



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ



**SUPERHUMP PERIOD OF SDSS J214354591244578 FIRST
Z CAM STAR WITH SUPERHUMPS IN THE STANDSTILL**

Proje No: BYP-2020-35360

Bilimsel Yayınları Teşvik Desteği

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:

Hasan Hüseyin Esenoğlu

İÜ Fen Fakültesi / Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Tansel Ak

Tolga Güver

İÜ Fen Fakültesi / Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Temmuz 2020

İSTANBUL

TEŞEKKÜR: Bu çalışma İ.Ü. BAP Birimi tarafından (Proje No: BYP-2020-35360) desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. PROJE ÖZET BİLGİLERİ	5
2. LİTERATÜRDEKİ GELİŞMELER	5
3. TEKNİK BÖLÜM	6
3.1. Gereç ve Yöntem	6
3.2. Bulgular	6
3.3. Tartışma ve Sonuç	7
3.4. Yapılan Bilimsel Etkinlikler	8
3.5. Darboğazlar ve çözüm önerileri	8
3.6. İş-Zaman Çizelgesi	10
3.7. Proje Tamamlanma Tabloları	11
4. İDARİ BÖLÜM	11
5. MALİ BÖLÜM	12
6. PROJE ÇIKTILARI ve EKLER	12
KAYNAKÇA	13

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Sayfa No
Gaia16aye'nin Gaia, ASAS-SN ve takip fotometrik gözlemleri. Her gözlemevi ve gözlemci farklı bir renkle işaretlenmiştir. İşaretler de açıklamada açıklanmıştır. Şekil, yalnızca CPCS kullanılarak otomatik kalibre edilen takip verilerini göstermektedir. Üst panel: tüm etkinlik, alt paneller: ikinci geçiş çiftinin yakınlaştırılmış hali (solda) ve dördüncü geçişin bir detayıdır (sağda).	9
Şekil 2.	10
Sadece mikro merceklenme modelinde kullanılan verileri gösteren mikro merceklenme olayı Gaia16aye'nin ışık eğrisi. Tüm ölçümler LT i filtresi kadar ölçeğine dönüştürülmüştür.	

KISALTMALAR LİSTESİ:

CPCS: Cambridge Fotometrik Kalibrasyon Sunucusu (Cambridge Photometric Calibration Server)
LSST: Büyük Sinoptik Araştırma Teleskopu (Large Synoptic Survey Telescope)

1. PROJE ÖZET BİLGİLERİ: Türkçe Özet ve İngilizce “Abstract” şeklinde hazırlanmalıdır. Projedeki faaliyetlerin kısa özetini içermeli ve 500 kelimeyi geçmemelidir.

Türkçe Özet:

Talep edilen destek gözlem geceleri için kullanılmış ve halen kullanımına devam ettirilmektedir. Ulusal ve uluslararası araştırma ekipleri ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi ve Üniversitemiz Gözlemevi teleskopları ile araştırmalar sürdürülmektedir. Gaia kaynakları bu alanda gözlemsel araştırma yapmaya çok yararlı olmaktadır. Projenin motivasyonu ile projeye konu olan makaleye benzer bir gözlemsel araştırmanın sonuçları ikinci bir makale olarak Q1 etki faktörlü bir dergide yayınlanmıştır. Projenin bu sonuç raporunda söz konusu bilimsel yayının bilgileri sunulmuştur. Yeni çalışmanın başlığı "Kuzey Galaktik diskteki mikro mercekleme olayı Gaia16aye çift sistemi için tam yörünge çözümü" şeklindedir. Konusu kuzey Galaktik diske doğru bulunan bir ikili mikro mercekleme olayıdır ve Gaia uzay misyonu tarafından tespit edilen ve uyarılan ilk mikro mercekleme olaylarından da biridir. Bu yıldızın ışık eğrisi, $I = 12$ kadire kadar ulaşan beş ayrı parlaklık artışı sergiledi ve bir teleskop ağı tarafından toplanan yaklaşık 25000 veri noktasıyla olayın tamamı ayrıntılı olarak ortaya çıkartıldı. Olayın gelişiminin 500 gününü kapsayan fotometrik ve spektroskopik takibini burada sunuyoruz.

Yabancı Dilde Özet:

The requested support has been used for observational nights and is still in use. Our researches are continuing by our national and international research teams with TÜBİTAK National Observatory and University Observatory telescopes. Gaia sources are very useful in observational research in this field. With the motivation of the project, the results of an observational study similar to the article that is the subject of the project were published in a journal with Q1 effect factor as a second article. The title of the new study is “Full orbital solution for the binary system in the northern Galactic disc microlensing event Gaia16aye”. In this final report of the project, the information of the scientific publication is presented. Gaia16aye was a binary microlensing event discovered in the direction towards the northern Galactic disc and was one of the first microlensing events detected and alerted by the Gaia space mission. Its light curve exhibited five distinct brightening episodes, reaching up to $I = 12$ mag, and it was covered in great detail with almost 25000 data points gathered by a network of telescopes. We present the photometric and spectroscopic follow-up covering 500 days of the event evolution.

2. LİTERATÜRDEKİ GELİŞMELER: Proje konusunda proje teklifi sırasında kullanılmış ve kabul edildikten sonraki dönem içinde dünya literatüründe gerçekleşen yenilikler ve çıkmış olan makaleler konusunda bilgi verilmeli, eğilimler ve proje konusu ile ilgili gelişmeler bu bölümde irdelenmelidir.

Yıldızların veya yıldız kalıntılarının kütlelerini ölçmek modern astronomi alanındaki en zorlu görevler arasındadır. Çift yıldızlar, dikine hız ölçümlerinde Doppler etkisi ile kütle ölçümünü kolaylaştıran ve kütle-parlaklık ilişkisine ve yıldız evriminin anlaşılmasında ilerlemeye yol açan ilk sistemlerdir. Bununla birlikte, bu teknikler çift bileşenlerin, genellikle büyük açıklıklı teleskoplar ve hassas aletlerle saptanabilir miktarda ışık yaymasını gerektirir. Görülemeyen nesneleri, özellikle nötron yıldızlarını veya kara delikler ya da diğer kütleli gibi yıldız kalıntılarını incelemek için ölçüm gereklidir. Son zamanlarda, yakın bir çift yıldız yörüngesini baskılandığında ve yerçekimi dalgalarını yayınladığında kara deliklerin kütleleri ölçüldü (ör. [Abbott ve ark. 2016](#)) ve daha önce gözlemlenmeyen beklenmedik derecede yüksek kütleler verdi (örn. [Abbott ve ark. 2017](#); [Belczynski ve ark. 2016](#); [Bird ve ark. 2016](#)). Düşük birleşme oranları nedeniyle, yerçekimi dalga deneyi tespitleri çok uzak gökadalara sınırlıdır. Samanyolu ve çevresindeki zayıf ve görünmez popülasyonları incelemek için başka bir kütle ölçüm aracı gereklidir.

Kaynak ile gözlemci arasındaki görüş çizgisi üzerinde yeterince parlak bir yıldızın geçmesi durumlarında mikro mercekleme, yaydığı ışık miktarından bağımsız olarak ve bileşenlerin dikine hızlarına bakılmaksızın çift sistemlerin tespitine ve incelenmesine izin verir. Bu nedenle, bu yöntem gezegenlerin, çift yıldız sisteminin etrafında dönen gezegenlerin ve karadeliklerin veya diğer görülmeyen yıldız kalıntılarının bulunduğu çift sistemleri algılama fırsatı sunar.

Tipik olarak, mikro mercekleme olayları için araştırmalar, yüksek yıldız yoğunluğu, potansiyel kaynaklar

ve mercekler ile yüksek mikro merceklemeye optik derinliği nedenleriyle Samanyolu'nun şişkin bölgesi yönünde gerçekleştirilir (örn. [Mróz ve ark. 2017](#)). Mikro merceklemeye olaylarında ölçülmesi en zor parametre Einstein yarıçapıdır. Bu parametresi ancak,

- 1) sonlu kaynak etkileri tespit edildiğinde ve
- 2) açısal kaynağın büyüklüğü, Einstein halkasının ortasına veya ikili merceğin merkezine yakın bölgedeki büyütmede önemli bir değişim gösterecek kadar büyük olduğunda

bulunabilir. Büyütmeyi yapan mercek ile olaydan yıllar veya on yıllar sonra kaynak arasındaki açısal ayırımın ölçümü de doğrudan Einstein yarıçapının hesaplanmasına yol açar. Aksi takdirde, görülmeyen nesnelerin sebep olduğu mercekler için Einstein yarıçapının ölçümü sadece astrometrik mikro merceklemeden gelebilir. [Rybicki ve diğ. \(2018\)](#)'in gösterdiği gibi, Gaia yakın bir gelecekte Einstein yarıçapını ölçmemize izin veren mikro merceklemeye olayları için kesin astrometrik gözlemler sunacak, ancak sadece yaklaşık $V < 15$ kadirde daha parlak olaylar için olabilecektir.

Samanyolu diskinde eşsiz bir olay olan Gaia16aye'yi burada sunuyoruz. Neredeyse iki yıl süren olay, galaksimizin şişkin bölgesinin uzağındadır. Gaia16aye, sınırlı bir kaynak, yıllık ve uzay paralaksarı ve ikili merceklemeye rotasyonu etkilerini gösteren türden bir olaydır. Çok yoğun şekilde örneklenmiş ışık eğrisi, yalnızca Gaia'nın erken uyarısı ve amatörler ve okul öğrencileri de dahil olmak üzere onlarca gözlemcinin özel gayretlerinin takibi sayesinde elde edildi. Fotometrik verilerin zenginliği, ikili sistem parametreleri için benzersiz bir çözüm bulmamızı sağladı.

3. TEKNİK BÖLÜM:

Gereç ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç bölümlerinden oluşur. Sonuç bölümünün önerileri de kapsamı gerekmektedir.

3.1. Gereç ve Yöntem: Projede öngörülen iş paketleri özelinde faaliyetler ele alınmalı

3.1.1. İş Paketleri: Proje teklifinde önerilmiş olan iş paketleri sırasıyla ele alınmalı ve proje takvimi ile karşılaştırılmalı olarak gerçekleştirilen faaliyetler rapor edilmelidir. Verilen bilgilerde iş paketlerinde gerçekleştirilmiş olan faaliyetler detay olarak belirtilmelidir.

Proje, yayınlanmış makaleye ilişkin BİLİMSEL YAYINLARI TEŞVİK DESTEĞİ (BYP) olduğu için teklifte iş paketleri yer almamıştır. Bununla birlikte, 6 aylık süreçte harcama ve bütçe işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hem süreçte, öncesi ve sonrası da dahil almak üzere yeni bilimsel yayınlar için gözlemler sürdürülmüştür.

3.2. Bulgular: Proje teklifinde belirtilmiş olan iş paketleri kapsamında yürütülen faaliyetler sıralaması ile elde edilen bulgular verilmelidir. Elde edilen bulgular gerekiyorsa tablo ve grafik olarak verilmelidir. Varsa istatistik sonuçlar, ara çıktıları ifade edilmelidir.

Uzun süreli Gaia16aye etkinliğini analiz ettik. Olay dört geçiş ve Yer ile Gaia uydusu arasında uzay paralaksı kadar hassas bir yaklaşım sergiledi. **Şekil 1**, yaklaşık bir buçuk yıllık bir sürede Gaia16aye için toplanan tüm takip ölçümlerini göstermektedir. Bu şekildeki çok iyi örneklenmiş ışık eğrisi, çift yıldızın kütlelerini ($0.57 \pm 0.05 M_{\odot}$ ve $0.36 \pm 0.03 M_{\odot}$) ve tüm yörünge bileşenlerini belirlememize izin verdi. Geçmişinde gözlemi yapılan ve bunu takip eden birkaç yıl sonra da dikine hız ölçümleri ve yüksek çözünürlüklü görüntüleme ile ikili sistemin parametreleri doğrulamak için bir fırsat sunan Gaia16aye, tam yörünge çözümüne sahip birkaç mikro merceklemeye çift yıldızdan biridir. Bu olay ayrıca, gelecekteki Gaia astrometrik zaman çözümlemeli verilerinde bir astrometrik mikro merceklemeye olayı olarak tespit edilebilir.

Büyük ölçekli fotometrik tarama gözlemleri döneminde giderek daha fazla bu tür olaylar tespit edilebilir (ör. Gaia, OGLE, ZTF). Büyük Sinoptik Araştırma Teleskopu (LSST) ile gökyüzünün dört bir yanından gelen binlerce uyarı ile, geçici olayları keşfetmede, takibini yapmada, tam olarak tanımlama için takip

veri işlemede ve en ilginç olayları karakterize etmede otomatik araçları kullanmak artık bir gereklilik haline gelecektir. Seçilen uyarıların robotik gözlemleri, takip verilerinin otomatik analizi ve ışık eğrisi üretimi, yakın gelecekte "geçici zaman alanı" astronomisinde yeni standartlar haline gelecektir. Gaia16aye örneği mikro merceklemenin, merceğin görülmeyen nesnelerden kaynaklandığı çift sistemleri incelemek için yararlı bir araç olabileceğini göstermektedir. Kara delikler ve nötron yıldızlarından oluşan bir mikro merceklemeye çift sisteminin algılanması, diğer çalışmaları tamamlayıcı olan bu zor kalan kalıntı popülasyonu hakkında bilgi sağlayacaktır.

3.3. Tartışma ve Sonuç: Projede elde edilen bulgular ve değerlendirmeleri sonucunda bir hüküm oluşturulmalı ve literatür verileri ile karşılaştırılmalıdır. Proje kapsamında varsa yöntemde gerekli görülen veya gerçekleştirilen değişiklikler gerekçeleri ile beraber bu bölümde ifade edilmeli ve sonucunda hedeflenen noktaya ulaşıp ulaşılmadığı hükmüne bağlanmalıdır.

Büyük bir takip kampanyası Gaia 16aye için çok ayrıntılı bir ışık eğrisi toplamamıza ve dolayısıyla etkinliğin evrimini kapsamlı bir şekilde ele almamıza izin verdi. Fotometrik veriler, iki yıldan uzun bir süre boyunca dünyaya yayılmış bir gözlemci ağı tarafından elde edildi. Gözlemlerin büyük çoğunluğunun, teleskop zamanlarını bu işe ayırmış profesyonel astronomlar ve amatörler de dahil olmak üzere gönüllüler tarafından alındığı vurgulanmalıdır.

Gaia16aye örneği, bilimsel bir keşfe yol açan uzun vadeli koordineli gözlemlerin gücünü göstermektedir. Mikro merceklemeye alanı, geçmişte, örneğin, ilk mikro merceklemeye gezegen keşifleri ile sonuçlanan bu tür izleme gözlemlerinden özellikle fayda sağlamıştır (örneğin, [Udalski ve ark. 2005](#); [Beaulieu ve ark. 2006](#)). Bu etkinlik aynı zamanda çoklu, hızlı ve yoğunlukla dramatik parlaklık değişiklikleri ile heyecan verdi. Bu nedenle, gözlemleri ve veri işlemeyi kolaylaştıran araçlar kullanmak da zorunluydu. Çok farklı enstrümanlar tarafından toplanan fotometrik gözlemlerin standardizasyonunu yapan Cambridge Fotometrik Kalibrasyon Sunucusu (CPCS, [Zielinski ve ark. 2019](#)) özellikle önemlidir. Dahası, CPCS'nin çalışması yazılımlabilir, böylece gözlemler herhangi bir insan müdahalesi olmadan otomatik olarak yüklenebilir ve işlenebilir. Bu çözüm, özellikle olayın dramatik bir şekilde değiştiği zamanlarda ışık eğrisinin evriminin izlenmesine yardımcı oldu. İşlenmiş gözlemler ve fotometrik ölçümler hemen herkesin görebileceği şekilde hazırlandı ve dördüncü geçişteki zirveye yaklaşıldığında gözlem sıklığının artırılması gibi uygun eylemler gerçekleştirildi. Gaia16aye etkinliğiyle gökyüzünün bir kısmı için I ve R filtrelerinde hiçbir arşiv kataloğunun bulunmadığını not ediyoruz. Bu filtrelerde yapılan tüm gözlemler CPCS tarafından otomatik olarak en yakın Sloan i ve r bantlarına ayarlandı. Bu mikro merceklemeye modelini etkilemez, ancak i ve r filtrelerindeki standart ışık eğrisi sistematik olarak dengelenir. Öte yandan, CPCS tarafından işlenen B, g ve V filtrelerindeki gözlemler % 1 seviyesine doğru kalibre edilir.

Toplamda, yaklaşık iki yıllık bir süre boyunca 25000'den fazla fotometrik ve 20'den fazla spektroskopik gözlem alınmıştır. Kasım 2016 başındaki geçiş sırasında ikili olaylarda beklendiği gibi parlaklık eğilimi düşmekten yükselmeye değişti ([Khamitov ve ark. 2016a](#)).

Gaia16aye durumunda, ışık eğrisi, karmaşıklığına rağmen, mikro merceklemeye modelini benzersiz bir şekilde kısıtlamamıza izin veren çoklu özellikler içerir. Dört yapılı geçişe ve bir pikli yaklaşımına ek olarak, mikro merceklemeye modeli, ilk geçişten yaklaşık bir yıl önce, yaklaşık HJD = 7350'de, pürüzsüz, düşük genlikte uzun vadeli bir yumru öngördü. Bu özellik gerçekten de Gaia verilerinde bulundu (bkz. **Şekil 2**). Gaia'nın fotometrik hata çubuklarının seviyesine yakın olan bu yükselişin genliği yaklaşık 0.1 kadir ve sinyal bir uyarıyı tetikleyemeyecek kadar zayıftı.

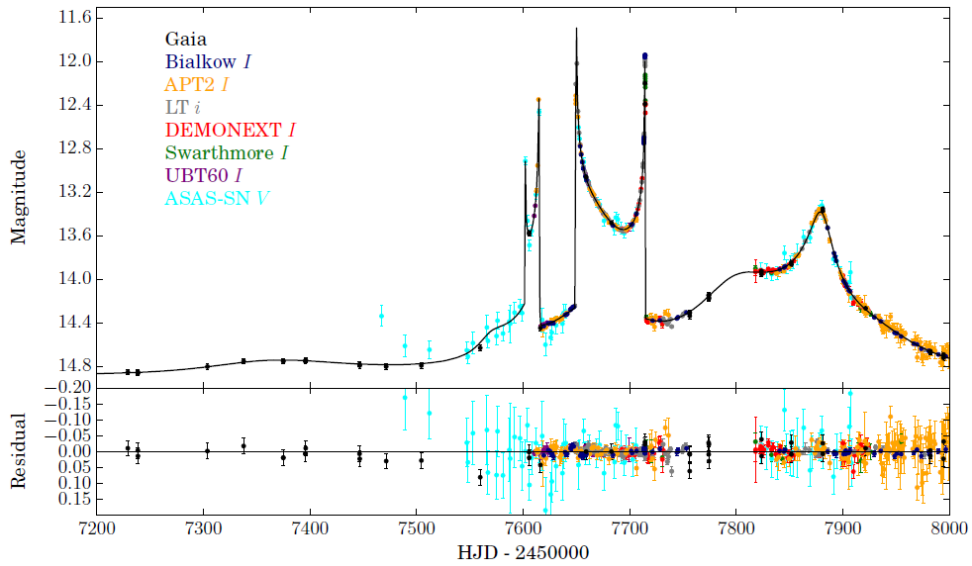
Gaia16aye ikili mikro merceklemeye olayı için basit bir ön model, çıkışın Kasım 20.8 UT (HJD = 7713.3) civarında olacağını ve geçişin de yaklaşık yedi saat süreceğini öngörmüştür ([Mroz ve ark. 2016](#)). Modelin ön gördüğü çıkışı iyi yakalamak için, amatör astronomi dernekleri (İngiliz Astronomi Derneği ve Alman Haus der Astronomie dahil) ve okul öğrencilerini de içeren yoğun bir gözlem kampanyası başlatıldı. Gözlemler ayrıca Twitter'de (hashtag # Gaia16aye) canlı olarak verildi. Bununla birlikte, gerçek zirveye çıkış 21 Kasım 16 UT'de (7714.17) yaklaşık 20 saat sonra meydana geldi ve bunu TRTGAO, Aries130, CrAO, AUT25, T60, T100, RTT150, Montarrenti, Bialkow, Ostrowik, Krakow50, OndrejovD50, LT, pt5m, Salerno ve UCLO teleskopları izledi. Dördüncü çıkışın tespiti de [Khamitov ve ark. \(2016b\)](#) tarafından başarılmıştır. Etkinlik daha sonra dört ay boyunca 1 kadirlik bir oranla çok yavaş bir şekilde yükselmeye başladı ve 5 Mayıs 2017'de pürüzsüz bir zirve sergiledi (HJD = 7878), I = 13.3 kadir (G ~ 14 kadir) ([Wyrzykowski ve ark. 2017](#)).

3.4. Yapılan Bilimsel Etkinlikler: Proje kapsamında bilimsel toplantı, tanıtım ve eğitim toplantıları düzenlenmiş ise bu bölümde takvimlendirilerek sıralı bir şekilde verilmeli ve katılımcılar hakkında bilgi verilmelidir.

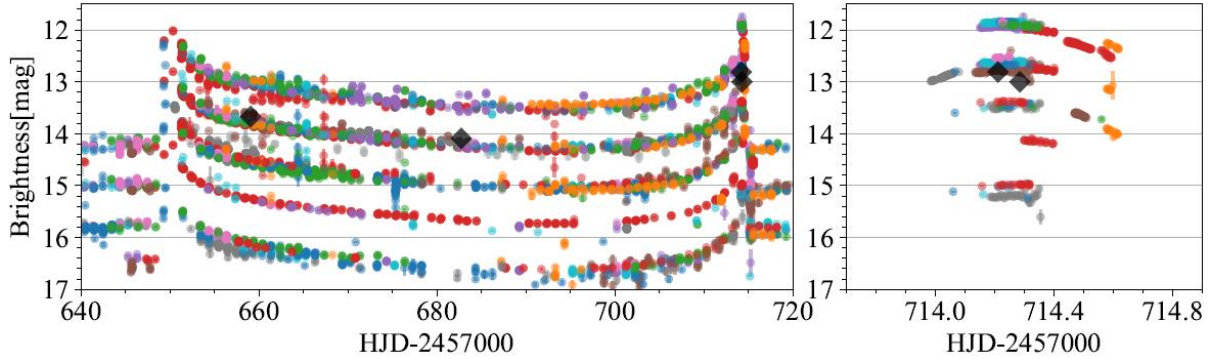
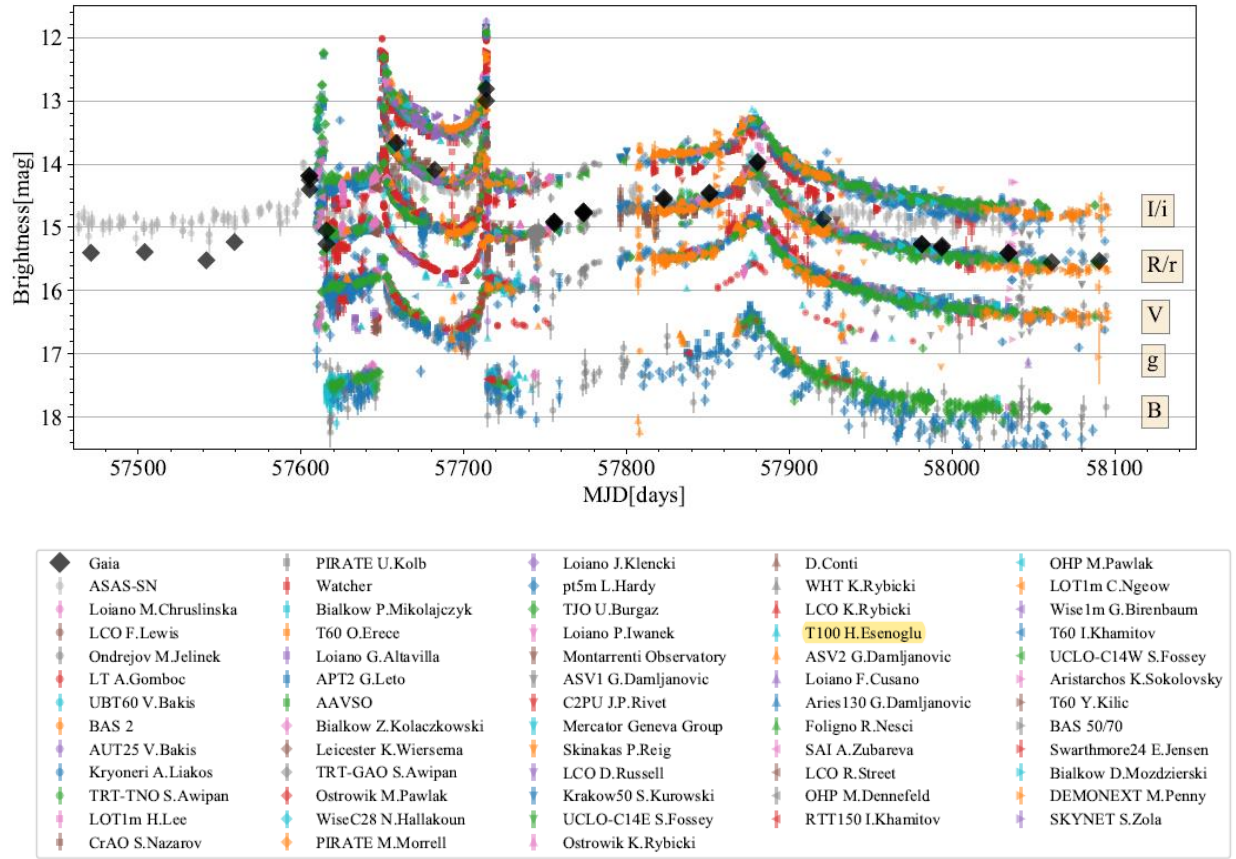
Proje kapsamında bilimsel toplantı, tanıtım ve eğitim toplantıları düzenlenmemiştir.

3.5. Darboğazlar ve çözüm önerileri: Takvim ve iş paketleri kapsamında karşılaşılan (varsa) olumsuzlukları ve/veya riskler ifade edilmeli, bu darboğazları gidermek için alınan önlemler ve gerçekleştirilen faaliyetler bu bölümde belirtilmelidir.

Takvim ve iş paketleri kapsamında olumsuzluk ve/veya riskle karşılaşılmamıştır.



Şekil 2. Sadece mikro merceklenme modelinde kullanılan verileri gösteren mikro merceklenme olayı Gaia16aye'nin ışık eğrisi. Tüm ölçümler LT i filtresi kadir ölçeğine dönüştürülmüştür.



Şekil 1. Gaia16aye'nin Gaia, ASAS-SN ve takip fotometrik gözlemleri. Her gözlemevi ve gözlemci farklı bir renkle işaretlenmiştir. İşaretler de açıklamada açıklanmıştır. Şekil, yalnızca CPCS kullanılarak otomatik kalibre edilen takip verilerini göstermektedir. *Üst panel:* tüm etkinlik, *alt paneller:* ikinci geçiş çiftinin yakınlaştırılmış hali (*solda*) ve dördüncü geçişin bir detayıdır (*sağda*).

3.6. İş-Zaman Çizelgesi: Proje önerisinde oluşturulmuş olan iş zaman çizelgesi ele alınarak her bir iş paketinin tamamlama ve hedefe ulaşma durumları grafik olarak belirtilmelidir.

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

İş Paketi Adı/Tanımı	Projenin Dönem ve Ayları																																				
	1. 6 aylık dönem						2. 6 aylık dönem						3. 6 aylık dönem						4. 6 aylık dönem						5. 6 aylık dönem						6. 6 aylık dönem						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
İş paketi 1: Harcama işlemleri																																					
İş paketi 2: Gözlem																																					

NOT: Tablodaki satırlar iş paketi sayısına ve ihtiyaca göre azaltılıp çoğaltılabilir. İş paketlerinin tamamlandığı ayları belirlemek için ayların karşılığına gelen gözleri koyu gri ile doldurunuz.

3.7. Proje Tamamlanma Tabloları: İş paketlerinde gerçekleştirilen faaliyetler göz önünde bulundurularak ilerleme tablosu oluşturulmalıdır. Bunun için genel değerlendirmede iş paketlerinin ne kadarının tamamlandığını ifade etmek için %... şeklinde tamamlandı şeklinde sayısal ifade kullanılmalıdır. İş paketlerinin hedefe ulaşma durumları irdelenmelidir.

İş Paketleri	Gerçekleşme oranı
İş paketi 1: Harcama işlemleri	%100
İş paketi 2: Gözlem	%50

3.8. Çalışma Planı Değişiklikleri: Proje Çalışma Takvimine Uygun Yürütülememişse veya iptal edilmiş, değişiklik yapılmış olan iş paketleri varsa Gerekçeleri ve yapılan değişikliklerin hedefine ulaşp ulaşmadığı iş paketleri bazında gerekçeleri açıklanmalıdır.

Proje, Çalışma Takvimine uygun yürütülmüştür.

4. İDARİ BÖLÜM

4.1. Gelişme Dönem İçindeki Proje Yönetimi ile İlgili Gelişmeler, Risklerin Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri: Proje kapsamında faaliyetlerin yürütülmesi sırasında idari olarak karşılaşılan sorunlar ele alınmalıdır. Proje işleyişi ile ilgili veya malzeme temininde yaşanan sıkıntılar ve nedenleri konusu bu bölümde ele alınmalıdır. Karşılaşılan problemler özelinde varsa çözüm önerileri ifade edilmelidir.

Proje kapsamında faaliyetlerin yürütülmesi sırasında idari olarak herhangi bir sorunla karşılaşmamıştır.

4.2. Personel Değişiklik Tablosu: Yürütücü değişikliği, yardımcı araştırmacı değişikliği veya eklenmesi gerekçeleri ile belirtilmelidir.

PROJE PERSONELİ DEĞİŞİKLİK TABLOSU					
T.C. Kimlik No.	Adı, Soyadı	Katılma Tarihi	Ayrılış Tarihi	Projedeki Görevi	Ayrılma/Katılma Nedeni
-	-	-	-	-	-

4.3. Proje ek süre ihtiyacının belirlenmesi: Proje işleyişi sırasında çıkan aksaklıklara bağlı olarak alınan ek süre ve gerekçeleri ayrıntılı olarak bu bölümde ifade edilmelidir. Hedefe ulaşmada katkısı vurgulanmalıdır.

Proje işleyişi sırasında ek süre alınmamıştır.

5. MALİ BÖLÜM

5.1. Bütçe: Projede yapılan harcamalar ve bütçe durumu bu bölümde ele alınmalı ve bütçenin son hali tablo şeklinde verilmelidir.

Harcama Kalemi	Öngörölmüş Maliyet	Gerçekleşen Harcama	Kalan Bütçe
Demirbaş	1132,80	960,00	69,84
Bilgisayar ve Bilgisayar Parçası alımları			
Tüketime Yönelik Malzeme			
Kırtasiye Alımları ve Fotokopi			
Yolluk Yevmiye			
Hizmet Alımı			
Bakım Onarım			
Canlı Hayvan ve Yem Alımı			

5.2. Harcan(a)mayan Kalemlere İlişkin Açıklamalar: Projede öngörölmüş ama gerçekleşmemiş harcamaların neden gerçekleştirilemediği konusunda bilgi verilmelidir.

Projede bir kalem harcama öngörölmüş ve yerine getirilmiştir. Gerçekleşmemiş harcama bulunmamaktadır.

5.4. Harcamalara İlişkin Zorluklar: Harcamalarda karşılaşılan sorunlar ve nedenleri ifade edilmeli ve varsa çözüm önerileri belirtilmelidir.

Harcamada sorun ile karşılaşılmamıştır.

6. PROJE ÇIKTILARI ve EKLER

6.1 Dönem İçinde Yayımlanan ve Toplantılarda Sunulan Yayınlar/Bildiriler: Proje faaliyetleri sırasında yapılmış makale, kongre bildirisi, teknik rapor, patent başvurusu gibi ara çıktılar belirtilmeli ve künyeleri ile hem akademik veri yönetim sistemine proje atıf edilerek işlenmeli hem de bu bölümde listelenmelidir. Yapılmış makalelere alınmış atıflar var ise bu bölümde bunlar da gösterilmelidir.

Q1 etki faktörlü bir dergide bir adet SCI makale yayınlanmıştır. Aşağıda bu yayının künyesi verilmiştir ve akademik veri yönetim sistemine (AVESİS) de işlenmiştir.

Wyrzykowski, L., ..., Esenoglu, H., ...(182 yazar), Full orbital solution for the binary system in the northern Galactic disc microlensing event Gaia16aye, A&A 633, A98, 2020.

Bu makale 5-6 ay gibi yeni yayınlanmış olmasına rağmen 7 adet atıf aldığı görölmüştür. Künye ve bağlantı bilgileri de aşağıda verilmiştir.

- 1) 2020arXiv200605439M2020/06 (<https://arxiv.org/pdf/2006.05439.pdf>)
Gravitational Microlensing Event Statistics for the Zwicky Transient Facility
Medford, Michael S.; Lu, Jessica R.; Dawson, William A. and 4 more

- 2) 2020arXiv200407289M2020/04 (<https://arxiv.org/pdf/2004.07289.pdf>)
Microlensing optical depth and event rate in the OGLE-IV Galactic plane fields
Mróz, Przemek; Udalski, Andrzej; Szymanski, Michal K. and 10 more
- 3) 2020A&A...636A..20W2020/04 (<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/04/aa35842-19.pdf>)
Constraining the masses of microlensing black holes and the mass gap with Gaia DR2
Wyrzykowski, Łukasz; Mandel, Ilya
- 4) 2020RNAAS...4...13M2020/01 (<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2515-5172/ab7021>)
Gravitational Microlensing Events from the First Year of the Northern Galactic Plane Survey by the Zwicky Transient Facility
Mróz, Przemek; Street, R. A.; Bachelet, E. and 12 more
- 5) 2020svos.conf...11E2020 (<https://arxiv.org/pdf/1912.07659.pdf>)
Gaia's revolution in stellar variability
Eyer, L.; Rimoldini, L.; Rohrbasser, L. and 15 more
- 6) 2019AJ....158..110S2019/09 (<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/ab2f71/pdf>)
Studying Microlensing Events from New Horizons
Street, R. A.; Bachelet, E.
- 7) 2019arXiv190712535H2019/07 (<https://arxiv.org/pdf/1907.12535.pdf>)
Voyage 2050 White Paper: All-Sky Visible and Near Infrared Space Astrometry
Hobbs, David; Brown, Anthony; Høg, Erik and 27 more

KAYNAKÇA

- Abbott, B. P., Abbott, R., Abbott, T. D., et al. 2016, Phys. Rev. X, 6, 041015
(<https://journals.aps.org/prx/pdf/10.1103/PhysRevX.6.041015>)
- Abbott, B. P., Abbott, R., Abbott, T. D., et al. 2017, Phys. Rev. Lett., 118, 221101
(<https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.118.221101>)
- Beaulieu, J.-P., Bennett, D. P., Fouqué, P., et al. 2006, Nature, 439, 437
(<https://arxiv.org/ftp/astro-ph/papers/0601/0601563.pdf>)
- Belczynski, K., Holz, D. E., Bulik, T., & O'Shaughnessy, R. 2016, Nature, 534, 512
(<https://www.nature.com/articles/nature18322>)
- Bird, S., Cholis, I., Muñoz, J. B., et al. 2016, Phys. Rev. Lett., 116, 201301
(<https://arxiv.org/pdf/1603.00464.pdf>)
- Khamitov, I., Bikmaev, I., Burenin, R., et al. 2016a, ATel, 9753
(<http://www.astronomerstelegam.org/?read=9753>)
- Khamitov, I., Bikmaev, I., Burenin, R., et al. 2016b, ATel, 9780
(<http://www.astronomerstelegam.org/?read=9780>)
- Mróz, P., Wyrzykowski, Ł., Rybicki, K., et al. 2016, ATel, 9770
(<http://www.astronomerstelegam.org/?read=9770>)
- Mróz, P., Udalski, A., Skowron, J., et al. 2017, Nature, 548, 183
(<https://www.nature.com/articles/nature23276>)
- Rybicki, K. A., Wyrzykowski, Ł., Klencki, J., et al. 2018, MNRAS, 476, 2013
(<https://academic.oup.com/mnras/article/476/2/2013/4867979>)

Udalski, A., Jaroszyński, M., Paczyński, B., et al. 2005, ApJ, 628, L109
(<https://iopscience.iop.org/article/10.1086/432795/pdf>)

Wyrzykowski, Ł., Mroz, P., Rybicki, K., et al. 2017, ATel, 10341
(<http://www.astronomerstelegam.org/?read=10341>)

Zielinski, P., Wyrzykowski, Ł., Rybicki, K., et al. 2019, Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso, 49, 125
(<https://www.ta3.sk/caosp/Edition/FullTexts/vol49no2/pp125-131.pdf>)