

DN Boo ve FT UMa ÇİFT SİSTEMLERİNİN FOTOMETRİK GÖZLEMLERİ ve IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

İbrahim ÖZAVCI¹, Selim O. SELAM¹, Berahatdin ALBAYRAK¹

Özet

Işık değişimi gösterdikleri *HIPPARCOS* astrometri uydusu tarafından keşfedilen ancak literatürde ışık değişim türü hakkında henüz kesin bir yargıya ulaşılamamış çok sayıda değişen yıldız bulunmaktadır. Bu tür karmaşası özellikle kısa dönem ve düşük ışık değişim genliğine sahip olanlarda yaşanmaktadır. Bu yıldızlar arasından, örten değişen çift yıldız olma olasılığı yüksek olan DN Boo ve FT UMa sistemleri için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) yeni fotometrik gözlem verisi üretilmiştir. Her iki sistemin de W UMa türü degen çift yıldız oldukları ortaya çıkarılmış ve yeni gözlemlerinden oluşturulan *BVR* üç renk ışık eğrileri analiz edilmiştir.

¹ Ankara Üniversitesi Gözlemevi, 06837, Ahlatlıbel, Ankara, e-posta: ozavci@science.ankara.edu.tr



DN Boo ve FT UMa ÇİFT SİSTEMLERİNİN FOTOMETRİK GÖZLEMLERİ ve IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

İbrahim ÖZAVCI, Selim O. SELAM ve Berahitdin ALBAYRAK

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara
e-mail: ozavci@science.ankara.edu.tr, selim@astro1.science.ankara.edu.tr, albayrak@astro1.science.ankara.edu.tr

ÖZET

Işık değişimi gösterdikleri *HIPPARCOS* astrometri uydusu tarafından keşfedilen ancak literatürde ışık değişim türü hakkında henüz kesin bir yargıya ulaşılamamış çok sayıda değişen yıldız bulunmaktadır. Bu durum özellikle kısa dönem ve düşük ışık değişim genliğine sahip olanlarda yaşanmaktadır. Bu yıldızlar arasında, örten değişen çift yıldız olma olasılığı yüksek olan DN Boo ve FT UMa sistemleri için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) yeni fotometrik gözlem verisi üretilmiştir. Her iki sistemin de W UMa türü degen çift yıldız oldukları ortaya çıkarılmış ve yeni gözlemlerden oluşturulan BVR üç renk ışık eğrileri Wilson-Devinney yöntemiyle analiz edilerek, her iki sisteme ilişkin yörünge parametreleri ilk kez ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Örten çift yıldızlar, ışık eğrisi analizi, DN Boo, FT UMa

1. GİRİŞ

HIPPARCOS uydusu tarafından keşfedilen değişen yıldızlar arasında, kısa yörünge dönemine sahip olanların değişen türlerine ilişkin bazı belirsizlikler bulunmaktadır. Bu bağlamda, daha çok kısa dönemli DSCT, BCP, RRC gibi zonklayan türler ve değişim türü kesinlik kazanmayan (*HIPPARCOS* katalogunda P olarak kodlanan) değişen yıldızlar ile, düşük ışık değişim genliğine sahip EW, EB, ELL gibi kısa yörünge dönemli çift yıldızlar birbirine karıştırılmıştır. *HIPPARCOS* katalogunda (ESA, 1997) değişim türü yanlış kodlanmış olası örten çiftlerin ayıklanmasında izlenen metod için bkz. Özavcı (2005). Bu yıldızlar içerisinde, örten değişen çift yıldız olma olasılığı oldukça yüksek olan ve gözlemlenerek uygun 2 sistem DN Boo ve FT UMa sistemleridir.

DN Boo ve FT UMa *HIPPARCOS* Uydusu tarafından değişen yıldız olduğu keşfedilen yıldızlardır. *HIPPARCOS* katalogunda değişen türü belirlenemediği için "periyodik değişenler (P)" sınıfında bırakılmışlardır. Kazarovets vd'nin (1999) yayınladığı, *HIPPARCOS* uydusu tarafından keşfedilen 3153 adet değişen yıldızın isim listesinde DN Boo, kesin olmamakla birlikte, olası bir W UMa sistemi olarak (EW-), FT UMa ise kesin olmamakla birlikte olası bir RRC türü zonklayan değişen olarak kodlanmıştır (RRC-) kodlanmıştır.

DN Boo ve FT UMa çift sistemlerinin literatürde *HIPPARCOS* verisi haricinde herhangi bir ışık eğrisi veya dikine hız eğrisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu yıldızlar üzerine hiç bir çalışma da yapılmamıştır. Bu yıldızların fotometrik gözlemleri TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'de yapılarak iki sisteminde ışık eğrileri elde edilmiştir. Ayrıca DN Boo sistemine ait dikine hız eğrisi özel görüşmeler aracılığıyla ilk defa Nelson (2006) tarafından elde edilmiştir.

2. GÖZLEMLER

DN Boo'nun yeni fotometrik gözlemleri 12-13-14 Mart 2005 tarihlerinde, FT UMa'nın ise 11-12-13-14 Aralık 2004 tarihlerinde, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde elde edilmiştir. Gözlemler, 40 cm lik Cassegrain teleskobuna bağlı SSP-5A fotoelektrik fotometresi ve Johnson B, V, R filtrelerinde gerçekleştirilmiştir.

DN Boo için seçilen mukayese ve denet yıldızları sırasıyla BD+15° 2638 ve BD+15° 2639, FT UMa için ise sırasıyla BD+51° 1457 ve BD+52° 1339 dir.

Her bir geceye ve fotometrik banda ait sönmülleme katsayıları mukayese yıldız gözlemlerinden hesap edilmiştir ve atmosferik sönmülmeden arındırılmış. Her gözlemevi olası hatası, DN Boo için B, V, R bantlarındaki sırası ile ± 0.014 , ± 0.011 ve ± 0.028 olarak, FT UMa için ise sırasıyla ± 0.025 , ± 0.017 ve ± 0.038 olarak hesaplanmıştır.

Gözlemler sonucu elde edilen yeni ışık elemanları:

DN Boo için $HJD_{min1} = 2453443.4726(3) + 0.^s 447568(2) \times X$

FT UMa için $HJD_{min1} = 2453353.3514(8) + 0.^s 6547038(10) \times X$ dir.

3. IŞIK EĞRİSİ ANALİZİ

Bu çalışmada DN Boo ve FT UMa'ya ait fiziksel parametreleri belirlemek üzere elde edilen yeni ışık eğrilerinin analizi sırasında, Wilson-Devinney (WD) ışık eğrisi analiz yönteminin (Wilson & Devinney 1971) WD-2003 sürümü kullanılmış ve ışık eğrisi analizi için, programa normal noktalar yerine doğrudan gözlemsel veriler girilmiştir. Sistemlere ilişkin sıcaklıklara bağlı olarak lineer olmayan kenar karaama katsayıları van Hamme (1993)'in tablolarından, çekim karaama katsayıları ve albedo değerleri sistemin fiziksel uygun bir şekilde sırası ile Lucy (1967) ve Rucinski (1969)'den alınmıştır. Model atmosfer olarak WD-2003 programında kullanılan Kurucz yıldız atmosferi modeli (Kurucz 1993) kullanılmıştır. Sistemlerin tayf türüne göre (DN Boo: G0, FT UMa: F0), sisteme ait birinci bileşenin sıcaklığı, Gray and Corbally'nin (1994) anakol yıldızları için oluşturdukları, tayf türü - sıcaklık kalibrasyon tablolarından, DN Boo için $T_1 = 5847$ K, FT UMa için $T_1 = 7250$ K olarak belirlenmiştir.

DN Boo'nun tayfsal kütle oranı ($q=0.104$) özel görüşme ile Nelson (2006) dan alınmıştır. FT UMa'nın kütle oranı ise yapılan q taraması sonucunda $q=0.25$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu sistemlere ait ilk girdi parametrelerini hesaplamak için Binary Maker ışık eğrisi analiz programı kullanılmıştır.

WD-2003 programında degen çift sistemlerin fiziksel özelliklerine uygun olan mod (MOD 3) kullanılmıştır. Analiz esnasında q ve T_1 parametreleri sabit tutularak, Ω , i , T_2 parametreleri serbest bırakılmıştır. Yapılan ardışık denemeler sonucu en küçük fark kare toplamını ($\Sigma(O-C)^2$) veren parametreler ile en iyi çözüme ulaşılmıştır.

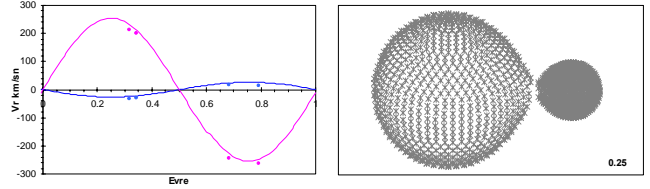
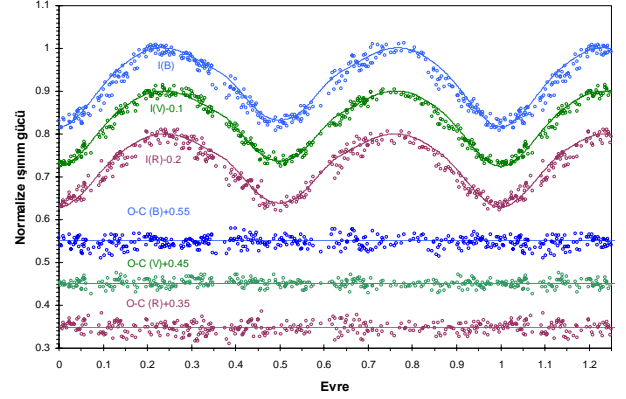
DN Boo ve FT UMa'ya ait B, V, R bantlarındaki gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri, bunların arasındaki farklar ve 3 boyutlu geometrik model sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2 de verilmiştir. Sistemlere ait fiziksel parametrelerin çözüm sonuçları ise sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 1: DN Boo'nun parametreleri

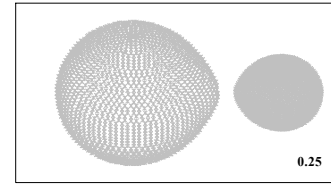
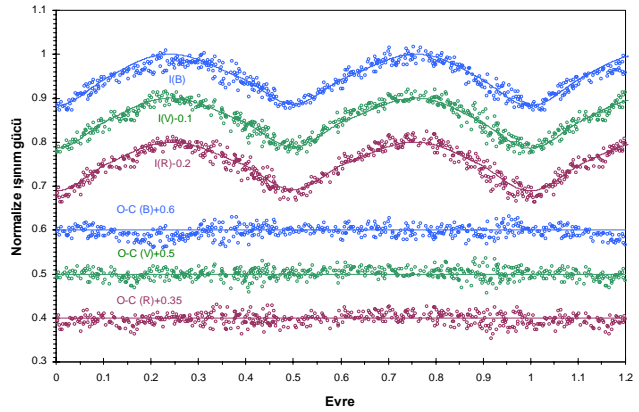
Nicelik	Değer
$q = m_2/m_1$	0.104
T_1	5847
$g_1 = g_2$	0.32
$A_1 = A_2$	0.5
T_2	5725±26
i	67.08±0.587
$\Omega_{1,2}$	1.961±0.006
f	0.152
$L_1/L_{1,2}[B;V;R]$	0.663; 0.672 0.667
$a(R_\odot)$	2.696
$R_1;R_2(R_\odot)$	1.57;0.57
$M_1;M_2(M_\odot)$	1.194;0.124

Çizelge 2: FT UMa'nın parametreleri

Nicelik	Değer
$q = m_2/m_1$	0.25
T_1	7250
$g_1 = g_2$	0.32
$A_1 = A_2$	0.5
T_2	7033
i	54.484
$\Omega_{1,2}$	2.3858
$L_1/L_{1,2}[B;V;R]$	0.861;0.820;0.791



Şekil 1: Üst panelde; DN Boo'nun B,V,R bantlarındaki gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar, sol alt panelde; DN Boo'nun dikine hız eğrisi, sağ alt panelde DN Boo'nun 0.25 evresindeki üç boyutlu geometrik modeli



Şekil 2: Üst panelde; FT UMa'nın B,V,R bantlarındaki gözlemsel ve kuramsal ışık eğrileri ve modelden olan artıklar, alt panelde FT UMa'nın 0.25 evresindeki üç boyutlu geometrik modeli

4. SONUÇ

Bu çalışmada örten değişen çift yıldız olabileceği gösterilen DN Boo ve FT UMa sistemlerinin ışık eğrisi analizi yapılarak sistemlerin temel fiziksel parametreleri elde edilmiştir. Özellikle DN Boo çift sisteminin dikine hız eğrisi özel görüşmeler ile elde edilerek, sistemin bir çift yıldız sistemi olduğu kesinleştirilmiştir. Elde edilen dikine hız eğrisi yardımıyla sistemin mutlak parametreleri de elde edilmiştir. Bu bilgi literatürde ilk defa verilmektedir. FT UMa sistemi için de ileride elde edilecek tayfsal gözlemlerle, sistemin doğası daha net bir şekilde ortaya konabilecektir.

Referanslar

- ESA. 1997. The Hipparcos and Tycho Catalogues. ESA SP-1200
 Gray, R. O. and Corbally, C. J. 1994. The calibration of MK spectral classes using spectral synthesis. I: The effective temperature calibration of dwarf stars. *Astronomical Journal*, 107, 742-746.
 Kurucz, R. L. 1993. New Atmospheres for Modelling Binaries and Disks, in E., F., Milone (ed.), *Light Curve Modelin of Eclipsing Binary Stars*. Springer, s:93-102,New York.
 Lucy, L. B. 1967. Gravity-Darkening for Stars with Convective Envelopes. *Zeitschr. F. Astrophys*, 65, 89.
 Nelson, B. Özel Görüşme-2006
 Özavcı, I. 2005. Hipparcos Kataloğu'nda Yanlış Kodlanmış Olas Çift Yıldızların Ayıklanması, Yüksek Lisans Tezi-AÜ. Fen Bil. Enst.
 Rucinski, S., M. 1969. The Proximity Effects in Close Binary Systems. II. The Bolometric Reflection Effect for Stars with Deep Convective Envelopes. *Acta Astronomica*, 19, 245.
 van Hamme, W. 1993. New limb-darkening coefficients for modeling binary star light curves. *Astronomical Journal*, 106, 2096-2117.
 Wilson, R.E. and Devinney, E.J. 1971. Realization of Accurate Close-Binary LightCurves Application to MR Cygni. *Astronomical Journal*, 166, 605.