

BG Vul : GÜNEŞ BENZERİ ÇİFT YILDIZIN FOTOMETRİK ÇÖZÜMÜ

Mehmet TANRIVER¹

¹ Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas yolu, 38039, KAYSERİ
e-posta: mtanriver@erciyes.edu.tr

ÖZET:

G2V tayf türünde olan yıldızların fotometrik çözümü üzerinde durulmuştur. The All Sky Automated Survey kataloğunda yer alan güneş benzeri bir yıldızın V bandındaki fotometrik çözümü yapılmıştır. Çözüm sonucunda Güneş değerlerine çok yakın mutlak parametreler elde edilmiştir. Lekesiz çözüm gerçekleştirilerek ışık eğrisi ile en iyi uyum sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yıldızlar, çift yıldızlar, örten çift yıldızlar, Güneş, Güneş benzeri çift yıldızlar,

1. GİRİŞ:

Öncelikle The All Sky Automated Survey kataloğunda Güneş benzeri yıldızlar seçilmiştir. Bunlar arasından 211924+2202.7 ID numaralı yıldız (BG Vul) öncelikle ele alınmıştır. Bu yıldızla ait bilgiler aşağıdaki tablo1 de verilmiştir.

Tablo1. Yıldızla ait bilgiler (The All Sky Automated Survey kataloğu)

| ID | RA (2000) | DEC (2000) | Period [days] | To 2450000+ | V [mag] | V Amp [mag] | Class | |
|---------------------------|--------------|---------------|------------------|----------------|------------|----------------|-------|------|
| 211924+2202.7 (BG Vul) | 21:19:24 | 22:02:42 | 0.403236 | 5071.3537 | 12.275 | 0.607 | EC | |
| J | H | K | V-J | V-H | V-K | J-H | H-K | J-K |
| 11,13 | 10,83 | 10,78 | 1,145 | 1,445 | 1,495 | 0,3 | 0,05 | 0,35 |

211924+2202.7 ID numaralı yıldızın (BG Vul) literatür taraması yapıldığında çok az sayıda katalog çalışmasında yer aldığı görülmüştür ve herhangi bir literatür çalışması yoktur. Sadece minimum zamanlarına ilişkin birkaç makale vardır. Katalogtaki verilere göre yıldız kısa dönemli tutulma gösteren (EC - Eclipsing Binary) bir değişendir. Güneş benzeri yıldızlar The All Sky Automated Survey kataloğunda seçilirken şunlara dikkat edilmiştir. Öncelikle Güneş'e ait U, B, V, R, I, J, H ve K bandlarındaki parlaklıklarına ihtiyaç vardır. Güneşin bu bandlardaki parlaklıklarına ait renkleri önceki çalışmamda (Tanrıver, 2012) elde ettiğim değerler kullanılmıştır (Tablo2.)

Tablo2. Güneşin renkleri / renk ölçekleri (Tanrıver 2012)

| Teff | U-B | B-V | V-R | R-I | I-J | J-H |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5798 | 0,1463 | 0,6457 | 0,4674 | 0,3403 | 0,436 | 0,3196 |
| J-K | V-H | V-I | V-J | I-K | V-K | H-K |
| 0,3777 | 1,4613 | 0,7053 | 1,1413 | 0,8157 | 1,5210 | 0,0572 |

The All Sky Automated Survey kataloğunda herhangi bir ID sahip yıldız için JHK parlaklıkları yanında V-J, V-H, V-K, J-H, H-K ve J-K renk ölçekleri de verilmektedir. Güneşe ait renk ölçekleri ile arasında da V-J, V-K ve J-K renk ölçekleri yer almaktadır. Öncelikle Güneşe ait V-J, V-K ve J-K renk ölçekleri değerlerine yakın yıldızlar The All Sky Automated Survey kataloğunda tarama yapılarak seçilmiştir. Görüldüğü üzere yıldızımıza ait V-J, V-K ve J-K renk ölçekleri değerleri ile Güneşe ait V-J, V-K ve J-K renk ölçekleri değerleri uyum içerisindedir (Tablo3.)

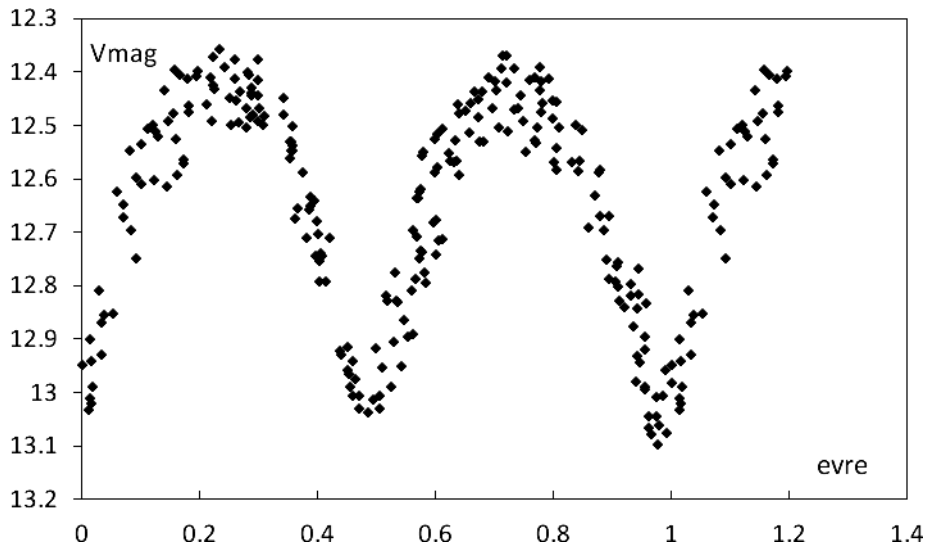
Tablo3. Güneş ve yıldızın renk ölçekleri karşılaştırması

| | V-J | V-H | V-K | J-H | H-K | J-K |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Güneş | 1,1413 | 1,4613 | 1,5210 | 0,3196 | 0,0572 | 0,3777 |
| 211924+2202.7 | 1,145 | 1,445 | 1,495 | 0,3 | 0,05 | 0,35 |

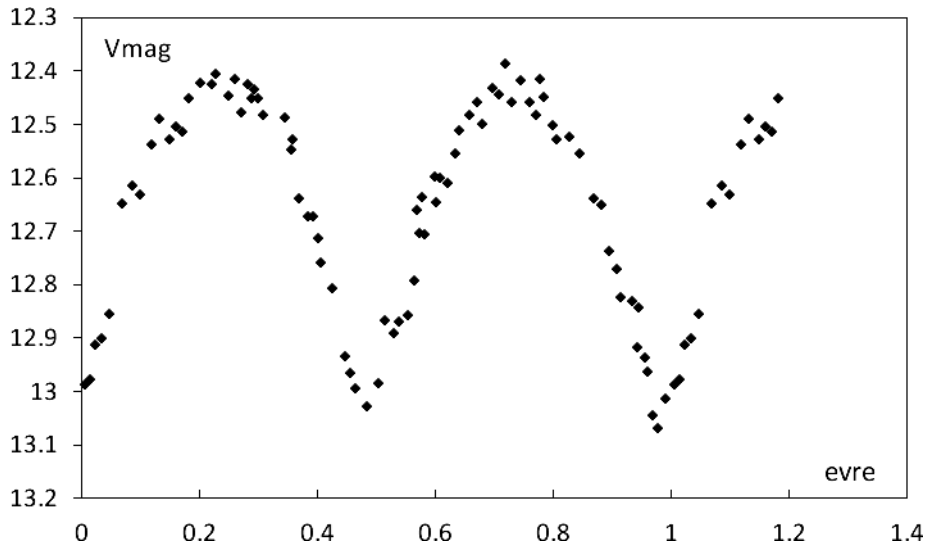
2. GÖZLEMLER VE FOTOMETRİK ÇÖZÜM

The All Sky Automated Survey kataloğunda 211924+2202.7 ID'ye sahip yıldızın (BG Vul) V bandındaki ışık eğrisi alınmıştır. Bu banttaki gözlemsel veriler HJD ye karşılık parlaklık değerleri verileri katalogtan alınmıştır.

Yıldızın To ve P değerleri kullanılarak evre değeri hesaplanmıştır. Evreye göre oluşturulan ışık eğrisi aşağıdaki Şekil1 de verilmiştir.



Şekil1. Yıldızın evreye göre ışık eğrisi (V)



Şekil2. Yıldızın ortalamaevre-parlaklık ışık eğrisi (V)

Daha sonra her 3 noktada bir evre ve parlaklık ortalamaları alınmıştır. Ortalamalara göre oluşturulan ışık eğrisi aşağıdaki Şekil2 de verilmiştir.

Bu ışık eğrisine ait evre ve V parlaklık değerleri fotometrik çözüm yöntemlerinden biri olan Wilson-Devinney tabanlı PHOEBE arayüzü kullanılarak yıldızımızın fotometrik çözümü gerçekleştirilmiştir.

Fotometrik çözüm yapılırken bileşenlerden sıcak bileşen Güneş benzeri yıldız olarak alınmıştır. Diğer bileşen daha soğuk bileşen olarak alınmıştır. Çözüm esnasında öncelikle sıcak bileşen Güneş ile uyumlu olan fiziksel parametreleri sabit tutulmuştur. Bunun için baş yıldızın sıcaklığı, kütlesi ve yarıçapı Güneşin etkin sıcaklığı, kütlesi ve yarıçapına yakın olan 5800 K , $1M_{\odot}$ ve $1R_{\odot}$ alınmıştır ve sabit tutulmuştur. Diğer bileşenin kütlesi ise, baş yıldız ile birlikte oluşturacakları çift yıldız sisteminde genel çekim kanuna uygun olarak dolanma periyodunu ($0,403236$ gün) verecek şekilde bir kütle seçilmiştir. Yoldaş yıldızın kütlesi $0.9M_{\odot}$ olarak alınmıştır. Dolayısıyla kütle oranında $0,9$ olarak alınmıştır. Çözüm sırasında birinci bileşene ait yüzey potansiyeli sabit tutulmuştur. İkinci bileşenin yüzey potansiyeli, değen bir çift sistem için uygun olan potansiyel değer alınmıştır. Birinci ve ikinci bileşene ait yüzey yansıma değerleri 0.5 , çekim kararması değerleride her iki bileşen için 0.32 olarak alınmıştır. Kenar kararma sabitleri için van Hamme (1993) tabloları kullanılmıştır.

Çözüm sırasında yörünge eğim açısı, ikinci bileşenin sıcaklığı, birinci ve ikinci bileşenin yüzey potansiyeli serbest bırakılmıştır. Öncelikle Güneş parametrelerinden uzaklaşmamak kaydı ile serbest parametreler değiştirilmiştir ve en iyi uyum sağlanana kadar tekrarlanmıştır. Böylelikle gözlemsel ışık eğrimiz ile teorik ışık eğrimiz arasında uyum sağlanmıştır. Fotometrik çözüm sonucunda elde edilen parametreler aşağıdaki Tablo4 de verilmiştir.

Tablo4. Çözüm parametreleri

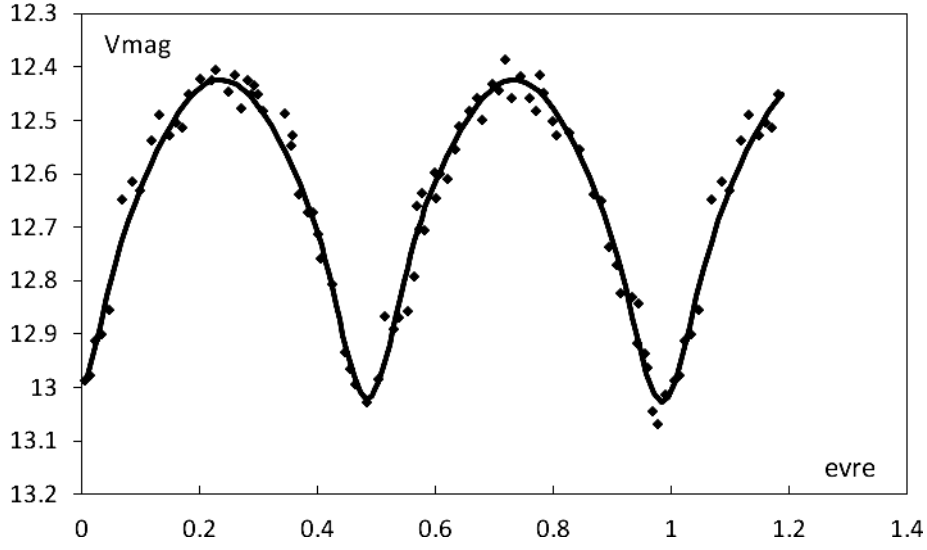
| | | |
|---|-----------------|---------|
| HJD (To) | 2455071,3537 | |
| Periyot (gün) (P) | 0,403236 | |
| Evre kayması (Phase shift) | -0,01629 | |
| Yarı büyük eksen (SMA) | $2,9 R_{\odot}$ | |
| Kütle oranı (q) | 0,8997 | |
| Yörünge eğim açısı (i) | 74,86539 | |
| Yörünge dış merkezliliği (e) | 0,0 | |
| Birinci Yıldızın etkin sıcaklığı (T1) | 5868 K | |
| İkinci Yıldızın etkin sıcaklığı (T2) | 5520 K | |
| Birinci yıldızın yüzey potansiyeli (Ω_1) | 3,43306 | |
| İkinci yıldızın yüzey potansiyeli (Ω_2) | 3,43306 | |
| Birinci yıldızın albedosu (A1) | 0,5 | |
| İkinci yıldızın albedosu (A2) | 0,5 | |
| Birinci yıldızın çekim kararması (G1) | 0,32 | |
| İkinci yıldızın çekim kararması (G2) | 0,32 | |
| Üçüncü cisim ışığı (L3) | 0,0 | |
| Birinci yıldızın kenar kararma sabitleri (X1, Y1) | 0,64693 | 0,21261 |
| İkinci yıldızın kenar kararma sabitleri (X2, Y2) | 0,64491 | 0,21261 |

Bu parametreler ışığında sistemin mutlak parametreleri aşağıdaki tablo5 de verilmiştir.

Tablo5. Mutlak parametreler

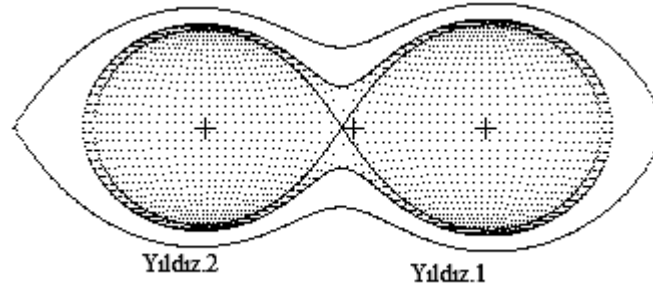
| | | | |
|--------------|----------------------|------------------|--------------------|
| $\Omega(L1)$ | 3,585553 | M_{bol2} | 4,299597 |
| $\Omega(L2)$ | 3,088007 | M_{bol1} | 4,663299 |
| M1 | $1.062726 M_{\odot}$ | $\text{Log}(g)1$ | 4,296357 |
| M2 | $0.956422 M_{\odot}$ | $\text{Log}(g)2$ | 4,289862 |
| R1 | $1.213267 R_{\odot}$ | L1 | $1,5966 L_{\odot}$ |
| R2 | $1.159626 R_{\odot}$ | L2 | $1,1421 L_{\odot}$ |

Bu çözüm parametreleri ışığında teorik ve gözlemsel ışık eğrilerini bir arada veren şekil aşağıda verilmiştir (Şekil3).



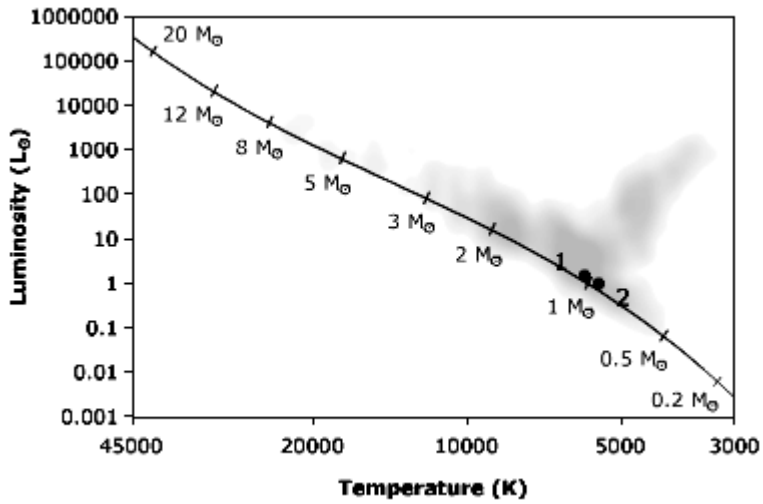
Şekil4. Yıldızın teorik ve gözlemsel ışık eğrisi (V)

Sisteme ilişkin Roche lobları aşağıda Şekil5 da verilmiştir.



Şekil5. Sisteme ilişkin Roche yüzeyleri.

Sistemi oluşturan bileşen yıldızların HR diagramındaki yerleri aşağıdaki Şekil6 de verilmektedir.



Şekil6. Sistem bileşen yıldızlarının HR diagramındaki konumları

3. SONUÇ

The All Sky Automated Survey kataloğunda 211924+2202.7 ID'ye sahip değişen yıldız (BG Vul), tutulma gösteren aşırı değen bir çift yıldız sistemidir. Birinci ve ikinci bileşen yıldız çözüm sonucunda evrimleşmiş, roche lobunu doldurmuş, anakoldan bir yıldız olarak karşımıza çıkmaktadır. HR diagramındaki yerleri ise yukarıdaki şekilde gösterilmektedir. Birinci yıldız çözüm sonucunda tipik Güneş benzeri yıldız olarak karşımıza çıkmaktadır. Mutlak çözüm parametrelerine baktığımızda her iki bileşen yıldıza ait parametreler Güneş değerleri ile oldukça uyum içerisindedir. Bu yıldıza ilişkin daha hassas çözüm yapılabilmesi için tayfsal ve optik gözlemlerinin yapılması gerekmektedir.

4. KAYNAKLAR

- Wilson, R.E., Dewinney, E.J., 1971, Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni, ApJ, 166, 605
- van Hamme, W., 1993, New limb-darkening coefficients for modeling binary star light curves, AJ, 106, 2096.
- Pojmanski, G., 1997, *The All Sky Automated Survey*, Acta Astronomica, **47**, 467
- Paczynski, B., Szczygiel, D., Pilecki, B., Pojmanski, G. 2006, *Eclipsing binaries in the All Sky Automated Survey catalogue* MNRAS, 368, 1311
- Tanrıver, M., 2010, “Güneş Benzeri Çift Yıldızların Fotometrik Çözümü”, Güneş ve Güneş Benzeri Yıldızlar Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi, İstanbul
- Tanrıver, M., 2012, “Güneş ve Güneş benzeri Yıldızların UBVRİ ve infrared renk ölçekleri:ASAS kataloğu”, XVIII. Ulusal Astronomi ve Uzay Bilimleri Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- The University of Nebraska-Lincoln astronomy education, Eclipsing Binary Stars Simulator, <http://astro.unl.edu/naap/ebs/animations/ebs.html>

