

## W UMa Yıldızlarının Kinematığı ve İki Oluşum Senaryosu

Selçuk Bilir<sup>1</sup>, Yüksel Karataş<sup>1</sup>, Osman Demircan<sup>2</sup>, Zeki Eker<sup>3</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 34119, Üniversite, İstanbul  
sbilir@istanbul.edu.tr, karatas@istanbul.edu.tr

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gözlemevi, 17100, Çanakkale  
demircan@comu.edu.tr

<sup>3</sup>Ziyaretçi Astronom, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 34119,  
Üniversite, İstanbul ekerz@yahoo.com

**Özet:** Bu çalışmada, 129 W UMa yıldızının galaktik kinematığı incelenerek değen çift sistemlerin evrimi üzerine konulan sınırlamalar tartışılmıştır. Eggen kriterleri yardımıyla hareketli gruplara üye olası genç (MG) sistemler belirlenmiştir. Değen sistemlerin spektral tip, (A/W) tipi, kütle oranı (q), doluluk oranı (f), yörünge periyodu (P) ve toplam kütleleri ( $M_{top}$ ), alt gruplara ayrılarak kinematik yaşları tespit edilmiştir. Genç (MG) ve yaşlı grup (FCB) değen çiftlerin fiziksel parametreleri karşılaştırılmıştır. FCB sistemlerinin yörüngesel periyodları ve toplam kütleleri dikkate alındığında, kısa periyodlu ve küçük kütleli sistemlerin hız dispersiyonlarının, uzun periyodlu ve büyük kütleli sistemlere göre daha büyük değerlerde olduğu görülmüştür. W UMa FCB sistemlerinin, değen sistemlerin ataları olan aktif kromosferli ayrık çiftlere (CAB) göre tahminen 1.61 Gyr daha yaşlı olduğu bulunmuştur. Periyodlarına göre alt gruplara ayrılan FCB lerin 3.21 ve 8.89 Gyr yaş değerlerine sahip olduğu görülmüştür. MG olarak ayrılan genç örnek (0.5 Gyr) FCB ler ile aynı toplam kütle, periyot ve spektral sınıf aralığını kapsamaktadır. Bu grubun en genç üyeleri, ya anakolun başlangıcında veya anakol öncesi büzülme safhası süresinde ya da fisyon prosesi ile (Roxburgh 1966) veya hızla bileşenlerin yaklaşık tek zarf içine girmesi ile oluşurlar.

**Anahtar kelimeler:** yıldızlar: tutulmalı yıldızlar – yıldızlar: spektroskopik çiftler – yıldızlar: kinematik

**Abstract:** The kinematics of 129 W UMa binaries is studied and its implications on the contact binary evolution is discussed. The sample is found to be heterogeneous in the velocity space that kinematically younger and older contact binaries exist in our sample. Various sub groups are formed according to spectral types, binary type (A or W), mass ratio, and over-contact parameter f, orbital period and total mass. Only after selecting out a kinematically young (0.5 Gyr) sub-sample (MG), which is formed according to the kinematical criteria of moving groups, the kinematically distinct sub groups of the field contact binaries (FCB) are displayed best by the sub groups according to the orbital period and total mass in a sense that shorter period and less massive systems show larger velocity dispersions than longer period more massive systems. FCB found to be 1.61 Gyr older than the field chromospherically active binaries (CAB), presumably detached binary progenitors of the contact systems. Assuming an equilibrium in the formation and destruction of CAB and W UMa systems in the Galaxy, this age difference is treated as empirically deduced lifetime of the W UMa binaries. FCB are much older than the deduced lifetime, e.g. the youngest and oldest sub groups have kinematical ages of 3.21 and 8.89 Gyr respectively. Therefore, pre-contact stages of FCB appear to be more important in producing the observed space velocity dispersions. The kinematically youngest (0.5 Gyr) sub sample, MG group covers the sametotal mass, period and spectral ranges as the field contact binaries. The very young age of this group does not leave enough room for pre-contact stages, thus it is most likely that those systems are formed in the beginning of the main-sequence or during the pre-main-sequence contraction phase, either by a fission process (Roxburgh 1966) or most probably by fast spiraling in of two components in a common envelope.

**Keywords:** stars: eclipsing binary – stars: spectroscopic binary – stars: kinematics

### 1. Giriş

Değen çift yıldızlar olarak bilinen W UMa yıldızları ışık eğrilerinin şekliyle kolaylıkla tanımlanabilir. Bir günden daha küçük yörünge periyodlu bu sistemler Roche loblarını doldurmuşlar

ve iç Langrange noktasında birbirine değerler. W UMa sistemleri, geç A ile orta K spektral tip arasında anakolda veya anakolun hemen üstünde bulunurlar. Kuvvetli çekim ve gel git etkisinden dolayı yıldızların dönme periyodları yörünge periyodları ile senkronize olmuştur. Hızlı dönme ve konvektif atmosferler yıldızlarda gözlemlenen kromosferik ve koronal emisyonların ve yıldız yüzeyindeki lekelerin oluşumuna ve de kuvvetli manyetik aktiviteye sebep olurlar.

---

Bildiri tam metni için: Selçuk BİLİR  
e-mektup: sbilir@istanbul.edu.tr

W UMa sistemlerindeki hızlı dönme ve radyal hızdaki çabuk değişim, oldukça genişlemiş ve blend olan spektral çizgilerden güvenilir radyal hız tayinini güçleştirir. Bu yüzden, ışık eğrisi gözlenmiş her W UMa sisteminin radyal hız ölçümü olmaz. Olanlar da ayırık çift yıldızlardaki kadar duyarlı değildir. Değişen Yıldızların Genel Kataloğunun (GCVS) 4. sürümünde yer alan 751 W UMa türü yıldızından ancak 129 tanesinin radyal hız gözlemleri yapılmış ve bu çalışmada yer almıştır. Guinan ve Bradstreet (1988), 34 W UMa yıldızı için düşük duyarlılıkta verilerden hesaplanmış oldukları kinematik yaşı 8 ila 10 Gyr olarak vermektedir. Öngörülen bu yaş, RS CVn ve BY Dra sistemlerinden (Eker 1992) oluşan Kromosferik Aktif Çiftler (CAB) için bulunmuş kinematik yaşdan (5 Gyr) iki kat büyüktür. W UMa sistemleri için öne sürülen bu yaş,  $P < 5$  gün periyodlara sahip RS CVn türü yıldızların açılma momentum kaybetmesiyle periyot küçülmesi ve W UMa olmaya doğru evrimleştiği düşüncesi ile uyum içerisindedir (Huang 1967). Guinan ve Bradstreet (1988), değme öncesi bu evrimin 17 Gyr kadar sürebileceğini söyler. Değen sistemlerde çekimsel kuvvet daha etkili olmasıyla açılma momentum kaybı hızlanır ve  $0.1 < t < 1$  Gyr kadar bir zamanda yıldız tek yıldız haline gelir.

W UMa sistemlerinin oluşumunda önerilen başka bir senaryo da (Roxburgh 1966), anakol öncesi büzülme evresinin sonunda nükleer fisyon işlevleri ile değen çiftlerin oluşumuna ait senaryodur. Hangi modelin geçerli olduğunun belirlenmesi açılma momentum korunumu prensibinin gerçekten var olup olmasına bağlıdır. Bu nedenle, W UMa sistemlerinin kinematik özellik ve yaşlarının belirlenmesi hangi evrim senaryosunun geçerli olduğu hakkında bilgi vermesi beklenir. Bu motivasyonla, W UMa yıldızlarının paralaks, öz hareket ve radyal hız verileri toplanmış ve uzay hızları hesaplanıp W UMa ların kinematiki çalışılmıştır.

## 2. Veriler

GCVS nin geliştirilmiş 4. kataloğunda 751 W UMa yıldızı listelenmiştir. Ancak, 129 nun radyal hız verisi bulunabilmiştir. Sistemlere ait trigonometrik paralaks ve öz hareketler Hipparcos ve Tycho Kataloğu (ESA 1997) ve Tycho referans kataloğu (Hog ve ark. 1998) dan alınmıştır. W UMa sistemlerine ait şimdiki örnek daha önceki örneklere göre (Guinan ve Bradstreet 1988, Aslan ve ark. 1999) dört kat büyüktür. Çalışmada kullanılan radyal hız verileri sistemlerin kütle merkezlerine ait hız ve hatadan oluşur.

## 3. Galaktik Uzay Hız Bileşenleri

Galaktik uzay hız bileşenleri (U, V, W) ve belirsizlikleri Johnson ve Soderblom (1987) e ait algoritma kullanılarak, öz hareket bileşenleri ( $\mu_\alpha$ ,  $\mu_\delta$ ), koordinatları ( $\alpha$ ,  $\delta$ ), radyal hızları ( $\gamma$ ) ve paralaks ( $\pi$ ) verileri olan 129 W UMa yıldızı için hesaplanmıştır. J2000 epogu koordinatları Hipparcos ve Tycho kataloklarına ait ICRS de tanımlandığı gibi kabul edilmiştir. U, V, W uzay hızları Güneş'e göre bir yıldızın uzay hız vektörünün bileşenleridir. U Galaksi merkezine ( $l = 0$ ,  $b = 0$ ), V Galaksinin dönme doğrultusuna ( $l = 90$ ,  $b = 0$ ) ve W ise Galaktik kutuba ( $b = 0$ ) doğru yönelmiş bileşendir. Hesaplanan belirsizliklerin ortalamaları  $\delta U = \pm 5.52$ ,  $\delta V = \pm 4.67$ ,  $\delta W = \pm 3.75$  km s<sup>-1</sup> dir. Uzay hızı belirsizliği  $\pm 20$  km s<sup>-1</sup> den büyük olan 11 sistem (%8.5) dikkate alınmadığında, bileşenlerin ortalama belirsizlikleri  $\delta U = \pm 4.04$ ,  $\delta V = \pm 3.12$ ,  $\delta W = \pm 2.68$  km s<sup>-1</sup> oluyor. Gerçekten, W UMa ların bu belirsizlikleri, CAB ların uzay hızı belirsizliklerinden ( $\delta U = \pm 3.43$ ,  $\delta V = \pm 2.92$ ,  $\delta W = \pm 2.42$  km s<sup>-1</sup> daha büyüktür (Karataş ve ark. 2004).

### 3.1. Uzay dağılımları

129 yıldızdan oluşan W UMa örneğimizin Güneş merkezli Galaktik koordinatlarda medyan dağılımı 137 pc olup yıldızlar Galaktik ince disk içinde yer alır. Tayf gözlemleri genellikle kuzey yarımkürede yapılması nedeni ile ekvatorial koordinatlarda dağılım homojen değildir.

### 3.2. Kalın disk W UMa yıldızları

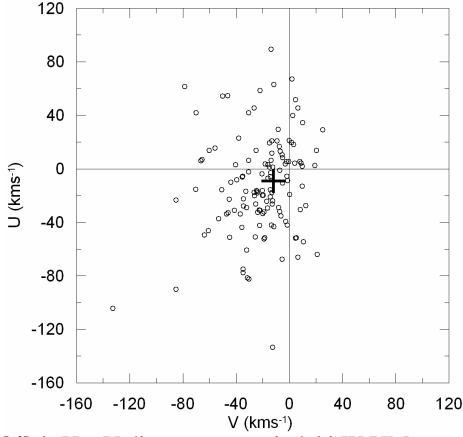
Grenon (1987) ve Bartkevicus ve ark. (1999) nın yıldızların popülasyon tiplerinin ayırt edilmesinde kullandıkları kinematik parametre  $f_k = (1/300)(1.0u^2 + 2.5v^2 + 3.5w^2)^{1/2}$ , bu çalışmada W UMa yıldızlarının popülasyon tiplerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. u, v, w parametreleri LSR ye göre hesaplanmış uzay hızlarını gösterir. LSR in değeri (9, 12, 7) km s<sup>-1</sup> olup, Mihalas ve Binney (1981) den alınmıştır. İstatistiksel olarak  $f_k \leq 0.35$ ,  $0.35 < f_k \leq 1$  ve  $f_k > 1$  değerleri, sırası ile, ince disk, kalın disk ve halo popülasyonunu ifade eder.  $f_k$  analizine göre örneğin büyük bir kısmı (%93) ince disk, geriye kalan kısmı ise (%7) kalın disk popülasyonuna aittir. Güneş civarındaki kalın disk popülasyonu için son zamanlarda fotometrik gökyüzü taramalarından elde edilen yoğunluk değeri, yapılan bu kinematik çalışma ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür (Buser ve ark. 1999).

## 4. Tartışma

### 4.1. Değen çiftlerin kinematiki

W UMa yıldızlarının U-V hızlarına ait Bottlinger diyagramı Şekil 1 de gösterilmiştir. U, V, W hız

bileşenlerinin dispersiyonları, sırası ile, 36.5, 26.2, ve  $13.5 \text{ km s}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Wielen (1977) e ait kinematik yaş formülüne göre bütün örneğin kinematik yaşı 4.43 Gyr olarak bulunmuştur. Hesaplanan bu yaş ortalama bir yaştır. Sistemler içinde daha genç veya daha yaşlı yıldızlar bulunabilir. Genç sistemlerin ayıklanmasında objektif yol olarak, Karataş ve ark. (2004) ın CAB örneği içinde olası açık küme üyelerinin belirleme metodu uygulanmıştır.



**Şekil 1.** U – V diyagramı üzerindeki W UMa örneği. Hızlar Güneş merkezlidir. (+) LSR in yerini gösteriyor.

129 W UMa yıldızının fiziksel parametreleri, yıldız sayıları eşit olacak şekilde farklı kriterler ile alt gruplara ayrılarak U-V diyagramlarındaki dağılımları incelenmiştir. Kriter olarak 1) erken ve geç spektrel tipler, 2) A ve W tipleri, 3) kütle oranı  $q < 0.32$  ve  $q > 0.32$  ve son olarakta, 4) f doluluk oranı  $f < 0.20$  ve  $f > 0.20$  seçilmiştir. U-V diyagramları üzerinde dağılımların hiç birinde, kriterlerin alt grupları arasında iyi bir kinematik ayırım görülmemiştir (Tablo 1). En iyi kinematik ayırım, yıldızların periyot kriterine göre yapılan ayırımında görülmüştür. Küçük periyodlu W UMa ların büyük periyodlu W UMa lardan U-V diyagramı üzerinde daha büyük bir dağılım gösterdikleri için daha yaşlı sistemler olduğu bulunmuştur. Benzer ilişki, yıldızların toplam kütle kriterinde de küçük kütleli yıldızların daha yaşlı olduğu şeklinde kendini göstermektedir. Bunun da sebebi, küçük periyodlu W UMa ların daha küçük olan Roch lobları içindeki kütle miktarı ile doğrudan ilişkisidir.

#### 4.2. W UMa sistemleri içinde olası MG adayları

Yıldız alanlarında MG adaylarının belirlenmesinde kullanılan yöntemler bu bildiri kitapçığında Karataş ve ark. (2004) na ait çalışmada anlatılmıştır. Karataş ve ark. (2004) ın CAB örneği için

uygulamış olduğu Eggen kriterleri W UMa yıldızlarına uygulanarak, örnek içinde 28 olası MG adayı belirlenmiştir. Bu adaylardan biri (QX And) NGC 752 açık kümesinin fiziksel üyesidir. Olası MG adayları ile alan değen çiftlerinin (FCB) U-V diyagramı üzerindeki dağılımları Şekil 2 de gösterilmiştir. Wielen (1977) in kinematik yaş formülü FCB ve MG örneği için, sırası ile, 5.47 Gyr ve 500 Myr ortalama kinematik yaş vermektedir. MG adayları için hesaplanan yaş Galaksideki MG lerin yaşları ile uyumludur.

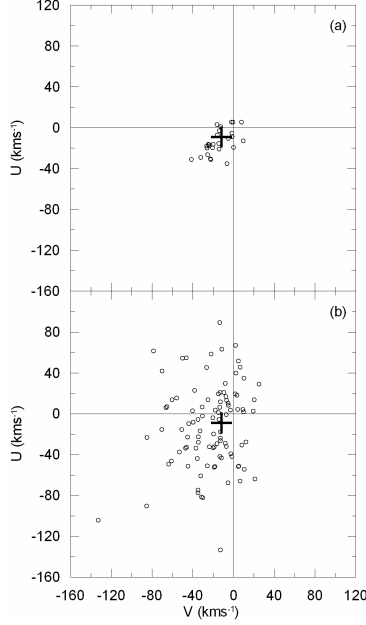
**Tablo 1.** W UMa yıldızlarının alt gruplarına ait dispersiyonlar ve ortalama kinematik yaşları.

| Parametre                         | N   | $\sigma_{\text{top}}$<br>( $\text{km s}^{-1}$ ) | Yaş<br>(Gyr) |
|-----------------------------------|-----|---|--------------|
| Tüm örnek                         | 129 | 49.0  | 4.43         |
| A2-F7                             | 64  | 39.9  | 2.83         |
| F8-K5                             | 65  | 56.9  | 5.88         |
| A Tipi                            | 69  | 49.3  | 4.48         |
| W Tipi                            | 60  | 48.7  | 4.37         |
| $q \leq 0.32$                     | 66  | 55.0  | 5.53         |
| $q > 0.32$                        | 63  | 41.7  | 3.14         |
| $f \leq 0.20$                     | 52  | 47.6  | 4.18         |
| $f > 0.20$                        | 57  | 53.4  | 5.24         |
| $0.2 < P \leq 0.4$                | 59  | 58.6  | 6.18         |
| $0.4 < P \leq 0.5$                | 43  | 40.7  | 2.96         |
| $P > 0.5$                         | 27  | 36.6  | 2.30         |
| $M_{\text{top}} < 1.60$           | 34  | 68.0  | 7.87         |
| $1.60 < M_{\text{top}} \leq 1.95$ | 33  | 40.3  | 2.90         |
| $1.95 > M_{\text{top}}$           | 35  | 37.0  | 2.38         |
| MG                                | 27  | 21.2  | 0.50         |
| FCB                               | 97  | 54.7  | 5.47         |

#### 4.3. FCB ve MG arasındaki fiziksel parametrelerin karşılaştırılması

MG ve FCB lerin spektrel tip karşılaştırılması Şekil 3 de gösterilmiştir. Her iki grubun dağılımı birbirine benzemesine karşın, A spektrel tipindeki MG adaylarının yüzdesi FCB grubuna göre daha büyüktür. Benzer karşılaştırma yörünge periyodları için Şekil 4 de gösterilmiştir. MG içinde yörünge periyodu bir günden büyük bir yıldız dışında her iki grup hemen hemen aynı periyot aralığında ( $0^{\text{d}}.2 < P < 0^{\text{d}}.9$ ) bulunmaktadır. Grupların modları  $P=0^{\text{d}}.4$  en büyük değere ulaşmaktadır. 27 MG adayı ve 97 FCB nin ortalama yörünge periyodu, sırası ile,  $\langle P \rangle = 0^{\text{d}}.5258$  ve  $\langle P \rangle = 0^{\text{d}}.4275$  dir. Her iki histogramın karşılaştırılmasından,  $P > 0^{\text{d}}.4$  periyodlu genç yıldızlardan (MG)  $P \leq 0^{\text{d}}.4$  periyodlu (FCB) yıldızlara doğru gidildikçe periyodlarının azaldığı görülmektedir. FCB ler için bulunan ortalama kinematik yaş 5.47 Gyr dir. Karataş ve ark. (2004)

nın alan CAB ları için hesaplanmış olduğu ortalama kinematik yaş 3.86 Gyr olup bu iki grup arasındaki yaş farkı, Demircan (1999) ın önerdiği gibi, alan CAB larının FCB lerin ataları gibi görünmesine neden olmaktadır.



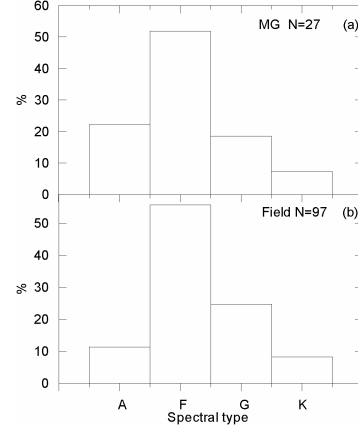
Şekil 2. (a) MG adaylarının ve (b) FCB lerin U-V diyagramı üzerindeki dağılımları.

Yarı ayırık çift sistemler ile degen çift sistemler arasındaki,  $\Delta t = 5.47 - 3.86, 1.61$  Gyr yaş farkı, Guinan ve Bradstreet (1988) in bir çift sistemin birbirine değmesi için vermiş olduğu  $0.1 < t_{\text{değme}} < 1$  Gyr lık süre ile çok farklı olmayıp değme süresi için bir üst sınır teşkil edebilir.

W UMA örneği içindeki MG adaylarının FCB grubunun ataları olması mümkün değildir. MG degen çiftlerinin oluşumu anakolun başlangıcında bir fisyon işlevi ile (Roxburgh 1966) ya da hızla bileşenlerin yaklaşıp tek zarf içine girmesi ile oluştu. Belki, FCB lerin bir kısmı anakol öncesi büzülme evresinde de oluşmuş olabilir.

Toplam kütle ve yörünge periyodunun azalmasını delili Tablo 2 de görülmektedir. Tablodaki FCB ler yörünge periyodu kriterine göre dört alt gruba ayrılmış olup, alt grupların yörünge periyodları azaldıkça ortalama kinematik yaşın arttığı açıkça görülmektedir. Tablo 2 den ilk bakışta, uzun periyodlu degen çift yıldızların kütle ve açısal momentum kaybederek zamanla yörünge periyodlarının azaldığı sonucu çıkartılabilir. Bu senaryo hem eksik hem de doğru değildir. Tabloda genç ve yaşlı alt gruplar arasındaki yaş farkı, değme aşaması için hesaplanan 1.61 Gyr zaman aralığı gözönünde bulundurulsa bile, degen bir sistemin uzun süre ayakta kalabilmesi için uzun bir süredir.

Kısa periyodlu W UMA sistemlerinin çok büyük dispersiyonlara sahip olmaları, bir senaryoya göre şöyle açıklanabilir; Bu sistemler sadece değme aşaması süresince oluşabilecekleri gibi değme öncesi aşamasında da oluşmuş olabilirler. Tablo 2 de en genç W UMA sisteminin kütle ve açısal momentum kaybederek  $t = 8.89 - 3.21 = 5.68$  Gyr sonra kısa periyodlu W UMA sistemine dönüştüğü beklenmemelidir.



Şekil 3. (a) MG ve (b) FCB lerinin spektral tip histogramlarının karşılaştırılması.

Tablo 2. Alan W UMA yıldızlarının periyot alt gruplarındaki kinematik yaşları.

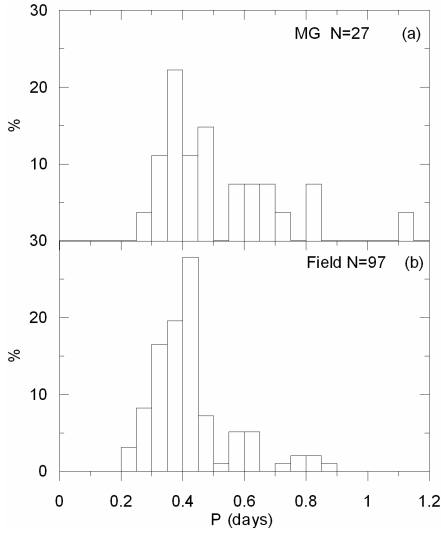
| P (gün)   | $\langle M_{\text{top}} \rangle (M_{\odot})$ | $\langle P \rangle$ (gün) | N  | $\sigma_{\text{top}}$ ( $\text{km s}^{-1}$ ) | Yaş (Gyr) |
|-----------|--|---------------------------|----|--|-----------|
| (0.5-0.9] | 2.200  | 0.669                     | 17 | 42.09  | 3.21      |
| (0.4-0.5] | 1.900  | 0.434                     | 34 | 43.86  | 3.51      |
| (0.3-0.4] | 1.618  | 0.353                     | 35 | 63.90  | 7.14      |
| (0.2-0.3] | 1.171  | 0.270                     | 11 | 73.92  | 8.89      |

Henüz kesin olmamakla birlikte, ayırık bir sistem degen bir sisteme evrimleştiğinde, açısal momentum kaybı, Guinan ve Bradstreet (1988) in tanımlandığı gibi çekimsel ışınım ile ivmelenmeye başlamaktadır. Toplam kütle sistemin Roche loblarının azalmasını gerektirirse, o zaman f değme parametresi artmaya başlar. Ayırık bir sistemin, degen çift sistemlerin gözlenen değme periyot aralığında herhangi bir zamanda değme aşamasına ulaşabilmesi çok olasıdır. Değme aşamasına gelme çok kısa sürede olduğundan, tablodaki degen çiftlerin toplam kütle ve periyot dağılımları, değme aşamadan ziyade değme öncesi aşamadan etkilenmişlerdir. Bu yüzden Tablo 2 deki veriler değme aşamadaki evrim boyunca, kütle ve açısal momentum kaybına ait delili göstermeyebilir.

Olası MG ve FCB gruplarına ait toplam kütle histogramları Şekil 5 de verilmiştir. Periyot histogramlarına benzer olarak Şekil 5 den itibaren degen çift evrimi süresince, kütle azaldığına dair bir sonuç çıkarmaya çalışılırsa anlamsız olur. Bu

yüzden, Şekil 5 e MG ve FCB arasında basit bir karşılaştırma olarak bakılmalıdır. MG ve FCB arasında kütle oranı dağılımının karşılaştırılması Şekil 6 da verilmiştir. Şekil 6 da MG grubunun alan FCB grubunun başlangıçtaki dağılımını yansıtmadığından dolayı, değme aşaması süresince kütle oranının evrimi hakkında bir sonuç çıkarılamaz. Diğer taraftan, Şekil 3-6 da verilen histogramlar W UMa sistemlerinin evrimi sonunda tek bir yıldızla birleştiğini gösteren değen çift evrimine ait deneysel bir delili göstermektedir. Aksi takdirde, A tipi uzun periyotlu, kütleli W UMa yıldızlarının FCB de sayıca az olmasının nedenini açıklayacak bir teoriye sahip olamayız.

Tablo 2 de MG değen çiftler ile en genç FCB grubu arasındaki yaş farkının 1.61 Gyr dan daha büyük olması, tek yıldızla doğru birleşmenin deneysel bir delilidir. Tek yıldızla doğru birleşme yörünge periyodun azalması ile ilgilidir. Açısal momentum kaybı muhtemelen çekimsel ışınlam ile ilgilidir. Tablo 2 deki veriler çok daha uzun süreli değme öncesi aşamalardan fazlaca etkilenmesine rağmen, bu veriler değme aşamasında evrim süresince kütle, açısal momentum, yörünge periyodu azalmasına dair deneysel bir delili göstermektedir. Eldeki değen çiftlere ait verilerden yörünge periyodu, kütle ve açısal momentum kaybı sonucunun çıkarılması, Tablo 2 deki verilerin dikkatli bir analizini ve yorumunu gerektirmektedir.

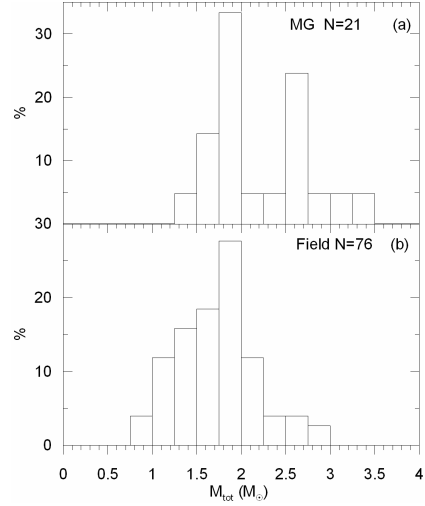


Şekil 4. (a) MG ve (b) FCB lerinin periyot histogramlarının karşılaştırılması.

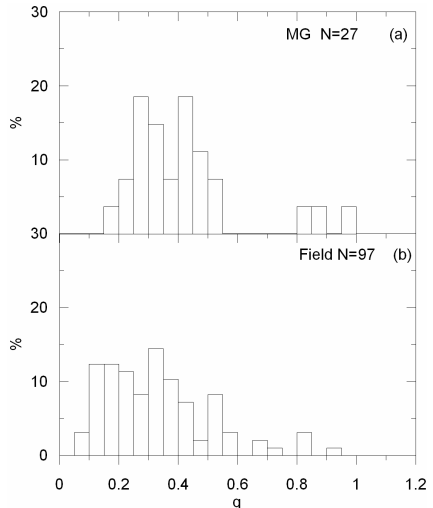
## 5. SONUÇ

Bu çalışmada 129 W UMa çift sistemin kinematiki üzerinde çalışılmıştır. Hız uzayında kinematik olarak genç ve yaşlı çiftler olması bakımından örneğimiz heterojendir. Spektrel tip, A/W tipi, kütle oranı, f dolum kesri, yörünge periyodu ve toplam

kütleye göre çeşitli alt gruplar oluşturulmuştur. Yörünge periyodu ve kütleye göre kinematik olarak alt gruplar oluşturulduğunda, kısa periyotlu ve daha az kütleli sistemlerin uzun periyotlu kütleli sistemlerden daha büyük hız dispersiyonları gösterdiği anlaşılmıştır. Alt grupların ortalama kinematik yaşları, Wielen (1977) formülü ile hız dispersiyonlarından itibaren hesaplanmıştır. Eldeki W UMa sistemleri arasında olası hareketli gruplara ait üyeler, Eggen tarafından tanımlanan kinematik kriterlere göre sınıflandırılmıştır. 28 W UMa sisteminin hareketli gruplara üye olduğu belirlenmiştir. Alan değen çift yıldızları (FCB), olası hareketli grup üyeleri ile açık kümelerine üye olduğu bilinen W UMa sistemlerinden seçilerek oluşturulmuştur.



Şekil 5. (a) MG ve (b) FCB lerinin toplam kütle histogramlarının karşılaştırılması.



Şekil 6. (a) MG ve (b) FCB lerinin kütle oranı histogramlarının karşılaştırılması.

Alan değen sistemleri (FCB) için hesaplanan ortalama kinematik yaş 5.47 Gyr dır. Bu değer, CAB ların kinematik yaş değeri olan 3.86 Gyr dan 1.61 Gyr kadar yaşıdır. Evrimsel olarak CAB ve FCB arasında kurulan sayı dengesinin olması durumunda, elde edilen yaş değeri, değme aşama-nın ömrüne ait üst limitin 1.61 Gyr olduğunu gösterir. Bu üst limit, Guinan ve Bradstreet (1988) ce verilen  $0.1 < t_{\text{değme}} < 1$  Gyr aralığı ile uyuşmaktadır. Değme aşama süresinin, FCB nin kinematik yaşı ile karşılaştırıldığında çok kısa olduğu görüldüğü için, olası MG yıldızlarını içeren grup, FCB nin başlangıçta sahip olacağı toplam kütle ve peryot dağılımına sahip değildi ve bu bakımdan da bir gösterge olarak kullanılamaz. Bundan dolayı da, yörünge peryot aralığına göre oluşturulan FCB alt gruplarının verileri (Tablo 2) ve yaşları, değme aşamadaki evrim süresince peryot azalması ve açısız momentum kaybının bir delilini çıkarmak için doğrudan kullanılamaz. Bununla birlikte, Tablo 2 deki veriler ve histogramlar, çift yıldız evriminde açısız momentum kaybı ve yörünge peryodunun azalması olmaksızın da açıklanamaz. Açısız momentum kaybı ve yörünge peryodunun azalmasını sadece değme öncesi aşamalarda işlediğini kabul etmek de mantığa aykırıdır. Tablo 2 ve ilgili histogramlardan itibaren doğrudan söylenemese de, MG grubuna ait 27 sistemin yanlış identifikasyonu yapıldığı kanıtlanmadıkça MG grubuna ait 27 sistemin varlığı ilginç bir bulgudur. Açısız momentum kaybı ve yörünge peryodunun azalması içeren mekanizma ile, ayrıık çift sistemlerin atalarından itibaren oluşabilecek kadar yeteri bir yaşa sahip olmadığı durumu gözönünde bulundurulduğunda, 27 MG W UMa sistemleri önem kazanmaktadır.

Gerçekte en genç FCB alt grubu (3.21 Gyr) ile MG grubu (0.5 Gyr) arasındaki yaş farkı değme aşaması için hesap edilen 1.61 Gyr dan daha fazladır. Bu

yüzden MG değen sistemleri, ya fisyon prosesi yolu ile (Roxburgh 1966) veya iki bileşenin ortak bir zarfta hızlı bir şekilde spiraller çizerek değme öncesi anakola büzülme süresince veya anakolun başlangıcında oluşmuş olmalıdırlar. Sonuç olarak,  $P < 5$  gün peryodlu ayrıık RS CVn sistemlerinin açısız momentum kaybı ve yörüngesel peryot azalmasını içeren tek bir mekanizma ile, W UMa sistemlerine doğru evrimleşmediği söylenebilir. Bu bakımdan örneğimizdeki MG yıldızlarının üyeliğinin ve yaş hesabının kontrol edilerek kanıtlanması önem kazanmaktadır. Bunların yaşları anakol öncesi ve değme aşamasındaki zamandan yeterince büyük olduğu doğrudanmalıdır. Ancak bu durumda ayrıık sistemlerin atalarının W UMa sistemlerini oluşturan tek kaynak olduğu iddia edilebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Aslan Z., Özdemir T., Yeşilyaprak C., İskender A., 1999, Tr. J. of Physics, 23, 45  
Bartkevicius A., Lazauskaite R., Bartasiute S., 1999, ASP Conference Series, Vol. 167, p.247  
Binnendijk L., 1970, Vistas in Astronomy, 12, 217  
Buser R., Rong J., Karaali S., 1999, A&A, 348, 98  
Demircan O., 1999, Tr. J. of Physics, 23, 425  
Eker Z., 1992, ApJS, 79, 481  
ESA, 1997, The Hipparcos and Tycho Catalogues, ESA SP-1200  
Grenon M., 1987, JA&Ap, 8, 123  
Guinan E. F., Bradstreet D. H., 1988, felm.conf, p. 345  
Hog E., Kuzmin A., ve 6 ark. 1998, 335L, 65  
Huang S. S., 1967, ApJ, 150, 229  
Johnson D., Soderblom D., 1987, AJ, 93, 864  
Karataş Y., Bilir S., Eker Z., Demircan O., 2004, MNRAS, 349, 1069  
Mihalas D., Binney J., 1981, Galactic Astronomy: Structure and Kinematics, 2nd edition  
Roxburgh I. W., 1966, ApJ, 143, 111  
Rucinski S. M., 2003, Extragalactic Binaries, 25th meeting of the IAU, Sydney - Australia, 13E, 7  
Wielen, R., 1977, A&A, 60, 263