

# Fark Fotometrisi Yoluyla bir Asteroidin Dönme Dönemini Belirleme

Afşar Kabaş<sup>1</sup>★

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 17100 Çanakkale

## Özet

Bir asteroidin kendi eksenini etrafındaki dönme dönemini biliyor olmak, o asteroidi fotometrik olarak modellemeye ve asteroidle ilgili bazı sınıflandırmalar yapabilmeye olanak tanır. Bu çalışmada, fark fotometrisi yoluyla bir asteroidin dönme dönemini belirlerken, izlenmesi gereken temel ve pratik adımlar sıralanmış, örnek bir uygulamanın sonucu kısaca belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** minor planets, asteroids, general, Güneş Sistemi Astronomisi

## 1 Giriş

Nokta kaynak olarak gözlenen asteroidler, kendi eksenleri etrafında dönerlerken, özellikle düzensiz şekilleri nedeniyle, gözlemciye yansıttıkları ışığı sürekli olarak değişikliğe uğrattırır. Gözlemci, asteroidi o anda dönme eksenini doğrultusundan bakarak gözlemiyorsa, bir ışık eğrisi elde edecektir. Genliği, Güneş-Asteroid-Yer açısına ('solar evre açısı'), dönme eksenini ile bakış doğrultusu arasındaki açıya ('aspect açısı') ve asteroidin basıklık derecesine bağlı olan bu ışık eğrisinin dönemi, asteroidin sinodik dönme dönemidir. Sinodik dönme dönemi, bu çalışmanın da kapsamına giren asteroidler için, yani gökyüzü düzlemindeki göreceli hareketi yavaş ve göreceli olarak kısa dönme dönemli asteroidler için, yıldızlı dönme dönemiyle hemen aynıdır.

Söz konusu asteroide ilişkin çok çeşitli gözlem geometrilerinden elde edilmiş ışık eğrileri eğer elde mevcutsa, dönme döneminin de bilinmesiyle ayrıntısı [Kaasalainen ve Torppa \(2001\)](#) ve [Kaasalainen ve ark. \(2001\)](#)'de açıklanan fotometrik modelleme çalışmasına gidilebilmektedir. Bunun yanında dönme dönemi, asteroidi tanımlamada ve genel bir sınıfa yerleştirmede de rol oynar.

## 2 Dönme Dönemi Belirlemede İzlenebilecek Temel ve Pratik Adımlar

Bu çalışma, bir asteroide ilişkin dönme dönemini fotometri ile belirlemede mümkün olabilecek en pratik yolu sıralı bir şekilde okuyucuya göstermeyi hedeflemiştir. Pratikliği ve yaygın kullanılabilirliği açısından gözlemsel yöntem olarak fark fotometrisi düşünülmüş ve bu nedenle çalışmadaki adımlar görünür hareketleri yavaş ve dönme dönemleri kısa olan asteroidler için verilmiştir:

- Minor Planet Bulletin (MPBu) web adresine<sup>1</sup> gir.
- Güncel MPBu'ü indir ve son sayfalarda yer alan 'Lightcurve Photometry Opportunities' başlığı altındaki listeleri bul.
- Bu listelerde ışık eğrisi güvenilirlik kodu olan  $U$  değerlerine dikkat et.  $U = 2+$ ,  $U = 2$ ,  $U = 2-$ ,  $U = 1+$ ,  $U = 1$  değerlerine sahip asteroidleri belirle (bu asteroidlerin listede verilmiş dönme dönemi değerleri yeterli güvenilirliğe sahip değildir).

- $U \leq 2+$  olan böyle bir asteroid için; en parlak olduğu tarih, o tarihteki parlaklık ve dik açıklık, ışık eğrisi dönemi ve genlik bilgilerini oku. Parlaklığın ve genliğin uygun, dik açıklığın göreceli olarak yüksek ve dönme döneminin tek gecelik gözlemede en az 1 çevrim gösterecek kadar kısa olmasına dikkat et.
- Bu şartlara uyan asteroidi belirledikten sonra, Minor Planet Center (MPC) web adresine<sup>2</sup> gir ve söz konusu asteroidi bu kaynaktan tekrar kontrol et. Genlik, dönem bilgilerini teyit et, notlar ve varsa ek notlar bilgilerini oku (seçilen asteroid için notlar bilgisindeki rakam 1 ya da 2 olmalı).
- Bu aşamadan sonra seçilen asteroidin, referans yıldızları olarak düşünülecek yıldızlarla birlikte, 1 gözlem gecesi boyunca CCD'nin görüş alanı içinde kaldığına emin ol (bu, Guide 7.0 programı<sup>3</sup> ile denetlenebilir).
- MPBu'deki tarih bilgisinden faydalanarak, bu tarihe yakın ardışık iki temiz (meteoroloji öngörülerinden faydalanarak) ve Aysız geceyi gözlem geceleri olarak belirle. Geceleri belirlerken, o gecelerde CCD görüntüsü içerisinde asteroidle birlikte yer alan ve referans olabilecek en az üç yıldız olmasına da dikkat et (bu, Guide 7.0, Guide 8.0<sup>4</sup> ve SIMBAD astronomik veri tabanı<sup>5</sup> yoluyla denetlenebilir).
- Gözlemede uzun bir pozlama gerekiyorsa, iki poz arasına bekleme süresi koymamaya dikkat et ve gerekirse böyle bir durumda  $2 \times 2$  bining ayarında gözle (gözlem, Johnson-Cousins sistemindeki  $V$  ya da  $R$  filtresinde yapılabilir).
- Elde edilen ham veriye standart bias, dark, flat düzeltmesini uygula ve iki denet, bir mukayese yıldızı seçerek asteroid için fotometri yap, ihtiyaç duyulursa 'ensemble' fotometri yapmayı dene (bu işlemler MaxIm DL 5.15<sup>6</sup> gibi programlarla yapılabilmektedir).
- Işık eğrileri elde edildikten sonra, varsa saçılmış olduğu belirgin olan noktaları temizle.
- Ardışık iki geceye ait bu iki ışık eğrisi arasında farklı mukayese kullanımından ileri gelen bir seviye farkı olacak. Işık eğrilerinden biri için maksimum nokta ile minimum nokta ortalamasını belirle ve bu değeri o ışık eğrisinden çıkart, bu

<sup>2</sup> <http://www.minorplanetcenter.net/iau/lists/LightcurveDat.html>

<sup>3</sup> <http://www.projectpluto.com/guide7.htm>

<sup>4</sup> <http://www.projectpluto.com>

<sup>5</sup> <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

<sup>6</sup> <http://www.cyanogen.com/maxim/main.php>

★ akabas@comu.edu.tr

<sup>1</sup> <http://www.minorplanet.info/mpbdownloads.html>

işlemi diğer ışık eğrisi için de benzer şekilde yap. Böylelikle seviye farkı ortadan kalkacak.

- l. Aralarındaki seviye farkı ortadan kaldırılmış ve zaman ekseninde birleştirilmiş ardışık iki geceye ait bu iki ışık eğrisine (her biri en az 1 çevrim gözlenmiş olmalı), Period04<sup>7</sup> (Lenz ve Breger 2005) programında Fourier analizi uygula. Böylelikle ışık eğrilerindeki baskın değişimin dönemini, yani ışık eğrisinin dönemini elde et.
- m. Belirlenen dönemin doğruluğunu ışık eğrilerini evrelendirerek denetle ve bulunan bu dönem değerini varsa literatürdeki değerlerle de karşılaştı.

### 3 Örnek Bir Uygulama

Bir ana kuşak asteroid olan 4332 Milton, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi'nin T-122 teleskopu ve Apogee Alta U42 CCD'si (FOV:  $8.5 \times 8.5$  arcmin<sup>2</sup>) kullanılarak, 09 Ağustos 2012 ve 10 Ağustos 2012 gecelerinde V filtresinde fotometrik olarak gözlenmiştir. Gözlem süresince parlaklığı 13.9 kadir olan asteroid için ilk gece 1 mukayese, 1 denet ve ikinci gece için ise 1 mukayese, 2 denet belirlenmiştir.

Warner ve ark. (2012)'de dönme dönemi ve ışık eğrisi güvenilirlik kodu U sırasıyla, 3.2978 sa ve 2+ olarak verilen bu asteroid için MPC'da kayıtlı herhangi bir bilgi mevcut olmayıp, 'yayınlanmış ışık eğrisi yoktur' bilgisi yer almaktadır. U = 2+ güvenilirlik koduna sahip olan bir asteroidin dönme dönemi, orta genişlikte boşluk ya da boşluklara sahip bir ışık eğrisinden belirlenmiş demektir<sup>1</sup>.

Bu çalışmada yukarıda verilen adımlar sırasıyla uygulanmış ve 4332 Milton için sinodik dönme dönemi  $P = 3.2945 \pm 0.0043$  sa olarak bulunmuştur.

### 4 Sonuç

Burada belirtilen adımlar, bir gözlem gecesi boyunca CCD'nin görüş alanı içerisinde kalabilecek hızda görünür hareketi olan ve dönme dönemi bir geceden kısa olan asteroidler için geçerlidir. Böyle bir asteroid için en az bir dönme dönemini kapsayacak uzunlukta ya bir geceden ya da daha iyisi birkaç komşu geceden elde edilmiş fark fotometrisi verileriyle dönme dönemi elde edilebilir.

CCD'nin görüş alanından geçiş süresine göre daha uzun dönme dönemine sahip asteroidlerin dönme dönemleri belirlenirken çoğunlukla mutlak parlaklık ölçümlerine ihtiyaç duyulur. Güvenilir mutlak parlaklık ölçümlerinin arzu edilen her an uygulanamaması ve bu ölçüm tekniğinin doğası gereği pratik olmaması gibi nedenlerle, bu çalışma fark fotometrisine yönelik hazırlanmıştır.

### Kaynaklar

- Kaasalainen, M., Torppa, J.: Optimization Methods for Asteroid Lightcurve Inversion: I. Shape Determination. *Icarus* **153** (2001) 24–36
- Kaasalainen, M., Torppa, J., Muinonen, K.: Optimization Methods for Asteroid Lightcurve Inversion: II. The Complete Inverse Problem. *Icarus* **153** (2001) 37–51
- Lenz, P., Breger, M.: Period04 User Guide. *CoAst* **146** (2005) 53–136
- Warner, B. D., Harris, A. W., Pravec, P., Durech, J., Benner, L. A. M.: Lightcurve Photometry Opportunities: 2012 July–September. *MPCBu* **39-3** (2012) 195–199

<sup>7</sup> <https://www.univie.ac.at/tops/period04/>

<sup>1</sup> <http://www.minorplanet.info/lightcurvedatabase.html>

### Erişim:

P04-003: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.