

# Alan Taraması ile Bazı Uzun Dönemli Değişen Yıldızların Belirlenmesi

Varol KESKİN ve Ahmet DEVLEN

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

**Özet** Bu çalışmada, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde çalışmakta olan ROTSE-III'de Teleskobu ile yapılmış olan uzun dönemli gözlemlere ait alanlarda bulunan çok sayıda yıldızın taranması için kullanılan yarı-otomatik bir yöntem anlatılmıştır. Bu yöntemle bulunan, bilinen ve yeni bulunan değişen yıldızlara örnekler verilerek, örten çift olanlara uygulanan basit yaklaşımlı bir ışık eğrisi çözümlemesi de anlatılmıştır.

## 1 Giriş

Bu çalışma temel olarak, TUG'da çalışmakta olan ROTSE-III'de teleskobu ile elde edilen gözlemlerin işlenmesi için üretilmiş bir dizi yazılımla ilgilidir. Birbirini tamamlayan yapıdaki bu yazılımlar, bazı değişikliklerle ve belirli koşullar sağlanarak, farklı teleskoplarla elde edilmiş diğer CCD gözlemlerine de uygulanabilir. Çalışmada C Programlama dilinin yanı sıra, kolay kullanım, değişiklikleri hemen uygulayabilme ve çok esnek bir kullanım sunmaları nedeniyle PHP ve BASH script yazılımları kullanılmıştır.

Temel olarak iki grup yazılım kullanılmıştır. İlk grupta ham gözlemlerden zamana bağlı değerler listesi elde eden ve açık kaynak kodlu, FITS formatındaki verileri işleyebilen C programlama dilinde yazılmış bir yazılım kütüphanesi olan CFITSIO yazılımını temel alan bir C yazılımı üretilmiştir. Bu yazılımla, gözlemler okunarak HJD, parlaklık, FWHM, sağaçıklık, dikaçıklık vb. gibi başlıklara sahip her gözlem verisi, metin formatında dosyalara yazılmıştır. Bu yazılımla, IRAF ile indirgenmiş gözlemlerden de bilgi elde edilebilir.

Yazılım ile, ROTSE-III'de gözlemleri elde edildikten sonra sistemin indirgeme sonucu oluşturduğu FITS formatlı COBJ uzantılı dosyalar okunarak bilgi elde edilebilmektedir. Benzer biçimde herhangi bir CCD gözlemi için de aynı yolla zaman bağlı parametre listesi elde edilebilir.

Bu çalışmada, üretilen C yazılımıyla COBJ dosyalarında bulunan tüm veri okunarak, yalnızca burada kullanılacak olanları içeren bilgiler metin formatında .tbl uzantılı dosyalara yazılmıştır.

ROTSE-III'de görüntülerinde yıldızların konsayıları USNO 2.0 kataloğu kullanılarak bir çakıştırma algoritması ile hesaplanmaktadır. Hava koşulları, kenarlarda alan bozulmaları gibi çeşitli nedenlerle, bir yıldızın hesaplanan konsayıları tüm görüntülerde bire bir aynı değerde hesaplanamayacaktır. Bu nedenle de eğer belirli bir yıldızın verileri elde edilmek isteniyorsa, sağaçıklık ve dikaçıklık için

## ÖRNEK YAZILIM ÇIKTISI

```
1437 53371.764899883 53372.270175695 339.924015024833 55.4901833893920 607.399 743.084 0.00494305 3.37698 2 2 050101_uvr2237+5514_3d002_cobj.tbl 0
1405 53376.740619286 53377.245916354 339.924077892247 55.49016669953756 608.696 740.573 0.00477287 2.52455 2 2 050106_uvr2237+5514_3d001_cobj.tbl 0
1426 53376.741048268 53377.246345338 339.923010573980 55.4902033234386 596.301 737.973 0.00467434 2.68333 2 0 050106_uvr2237+5514_3d002_cobj.tbl 1
```

**Yıldız Sıra No - HJD1 - HJD2 - SAĞAÇIKLIK - DİKAÇIKLIK - X - Y**

1437	53371.764899883	53372.270175695	339.924015024833	55.4901833893920	607.399	743.084
1405	53376.740619286	53377.245916354	339.924077892247	55.49016669953756	608.696	740.573
1426	53376.741048268	53377.246345338	339.923010573980	55.4902033234386	596.301	737.973

**M - MERR - FWHM - FLAG1 - FLAG2 - DOSYA ADI - FLAG3**

12.7685	0.00494305	3.37698	2	2	050101_uvr2237+5514_3d002_cobj.tbl	0
12.7842	0.00477287	2.52455	2	2	050106_uvr2237+5514_3d001_cobj.tbl	0
11.3892	0.00467434	2.68333	2	0	050106_uvr2237+5514_3d002_cobj.tbl	1

Şekil 1. Örnek bir yazılım çıktısı.

bir aralık verilmesi ve bu "kare" ya da "dikdörtgen" içinde yıldız aranması daha iyi sonuç vermektedir.

Bu "kare"nin boyutları, gözlenen alanın ne kadar kalabalık olduğuna ve gözlem görüntülerinin ne kadar iyi olduğuna bağlı olarak kullanıcı tarafından seçilmektedir (Tablo 1). Deneme-yanılma yoluyla bir fikir edinilebilir. Büyük verilmesi durumunda alandaki başka yıldızların da bilgileri alınacağı için (Örnek: Şekil 3) bu durumda (parlaklık farkı, standart sapma hesaplaması gibi) ek bir ayıklama işlemi gerekecektir.

Hava koşullarının kötü olması, rüzgar gibi etkenler için, FWHM değerleri bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Buna göre alan için bir ortalama FWHM değeri hesaplanarak, belli bir değer dışında kalanlar "kötü" olarak değerlendirilmekte ve kullanılmamaktadır. Aynı işlem, her bir görüntüde seçilen yıldızın FWHM değerleri için de yapılmaktadır. Ek olarak her bir yıldızın MERR ile belirtilen hatası gözönüne alınmaktadır. Böylece bir derece daha iyi gözlemler kullanılmaktadır. Şekil 1'de örnek bir yazılım çıktısı görülmektedir.

Tablo 2 ve 3'te verilen, ROTSE-III'de indirgemesinde üretilen ve çeşitli özelliklere ait bilgi taşıyan "bayrak"lar, bu çalışmada da ölçüt olarak kullanılmıştır. Bu bayraklardan, uygun olanlar seçilerek tarama işleminde ayıklama yapılmaktadır. Bunların dışında yazılımda, taranan cisim için FWHM ve MERR değerlerine bakılarak satır sonuna kötü ve iyi gözlemler için 1 ya da 0 değeri eklenmektedir. Böylece, bu değere göre tüm veri ya da istenirse "daha temiz" veri kullanılabilir.

**Tablo 1.** ÖRNEK YAZILIM GİRDİSİ

RA	[22 37 46.3]	// SAĞAÇIKLIK ( $\alpha$ )
DEC	[+55 11 41]	// DİKAÇIKLIK ( $\delta$ )
RADIUSRA	[15]	// $\alpha$ aralığı (açı saniyesi)
RADIUSDEC	[15]	// $\delta$ aralığı (açı saniyesi)
START_DATE	[040628]	// BAŞLAMA TARİHİ
END_DATE	[060608]	// BİTİŞ TARİHİ
ROTSE_ID	[uvr2237+5514]	// ALAN TANIMI
OUTPUT_FILE	[V336LAC-C2]	// ÇIKTI DOSYA ADI
OBS_DIR	[/home/varol/ROTSE/V336Lac]	

**Tablo 2.** ROTSE "BAYRAK" LARI (FLAGS)

Bit Değeri	Etiket Adı	Anlamı
1	HOTPIX	Cisim "sıcak" piksel üzerinde
2	USNOCAT	Cisim USNO Kataloğunda var
4	ASTEROID	Cisim asteroide benziyor
8	BADPOS	Konum merkezi ortalamadan çok uzak
16	NOTEMPL	Yeterli cisim tanınamadı
32	PHOTSDEV	RMS düzeltmesi büyük
64	BADIMAGE	Kötü görüntü

**Tablo 3.** Diğer ROTSE "BAYRAK" LARI (FLAGS)

Bit Değeri	Etiket Adı	Anlamı
1	NEIGHBORS	MAG APER ile kullanılmadı.
2	BLENDED	Cisim başka bir cisimle içiçe.
4	SATURATED	Cismin en az bir pikseli doymuş.
8	ATEDGE	Cisim kesilmiş (görüntü kenarına çok yakın).
16	APINCOMPL	Cismin açıklık verisi eksik ya da bozuk.
32	ISINCOMPL	Cismin eşşimim verisi eksik ya da bozuk.
64	DBMEMOVR	Ayrıştırma sırasında bellek taşımı oldu.
128	EXMEMOVR	Çıkarım sırasında bellek taşımı oldu.

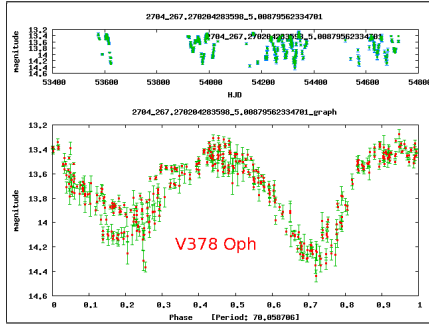
## 2 Verinin İşlenmesi

Bu İkinci bölümde, yukarıda anlatıldığı biçimde elde edilen veri dosyalarını işleyen bir dizi yordam üretilerek amaca göre kullanılmıştır. Bu yordamların kimi istenen ölçütlere sahip veriyi ayıklarken, kimi de bu ayıklanmış veriden grafik üretmek, ya da başlangıç ışık eğrisi çözümlemesi yapmak için yazılmıştır.

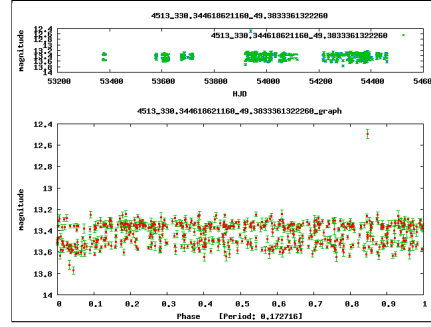
1. **iyi.php** Bu betik, belirli bir konsayı için .tbl dosyalarını tarayarak, her dosyadaki yıldız sayısını bulmaktadır (En çok yıldız, en iyi görüntü yaklaşımı kullanılmıştır). En çok sayıda yıldızın bulunduğu dosyadaki yıldızlara ilişkin veri, genel taramada girdi listesi olarak kullanılmaktadır.
2. **alan.icin.standart.hesapla.php** Bu betik ise, belirli bir konsayı için .tbl dosyalarında FWHM değerlerini tarayarak, ortalama ve standart sapma hesaplayıp yazmaktadır. Bu değerler görüntü kalitesi için kullanılmaktadır.
3. **evre.php** HJD – M – MERR formatındaki dosyayı okuyup bu veriden dönem hesaplamaktadır ve bu dönemi kullanarak EVRE – M – MERR dosyası oluşturmaktadır.
4. **ciz.php** Bu betik (bulunan) her bir çıktı dosyası için gnuplot grafik yazılımına uygun ayar (config) dosyası ve tum\_ciz adlı (BASH) betiği oluşturmaktadır. Bu betik kullanılarak gnuplot çağırılmaktadır ve her bir yıldız için grafik çizilmektedir.
5. **yildiz\_liste\_tara.php** Önceden görüntü üzerinden belirlenmiş, bir liste ile verilen yıldızları taramakta ve verilen bir mukayeseye göre fark almaktadır. Her gözlem için SAĞAÇIKLIK ve DİKAÇIKLIK değerlerinden standart sapma hesabı yaparak, ortalama standart sapmadan çok sapanlara "bayrak" koymaktadır. Sonra da her yıldız için grafik çizmektedir.
6. **alantara.php** .tbl dosyasından satır okuyup tüm gözlem dosyalarında bulunduğu değerleri ayrı dosyaya yazmaktadır. Mukayese yıldızı verildiyse, fark alarak işlem yapmaktadır.

Bu yazılımlardan en kullanışlı olanı, verilen bir konsayı çifti için elde edilmiş gözlemlerin tümünü tarayıp, her yıldız için veri üreten alantara.php adlı yazılımdır. Bu yazılımın yaptığı taramada (varsa) dönem de aranmaktadır. Bunun için Schwarzenberg-Czerny (1989) algoritmasına dayalı olarak yazılmış, oldukça başarılı bir FORTRAN yazılımı kullanılmaktadır (Devor, 2005). Bu çalışmada öncelikli amaç, bir ana dönem belirleyerek özellikle örten değişenleri bulmaktır. O nedenle şimdilik çoklu dönemlere bakılmamıştır.

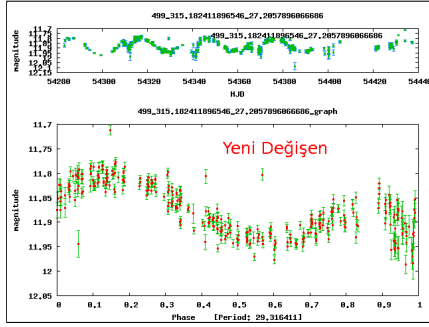
Alan taramasında öncelikle elde bulunan gözlemlerden en iyi olanı bulunarak, buradaki yıldızlar tek tek diğer alanlarda aranmıştır. Her görüntüde bulunan yıldızların verileri metin formatında dosyalara yazılmıştır. Dosya adı olarak, yıldızın satır numarası, derece cinsinden sağaçıklık ve dikaçıklık değerleri kullanılmaktadır. İşleme göre uzantı oluşturulmaktadır. Bu dosyalardan dönem belirlenmiştir. Bu belirlenen dönemlere göre aman göre ve evreye göre iki grafik birlikte çizilmiştir. Şekil 2'den Şekil 15'e kadar, bu çalışmada elde edilmiş bazı örnekler verilmiştir.



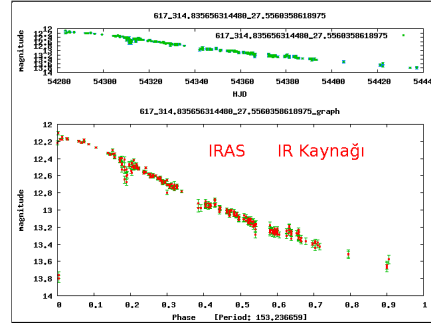
Şekil 2. V378 Oph uzun Dönemli Örtün Çiftinin Işık Eğrisi.



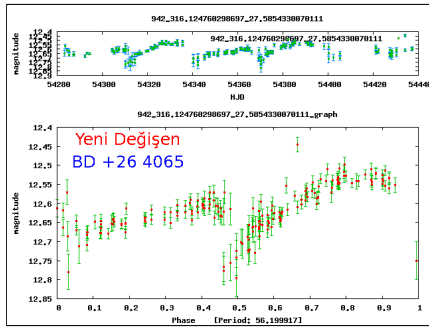
Şekil 3. Konum ve parlaklıkları yakın iki yıldızın taramada birbirine karışan verilerine örnek.



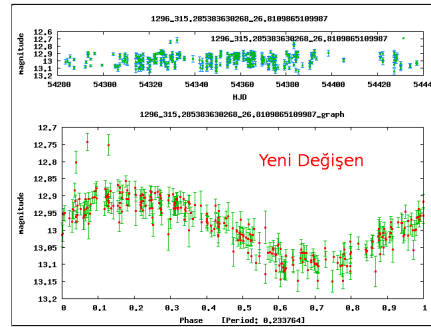
Şekil 4. Yeni belirlenmiş değişenlerin birinin ışık eğrisi.



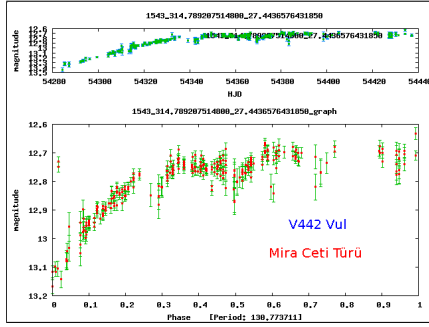
Şekil 5. IRAS kızıltöte kaynağı olarak tanımlı bir değişen.



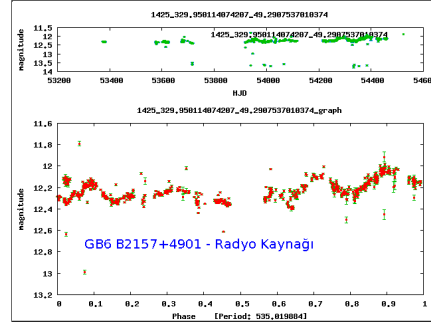
Şekil 6. Yeni belirlenmiş bir değişen yıldız.



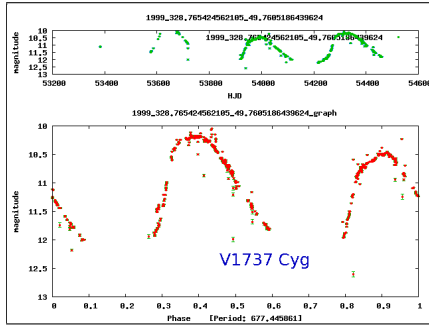
Şekil 7. Yeni belirlenmiş bir değişen yıldız.



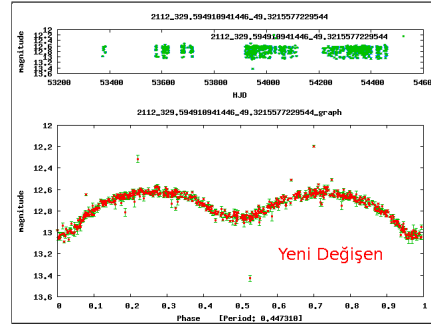
Şekil 8. Mira Ceti türü bir yıldız olan V442 Vul.



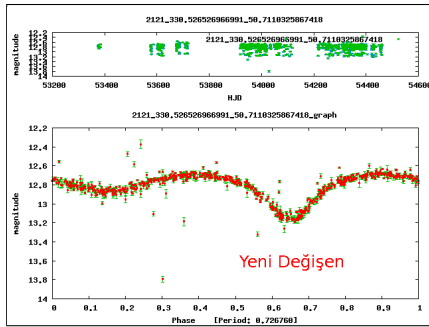
Şekil 9. Radyo kaynağı olarak bilinen GB6 B2157+4901 cisimi.



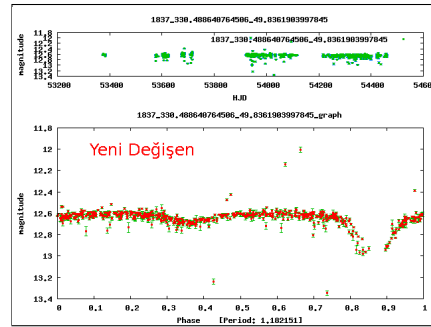
Şekil 10. V1737 Cyg



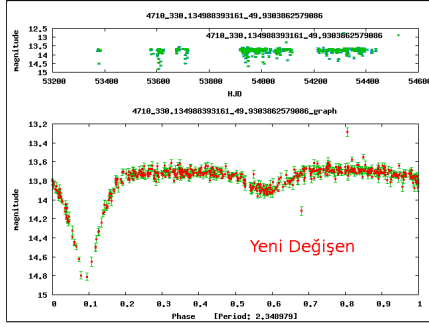
Şekil 11. Yeni belirlenmiş bir değişen yıldız.



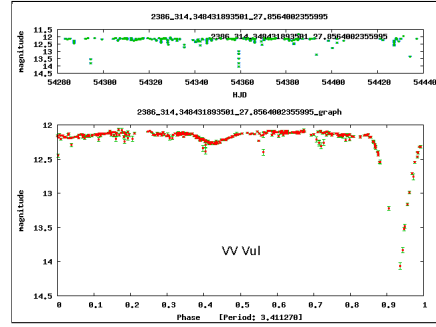
Şekil 12. Yeni belirlenmiş bir örten değişen yıldız.



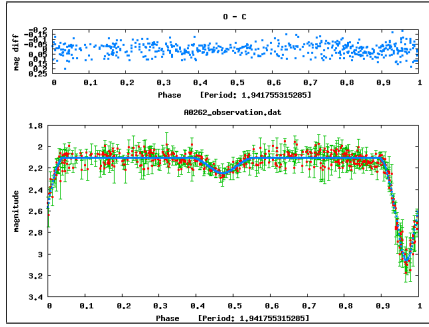
Şekil 13. Yeni belirlenmiş bir örten değişen yıldız.



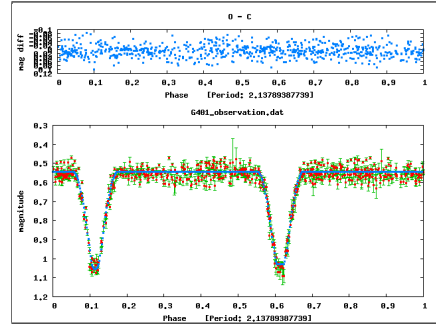
Şekil 14. Yeni belirlenmiş bir örten değişen yıldız.



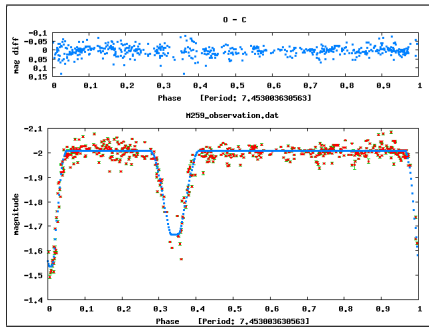
Şekil 15. VV Vul



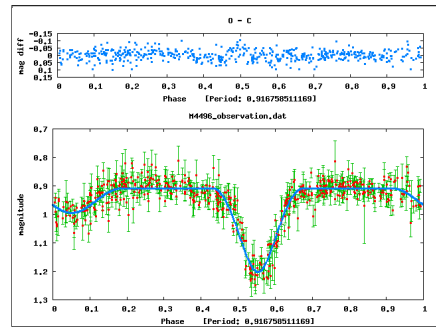
Şekil 16. Yeni bir örten değişen yıldız.



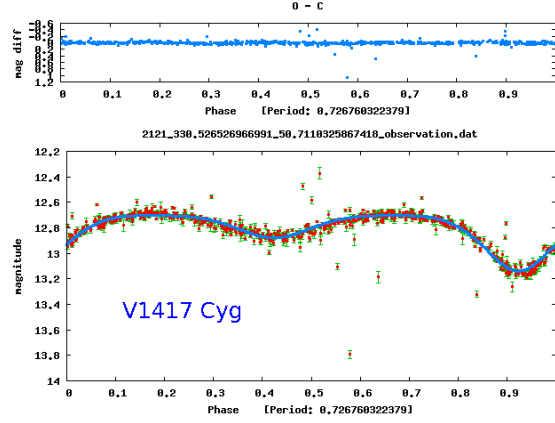
Şekil 17. Yeni bir örten değişen yıldız.



Şekil 18. Basık yörüngeli yeni bir örten değişen yıldız.



Şekil 19. Yeni bir örten değişen yıldız.



Şekil 20. V1417 Cyg.

### 3 Değişen Türü Ayıklama

Bu çalışmada asıl amaç, değişenleri belirledikten sonra, bilinen diğer yazılım ve yöntemleri kullanarak daha iyi sonuç almak olarak belirlenmiştir. OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) taramasında kullanılan yazılımların bazıları, bu amaç için burada kullanılmıştır. Dönem için olan periodS2.c yanında, özellikle ayırık çifler için kullanılan DEBiL (Devor, 2005) adlı yazılım da örten çiftler için başlangıç parametreleri bulmak amacıyla kullanıldı. Bu işlem sonucu, bu çalışmada bulunan bazı yeni örten değişenlerle ilgili çözümlemede elde edilen sonuçlarla hesaplanan kuramsal ışık eğrileri örnek olarak, Şekil 16 - 20'de gözlem verisi üzerine oturtularak verilmiştir. Şekillerde, üstte verilen dağılımlar, gözlem ile kuram arasındaki fark dağılımıdır.

### Kaynaklar

- Claret, A. :2003, A&A, 401, 657.  
Devor, J., 2005, ApJ, 628, 411.  
Schwarzenberg-Czerny, A.: 1989, MNRAS, 241, 153.  
Seager, S. and Mallén-Ornelas, G.: 2002, 201st AAS Meeting, BAAS, 34, 1138.  
Udalski ve ark. Acta Astron., 53, 291.