekil-2'de gösterilmektedir. Şekil-3'te ise sistemin geometrik görünümü verilmiştir.



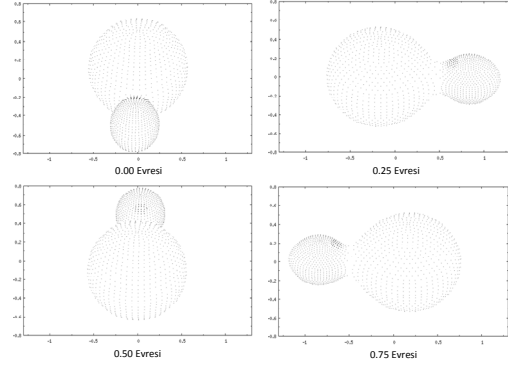
Şekil-1 V1363 Ori sistemi için Johnson BVRI filtrelerinde elde edilen kuramsal ışık eğrisi (sürekli çizgi) ile gözlemsel ışık eğrilerinin karşılaştırması

Tablo-3 V1363 Ori sisteminin ışık eğrisi analizi sonuçları

Parametre	Değer
i ($^\circ$)	54.0059 ± 0.2601
T_1, T_2 (K)	$6250, 5550 \pm 435$
M_1, M_2 (M_\odot)	$1.2335, 0.2528$
R_1, R_2 (R_\odot)	$1.5282, 0.8081$
$\Omega_1 = \Omega_2$	2.1427 ± 0.0075
$\log(g)_1, \log(g)_2$ (cgs)	$4.1606, 4.0258$
$M_{bol 1}, M_{bol 2}$	$5.4240, 3.5245$
q (m_2/m_1)	0.205
V_γ (km/s)	$+37$
a (R_\odot)	2.7413 ± 0.0092
f (değme oranı)	0.7841
x_1 (B, V, R, I)	$0.8156, 0.7256, 0.6329, 0.5409$
y_1 (B, V, R, I)	$0.8434, 0.7729, 0.6817, 0.5861$
x_2 (B, V, R, I)	$0.2079, 0.2673, 0.2767, 0.2657$
y_2 (B, V, R, I)	$0.1022, 0.2097, 0.2371, 0.2360$
L_1/L_T (B, V, R, I)	$0.8874, 0.8667, 0.8540, 0.8436$
$\Sigma(O-C)^2$ (B, V, R, I)	$0.1659, 0.0571, 0.0635, 0.0778$



Şekil-2 Işık eğrileri ile eşzamanlı çözülen dikine hız eğrilerine yapılan teorik fitler



Şekil-3 V1363 Ori sisteminin farklı evrelerdeki geometrik görünümü

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma ile V1363 Ori sisteminin 2010 yılında Ankara Üniversitesi Gözlemevi'nde B, V, R ve I filtrelerinde elde edilen ışık eğrileri sistemin en güncel dikine hız verileri ile birlikte eşzamanlı olarak PHOEBE (Prsa ve Zwitter 2005) programı yardımı ile modellendi. Analiz sonucunda hesaplanan, sisteme ilişkin parametreler Çizelge 3'te listelenmiştir. Bu çalışma ile sistemin güncel yörünge ve fiziksel parametreleri elde edilmiştir. İkinci bileşen yüzeyinde soğuk bir leke varlığı ile yapılan model gözlemsel noktalarla oldukça uyumludur. Ayrıca analizler esnasında normal noktalar yerine doğrudan gözlemsel verilerin kullanılması sisteme ilişkin elde edilen geometrik ve fiziksel parametrelerin daha gerçekçi değerlere ulaşmasını sağlamıştır.

5. Kaynaklar

- Bilir, S. vd.: Kinematics of W Ursae Majoris Type Binaries and Evidence of the Two Types of Formation. MNRAS 357 (2005) 497-517
- Cox, A.N.: Allen's astrophysical quantities. ISBN: 0387987460 (2000)
- ESA, The Hipparcos & Tycho Catalogues, SP-1220, 1997
- Kazarovets, E. V., vd.: The 74th Special Name-list of Variable Stars. IBVS 4659 (1999)
- Kwee, K. K. & van Woerden, H.: A Method of Computing Accurately The Epoch of Minimum of An Eclipsing Variable. BAN 12 (1956) 327
- Lucy, L.B.: Gravity-Darkening for Stars with Convective Envelopes. ZA 65 (1967) 89-92
- Pych, W.: Radial Velocity Studies of Close Binary Stars IX. AJ 127 (2004) 1712-1719
- Prsa, A., & Zwitter, T.: A Computational Guide to Physics of Eclipsing Binaries. I. Demonstrations and Perspectives. ApJ 628 (2005) 426-438
- Rucinski, S.M.: The Proximity Effects in Close Binary II. The Bolometric Reection Effect for Stars with Deep Convective Envelopes. AcA 19 (1969) 245
- Selam, S. O.: Key parameters of W UMa-type contact binaries discovered by HIPPARCOS. A&A 416 (2004) 1097-1105
- Van Hamme, W.: New Limb-Darkening Coefficients for Modeling Binary Star Light Curves. AJ 106 (1993) 2096
- Wilson, R.E. & Devinney, E.J.: Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cyg. ApJ 166 (1971) 605-619