

# Hipparcos Kataloğundaki Algol Yıldızlarının Kinematığı

Tuncay Özdemir<sup>1\*</sup>, Ahmet İskender<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Inönü üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik bölümü MALATYA

## Özet

Bu çalışmada, 1997 yılında yayınlanan Hipparcos Kataloğundaki Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızlar herhangi bir uzaklık sınırlaması olmadan belirlenmiştir. Hipparcos kataloğundan belirlenen bu yıldızların astrometrik verileri (ıraklık açıları ve hataları, öz hareketleri ve hataları, koordinatları ve hataları, periyotları, tayf türleri, parlaklıkları ve renkleri) Hipparcos kataloğundan alınmıştır. Bu yıldızların dikine hızları ise literatürden alınmıştır. Algol yıldızları görelî ıraklık açısı hatalarına ve tayf türlerine göre alt guruplara ayrılmış ve bu alt gurupların ortalama uzay hızı bileşenleri ( $u, v, w$ ), hız dağılımları ( $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ ), konumları ( $x, y, z$ ) ve kinematik yaşları hesaplanmıştır. Görelî ıraklık açısı hatası  $\epsilon_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldızlar için ortalama uzay hızı bileşenleri ( $u, v, w$ ) =  $(-11.6 \pm 1.7, -13.2 \pm 1.3, -7.3 \pm 1.0)$ , hız dağılımları ( $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$ ) =  $(26.6 \pm 2.4, 20.8 \pm 1.8, 15.3 \pm 1.4)$  ve yaşları  $t = 1.83$  Gyl olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** astrometry, Yıldızlar, Ötegezegenler

## 1 Giriş

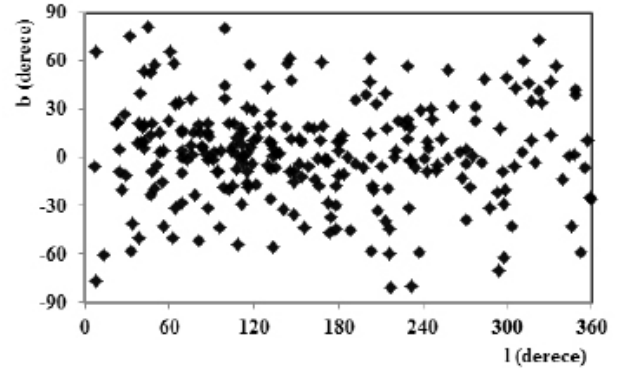
Algol türü ışık değişimi gösteren sistemler yarı – ayrık sistemlerdir. Bu sistemlerdeki küçük kütleli bileşenler Roche şişimlerini doldurmuştur ve diğer bileşene göre daha ileri bir evrim aşamasındadırlar, yani sıfır yaş anakolunun daha uzağında bulunurlar. Bu sistemlerdeki bileşenler anakol sonrası kütle alış veriş yapan soğuk bileşenlerdir. Kütle aktarımını yeni bitirmiş veya devam etmekte olan erken tür değen sistemlerdir. Işık eğrilerinde tutulma dışı parlaklıkları kabaca sabitken tutulmaya giriş ve çıkış evreleri aralığında kalan bölümlerinde oldukça belirgin derin tutulma gösteren sistemlerdir. Kopal'ın, yakın çiftleri Roche şişimine göre ayrık, yarı – ayrık ve değen sistemler olarak üç guruba ayırdığı sınıflamada algol türü sistemler terimi yarı-ayrık çiftlerin ana alt gurubu anlamına gelmektedir. Bu alt guruptaki sistemler "klasik Algol" sistemleri olarak tanımlanırlar. Ana bileşenleri B veya erken A tayf türü bir anakol yıldızı, yoldaş bileşenleri ise kritik Roche şişimini doldurmuş G veya K tayf türü bir dev veya alt dev yıldızdır (Giuricin et al. 1983), (Sahade et al. 1993).

## 2 Yıldızların Seçimi

Çalışmada kullanılan yıldızlar Hipparcos kataloğundan seçilmiştir. Bu katalog'da herhangi bir sınırlama olmaksızın tutulma gösteren ve "Algol türü" ışık eğrisine sahip olan ve katalogda "EA" olarak tanımlanan yıldızlar seçilmiştir (Perryman 1997).

## 3 Veri

Hipparcos kataloğundan seçilen bu yıldızlara ait; sağ açıklık ve hataları, dik uzaklık ve hataları, parlaklıkları, periyotları, tayf türleri, renkleri, öz hareketleri ve ıraklık açıları ve hataları Hipparcos kataloğundan alınmıştır. Çalışmada kullanılan yıldızlardan HIP74778, HIP108317, HIP108606 ve HIP112928 yıldızlarının ıraklık açıları ve hataları ise van Leeuwen kataloğundan alınmıştır (van Leeuwen 2007). Yıldızlara ait galaktik koordinatlar SIMBAD veri tabanından alınmıştır. Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızlar iki veya daha fazla yıldızlardan oluşmuş sistemler oldukları için bu yıldızların dikine hızları kütle merkezinin dikine hızı



Şekil 1. Hipparcos kataloğundan seçilen yıldızların galaktik koordinatlara göre dağılımları

olarak daha önce yayınlanmış hız kataloglarından ve makalelerden alınmıştır. Katalogda verilen yıldızlardan 332 yıldızın dikine hızı literatürden bulunmuş ancak bu yıldızlardan 76 tanesinin görelî ıraklık açısı hatası  $\sigma_\pi/\pi > 0.500$  olduğu için çözüm dışı bırakılmıştır.

Seçilen yıldızların galaktik koordinatlara göre dağılımları Şekil 1'de ve görelî ıraklık açısı hatalarına göre dağılımları Şekil 2'de verilmiştir.

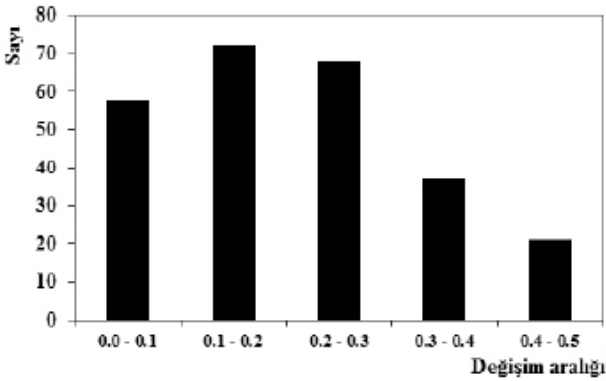
## 4 Yöntem

Algol türü ışık eğrisine sahip yıldızların kinematik özellikleri için Johnson & Soderblom (1987) algoritması kullanılarak çözüm yapılmıştır. Buna göre  $x$  galaksi merkezi doğrultusunu,  $y$  galaksinin dönme doğrultusunu ve  $z$  galaksi düzlemine dik doğrultuyu,  $u$  = Galaktik merkez doğrultusundaki hızı,  $v$  = Galaktik dönme doğrultusundaki hızı ve  $w$  = Galaktik kuzey kutup doğrultusundaki hızı göstermektedir. Bu sistemin merkezi ise Güneş'tir.

## 5 Araştırma Bulguları, Tartışma, Sonuçlar

Görelî ıraklık açısı hatası  $\sigma_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldızların  $x - z$  uzay dağılımı ve  $v - u$  uzay hız dağılımı Şekil 3 (üst sol ve

\* tuncay.ozdemir@inonu.edu.tr



Şekil 2. Seçilen yıldızların görelî ıraklık açısı hatalarına göre dağılımları

sağ)'da verilmiştir. Şekil 3 (üst sol)'daki HIP74778 ve Şekil 3 (üst sağ)'daki HIP46881 yıldızları farklılık göstermektedir.  $x - z$  düzleminde HIP74778 dikkate alınmadığında yıldızlar her iki ekseninde de  $\pm 500$  pc içinde bir dağılım göstermektedir ve  $x - z$  dağılımı hemen hemen simetrik bir dağılım göstermektedir.

Yıldızların  $y - z$  eksenindeki uzay dağılımları ve  $v - w$  hız dağılımları Şekil 3 (alt sol ve alt sağ)'da verilmiştir. Konum grafiklerine baktığımızda yıldızlarımız galaksimizin kollarında bulunan yıldızlardır ve hiçbiri halo yıldızları olarak görünmemektedir. Hız ve konum dağılımları simetrik görünmektedir, herhangi bir yanlılık ve seçim etkisi gözlenmemektedir. HIP46881 (S Vel)  $v = -200.7$  km/s'lik hızı ile ince disk üzerinde Pop II yıldızdır (Aslan 2012).

Kinematik farklılığı belirleyen esas parametre galaksi dönme yönündeki hız bileşeni  $v'$ 'dir. Algol sistemlerini kinematik olarak incelerken belirlediğimiz alt guruplarda  $v$  bileşeninin kinematik bakımdan etkili olmadığı Çizelge 1'de görülmektedir. Bu alt guruplarda  $v$  hızı hata sınırları içinde hemen hemen aynıdır.

Algol yıldızlarının kinematik özellikleri ıraklık açısı daha iyi olan ( $\sigma_{\pi}/\pi > 0.250$ ) yıldızlar için de incelenmiştir. Daha iyi ıraklık açısına sahip Algol yıldızları için bulduğumuz uzay ve hız dağılımları ile Şekil 3 (üst sol ve sağ)'da verilen görelî ıraklık açısı hatası  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$  olan Algol yıldızlarının uzay ve hız dağılımları arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Sadece yıldız sayısı ve saçılma miktarı azalmıştır. Bu yıldızların konum ve hız grafikleri Şekil 4'da verilmiştir.

Yapılan hesaplamalara galaktik dönme etkisi katılmamıştır. Bunun nedeni incelenen Algol yıldızlarının uzay dağılımlarının çok farklı ve geniş bir aralığa sahip olmamasıdır. Örneğin  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$  olan Algol yıldızları için bütün yıldızların uzay dağılımı incelendiğinde yıldızlar her ekseninde ( $x, y, z$ ) yaklaşık  $\pm 500$  pc içinde bir dağılım göstermektedir. Bir grup olarak düşünüldüğünde yakın sayılabilecek bu yıldızlar için diferansiyel galaktik dönmenin uzay hızlarına etkisinin fazla olmayacağı, eğer varsa da bütün yıldızları aynı oranda etkileyeceği düşünülmektedir (Byckling 2009). Ayrıca galaktik dönmenin kinematik olarak yaşlı yıldızlar üzerinde çok etkili olmadığı da bilinmektedir (Karatay et al. 2004). Döneme göre yapılan sınıflamada dönemi 5 günden küçük ve 5 günden büyük olan yıldızlar için yapılan kinematik hesaplamalarda bunların uzay hızı bileşenlerinde herhangi bir kinematik farklılık gözlenmemektedir. Ancak  $\sigma_u, \sigma_v, \sigma_w$  değerlerindeki farklılık yıldız sayısından kaynaklanabileceği gibi kinematik bir farklılıktan da kaynaklanabilir.

Algol yıldızları için elde ettiğimiz ortalama uzay hızları

ile Güneş'in hareketini temsil eden ve Güneş'in ters işaretli öz hızları ( $u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}$ ) karşılaştırıldığında aralarında büyük farklar olmadığı görülmüştür. Algol yıldızları için bulduğumuz ortalama uzay hızları Dehnen & Binney (1998) 'in tanımladığı S hız dağılım parametresi ile karşılaştırılmıştır. S her hangi bir yıldız grubu için hız dağılımının bir ölçüsü olarak kabul edilen hız dağılım parametresidir ve hız dağılımının bileşenlerinden  $S^2 = (0.77\sigma_u^2 + 0.45\sigma_v^2 + 0.79\sigma_w^2)^{1/2}$  eşitliği ile hesaplanmaktadır (Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009)). Şekil 5 ve Şekil 6'da sırasıyla S ve B - V değişiminin grafiklerini göstermektedir (Dehnen & Binney (1998)).

Hipparcos katalogundaki Algol yıldızlarının B - V renkleri  $-0.25 < B - V < 1.9$  aralığında değişim göstermektedir. Şekil 5'de B - V rengi 1.2 değerine kadar verilmektedir, ancak Dehnen ve Binney'e (1998) göre renk değeri büyüdükçe belli bir değerden sonra ( $B - V > 0.8$ ) uzay hızlarının değeri hemen hemen sabit kalmaktadır. Bu nedenle bulduğumuz  $u, v, w$  hız değerlerini Şekil 5 üzerinde yorumlamamızda herhangi bir kısıtlama yoktur ve Algol sistemlerinin değeri "\*" ile gösterilmiştir. Yıldızların uzay hızları ( $u, v, w$ ) ile Güneş'in hareketini temsil eden öz hızları ( $u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}$ ) ters işaretlidir. Buna göre  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızlarımızın ortalama hız değerleri, renkleri ortalama  $B - V = 0.34$  olduğu için (Mihalas & Binney 1981) tarafından anakol yıldızları için hazırladıkları Şekil 5 üzerinde gösterilmiştir. Aynı yıldız gurubu için bulduğumuz S parametresi ile ortalama uzay hızları Şekil 6'da "\*" ile gösterilmiştir. Grafikte  $u$  ve  $w$  hız bileşenlerinin sabit olduğu ancak  $v$  hız bileşeninin  $S^2$  büyüdükçe çizgisel olarak arttığı görülmektedir.  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$  için  $S^2 = 924.2$  olarak hesaplanmıştır.

Şekil 7'de B - V rengine karşılık hesaplanan  $\sigma$  değerleri ve Strömberg asimetric kaymasına göre Algol yıldızlarının buldukları yerler "\*" ile belirlenmiştir. Strömberg asimetric kayması  $< V_{\phi} > = -\sigma_u^2/80$  bağıntısı ile belirlenmektedir (Dehnen & Binney (1998); Byckling (2009)).  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$  yıldız gurubu için hesaplanan değeri ise  $-8.8$ 'dir.

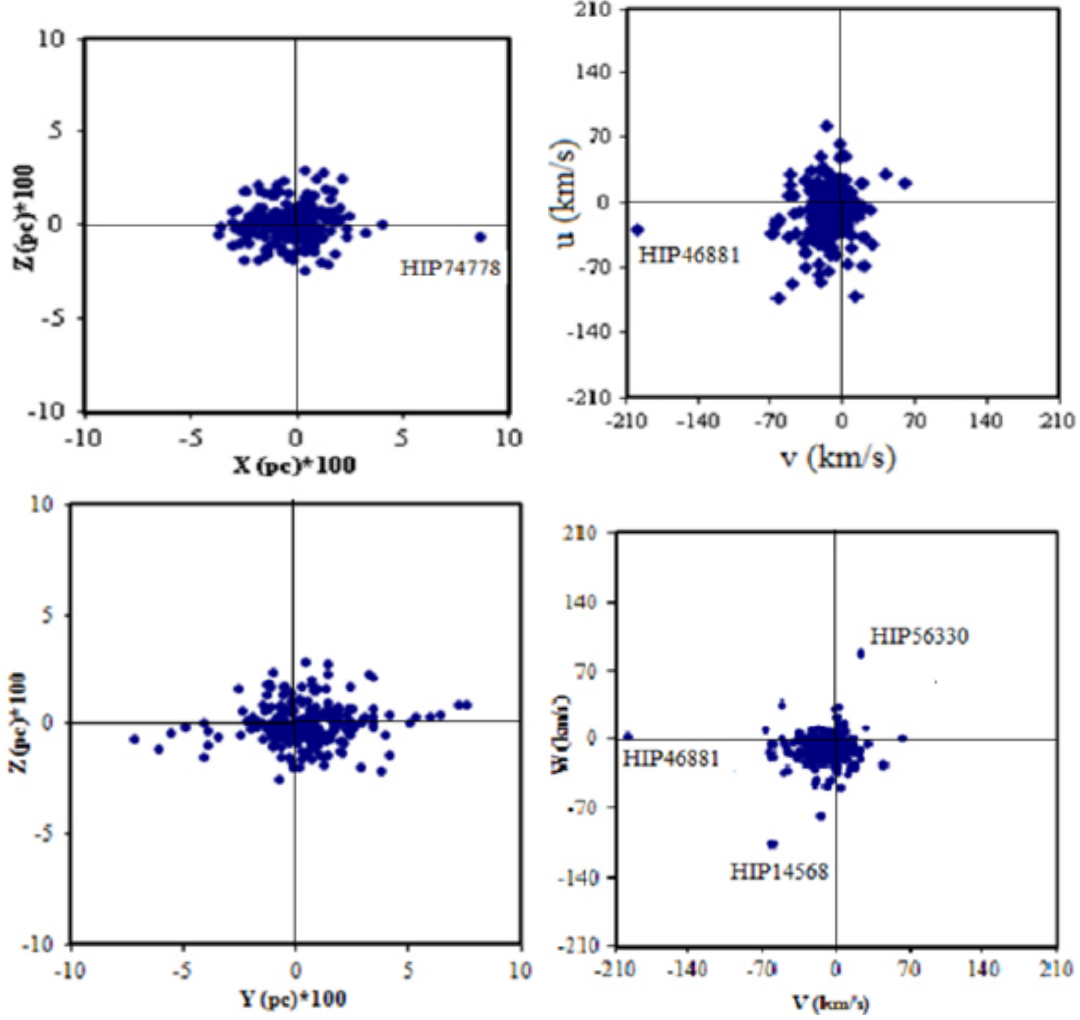
Algol yıldızları için belirlediğimiz bir diğer kinematik parametre ise "eksen dönmesi" ( $\phi$ ) olarak bilinen ve hız dağılımının ana ekseninin galaksi merkezi doğrultusundan ne kadar saptığını gösteren parametredir. Bu değer  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldız gurubu için  $16.9$  derece olarak belirlenmiş ve bu değerler Şekil 8 üzerinde "\*" ile gösterilmiştir.

Şekil 5 ve Şekil 7'deki sapmalar hızlardan kaynaklanmaktadır. Bu grafikler tek anakol yıldızları için hazırlanmış grafiklerdir, Algol sistemleri ise birden fazla yıldızdan oluşmaktadır. Ayrıca dikine hızın ( $V_r$ ) sistemin kütle merkezini ne kadar temsil ettiği önemlidir. Aynı şey öz hareket için de geçerlidir çünkü öz hareketin de kütle merkezini ne kadar temsil ettiği önemlidir. Bu nedenlerden dolayı bu sapmalar meydana gelebilir.

Genelde bütün yıldız türleri için kabul edilen ve hız dağılım bileşenleri arasındaki ilişkinin  $\sigma_u > \sigma_v > \sigma_w$ ;  $\sigma_w/\sigma_u = 0.5$  ve  $\sigma_v/\sigma_u = 0.55-0.75$  şeklinde olması beklenmektedir (Mihalas & Binney (1981)). İncelediğimiz tüm yıldız guruplarında bu ilişkiler sağlanmaktadır.

## 6 Kinematik Özellikler

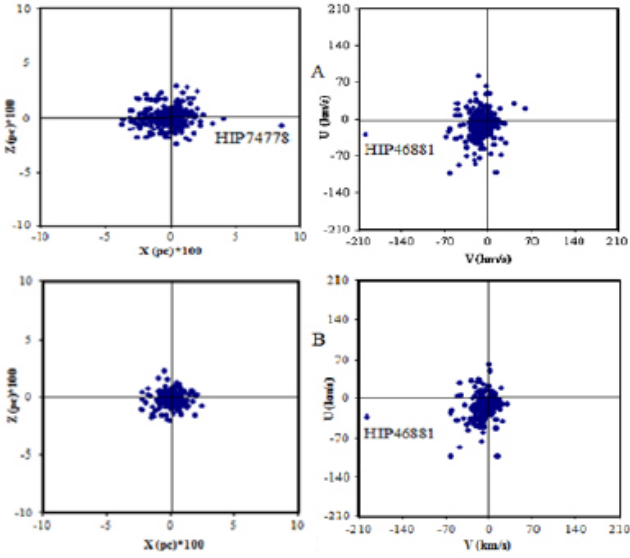
Algol yıldızları için yaptığımız kinematik çözümlerin sonucunda bulduğumuz uzay dağılımlarının uzay hızlarının, hız dağılımlarının ve eksen kayması değerlerinin kabul edilebilir ve gerçeği yansıtan değerler olduğu görülmektedir. Kinematik çalışmalarında Algol yıldızlarının sayısı arttıkça elde edilecek sonuçların daha hassas ve hatalarının ise daha az olacağı açıkça görülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar dikkate alındığında Al-



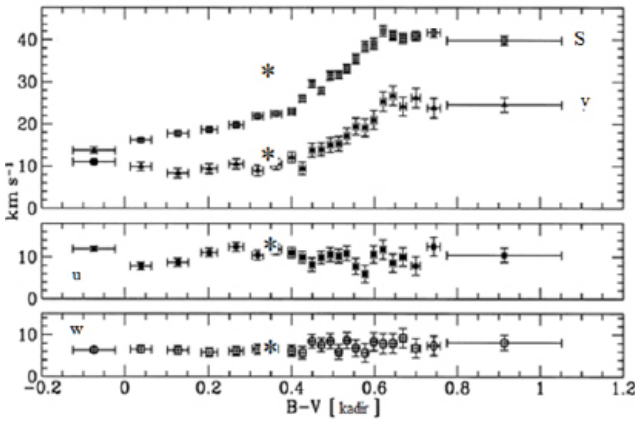
Şekil 3. Üst sol:  $\sigma_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldızların x – z uzay dağılımı; Üst sağ:  $\sigma_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldızların v – u uzay hız dağılımı; Alt sol:  $\sigma_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldızların y – z uzay dağılımı; Alt sağ:  $\sigma_\pi/\pi < 0.500$  olan yıldızların v – w uzay hız dağılımı.

Çizelge 1. Algoller için yapılan çözümler sonucunda elde edilen ortalama uzay hızları, hız dağılımları, hız dağılım oranları, yaş ve eksen kayması değerleri. Yaş için verilen değerler [Wielen \(1977\)](#) ve [Aysun Akyüz \(2010\)](#)'den hesaplanan değerlerdir. **Kısaltmalar:** TY:Tüm Yıldızlar,

Gruplar	N	Ortalama Hızlar (km/s)			Hız Dağılımları (km/s)			$\sigma$	$\sigma_u:\sigma_v:\sigma_w$	$\frac{\sigma_w}{\sigma_u}$	$\frac{\sigma_v}{\sigma_u}$	$\varphi(^{\circ})$	$t$ ( $\times 10^9$ )
		$u \pm \epsilon_u$	$v \pm \epsilon_v$	$w \pm \epsilon_w$	$\sigma_u \pm \epsilon_{\sigma u}$	$\sigma_v \pm \epsilon_{\sigma v}$	$\sigma_w \pm \epsilon_{\sigma w}$						
TY	332	$-9.0 \pm 1.6$	$-13.7 \pm 1.3$	$-7.7 \pm 1.0$	$28.4 \pm 2.5$	$22.8 \pm 2.0$	$16.4 \pm 1.5$	39.9	1.7:1.4:1.0	0.6	0.8		1.94
TY: $\sigma_\pi/\pi < 0.50$	256	$-11.7 \pm 1.7$	$-13.2 \pm 1.3$	$-7.3 \pm 1.0$	$26.6 \pm 2.4$	$20.8 \pm 1.8$	$15.3 \pm 1.4$	37.1	1.7:1.4:1.0	0.6	0.8	16.8	1.83
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.50$ (B,A,F)	200	$-9.3 \pm 1.7$	$-13.1 \pm 1.5$	$-6.5 \pm 1.0$	$24.7 \pm 2.2$	$20.6 \pm 1.8$	$14.4 \pm 1.3$	35.3	1.7:1.4:1.0	0.6	0.8	15.8	1.75
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.50$ (G,K,M)	52	$-20.3 \pm 4.4$	$-15.6 \pm 2.9$	$-10.3 \pm 2.5$	$31.8 \pm 2.9$	$20.6 \pm 1.8$	$18.2 \pm 1.6$	42.0	1.7:1.1:1.0	0.6	0.7	13.9	2.03
TY: $\sigma_\pi/\pi < 0.25$	170	$-12.5 \pm 1.9$	$-13.1 \pm 1.7$	$-7.9 \pm 1.2$	$24.9 \pm 2.2$	$22.0 \pm 2.0$	$15.0 \pm 1.3$	36.5	1.7:1.5:1.0	0.6	0.9	28.9	1.80
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.25$ olan B,A,F	130	$-10.4 \pm 1.9$	$-12.7 \pm 2.0$	$-7.0 \pm 1.2$	$21.9 \pm 1.9$	$22.5 \pm 2.0$	$13.6 \pm 1.2$	34.2	1.6:1.7:1.0	0.6	1.0	-39.9	1.70
TT: $\sigma_\pi/\pi < 0.25$ olan G,K,M	39	$-19.5 \pm 5.2$	$-14.5 \pm 3.3$	$-11.0 \pm 3.0$	$32.7 \pm 2.9$	$20.9 \pm 1.9$	$19.0 \pm 1.7$	43.2	1.7:1.1:1.0	0.6	0.6	16.1	2.08
P > 5 Gün	93	$-10.2 \pm 2.9$	$-13.3 \pm 2.6$	$-8.2 \pm 1.1$	$27.9 \pm 2.5$	$25.1 \pm 2.2$	$10.8 \pm 1.0$	39.0	2.6:2.3:1.0	0.4	0.9	28.7	1.91
$\sigma_\pi/\pi < 0.500$ P < 5 Gün	204	$-7.9 \pm 2.0$	$-13.9 \pm 1.4$	$-8.2 \pm 1.2$	$28.1 \pm 2.5$	$20.5 \pm 1.8$	$17.1 \pm 1.5$	38.8	1.6:1.2:1.0	0.6	0.7	6.4	1.90
Vr + FeH	77	$-8.8 \pm 3.6$	$-13.0 \pm 2.9$	$-6.5 \pm 2.7$	$31.9 \pm 2.8$	$25.5 \pm 2.3$	$23.9 \pm 2.1$	47.4	1.3:1.1:1.0	0.7	0.8	18.3	2.24



Şekil 4. A.  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızların  $x - z$  ve  $v - u$  grafikleri; B.  $\sigma_{\pi}/\pi < 0.250$  olan yıldızların  $x - z$  ve  $v - u$  grafikleri.

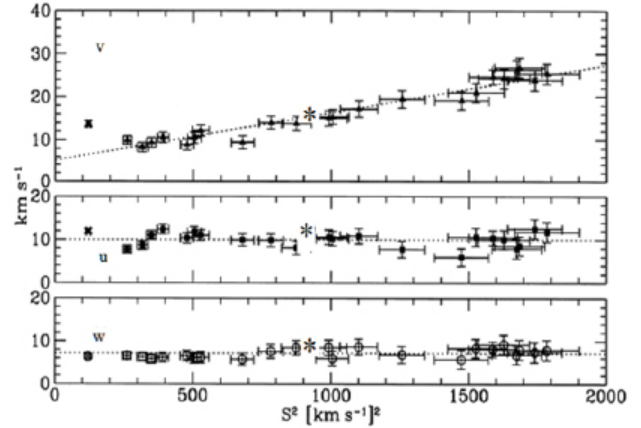


Şekil 5. Anakol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile B - V rengi arasındaki grafiği (Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009))

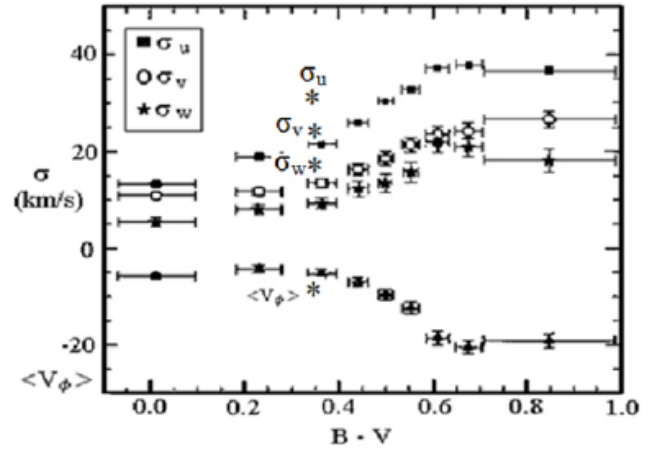
gol yıldızlarının uzay dağılımlarını veren Şekil 3 (üst sol)'dan ve hız dağılımlarını veren Şekil 3 (üst sağ)'dan bu yıldızların disk yıldızları oldukları görülmektedir.

Algol yıldızlarının uzay dağılımlarında z - eksenine (galaksi düzlemine dik olan doğrultu) boyunca  $\pm 500$  pc içinde dağılmış olmaları ıraklık açısı kriterine bağlı olarak seçim etkisinden kaynaklanmış gibi görünse de elde ettiğimiz uzay hızları ve hız dağılım değerleri Algol yıldızlarının disk yıldızları olduklarını desteklemektedir. Samanyolu galaksisi için bilinen disk bölgesinin boyutları z -- ekseninde  $\pm 500$  pc'dir. Hatta bu sınırın  $\pm 800$  pc uzaklığa ulaştığı kabul edilmektedir (Byckling (2009); Soubiran et al. (2003)).

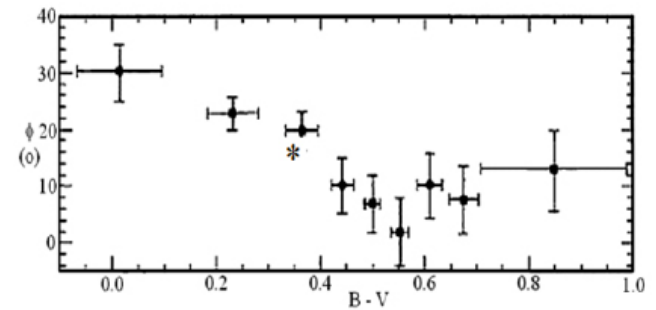
Chen (1998) disk yıldızları üzerine yaptığı kinematik çalışmada ince disk yıldızları için bulduğu hız değerleri (-7, -18, -3) km/s, hız dağılım değerleri de (36, 21, 17) km/s şeklindedir. Chen, kalın disk yıldızları için ise hız değerlerini (-3, -36, -3) km/s ve hız dağılım değerlerini (94, 71, 58) km/s olarak belirlemiştir. Bu sonuçlara göre bir değerlendirme yaparsak Algol



Şekil 6. Anakol yıldızlarının uzay hızları (u, v, w) ile hız dağılım ölçüsü S arasındaki grafiği(Dehnen & Binney (1998); Byckling (2009))



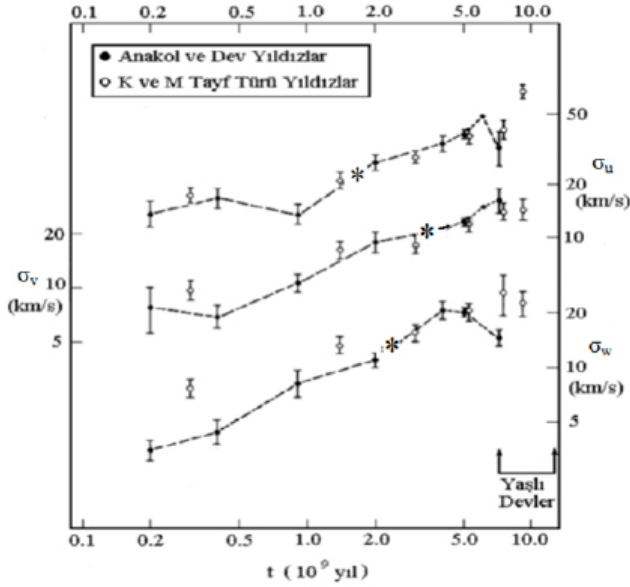
Şekil 7. Anakol yıldızlarının B - V rengi ile hız dağılımları ve Strömberg asimetric kayması arasındaki grafiği(Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009))



Şekil 8. Anakol yıldızlarının B - V rengi ile eksen kayması ( $\phi$ ) arasındaki grafiği (Dehnen & Binney (1998), Byckling (2009)).

**Çizelge 2.** Chen (1998) ve Soubiran et al. (2003) 'in çalışmaları ile Algol yıldızlarının uzay hızlarının ve hız dağılım değerlerinin karşılaştırılması.

Bölge	Uzay hız bileşenleri (km/s)			Hız Dağılımı (km/s)			ref.
	u	v	w	$\sigma_u$	$\sigma_v$	$\sigma_w$	
İnce disk	-7	-18	-3	36	21	17	Chen
Kalın disk	-3	-36	-3	94	71	58	
İnce disk (genç)				37	24	15	Soubiran
İnce disk (yaşlı)				43	28	18	
Konum (z) (200--400 pc)				37	24	17	
Konum (z) (400--800 pc)				40	26	16	
Algoller	-11.6	-13.2	-7.2	26.6	21.0	15.2	Bu Çalışma



**Şekil 9.** Anadol yıldızlarının hız dağılımı ile yaş arasındaki ilişkileri Byckling (2009).

yıldızları için bulduğumuz kinematik çözümler incelendiğinde, Algol yıldızları disk yıldızları içinde özellikle ince disk yıldızlarına benzer bir dağılım göstermektedirler.

(Karataş et al. 2004) yaptıkları çalışmada metalce fakir CABs yıldızlarının dağılımı için "f" parametresini kullanmışlardır. Bu parametre

$$f = \frac{1}{300}(u^2 + v^2 + w^2)^{1/2} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Bu denklemdeki  $u$ ,  $v$ , ve  $w$  hızları, Güneşe göre belirlenen ortalama  $u$ ,  $v$ ,  $w$  hızlarına Yerel Sükûnet noktasına göre Güneş'in  $(u_{\odot}, v_{\odot}, w_{\odot}) = (9, 12, 7)$  km/s'lik hızları ilave edilerek belirlenmiştir. Bu parametreye göre  $f < 0.35$  olan yıldızlar ince diske;  $0.35 < f < 1$  olan yıldızlar kalın diske ve  $f > 1$  yıldızlar ise halo'ya aittir. Buna göre kinematik çözümlerini yaptığımız  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  olan yıldızlarımızdan

sadece HIP14568, HIP46881 ve HIP56330 yıldızları kalın disk yıldızları olarak ortaya çıkmaktadır.

Soubiran et al. (2003)) yaptıkları çalışmada ince disk yıldızlarını hem yaşlarına hem de konumlarına göre incelemiş ve daha genç olan disk yıldızları için hız dağılım değerleri (37, 24, 15) km/s, yaşlı disk yıldızları için hız dağılımı değerlerini (43, 28, 18) km/s olarak belirlemiştir. Konumlarına göre de  $z$  -- eksen boyunca 200 -- 400 pc arasında dağılan ince disk yıldızları için hız dağılım değerlerini (37, 24, 17) km/s; 400 -- 800 pc içindeki ince disk yıldızları için hız dağılım değerlerini (40, 26, 16) km/s olarak bulmuştur. Bu değerlerle  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  için bulduğumuz değerleri karşılaştırdığımızda yıldızlarımız genç ince disk yıldızları olarak karşımıza çıkmaktadır. Chen (1998) ve Soubiran et al. (2003) ve bulduğumuz uzay hız değerleri ve hız dağılım değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

## 7 Kinematik Yaş

Algol yıldızları için elde ettiğimiz kinematik çözümler ile bu yıldızların kinematik yaşlarını da inceleyebiliriz. Yıldızların kinematik yaşları incelenirken uzay dağılımları ve hızları, hız dağılımları, eksen kayması ve metal bolluğu oranları gibi kinematik özellikler bir arada incelenmelidir (Byckling 2009).

(Mayor 1974)'e göre yıldızların yaşını belirleyen kinematik parametreler, galaksi düzlemine dik hız dağılım bileşeni ( $\sigma_w$ ) ve eksen kayması olarak tanımlanan hız elipsoidinin ana ekseninin  $x$  -- eksenine ile yaptığı açı olan ( $\varphi$ ) değerleridir. Hız dağılım bileşeninin ( $\sigma_w$ ) değeri büyüdükçe ve eksen kaymasının değeri azaldıkça yıldızların yaşları artmaktadır. Bu aynı zamanda galaksi düzleminden uzaklaştıkça yaşların da arttığını göstermektedir. Soubiran et al. (2003) göre de metal bolluğu oranları azaldıkça (metalce zayıf oldukça) yıldızların yaşları artmaktadır.

Algol yıldızlarının yaşlarını kinematik özelliklerine dayanarak bulmak için Mihalas & Binney (1981)'den alınan ve Şekil 9'da verilen grafik kullanılmıştır. Bu grafikte farklı yıldız gruplarından elde edilmiş hız dağılımları ile yaş arasındaki bağıntılar gösterilmiştir. Bu grafik üzerinde sadece  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  için elde edilen değerler kullanılarak Algol sistemleri "\*" ile gösterilmiş ve kinematik yaşlar 1.5 -- 3.5 Gyl arasında bulunmuştur. Diğer alt guruplar için bulduğumuz yaşlarla birlikte ortalama alınırsa yaş değerimiz yaklaşık 2.4Gyl'dir

Diğer bir kinematik yaş hesabı Wielen (1977) ve Aysun Akyüz (2010) önerdiği yöntemle yapılmıştır. Bu yöntemle göre bir gurup yıldızın yaşı uzay hız dağılımı ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkiyi veren denklem

$$\sigma_v^3(T) = \sigma_{u,\gamma=0}^3 + \frac{3}{2}\alpha_v\delta_2T_{\delta} \left[ \exp\left(\frac{\tau}{T_{\delta}}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

şeklinindedir. Bu denklemde  $\sigma_{u,\gamma=0}^3$  bir yıldızın sıfır yaşındaki hızını (10 km/s),  $\alpha_v$  rotasyon eğrisini açıklayan sabit (2.95),  $T_{\delta}$  zaman ölçeği ( $5 \times 10^9$ ),  $\delta_2$  yayılma katsayısı ( $3.7 \times 10^{-6}$  (km/s)<sup>3</sup> yıl),  $\sigma_v(T)$  bir gurup yıldızın hız dağılımı ve  $\tau$ ; kinematik yaştır. Denklem, sabitler yerine konduktan sonra

$$\sigma_v^3(T) = 1000 + 81862.5 \left[ \exp\left(\frac{\tau}{5 \times 10^9}\right) - 1 \right] \quad (3)$$

şeklini alır.  $\epsilon_{\pi}/\pi < 0.500$  alt gurubu için bulduğumuz  $\sigma$  değeri 37.1 km/s'dir. Bu değeri denklemde yerine koyduğumuzda elde ettiğimiz yaş değeri 1.83 Gyl'dir. Algol yıldızları için alt gurupları da dikkate aldığımızda bu denklemde bulduğumuz yaş değeri 1.83 -- 2.24 Gyl arasında bir değişim göstermektedir.

Çizelge 3'de elde ettiğimiz kinematik verilerin diğer guruplarla karşılaştırılması verilmiştir. Algol sistemleri çift yıldız sistem-

**Çizelge 3.** Algol yıldızlarının kinematik sonuçlarının çalışılan diğer grupların kinematik sonuçları ile karşılaştırılması. R1: Karataş et al. (2004); R2: C. İbanoğlu (2010); R3: Aslan et al. (1999); R4: Bu Çalışma; R5: Ak et al. (2010). \* Yerel Sükunet Noktasına göre hız dağılımı değerleri.

Çalışılan Grup	Uzay hız bileşenleri (km/s)			Hız Dağılımı (km/s)			Yaş Gy	ref.
	u	v	w	$\sigma_u$	$\sigma_v$	$\sigma_w$		
CABs (genç)							0.95	R1
Ayrık Örten ÇY	0.94	0.52	0.68	21.96	15.88	10.66	1.27	R2
RS CVn	-12.80	-11.80	-9.00	33.40	22.70	18.50	1.48	R3
Algoller	-11.60	-13.20	-7.20	26.60	21.00	15.20	1.83	R4
W UMa	-9.00	-20.70	-9.30	35.10	21.10	14.60	2.04	R3
CABs (yaşlı)							3.86	R1
Katalismik değişenler (Periyot boşluğunun üstü)				36.35*	25.40*	20.28*	4.00	R5
Katalismik değişenler (Periyot boşluğunun altı)				37.64*	30.45*	26.02*	5.00	R5

leri olduğu için diğer çift yıldız sistemleri ile karşılaştırdığımızda genç sistemlerden yaşlı sistemlere doğru; CABs(genç) ==> Ayrık örten çift yıldızlar ==> RS CVn sistemleri ==> Algol sistemleri ==> W UMa sistemleri ==> CABs (yaşlı) ==> Katalismik değişenler (CV) yaş sıralaması çıkmaktadır.

#### Kaynaklar

- Ak T., Bilir S., Ak S., Çoşkunoglu B., Eker Z., 2010, in Edi. C. İbanoğlu A. Dervişoğlu E. S., ed., Yakın çift Yıldızların Yapısı ve Evrimi Çalıştayı. pp 231--254
- Aslan Z., 2012, -
- Aslan Z., Özdemir T., Yesilyaprak C., Iskender A., 1999, Turkish Journal of Physics, 23, 445
- Aysun Akyüz Nazım Aksaker H. A., ed. 2010, Aktif kromosferli Çift yıldızların kinematigi
- C. İbanoğlu A. Dervişoğlu E. S., ed. 2010, Ayrık orten yıldızlarının kinematigi ve yorunge evrimi
- Chen B., 1998, *ApJ*, 506, L79
- Dehnen W., Binney J. J., 1998, *MNRAS*, 298, 387
- Giuricin G., Mardirossian F., Mezzetti M., 1983, *ApJS*, 52, 35
- Johnson D. R. H., Soderblom D. R., 1987, *AJ*, 93, 864
- Karataş Y., Bilir S., Eker Z., Demircan O., 2004, *MNRAS*, 349, 1069
- Mayor M., 1974, *A&A*, 32, 321
- Mihalas D., Binney J., 1981, Galactic astronomy: Structure and kinematics /2nd edition/. Freeman
- Perryman M. A. C., 1997, in Bonnet R. M., et al., eds, ESA Special Publication Vol. 402, Hipparcos - Venice '97. pp 1--4
- Sahade J., McCluskey Jr. G. E., Kondo Y., Stickland D., 1993, The Observatory, 113, 39
- Soubiran C., Bienaymé O., Siebert A., 2003, *A&A*, 398, 141
- Wielen R., 1977, *A&A*, 60, 263
- Yesilyaprak C., 2003, PhD thesis, Akdeniz University
- van Leeuwen F., 2007, *A&A*, 474, 653

#### Erişim:

O33-1500: [UAK-2015 Program](#) --- [UAK Bildiri](#) --- [Turkish J.A&A](#).