

# UZUN, ORTA ve KISA DÖNEMLİ DEĞİŞİMLER GÖSTEREN BAZI BE/X-IŞIN ÇİFT YILDIZ SİSTEMLERİ

Ü. Kızıloğlu, N. Kızıloğlu, A. Baykal, S.K. Yerli, M. Özbey

*ODTÜ Fizik Bölümü*

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü*

Bu çalışmada TUG/TUBİTAK-BakırliTepe’de bulunan ROTSEIII ve RTT150 teleskopları ile 2004 yılından bu yana gözlemleri yapılan ve optik ışık eğrilerinde değişimler gösteren bazı Be/X-ışın çift yıldız sistemlerini tanıtacağız. Bu sistemlerdeki Be yıldızlarının (erken tip ve Ana-kol yıldızları) ekvator bölgesinden kaybettiği maddenin oluşturduğu bir disk (decretion disk) ile çevrili olduğu düşünülmektedir. Diskin varlığından dolayı tayflarında salma çizgileri (Balmer, HeI çizgileri) ve kızıl ötesi bölgede aynı tayf türündeki yıldızlara göre daha fazla ışımaya göstermektedirler. Disk oluşumunun nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte yıldızın dönme hızının büyük olması, manyetik alan, radyasyon basıncı ve radyal olmayan salınımlar sebep olarak gösterilebilir. X-ışını veren diğer bileşenin ise nötron yıldızı olduğu düşünülmektedir.

## Giriş

Be yıldızları hızlı dönen ( çoğunluğu için kopma hızının 0.7 katı) B tayf tipindeki ana-kol yıldızları olup ekvator bölgesinden kütle kaybederek etrafında bir disk oluşturduğu düşünülmektedir. Bu diskten nötron yıldızına madde transferi olduğunda X-ışın patlaması görmekteyiz ( Porter ve Rivinius 2003 ). H-alfa da ışınım yapması ve

kızıl ötesi ışıktaki artış görülmesi bu yıldızların gözlenen özellikleridir. Optik ışık eğrileri bazen artış bazen azalma göstermektedir. Be disklerinde açısal momentumun diskin iç kısmından dışarıya doğru diskin viskozitesi yardımıyla taşındığı modeli genel kabul görmekte (Okazaki ve Negueruela 2001). Bu diskin ne kadar genişleyeceği yörüngesel parametrelere ve diskin viskozitesine bağlı. Diskten nötron yıldızına (NY) madde transferi olduğunda eğer bu transfer periastron geçişine (PA) rastlarsa (periyodik olursa) oluşan X-ışın patlaması Tip I X-ışın patlaması olarak tanımlanıyor, ki bu durumda X-ışın ışınım gücü  $10^{36}$  erg/sn civarında. Eğer X-ışın patlamasının ışınım gücü  $10^{37}$  erg/sn veya daha büyükse Tip II X-ışın patlaması oluyor ki bu tip patlama yörüngesel parametrelere bağlı değil (Negueruela 2004). Herhangi bir madde transferinin olmadığı zamanlarda sistem X-ışını bakımından sakin görünüyor. Düşük  $e$  değeri olan sistemlerde NY'nin Tip I patlama göstermesi beklenmiyor ama Tip II patlama gösterebilir. Yüksek  $e$  değeri olan sistemlerde ise Tip I patlamaları görmek mümkün, yani NY her PA geçişinde diskten madde kapacak.

## Gözlemler

Be yıldızları yaptığımız gözlemlerde de görüldüğü gibi üç tip ışık değişimi gösteriyor.

**a) Uzun dönemli değişim:** Disk yoğunluğuna ve disk genişliğine bağlı olup değişimler düzensiz ve haftalarca devam edebilir (örnekler: V635 Cas, GRO J2058, EXO J2030 gibi).

**b) Kısa dönemli değişim:** Yıldızlardaki periyodik ve radyal-olmayan değişimler olarak düşünülmektedir. Salınım periyodu 0.1 ile 2 gün arasında değişiyor (örnek: GRO J2058).

**c) Orta dönemli değişim:** Bu değişimler uzun dönemli değişimlerin üstüne binmiş olarak (örnek: SAX J2239.3) veya tek başına gözükmemektedir (örnek: V615 Cas). Oldukça düzenli olan bu değişimler 50 – 100 gün arası bir periyot göstermekte.

Ayrıca Tip I ve II tipi X-ışın patlamaları önemli (örnekler: V635 Cas, EXO J2030).

Aşağıda Be/X-ışın sistemlerinin yörüngesel parametreleri ( Popov 2005) her şeklin yanında verilmektedir. Ayrıca her Be/X-ışın sisteminin çeşitli zamanlarda gözlenmiş H-alfa bölgesindeki tayflarından bazıları kısa açıklamaları ile birlikte verilmektedir.

**4U 0115+634 (V635 Cas):** Sistemde Be diskinin olduğunu H-alfa çizgisini görmekle anıyoruz (Temmuz 2007). Aralık 2007 de ise H-alfa çizgisi kabuk profili göstermekte. Profilin ortasında diskin kendi soğurmasının continuma ulaştığını ve eşdeğer genişlik (EG) değerinin azaldığını görmekteyiz. U diskin bir zaman sonra kaybolacağını göstermekte. Nitekim Temmuz 2006 da H-alfayı soğurma durmunda görmemiz diskin yok olduğu zamanların olduğunu göstermekte. Be diskinin 500-600 günlük bir oluşma ve kaybolma periyodunun olduğunu düşünmekteyiz. Diskin oluşuktan sonra genişleyerek büyüdüğü ve fakat NY'nin varlığı nedeniyle genişlemesinin durduğu ve kararsız duruma geldiği, burkularak presesyona başladığı varsayılıyor (Negueruela ve ark. 2001, Baykal ve ark. 2005).

**EXO 2030+375 (V2246 Cyg):** Tip II X-ışın patlamasından sonra aldığımız üç tayfin ikisinde (Eylül ve Aralık 2006) H-alfa profillerini tek tepeli ve asimetric olarak görmekteyiz. Profilin kırmızı omzu üç ay içinde sönüyor. Tip II X-ışın patlaması sırasında asimetric profillerin görülmesi yani bir anlamda yoğunluk bozukluklarının ortaya çıkması Tip II X-ışın patlamalarının Be disk yapısıyla yakından ilgili olduğunu göstermekte.

**GRO J2058+42:** Haziran 2007 de çift tepeli olarak gördüğümüz H-alfa çizgi profili Be yıldızının iyice parlamasıyla birlikte Mayıs 2008 de tek tepeli asimetric bir profil göstermekte. V/R değişimi gösteren bu sistemin V/R değişim periyodunun bir yıldan az olmadığı varsayılıyor (Özbey 2008, Ms. Tezi). Diskteki asimetric yoğunluk dalgasının ilerlemesiyle birlikte diskin genişliği NY na yeterince ulaştığında ve NY bu yoğun bölgeden geçerken NY na olan kütle transferi ile gerçekleştiğini düşündüğümüz ve SWIFT/BAT ın gözlediği bir Tip I X-ışın patlaması görülmekte. Patlamada 10 gün

sonra alınan tayfta (May 2008) H-alfa çizgisinin her iki bileşeninden gelen akının (V ve R) toplanarak daha büyük bir eşdeğer genişliğe ulaşmış olduğu görülüyor.

**SAX J2239+61 (2CG 135+01):** H-alfa profilleri tek tepeli olup sadece tepe kısmında kırmızı ve mavi bölgede oluşan küçük soğurmalar görmekteyiz. Tek tepeli H-alfa çizgisi görmemiz sistemin i açısının 60 dereceden küçük olduğunu göstermekte. Işık eğrisinde yaklaşık 300 günlük değişimlerin üzerine binmiş orta dönemli değişimler görülmekte.

**IGR J06074+2205:** H-alfa çizgi profilleri asimetric şekil göstermekte. Profilin V omzunun bir sene içinde büyüdüğünü görmekteyiz. Eşdeğer genişlikler hemen hemen aynı. Bu profiller diskte oluşan Tek-Kollu salınımların varlığını gösteriyor. V/R değişimlerinin en az bir senelik bir periyodu olduğunu söyleyebiliriz.

**RX J0240+6112 (V615 Cas):** Orta dönemli ve genliği gittikçe artan değişimler gösteren bu sistemde H-alfa çizgi profillerinde V/R değişimi var gibi ama disk oldukça Kepler diski gibi (V=R gibi). Temmuz 2007 den sonra eşdeğer genişlik değerinde biraz düşme var. Üç ay içinde profillerin şeklinde pek değişiklik görülüyor. 25-30 gün arasında değişen bir disk salınımı olamayacağına göre, ışınma eğrisinde görülen oldukça periyodik değişimler Yıldızın ekvator bölgesinden madde atılması olarak değerlendirilebilir. Bu şekilde atılan maddelerle yıldızın etrafında bir disk oluşturması beklenir. Işınma gücünde yaklaşık 0.1 kad değişiklik (artış ve azalış) var. Bu azalma atılan maddenin 15-20 gün içinde tekrar yıldızın üstüne düştüğü şeklinde yorumlanabilir (Hanuschik 1993). Günlük tayf gözlemlerimiz olsaydı H-alfa çizgisindeki eşdeğer genişlikleri ve çizgi profillerine bakarak daha fazla söz edebilirdik. Işınımın periyodik olarak azalıp çoğalması yıldızda radyal olmayan salınımlar olabileceğini belirtiyor. Belki bu salınımlar ile gittikçe artan miktarda madde yıldızın ekvator bölgesine atılmakta. Birinci profilden disk yarıçapını hesaplırsak yaklaşık 2.5 yıldız yarı çapı çıkar.

### **Kaynaklar:**

Baykal ve ark., 2005,

- Hanuschik ve ark., 1993, AA, **274**, 35  
Negueruela ve ark., 2001, AA, **369**, 117  
Negueruela 2004, astro-ph/0411335  
Okazaki ve Negueruela, 2001, AA, **377**, 161  
Özbey, 2008, Ms Tezi, ODTÜ  
Popov, 2005 A&A T, **24** , 151-185  
Porter ve Rivinius, 2003, PASP, **115**, 1153