

# Galaktik Düzlemdeki Yakın Yıldızların Yerel Kütle Yoğunluk Profillerinin İncelenmesi

Oğuz Öztürk<sup>1,2\*</sup>, Ahmet Erdem<sup>1,2</sup>, David Hobbs<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi, Çanakkale, Türkiye

<sup>3</sup> Lund University, Department for Astronomy and Theoretical Physics, Lund, Sweden

<sup>4</sup> Lund Observatory, Lund, Sweden

## Özet

Bu çalışmada Hipparcos Kataloğundan seçilen güneş komşuluğuna yakın yıldızların yerel kütle yoğunluğu tahmin edilmiştir. Katalogda yer alan yakın yıldızlar, seçim kriterlerine göre, 9 gruba ayrılmıştır. Kütle yoğunluğu, yıldızların ortalama uzay hızı dağılımının ( $\sigma_w$ ) ve yıldızların sayı yoğunluğunun ( $n(z)$ ) bir fonksiyonudur. Kütle yoğunluğunu tahmin etmek için ilk önce  $\sigma_w^2$  değerleri hesaplanmıştır. Yıldızların sayı yoğunluğu, galaktik düzlemde uzaklıklarına ( $z$ ) göre değişmektedir:  $\ln n = \ln n(z)$ . Her bir yıldız grubundan elde edilecek “ $\ln n - z$ ” diyagramı ile  $\ln n(z)$  fonksiyonunun biçimi tahmin edilebilir ve yerel kütle yoğunluğunu tahmin etmek için kullanılabilir. Bu yöntemle; yerel kütle yoğunluk değer aralığı  $0.0839 - 0.2157 M_\odot \text{ pc}^{-3}$  olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** catalogues, Yıldızlar, Ötegezegenler

## 1 Giriş

Hipparcos kataloğunda yer alan ve  $B - V$  renklerine göre 9 gruba ayrılan yakın yıldız gruplarının hız dağılımları ( $\sigma_w$ ) ve sayı yoğunluk fonksiyonları ( $\ln n(z)$ ) kullanılarak; yakın yıldızların yerel kütle yoğunluğu ve galaktik düzlemde olan uzaklıklarına ( $z$ ) göre değişimi incelenmiştir. Galaktik merkezdeki kütle yoğunluğu ( $\rho_0 = \rho(z=0)$ ) aşağıdaki gibi verilir:

$$\rho_0 = -\frac{\sigma_w^2}{4\pi G} \left[ \frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2} \right]_{z=0} \quad (1)$$

burada  $G$  evrensel çekim sabitidir. Yıldız grupları, Öztürk ve ark. (2015) tarafından verilen yıldız grupları ile aynıdır ve  $\sigma_w^2$  değerleri hesaplanmıştır. Her bir yıldız grubuna ilişkin, denklem (1)'deki  $\frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2}$  terimini elde edebilmek için izlenen yöntemde; ekvator düzlemi Gökada düzlemi ile çakışan ve yarıçapı  $r_{max}$  olan bir küre tanımlanır.  $r_{max} = \frac{1000}{p_{min}}$  pc olarak hesaplanır ve bir anlamda ele alınan yıldız grubunda en uzak yıldızın bize olan uzaklığını gösterir. Burada  $p_{min}$ , grupta yer alan en uzak yıldızın 'mas' cinsinden ıraksınımidir. Kürenin, kalınlığı ( $\Delta z = r_{max}/N$ ) sabit olacak şekilde  $N$  tane küresel tabakadan oluştuğu düşünülür. Her bir tabakada yer alan yıldız sayısı ve sayı yoğunluğu, yazarlardan Öztürk tarafından yazılan  $\ln n \cong c_1 z^2 + c_2 z + c_3$  gibi bir parabolik denklem elde edilmiştir. Son olarak, her bir yıldız grubu için  $\frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2} = Q = 2c_1$  değerleri bu parabolik fitten hesaplanmış ve  $\rho_0$  bulunmuştur. Elde edilen bulgular Çizelge 1 de verilmektedir.

## 2 Sonuç ve Tartışma

Çizelge 1'den görüldüğü üzere; her bir grup için elde edilen kütle yoğunlukları birbirinden oldukça farklıdır. Bunun nedeni, her bir

grubun “ $\ln n - z$ ” diyagramından elde edilen

$$\frac{\partial^2 \ln n}{\partial z^2} = Q$$

teriminin ve hesaplanan hız dağılım değerlerinin ( $\sigma_w^2$ ) farklı olmasıdır. Denklem (1)'den görüleceği üzere;  $\rho_0 \propto Q$  ve  $\rho_0 \propto \sigma_w^2$  dir. Öztürk ve ark. (2015) çalışmasından da görüleceği üzere;  $\sigma_w^2$  değeri geç tayf türlerine doğru artmaktadır. Bundan dolayı burada hesaplanan kütle yoğunluk değerleri geç tayf türüne sahip yıldız gruplarına doğru gidildikçe artış göstermektedir. Kütle yoğunluğunu etkileyen diğer bir terim  $Q$ 'dur. Bu terim gruptaki yıldızların  $B - V$  renklerine oldukça bağlıdır. Erken tür yıldızlar, galaktik düzleme oldukça yakın bulunurlar. Bu nedenle, Çizelge 1'den görüldüğü üzere, # 1 ve # 2 yıldızlarından elde edilen  $Q$  değerleri neredeyse “0” dir. Öte yandan, geç tür yıldızlara doğru gidildikçe,  $\ln n - z$  diyagramındaki parabolik değişim ( $Q$ ) kendisini belirgin bir şekilde göstermektedir. Bunun nedeni, geç tür yaşlı yıldızların etraflarındaki diğer yıldızlarla uzun süreli çekimsel etkileşmelerinden dolayı eliptik yörüngeler kazanıp, galaktik düzleme yakın olan bölgeyi terk ederek galaktik halo'ya doğru yönelmeleri olabilir. Sonuç olarak  $B - V$  rengi büyük olan geç tür yıldızlardan elde edilen  $\sigma_w^2$  hız dağılımlarının ve  $Q$  terimlerinin büyük olmasından dolayı, # 6.# 7.# 8 ve # 9 yıldızlarından elde edilen kütle yoğunlukları gerçek değerlerinden sapma gösterebilir. Bu nedenle, Çizelge 1'de koyu olarak gösterilen # 3, # 4 ve # 5'ten elde edilen kütle yoğunlukları, bu grupları oluşturan yıldızların ne erken ne de geç tayf türüne sahip olmalarından dolayı, en gerçek değer aralığını verdiği düşünülebilir:  $0.0839 - 0.2157 M_\odot \text{ pc}^{-3}$ .

“Kütle yoğunluğu - (B-V) renk” diyagramına eğimi olmayan bir doğru fiti yapıldığında, kütle yoğunluğunun  $\rho_0 = 0.137 \pm 0.04 M_\odot \text{ pc}^{-3}$  olduğu bulunmuştur. Çizelge 2'den görüldüğü üzere, bu çalışmadan elde edilen  $\rho_0$  değeri ile literatürdeki çalışmalarda hesaplanan kütle yoğunlukları birbirleri ile uyumludur.

\* oguzozturk@comu.edu.tr

**Çizelge 1.** Yakın yıldız grupları için elde edilen sonuçlar.

	$B - V$ (kadir)	$\Delta z$ (pc)	$r_{max}$ (pc)	$N$ (kuzey+güney)	$Q$ ( $10^{-3} \text{ pc}^2$ )	$\sigma_w^2$ ( $\text{km/s}^2$ )	$\rho_0$ ( $M_{\odot} \text{pc}^{-3}$ )	Yıldız Sayısı
# 1	[-0.2,0.0)	28.53	85.59	3+3	-0.0045(2398)	28.9467	0.0024(2)	187
# 2	[0.0,0.1)	22.20	88.78	4+4	-0.0191(546)	26.9290	0.00950(5)	281
# 3	<b>[0.1,0.2)</b>	<b>10.86</b>	<b>97.78</b>	<b>9+9</b>	<b>-0.1257(432)</b>	<b>47.9238</b>	<b>0.1114(4)</b>	<b>293</b>
# 4	<b>[0.2,0.3)</b>	<b>25.45</b>	<b>101.80</b>	<b>4+4</b>	<b>-0.3412(625)</b>	<b>13.2893</b>	<b>0.0839(6)</b>	<b>408</b>
# 5	<b>[0.3,0.4)</b>	<b>10.64</b>	<b>85.08</b>	<b>8+8</b>	<b>-0.1352(342)</b>	<b>86.2547</b>	<b>0.21570(3)</b>	<b>614</b>
# 6	[0.4,0.5)	11.22	89.75	8+8	-0.5318(904)	171.0203	1.68280(9)	1249
# 7	[0.5,0.6)	10.42	83.34	8+8	-0.6193(546)	263.5000	3.0192089(6)	1303
# 8	[0.6,0.7)	9.79	78.35	8+8	-0.8348(910)	397.1000	6.13370(9)	889
# 9	[0.7,0.8)	10.36	72.49	7+7	-0.81150(1832)	249.7000	3.74920(2)	377

**Çizelge 2.** Bu çalışmadan elde edilen kütle yoğunluğu ile diğer çalışmalardan elde edilen kütle yoğunluklarının karşılaştırılması.

	Oort (1960)	Bahcall (1984a,b,c)	Pham (1997)	Creze ve ark. (1998)	Bu çalışma
$\rho_0 (M_{\odot} \text{pc}^{-3})$	0.13 - 0.21	0.17 - 0.19	0.11±0.01	0.076±0.015	0.137±0.04

**Kaynaklar**

- Bahcall, J. N.: The distribution of stars perpendicular to galactic disk. *Astrophys. J.* **276** (1984a) 156–168
- Bahcall, J. N.: Self-consistent determinations of the total amount of matter near the sun. *Astrophys. J.* **276** (1984b) 169–181
- Bahcall, J. N.: K giants and the total amount of matter near the sun. *Astrophys. J.* **287** (1984c) 926–944
- Creze, M., Chereul, E., Bienayme, O., Pichon, C.: The distribution of nearby stars in phase space mapped by Hipparcos. I. The potential well and local dynamical mass. *Astron. Astrophys.* **329** (1998) 920–936
- Oort, J. H.: Note on the determination of  $K_z$  and on the mass density near the Sun. *Bull. Astron. Inst. Netherlands* **15** (1960) 45–53
- Öztürk, O., Erdem, A., Hobbs, D.: Yakın Yıldızların Uzay Hareketi ve Epicyle Teorisi. 19. Ulusal Astronomi Kongresi, ODTÜ, Türkiye, 2–5 Şubat (2015)
- Pham, H.-A.: Estimation of the Local Mass Density from an F-Star Sample Observed by HIPPARCOS. Proceedings of the ESA Symposium 'Hipparcos - Venice '97', 13-16 May, Venice, Italy, **402** (1997) 559–562

**Erişim:**

P01-003: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)