

Yakın Yıldızların Uzay Hareketi ve Epicycle Teorisi

Oğuz Öztürk^{1,2,*}, Ahmet Erdem^{1,2}, David Hobbs^{3,4}

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale, Türkiye

³ Lund University, Department for Astronomy and Theoretical Physics, Lund, Sweden

⁴ Lund Observatory, Lund, Sweden

Özet

Hipparcos Kataloğundan seçilen yakın yıldızlar renklerine göre gruplandırılmış ve her bir grubun ortalama uzay hız bileşenleri ve hız dağılımları (σ^2) hesaplanmıştır. Elde edilen başlıca sonuçlar şunlardır: (i) Yıldız gruplarının $\langle \mathbf{u} \rangle$ ve $\langle \mathbf{v} \rangle$ hız bileşenleri neredeyse sabit kalırken, $\langle \mathbf{w} \rangle$ bileşeninin yaş ile doğru orantılı olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, yaşlı yıldızların zamanla Samanyolu diskinde ayrılıp halo'ya doğru yöneldiğine işaret edebilir. (ii) Ortalama hız dağılımları, yıldız gruplarının yaşları ile orantılı olarak artmaktadır. Bu durum, zaman içinde, yıldızların çevresi ile etkileşiminin artmasından dolayı olabilir. (iii) σ_v^2/σ_u^2 oranı incelendiğinde, bu oranın neredeyse sabit ve yaklaşık 0.5 değerinde olduğu görülmüştür. Bu gözlemsel sonuç, Epicycle Teorisi ile uyumludur.

Anahtar Kelimeler: catalogues, Yıldızlar, Ötegezegenler

1 Giriş

Hipparcos Kataloğu'ndan seçilen yakın yıldızların ortalama uzay hızlarının yıldızların ortalama yaşlarına ve renklerine göre değişimi incelenmiştir. Yıldızlar, mutlak parlaklıklarına, tayf türlerine ve iraksınımlarına göre seçilmiş ve 9 alt gruba ayrılmıştır.

Çalışmada Lindegren (2014) tarafından verilen yöntem kullanılarak yazarlardan Öztürk tarafından yazılan bir MATLAB kodu ile yakın yıldız gruplarının uzay hızları ve hız dağılımları hesaplanmıştır. Her bir yıldız grubunda yıldızların iraksınımlarındaki standart hata $\sigma_p < 1.5$ mas, yıldızların parlaklıkları $V < 8$ kadir ve yıldızların iraksınımları $p > 15\sigma_p$ mas olacak şekilde seçilmiştir. Bu sayede daha duyarlı uzay hız değerleri elde edilebilir. Yıldız gruplarının ortalama yaşları Bertelli ve ark. (1994) çalışmasından türetilmiştir. Analize giren tüm yıldızlar anakol üzerinde bulunmaktadır.

2 Sonuç ve Tartışma

Galaktik merkeze göre bir yıldızın konum vektörleri şu şekilde yönelmişlerdir; u : galaksi merkezi boyunca ve dışarı doğru, v : Galaksi dönme doğrultusunda ve w : galaksi düzlemine dik ve dışa doğru (bkz. Schatzman ve Praderie (1993)). Galaktik merkez etrafında, Güneş'in galaktik merkezden olan uzaklığı kadar olan bir uzaklıkta kusursuz bir dairesel yörünge izleyen nokta *Local Standard of Rest (LSR)* olarak adlandırılır ve tüm yıldızların uzay hızları bu noktaya göre ölçülür. LSR noktasının galaktik merkezdeki koordinatları $u = w = 0$ ve $v \neq 0$ dir. Bir yıldızın güneşe göre gözlenen $\dot{u}_{LSR}, \dot{v}_{LSR}$ ve \dot{w}_{LSR} hız bileşenleri şu şekilde yazılabilir: $\dot{u}_{LSR} = \dot{u} - \dot{u}_\odot$, $\dot{v}_{LSR} = \dot{v} - \dot{v}_\odot$ ve $\dot{w}_{LSR} = \dot{w} - \dot{w}_\odot$ (bkz. Schatzman ve Praderie (1993)). Burada, hız bileşenlerinin altındaki \odot indisi, Güneş'in, galaktik merkeze göre olan hız bileşenlerini işaret eder. LSR noktası galaktik düzlemde bulunduğundan $\dot{u} = \dot{w} = 0$ dir ve yıldızların gözlenen bağıl hızları, Çizelge 1'de, $\langle \dot{u} \rangle \equiv \dot{u}_{LSR} = -\dot{u}_\odot < 0$ ve $\langle \dot{w} \rangle \equiv \dot{w}_{LSR} = -\dot{w}_\odot < 0$ olarak görülmektedir. Sa-

manyolu Galaksinin diferansiyel dönmesinden dolayı $\dot{v} \neq 0$ olmalıdır. Çizelge 1 den görünen o ki, bu değer $\dot{v} < \dot{v}_\odot$ koşulunu sağlamaktadır.

Şekil 1 den görüldüğü üzere, u ve v hız bileşenleri, yıldız gruplarının renkleri ve ortalama yaşları ile neredeyse bir değişim göstermezken, w bileşeninin yaş ile arttığı görülmektedir. Grup 6'dan sonraki yaşlı grup yıldızları için 1.95 milyar ($\log 9.29$) yıldan sonra w bileşeninde büyük bir artış görülmektedir. Yaşlı yıldızlar etrafları ile çekimsel olarak uzun bir süre etkileşim halinde olduklarından rastgele hızlara sahiptirler. Bu etkileşimler, yaşlı yıldızların dairesel yörüngelerini bozarak, rastgele doğrultularda eliptik yörüngeler kazanmasına neden olabilir. Buradaki w bileşenindeki artış, yaşlı yıldızların, diğer yıldızlarla olan çekimsel etkileşimler neticesinde kazandıkları eliptik yörüngelerden dolayı galaktik halo'ya doğru yöneldiklerini işaret edebilir.

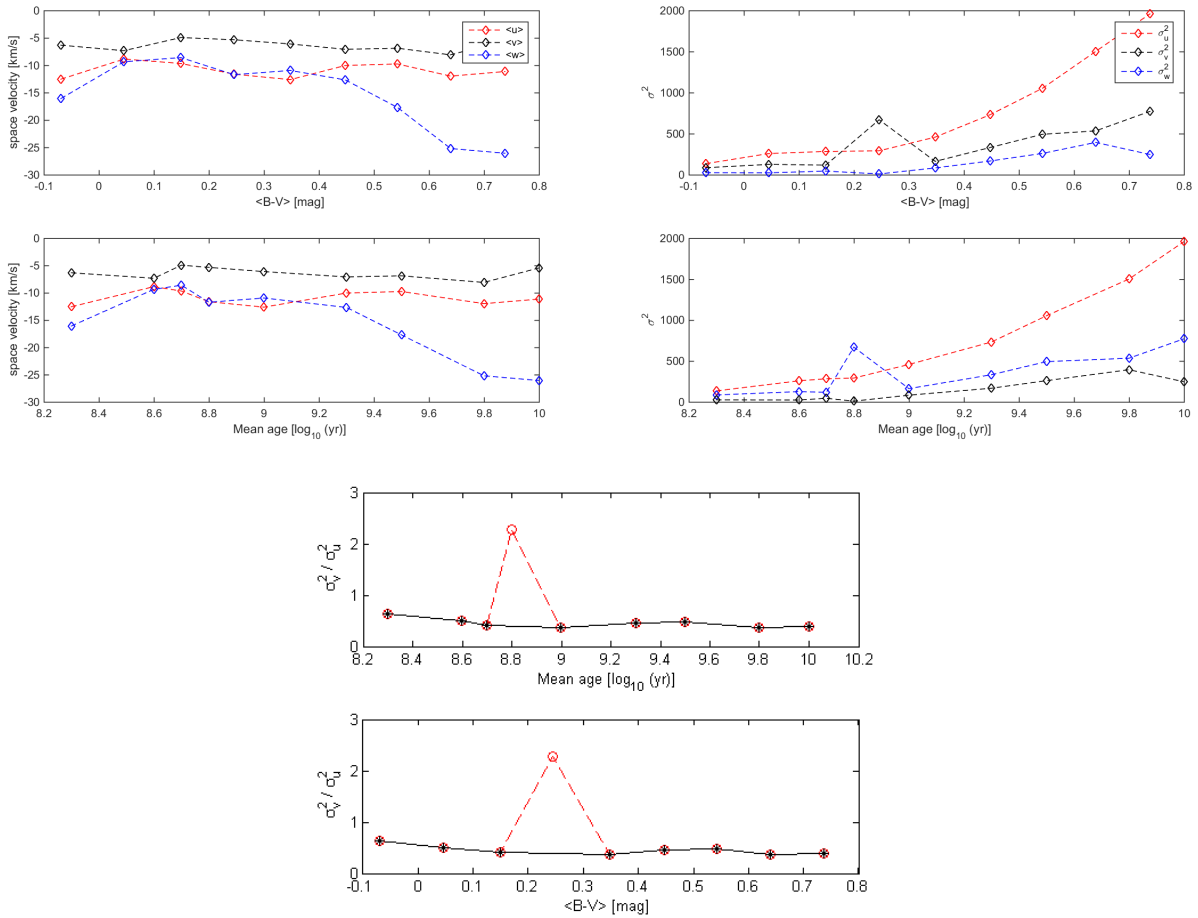
Hız dağılımlarının yıldızların yaşları ve $B - V$ renkleri ile arttığı görülmektedir. Bu değişim yaş etkisi olabilir. Bu nedenle, $B - V$ rengi büyük olan yaşlı yıldız grupları, genç yıldızlara göre etrafları ile daha fazla çekimsel etkileşim içinde bulunmuş olacaktırlar. Geç tayf türü yıldızlara gidildikçe, yıldızların hız dağılımlarında görülen belirgin artış bu uzun süreli çekim etkileşmesinden kaynaklanabilir.

Samanyolu gökadasının dönme hareketini açıklayan Epicycle teorisi $\sigma_v^2/\sigma_u^2 = -B/(A - B)$ şeklinde verilmektedir. Burada, A ve B , Oort sabitleri olarak bilinen ve Samanyolu'nun dönmesini karakterize eden sabitlerdir. Oort sabitlerinin duyarlı değerleri, Feast ve Whitelock (1997) tarafından $A = 14.82 \pm 0.84 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$ ve $B = -12.37 \pm 0.64 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$ olarak verilmektedir. Bu değerler, Epicycle teorisi'nde yerine yazılırsa; $\sigma_v^2/\sigma_u^2 \approx 0.5$ olduğu görülür. Seçilen 9 yıldız grubu için σ_v^2/σ_u^2 değerlerinin ortalama yaş ve ortalama $B - V$ renkleriyle değişimi Şekil 1'de (alt) verilmiştir. Gerçekten Şekil 1'e bakıldığında; grup 4 yıldızları dışındaki grup yıldızlarının hız dağılımlarının azimutal (v) ve radyal (u) hız bileşenlerinin, $B - V$ renklerine ve yaşlarına göre neredeyse ~ 0.5 değerinde sabit kaldığı görülmektedir. Böylece Epicycle Teorisinin gözlemsel bir kanıtı sağlanmış olmaktadır.

* oguzozturk@comu.edu.tr

Çizelge 1. Yıldız gruplarının uzay hızları ve hız dağılımları

	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9
$B - V$ (kadir)	[-0.2,0.0)	[0.0,0.1)	[0.1,0.2)	[0.2,0.3)	[0.3,0.4)	[0.4,0.5)	[0.5,0.6)	[0.6,0.7)	[0.7,0.8)
$\langle \dot{\mathbf{u}} \rangle$ (km/s)	-12.50	-8.82	-9.63	-11.58	-12.58	-9.99	-9.71	-11.94	-11.10
$\langle \dot{\mathbf{v}} \rangle$ (km/s)	-6.28	-7.29	-4.89	-5.29	-6.06	-7.04	-6.84	-8.05	-5.39
$\langle \dot{\mathbf{w}} \rangle$ (km/s)	-16.04	-9.31	-8.56	-11.68	-10.90	-12.63	-17.66	-25.16	-26.02
σ_u^2 (km/s) ²	138.5	261.6	286.9	295.1	461.4	735.5	1056.2	1504.9	1962.4
σ_v^2 (km/s) ²	89.0	129.6	120.9	672.8	166.1	335.8	496.1	537.6	775.3
σ_w^2 (km/s) ²	28.9	27.0	47.9	13.3	86.3	171.0	263.5	397.1	249.7
Yıldız Sayısı	192	281	293	408	614	1249	1303	889	377



Şekil 1. Yıldız gruplarının uzay hızlarının $\langle B - V \rangle$ renklerine ve $\langle yaş \rangle$ 'larına göre değişimi (üst sol). Yıldız gruplarının uzay hız dağılımlarının $\langle B - V \rangle$ renklerine ve $\langle yaş \rangle$ 'larına göre değişimi (üst sağ). Yıldız grupları için σ_v^2/σ_u^2 değerlerinin ortalama yaş ve ortalama $B - V$ renkleriyle değişimi (alt)

Kaynaklar

- Bertelli, G., Bressan, A., Chiosi, C., Fagotto, F., Nasi, E.: Theoretical isochrones from models with new radiative opacities. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **106** (1994) 275–302
- Feast, M., Whitelock, P.: Galactic kinematics of Cepheids from HIPPARCOS proper motions. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **291** (1997) 683–693
- Lindgren, L.: *Dynamical Astronomy Lecture Notes for ASTM 13*. Lund Observatory (2014), Department of Astronomy and Theoretical Physics
- Schatzman, E. L., Praderie, F.: *The Stars*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1993), 9–10

Erişim:

P01-004: **UAK-2015 Program** — **UAK Bildiri** — **Turkish J.A&A**.