

Bazı Değen Çift Yıldızların Modellenmesi

Mümin Güneş^{1*}, İbrahim Bulut², Osman Demircan²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Kampüsü, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 17100, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Terzioğlu Kampüsü, Fen Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, 17100, Çanakkale

Özet

Değen çift yıldızların (W UMa) oluşum ve evrimleri yeterince anlaşılammıştır. Bu sistemlerin durumunu nükleer evrim, açısal momentum evrimi ve kütle kaybı belirler. Manyetik frenleme ve dinamo kökenli olaylar bu sistemlerde açısal momentum kaybına neden olur. Bu tür sistemleri daha iyi anlamak için bazı değen çift sistemlerin evrim durumları Bse ve Ev-twin kodu ile anlaşılmaya çalışıldı. Kodlarda değişiklikler yapılarak değen evre modellendi. O-C analizlerinde dönemi azalan sistemler seçildi. Böylece değen sistemlerin fiziksel durumları evrim kodlarıyla değerlendirildi.

Anahtar Kelimeler: Çift yıldız evrimi, Bse, Twin Kod, Değen çiftler, W UMa

1 Giriş

Değen sistemlerinin oluşum ve evrimi astrofizikte önemli bir araştırma alanıdır. Nükleer evrim, kütle kaybı, manyetik frenleme ve dinamo kökenli olaylar, kütle aktarımı, dönme/dolanma açısal momentum evrimi, 3.cisim etkisi bu tür sistemlerin evrimini belirlemektedir. Bazı W UMa türü değen sistemlerinin evrimsel durumu Hurley ve ark (2002) tarafından geliştirilen Bse kodu ve Eggleton'ın Ev-Twin kodunun Utrecht çatallanması (Eggleton, 1971,1972,1973), (Eggleton ve Kiseleva-Eggleton, 2002), (Stancliffe ve ark., 2007), (Eldridge ve Tout, 2004), (Glebbeek ve ark., 2008) kullanılarak incelendi. Kodlar değen evre için değiştirildi. O-C analizlerinde dönemi azalan sistemler seçildi. Seçilen sistemler OO Aql, V502 Oph, RW Com, VW Cep dir. Değen sistemlerinin yaş ve evrimi bu kodlar kullanılarak değerlendirildi.

2 Yöntem ve Uygulamalar

Çizelge 1'de ilgili sistemlerin modellemelerde kullanılan mutlak parametreleri ve dönemi yer almaktadır. Bu değerler *Tübitak 114F166 numaralı projeden* elde edilmiştir. Bu sistemlerin O-C analizleri yörünge döneminin azaldığını göstermektedir.

İki farklı kod ve iki farklı yaklaşım ile bu tür sistemlerin dinamik evrimini anlamaya çalıştık. Uygulamalarda korunumsuz evrim modelleri üzerinde yoğunlaştık.Çözümler eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar sıfır yaş anakolundan başlatılmıştır. Başlangıç dışmerkezliği sıfır alınmıştır. Hesaplamalar değme derecesi yüzde 80-90 civarında olduğunda durduruldu. Bu durumda L2 noktasından sistemden aşırı kütle kaybı ve sonrasında sistemin birleşmesi beklenmektedir. Programlar kullanılarak sistemlerin mutlak parametrelerine en uygun modeller araştırılmıştır.

Bse kodunda yapılan değişiklikler aşağıda 1,2 ve 3 denklemlerinde sunulmuştur.

$$\frac{R_1}{R_{r1,1}} = \frac{R_2}{R_{r1,2}} \quad (1)$$

$$\dot{M}_{1,2} = \begin{cases} -10^{-11} R_{1,2} & M_{1,2} \leq 1.0 \\ -10^{-11} & M_{1,2} > 1.0 \end{cases} \quad (2)$$

* mmngns@hotmail.com

$$\dot{M}_{tr} = \frac{(R_1 - R_{r1})^5}{R_{r1,1}} \quad (3)$$

Bu denklemlerden ilki Li ve ark (2004)'nin önerisine dayanmaktadır. Denklem değme koşulunu ve her iki bileşenin yaklaşık aynı Roche potansiyelinde olmasını anlatır. Bu değişiklik programın değen evre ve sonrasında çalışması için yapılmıştır. İkinci ve üçüncü denklemler Stepień (2011)'nin ve Stepień ve Kiraga (2015)'nin çalışmalarına dayanmaktadır. İkinci denklem yıldız rüzgarlarıyla kütle kaybını, üçüncüsü kütle aktarımı sırasında programın davranışını anlatır.

3 Sonuçlar

İki farklı çift yıldız evrim kodu kullanılarak ayırık çift yıldız kanalıyla değen çift oluşumu ve modellenmesine çalışıldı. Çizelge 2'de her bir sistem için kullanılan kod, başlangıç kütleleri, başlangıç dönemi, sistemin modeldeki yaşı ve değen sistemin birleşme yaşı verilmiştir. Şekil 1'de modellenen sistemlerin kütle-yarıçap ve dönem-zaman düzleminde durumları evrim yollarıyla çizdirilmiştir. log R- M düzleminde ZAMS ve TAMS mavi ve pembe kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Siyah nokta birinci bileşeni, beyaz nokta ikinci bileşeni göstermektedir. Siyah ve turkuaz çizgiler modellerin evrim yollarını göstermektedir. SD ve C etiketleri modellerin yarı ayırık ve değen evreye geldikleri noktadır. Yörünge dönemi - zaman grafiklerinde dik mavi, siyah ve kırmızı çizgiler sırasıyla sistemin yarı ayırık evreye ulaştığı, değen evreye ulaştığı ve gözlemsel değerle çakıştığı zamanı yani sistemin yaşını göstermektedir.

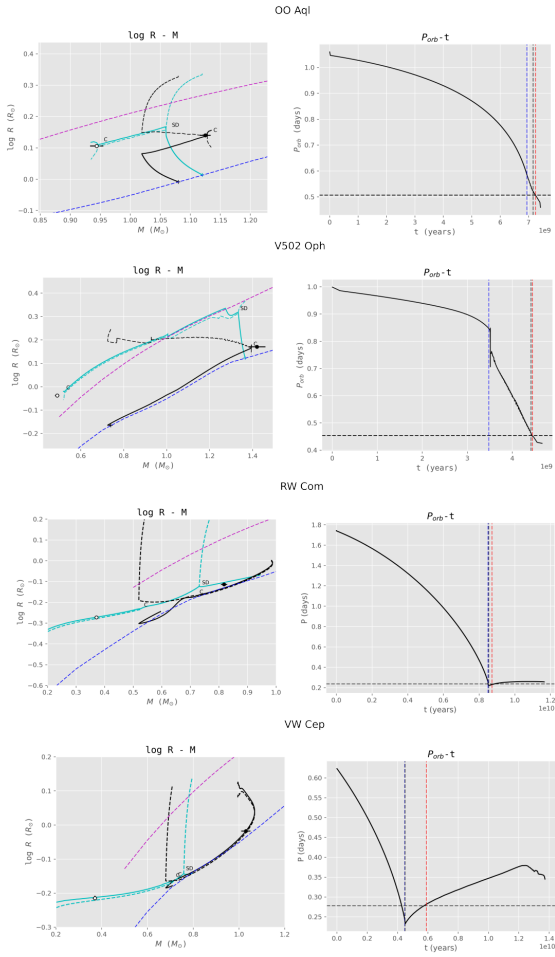
Hızlı çalışan Bse kodu değen evre ve sonrasında yörünge döneminin küçültmeye eğilimlidir. Manyetik frenleme etkisi sistemi birleşmeye götürür. Ev-twin kodu basitleştirilen bir dinamo modeline sahiptir. Bu kod kütle oranını tersine çevirdikten belli bir zaman sonra yörünge dönemi artırmaya yönelir. Literatürde değen çiftlerin O-C analizlerinde artan ve azalan sistemlere rastlamaktadır. Değen evrimini anlamak için mutlak parametrelerin çok iyi belirlenmesine ve istatistiksel çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca çift yıldız evriminde rol oynayan süreçlerin ayrı ayrı çok iyi şekilde anlaşılması gerekmektedir. Bu kodlar değen çift yıldızın birleşen sürecini anlamak için de kullanılabilir.

Çizelge 1. Modellenen sistemlerin mutlak parametreleri ve yörünge dönemi.

Sistem	$M_1(M_{\odot})$	$M_2(M_{\odot})$	$R_1(R_{\odot})$	$R_2(R_{\odot})$	P(gün)
OO Aql	1.125 ± 0.009	0.944 ± 0.011	1.380 ± 0.003	1.276 ± 0.005	0.506792
V502 Oph	1.42 ± 0.04	0.49 ± 0.01	1.48 ± 0.01	0.9167 ± 0.01	0.453386
RW Com	0.818 ± 0.011	0.371 ± 0.007	0.770 ± 0.003	0.534 ± 0.05	0.237345
VW Cep	1.03 ± 0.02	0.37 ± 0.01	0.96 ± 0.01	0.61 ± 0.01	0.27830959

Çizelge 2. Sonuçlar.

Sistem	Kod	$M_{1i}(M_{\odot})$	$M_{2i}(M_{\odot})$	P_i (gün)	Z	t(Gyr)	t_m (Gyr)
OO Aql	Bse	1.08	1.12	1.06	0.018	7.25	7.47
V502 Oph	Bse	0.74	1.37	0.99	0.015	4.45	4.70
RW Com	Ev/Twin	0.60	0.94	1.75	0.010	8.72	11.50
VW Cep	Ev/Twin	0.71	0.794	0.65	0.020	5.90	13.50

**Şekil 1.** Modellenen sistemlerin kütle-yarıçap ve dönem-zaman düzleminde durumları.**Kaynaklar**

- Eggleton, P.P.: The evolution of low mass stars. MNRAS. **151** (1971) 351
 Eggleton, P.P.: Composition changes during stellar evolution. MNRAS. **156** (1972) 361

- Eggleton, P.P.: A numerical treatment of double shell source stars. MNRAS. **163** (1973) 279
 Eggleton, P. P.; Kiseleva-Eggleton, L.: The Evolution of Cool Algons. ApJ. **575** (2002) 461–473
 Eldridge, J. J., Tout, C. A.: A more detailed look at the opacities for enriched carbon and oxygen mixtures. MNRAS. **348** (2004) 201–206
 Glebbeek, E., Pols, O. R., Hurley, J. R.: Evolution of stellar collision products in open clusters. I. Blue stragglers in N-body models of M 67. A&A. **488** (2008) 1007–1015
 Hurley J.R., Tout C.A., Pols O.R.,: Evolution of binary stars and the effect of tides on binary populations. MNRAS. **329** (2002) 897–928
 Li, Lifang., Han, Zhanwen., Zhang, Fenghui: Structure and evolution of low-mass W UMa-type systems. MNRAS. **351** (2004) 137–146
 Stancliffe, R. J.; Glebbeek, E.; Izzard, R. G.; Pols, O. R.: Carbon-enhanced metal-poor stars and thermohaline mixing. A&A. **464** (2007) L57–L60
 Stępień, K.: Evolution of the progenitor binary of V1309 Scorpii before merger. A&A. **531** (2011) A18
 Stępień, K., Kiraga, M.: Model computations of blue stragglers and W UMa-type stars in globular clusters. A&A. **577** (2015) A117

Erişim:

014-1640: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)