

# Kataklismik Değişenlerin Kinematığı

A. Özdönmez<sup>1\*</sup>, S. Bilir<sup>1</sup>, T. Ak<sup>1</sup>, F. Soyduğan<sup>2</sup>, E. Soyduğan<sup>2</sup>, Ç. Püsküllü<sup>2</sup>, S. Ak<sup>1</sup>, Z. Eker<sup>3</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale

<sup>3</sup> Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya

## Özet

Kataklismik değişenlerin (KD) kinematik özellikleri; güncel paralaksarı, öz hareketleri ve kütle merkezine hızlarından ( $\gamma$ ) hesaplanan uzay hızları kullanılarak popülasyon türlerine ve yörünge dönemine göre incelenmiş ve sonuçlar standart evrim kuramının öngörülleri ile karşılaştırılmıştır. Oluşturulan katalogdaki 216 KD'nin hız dispersiyonu 53.7 km/s ve ortalama kinematik yaşı 5.29 Gyl'dır. Popülasyon türleri Galaktik yörüngelerinden belirlenen KD örneğinin %94'ü Galaksimizin ince disk bileşeninin üyesidir. Dönem boşluğunun altında ve üstündeki manyetik olmayan ince disk KD'lerinin ortalama yaşları sırasıyla 3.40 ve 3.90 Gyl, dispersiyonları 24.95 ve 26.60 km/s dir. KD'ler yörünge dönemine göre incelendiğinde ise, ortalama kinematik yaşın kısa yörünge dönemlerine doğru arttığı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** (stars:) novae, cataclysmic variables, İkili Yıldızlar

## 1 Giriş

Bir kataklismik değişen (KD) beyaz cüce ve Roche lobunu doldurmuş düşük kütleli bir bileşen yıldızdan meydana gelir. Beyaz cücenin manyetik alanı yeterince düşük ise bileşen yıldızdan aktarılan madde beyaz cücenin etrafında bir yığılma diski oluşturur. Standart evrim modeline göre ayrık bir anakol çiftinin evrimleşmesiyle KD olan bir sistem kütle çekimsel ışınım (Paczynski 1967) ve/veya manyetik frenleme (Verbunt ve Zwaan 1981) ile açısal momentum kaybederek kısa periyotlara doğru evrimleşir. KD'lerin yörünge dağılımları, evrimlerinin karakteristik özellikleri olan 2-3 h aralığındaki dönem boşluğu (Knigge 2006) ve  $\sim 80$  dakikadaki minimum yörünge dönemini (Gänsicke ve ark. 2009) ortaya koymaktadır. Standart evrim modellerine dayanan kuramsal popülasyon analizleri fotometrik gözlemlerden test edilmiş (bkz. Ak ve ark. 2008, 2010; Özdönmez ve ark. 2015) olsa da kullanılan veri setleri seçim etkisi altındadır. Ancak bir KD'nin yaşı belirli bir yörünge dönemindeki kütle aktarımından etkilenmeyeceğinden, parlaklığa bağlı seçim etkisi KD'lerin yaş dağılımının yanlı olmasına yol açmaz. Bu sebeple, KD'lerin kinematik yaşları kuramsal öngörülerin test edilmesi için kullanılabilir.

## 2 Veriler

Çalışmamızda 2014 yılının ortalarına kadar literatürde yer alan  $\gamma$  hızları toplanarak, Ak ve ark. (2010)'nin örneği ile birleştirilmiştir. Kullanılacak  $\gamma$  hızlarının belirlenmesinde van Paradijs ve ark. (1996) ve Ak ve ark. (2010) tarafından tanımlananlara benzer kriterler kabul edilmiştir. Emisyon çizgilerinden belirlenen kütle merkezi hızları ( $\gamma_{em}$ ) yığılma diskinden ya da madde transferinin hareketinden etkilenebilir. Bu nedenle  $\gamma_{em}$  güvenilir olmayabilir (North ve ark. 2002). Analizlerimizde kullanılan 80 sistemin soğurma çizgilerinden belirlenmiş  $\gamma$  hızları ( $\gamma_{abs}$ ) en duyarlı olanlardır. Emisyon çizgilerinden yapılan ölçümlerin sonuçlara etkisinin test edilmesi için, örneğimizdeki 53

sistemin sahip olduğu  $\gamma_{em}$  ve  $\gamma_{abs}$  hız farklarının ortalaması  $\langle \gamma_{em} - \gamma_{abs} \rangle = -3.5 \pm 22.6$  km/s ve medyan değeri  $-3.6$  km/s elde edilmiştir. Bu karşılaştırma van Paradijs ve ark. (1996) ( $\langle \gamma_{em} - \gamma_{abs} \rangle = +2.5 \pm 13.8$  km/s) ile uyumlu olup, benzer şekilde biz de verilerimizden anlamlı istatistiksel analizin yapılabileceği ve sonuçların yanlı olmayacağı sonucunu çıkarabiliriz.

KD'lerin uzaklıkları için öncelikle literatürden trigonometrik paralaksar temin edilmiştir. Diğer sistemler için sırasıyla 2MASS  $J$ ,  $K_s$  (Skrutskie ve ark. 2006) ile WISE W1 (Wright ve ark. 2010) parlaklıklarına ve yörünge dönemlerine ( $P$ ) dayanan yeni PLCs ilişkisi (Özdönmez ve ark. 2015), uzaklık ölçümleri yapılamayan sistemler için ise sadece 2MASS fotometrisi ve yörünge dönemine dayanan eski PLC ilişkisi Ak ve ark. (2007a) kullanılmıştır. Yakın ve orta kıvılcığı parlaklıklar Cutri ve diğ. (2003, 2012)'den alınmıştır. Yörünge dönemi 12 saatten büyük olan KD'lerin bileşen yıldızı dev yıldız olabileceğinden (Hellier 2001) ve  $P < 80$  dk olan sistemlerin bileşen yıldızı dejenerer yıldız olacağından (Gänsicke ve ark. 2009), örneğimizde böyle sistemler dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda KD'lerin öz hareketleri; UCAC4 (Zacharias ve ark. 2013), PPMXL (Roeser ve ark. 2010), Tycho-2 (Høg ve ark. 2000) ve tekrar indirgenmiş Hipparcos kataloğundan (van Leeuwen 2007) alınmıştır. Rölatif paralaks hatalarının medyan değeri ve standart sapması sırasıyla 0.14 ve  $\pm 0.11'$ 'dir. Öz hareketin de sırasıyla 0.34 ve  $\pm 0.94$  mas'dır. Ayrıca ekvatorial koordinatlar, KD'lerin sınıfları ve yörünge dönemleri Ritter ve Kolb (2003, versiyon 7.7) kataloğundan alınmıştır. Böylelikle paralaksarı, öz hareketleri ve  $\gamma$  hızları bilinen 250 kataklismik değişenden oluşan bir örnek meydana getirilmiştir.

Uzay hızlarının hesaplanması için Johnson ve Soderblom (1987)'nin matris dönüşüm algoritması kullanılmıştır. Bunun için ekvatorial koordinatlara ( $\alpha$ ,  $\delta$ ), öz hareket bileşenlerine ( $\mu_\alpha \cos \delta$ ,  $\mu_\delta$ ),  $\gamma$  ve paralaksa ( $\pi$ ) ihtiyaç vardır. Dönüşüm sağ el kuralına göre uygulanarak,  $U$  (Galaktik merkeze doğru),  $V$  (Galaktik rotasyon doğrultusunda) ve  $W$  (Galaktik kutbu doğrultusunda) uzay hız bileşenleri hesaplanmıştır. Örneğimizdeki KD'ler Güneş komşuluğundaki yakın sistemler

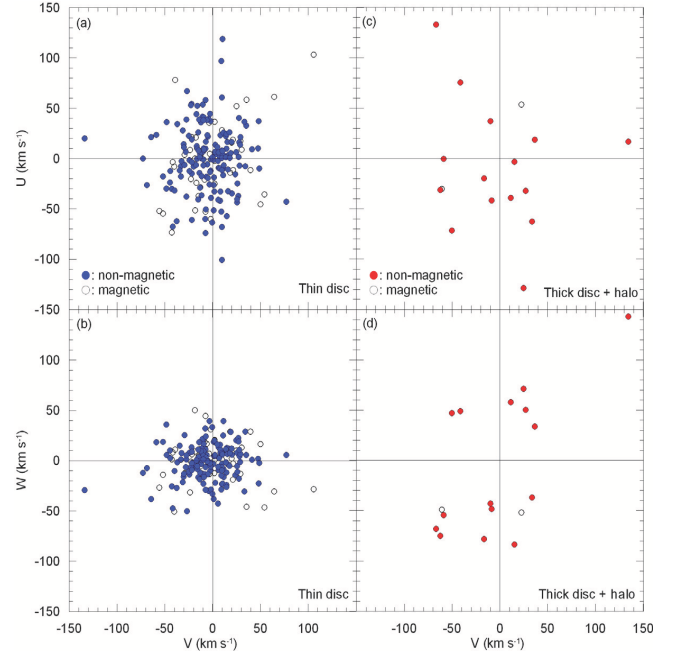
\* aykutozdonmez@gmail.com

olmalarına rağmen, uzay hızları diferansiyel Galaktik rotasyon için **Mihalas ve Binney (1981)**'in çalışmasında açıklandığı şekilde düzeltilmiştir. Ayrıca Galaktik uzay hızı bileşenlerine Güneş'in uzay hızları eklenerek LSR (Local Standard of Rest) düzeltmesi yapılmıştır. Güneş'in uzay hızı bileşenleri için  $(U, V, W)_{\odot} = (8.50, 13.38, 6.49)$  km/s (**Coşkunoğlu ve ark. 2011**) kabul edilmiştir.

Uzay hızı bileşenlerindeki belirsizlik algoritmaya giren verilerin hatalarından, toplam uzay hızının hatası da  $(S = (U^2 + V^2 + W^2)^{1/2})$  uzay hızı bileşenlerinin hatalarından hesaplanmıştır. Toplam uzay hızı hatalarının medyanı ve standart sapması 15 ve  $\pm 15$  km/s'dir. Uzay hızı dispersiyonu ve kinematik yaşlar büyük belirsizliklere sahip toplam uzay hızından dolayı yanlış olabileceğinden, hataların medyanı ile standart sapmasının toplamına karşılık gelen  $S_{err} > 30$  km/s hatasına sahip KD'ler örnekten çıkartılmıştır. Böylelikle örneğimizde 216 KD kalmıştır. KD gruplarına göre hesaplanmış uzay hızı bileşenlerinin ortalama değerleri ve dispersiyonları Tablo 1'de verilmiştir. Düzenlenmiş örneğin uzay hızlarındaki hataların medyanı  $U_{err} = 7.23$ ,  $V_{err} = 7.39$ ,  $W_{err} = 6.86$  km/s ve standart sapması  $\pm 3.96$ ,  $\pm 4.59$  ve  $\pm 4.29$  km/s'dir.

KD'lerin kinematik ve dinamik özelliklerini inceleyebilmek için duyarlı popülasyon analizinin yapılması şarttır. Popülasyon tiplerinin tesbiti için Galaktik bileşenlerine ait potansiyellerin etkisi altında 3 Gyl geriye dönük Galaktik yörüngelerinde ulaşabildikleri Galaktik düzlemden maksimum dikine uzaklıkları ( $Z_{max}$ ) hesaplanmıştır. Bu süre Galaktik merkez etrafında 12-15 çevrime denk geldiğinden, ortalama yörünge parametreleri duyarlı bir şekilde belirlenebilmiştir. İnce disk ve kalın disk popülasyonunun ayırımının yapılabilmesi için, Monte Carlo simülasyonu ile ince ve kalın diskin uzay yoğunluklarının eşitlendiği Galaksi düzleminde dikine uzaklık  $Z$  hesaplanmıştır. Bunun için kalın diskin Güneş civarının uzay yoğunluğu  $\%0 \leq n_{TK} \leq \%15$  ile üstel yükseklik ölçeği  $500 \leq H_{TK} \leq 1500$  pc ve ince diskin yükseklik ölçeği  $200 \leq H_{TN} \leq$  pc (**Ak ve ark. 2007b**) kabul edilmiştir. Monte Carlo simülasyonunda 5000 çevrim sonrası,  $Z$  değerlerinin histogram dağılımından uzay yoğunluklarının 825 pc'te eşitlendiği bulunmuştur. Bu değer derin gökyüzü taramaları kullanan önceki çalışmalar ile uyumludur (**Karaali ve ark. 2004**; **Bilir ve ark. 2006**). Bu sayede dikine uzaklıkları  $Z_{max} \leq 825$  pc olan 199 KD'nin ince disk,  $Z_{max} > 825$  pc olan 17 KD'nin ise kalın disk veya halo popülasyonuna ait olduğu belirlenmiştir. Popülasyonlarına göre ayrılmış manyetik (M) ve manyetik olmayan (nM) KD'lerin uzay hızı bileşenlerinin dağılımı Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu dağılımdan M ve nM sistemlerin hız dağılımları arasında belirgin bir farklılığın olmadığı ve kalın disk ile halo KD'lerinin  $W$  hızlarının ince disk KD'lerine göre daha büyük olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda KD'lerin kinematik yaşlarının hesaplanabilmesi için yaş-hız dispersiyonu ilişkisi (**Cox 2000**) kullanılmıştır:  $\sigma_v^3(\tau) = \sigma_{v,\tau=0}^3 + \frac{3}{2} \alpha_V \delta_2 T_\delta \left[ \exp\left(\frac{\tau}{T_\delta}\right) - 1 \right]$ . Burada  $\sigma_v(\tau)$  ve  $\tau$  KD gruplarının toplam hız dispersiyonu ve kinematik yaşlarıdır. Diğer parametreler **Cox (2000)**'de tanımlanmıştır. Uzay hızı vektörünün ( $\sigma_v$ ) hız bileşenlerinden ( $\sigma_v^2 = \sigma_U^2 + \sigma_V^2 + \sigma_W^2$ ) hesaplanmasıyla, KD'lerin kinematik yaşları kolaylıkla belirlenebilir. KD'lerin izotropik dağılım gösterdiği varsayımı altında  $\gamma$  hız dispersiyonları  $\sigma_\gamma^2 = (1/3)\sigma_v^2$  olarak tanımlanır (**van Paradijs ve ark. 1996**). Farklı yörünge dönemi aralıklarına ve popülasyon tiplerine göre ayrılmış KD gruplarının  $\gamma$  hız dispersiyonları kuramsal modeller ile karşılaştırılmış ve Tablo 1'de listelenmiştir.



**Şekil 1.** Popülasyonlarına göre ayrılmış manyetik ve manyetik olmayan KD'lerinin uzay hızı bileşenlerinin dağılımı.

### 3 Tartışma ve Sonuç

KD'lerin Galaktik yörüngeleri, genellikle Galaktik disk içinde yer aldıklarını göstermektedir. Galaktik yörüngeler üzerine yapılan analizlerin, 216 KD'den 199'unun Galaksinin ince disk bileşeninin üyesi olduğunu göstermektedir. Geri kalan sistemler daha çok kalın disk veya halo popülasyonuna aittir. Popülasyonların kesin bir şekilde belirlenebilmesi için KD'lerin Galaktik düzlemden maksimum ( $Z_{max}$ ) ve minimum ( $Z_{min}$ ) dikine uzaklıkları ile birlikte Galaktik yörüngelerin düzlemsel ( $e_p$ ) ve dikey ( $e_v$ ) dış merkezlikleri hesaplanmıştır. **Bilir ve ark. (2012)** kırmızı yığın yıldızlarının Galaktik yörüngelerini inceleyerek, dış merkezlikleri  $e_v \leq 0.12$ ,  $0.12 < e_v < 0.25$  ve  $e_v > 0.25$  olan yıldızların sırasıyla ince disk, kalın disk ve halo popülasyonlarına üye olduklarını belirlemiştir. Örneğimizde dikine uzaklıkları  $Z_{max} \geq 825$  pc olan yedi sistemin dış merkezlikleri  $e_v \leq 0.12$ 'dir. **Bilir ve ark. (2012)**'nin popülasyon sınıflama kriterleri dikkate alındığında, bu yedi KD'nin aslında yaşlı ince disk popülasyonuna ait olduğu söylenebilir. Bu durumda 17 KD'den dokuzu kalın disk üyesidir. Bu dokuz KD'nin toplam hız dispersiyonu  $93.87 \pm 5.13$  olarak bulunmuştur. Bu değer,  $12.0 \pm 0.8$  Gyl'lık kinematik yaşa gelmekte olan Galaksimizin kalın disk bileşeninin yaşı (**Felting ve Bensby 2009**) ile uyumludur. Örneğimizde sadece bir sistemin (V825 Her) halo üyesi olduğu tesbit edilmiştir. Eğer yedi yaşlı kalın disk KD'i ince disk grubuna katılırsa, KD'lerin ince disk uzay yoğunluğu  $\%95$ 'e yükselir. KD'lerin kinematik yaşlarının ince disk popülasyonunu işaret ettiğini gösteren bu sonuç **Ak ve ark. (2013)** ve **Peters (2008)** ile uyumludur. Örneğimizin  $\%5$ 'ini oluşturan kalın disk KD'lerinin uzay yoğunluğu alan yıldızlarınınki ile uyumlu olup (örn. **Bilir ve ark. 2006**), bu sistemlerin Güneş civarı için tamlik oluşturduğunu göstermektedir. Bu sebeplerden ötürü örneğimizden elde edilen istatistiksel çalışmaların duyarlı sonuçlar verdiği söylenebilir. Bunlara ek olarak, Tablo 1'te listelenen ince ve kalın disk veya halo KD'lerinin kinematik özellikleri beklenildiği gibi birbirinden farklıdır. İnce

**Çizelge 1.** Örnekteki KD'lerin ortalama uzay hızları, toplam uzay hızı ( $\sigma_v$ ) ve bileşenlerinin ( $\sigma_U$ ,  $\sigma_V$  and  $\sigma_W$ ) hız dispersiyonları, kinematik yaşlar ( $t$ ), ve  $\gamma$  hız dispersiyonları listelenmiştir.  $N$  sistem sayısı olup, TN ince disk KD'lerini temsil etmektedir. Dönem boşluğu altı ve üstü için değerler sırasıyla 2.15 ve 3.18 saat kabul edilmiştir (Knigge 2006).

Parameter	$N$	$\langle U \rangle$ $\sigma_U$ (km/s)	$\langle V \rangle$ $\sigma_V$ (km/s)	$\langle W \rangle$ $\sigma_W$ (km/s)	$\sigma_v$ (km/s)	$t$ (Gyıl)	$\sigma_\gamma$ (km/s)
Tüm sistemler	216	-0.57±7.84 36.59±3.95	-3.60±8.49 30.00±4.58	-1.76±8.04 25.39±4.28	53.70±7.41	5.29±1.35	31.00±4.28
$Z_{max} \leq 825$ pc	199	0.02±7.50 33.91±3.85	-3.56±8.06 27.61±4.41	-1.23±7.62 18.15±4.04	47.35±7.11	4.13±1.27	27.34±4.10
$Z_{max} > 825$ pc	17	-7.43±11.75 59.18±2.90	-4.13±13.48 50.09±3.31	-7.96±12.98 65.54±3.90	101.52±5.88	13.11±0.81	58.61±3.40
Manyetik (M,TN)	41	0.47±7.70 38.53±4.52	0.11±8.17 33.10±4.48	-1.24±8.18 22.60±4.21	55.60±7.63	5.64±1.39	32.10±4.41
Manyetik Olmayan (nM,TN)	158	-0.10±7.45 32.60±3.65	-4.51±8.04 25.91±4.40	-1.23±7.48 16.80±3.98	44.90±6.97	3.69±1.22	25.92±4.03
$P < 2.15$ h (nM,TN)	46	-6.55±6.14 30.65±3.21	-6.11±6.86 23.93±3.92	0.74±5.97 18.85±3.21	43.21±6.00	3.40±1.03	24.95±3.46
$P > 3.18$ h (nM,TN)	104	2.43±7.95 33.88±3.74	-3.85±8.51 26.68±4.57	-1.97±8.14 16.21±4.19	46.07±7.24	3.90±1.28	26.60±4.18
$P < 2.15$ h (nM+M,TN)	56	-2.74±6.07 33.63±3.25	-3.03±6.84 28.42±4.06	-0.36±6.07 20.07±3.45	48.39±6.24	4.32±1.12	27.94±3.60
$P > 3.18$ h (nM+M,TN)	128	1.64±8.13 34.62±4.03	-3.75±8.56 27.03±4.58	-2.44±8.37 17.00±4.23	47.10±7.42	4.09±1.32	27.19±4.29
$0.056 < P(d) \leq 0.080$ (TN)	48	-0.92±5.73 33.93±2.98	-3.47±6.55 28.91±3.93	-1.53±5.93 20.52±3.56	49.07±6.08	4.44±1.10	28.33±3.51
$0.080 < P(d) \leq 0.150$ (TN)	46	-3.51±8.40 29.79±4.16	-4.51±8.87 33.96±4.26	3.34±8.20 19.88±3.87	49.36±7.10	4.49±1.28	28.50±4.10
$0.150 < P(d) \leq 0.210$ (TN)	50	1.46±8.06 35.52±3.66	-5.50±8.12 25.15±4.58	-5.59±7.93 17.06±3.92	46.75±7.05	4.02±1.25	26.99±4.07
$0.210 < P(d) \leq 0.350$ (TN)	45	5.57±7.78 36.03±4.09	-5.02±8.79 18.52±4.28	-2.27±8.48 14.60±4.37	43.06±7.36	3.37±1.26	24.86±4.25
$0.350 < P(d) \leq 0.500$ (TN)	10	-11.46±7.89 27.97±3.05	16.65±8.10 26.59±5.19	5.71±7.68 7.55±3.57	39.32±6.98	2.74±1.13	22.70±4.03

ve kalın disk veya halo KD'lerinin kinematik yaşları sırasıyla  $4.13 \pm 1.27$  ve  $13.11 \pm 0.81$  Gyıl'dır. Ölçümlerde kullanılan sistem sayısı az olmasına rağmen, her popülasyona göre ayrılmış gruplardaki kinematik yaşlar Galaktik bileşenlerin yaşları ile uyumludur (Wyse 2013).

Manyetik sistemlerin evrimi manyetik olmayan sistemlere göre farklılık gösterebileceğinden (Schwarz ve ark. 2007), bu sistemlerin kinematik yaşları arasında fark olabilir. Bu sebeple kalın disk ve halo KD'leri istatistik dışı bırakılarak her iki grup için de kinematik özellikler belirlenmiştir. Manyetik olmayan (nM) ince disk (TN) sistemlerinin ( $3.69 \pm 1.22$ ) manyetik (M) ince disk sistemlerinden ( $5.94 \pm 1.39$ ) daha genç olduğu tesbit edilmiştir (Tablo 1). Bu sonuçlar M ve nM sistemlerin ortalama yaşlarının  $\leq 5$  ve  $\leq 4$  olması gerektiğini söyleyen Peters (2008) ile uyumludur. Ancak Ak ve ark. (2010) örneğinden kalın disk ve halo KD'lerini çıkarmadığından, manyetik sistemlerin kinematik yaşını  $7.68 \pm 1.44$  Gyıl ölçmüştür.

Çalışmamızda dönem boşluğunun altındaki ( $P < 2.15$  saat) ve üstündeki ( $P > 3.18$  saat) nM ve M ince disk KD'lerinin kinematik yaşları hesaplanmıştır (Tablo 1). nM ince disk KD'lerinin kinematik özellikleri, dönem boşluğunun üstündeki KD'lerin (1 Gyıl) altındakilere göre (3-4 Gyıl) daha genç olacağı kuramsal öngörü ile uyumludur. Ancak elde edilen iki grup arasında belirgin bir yaş farklılığının olmaması, bu farkın 2-3 Gyıl olması

gerektiğini belirten kuram ile uyuşmamaktadır (bkz. Ritter ve Burkert 1986; Kolb ve Stehle 1996). Bu yaş farklılığının temel nedeni, ortak evre aşamasından kütle aktarımının başladığı zamana kadar geçen süreden kaynaklanmaktadır (Kolb 2001). Küçük yaş farklılığı, düşük ve yüksek kütleli bileşen yıldızlara sahip sistemler için benzer açısal momentum kaybı zaman öçeklerinin varlığını işaret eder (Kolb 2001). Manyetik sistemler de örneğe katılırsa, iki grup arasındaki yaş farkı neredeyse eşit hale gelir (Tablo 1). Bu sonuçlar Ak ve ark. (2010) ve van Paradijs ve ark. (1996) ile uyumludur.

Farklı yörünge periyodu aralıkları arasındaki yaş farklarını incelemek amacıyla, örnek yaklaşık eşit sayıda KD barındıracak şekilde alt gruplara ayrılmıştır. Bu gruplara göre incelenen hız dispersiyonları ve kinematik yaşlar Tablo 1'de yer verilmiştir. Ak ve ark. (2010)'nin çalışmasının aksine, çalışmamızda kuram ile uyumlu olarak kinematik yaşların uzun yörünge dönemlerine doğru azaldığı bulunmuştur ve bu azalma oranı  $dP/dt = -1.62(\pm 0.15) \times 10^{-5}$  sn yıl<sup>-1</sup> dir. Bu dağılım incelendiğinde, dönem boşluğunun üst sınırına yakın sistemlerin dönem boşluğunun üstündeki sistemlerin yaş hesabını etkilediği ve dönem boşluğunun üstündeki tüm sistemler bir KD grubu olarak hesaba katılırsa ortalama yaşın arttığı söylenebilir. Dolayısıyla yörünge döneminin artmasıyla hız dispersiyonu ve yaş azalmaktadır.

Tüm örnek için  $\gamma$  hız dispersiyonu  $\sigma_\gamma = 31.00 \pm 4.28$  km/s olarak belirlenmiş ve Ak ve ark. (2010)'da bulunandan ( $\sigma_\gamma = 30 \pm 4$  km/s) pek farklı değildir. Kolb ve Stehle (1996), dönem boşluğunun üstü ve altı için  $\gamma$  hız dispersiyonlarının  $\sigma_\gamma = 15$  ve  $\sigma_\gamma = 30$  km/s olması gerektiğini öngörmüştür. Manyetik frenlemenin ortak zarf sonrası evrede durduğu varsayımı altında Kolb (2001)'un öngörüsü  $\sigma_\gamma = 27$  ve  $\sigma_\gamma = 32$  km/s'dir. Çalışmamızda iki grubun  $\gamma$  hız dispersiyonlarının farkı (Tablo 1), her iki kuramın beklentisi ile uyumlu değildir.

### Teşekkür

Bu çalışma, 111T224 ve 212T091 numaralı TÜBİTAK projeleri ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Ak, T., Bilir, S., Ak, S., Retter, A., 2007a. *NewA* 12, 446.  
 Ak, S., Bilir, S., Karaali, S., Buser, R., 2007b. *Astron. Nachr.* 328, 169.  
 Ak, T., Bilir, S., Ak, S., Eker, Z., 2008. *NewA* 13, 133.  
 Ak, T., ve diğ., 2010. *NewA* 15, 491.  
 Ak, T., Bilir, S., Güver, T., Çakmak, H., 2013. *NewA* 22, 7.  
 Ak, T., ve diğ., 2015, *Ap&SS*, 357, 72.  
 Bilir, S., Karaali, S., Gilmore, G., 2006. *MNRAS* 366, 1295.  
 Bilir, S., ve diğ., 2012. *MNRAS* 421, 3362.  
 Çokunoğlu, B. ve ark., 2011. *MNRAS* 412, 1237.  
 Cox, A.N., 2000. *Allen's astrophysical quantities*, Springer, ISBN: 0387987460.  
 Feltzing, S., Bensby, T., 2009, *IAU Symposium*, Vol. 258, p.23-30.  
 Gänsicke, B.T., ve diğ., 2009. *MNRAS* 397, 2170.  
 Hellier, C., 2001. *Cataclysmic Variable Stars, How and why they vary*, Springer-Praxis Books, ISBN: 1852332115  
 Høg, E., ve diğ., 2000. *A&A* 355, 27.  
 Johnson, D.R.H., Soderblom, D.R., 1987. *AJ* 93, 864.  
 Karaali, S., Bilir, S., Hamzaoğlu, E., 2004. *MNRAS* 355, 307.  
 Kolb, U., 2001. in *The influence of binaries on stellar population studies*, *ASSL*, 264, 321.  
 Kolb, U., Stehle, R., 1996. *MNRAS* 282, 1454.  
 Knigge, C., 2006. *MNRAS* 373, 484.  
 Mihalas, D., Binney, J., 1981. in *Galactic Astronomy*, 2nd edition, Freeman, San Fransisco.  
 North, R.C., Marsh, T.R., Kolb, U., Dhillon, V.S., Moran, C.K.J., 2002. *MNRAS* 337, 1215.  
 Özdönmez, A., Ak, T., Bilir, S., 2015. *NewA* 34, 234.  
 Paczynski, B., 1967. *Acta Astron.* 17, 287.  
 Peters, C.S., 2008. *Kinematics and Space Densities for the Local Cataclysmic Variable Population*, PhD Thesis, Dartmouth College, 2008.  
 Ritter, H., Burkert, A., 1986. *A&A* 158, 161.  
 Ritter, H., Kolb, U., 2003. *A&A* 404, 301.  
 Roeser, S., Demleitner, M., Schilbach, E., 2010. *AJ* 139, 2440.  
 Schwarz, R., ve diğ., 2007. *A&A* 473, 511.  
 Skrutskie, M.F., ve diğ., 2006. *AJ* 131, 1163.  
 van Leeuwen, F., 2007. *A&A* 474, 653.  
 van Paradijs, J., Augusteijn, T., Stehle, R., 1996. *A&A* 312, 93.  
 Verbunt, F., Zwaan, C., 1981. *A&A* 100, L7.  
 Wright, E.L., ve diğ., 2010. *AJ* 140, 1868.  
 Wyse, R.F.G., 2013. *Planets, Stars and Stellar Systems Vol. 5*, ISBN 978-94-007-5611-3.  
 Zacharias, N., ve diğ. 2013. *AJ* 145, 44.

### Erişim:

O43-1505: [UAK-2015 Program](#) --- [UAK Bildiri](#) --- [Turkish J.A&A](#).