

Seçilen Katakлизмik Değişen Çift Yıldızların Fotometrik Değişimi

Samet Ok^{1,2*}, Belinda Kalomeni¹, Axel Schwöpe²

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir, Türkiye.

²Leibniz Astrofizik Enstitüsü, Potsdam, Almanya.

Özet: Bu çalışmada seçilen katakлизмik değişen yıldızlar AN UMa, V1007 Her ve IPHAS J052832.69+283837.6 sistemlerinin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) T60 ve T100 teleskopları kullanılarak elde edilen verileri ile V808 Aur sisteminin XMM-Newton X-ışın uydu verisinin analizleri ve tayfsal enerji dağılımı sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: çift yıldızlar, X-ışın, katakлизмik değişen, yıldızlar, beyaz cüce bileşenli yıldızlar

Abstract: In this study, we present optical observations by T60 and T100 telescopes which are selected cataclysmic variables AN UMa, V1007 Her and IPHAS J052832.69+283837.6. We also analysed XMM-Newton X-ray satellite data of V808 Aur.

Key Words: binary stars, X-ray, Cataclysmic variables, binary stars with white dwarf component.

1. Giriş

Katakлизмik değişen yıldızlar bileşenlerinden biri beyaz cüce olan diğeri ise Roche lobunu doldurmuş anakol yıldızı olan etkileşen çift sistemlerdir (Warner 1996). Katakлизмik değişen yıldızlar genel olarak manyetik alanlarının şiddeti ile sınıflandırıldığında 2 alt gruba ayrılmaktadır. Manyetik alan şiddeti > 10 MG olan sistemler manyetik katakлизмik değişenler, bu değerden daha az olan sistemler ise manyetik olmayan katakлизмik değişenler olarak isimlendirilmektedir.

Manyetik olan katakлизмik türü değişen sistemlerde *Polar* ve *Intermediate Polar* olarak 2 alt sınıfa ayrılmaktadırlar. Bu sistemlerde madde aktaran anakol yıldızından gelen madde sistemin L1 noktasından geçerek beyaz cücenin manyetosferi ile etkileşime girer ve madde manyetik alan çizgilerini takip ederek beyaz cücenin manyetik kutuplarına çarpar. İyonize olmuş gaz spiral hareketlerle manyetik alan çizgilerini takip ederken moröteden kızılöteye varan dalgaboylarında ışıma yapar. Manyetik kutupların yakınında şok bölgesi oluşarak bremsstrahlung yayışma kolonu adı verilen bölgeler oluşur ve bu bölgelerden yumuşak ve sert X-ışında olmak üzere elektromanyetik tayfin farklı bölgelerinde ışıma alınır (Cropper 1990). *Intermediate Polar* türü sistemlerde madde aktarım süreci polar türü sistemler ile aynı olmakla beraber bu sistemlerde beyaz cücenin çevresinde bozulmuş bir disk yapısı da görülmektedir.

Manyetik olmayan sistemlerde ise madde aktarım süreci biraz daha farklı olmaktadır. Bu sistemlerde anakol yıldızından gelen madde beyaz cüce çevresinde bir madde aktarım diski oluşturmaktadır. Madde aktarım süreci bu disk üzerinden beyaz cücenin ekvator düzlemindeki bir bölgeye düşmesiyle gerçekleşmektedir.

Bu sistemler kütle aktarım süreçlerini, çift yıldız etkileşimlerini ve maddenin manyetik alan varlığındaki hareketini incelemek için önemli laboratuvarlardır. Uzun gözlem sürelerinde türlerine göre bu sistemlerin madde aktarım miktarlarının değiştiği, zamanla düzenli ya da düzensiz patlamalar gösterdikleri de gözlenmiştir (Witham et al. 2006; Ramsay et al. 2004). Bu kapsamda sistemlerin düzenli gözlemlerinin yapılması bu süreçlere hangi fiziksel olayların meydana getirdiğini anlamada büyük katkısı olacaktır. Bu çalışmamızda, seçilen katakлизмik değişen yıldızların TUG T60 ve T100 teleskopları tarafından gerçekleştirildiğimiz gözlemleri sunulmuştur. Ayrıca bu sistemlerin X-ışın bölgesinde gösterdikleri değişimleri incelemek için V808 Aur polar türü bir katakлизмik yıldızın XMM-Newton analizlerine de yer verilmiştir.

2. Gözlemler

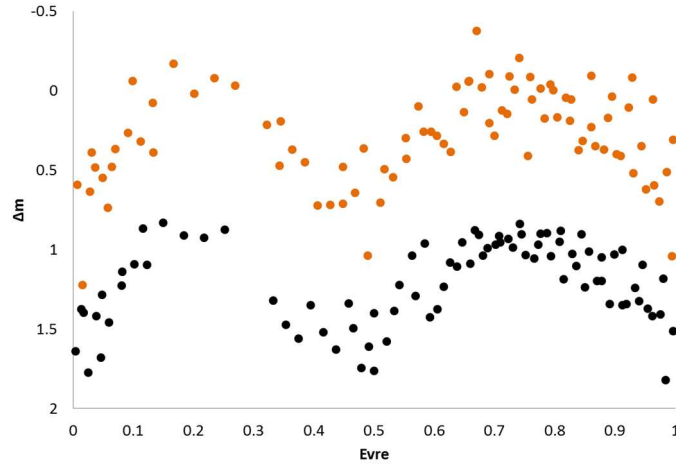
Sistemler TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T100 ve T60 teleskopları ile Johnson V, R, ve I bandlarında gözlenmiştir. Analizler IRAF görüntü işleme paket programı ile yapılmış ve sistemlere ait ışık eğrileri elde edilmiştir (Bkz. Bölüm 3). Sistemlerin gözlemlerine devam edilmektedir. Elde edilen sonuçlar ayrıntılı olarak Ok ve d. (2018) çalışmasında bulunmaktadır.

*Sorumlu Yazar E-Posta: samet.ok@gmail.com

3. Seçilen Sistemler

3.1 AN UMa

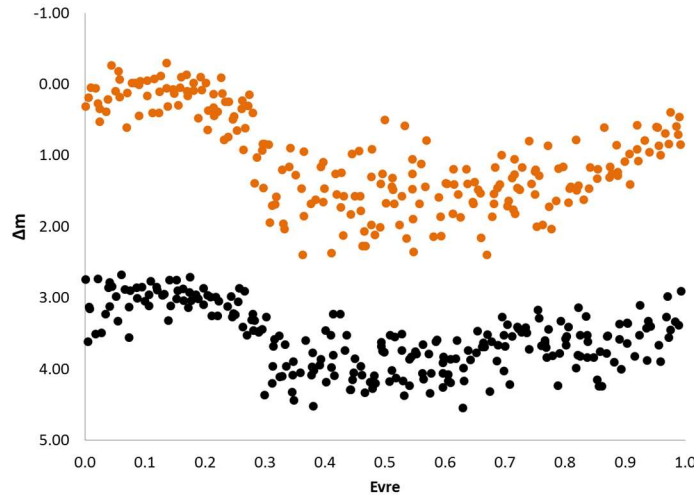
AN UMa sistemi manyetik kataklizmik değişen bir sistemdir. İlk olarak Krzeminski ve Serkowski (1977) tarafından keşfedilmiştir. AN UMa, AM Her türü olarak bilinen polarlar içerisinde keşfedilmiş ikinci yıldızdır. 1.91 saatlik yörünge dönemine sahip olan AN UMa'nın beyaz cücesi 35.8 MG'lık (Cropper ve d. 1989) bir manyetik alan şiddetine sahiptir. Düşük kütleli bir beyaz cüce içeren AN UMa ($M_{wd} = 0.4 - 0.6 M_{\odot}$) 20 000 K'lık yüzey sıcaklığına sahiptir (Bonnet-Bidaud ve d. 1996). Birkaç yayında bu sistemin fotometrik ve tayfsal çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Campbell ve d. 2008; Kafka & Honeycutt 2005; Ramsey ve d. 2004; Bonnet-Bidaud ve d. 1996; Ramseyer ve d. 1993; Imamura ve d. 1986; Szkody ve d. 1981, 1988).



Şekil 1. AN UMa sisteminin TUG T100 teleskobu ile elde edilen V ve R bandlarındaki ışık eğrisi. Düşey eksen sistemin mukayese yıldızından parlaklık farkını göstermektedir. Işık eğrisindeki değişim daha iyi görülebilmesi için aynı evre arka arkaya eklenerek çizilmiştir. V ve R bandları ayrı olarak görülebilmesi için R bandındaki tüm noktalara 1 kadir eklenmiştir.

3.2 V1007 Her

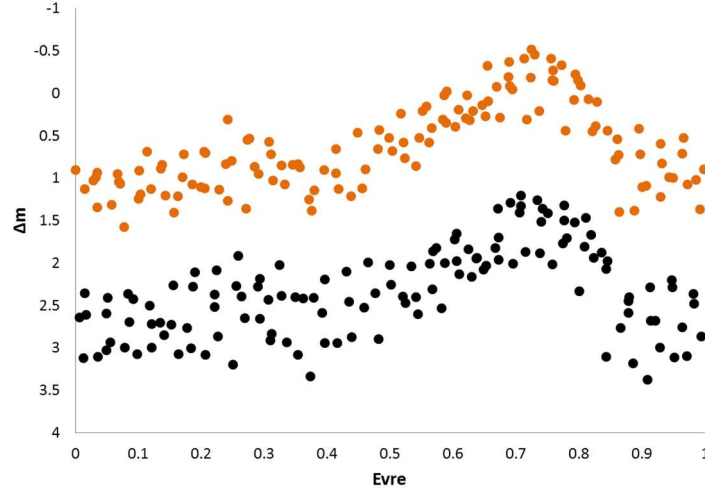
V1007 Her sistemi 1998 yılında ROSAT gökyüzü taraması tarafından keşfedilmiş bir manyetik kataklizmik değişendir (Greiner et al. 1998). 1.99 saatlik bir dönemi olan bu sistemin 50 MG şiddetinde manyetik alanı bulunmaktadır.



Şekil 2. V1007 sisteminin TUG T100 teleskobu ile elde edilen V(turuncu) ve R(siyah) bandlarındaki ışık eğrisi. Düşey eksen sistemin mukayese yıldızından parlaklık farkını göstermektedir. Işık eğrisindeki değişim daha iyi görülebilmesi için aynı evre arka arkaya eklenerek çizilmiştir. V ve R bandları ayrı olarak görülebilmesi için R bandındaki tüm noktalara 3 kadir eklenmiştir.

3.3 IPHAS J052832.69+283837.6

Bu sistem 2007 yılında Witham ve d. (2007) tarafından H β çizgisinde meydana gelen değişimlere bakılarak bir kataklismik değişen aday olarak belirtilmiştir. Borisov ve d. (2016) sistemin ilk çok renk ışık ölçümünü yapmış ve sistemin yaklaşık 80 dk lık bir döneme sahip olduğunu bulmuşlardır. Sistemin uzun dönemli parlaklık değişimi yaklaşık 1 kadir

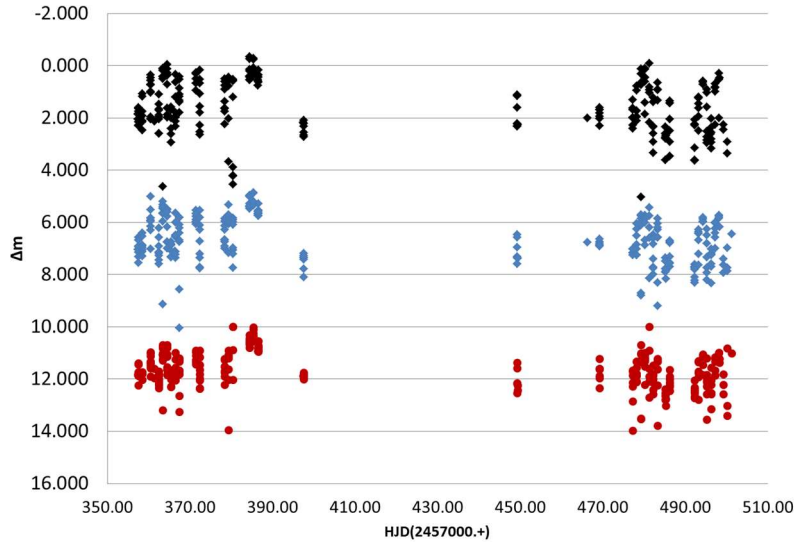


civarındadır.

Şekil 3. IPHAS J052832.69+283837.6 kataklismik aday sistemin TUG T100 teleskobu ile elde edilen V(turuncu) ve R(siyah) bandlarındaki ışık eğrisi. Düşey eksen sistemin mukayese yıldızından parlaklık farkını göstermektedir. V ve R bandları ayrı olarak görülebilmesi için R bandındaki tüm noktalara 2 kadir eklenmiştir.

3.4 2MASS J071126+440405 – V808 Aur

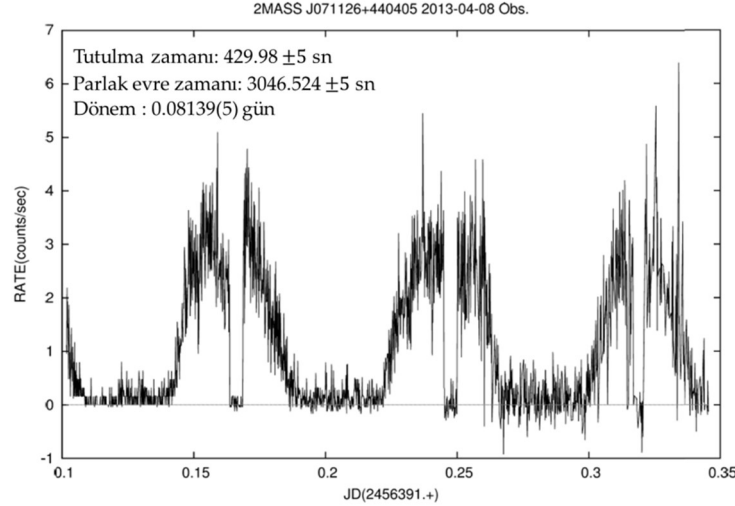
V808 Aur sistemi 2008 yılında Catalina Sky Survey tarama programı tarafından keşfedilmiştir (Drake ve d. 2009; Templeton ve d. 2009). Manyetik kataklismik türü bir değişen olan bu sistemin dönemi 1.95 saat olarak bulunmuştur. Tutulma gösteren bir sistem olan V808 Aur'un dönem analizlerinden sistemin çevresinde dolanan iki Jüpiter kütleli bir gezegenin varlığı keşfedilmiştir (Schwope ve d. 2015).



Şekil 4. V808 Aur sisteminin TUG T60 teleskobu ile elde edilen V(siyah), R(mavi) ve I(kırmızı) bandlarındaki uzun dönemli ışık değişimi. Düşey eksen sistemin mukayese yıldızından parlaklık farkını göstermektedir. Yatay eksen yıl cinsinden zamanı vermektedir. V, R ve I bandları ayrı olarak görülebilmesi için parlaklıklar filtrelerde V, R+6, I+12 şeklinde çizilmiştir.

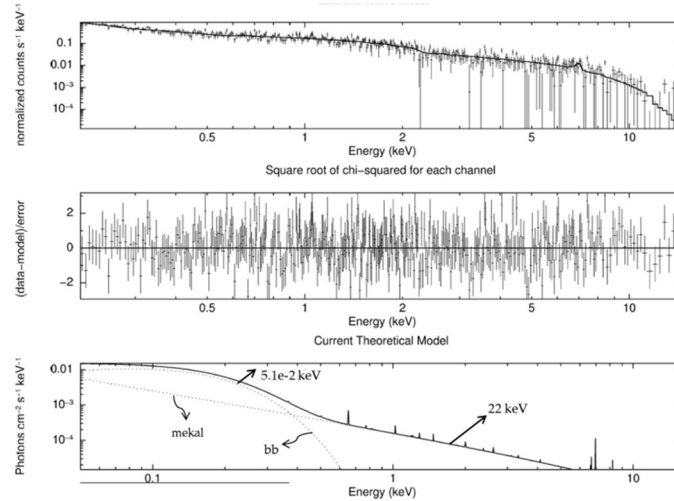
4. V808 Aur X-ışın Analizleri

Bu çalışmada V808 Aur sisteminin 2013-04-08 tarihinde XMM-Newton uydusu tarafından yapılmış X-ışın ve moröte gözlemleri analiz edilmiştir. Analizler sonucunda sisteme ait UV, optik bölgedeki gözlemlerden ve 2MASS, WISE gibi gökyüzü tarama programlarından parlaklıkları elde edilerek tayfsal enerji dağılımı elde edilmeye çalışılmıştır. Bu dağılımdan beyaz cücenin sıcaklığının 10 000 – 8000 K aralığında olduğu sistemin uzaklığının ise 300 pc'den küçük olduğu bulunmuştur.



Şekil 5. V808 Aur sisteminin 2013 XMM-Newton tarafından yapılmış gözlemine ait X-ışın ışık eğrisi. Işık eğrisinin zamansal çözünürlüğü 5 saniye olup ışık eğrisinden elde edilen parametreler grafikte verilmiştir.

Sistemin XMM-Newton veri analizleri Science Analysis System (SAS) versiyon 14.0.0 programı ile yapılmış olup X-ışın tayf analizleri ise XSPEC 12.8.2p paket programı yardımıyla elde edilmiştir (Arnaud 1996; Dorman & Arnaud 2001)(Bkz. Şekil 5).



Şekil 6. V808 Aur sisteminin 2013 XMM-Newton tarafından yapılmış gözlemine ait evreye bağlı X-ışın tayfı. X-ışın tayfı sistemin X-ışın ışık eğrisindeki parlak evredeki bölgelerden gelen fotonlarla elde edilmiştir. Tayf black body ve iyonize sıcak gaz modeli ile modellenerek yumuşak X-ışın kaynağının sıcaklığı 0.511 keV, sert X-ışın kaynağının ise 22 keV bulunmuştur. Bu model için χ^2 değeri 1.01 olarak elde edilmiştir.



5. Sonuçlar

-Bu çalışmada seçilen olduğumuz kataklismik değişen yıldızların TUG T60 ve T100 teleskopları ile çok renk ışık ölçümleri yapılmıştır. Çok renk ışıkölçüm bazı sistemler için ilk kez yapılmıştır. Sistemlerine ilişkin gözlemler T100 ve T60 teleskobu ile devam edilmektedir. Aynı zamanda V808 Aur sisteminin XMM-Newton tarafından yapılmış gözlemleri de analiz edilmiş ve sisteme ait tayfsal enerji dağılımı elde edilmiştir. Bunun sonucunda sistemin sahip olduğu beyaz cücenin sıcaklığı ve uzaklığı bulunmuştur. Ayrıca X-ışın tayfinin modellenmesi ile birlikte madde aktarımının meydana geldiği bölgenin sıcaklıkları da bulunmuştur. Çalışmaya ilişkin ayrıntılar ve sonuçlar OK ve d. (2018)'de yer alacaktır.

-Bu çalışma TÜBİTAK 2211-C Öncelikli Alanlar Yurtiçi Doktora Burs Programı tarafından desteklenmektedir. Bu çalışma 112T766 nolu TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir. Çalışmada TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T100 teleskobu (Proje Numarası: 16BT100-1027) ve T60 (Proje Numarası: 16BT60-1008) kullanılmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi çalışanlarına teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Arnaud, K. A. 1996, ASP Conf. Ser., 101, 17
Bonnet-Bidaud J. M., Mouchet M., Somova T. A., Somov N. N. 1996, A&A, 306, 199
Borisov N.V., Gabdeev M.M. and Afanasiev V.L., 2016, Astrophys. Bull., 71, 95-100
Campbell R. K., Harrison T. E., Mason E. et al. 2008, ApJ, 678, 1304
Dorman, B., & Arnaud, K. A. 2001, ASP Conf. Ser., 238, 415
Drake, A. J., Djorgovski, S. G., Mahabal, A., et al. 2009, ApJ, 696, 870.
Imamura J. N., Steiman-Cameron T. Y. 1986, ApJ, 311, 786
Kafka S., Honeycutt R. K. 2005, AJ, 130, 742.
Krzeminski W., Serkowski K. 1977, ApJ, 216, L45
OK S., ve d., 2018, *hazırlık aşamasında*.
Ramsay G., Cropper M., Wu K. et al. 2004, MNRAS, 350, 1373
Ramsay G., Cropper M., Wu K., Mason K.O., ve d., 2004, Mon. Not. R. Astron. Soc., 350, 1373-1384
Ramseyer T. F., Robinson E. L., Zhang E. et al. 1993, MNRAS, 260, 209
Schwope, A. D., Mackebrandt, F., Thinius, B. D., et al. 2015, Astron. Nachr., 336, 115
Szkody P., Mateo M. Downes R. 1988, PASP, 100, 362
Greiner J., Schwarz R. and Wenzel W., 1998, Mon. Not. R. Astron. Soc., 296, 437-441
Szkody P., Schmidt E., Crosa L., Schommer R. 1981, ApJ, 246, 223
Templeton, M., Oksanen, A., Boyd, D., Pickard, R., ve Maehara, H. 2009, Central Bureau Electronic Telegrams, 1652, 1
Warner B., 1995, Cataclysmic Variable Stars, Cambridge University Press, Cambridge.
Witham A. R., Knigge C., Aungwerojwit A., 2007, Mon. Not. R. Astron. Soc., 382, 1158
Witham A.R., Knigge C., Gansicke B.T., Aungwerojwit A., ve d., 2006 Mon. Not. R. Astron. Soc., 369, 581-597