

Güneş Sistemi'ndeki Küçük Cisimlerin Manyetik Alanları

Eda Güzel¹*, Serdar Evren¹

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet

Küçük cisimlerin fiziksel ve dinamik özelliklerinin çalışılması güneş sisteminin oluşumunun ve evriminin anlaşılması için önemlidir. Asteroitlerin güneş sistemi içindeki dağılımlarında çekim kuvvetleri dışında çekimsel olmayan Yarkovsky ve YORP kuvvetlerinin de etkisi bulunmaktadır. Güneş'in ısısal etkisiyle oluşan bu kuvvetler asteroitlerin fiziksel, kimyasal ve dinamik yapılarına göre değişik şiddetlerde asteroitleri etkileyerek dönme ve yörünge özelliklerini değiştirmektedir. Fotometrik olarak asteroit aileleri üzerinde yapılan araştırmalar aynı aile üyelerinin ısısal süreçlerle belirli bir dönme eksen yönelimine ve dönme hızına sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda bu çalışmada 69 Hesperia'nın ışık eğrisinden elde edilen dönem analizi sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: minor planets, asteroids, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Güneş Sistemi'ndeki küçük cisimlerin yörünge modelleri ilk asteroidin keşfinden itibaren kütle çekiminin temel olduğu Kepler Yasaları'na dayalı olarak yapılmaktadır. Ancak 1901 yılında bir Rus mühendis güneş ışınlarının da yörüngeye bir etkisi olduğu fikrini ileri sürdü. Bu öneri 2006 yılında bir uydu ile yapılan ölçümlerle kanıtlandı. Dolayısıyla çekimsel olmayan, yalnızca güneş ışınlarının etkisiyle asteroit yörüngelerinde yarı-büyük eksen uzunluklarının değişmesine neden olan etkiye Rus mühendise atfen Yarkovsky Etkisi denir. Benzer şekilde asteroidin güneşle etkileşimi kutup eksen yöneliminin ve dönme hızının da değişmesine neden olur. Bu etkiye de YORP (Yarkovsky, O'Keefe, Radzievsky, Paddack) Etkisi denir.

Yapılan hesaplar Yarkovsky (ve YORP) Etkisi'nin milyondan milyarlarca varan yıl ölçeğinde asteroitlere yavaşça etki ederek yörüngelerini (ve kutup yönelimlerini) değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Küçük cisimlerin yörünge evriminde çok önemli bir role sahip olduğu tespit edilen ısısal etkinin asteroitleri Ana Kuşak'tan Yer ve Mars yörüngesini kesen yörüngelere yönlendirdiği belirlendi. Dolayısıyla potansiyel olarak tehlikeli cisimlerin kaynak bölgesi olduğu düşünülen Ana Asteroit Kuşağı'ndan göçlerin nasıl oluştuğu sorusunun da cevabını barındıran bir araştırma alanıdır.

Ana Asteroit Kuşağı Güneş Sistemi'nde asteroitlerin en büyük yüzdesinin bulunduğu bölgedir. Önceden burada bulunan büyük bir gezegenin parçalanmasıyla oluştuğu düşünülmektedir. Benzer şekilde büyük gezegen parçalarının çarpışmasıyla ya da parçalanmasıyla oluşan asteroit parçalarının asteroit ailelerini oluşturduğu tezi yapılan hesaplarla ve simülasyonla desteklenmektedir.

Güneş Sistemi'nde tanımlanan 80'e yakın asteroit ailesi bulunmaktadır. Aile üyeleri sadece çekimsel olarak yakın yörüngelere sahiplerse bunlara dinamik aileler denir. Aynı ata asteroitin parçalanmasıyla oluşmuş, yakın yörünge parametrelerinin yanında kimyasal özellikleri (taksonomik sınıfı) de benzerse bunlara genetik aileler denir. Ailelerin kökeni, yaşları ve yörünge evrimlerinin incelenmesi Güneş Sistemi tarihinde olan çarpışma olaylarını, asteroitlerin kaynağını ve geçmişte olası bir gezegenin var olup olmadığını anlamak açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu bilgiden hareketle yapılan araştırmalar

ile asteroit ailelerin yaş belirlenmeleri de mümkündür. Nesvorny and Bottke'nin (2004) asteroit aileleri üzerine çekimsel olmayan kuvvetler ile ilgili yaptığı çalışmalar buna örnektir. Yarkovsky ve YORP etkilerinin belirlenmesi asteroitlerin yörünge evrimlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak güneş sisteminin geçmişine de ışık tutmaktadır. Bu bağlamda Yarkovsky Etkisinin belirlendiği aile sayısını arttırmak önemlidir.

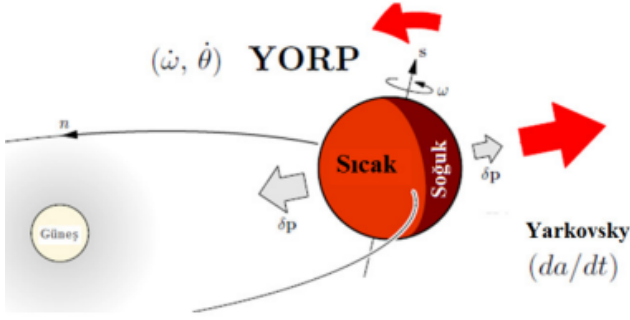
2 Yarkovsky ve YORP Etkisi ve Ölçümü

Yarkovsky ve YORP etkilerinin bazı Yer'e yakın asteroitler için ölçümü astrometrik olarak yapılabilir. Ancak Ana Asteroit Kuşağı asteroitleri daha uzak oldukları için astrometrik ölçümün yapılması daha yüksek hassasiyet gerektirir ve daha zordur. Bunun yerine fotometrik ve tayfsal olarak yapılan gözlemler ile elde edilen fiziksel ve kimyasal özellikler ısısal süreçlerle asteroit ailelerinin üyelerindeki değişiklikleri belirlemek için kullanışlıdır.

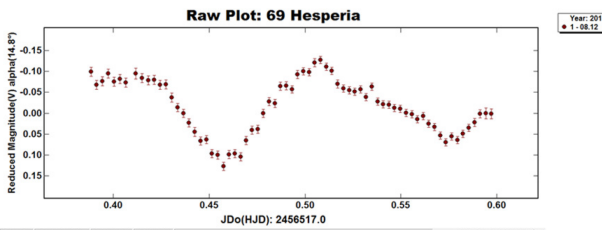
Şekil 1'de çekimsel olmayan bu etkiye neden olan kuvvetin oluşumundan sorumlu mekanizma gösterilmektedir. Güneş'i gören yüzü ısınan asteroit döndükçe gölgeye giren yüzeyinden soğurken ısı salmaya başlar. Soğuma sırasında oluşan ısısal salmanın oluşturduğu kuvvet asteroide ters yönde etki ederek yörünge yarı-büyük ekseninin, hızının ya da kutup yöneliminin değişmesine neden olur. Etkinin derecesi asteroidin büyüklüğüne, şekline, taksonomik sınıfına, ısısal özelliklerine, yoğunluğuna, güneşe uzaklığına, asteroidin kutup yönelimine ve dönme yönüne bağlıdır. Dolayısıyla bir asteroidin fiziksel ve dinamik özelliklerinin bilinmesi çekimsel olmayan etkilerin büyüklüğünün belirlenmesi için önemli ve gereklidir.

Asteroit aileleri için geliştirilen fotometrik yöntem ile asteroidin ışık eğrisinden elde edilen dönme döneminin ve kutup eksen yöneliminin belirlenmesi de Yarkovsky ve YORP etkilerinin varlığını göstermek için iyi bir yoldur. Nesvorny and Bottke'nin (2004) asteroit aileleri üzerine çekimsel olmayan kuvvetler ile ilgili yaptığı çalışmalar buna örnektir. Yarkovsky ve YORP etkilerinin belirlenmesi asteroitlerin yörünge evrimlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak güneş sisteminin geçmişine de ışık tutmaktadır. Bu bağlamda Yarkovsky etkisinin belirlendiği aile sayısını arttırmak önemlidir.

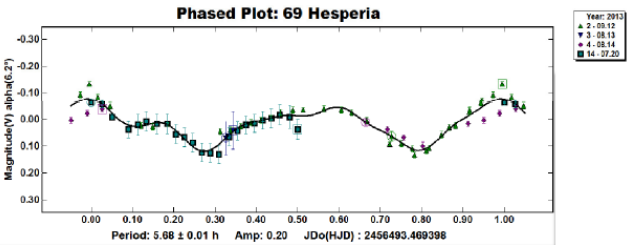
* edaguzell@gmail.com



Şekil 1. Yarkovsky ve YORP etkileri (Bottke et al., 2006).



Şekil 2. 69 Hesperia'nın V parlaklığında elde edilen ışık eğrisi.



Şekil 3. 69 Hesperia'nın MPO Canopus ile yapılan analiz sonucu elde edilen dönme dönemi.

3 Bir Asteroidin Işık Eğrisi ve Dönem Analizi

Bir asteroidin tüm ışık eğrisini elde etmek asteroidin gökyüzünde uygun konumda olması, parlaklığı ve evresi gibi nedenlerle her zaman çok kolay değildir. Özellikle dönme dönemi bilinmeyen bir asteroidin dönemini doğru belirlemek için uzun gözlem zamanlarına ihtiyaç vardır. Yine de dönem analizi şekil ve kutup yönelimi belirlemelerine göre daha kısa süre almaktadır.

Tübitak Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) bir metre çaplı T100 teleskobuyla 2013 yılı içinde gerçekleştirildi. Hava şartları ve teknik sorunlar nedeniyle alınan gözlem günlerinden 69 Hesperia'nın 6 gün gözlemi yapılabildi. Gözlem gecesinde hareketli cisimler olan asteroidlerin tam yerini bulmak için ESO Online Digitized Sky Survey (ESO, 2014), Aladin Sky Atlas (CDS, 2014), Asteroid Observing Service (Lowell, 2014)'dan alınan koordinatlar ve haritalar kullanıldı. TUG'da gözlemler MaksimDL programı ile yapıldı ve gözlem sırasında alınan birkaç görüntü animasyon özelliği ile hareket ettirilerek asteroidin tam yeri belirlenebildi. Poz süreleri, SNR, 100'ü altında kalmayacak ve CCD'nin dinamik aralığı olan 65000'i geçip taşımayacak şekilde ayarlandı. Elde edilen görüntüler MPO Canopus prog-

ramı yardımıyla işlenerek 69 Hesperia için her geceye ait ışık eğrileri elde edildi. Şekil 2'de bu ışık eğrilerinden bir örnek gösterilmektedir. Şekil 3 ise evreye göre çizdirilen ışık eğrilerinin sıfır noktalarının eşitlenerek çakıştırıldığı ve Fourier Analizi ile dönemin elde edildiği grafiği göstermektedir.

4 Sonuç

Yapılan analizler sonunda test parçacığı olarak özellikleri iyi bilinen ve parlak bir cisim olan 69 Hesperia'nın dönemi 5.68 saat olarak belirlenmiştir. Bu değer 69 Hesperia'nın veritabanlarındaki dönemi ile uyumludur. Şimdiye kadar gelinen aşama, asteroid aileleri üzerine etki eden Yarkovsky ve YORP etkilerinin belirlenmesi bağlamında literatürde uygulanan yöntemlerin temel adımını temsil etmektedir. Sonraki aşamada başta Kim et al. (2013) olmak üzere bu çalışmaların ışığında araştırmaların devam etmesi hedeflenmektedir.

Kaynaklar

- Bottke, W.F., Vokrouhlicky, D., Rubincam, D.P., and Nesvorný, D., 2006, "Yarkovsky and YORP Effects: Implications for Asteroids Dynamics", *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 34:157-91 pp.
- Güzel, E., 2014, "Güneş Sistemi'ndeki Küçük Cisimlerin Gaia ile Astrometrisi", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri, İzmir.
- Kim, M.-J., Choi, Y.-J., Moon, H.-K., Byun, Y.-I., Brosch, N., Kaplan, M., Kaynar, S., Uysal, Ö., Güzel, E., Behrend, R., Yoon, J.-N., Mottola, S., Hellmich, S., Hinse, T. C., Eker, Z., Park, J.-H., 2013, "Rotational Properties of Maria Asteroid Family " *The Astronomical Journal*, 147 (3): 15 pp.
- Nesvorný, D. and Bottke, W.F., 2004, "Detection of the Yarkovsky Effect for Main-Belt Asteroids", *Icarus*, 170:324-342 pp.

Erişim:

053-1440: UAK-2015 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.