

Ay Çarpma Parlamalarının Gözlenmesi

Mert Acar,^{1,2}  Serdar Evren² 

¹ İSTEK Belde Gözlemevi, İSTEK Okulları Bilim Merkezi, 34674, İstanbul, Türkiye

² Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ege Üniversitesi, 35100, İzmir, Türkiye

Accepted: January 20, 2022. Revised: January 12, 2022. Received: December 20, 2021.

Özet

Ay Çarpma Parlamaları, yüksek hızlarda Ay yüzeyine çarpan göktaşlarının oluşturduğu kısa süreli parlamalardır. Çarpma anında, çarpan cismin kinetik enerjisinin bir kısmının ısısal enerjiye dönüşmesiyle oluşan parlamalar Yer'den teleskoplarla gözlenebilmektedir. Ay çarpma parlamaların gözlemi, çarpan cismin kütlesi, çarpma sonucu oluşan krater boyutları ve çarpma olayının sıcaklığı gibi bilgilere ulaşmayı sağlamaktadır. Bu çalışmada, Ay çarpma parlamalarının gözlem yöntemi, Türkiye'deki teleskoplarla yapılan çalışmalara ait özet bilgi ve ön sonuçlar sunulmaktadır.

Abstract

Lunar Impact Flashes are defined as flashes created by meteorites hitting the Moon surface at high velocities. During the impact events, a fraction of kinetic energy of the impactor is converted to thermal energy and give out an optical signature as flash. This flashes can be observed from the Earth by means of telescopes and observation of lunar impact flashes provides to achieve some information, such as mass of the impactor, size of the crater created by the impact and the impact temperature. In this study, the observation method of lunar impact flashes, the summary information and preliminary results of studies with telescopes in Turkey are presented.

Anahtar Kelimeler: methods:observational – minor planets, asteroids: Moon, planets and satellites:detection – Kuiper belt objects:meteors, meteoroids

1 Giriş

Gezegenler arası ortamda hareket eden çok sayıda katı cisim bulunmaktadır. Bu cisimlerin Güneş Sistemi'nin oluşum zamanından kalan cisimler, katı gezegenler veya uydulardan kopan parçalar ve Güneş Sistemi dışından gelen cisimler olduğu bilinmektedir. Yer'den 1.3 astronomik birim (AB) mesafe içinde bulunanlar Yer Yakını Cisimler (Near Earth Objects – NEOs) olarak isimlendirilmektedir. Bu cisimler yörünge özelliklerine ve yapılarına göre Apollo, Aten, Amor, Atiras gibi Yer Yakını Asteroitler (Near Earth Asteroids – NEAs), yörünge dönemi 200 yıldan küçük olan Yer Yakını KuyrukluYıldızlar (Near Earth Comets – NECs) ve göktaşlarından oluşmaktadır. Genellikle asteroitlerin ve kuyruk yıldızların parçalanması sonucu oluşan bu cisimler 100 µm ile 10 m arasında değişen boyutlardadır (Beech & Steel 1995). Kaya ve metal özelliğe sahip bir metreden küçük boyutlu cisimler göktaşı ya da meteorit olarak adlandırılmaktadır. Güneş Sistemi içinde hareket eden ve ana gövdelerinden ayrılmış bu cisimler, genellikle ilk yörüngelerinde hareketlerine devam etseler de zaman içinde bu yörüngeler gezegenlerin çekim etkisi ve Güneş ışınlarının cisimlere çarpmasıyla değişime uğramaktadır (Burns et al. 1979).

Yörüngeleri, gezegen ve uydu yörüngeleriyle kesişen göktaşları, zaman zaman gezegen ve uydulara çarpmaktadır. Saniyede 11 ile 72 km aralığında hızlara sahip (Jenniskens 2006) göktaşları Yer atmosferine ulaştıklarında atmosferin üst katmanlarındaki moleküllerle çarpışmaya başlarlar. Atmosfer içinde ilerlerken sürtünmeden dolayı sıcaklıkları saniyeler içinde 2000 C derecenin üzerine çıkan meteoritler yanarlar. Yer

atmosferinde yanan bu cisimler meteor olarak isimlendirilir ve atmosfer içindeki hareketleri gözlenebilmektedir.

Amatör gözlemciler ve bilim insanlarının yaptığı gözlemler Yer atmosferine giren göktaşlarının sayıları, yörüngeleri ve yapısal özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Her yıl yaklaşık 40 bin ila 80 bin ton aralığında cismin gezegenimize ulaştığı tahmin edilmektedir (Murad & Williams 2002).

Büyük bir kısmı atmosfer içerisinde parçalanarak cisimlerin bazıları atmosferi geçerek Yer yüzeyine ulaşmaktadır. Yüzeğe ulaşan cisimler çarptıkları yerde krater denilen izler oluştururlar. Yer'in erken döneminden bugüne kadar oluşan kraterler zaman içinde volkanik ve atmosferik etkiler nedeniyle değişime uğramış veya kaybolmuştur. Yer atmosferine giren göktaşlarının gözlenmesi, Yer Yakını cisimler hakkında bilgi sağlayacak veri sağlasa da atmosfer içinde gerçekleşen olaylar sınırlı bir gözlem alanı içinde kalmaktadır. Küresel ölçekte oluşturulmuş gözlem ağlarıyla Yer atmosferinin belirli alanları gözlem altında tutulmaktadır (IMO).

Ay üzerine çarpan göktaşlarını gözlemek için, Ay yüzeyinin büyük bir alanı gözlenmektedir. Atmosfer içinde yapılan gözlemlerle kıyaslandığında, Ay gözlemlerinde çok daha geniş bir alandan veri alınmaktadır. Göktaşlarıyla sık sık çarpışan Yer ve Ay'da gözlenen süreçler birbirinden farklılık gösterir. Ay, Yer'deki gibi bir atmosfere sahip olmadığından her büyüklükteki göktaşı doğrudan Ay yüzeyine ulaşmaktadır. Atmosferik olayların gerçekleşmediği Ay yüzeyinde, çarpan cisimlerin tamamı iz bırakır ve bu izler neredeyse kaybolmadan dururlar. Yüksek hızlarla Ay yüzeyine çarpan göktaşları tamamen parçalanmaktadır. Çarpışma anında göktaşının sahip olduğu kinetik enerji, ısısal enerjiye dönüştüğünden anlık bir parlama meydana gelmektedir. Bu parlamalar Ay Çarpma Parlamaları (Lunar Impact Flashes) olarak ifade edilmektedir.

* mert.acar@istek.k12.tr

Ay yüzeyine çarpan göktaşlarının Yer'den teleskop ve fotometre kullanılarak gözlenebileceğine dair yapılan ilk teorik değerlendirmenin ardından (Melosh et al. 1993), astronomi gözlemlerinde fotometrelerin yanı sıra CCD (Charged Couple Device) kameraların kullanılmasıyla, Ay çarpma parlamalarının gözlenmesi daha olası hale gelmiştir. CCD kameralara 5 – 10 saniye poz süreleri verilerek, küçük boyutlu (25–30 cm açıklığında) teleskoplarla Ay çarpma parlamalarının gözlemi üzerine çalışılmaya başlanmış (Ortiz et al. 1999) ve birbirinden bağımsız iki araştırma grubu (Dunham et al. 2000; Ortiz et al. 2000), 1999 Leonid göktaşı yağmurları sırasında Ay çarpma parlamalarını gözlemiştir. Bu gözlemler, Ay üzerinde gerçekleşen ilk çarpma parlaması gözlemi olarak kabul edilmektedir.

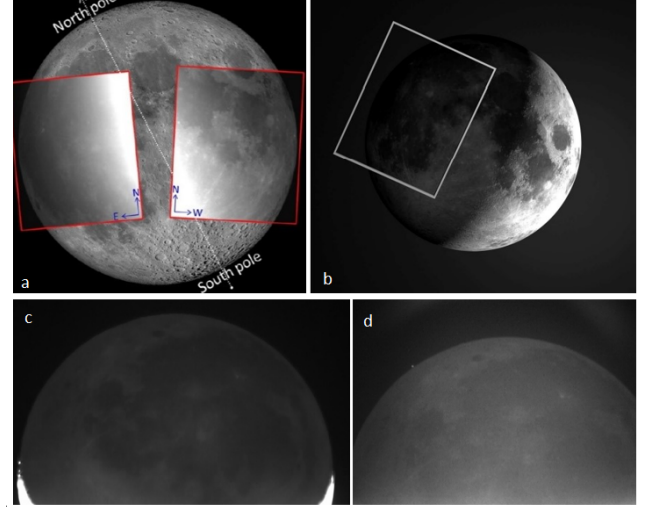
Ay çarpma parlamalarının ilk gözleminin ardından araştırmacılar, göktaşı yağmurlarının en yoğun olduğu dönemlerde çarpma parlamalarını gözlemiştir (Yanagisawa & Kisaichi 2002; Cudnik et al. 2002; Ortiz et al. 2002; Yanagisawa et al. 2006; Cooke et al. 2014; Madieto et al. 2015b), bilinen göktaşı yağmurlarında gözlenen çarpma parlamalarının dışında, 'ara sıra' gerçekleşen, her hangi bir göktaşı yağmuruna ait olmayan göktaşlarının neden olduğu çarpma parlamalarını da gözlemiştir (Ortiz et al. 2006; Suggs et al. 2008; Madieto et al. 2014). 2009 yılında sistematik olarak Ay çarpma parlamalarının gözlenmesi amacıyla başlatılan MIDAS (Moon Impact Detection and Analysis System) programında, görsel bölgede yapılan gözlemlerin yanı sıra yakın kızılöte bölgede (NIR) de gözlemler yapılmıştır. 2015 yılında çarpma parlamalarının iki farklı dalgaboyunda yapılan gözlemleri sonucunda, çarpma olayının sıcaklık değeri ilk kez belirlenmiştir (Madieto et al. 2018). 2015 yılında Ay çarpma parlamalarını gözlemek amacıyla Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından başlatılan NELIOTA (NEO Lunar Impacts and Optical Transients) projesiyle Ay çarpma parlamalarının sistematik gözlemlerinin yapılması planlanmıştır. Bu amaçla Yunanistan'da bulunan 1.2 m açıklığındaki Kryoneri teleskobu yeniden yapılandırılmış, tek teleskop üzerinde bulunan iki ayrı kamerada, *I* ve *R* filtreleri kullanılarak çarpma parlamalarının gözlenmesi hedeflenmiştir (Xilouris et al. 2018). 2017 yılında, *I* ve *R* filtreleri kullanılarak yapılan gözlemlerin sonucunda, gözlenen çarpma olaylarının sıcaklık değerleri hesaplanmıştır (Bonanos et al. 2018).

Son 20 yıldır Ay çarpma parlamaları üzerine yapılan çalışmalarda, Ay çarpma parlamalarının gözlenmesiyle, çarpan cismin sahip olduğu kinetik enerji, çarpan cismin kütlesi, çarpan cismin her hangi bir göktaşı yağmuruna ait olup olmadığı, çarpma sonucu oluşan krater boyutları ve çarpma olayının sıcaklığı gibi değerlerin hesaplanabildiği ortaya konulmuştur (Liakos et al. 2020; Avdellidou et al. 2021).

2 Gözlem yöntemi, Analiz ve Hesaplama

2.1 Gözlem yöntemi

Ay çarpma parlamaları, Ay'ın Yer'den görünür karanlık tarafının, başka bir deyişle Ay'ın gece tarafının, yüksek duyarlıklı kameralara sahip teleskoplarla gözlenmesiyle saptanmaktadır. Ay'ın yaklaşık %5'ten %70'e kadar kısmının aydınlandığı zamanlarda, Güneş ışığının doğrudan aydınlatmadığı Ay diskinin gözlenmesi, çarpma parlamalarının saptanmasını mümkün kılmaktadır. Kameranın görüş alanı içinde karanlık Ay diskini oluşturduğu arka alan ile çarpma parlaması arasında oluşan kontrast nedeniyle, çok kısa süreli parlamalar



Şekil 1. Ay çarpma parlamaları gözlemlerinde kullanılan örnek görüş alanları (FoV): (a) NELIOTA, (b) Genellikle kullanılan, (c,d) İSTEK Belde Gözlemevi.

gözlenebilmektedir. Güneş ışığının doğrudan aydınlatıldığı Ay yüzeyinin parlaklığı, gerçekleşen çarpma parlamalarına göre çok daha parlak olduğundan, aydınlık bölgede gerçekleşen çarpma parlamaları fark edilememektedir.

Bu nedenle, Ay çarpma parlamalarının gözlemleri Ay'ın 5 ile 10 yaş arası ve 20 ile 25 yaş arası dönemlerinde yapılmaktadır. Ay'ın beş yaşında olduğu zamanlarda gecelik gözlem süresi oldukça kısadır ve 10 yaş dönemine kadar her geçen gün gecelik gözlem süresi artmaktadır. 10 yaşından sonraki dönemde Ay'ın aydınlık kısmının fazlalığı görüntü içinde saçılmaya neden olduğundan sönük parlamaların saptanması zor hale gelmektedir. Benzer durum 20 yaş içinde geçerlidir ve Ay'ın gözlenebilir karanlık alanı arttıkça, 25 yaş dönemine doğru gecelik gözlem süresi kısalmaktadır.

Ay'ın görünen gece tarafının gözlemlenebilir olduğu dönemlerde, olası en geniş görüş alanına sahip teleskop sistemiyle gözlemler yapılmaktadır. Örnek görüş alanları ve Ay üzerinde gözlenen bölge Şekil 1'de verilmiştir. Kameralara verilen çok kısa poz süreleriyle çarpma parlamaları saptanabileceği de parlamaların poz süresinde alınan sinyaller arasında kaybolma olasılığı vardır. Kameraların okuma ve kayıt zamanları düşünüldüğünde, gecelik gözlem süresi içinde kayıp zamanlar oluşmaktadır. Gözlemlerin video kaydıyla yapılması bu tür kayıp zamanları ortadan kaldırdığı gibi, bir saniye içinde alınan görüntü sayısının 20–25 fps (frame per second) değerinde olması zaman çözünürlüğünü arttırmaktadır. Çarpma parlamalarının gerçekleşme sürelerinin çoğunlukla 0.1 saniye ve altındaki sürelerde olduğu düşünüldüğünde, video gözlem yöntemiyle bu parlamaların belirlenmesi çok daha olasıdır. Ayrıca yüksek zaman çözünürlüğü, parlamaların ışık değişiminin ne şekilde olduğunun belirlenmesini, yani parlamaların ışık eğrisinin oluşturulma ihtimalini de arttırmaktadır.

2.2 Analiz

Video gözlemiyle gece boyunca sürekli olarak alınan verilerde herhangi bir çarpma parlamasının olup olmadığının belirlenmesi özel yazılımlar kullanılarak yapılmaktadır. Kullanılan yazılımlar, görüntü içindeki piksellerde meydana gelen değişimleri

belirlemektedir. Sürekli olarak aynı bölgeden alınan video görüntülerinde birkaç önceki ve birkaç sonraki her bir görüntünün (frame) birbiriyle karşılaştırılmasıyla, piksellerdeki değişim belirlenmektedir. Belirlenen değişimler görüntü üzerinde işaretlenerek bir çıktı görüntüsü oluşturulur.

Bu yazılımlardan en bilineni ve erişimi herkese açık olanı Lunar Scan (Gural, 2007) yazılımıdır. Görüntü içinde parlamaları belirleyen bu yazılım aynı zamanda, göktaşı yağmuru verilerini kullanarak Ay üzerinde olası çarpma bölgelerini de göstermektedir. Ay çarpma parlamaları üzerine çalışan araştırmacılar genellikle kendi yazılımlarını oluşturmaktadır ve bu yazılımların temeli piksellerdeki değişimi esas almaktadır (Madiedo et al. 2015a; Xilouris et al. 2018). Kullanılan yazılımlarla elde edilen parlamaların büyük bir kısmı genellikle kozmik ışın kaynaklı ya da elektriksel nedenlerle görüntü içinde oluşan parlamalardır.

Bununla birlikte, Yer yakını yörüngede hareket eden yapay uydular üzerinden yansıyan Güneş ışığının oluşturduğu ani parlamalar da Ay çarpma parlaması gibi görünmektedir. Parlamaların çarpmadan kaynaklanan bir parlama olduğunun anlaşılmasının en kesin yolu, parlamaların farklı bölgelerde bulunan iki ve ya daha fazla teleskopla gözlenmesidir. Paralaks nedeniyle uyduların neden olduğu parlamalar Ay üzerinde aynı noktada görünmemektedir. Her iki teleskopla Ay üzerinde aynı noktada saptanan parlama, Ay çarpma parlaması olarak anılmaktadır.

Parlamaların gerçek bir çarpmadan kaynaklı olduğunun anlaşılmasının bir diğer yolu ise parlamaların, aynı anda iki veya daha farklı dalgaboyunda yapılan gözlemleriyle mümkündür. Bunun dışında tek bir teleskopla yapılan gözlemlerde bile Ay çarpma parlamalarının gerçek bir çarpmadan kaynaklandığı anlaşılabilir. Parlamaların görüntü içindeki konumunun değişiminin kontrol edilmesi, gözlem doğrultusunda herhangi bir uydunun olup olmadığının incelenmesi ve fotometride kullanılan veri indirgeme yöntemlerinin uygulanmasıyla, yapay parlamalar ortaya çıkarılabilmektedir.

Parlamaların çarpmadan kaynaklandığının anlaşılmasının ardından ışık ölçüm için kullanılan MaximDL, IRIS, IRAF gibi yazılımlar kullanılarak çarpmaların parlaklık değeri belirlenmektedir. Ay'ın gece tarafı gözlenirken, Ay yüzeyi bir miktar Yer atmosferinden yansıyan ışık ile aydınlanmaktadır. Ay'ın gece tarafı üzerindeki geniş koyu renkli alanların ve bazı krater yapılarının belirgin olması, çarpma parlamalarının Ay yüzeyindeki konumunu belirlemede yardımcı olmaktadır. NASA'nın LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) uzay aracı verileriyle oluşturulan Quickmap modülü ya da Virtual Moon Atlas gibi detaylı Ay haritaları yardımıyla parlamaların Ay üzerindeki konumu, Ay koordinatlarında (selenografik koordinatlarda) belirlenmektedir.

2.3 Hesaplama

Gözlem gecesi boyunca Ay ile birlikte parlaklığı bilinen referans yıldızların gözlem verileri kullanılarak, gözlenen Ay çarpma parlamasının parlaklığı hesaplanmaktadır. Parlamaların parlaklık değeri m_f , referans yıldızın parlaklık değeri m_s , parlamadan ve referans yıldızından aynı sürede ölçülen sinyaller sırasıyla F ve S olmak üzere denklem 1 yardımıyla çarpma parlamasının parlaklık değeri hesaplanmaktadır.

$$m_f = m_s + 2.5 \log(S/F) \quad (1)$$

Parlamaların görünür parlaklık değeri kullanılarak, çarpma olayının ışına gücü P hesaplanabilir. $Wm^{-2}\mu m^{-1}$ biriminde sıfır büyüklüğündeki kaynağın akı yoğunluğu K (Bessell et al. 1998), zamana bağlı görünen parlaklık değeri m ve μm biriminde salınan enerjinin hesaplanacağı tayf aralığının genişliği $\Delta\lambda$ olmak üzere, $W m^{-2}$ biriminde çarpma ışına gücü, denklem 2 ile yazılmaktadır.

$$P = K \times 10^{-m/2.5} \Delta\lambda \quad (2)$$

P için daha uygun bir ifade, $I(\lambda)$ akı yoğunluğu ve λ_0 tayf aralığının etkin dalga boyunun orta noktası olmak üzere denklem 3 ile yazılabilir. $I(\lambda)$ 'nın fonksiyon formu bilinmediğinden kullanılan tayf aralığında değişmediği kabul edilmektedir (Madiedo et al. 2019).

$$P = \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda/2}^{\lambda_0 + \Delta\lambda/2} I(\lambda) d\lambda \quad (3)$$

Parlamaların zamana bağlı görünür parlaklığı kullanılarak verilen ışına gücü P 'nin, parlama süresi boyunca integre edilmesiyle, Yer'den gözlenen enerji akısı E_d elde edilmektedir. Bu akı, belirtilen tayf aralığı içinde Ay yüzeyinden ışık olarak salınan enerji E_r 'nin hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. Ay yüzeyinden salınan ısısal enerji E_r , parlamaların gerçekleştiği andaki Yer-Ay arasındaki mesafe R , ışık salınım süreçlerinin yön bağımlılık derecesini belirten katsayı f (Ay yüzeyinde gerçekleşen parlamalar için $f = 2$) (Bellot Rubio et al. 2000) olmak üzere, denklem 4 ile hesaplanmaktadır.

$$E_r = E_d \pi f R^2 \quad (4)$$

Isısal enerjinin belirlenmesinin ardından çarpan cismin sahip olduğu kinetik enerji E_k hesaplanabilmektedir. Kinetik enerjinin ne kadarlık bir kesrinin ısısal enerjiye dönüştüğünün ölçüsü olan 'ısıtma etkinliği' parametresi η olmak üzere, denklem 5 kullanılarak kinetik enerji hesaplanmaktadır.

$$E_k = \frac{E_r}{\eta} \quad (5)$$

Isıtma etkinliği η değeri kesin olarak bilinmemektedir ancak farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalar birbirlerine yakın değerler vermiştir. Örneğin Leonid (Bellot Rubio et al. 2000; Ortiz et al. 2002) ve Geminid göktaşı yağmurları (Ortiz et al. 2015) sırasında gözlenen çarpma parlamaları kullanılarak ısıtma etkinliği $\eta = 2 \times 10^{-3}$ olarak hesaplanmıştır. Isıtma etkinliğinin bir başka değeri ise $\eta = 1.5 \times 10^{-3}$ olarak verilmiştir (Swift et al. 2011; Bouley et al. 2012). Çarpan cismin kinetik enerjisi hesaplanırken, genellikle her iki değer de göz önünde bulundurulmaktadır. Ayrıca laboratuvarında gerçekleştirilen yüksek hızlı çarpışma deneyleri sonucunda, ısıtma etkinliğinin cismin hızına bağlı değeri için

$$\eta = 1.5 \times 10^{-3} e^{-\left(\frac{v}{v^*}\right)^2} \quad (6)$$

eşitliği verilmiştir (Swift et al. 2011). Bu eşitlikte, 27 km s^{-1} üzerindeki hızlarda ısıtma etkinliğinin değeri önemli bir değişim göstermemektedir. Ay yüzeyine çarpan göktaşlarının saniyede 11 ile 72 km arasında hızlarda hareket ettiği düşünüldüğünde kullanılacak ısıtma etkinliği değerinin seçimine dikkat edilmelidir.

3 Gözlem ve Sonuçlar

2015 yılında İSTEK Belde Gözlemevi (41°01'48" K, 9°02'32" D), NASA'nın JUNO görevine destek olan Yer gözlem

istasyonlarından biri olarak JUNO projesine gözlem verisi sağlamaya başlamıştır. JUNO aracının Jüpiter'e yakın geçişleri sırasında Jüpiter gözlemleri için, video gözlem yöntemi ve Hızlı Görüntüleme Tekniği (Lucky Imaging) uygulanmaktadır. Video gözlem yönteminin tecrübe edilmesinin ardından 2017 yılında Ay çarpma parlamalarının saptanması için gözlemlere başlanmıştır. Bu gözlemler için, 40 cm açıklığında Meade LX 600 ACF teleskop ve Paramount ME II teleskop kundağıyla birlikte, Celestron Skyriiss 274M kamera ve Meade f/3.3 odak düşürücüden oluşan bir sistem kullanılmıştır. 2021 yılında Celestron 274M kamera, QHY5IIIIM kamera ile değiştirilerek gözlemlere devam edilmiştir.

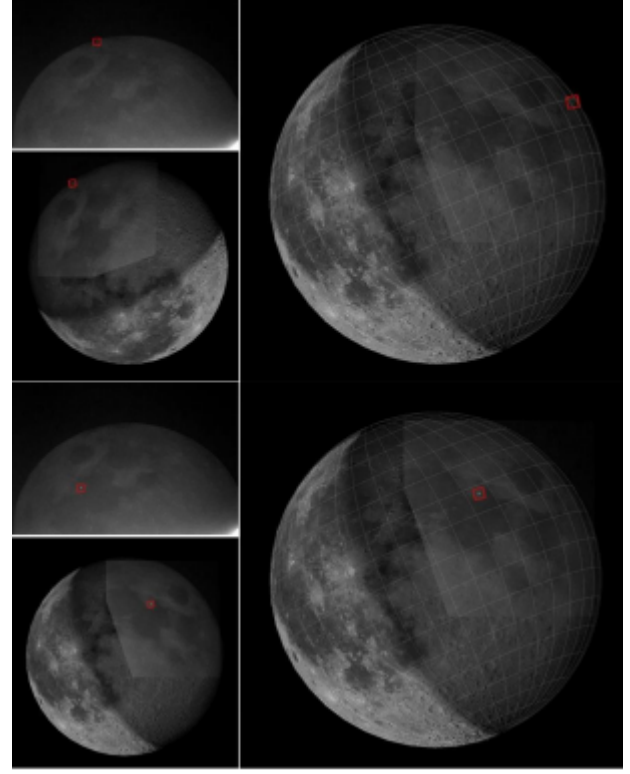
Süreç içerisinde Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi T40 teleskobundan alınan gözlem zamanlarıyla gözlemler yapılmış, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) T100 teleskobundan alınan gözlem zamanlarıyla, Ay çarpma parlamalarının gözlenmesi üzerine test gözlemleri gerçekleştirilmiştir. 2019 yılında Endülüs Astrofizik Araştırma Enstitüsü'nde (IAA) yapılan çalışmayla, La Sagra Gözlemevi'nde bulunan 50 cm açıklığındaki teleskop ve Sony a7 kameradan oluşan bir sistem, Ay çarpma parlamalarının saptanması için kullanılmaya başlanmıştır. Saniyede 100 görüntü alınarak gerçekleştirilen video gözlemleri, Ay çarpma parlamaları gözleminde ilk kez denenmektedir.

Bu gözlemler sonucunda çarpma parlamalarının ışık eğrilerinin oluşturulması hedeflenmektedir. 2017 yılından beri yapılan gözlemlerde yaklaşık 70 saatlik gözlem verisi elde edilmiştir. Yapılan gözlemlerde parlamaların belirlenmesi için kullanılan LunarScan yazılımının yeterli olmaması üzerine, Sergio Alonso önderliğinde ZEPAZO isimli yeni bir yazılım oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni yazılımla gözlem verilerinin analizine devam edilmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda (Suggs et al. 2014; Avdellidou & Vaubaillon 2019) Ay gözlem süreleri, Ay üzerinde gözlenen alan ve gözlenen çarpma sayılarıyla ilgili hesaplamalar göz önünde bulundurulduğunda, yapılan 70 saatlik gözlem verisinin analizi tamamlanmış durumda yaklaşık 20 çarpma parlamasının saptanması beklenmektedir.

Yapılan ilk analizlerde, 12 Aralık 2017 tarihinde 04:19:30.866 UT ve 04:20:04.400 UT anında gerçekleşen iki tane çarpma parlaması saptanmıştır. Saniyede 15 görüntü (fps) alınarak yapılan video gözleminde, parlamaların Ay üzerindeki konumları selenografik koordinatlarda, birinci parlama için 82°8 Doğu ve 8°3 Kuzey, ikinci parlama için 33°7 Doğu ve 16°3 Kuzey olarak belirlenmiştir (Acar & Ateş 2021). Parlamaların Ay üzerindeki konumları Şekil 2'de gösterilmiştir.

4 Sonuç ve Öneri

Ülkemizde Ay çarpma parlamalarının sistematik gözlemleri 2017 yılından beri İSTEK Belde Gözlemevi'nde gerçekleştirilmektedir. Gözlemlerin analiz edilen kısmının ilk sonuçlarında, 12 Aralık 2017 günü gerçekleşen iki çarpma parlaması saptandığı görülmüştür. Ay çarpma parlamalarının gözlemi için küçük boyutlu (20-40 cm açıklığında) teleskoplar ve hızlı görüntü alabilen video kameralar kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji sonucunda hızlı görüntü alabilen video kameralara erişim, önceki zamanlara göre daha olasıdır. Ay çarpma parlamalarında kullanılan video görüntüleme tekniği ve video gözlemleri yüksek zaman çözünürlüğü gerektiren astronomi gözlemlerinde de uygulanmaktadır. Ülkemizde video gözlem yönteminin astronomi gözlemlerinde uygulanması ve birden çok gözleminde Ay çarpma parlamalarının gözlenmesi, bu alanda bir gözlem ağı oluşturmasını



Şekil 2. İSTEK Belde Gözlemevi teleskobuyla gözlenen çarpma parlamalarının Ay üzerindeki konumu.

sağlayabilir. Ayrıca örtülme olayları gibi çok kısa sürede gerçekleşen ve yüksek zaman çözünürlüğüne ihtiyaç duyulan gök olaylarının duyarlı bir şekilde çalışılması da bu gözlem yöntemi ile mümkündür. Dünya genelinde, özellikle son yıllarda gerçekleştirilen ve planlanan Ay görevleri, Ay üzerine yapılan çalışmaları popüler hale getirmektedir. Ülkemizin uzay çalışmaları programı içerisinde duyurulan 'Ay'a sert iniş planı', Ay çarpma parlamaları çalışmalarında kullanılan 'ışıtma etkinliği' parametresinin değerini test etmek, ya da bu değeri belirlemek için bir fırsat olabilir. Ay'a sert iniş görevi sırasında, çarpma anının gözlenmesi ve gözlem sonucunda ulaşılması hedeflenen sonuçlar bir öneri olarak hazırlanmaktadır. Güneş Sistemi içinde gerçekleşen çarpma olaylarının gözlenmesi ve gözlemsel astronomide video gözlem yönteminin ihtiyaçlar dahilinde kullanılması, ülkemizdeki astronomi araştırmalarının çeşitlenmesine katkı sağlayacaktır.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Bu çalışmanın yurt dışı araştırmaları, TÜBİTAK 2214-A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir. T40 teleskobuyla yapılan gözlemler için Ege Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve 18AT100-1314 proje no'lu T100 teleskobunun kullanımı için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acar M., Ateş A. K., 2021, in European Planetary Science Congress. pp EPSC2021-498
 Avdellidou C., Vaubaillon J., 2019, *MNRAS*, 484, 5212
 Avdellidou C., et al., 2021, *Planet. Space Sci.*, 200, 105201
 Beech M., Steel D., 1995, *QJRAS*, 36, 281, *ADS*

- Bellot Rubio L. R., Ortiz J. L., Sada P. V., 2000, *ApJ*, 542, L65
- Bessell M. S., Castelli F., Plez B., 1998, *A&A*, 333, 231, [ADS](#)
- Bonanos A. Z., et al., 2018, *A&A*, 612, A76
- Bouley S., et al., 2012, *Icarus*, 218, 115
- Burns J. A., Lamy P. L., Soter S., 1979, *Icarus*, 40, 1
- Cooke W., Suggs R., Moser D., Suggs R. J., 2014, in Muinonen K., Penttälä A., Granvik M., Virkki A., Fedorets G., Wilkman O., Kohout T., eds, *Asteroids, Comets, Meteors 2014*. p. 115
- Cudnik B. M., Dunham D. W., Palmer D. M., Cook A. C., Venable R. J., Gural P. S., 2002, in *Lunar and Planetary Science Conference. Lunar and Planetary Science Conference*. p. 1329
- Dunham D. W., et al., 2000, in *Lunar and Planetary Science Conference. Lunar and Planetary Science Conference*. p. 1547
- Jenniskens P., 2006, *Meteor Showers and their Parent Comets*. Cambridge University Press
- Liakos A., et al., 2020, *A&A*, 633, A112
- Madiedo J. M., Ortiz J. L., Morales N., Cabrera-Caño J., 2014, *MNRAS*, 439, 2364
- Madiedo J. M., Ortiz J. L., Morales N., Cabrera-Caño J., 2015a, *Planet. Space Sci.*, 111, 105
- Madiedo J. M., Ortiz J. L., Organero F., Ana-Hernández L., Fonseca F., Morales N., Cabrera-Caño J., 2015b, *A&A*, 577, A118
- Madiedo J. M., Ortiz J. L., Morales N., 2018, *MNRAS*, 480, 5010
- Madiedo J. M., Ortiz J. L., Yanagisawa M., Aceituno J., Aceituno F., 2019, in Ryabova G. O., Asher D. J., Campbell-Brown M. J., eds, *Meteoroids: Sources of Meteors on Earth and Beyond*. Cambridge University Press, p. 136
- Melosh H. J., Artemjeva N. A., Golub A. P., Nemchinov I. V., Shuvalov V. V., Trubetskaya I. A., 1993, in *Lunar and Planetary Science Conference. Lunar and Planetary Science Conference*. p. 975
- Murad E., Williams I. P., 2002, *Meteors in the Earth's Atmosphere*. Cambridge University Press
- Ortiz J. L., Aceituno F. J., Aceituno J., 1999, *A&A*, 343, L57, [ADS](#)
- Ortiz J. L., Sada P. V., Bellot Rubio L. R., Aceituno F. J., Aceituno J., Gutiérrez P. J., Thiele U., 2000, *Nature*, 405, 921
- Ortiz J. L., Quesada J. A., Aceituno J., Aceituno F. J., Bellot Rubio L. R., 2002, *ApJ*, 576, 567
- Ortiz J. L., et al., 2006, *Icarus*, 184, 319
- Ortiz J. L., Madiedo J. M., Morales N., Santos-Sanz P., Aceituno F. J., 2015, *MNRAS*, 454, 344
- Suggs R. M., Cooke W. J., Suggs R. J., Swift W. R., Hollon N., 2008, *Earth Moon and Planets*, 102, 293
- Suggs R. M., Moser D. E., Cooke W. J., Suggs R. J., 2014, *Icarus*, 238, 23
- Swift W. R., Moser D. E., Suggs R. M., Cooke W. J., 2011, in Cooke W. J., Moser D. E., Hardin B. F., Janches D., eds, *Meteoroids: The Smallest Solar System Bodies*. p. 125
- Xilouris E. M., et al., 2018, *A&A*, 619, A141
- Yanagisawa M., Kisaichi N., 2002, *Icarus*, 159, 31
- Yanagisawa M., Ohnishi K., Takamura Y., Masuda H., Sakai Y., Ida M., Adachi M., Ishida M., 2006, *Icarus*, 182, 489

Access:M22-0309: [Turkish J.A&A](#) — Vol.3, Issue 3.