

ÇIKARIM (INFERENCE) YÖNTEMİ KULLANILARAK W UMa YILDIZLARININ SALT PARAMETRELERİNİN BULUNMASI

Tenay SAGUNER¹, Ethem DERMAN²

Özet

Bu çalışmada literatürde de birçok defa W Uma türü çift sistemlerin salt parametrelerini belirlemek için kullanılmış “Çıkarım (Inference) Yöntemi” son zamanlarda Rucinski ve arkadaşları [6] tarafından salt parametreleri hem tayfsal hemde fotometrik gözlemler sonucu oldukça duyarlı bir şekilde hesaplanmış olan sistemlere uygulanmıştır. Maceroni ve Van't veer 'in [4] yapmış oldukları son çalışmada Vandenberg'in [5] yıldız evrim modellerini kullanmışlardı. Burada sistemlerin salt parametreleri hesaplanırken yıldız evrim modelleri içinde “overshooting” olayı için daha doğru değerleri hesaba katan çeşitli evrim modelleri denenmiş ve bu evrim modelleri kullanılarak hesaplanan değerler Rucinski ve arkadaşları [6] tarafından verilen değerler ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: W UMa, Çıkarım (Inference) Yöntemi, Salt Parametreler, Evrim Modelleri

Abstract

In this paper we present usage of “Inference (Çıkarım) Method” . The method was used for determined the absolute parameters of W UMa type contact binary systems in literature. We apply the method for absolute parameters derived from combined photometric and spectroscopic solutions by Rucinski et al. [6] recently. During the determination of absolute parameters we try various evolutionary star models. These models considered more accurate amount of “overshooting” . We determine the absolute parameters whit using the method and we compare the values with Rucinski et al.[6].

Key Words: W UMa, Inference Method, Absolute Elements, Evolutionary Models

1.Giriş

Yıldız astrofiziğinde, yıldızların yapılarını belirleyen çok sayıda parametre vardır. Bu parametrelerin belirlenmesinde, gözlemsel özellikler açısından sağladıkları kolaylıklar nedeni ile yakın çift yıldızlar ve özellikle örten çift yıldızlar bir ayrıcalığa sahiptir. Zamana karşı gösterdikleri ışık ve dikine hız değişimlerinin analizi sonucu bu fiziksel parametreler bulunmaktadır. Doğru fiziksel parametrelere ulaşmak için hiç kuşkusuz yüksek kalitede tayfsal gözlemlerin yanı sıra güvenilir ve gerçekçi fiziksel modellere dayalı çözüm yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu nedenlerden dolayı, dikine hız eğrisine ihtiyaç duyulmadan yıldızların fiziksel parametrelerinin bulunması üzerine “İkincil Yöntem” ler geliştirilmiştir. Sistemlerin salt parametrelerini bulmak amacı ile geliştirilen “Çıkarım

¹ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan Ankara 06100
Tel:(312)2126720/1325 e-posta: tenaysaguner@gmail.com

² Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan Ankara 06100
Tel:(312)2126720/1319 e-posta: ethem.derman@ankara.edu.tr

(Inference) Yöntemi” de son olarak Maceroni & Van’t veer [4] tarafından birçok W UMA sistemine uygulanmış ikincil bir yöntemdir.

Bu çalışmada öncelikle, yöntemin nasıl kullanıldığına, yöntemin varsayımlarına ve bu yöntemle sistemlerin salt parametrelerinin nasıl hesaplandığına değinilmiştir. Bu hesaplamaları daha kolay yapabilmek için Microsoft Excel’de bir Makro hazırlanmıştır. Daha sonra Maceroni & Van’t veer’in [4] yapmış oldukları çalışmadan yola çıkarak daha güncel yıldız evrim modelleri ile yöntem geliştirilmiştir. Son zamanlarda Rucinski ve arkadaşları [6] tarafından salt parametreleri son derece duyarlı bir şekilde hesaplanan sistemlere yeni evrim modelleri (VandenBerg [5], Padova [7], Yonsei-Yale [8]) kullanılarak uygulanmış ve elde edilen değerler Rucinski ve arkadaşları [6] tarafından bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır.

2. Yöntem

Çıkarım (Inference) Yöntemi en basit tanımı ile; farklı kütle oranlarına sahip W UMA sistemleri için hesaplanan “Kepler” yolları ile bu sistemlerin kütle oranlarına göre yıldız evrim modellerinden hesaplanan “Yaş Çizgileri” nin yapılan bazı varsayımlar altında, toplam kütle- toplam ışınım gücü grafiği üzerindeki kesim noktası kullanılarak sistemlerin salt parametrelerini hesaplayan ikincil bir yöntemdir.

Yöntemi kullanabilmek için öncelikle bazı varsayımlarda bulunmak gerekmektedir:

- Bileşen yıldızlar arasındaki etkileşim (kütle ve enerji transferi) sistemin toplam kütlelerini ve toplam ışınım gücünü etkilemez.
- Sistemin toplam ışınım gücü, aynı kütleyle sahip ve aynı yaştaki iki ayrık bileşenin toplam ışınım gücü ile aynıdır.
- Sistemler genç yıldızlar olarak kabul edilir.

Bu varsayımlar altında Çıkarım (Inference) Yöntemi kullanılarak salt parametrelerin nasıl hesap edileceğini, bu hesaplamalarda kullanılacak denklemleri ve bu denklemlerin nasıl elde edileceğini kısaca açıklamaya çalışalım.

2.1. Kepler Yolu

Sistemlere ilişkin Kepler Yolu; toplam ışınım gücü bağıntısı ve Kepler’in III. yasasının ortak çözümü sonucu elde edilir ve bize kütle-ışınım gücü için bir ilişki verir.

$$L_{(Toplam)} = 4 \pi \sigma a^2 (r_1^2 T_1^4 + r_2^2 T_2^4) \quad (1)$$

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{G}{4\pi^2} (M_1 + M_2) \quad (2)$$

$$L_{(Toplam)} = c M_1^{\frac{2}{3}} P^{\frac{4}{3}} (1+q)^{\frac{2}{3}} (r_1^2 T_1^4 + r_2^2 T_2^4) \quad (3)$$

$$c = (4 \pi)^{\frac{1}{3}} (G)^{\frac{2}{3}} \sigma$$

Burada; (1) denklemi, Toplam Işınım Gücü Bağıntısı, (2) denklemi, Kepler’in III. Yasası olmak üzere bu iki denklemin ortak çözümü sonucu elde edilen (3) denklemi, sistemlere ilişkin Kepler Yolu’nu hesap etmekte kullanılan bağıntıdır.

Sistemlerin Kepler Yollarını hesap etmek için kullanılan (1) ve (2) denklemlerinin nasıl elde edildiğine ve burada kullanılan parametrelere bakacak olursak;

Toplam Işınım Gücü denklemi için:

$$L_1 = 4 \pi \sigma R_1^2 T_1^4 \quad (4)$$

$$L_2 = 4 \pi \sigma R_2^2 T_2^4 \quad (5)$$

$$L_1 + L_2 = 4 \pi \sigma (R_1^2 T_1^4 + R_2^2 T_2^4) \quad (6)$$

Burada sistemlere ilişkin yarıçap değerlerini (R_1, R_2) bilmediğimiz için yarıçapları kesirsel yarıçap cinsinden yazıyoruz:

$$R_1 = a r_1 \quad (7)$$

$$R_2 = a r_2 \quad (8)$$

olmak üzere Toplam Işınım Gücü için;

$$L_{(Toplam)} = 4 \pi \sigma a^2 (r_1^2 T_1^4 + r_2^2 T_2^4) \quad (9)$$

denklemini elde etmiş oluyoruz. Burada sistemlerin yarı-büyük eksen uzunluğu olan 'a' değeri de elimizde olmadığı için onun yerine bildiğimiz parametreleri içeren bir bağıntı kullanmalıyız.

Kepler'in III. Yasası için:

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{G}{4\pi^2} (M_1 + M_2) \quad (10)$$

Sistemin bileşenlerine ait kütle değerleri zaten elde etmeye çalıştığımız salt parametrelerin başında gelmektedir. Bu nedenle bileşen yıldızların kütleleri yerine sistemin kütle oranı olan q ($q=M_2/M_1$) kullanılarak;

$$\frac{a^3}{P^2} = \frac{G}{4\pi^2} (1+q) M_1 \quad (11)$$

$$a = \left(\frac{G}{4\pi^2} \right)^{\frac{1}{3}} P^{\frac{2}{3}} (1+q)^{\frac{1}{3}} M_1^{\frac{1}{3}} \quad (12)$$

denklemini elde edilir. Artık Kepler Yolunu hesaplamak için gerekli denklemleri elde edildiğine göre, (9) denkleminde yarı-büyük eksen uzunluğu (a) yerine (12) denklemini yazarak;

$$L_{(Toplam)} = 4 \pi \sigma \left(\frac{G}{4\pi^2} \right)^{\frac{2}{3}} M_1^{\frac{2}{3}} P^{\frac{4}{3}} (1+q)^{\frac{2}{3}} (r_1^2 T_1^4 + r_2^2 T_2^4) \quad (13)$$

$$c = 4 \pi \sigma \left(\frac{G}{4\pi^2} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (14)$$

olmak üzere sistemlere ait Kepler Yolunu hesaplamakta kullanılacak denklemleri elde etmiş olduk.

$$L_{(Toplam)} = c M_1^{\frac{2}{3}} P^{\frac{4}{3}} (1+q)^{\frac{2}{3}} (r_1^2 T_1^4 + r_2^2 T_2^4) \quad (15)$$

Burada kullanılan parametreler:

Tablo 1. Denklemlerde kullanılan parametreler

Parametreler	Açıklama
$L_{(Toplam)}$	sistemin toplam ışınlama gücü (L_{\odot})
a	sistemin yarı-büyük eksen uzunluğu (R_{\odot})
r_1, r_2	birinci ve ikinci bileşene ait kesirsel yarıçaplar
T_1, T_2	birinci ve ikinci bileşene ait etkin sıcaklıklar (T_{\odot})
M_1, M_2	birinci ve ikinci bileşene ait kütleler (M_{\odot})
P	sistemin dönemi (gün)
q	sistemin kütle oranı ($q=M_2/M_1$)
G	çekim sabiti ($6,672*10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ gr}^{-1} \text{ sn}^{-2}$)
σ	stefan-boltzman sabiti ($5,67*10^{-5} \text{ erg cm}^{-2} \text{ K}^{-4} \text{ sn}^{-1}$)

olarak ifade edilebilir.

(15) denkleminde, sisteme ait dönem değerini (P), kesirsel yarıçapları (r_1, r_2), sistemin kütle oranını (q) ve etkin sıcaklıkları (T_1, T_2) ışık eğrisi analizi sonucunda elde edebiliyoruz. Burada, sistemin birinci bileşeni için alınacak kütle değeri ile sistemin toplam ışınlama gücü olan $L_{(Toplam)}$ (L_{\odot}) hesaplanır. Birinci bileşen için alınan kütle değeri ve sistemin kütle oranı (q) kullanılarak toplam kütle hesaplanır. Bu değerler bize toplam ışınlama gücü- toplam kütle grafiği üzerinde bir nokta verir. Bu işlem birinci bileşen için alınacak farklı kütle değerleri için tekrarlanır. Sonuç olarak sisteme ait Kepler Yolu elde edilir.

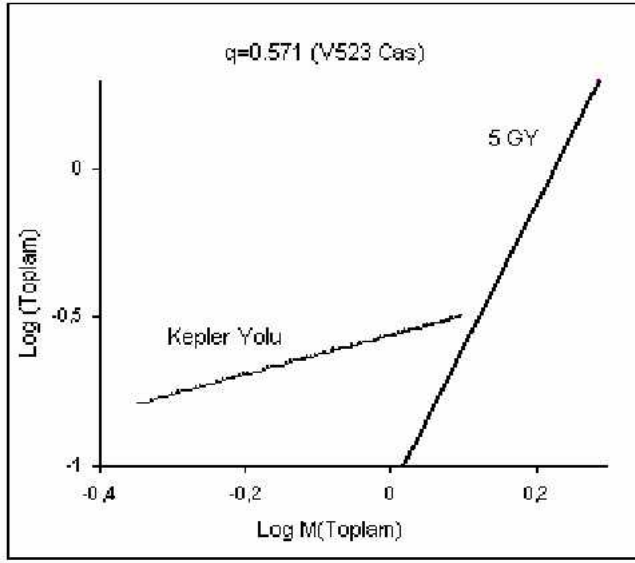
2.2 Yaş Çizgileri

Yaş çizgileri hesaplanırken; seçilen evrim modeli içinden (Vandenberg [5], Padova [7], Yonsei-Yale [8] vb.) salt parametrelerini hesaplamak istediğimiz sistemin 'q' kütle oranına sahip iki model yıldız alınır. Bu model yıldızlar için hesaplanmış kütle, ışınlama gücü gibi pek çok değere evrim modelleri tablolarından ulaşılabilir (şekil 1). Bu tablolardan yararlanılarak, model yıldızlar kullanılarak hesaplanan ışınlama gücü ve kütle değerleri ile salt parametrelerini belirlemek istediğimiz 'q' kütle oranlı sistemin toplam kütle ve toplam ışınlama gücü hesaplanır. Hesaplanan bu değer bize toplam ışınlama gücü- toplam kütle grafiği üzerinde bir nokta verir. Aynı işlem, aynı kütle oranı (q) değerine sahip birçok model yıldız uygulanarak sonuçta "Yaş Çizgisi" elde edilir.

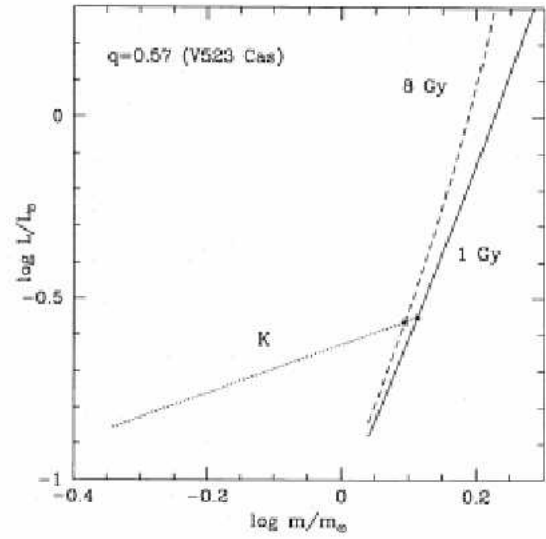
Sistemin kütle oranı (q) dikkate alınarak hesaplanan yaş çizgisi ile sisteme ait kepler yolunun toplam ışınlama gücü- toplam kütle grafiği üzerindeki kesim noktası belirlenerek sistemin toplam ışınlama gücü (L_{\odot} biriminde) ve toplam kütlesi (M_{\odot} biriminde) elde edilir. Bu değerlerden yola çıkarak bileşen yıldızlara ait salt parametreler hesaplanır.

log(age/yr)	M_{ini}	M_{act}	log(L/L _⊙)	log T _{eff}	log G	M_V	U - B	B - V	V - I	stage
9.00	1.7983	1.791	1.160	3.871	3.96	1.826	0.025	0.270	0.308	TO
9.00	2.0510	2.047	1.443	3.825	3.55	1.148	0.004	0.414	0.495	Te-m
9.00	2.0663	2.062	1.609	3.890	3.65	0.693	0.107	0.181	0.205	Te-M
9.00	2.0671	2.063	1.560	3.827	3.45	0.851	0.014	0.406	0.486	L-M
9.00	2.0728	2.068	1.292	3.713	3.26	1.747	0.494	0.883	0.906	RGBb
9.00	2.0866	2.080	2.353	3.635	1.89	-0.454	1.293	1.283	1.280	RGBt
9.00	2.0913	2.084	1.528	3.691	2.94	1.253	0.683	0.991	0.996	BHeb
9.00	2.1686	2.159	1.620	3.692	2.87	1.016	0.677	0.987	0.989	Te-M
9.00	2.2986	2.283	2.113	3.664	2.28	-0.056	0.978	1.135	1.124	EHeb
9.00	2.3080	2.279	3.326	3.564	0.67	-2.051	1.818	1.570	2.000	ITP
9.00	2.3096	0.672	4.069	3.473	-0.97	-1.287	1.377	1.617	3.764	AGBt

Şekil 1. Padova [7] Grubuna ait yıldız evrim modeli tablolarından bir bölüm



Şekil 2. $q=0.571$ (V523 Cas) sistemi için Vandenberg [5] modelinden ortalama olarak 5 GY için hesaplanan Log (toplam kütle-toplam ışınım gücü) grafiği

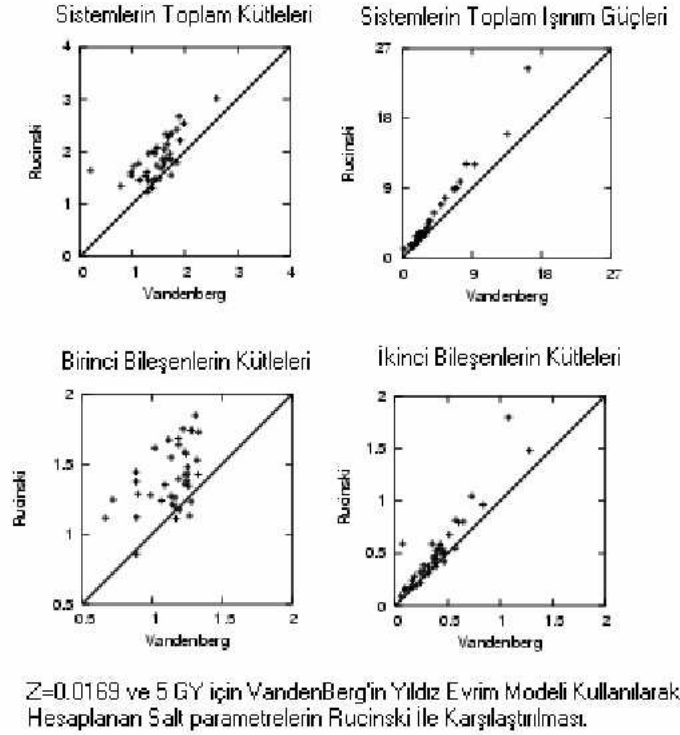


Şekil 3. Aynı sistem için (V523 Cas) Maceroni ve Van't veer'in [4] Vandenberg [5] modelinden 1 GY ve 8 GY için hesapladıkları Log (toplam kütle-toplam ışınım gücü) grafiği

Yaş çizgilerini hesaplayabilmek için literatürde çok sayıda evrim modeli bulunmaktadır. Maceroni ve F. Van't Veer [4] yaptıkları çalışmada 78 W UMa türü sistem için salt parametreleri "Çıkarım (Inference) Yöntemi" ile hesaplarken Vandenberg'in [5] evrim modelini kullandılar. Vandenberg'in yıldız evrim modelinin dayandığı fiziksel parametreler; tüm hesaplamalar için sabit olacak şekilde helyum bolluğu için $Y=0.25$ ve mixing-length parametresi için $\alpha=1.6$. Ağır element bolluğu için; $[Fe/H]=-1.0, -0.76, -0.46, -0.23$ ve -0.0 kullanılmış. Hesaplamalar $0.7 M_{\odot}$ ile $3.0 M_{\odot}$ aralığındaki model yıldızlar ve $3 \cdot 10^9$ 'dan $15 \cdot 10^9$ 'a kadar olan yaşlar için yapılmış.

Yöntemi denetlemek için bu çalışmada Rucinski ve arkadaşlarının [6] salt parametrelerini hem tayfsal hem de fotometrik gözlemleri kullanılarak hesapladığı ve doğru olarak kabul edilen yıldızlar kullanılmıştır. Bu yıldızlar için salt parametreler "Çıkarım (Inference) Yöntemi" ile ilk olarak Vandenberg' in [5] yıldız evrim modelleri kullanılarak hesaplanmıştır. Yapmış oldukları çalışmada [4] salt parametreleri hesaplarken Vandenberg' in [5] yıldız evrim modeli tablolarından, ağır element bolluğu yaklaşık olarak güneşin ağır

element bolluğuna yakın olduğu için $Z=0.169$ olan ve ortalama olarak 5 GY için hesaplanan değerleri kullanmışlardır. Buradan yola çıkarak salt parametreler hesaplanırken aynı ağır element bolluğu ($Z=0.0169$) ve aynı yaş (5 GY) kullanıldı. Elde edilen değerler Rucinski ve arkadaşları [6] tarafından hesaplanmış olan değerlerle karşılaştırıldı (şekil 4)



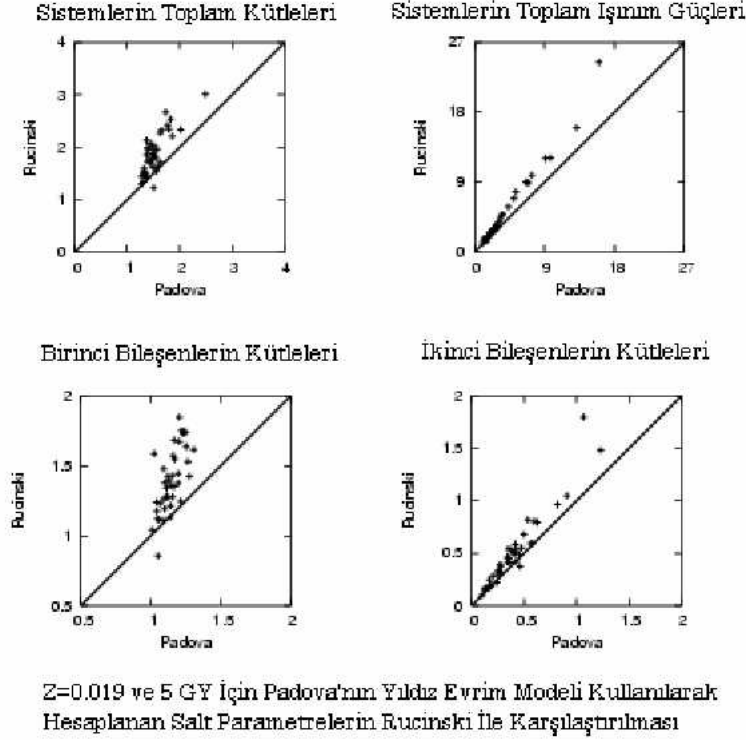
Şekil 4

2.3. Yöntemin Geliştirilmesi

Rucinski et al. [6] tarafından hesaplanan salt parametreler ile “Çıkarım Yöntemi” nin Vandenberg [5] evrim modelinin 5 GY hesaplamaları kullanılarak elde edilen salt parametreler arasındaki fark grafiklerden; bu sistemler için Rucinski et al. [6] tarafından hesaplanmış olan salt parametrelerin bizim hesapladıklarımızdan daha büyük değerlere sahip olduğu şeklinde görülebilmektedir. Bu farklılık ve saçılma en fazla sistemlerin toplam kütlesi, sistemlerin toplam ışınım gücü ve birinci bileşenlerin kütlelerine ait grafiklerde kendini göstermektedir. Bu durumun kullandığımız evrim modelinden kaynaklanabileceğini düşünerek yıldızların evrimleri üzerine yapılan yeni çalışmalarını göz önünde bulunduran daha güncel bir evrim modeli ile salt parametreleri yeniden hesapladık.

Yöntem için kullandığımız yıldız evrim modelini Padova [7] Grubu'na ait evrim modeli ile değiştirdik. Bu modelde Vandenberg'den [5] farklı olarak hesaplamalar daha geniş bir kütle aralığı için $0.15 M_{\odot}$ - $7 M_{\odot}$ yapılmış. Yine bu evrim modelinde hesaplamalar yıldızların başlangıç kimyasal kompozisyonları için farklı $[Z, Y]$ değerleri kullanılarak yapılmış ($[Z=0.0004, Y=0.23]$, $[Z=0.001, Y=0.23]$, $[Z=0.004, Y=0.24]$, $[Z=0.008, Y=0.25]$, $[Z=0.019, Y=0.273]$ ve $[Z=0.03, Y=0.03]$). Hesaplamalarda mixing-length parametresi için $\alpha=1.68$ kullanılmasının yanı sıra çekirdekteki overshooting için; $M \leq 1.0 M_{\odot}$ olan durumlarda $\Lambda_c = 0$ ve $M \geq 1.5 M_{\odot}$ olan durumlarda ise $\Lambda_c = 0.5$, zarftaki overshooting için ise $0.6 M_{\odot} \leq M \leq 2.0 M_{\odot}$ durumunda $\Lambda_e = 0.25$ ve $M \geq 2.5 M_{\odot}$ durumunda $\Lambda_e = 0.7$ olarak kullanılmış.

Biz Padova Grubu'nun yıldız evrim modellerinin içinden; $[Z=0.019, Y=0.273]$, $\Lambda_e=0.25$ alınarak 5 GY için hesaplanan değerleri kullandık. Ve Rucinski et al. [6] sistemleri için yeniden salt parametreleri "Çıkarım (Inference) Yöntemi" ile hesapladık. Bulduğumuz değerlerin Rucinski et al.[6] ile karşılaştırdık (şekil 5)



Şekil5.

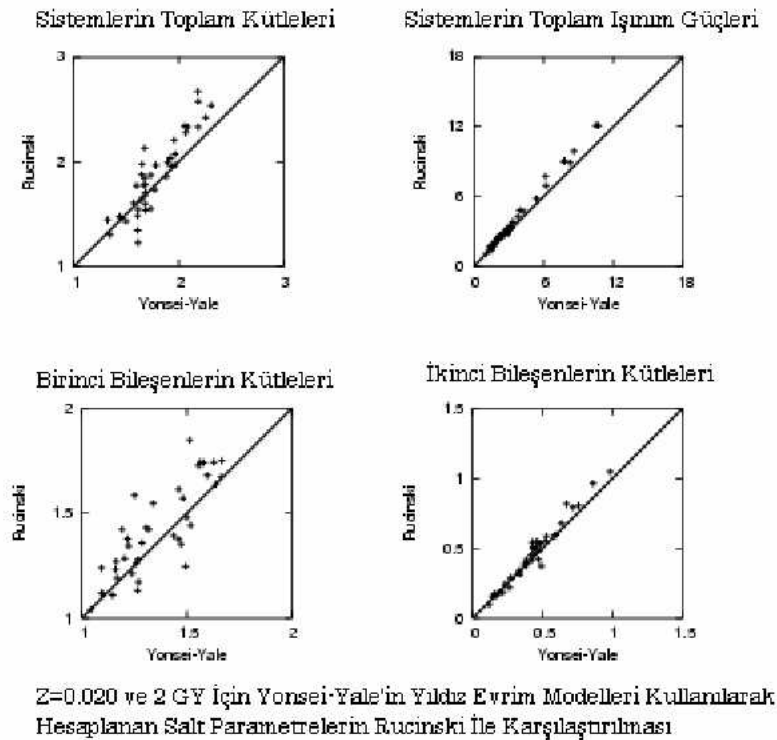
Grafikler incelendiğinde Padova Grubu[7] evrim modeli ile hesaplanan salt parametrelerin Vandenberg[5] evrim modeli ile hesapladığımız değerlerde olduğu gibi Rucinski et al.[6] 'un hesapladığı değerlerden hala düşük olduğunu gördük. Bununla birlikte birinci bileşenlerin kütleleri için Vandenberg [5] modelinde karşımıza çıkan saçılmanın ortadan kalktığını ve diğer salt parametrelerinde Rucinski et al. [6] değerlerine biraz daha yaklaştığımızı gördük. Fakat iki modelde de $1M_{\odot}$ kütlelerinden büyük kütleye sahip olan yıldızların kütlelerinin ve ışınım güçlerinin bizim hesapladığımız değerlerden daha büyük değerlere sahip olması gerektiği görüldü.

Yıldız evrim model hesaplamaları ile ilgili temel farklılıkların donukluk ve konveksiyon için seçilen değerlerden kaynaklandığı [9] ve $1 M_{\odot}$ kütlelerinden büyük kütleye sahip olan yıldızlarda da konvektif çekirdeğin varlığı nedeni ile overshooting'in yıldız evrim modeli hesaplamalarında dikkate alınması gerektiği [10] söylenmektedir.

Bunun üzerine kullandığımız Padova [7] yıldız evrim modelini son güncellemesi 2004 yılında yapılmış olan ve hesaplamalarında overshooting için söylenen değişiklikleri göz önüne alan Yonsei-Yale modeli ile değiştirdik. Bu modelde hesaplamalar $0.4M_{\odot}$ ile $5.0 M_{\odot}$ kütle aralığındaki yıldızlar için bu yıldızların farklı kimyasal kompozisyonları $[Z=0.00001, Y=0.23002]$, $[Z=0.0001, Y=0.23020]$, $[Z=0.0004, Y=0.23080]$, $[Z=0.001, Y=0.23200]$, $[Z=0.004, Y=0.23800]$, $[Z=0.07, Y=0.24400]$, $[Z=0.01, Y=0.25000]$, $[Z=0.02, Y=0.27000]$, $[Z=0.04, Y=0.03100]$, $[Z=0.60, Y=0.35000]$, $[Z=0.08, Y=0.39000]$ dikkate alınarak detaylı bir şekilde yapılmıştır.

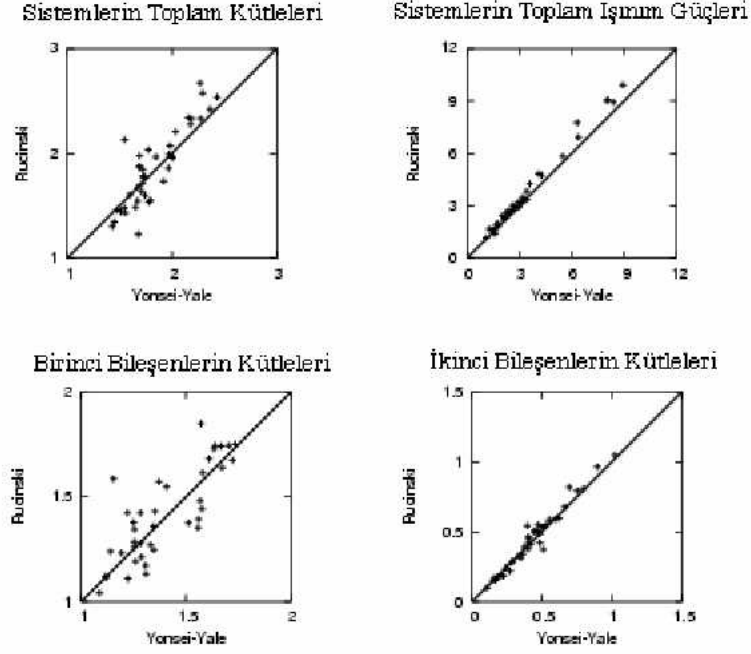
Model mixing-length parametresi için yapılan yeni evrim çalışmaları sonunda daha makul olarak kabul edilen $\alpha=1.7431$ değerini kullanmış. Ve yıldızların farklı $[\alpha/Fe]=0.60,0.30,0.00$ oranlarını da hesaplamalara dahil etmiştir. Bu modelin en önemli özelliği overshooting etkisini $M \geq 1M_{\odot}$ den itibaren $O.S.=0.2 H_p$ değeri ile evrim hesaplamalarını yapmış olmasıdır. Evrim ve overshooting üzerine yapılan çalışmalar sonucunda [11] bu modelde $O.S.=0.2 \leq 2$ GY ve $O.S.=0.0 \geq 3$ GY olacak şekilde hesaplamalar yapılmıştır.

Bu modelde de modelin güneş bolluğuna yakın kabul ettiği değerler için $[Z=0.020, Y=0.23]$ yapılan hesaplamaları kullandık. Hem overshooting etkisini anlayabilmek için daha önce hesaplamalar için kullandığımız 5 GY yaşını, Yonsei-Yale Modeli $O.S.=0.2 \leq 2$ GY, $O.S.=0.0 \geq 3$ GY [11] olduğu için sistemlerin salt parametre hesaplamalarını 2 GY yaparak bu sistemler için bulduğumuz değerleri Rucinski et al. [6] değerleri ile karşılaştırdık (şekil 6)



Şekil 6.

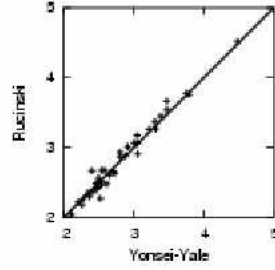
Değerlerin Rucinski et al.[6] değerleri ile daha iyi bir uyum içinde olduğu grafiklerden hemen kendini göstermektedir. Fakat hala aynı salt parametre değerlerine ulaşılabilmemiş değil. Buradan da acaba ağır element bolluğu ile oynasak bizi daha yakın sonuçlara götürür mü diye düşünerek $z=0.040$ için yine overshooting parametresini $M \geq 1M_{\odot}$ olduğu durumlarda yıldız evrim modeli hesaplamalarına dahil eden 2 GY değerlerini kullanarak salt parametreleri aynı sistemler için belirledik. Bu değerleri Rucinski et al. [6] 'un hesapladığı salt parametre değerleri ile karşılaştırdık (şekil 7, şekil 8, şekil 9).



Z=0.040 ve 2 GY için Yonsei-Yale'in Yıldız Evrim Modelleri Kullanılarak Hesaplanan Salt Parametrelerin Rucinski İle Karşılaştırılması

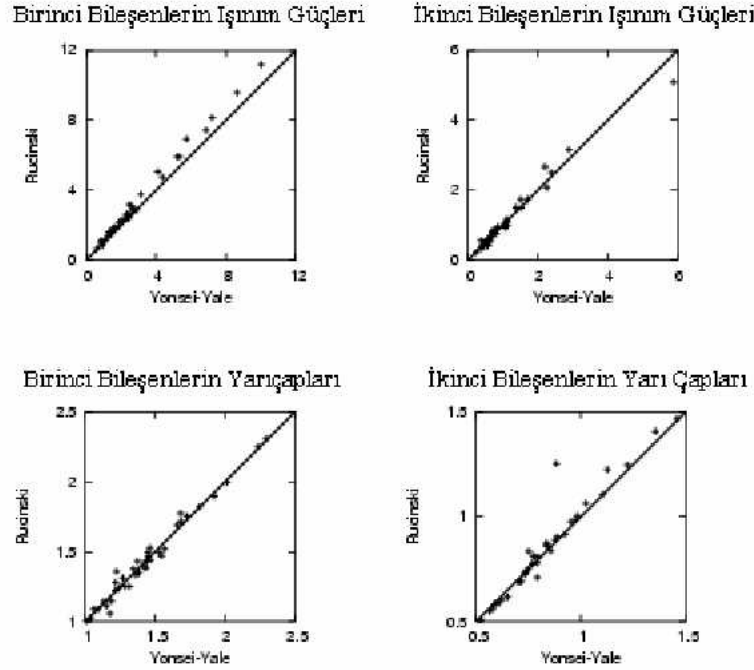
Şekil 7.

Sistemlerin Yarı-Büyük Eksen Uzunlukları



Z=0.040 ve 2 GY için Yonsei-Yale'in Yıldız Evrim Modeli Kullanılarak Hesaplanan Salt Parametrelerin Rucinski İle Karşılaştırılması

Şekil 8.



Z=0.040 ve 2 GY için Yonsei-Yale'in Yıldız Evrim Modelleri Kullanılarak Hesaplanan Salt Parametrelerin Rucinski İle Karşılaştırılması

Şekil 9.

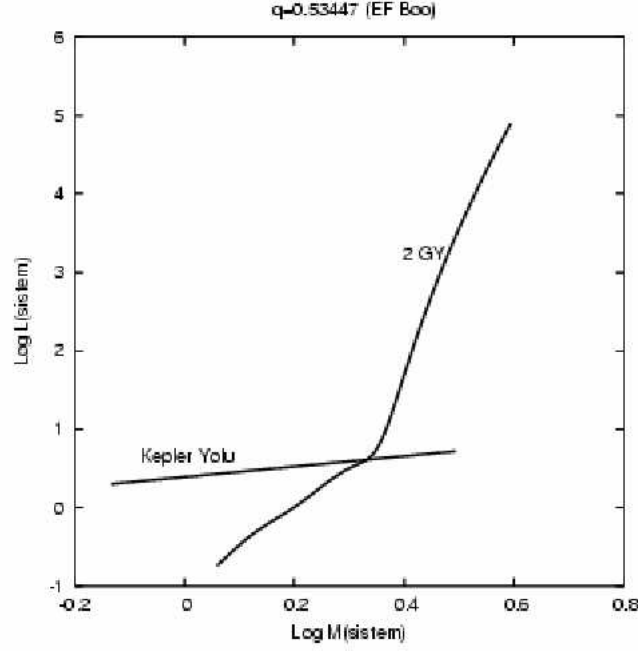
Bu üç farklı evrim modelinin beş farklı fiziksel girdi parametreleri ile hesaplanmış model yıldızları kullanarak “Çıkarım (Inference) Yöntemi” ile bulduğumuz salt parametrelerin Rucinski et al. [6] değerleri ile olan farkların kareleri toplamalarına bakıldığında (tablo 2.) gerçekte sistemler için en yakın değerlere Yonsei-Yale yıldız evrim modeli [$Z=0.040, Y=0.031$], 2GY hesaplamalarını kullanarak ulaşıldığı görülmektedir.

Tablo 2. Sistemler için Rucinski et al [6] değerleri ile “Çıkarım (Inference) Yöntemi” kullanılarak hesaplanan salt parametre değerleri arasındaki fark kare toplamaları için bulunan değerler.

	Vandenberg (5GY)	Padova (5GY)	Yonsei- Yale (5GY)	Yonsei-Yale (z=0.02,2GY)	Yonsei-Yale (z=0.04,2GY)
$M_{(sistem)}$	12.25424	9.838368	8.886243	1.574334	1.443558
$M_{(1)}$	6.021288	4.653433	3.936262	0.876953	0.817640
$M_{(2)}$	1.298704	1.049317	1.077815	0.115097	0.098521
$L_{(sistem)}$	139.4781	136.1508	140.5701	39.229636	27.00017
$L_{(1)}$	77.22674	70.69504	70.66219	42.69640	32.45158
$L_{(2)}$	14.82738	15.51933	16.55376	1.099797	1.212481
a	4.570896	2.78741	2.480751	0.499077	0.392303
$R_{(1)}$	1.133058	0.716599	0.625431	0.113695	0.09888
$R_{(2)}$	0.579931	0.447335	0.408296	0.190514	0.176343

3. Salt Parametrelerin Hesaplanması

Bu çalışmada kepler yolu ve yaş çizgisinin kesim noktasından elde edilen, sisteme ait toplam ışınım gücü (L_{\odot} biriminde) ve toplam kütle (M_{\odot} biriminde) değerlerinden salt parametrelere geçebilmek için; ışık eğrisi çözümünden bulunan kütle oranını (q) ve ışınım güçleri oranını ((l_1/l_2)) kullanılabilir. Bu şekilde tüm salt parametrelere ulaşılabilir.



Şekil 10.

4. Sonuç

Yıldızların yapıları ve evrimleri konusunda bize önemli bilgiler veren yıldızların salt parametrelerini, dikine hız eğrisine ihtiyaç duyulmadan, nispeten daha zahmetsiz bir yolla hesaplamaya yarayan bu yöntem literatürde birçok kişi tarafından kullanılmıştır. Yapılmış olan bu çalışmada daha çağdaş yıldız modelleri kullanılarak yöntem geliştirilmeye çalışılmış ve yöntemi otomatığe bağlayabilmek için bir macro yazılmıştır. Bu sayede yöntemin çok sayıda sisteme uygulanabilmesi ve farklı yıldız evrim modellerinin denenebilmesi sağlanmıştır.

Rucinski ve arkadaşları [6] tarafından son zamanlarda hem tayfsal hem de fotometrik gözlemler kullanılarak salt parametreleri oldukça duyarlı bir şekilde hesaplanmış olan sistemler için denenen “Çıkarım (Inference) Yöntemi” geliştirilmiş son hali ile bu yıldızlar için kütleler ≈ 0.1 ’lik bir hata payı ile, ışınım güçleri ≈ 0.2 ’lik bir hata payı ile, yarı-büyük eksen uzunlukları ≈ 0.07 ’lik bir hata payı ile ve yarıçaplar ≈ 0.03 ’lük bir hata payı ile hesap edebilmektedir. Bu, yıldızların metalce zengin olduğu anlamına gelmemektedir. Bu çalışmada sadece Rucinski et al. [6]’un hesaplamış olduğu salt parametreler doğru kabul edilerek bu değerlere en yakın salt parametre değerleri hesap edilmeye çalışılmıştır.

$Z=0.040$ alındığı zaman hesaplamalarda sistemlerin toplam ışınım gücünün azalmakta olduğu görülmüştür. Bu da W Uma yıldızlarının evrimleri esnasında sistemden de enerji kaybetmekte olduğu anlamına gelir. Eğer bu ağır element bolluğunu kullanarak bu değerlere

ulaşababiliyorsak bu yıldızların ışınım güçleri olması gereken (beklenen) değerden küçüktür. Yani sistemden bir enerji kaybı söz konusudur.

Eğer bu yöntem ile salt parametreler doğru bir şekilde hesaplanabiliyor ise, dikine hız eğrisi bulunmayan çok sayıda sistemin salt parametrelerine ulaşılabilir.

Kaynaklar

- [1] Mochnacki S. 1981. Contact Binary Stars, *Apj* 245, 650
- [2] Van Hamme W. 1982. Estimated Absolute Dimensions and the Inferred Lifetime and Angular Momentum of W Ursae Majoris Contact Binaries, *A&A* 116, 27
- [3] Maceroni, C., Milano, L. and Russo, G. 1985. General Properties of W Ursae Majoris Systems, *MNRAS* 217, 843-866.
- [4] Maceroni, C. and Van't Veer, F. 1996. The Properties of W Ursae Majoris Contact Binaries: new results and old problems, *A&AS* 311, 523-531..
- [5] Vandenberg, D.A. 1985. Evolution of 0.7-3.0 Solar Masses Stars Having Fe/H Between 1.0 and 0.0". Stepien, K., 2005, *Astro.ph.* 10464S, Evolutionary Status of Late-Type Contact Binaries, *ApJS* 58, 711V.
- [6] Kreiner, J.M, Rucinski, S.M, Zola, S., Niarchos, P., Ogloza, W., Stachowski, G., Baran, A., Gazeas, K., Drozd, M., Zakrzewski, B., Pokrzywka, B., Kjurkchieva, D. and Marchev, D. 2003. Physical Parameters of Components in Close Binary Systems. I, *A&A* 412, 465-471.
- [6] Baran, A., Zola, S., Rucinski, S. M., Kreiner, J. M., Siwak, M. and Drozd, M. 2004. Physical Parameters of Components in Close Binary Systems. II, *AcA* 54, 195B.
- [6] Zola, S., Rucinski, S. M., Baran, A., Ogloza, W., Pych, W., Kreiner, J. M., Stachowski, G., Gazeas, K., Niarchos, P. and Siwak, M. 2004. Physical Parameters of Components in Close Binary Systems. III, *AcA* 54, 299Z.
- [6] Gazeas, K. D., Baran, A., Niarchos, P., Zola, S., Kreiner, J. M., Ogloza, W., Rucinski, S. M., Zakrzewski, B., Siwak, M., Pigulski, A. and Drozd, M. 2005. Physical Parameters of Components in Close Binary Systems. IV, *AcA* 55, 123G.
- [6] Zola, S., Kreiner, J. M., Zakrzewski, B., Kjurkchieva, D. P., Marchev, D. V., Baran, A., Rucinski, S. M., Ogloza, W., Siwak, M. and Koziel, D. 2005. Physical Parameters of Components in Close Binary Systems. V, *AcA* 55, 389Z.
- [6] Gazeas, K. D., Niarchos, P. G., Zola, S., Kreiner, J. M. and Rucinski, S. M. 2006. Physical Parameters of Components in Close Binary Systems. VI, *AcA* 56, 127G.
- [7] Girardi, L., Bressan, A., Bertelli, G. and Chiosi, C. 2000. Evolutionary Tracks and Isochrones for Low and Intermediate Mass Stars: From 0.15 to 7 Mo, and Z=0.0004 to 0.03, *A&AS* 141, 371-383.
- [8] Demarque, Woo, Kim, & Yi. 2004, The Y² Stellar Evolutionary Tracs, *ApJS*
- [9] Andersen, J., Nordström, B., Clausen, J. V., 1990. New Strong Evidence for the Importance of Convective Overshooting in Intermediate-Mass Stars, *ApJ*.363, L33-L36.
- [10] Pols. Onno R., Schröder K.P., Eggleton P., Hurley J., Tout C., 1999. Critical Tests of Stellar Evolution by means of Eclipsing Binaries and Open Clusters, *ASP Conference Series*, Vol:000
- [11] Kozhurina-Platains, V., Demarque, P., Platais, I., Orosz, J. A., Barnes, S., 1997. *AJ* 113, 1045.