




Nova Cas 2020'nin Fotometrisi

Gamal M. Hamed^{1,2} , Hasan H. Esenoğlu² *, Hulusi Gülseçen² 

¹ National Research Institute of Astronomy and Geophysics, Stellar Astronomy Lab, Cairo-1142, Egypt

² İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul-34119, Türkiye

Accepted: January 5, 2023. Revised: December 5, 2022. Received: November 14, 2022.

Özet

Yeni patlamış Nova Cas 2020 (V1391 Cas, Gaia20eld)'nin parlaklık değişim aralığı 10.8V-21.3i kadirdir (AAVSO). 27 Temmuz 2020'de keşfedilmiştir. Bu tarihten kısa süre sonra 10 Ağustos'ta patlamanın maksimum evresine ulaşmıştır. Gaia ışık eğrisinden maksimum ile minimum parlaklıkları arasında 3 ay içerisindeki farkı yaklaşık 7 kadir olmuştur. Bununla birlikte, Gaia bu novayı örneğin Gaia21bpe (Nova Cas 2021) nova patlamasında olduğu gibi maksimumdan öncesine ait uzun süreli (sadece bir yıl hariç kesintisiz yaklaşık 6 yıl) gözlemesini öngörememiştir. Novanın takip gözlemleri yapılmıştır; TUG T100 teleskopu ile maksimum patlamasından yaklaşık 2.5 ay sonra 27 Ekim 2020 tarihinde 9.5 saat süreyle 1653 fotometrik görüntüsü alınmıştır. T100 ile 28 Ağustos 13 Ekim 2021 tarihleri arasında 5 gece yapılan gözlemlerden de patlama evresine ilişkin ışık eğrileri üzerinde ayrıntılı tartışılmıştır. Ayrıca, sistemin yörünge dönemi için de bir ön sonuç olarak 3.15 saat bulunmuştur.

Abstract

The brightness variation range of the newly exploded Nova Cas 2020 (V1391 Cas, Gaia20eld) is 10.8V-21.3i in magnitudes (AAVSO). It was discovered on July 27, 2020. Shortly after this date, on August 10, the eruption reached its maximum phase. The difference in brightnesses between the maximum and minimum within 3 months from the Gaia light curve was approximately 7 magnitudes. However, Gaia was not able to predict long-term (approximately 6 years uninterrupted except for only one year) observation of this nova before the maximum such as in the nova outburst of Gaia21bpe (Nova Cas 2021). Follow-up observations of the nova were made; 1653 photometric images with the TUG T100 telescope were taken for 9.5 hours on October 27, 2020, approximately 2.5 months after its maximum explosion. Observations made with T100 on 5 nights between August 28 and October 13, 2021 are also discussed in detail on the light curves for the outburst phase. A preliminary result for the orbital period of the system was also found to be 3.15 hours.

Anahtar Kelimeler: Cataclysmic variables – Nova – Nova Cas 2020 – Photometry – Orbital period

1 Giriş

Klasik Novalar, sistemin nova öncesi durumundan 6-19 kadir kadar parlaklaştığı, kataklizmik değişenlerde ortaya çıkan ani patlamalardır (Warner 2003). Bu patlamaların, beyaz cücenin yüzeyinde biriken maddenin termonükleer tepkimesinden kaynaklandığı kabul edilmektedir (Starrfield ve diğ. 2016). Bu çalışmada kullanılan fotometrik veriler, patlamanın farklı aşamalarında klasik nova zarflarını gözlemek ve incelemek için bir gözlem kampanyasının parçası olarak elde edildi. Devam eden bu kampanya 2020 yılının ortalarında başladı ve şu ana kadar yaklaşık 15 nova gözlemlendi. Bu kongre bildirisi, söz konusu kampanyanın sonuçlarıyla ilgili bir dizi makalenin ilkidir. Sadece Nova Cas 2020 ile ilgili tayf gözlemlerinin ön bulgularını içeren kısa bir rapor yayınlanmıştır (Hamed ve diğ. 2020). Burada ise novanın fotometrik gözlemlerini sunuyoruz.

Nova Cas 2020 (V1391 Cas, Gaia20eld), S. Korotkiy tarafından 2020-07-27.9302 (UT) tarihinde 12.9 kadir parlaklığında iken filtresiz alınan bir gözlemlerde optik geçici TCP J00114297+6611190 olarak keşfedildi ve bir Fe II klasik nova olarak tanımlandı (Sokolovsky 2020). Maksimum parlaklığa 10.8 kadirde ulaştı. Nova, maksimumdan yaklaşık üç ay sonra çoklu ikincil maksimumlar gösterdi (Sokolovsky 2020). Yakın kırmızı ötesindeki takip gözlemleri, novanın keşfinden yaklaşık

150 gün sonra optik olarak kalın toz oluşturduğunu gösterdi (Banerjee ve diğ. 2020). Nova ışık eğrisi sınıflandırmasına göre Nova Cas 2020 D türü nova olarak belirtilmiştir (Strope ve diğ. 2010).

Nova Cas 2020'yi yeni nova olmasından dolayı patlama aşamalarındaki özellikle maksimum parlaklığındaki ışık eğrisi davranışını izlemek ve bir de maksimum ışıkta alınan büyük orandaki veri ile bir ön dönemini belirlemek için TUG'un T100 teleskobunu kullanarak gözledik. Bu gözlem ve bulgularını dönem ve ışık eğrisi başlıkları altında verdik.

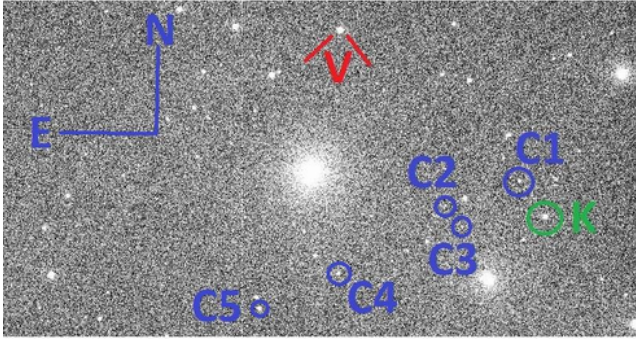
2 Gözlem

Nova Cas 2020'nin patlamada ve sonrasında T100 ile binning 2 ve filtresiz fotometrik gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Iraf ve phyton kullanılarak indirgemeleri yapılmıştır. Novanın (V) ve mukayese (C1, C2, C3, C4 ve C5) ile denet (K) yıldızlarını gösteren örnek bir görsel Şekil 1'de verilmiştir. Gözlemler dönem belirleme ve ışık eğrisi analizi şeklinde aşağıda iki alt başlık olarak verilmiştir.

2.1 Gözlem: Dönem Analizi

Sistemin dönem analizi için 27 Ekim 2020 tarihinde parlak olmasından yararlanılarak 1 s poz ile 9.5 saat süreliğine 1653 adet filtresiz fotometrik görüntüsü alınmıştır. Tüm veriler (fotometrik davranış amaçlı) ve güvenilir olmayan bazı

* esenoglu@istanbul.edu.tr



Şekil 1. Nova Cas 2020'nin V ile belirtilmiş görüntüsü.

verilerin dışlanması (dönem analizi amaçlı) şeklinde iki türlü değerlendirilmiştir. Bu veriler Gaia ışık eğrisinde maksimum evreye karşılık gelmiştir. Elde edilen ışık eğrisi Gaia'daki yeri belirtilerek Şekil 2'de gösterilmiştir. İndirgenmiş verilere dönem analizi de yapılmıştır.

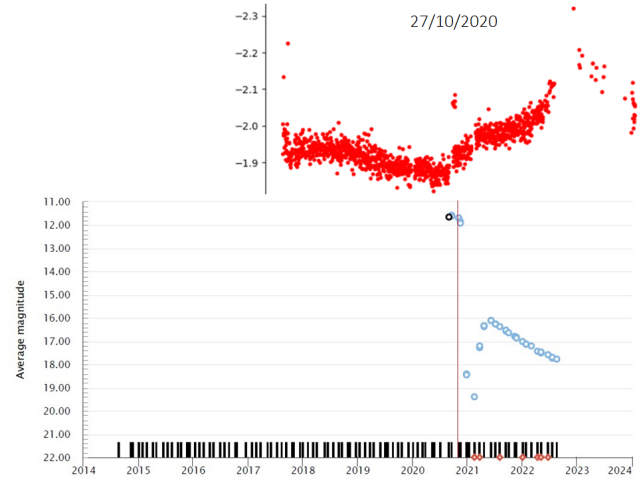
2.2 Gözlem: Işık Eğrisi

Novanın patlama aşamaları için T100 ile farklı tarihlerde bir dizi filtresiz fotometrik verilerini aldık. Çeşitli mukayese yıldızları ile yapılan indirgemelerden ışık eğrileri elde edilmiştir. 27/10/2020 tarihli dönem analizi için olan ışık eğrisi maksimuma karşılık gelirken, diğerleri iniş evresinde (2021 yılında) gerçekleşmiştir. 27/08/2021, 01/09/2021, 17/09/2021, 12/10/2021 ve 13/10/2021 tarihli ışık eğrileri Gaia üzerinde Şekil 3'de gösterilmiştir.

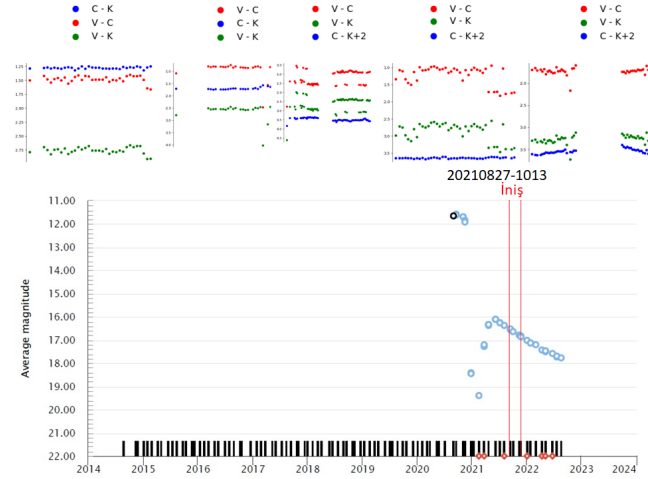
3 Sonuç ve Tartışma

3.1 Dönem Analizi

AAVSO verileri kullanılarak sistemin yörünge dönemi 3.706 saat (veya 0.15442 gün) ve ayrıca 3.8036 saat (veya 0.158482 gün) şeklinde iki değer verilmiştir (Schmidt 2021). Bununla birlikte, bunların dışında bu çalışmada TUG-T100'ün maksimum ışıktaki gözlemlerinden sistemin bir ön yörünge dönemi olarak 3.15 saat (veya 0.1312 gün) bulunmuştur. Buradaki ve diğer başka kaynaklar için yaptığımız dönem analizlerindeki işleyiş şöyledir; Fourier analizinden önce, her gecelik gözlem seti için gecelik ortalamalar belirlenir ve doğrusal eğilimler çıkarılır. Peranso 2.60 yazılımı (Paunzen & Vanmunster 2016) kullanılarak, faz katlama Jurkewich yöntemi, iki Varyans Analizi yöntemi, Tarih Telafi Edilmiş Ayrık Fourier Dönüşümü (DCDFT) ve Fourier/en küçük kareler Lomb-Scargle yöntemi dahil olmak üzere çeşitli dönem analizi teknikleri uygulanarak dönem analizi gerçekleştirilir. Değişen yıldız fotometrisinin Fourier periyodik analizi, genellikle sonuçların yorumlanmasında mevcut zorlukları da ortaya çıkarır. Bunlardan hava koşulları, göyüzü parlaklığı ve sınırlı gözlem süreleri zaman serilerinde boşluklar yaratır. Her gece neredeyse aynı saatte gözlem yapma ihtiyacının bulunduğu Fourier spektrumu dönemi veren belirteç ve dönemin katlarında suni frekanslar üretir. Değişen bir yıldızın ışık eğrisinin bir dizi sinüs fonksiyonuna makul bir şekilde uyabileceği varsayımı yaklaşık olarak doğru kabul edilebilir. Burada verilen sonuç, Fourier spektral analizinin en küçük kareler yöntemi ile birleştirilmesi nedeniyle seçilen Lomb-Scargle (astronomide en bilinen yöntemlerden biridir, VanderPlas 2018) metodundan alınmıştır.

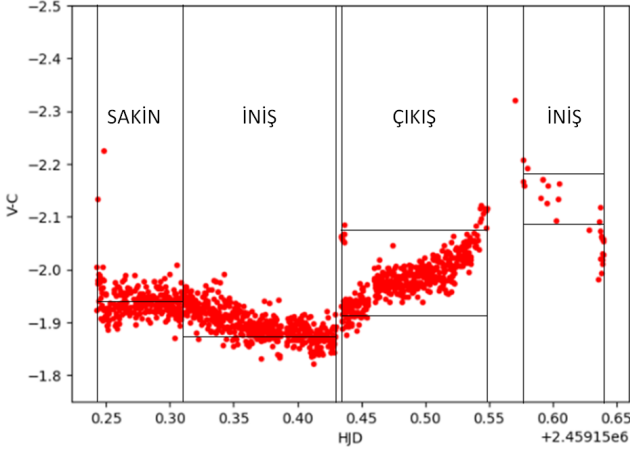


Şekil 2. Nova Cas 2020'nin Gaia (içi boş mavi daireler) ile birlikte T100'ün (içi dolu kırmızı daireler) maksimum evredeki ışık eğrisi. Yatay eksen üzerindeki yedi adet kırmızı baklava şekiller güvenilir olmayan Gaia verilerini belirtir.



Şekil 3. Nova Cas 2020'nin Gaia (içi boş mavi daireler) ile birlikte T100'ün (içi dolu kırmızı-mavi-yeşil daireler) iniş evredeki ışık eğrileri. Maviler mukayese eksi deneti (C-K), kırmızılar değişen eksi mukayeseyi (V-C) ve yeşiller de değişen eksi deneti (V-K) belirtmektedir. C-K ışık eğrisi diğerlerinden aşağıda olması için 2 kadir eklemeye yapılmıştır. Gaia ışık eğrisinin yatay eksenindeki yedi adet kırmızı baklava şekiller de Gaia'nın güvenilir olmayan verilerini belirtir.

Nova için bulunan bu üç farklı dönemden güvenilir olan hangisidir? T100 gözlemi ile 189 dakika gibi sistemin hızlı bir dönemi elde edilmiştir. Nova, ilk patlamasından sonra çoklu patlamalar göstermiştir. Dönem analizinin yapıldığı veri de, ilk patlamadan yaklaşık 2.5 sonrasındaki bu çoklu maksimum ışıklara karşılık gelmiştir. Bu çoklu patlamalardan sonra da nova şiddetli bulutsu evresi geçirmiştir (uzaya çok miktarda toz yayılmıştır, bkz. Banerjee ve diğ. 2020 ve Munari ve diğ. 2020). Novanın yaklaşık 3.15 saatlik dönemi 1s pozlarla, maksimum ışıktaki ve tek bir gecelik (toplam 9.5 saat) verisi üzerinden alınmıştır. T100'ün bu dönem bulgusu, literatürdekinden farklı çıkmasında pozun çok kısa, çoklu patlama ve tek gece olmasının



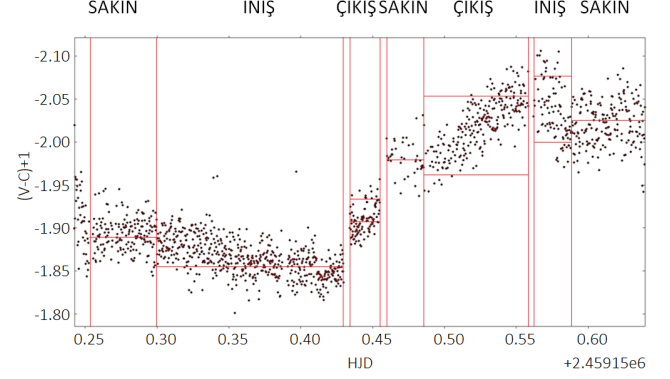
Şekil 4. Nova Cas 2020'nin maksimum evredeki ayrıntılı ışık eğrisi. Yatay eksen HJD olarak zaman ve dikey eksen de kadir olarak değişen eksi mukayese (V-C)'dir.

bir etkisi olmuş olabilir mi? Bu üç gerekçeden sık aralıklı kısa pozlar ve tek gece ile sınırlı gözlem yapılmasından (analize giren veri özelliğinden) muhtemelen novanın dönemini farklı vermiş olabilir. 222 dakika orta hızlı dönem için Schmidt (2021)'e göre (1) periyodiklik 0.0058 kadir genlik limitleri ile eşzamanlı AAVSO verilerinde görünmüyor, (2) periyodiklik 0.0013 kadir genlik limitleri ile patlama öncesi TESS ışık eğrisinde görünmüyorsa ve (3) geçiş aşamasından önceki novalar, tepe noktası da dahil olmak üzere, herhangi bir tutarlı periyodiklik gösteremezler çünkü opak kabuk, içerisindeki çift sistemi gizler. Bu gerekçelerle AAVSO'dan bulunan orta hızlı dönme dönemi doğru olamaz. Bu gerekçelerle AAVSO'dan bulunan orta hızlı dönem doğru olamaz. Bu durumda sistemin 228 dakika ile daha yavaş olan dönemi güvenilir bulunmuştur. Bu değer ile T100'den bulunan arasındaki fark 39 dakikadır.

3.2 Işık Eğrisi: Maksimum Evre

T100 teleskopu ile 27/10/2020 tarihinde yapılan filtresiz gözlemler, novanın maksimum evresinde yaklaşık 9.5 saat sürede 0.4 kadirlik bir parlaklık artışı göstermiştir (bkz. Şekil 2 ve 4). Maksimumdaki bu ışık eğrisinin band genişliği de 0.05 kadirdir. Ayrıca, saat mertebesinde maksimum evredeki bu değişim sakin, iniş, çıkış ve tekrar iniş şeklinde 4 bölgeye ayrılabilir gözükmemektedir (bkz. Şekil 4). Şekil 4'deki ışık eğrisi temizlenmiş veriden çizdirilmiştir. Bu yüzden Şekil 5'e göre daha az sayıda veri içermektedir.

Maksimum ışık eğrisini daha ayrıntılı incelemek amacıyla T100 ile elde edilen tüm veriler dikkate alınarak ışık eğrisi yeniden oluşturulmuştur (bkz. Şekil 5). Şekil 5'ten de görüleceği üzere bu durumda maksimum evredeki söz konusu ışık eğrisinin 4 bölge yerine sakin, iniş, çıkış, tekrar sakin, tekrar çıkış, tekrar iniş ve tekrar sakin şeklinde olmak üzere yedi bölgeye ayrılmaktadır. Şekil 4 ve 5'deki bu aktivitelerin zaman ve parlaklık bilgisi de karşılaştırma amaçlı Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'deki her evreye karşılık gelen parlaklık değerleri grafik olarak çizdirilmiştir ki novanın maksimumdaki 7 farklı fotometrik davranışı daha belirgin görülmüştür (bkz. Şekil 6). Şekil 6, nova patlamasının maksimumunda saat mertebesinde küçük genlikli parlaklık değişimlerini evre temelinde göstermiş olup aynı zamanda Şekil 4 ve 5'deki ışık eğrilerinin de grafik olarak görünümüdür. Novada ilk patlamasından sonraki



Şekil 5. Nova Cas 2020'nin tüm verilerinin kullanıldığı maksimum evredeki ayrıntılı ışık eğrisi. Yatay eksen zaman ve dikey eksen de kadir olarak parlaklık farkıdır.

Çizelge 1. Nova Cas 2020'nin güvenilir olmayan verilerin dışlandığı (Şekil 4) ve tüm verilerinin kullanılarak elde edildiği (Şekil 5) maksimum evredeki 7 aktivite bölgesinin süreleri ve kadir olarak parlaklık değerleri. Şekil 4'deki 4 evrenin Şekil 5'deki karşılıkları olan evreler parantez içinde "ortak" ifadesi ile belirtilmiştir.

Evre	Şekil	Süre (saat)	Parlaklık farkı (kadir)
Sakin (ortak)	4	1.6	0
İniş (ortak)	5	1.1	0
Çıkış (ortak)	4	2.9	0.07
Çıkış (ortak)	5	3.1	0.03
Çıkış (ortak)	5	0.5	0.02
Sakin (ortak)	5	0.6	0
Çıkış (ortak)	4	2.7	0.16
İniş (ortak)	5	1.7	0.09
İniş (ortak)	4	1.5	0.09
Sakin (ortak)	5	0.6	0.08
Sakin (ortak)	5	1.2	0
Toplam	-	8.8	-

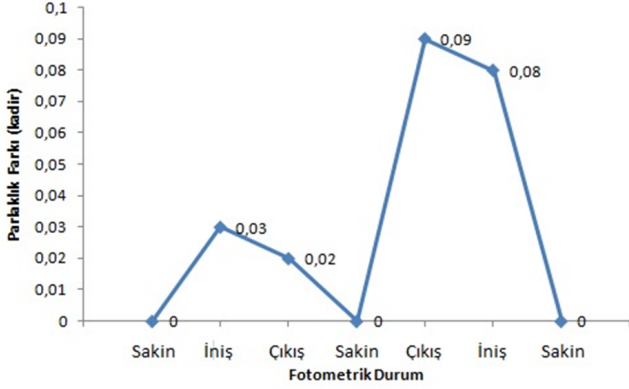
aylarda belirli aralıklarla çok sayıda tekrarlayan patlama olayları meydana geldiğinden maksimumdaki bu davranışının incelenmesinin de önemi artmıştır.

3.3 Işık Eğrisi: İniş Evresi

Novanın Gaia ışık eğrisindeki patlama sonrası iniş evresinde yaklaşık 47 günde (27/08/2021-13/10/2021 tarihleri arasında) parlaklık azalması 0.2 kadirdir (bkz. Şekil 3). Bu tarihlerdeki Gaia gözlemlerini T100 ile karşılaştırdığımızda bir miktar farklı parlaklık değişimi ortaya çıkmıştır. Söz konusu bu parlaklık azalması T100 verisinde 0.1-0.9 kadir gibi geniş bir aralıkta olup ortalaması 0.4 kadirdir. Buna göre nova, iniş evresinde T100 verisi Gaia'ya göre daha "hızlı" iniş göstermiştir.

Nova Cas 2020'nin fotometrik araştırması sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

- Maksimum Evre:** Sistemin ön yörünge dönemi 3.15 saat bulunmuştur. Saat mertebesinde küçük genlikli iniş-çıkış-sakin şeklinde 0.4 kadirlik bir parlaklık artışı gözlenmiştir.



Şekil 6. Novanın tüm verilerinin kullanımı ile ortaya çıkan maksimumdaki 7 farklı fotometrik davranış. Yatay eksen evre ve dikey eksen de kadir olarak parlaklık farkıdır. Ayrıca, evrelerin parlaklık farkları şekil üzerinde belirtilmiştir.

- b. **İniş Evresi:** Yaklaşık 1.5 ay süresince 0.8 kadir aralığında bir parlaklık değişimi vermiştir.

Maksimum ve iniş evrelerine ilişkin olarak henüz indirgenmemiş farklı tarihlere ait 1042 adet daha T100 görüntüsü bulunmaktadır. Bu görüntüler ile birlikte toplam 2694 fotometrik görüntüye sahip olacak ve muhtemelen daha doğru bir yörünge dönemi ve fotometrik durum bilgisi elde edebileceğiz.

Teşekkür

21AT100-1799 numaralı proje ile T100'ün kullanımına destek verdiği için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne (TUG'a) teşekkür ederiz. TJAA hakemlerine makaleyi iyi seviyeye yükselten önerilerine ayrıca teşekkür ederiz. Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin (BAP) FBA-2020-36956 nolu projesi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Banerjee, D. P. K., Anupama, G. C., Munari, U. ve diğ., The Astronomer's Telegram **14272** (2020)
- De, K., Kasliwal, M. M., Hankins, M. J. ve diğ. ApJ **912** 19–39 (2021)
- Hamed, G. M., Esenoglu, H. H. Galeev, A. I., The Astronomer's Telegram **13998** (2020)
- Munari, U., Banerjee, D.P.K., Castellani, F., Dallaporta, S., Maitan, A., Vagnozzi, A., The Astronomer's Telegram **14267** (2020)
- Paunzen, E. ve Vanmunster, T., Astron. Nachr. **337** 239–245 (2016)
- Schmidt, R.E., JAAVSO **49** 95–98 (2021)
- Sokolovsky, K., Aydi, E., Chomiuk, L., ve diğ. The Astronomer's Telegram **13903** (2020)
- Starrfield, S., Iliadis, C., Hix, W. R., PASP **128** (2016) 051001
- Strope, R. J., Schaefer, B. E., & Henden, A. A., AJ **140** 34–62 (2010)
- VanderPlas, J.T., ApJ Suppl. **236** 16–44 (2018)
- Warner, B., Cataclysmic Variable Stars, Cambridge University Press, doi:10.1017/CB09780511586491 (2003)

Access:

M23-0390: [Turkish J.A&A](#) — Vol.4, Issue 3.