

## TYC 1761-1246-1 SİSTEMİNİN İLK IŞIK VE DİKİNE HIZ EĞRİSİ ANALİZİ

S. Hande GÜRSOYTRAK<sup>1</sup>, Gökhan GÖKAY<sup>2</sup>, Zahide TERZİOĞLU<sup>3</sup>,  
Birol GÜROL<sup>4</sup>, ve Abdullah OKAN<sup>5</sup>

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri,  
Beşevler, 06100 Ankara,

Tel:312.2126720/1319, e-posta:

[Hande.Gursoytrak@science.ankara.edu.tr](mailto:Hande.Gursoytrak@science.ankara.edu.tr)

<sup>2</sup> Tel:312.2126720/1350, e-posta: [ggokay@science.ankara.edu.tr](mailto:ggokay@science.ankara.edu.tr)

<sup>3</sup> Tel:312.2126720/1319, e-posta: [terzioğlu@science.ankara.edu.tr](mailto:terzioğlu@science.ankara.edu.tr)

<sup>4</sup> Tel:312.2126720/1313, e-posta: [gurol@science.ankara.edu.tr](mailto:gurol@science.ankara.edu.tr)

<sup>5</sup> Tel:312.2126720/1271, e-posta: [okan@astro1.science.ankara.edu.tr](mailto:okan@astro1.science.ankara.edu.tr)

### Özet

Kısa dönemli W UMa türü bir örten değişen sistem olan TYC 1761-1246-1'in BVRI bantlarındaki yeni ışık eğrileri ve dikine hız eğrisi analizinden sisteme ilişkin ilk fiziksel ve geometrik parametreler elde edilmiştir. Sistemin fotometrik gözlemleri Ankara Üniversitesi Gözlemevi (AUG)'nde, 5 ve 28 Eylül 2009 ile 14 Temmuz 2010 tarihinde T40 teleskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tayfsal gözlemler ise TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde bulunan RTT150 teleskobuna bağlı TFOSC tayfçekerisiyle 9+11 no'lu optik ağ kullanılarak 18-24 Aralık 2007 tarihleri arasında elde edilmiştir. Bu çalışmada sistemin AUG'de gerçekleştirilen gözlemlerinden elde edilen yeni ışık elemanları verilmiştir. Sistemin ışık ve dikine hız eğrisinin beraberce analizi sonucunda elde edilen fiziksel ve geometrik parametreleri çalışmada yer almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** çift yıldız, TYC 1761-1246-1, ışık eğrisi, dikine hız eğrisi, geometrik ve fiziksel parametreler

### 1.Giriş

TYC 1761-1246-1 sistemi, literatürde hakkında çok fazla bilgi bulunmayan örten değişen bir sistemdir. Sisteme ASAS (All Sky Automated Survey) projesi kapsamında verilen isim; ASAS021209+2708.3 şeklindedir.

Sistemin ışık eğrisinde dikkat çeken eşit derinlikli minimumlara bakılarak TYC 1761-1246-1'in, W UMa türü bir sistem olabileceği düşünülmektedir. Sisteme ilişkin bilinen parametreler Çizelge 1'de verilmiştir. Bunun yanı sıra sistem, SuperWASP projesi kapsamında ışık eğrisi elde edilen ve aynı zamanda ROSAT x ışın kaynağı olarak da bilinen 428 periyodik değişen sistemden biridir. Sistem, ROSAT kataloğunda 1RXS J021208.9+270817 şeklinde isimlendirilmiştir. SWASP projesi kapsamındaki isimlendirmesi de; 1SWASP J01208.77+270818.2 şeklindedir.

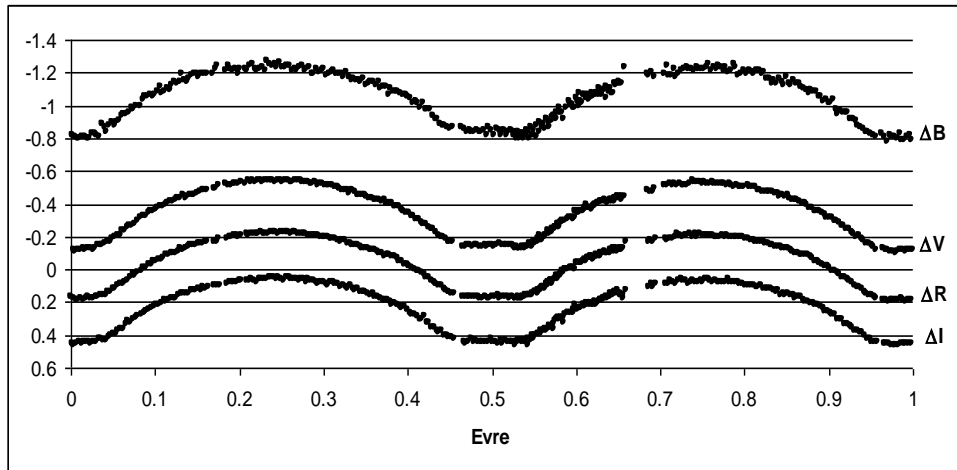
Çizelge 1 TYC 1761-1246-1 sisteminin bilinen parametreleri (Simbad veritabanı)

Parametre	Değer
$\alpha$	02 <sup>sa</sup> 12 <sup>dk</sup> 08. <sup>sn</sup> 77
$\delta$	27° 08' 18." 2
P	0.318197 gün
m <sub>B</sub>	10. <sup>m</sup> 56
m <sub>V</sub>	10. <sup>m</sup> 02
m <sub>R</sub>	9. <sup>m</sup> 73

## 2.Gözlemler

### 2.1 Fotometrik Gözlemler:

TYC 1761-1246-1 sistemi, Ankara Üniversitesi Gözlemevi (AÜG)'nde bulunan 40 cm'lik Kreiken Teleskobu'na bağlı Apogee ALTA U47 CCD'si kullanılarak 5-28 Eylül ve 8 Kasım 2009 tarihlerinde B, V, R ve I filtrelerinde gözlenmiştir. Ancak yalnızca 28 Eylül 2009 tarihinde tam bir ışık eğrisi elde edilmiş diğer gecelerin gözlem verilerinden sadece minimum zamanları elde edilebilmiştir. Diferansiyel fotometri uygulanırken mukayese yıldızı olarak V bandı parlaklığı 10.<sup>m</sup>18 olan BD+26 369 ( $\alpha=02^{\text{sa}} 12^{\text{d}} 11^{\text{sn}}.18$ ,  $\delta=+27^{\circ}10'19''.82$ ) yıldızı kullanılmış ve indirgemeler sırasında farklı denet yıldızları seçilerek sistematik bir değişime sahip olup olmadığı incelenmiştir. Diferansiyel parlaklık değerleri, sistemin ve mukayese yıldızının da bulunduğu her bir fotometrik görüntü için, IRAF programı yardımıyla; bias, dark ve flat düzeltmesi yapıldıktan sonra açıklık fotometrisi yöntemi kullanılarak elde edilen parlaklık değerlerinin farkları alınarak hesaplanmıştır. Şekil 1'de TYC 1761-1246-1 sisteminin 28 Eylül 2009 tarihinde, 4 farklı filtre kullanılarak elde edilmiş ışık eğrileri görülmektedir.



Şekil 1. TYC 1761-1246-1 sisteminin AÜG'de 28 Eylül 2009 tarihinde alınmış fotometrik verilerinden elde edilen B, V, R, I bandı ışık eğrileri.

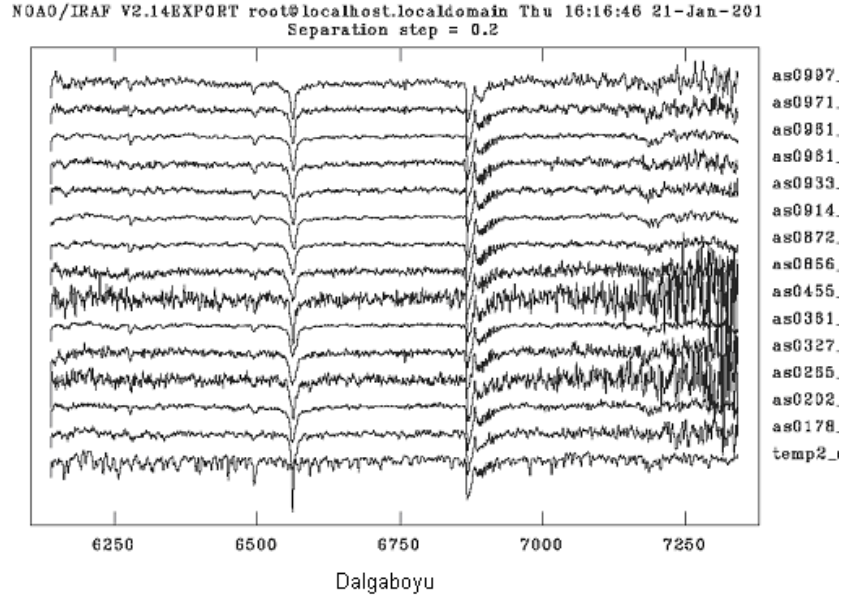
Şekil 1'deki ışık eğrileri dikkatle incelendiğinde 0.25 evresine karşılık gelen 1. maksimum ile 0.75 evresine karşılık gelen 2. maksimum seviyeleri arasında bir fark olduğu ve 2. maksimumun, 1. maksimuma göre daha altta kaldığı dikkat çekmektedir. Bu durum bileşenlerden biri üzerinde leke bulunabileceği şüphesini uyandırmıştır. 5 ile 28 Eylül ve 8 Kasım 2009 tarihlerinde gerçekleştirilen fotometrik gözlemlerden sisteme ilişkin 4 farklı minimum zamanı Kwee van Woerden Yöntemi kullanılarak elde edilmiştir ve bulunan yeni minimum değerleri, literatürde verilen minimum zamanı ve dönem değerleri ile birlikte kullanılarak sistemin yeni ışık elemanları belirlenmiştir. Buna göre yeni hesaplanan ışık elemanları;

$$\text{Min I (HJD)} = 2455080.516 + 0.^\circ 3182x \text{ E}$$

şeklindedir.

## 2.2 Tayfsal Gözlemler:

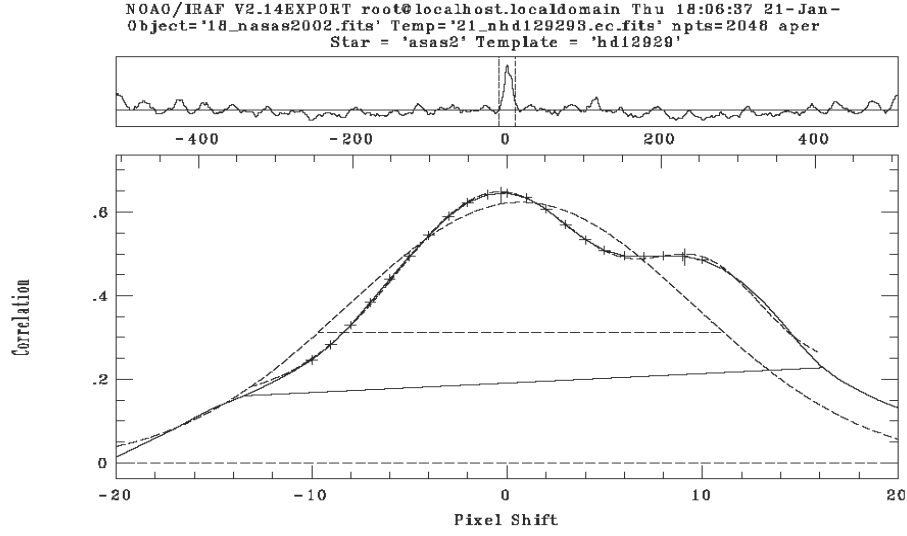
Sistemin tayfsal gözlemleri, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nde 18-24 Aralık 2007 tarihlerinde 6 farklı gecede, 1.5 metre çaplı RTT 150 teleskobuyla beraber kullanılan TFOSC (TUG Faint Object Spectrograph and Camera) tayfçekeri ile alınmış verilerden oluşmaktadır. TFOSC'a bağlı 9+11 numaralı optik ağ (grism) ile alınan verilerin çözünürlüğü ~5000 civarındadır. Sisteme ilişkin 15 ayrı tayfsal gözlem verisi elde edilmiştir. Tayf verilerinden 1 tanesi 300 saniye, 11 tanesi 600 saniye, 1 tanesi 900 saniye ve geri kalan 2 tanesi de 1200 saniye poz süresi verilerek elde edilmiştir. Veri setinde TYC 1761-1246-1 sistemi dışında bir de HD12929 ( $\alpha=02^{\text{sa}} 07^{\text{d}} 10^{\text{sn}}.41$ ,  $\delta=+23^{\circ}27'44''.72$ ) yıldızına ait tek bir tayf verisi bulunmaktadır. HD12929 yıldızı, V bandında  $2^{\text{m}}$  parlaklığa sahip bir hız standart yıldızdır ve TYC 1761-1246-1 sisteminine ilişkin dikine hız hesaplamaları için bu standart yıldızın tayfsal gözlemi kullanılmıştır. TYC 1761-1246-1 ve HD12929 yıldızlarına ait ham veriler öncelikle IRAF programı yardımıyla incelendikten sonra, görüntü başlıklarında eksik olan bilgiler eklenmiş ve ardından tayfsal veriler üzerinde bias düzeltmesi yapılmıştır. RTT 150 teleskobuna bağlı Fairchild 447 CCD'si sıvı azotla soğutulduğundan ve bu CCD ile alınan dark görüntüleri zamana bağlı olarak doğrusal değişim göstermediğinden dark düzeltmesine ihtiyaç duyulmamıştır. Ardından flat verileri normalize edilip tüm yıldız tayfları, normalize flat verilerine bölünerek flat düzeltmesi işlemi de gerçekleştirilmiştir. Böylelikle ön indirgeme işlemi tamamlandıktan sonra tayflar çıkarılarak tek boyutlu hale getirilmiş ve ardından FeAr lamba tayfları yardımıyla dalgaboyu kalibrasyonu uygulanmıştır. Dalgaboyu kalibrasyonu yapılmış tayflara HJD düzeltmesi uygulanarak verilerin Güneş merkezine indirgenmesi sağlanmıştır. Son olarak tayfsal veriler süreklilik seviyesine normalize edilmiştir. Tüm bu işlemlerin gerçekleştirilmesi için IRAF programı kullanılmıştır. Şekil 2'de  $\lambda\lambda 6200-7300 \text{ \AA}$  aralığında, TYC 1761-1246-1 sisteminin farklı evrelere karşılık gelen tayfları ile HD12929 standart yıldızına ait tayf görülmektedir.



Şekil 2. Hız standart yıldızı HD12929'un normalize tayfı ile TYC 1761-1246-1 sisteminin farklı evrelerde normalize tayfları-3. basamak

### 3. Dikine Hız Eğrisinin Elde Edilmesi:

Bu aşamadan sonra süreklilik seviyesine normalize edilmiş tayflardan dikine hız değerlerinin belirlenmesi işlemine geçilmiştir. Dikine hız ölçümleri, tamamı eşel tayflarından oluşan veri seti için, her bir tayfın, her bir basamağındaki farklı elementlere ait çizgilerden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. 4. basamakta bulunan 5895.92Å ve 5889.95Å daki Na D çizgileri ile 6563 Å daki H $\alpha$  çizgisi, 7. basamakta bulunan 5172.70 Å ve 5183.62 Å daki Mg I çizgileri ve 4861 Å daki H $\beta$  çizgisi, 10. ve 11. basamaklarda yer alan 3968.47 Å daki Ca H ve 3933.68 Å daki Ca K çizgileri gibi her bir basamaktaki uygun çizgilerden yararlanılmıştır. Ele alınan bir tayf verisi için tüm basamaklardaki farklı elemnetlerden ölçülen farklı dikine hız değerlerinin ortalaması alınarak ilgili tayf için tek bir dikine hız değeri belirlenmiştir. Bu işlemler için de yine IRAF'ta bulunan *fxcor* paketi yardımıyla çapraz korelasyon fonksiyonu yöntemi kullanılmıştır. Şekil 3'de *fxcor* yardımıyla gerçekleştirilen bir çapraz korelasyon fiti gösterilmektedir.

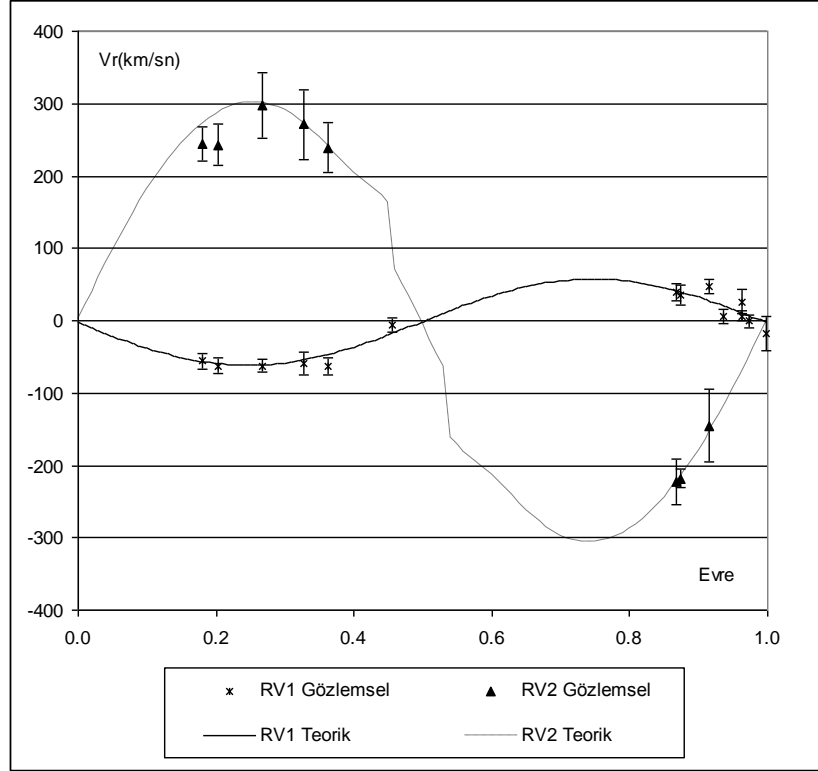


Şekil 3. TYC 1761-1246-1 sistemine ilişkin tayf üzerinde çapraz korelasyon fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilen fit

Çapraz korelasyon fonksiyonu kullanılarak TYC 1761-1246-1 sistemine ilişkin elde edilen dikine hız değerleri ve dikine hız eğrisi Çizelge ??'de ve Şekil ??'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. TYC 1761-1246-1 sisteminin bileşenlerinin Çapraz Korelasyon Fonksiyonu ile elde edilmiş dikine hız değerleri

HJD	Evre	RV <sub>1</sub> (km/s)		RV <sub>2</sub> (km/s)	
		Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma
2454456.2647	0.1795	-56.0	11.5	244.4	24.2
2454458.1817	0.2038	-62.2	11.6	243.1	28.0
2454456.2924	0.2664	-62.6	8.7	297.6	46.0
2454458.2212	0.3281	-59.5	16.2	271.2	47.8
2454456.3228	0.3621	-63.5	11.7	239.3	34.7
2454456.3528	0.4563	-6.2	9.3		
2454459.3475	0.8676	39.8	11.8	-222.3	31.9
2454456.1673	0.8733	35.1	13.3	-218.5	13.0
2454453.3168	0.9153	48.4	9.3	-144.8	49.3
2454454.2776	0.9348	5.8	9.6		
2454453.3317	0.9621	6.8	6.9		
2454456.1957	0.9625	26.0	16.8		
2454454.2898	0.9729	-0.5	9.1		
2454454.2979	0.9984	-17.5	23.6		



Şekil 4. TYC 1761-1246-1 sistemi için elde edilen gözlemsel ve teorik dikine hız eğrisi

15 adet tayfsal veriden 1 tanesi dikine hız ölçümü için uygun kalitede olmadığından dikkate alınmamıştır. Aynı zamanda bir yüksek lisans tezinin parçası olan bu çalışmada, kullanılan tayfsal veriler dikine hız eğrisi elde etmek amacıyla alınmamışlardır. Gerek uygun gözlem zamanlarının alınmaması, gerek hava şartlarının elverişsizliğinden ötürü tez çalışması, elde varolan verilerden dikine hız eğrisi elde edilerek tamamlanmıştır. Dolayısıyla; Çizelge 2 ve Şekil 4'e bakıldığında 14 adet dikine hız değerinin tüm evre aralığı boyunca uygun şekilde dağılmadığı ve özellikle 0.75 evresi olarak bilinen ikinci maksimum civarında hiç veriye rastlanmadığı dikkat çekmektedir. Oysa W UMA türü bir sistemde, 0.25 ve 0.75 evrelerine karşılık gelen 1. ve 2. maksimumlarda, bileşenler yan yana olduklarından her iki bileşene ait dikine hız değerlerini saptamak mümkündür. Bu sebeple mümkünse tüm evre aralığına dağılmış ve özellikle maksimumda çok sayıda nokta içeren tayfsal gözlemlerin varlığı dikine hız çalışmaları açısından çok önemlidir. Bunun dışında mevcut tayfsal verilerle ilgili en büyük eksiklerden biri de her bir gözlem gününde uygun aralıklarla alınmış hız standart yıldız gözlemlerinin bulunmamasıdır. Maalesef yalnızca 21 Aralık 2007 gecesi alınmış HD12929 yıldızına ait tayfsal veri, tüm gecelerde alınmış TYC 1761-1246-1 tayfları için, dikine hız ölçümünde standart yıldız olarak kullanılmak zorunda kalmıştır.

#### 4. Işık ve Dikine Hız Eğrilerinin Çözümü

Sistemin ışık eğrisi analizi Wilson-Devinney (WD) kodlarını kullanan Phoebe 0.29d arayüzü ile gerçekleştirilmiştir.

Baş bileşenin sıcaklığı 6100 K olarak alınmıştır. Kenar kararma katsayıları, Phoebe programı tarafından Van Hamme[?] tablolarından alınmaktadır. Çekim kararma üsleri  $g_{1,2}=0.32$  Lucy 1967 [?] (konvektif atmosferler), yansıma katsayıları  $A_{1,2}=0.5$  Rucinski[?] (konvektif atmosferler) olarak alındı. Analiz sırasında dairesel yörünge

( $e=0$ ) ve senkronize dönme ( $F_{1,2}=1$ ) varsayılmıştır. Kütle oranı taraması için WD'de Mod-3'e karşılık gelen "Overcontact binary not in thermal contact" mod seçildi. Sistemin ışık eğrisindeki asimetrik yapıyı leke ile modelleyebilmek için, sisteme ait başlangıç parametreleri elde edilerek, ışık eğrisinde asimetrik yapıyı en iyi temsil eden leke modeli gerçekleştirildi.

Çizelge 3. Işık ve dikine hız eğrisi analizine ilişkin parametre ve sonuçlar

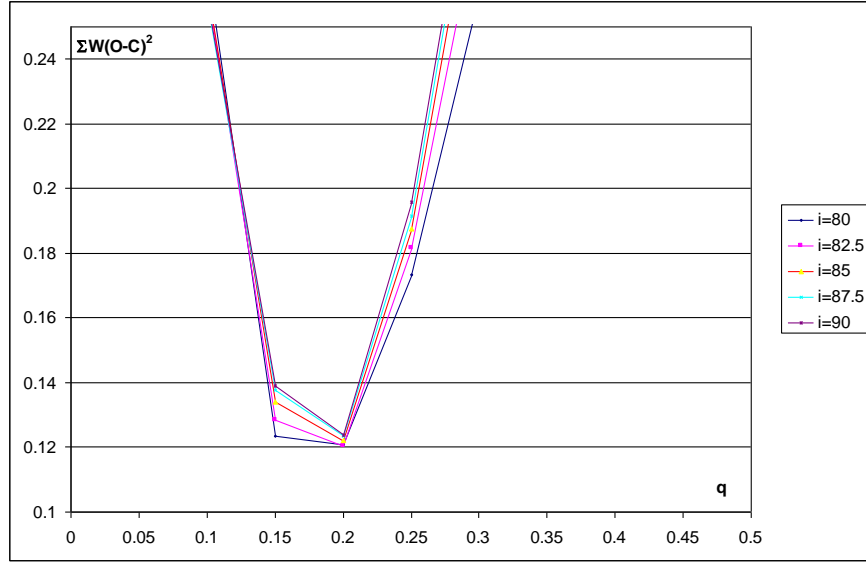
Parametreler	BVRI	Parametreler	BVRI
$T_1$ °K	6100	$r_1$ (pole)	0.5
$A_1=A_2$	0.5	$r_1$ (side)	0.549
$F1=F2$	1	$r_1$ (back)	0.575
$g_1=g_2$	0.32	$r_2$ (pole)	0.243
$q$	0.193	$r_2$ (side)	0.255
$i$	82.5	$r_2$ (back)	0.3
$T_2$ °K	6240	$\Sigma(O-C)^2$	0.12 (B)
$\Omega_1=\Omega_2$	2.172	$\Sigma(O-C)^2$	0.0237 (V)
$L_{1B}/(L_1+L_2)$	0.79003	$\Sigma(O-C)^2$	0.0169 (R)
$L_{2B}/(L_1+L_2)$	0.20997	$\Sigma(O-C)^2$	0.0226 (I)
$L_{1V}/(L_1+L_2)$	0.79301	Enlem(rad)	1.43
$L_{2V}/(L_1+L_2)$	0.20699	Boylam(rad)	3.89
$L_{1R}/(L_1+L_2)$	0.79638	Yarıçap(rad)	0.27
$L_{2R}/(L_1+L_2)$	0.20362	Sıcaklık Faktörü	0.53
$L_{1I}/(L_1+L_2)$	0.79872		
$L_{2I}/(L_1+L_2)$	0.20128		

Çizelge 4. TYC 1761-1246-1 sistemine ilişkin mutlak parametreler

Parametre	Değer
$M_1 (M_{\odot})$	1.427
$M_2 (M_{\odot})$	0.276
$R_1 (R_{\odot})$	1.27
$R_2 (R_{\odot})$	0.62
$M_{bol1}$	4.04
$M_{bol2}$	5.47
Log $g_1$	4.39
Log $g_2$	4.29

TYC 1761-1246-1 sistemine ait ışık eğrisi kullanılarak Wilson- Devinney programında sistemin yörünge eğim açısı;  $i$ 'ye bağlı olarak kütle oranı;  $q$ 'nun nasıl değiştiğini görmek için sisteme ilişkin  $i$ - $q$  taraması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.6'da verilmiştir. Taramanın sonucunda  $q=0.15$  ve  $q=0.2$  değerlerinin araştırılması gerektiği anlaşılmıştır.  $q=0.2$  değeri dikine hız eğrisinden elde edilen tayfsal kütle oranı  $q=0.193$  değeri ile de uyum göstermektedir. Bu kütle oranı değerine karşılık  $i$ - $q$  taramasından, sistemin yörünge eğim açısının  $i \cong 82.^\circ 5$  olması beklenmektedir (Şekil 5).





Şekil 5. TYC 1761-1246-1 sistemi için gerçekleştirilen i-q (yörünge eğim açısı-kütle oranı) taraması

## 5. Sonuç

Bu çalışmada; TYC 1761-1246-1 sisteminin AÜG'de gerçekleştirilen fotometrik gözlemlerinden yeni minimum zamanları elde edilmiş ve literatürde yer alan bilgilerden yararlanılarak yeni ışık elemanları hesaplanmıştır. Literatürde TYC1761-1246-1 sisteminin dikine hız eğrisi yer almamaktadır. Dolayısıyla bir yüksek lisans tezinin (Gürsoytrak 2010) parçası olan bu çalışmada da sisteme ilişkin elde edilen ilk dikine hız eğrisi verilmiştir.

AÜG gözlemlerinden elde edilen ışık eğrisi ile TUG'da elde edilen dikine hız eğrisi beraberce çözülerek sistemin mutlak parametreleri elde edilmiştir. Buna göre sistem 0.193 kütle oranına sahip A türü bir W UMa'dır.

Çalışmada kullanılan tayfsal veriler tüm evre aralığına dağılmamaktadır, özellikle atmosferik ve aletsel etkilerin ortadan kaldırılmasında etkili olan hız standart yıldız gözlemleri oldukça yetersizdir. Bu yüzden, daha güvenilir sonuçlar için sistemin daha duyarlı ve sistem tayflarına yakın zamanlarda ve yeterli sıklıkta alınmış hız standart yıldız tayflarını da içeren verilerinin analiz edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sistemin ışık eğrilerinde rastlanan bazı kararsız yapıların leke etkinliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer özelliklere AH Cnc yıldızına ait çalışmada (Zhang vd. 2005) da rastlanmaktadır.

Işık eğrilerindeki kararsız yapının tam olarak aydınlatılabilmesi için sistemin uzun dönemli gözlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

## Kaynaklar

Gürsoytrak, S. Hande, 2010, Bazı W Uma Türü Sistemlerinin Dikine Hız Eğrisi Gözlemleri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Kwee, K.K., van Woerden, H., (1956), A method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable, *BAN*, V12, 327.

Norton, A. J., Wheatley, P. J., West, R. G., Haswell, C. A., Street, R. A., Collier Cameron, A., Christian, D. J., Clarkson, W. I., Enoch, B., Gallaway, M., Hellier, C., Horne, K., Irwin, J., Kane, S. R., Lister, T. A., Nicholas, J. P., Parley, N., Pollacco, D., Ryans, R., Skillen, I., Wilson, D. M. 2007. New Periodic Variable Stars Coincident With ROSAT Sources Discovered Using SuperWASP, *A&A*, 467, 785.

Rucinski, S.M. 1973. The W UMa-type Systems as Contact Binaries. I. Two Methods of Geometrical Elements Determination. Degree of Contact. *AcA*, 23, 79.

Rucinski, S.M. 1974. The W UMa-type Systems as Contact Binaries. II. A- and W-type Systems. *AcA*, 24, 119.

Rucinski, S. 1998. Spectral Broadening Functions. *Tr. J. of Physics*, 23, 271.

Simkin, S. M., 1974. Measurements of Velocity Dispersions and Doppler Shifts from Digitized Optical Spectra. *A&A*, 31,129.

Statler, T. S. 1995. Bringing The Cross-Correlation Method Up to Date. *AJ*, 109, 1371.

Tonry, J. & Davis, M., 1979. A Survey of Galaxy Redshifts. I. Data Reduction Techniques. *AJ*, 84, 1511.

Valdes, F. 1990. Radial Velocity Measurements with IDENTIFY.

Valdes, F. 1991. The IRAF Spectroscopy Reduction Packages and Tasks.

Zhang, X. B., Zhang, R. X., Deng, L., 2005, Photometric Study of AH Cancri, a W UMa-Type System in M67, *AJ*, 129, 979