

# WZ Sge Türü Kataklişik Değişen Yıldızlar

Elif Köksal<sup>1</sup>★, Belinda Kalomeni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100, Bornova- İzmir

## Özet

Kataklişik değişen yıldızlar farklı astrofiziksel süreçleri ve yıldız evrimini çalışmak için önemli sistemlerdir. Kataklişik değişenlerin bir alt türü olan WZ Sge türü sistemler düşük kütle oranları dönem minimumu civarında yörünge dönemlerine sahip olmaları nedeniyle kataklişik değişenlerin önemli bir alt grubunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada WZ Sge sisteminin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobu ile elde edilen gözlem verilerinin ön sonuçları sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** stars: dwarf novae, İkili Yıldızlar

## 1 Giriş

Kataklişik değişenler beyaz cüce ve kütle transfer eden düşük kütleli yıldızdan oluşan kısa dönemli çift yıldızlardır (Warner 1995). Kataklişik değişenler, yıldız evrimi çalışmalarında, farklı fiziksel süreçlerin çalışılıp anlaşılmasında kısa yörünge dönemlerine sahip olmaları nedeniyle önemli kaynaklar arasında yer almaktadırlar (Kalomeni et al. 2016). Kataklişik değişen yıldızlar beyaz cücenin manyetik alan şiddeti, sistemdeki disk, kimyasal yapı gibi farklı özellikler göz önünde tutularak farklı alt sınıflarda çalışılabilirler. Bu çalışmada cüce novaların bir alt sınıfı olan WZ Sge türü novalar incelenecektir. Beyaz cüce yüzeyine, düşük kütleli soğuk bileşen yıldızdan kararlı kütle transferinin gerçekleştiği yakın çift yıldız sistemlerinde nova patlaması gerçekleşir (Munari 2012). Kütlede zamanla gerçekleşen kararlı büyüme ve elektron yozlaşma koşulunda toplanmış zarf, kritik kütle değerine kadar toplanmaya devam eder. Beyaz cücenin Hidrojen bakımından zengin zarf kütlesi kritik değere ulaştığı zaman, zarfın alt katmanındaki Hidrojen ateşlenerek Hidrojen kabuk flaş neden olur ve nova gerçekleşir. Beyaz cüce fotosferik yarıçapı genişler ve nova tayfı, optik maksimum yakınında F- süper devinin tayfına benzer. Optik maksimumdan sonra, yıldız rüzgarları ile kütle kaybı nedeniyle, zarf kütlesi azalarak fotosfer daha derin katmanlara doğru geriler. Yıldız rüzgarları ile kütle kaybı kademeli olarak azalır ve nova süper yumuşak X- ışın evresine girmeden önce optikçe kalın rüzgar son bulur. Hidrojen kabuk yanması tükendiği zaman nova patlaması sona erer (Hachisu & Kato 2014).

## 2 WZ Sge türü cüce novalar

WZ Sge türü cüce novalar, büyük genlik ve uzun tekrarlama süresi ile karakterize edilirler. Bu türden novalar ilk olarak SU UMa türü cüce novalar olarak sınıflandırılırsalar da erken süper-hump, yeniden parlama, pozitif dönem değişimine yakın süper-hump göstermeleri nedeniyle cüce novaların SU UMa türü cüce novalarından farklı bir alt sınıfı olarak tanımlanmaktadır (Kato 2002). Kütle veren bir anakol yıldızı ve sahip oldukları yörünge dönemleri ile yaklaşık 77 dakika dönem minimumundaki kataklişik değişenlere yakın sistemlerdir. Yaklaşık 20-30 yıl aralıklarla nadiren büyük genlikte süper patlama gösterirler, normal patlama gözlenmemektedir. Süper patlama sırasında ışık eğrisi uzun-süreklili süperhump gösterir. Optik ışık eğrisi bazen süper patlama sergiler ve sakın evrede çift humplıdır.

Süper patlama sırasında diskte spiral kol form oluştuğu önerilmektedir. Sakin evrede toplanma diskisi asimettiktir ve parlak leke bölgesinin kütle transfer akıntısı boyunca genişlediği görünür. Toplanma diskisinin dış katmanı düşük yoğunluk ve düşük sıcaklıkta olduğu önerilmektedir. Sakin evrede diskin iç kısmındaki boşluklu yapı diskin dairesel halka biçimli olduğuna işaret eder. Sakin evrede diskin dış yarıçapı, yaklaşık 3:1 rezonans yarıçapına sahiptir ve süper patlama esnasında 2:1 rezonans yarıçapına ulaşır (Zharikov & Tovmassian 2015).

Yüksek eğim açısına sahip, 43.5 pc uzaklıkta, geri M-türü cüce bileşen yıldız ve çok hızlı dönen beyaz cüce-den oluşan 81.6 dakika yörünge dönemine sahip kataklişik değişen türü bir sistemdir (Zharikov & Tovmassian 2015). Evrimleşmemiş geri tür yıldızdan transfer edilen madde, Lagrange noktası boyunca kesintili bir şekilde transfer olur ve beyaz cüce etrafında toplanma diskisi oluşturur, optik kalın olan bu disk soğurma çizgilerinin gözlenmesine neden olur. Aktarılan kütlelin toplanma diskine çarptığı noktada parlak leke oluşur. Toplanma diskine ilişkin tayfta sadece Hidrojen çizgileri saptandığı için Chandrasekhar ve Schönberg limitine göre dejenere çekirdeğin ata kütlelerinin sahip olabileceği maksimum sınır 0.2-0.3  $M_{\odot}$  olması gerektiği görülür (Robinson et al. 1978).

Cüce novaların ışık eğrisinde sakın evrede ve patlama sırasında farklı türden dönemli fotometrik humplar gözlemlenmiştir. Sakin evrede hump çiftin yörünge dönemi ile tekrarlar ve SU UMa türü cüce novaların süper patlamaları esnasında gözlemlenmiş süper humplar, çiftin yörünge döneminin kısmen daha uzun döneme sahiptirler. Toplanma akıntısının diske çarptığı noktada sıcak leke oluşumu evreye bağlı olur ve yörünge döneminde gözlenen hump açıklanabilir. Fotometrik humplardan farklı olan erken humplar WZ Sge sisteminde patlamanın ilk 10 gününde gözlemlenmiştir. Erken hump ilk olarak Patterson et al. (1981) tarafından 1978 yılında WZ Sge patlamasında gözlenmiştir. Patlama sırasında bileşen yıldızdan artan madde transferi sonucu sıcak leke parlaması olarak yorumlanmıştır. Süper sıcak leke, patlamada sakın evredeki konumundan 60° yer değiştirmiştir (Patterson et al. 1981). Erken hump dönemi yörünge dönemiyle tekrarlar. WZ Sge türü cüce novalarda patlamanın erken evresinde görünür ve patlamanın daha geç evresinde sıradan süperhump'a değişmiştir, çift humplı bir profil gösterir (Kato 2002). Düşük kütle oranlarına sahip WZ Sge sistemlerinde erken süper humplar 2:1 rezonansın sonucu olarak açıklanır (Kato 2015).

WZ Sge türü sistemler patlama sonrasında ışık eğrisinde yeniden parlama değişimi veya inişlerler gösterir. WZ Sge sis-

★ koksaelif.92@gmail.com

temi gözlemlerinde çoklu yeniden parlama tespit edilmiştir. Bu, WZ Sge türü cüce novaların karakteristik özelliğidir. Çoklu yeniden parlamanın fiziksel mekanizması çok iyi anlaşılmamıştır (Kato 2015). Düşük kütle oranına sahip çift sistemlerde yüksek enerjili patlama sırasında toplanma diski 3:1 rezonans ile genişler, 3:1 rezonans iç diske madde sağlayan depo görevini görür bu durum yeniden parlama ile sonuçlanır (Kato et al. 2008). Imada et al. (2006), yeniden parlama morfolojisini; Tür A patlaması (uzun-süreklili yeniden parlama), Tür B patlaması (çoklu yeniden parlama), Tür C patlaması, (tek bir yeniden parlama), Tür D patlaması (yeniden parlama yoktur) olmak üzere dört kategoride sınıflandırmıştır. Çift süper patlama gösteren iki cismin gözlenmesinden sonra Tür E patlamasını da sınıflamaya dâhil etmiştir (Kato et al. 2014). Osaki, Meyer and Meyer-Hofmeister (2001), yeniden parlamayı, toplanma diskinin sıcak ve soğuk durumu arasındaki değişim nedeniyle, dış disk bölgesinde ileri ve geri hareket eden dalgaların geçişlerinin tekrarlayan yansıması olarak açıklamaktadır. WZ Sge sisteminin 2001 yılındaki patlaması, düşük genlikli çoklu yeniden parlama göstermiştir, Tür A ve Tür B patlaması düzgün süreklilik göstermektedir, bu nedenle Tür A/B patlaması için uzun yeniden parlama ile düşük genlikli çoklu yeniden parlama önerilmiştir (Kato 2015).

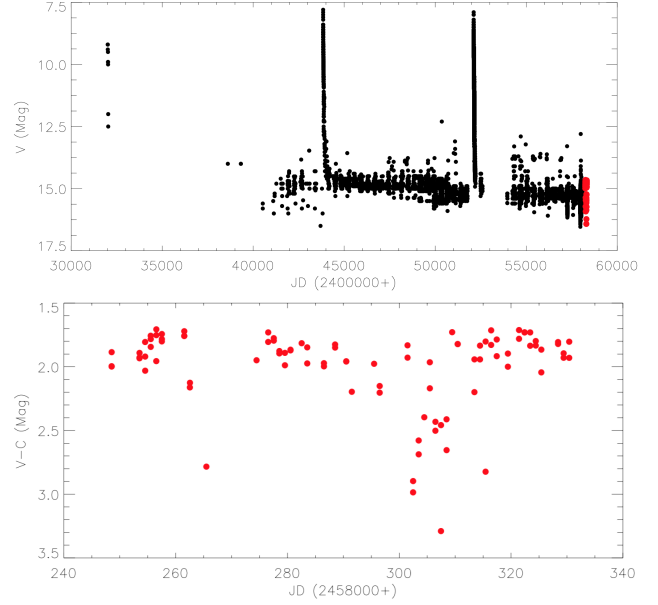
### 3 Yeni Gözlemler

WZ Sge sisteminin uzun ve kısa dönemli ışık değişimlerini çalışmak için TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) T60 ve T100 teleskopları ile gözlenmektedir. Bu çalışmada T60 teleskobu ile 2018 yılında 3 aylık dönem boyunca elde edilen ön sonuçlar sunulmaktadır. Sistemin T100 ve T60 teleskopları ile elde edilen gözlem verileri üzerine çalışmamız devam etmekte olup, çalışmaya ilişkin ayrıntılı bilgi tamamlandığında Köksal (2019) tez çalışmasında sunulacaktır. Şekil 1'de WZ Sge sisteminin AAVSO ve TUG T60 teleskobu ile elde edilen parlaklık değişimi gösterilmektedir. Kataklistik değişenlerin önemli bir alt sınıfını oluşturan WZ Sge sistemlerinden WZ Sge sistemine ilişkin devam eden gözlemlerimiz ile patlamanın gözlenmesi ve buna ilişkin süreçlerin çalışılması hedeflenmektedir.

Bu çalışma Elif Köksal'ın Yüksek Lisans tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır. Çalışmada TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobu kullanılmıştır (Proje Numarası: 18BT60-1387). Desteklerinden dolayı TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi çalışanlarına teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Hachisu I., Kato M., 2014, *ApJ*, 785, 97  
 Imada A., Kubota K., Kato T., Nogami D., Maehara H., Nakajima K., Uemura M., Ishioka R., 2006, *PASJ*, 58, L23  
 Kalomeni B., Nelson L., Rappaport S., Molnar M., Quintin J., Yakut K., 2016, *ApJ*, 833, 83  
 Kato T., 2002, *PASJ*, 54, L11  
 Kato T., 2015, *PASJ*, 67, 108  
 Kato T., Maehara H., Monard B., 2008, *PASJ*, 60, L23  
 Kato T., et al., 2014, *PASJ*, 66, 30  
 Munari U., 2012, *Journal of the American Association of Variable Star Observers (JAAVSO)*, 40, 582  
 Patterson J., McGraw J. T., Coleman L., Africano J. L., 1981, *ApJ*, 248, 1067  
 Robinson E. L., Nather R. E., Patterson J., 1978, *ApJ*, 219, 168  
 Warner B., 1995, *Cambridge Astrophysics Series*, 28  
 Zharikov S., Tovmassian G., 2015, *Acta Polytechnica CTU Proceedings*, 2, 41



Şekil 1. Üst panel: WZ Sge sisteminin AAVSO ve TUG T60 teleskobu (kırmızı noktalar) ile elde edilen parlaklıklar gösterilmektedir. Alt panel: T60 teleskobu ile yeni elde edilen ışık değişimini göstermektedir.

### Erişim:

O14-1645: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)