

İNCE DİSK YILDIZLARININ MODEL PARAMETRELERİNİN TAYİNİ

Serap AK¹, Selçuk BİLİR¹, Salih KARAALİ¹, Esmayaz¹, Esat HAMZAOĞLU²

Özet

Bu çalışmada orta galaktik enlemler altı yıldız alanında, görünen kadir aralığı $16 < g_0 \leq 21$ olan 14940 yıldızın Sloan Dijital Gökyüzü Tarama (SDSS) verileri kullanılarak Galaksinin ince diskine ait Galaktik model parametreleri elde edilmiştir. Yıldız/galaksi ayırımında SDSS fotometrik indirgeme yöntemi ve SDSS e ait yıldız simülasyonları kullanılmıştır. İnce disk yıldızlarının ayırımında $(g-r)_0$ histogramı kullanılmış ve yıldızların mutlak kadirleri Bilir ve ark. (2005) nin yeni geliştirmiş olduğu yöntem ile tayin edilmiştir. Gözlemsel uzay yoğunlukları $8 < M(g) \leq 9$ ve $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralıklarında üstel yoğunluk kanunu ile daha iyi uyuyorken, $9 < M(g) \leq 10$ ve $10 < M(g) \leq 11$ mutlak kadir aralıklarında sırası ile $\text{sech}/\text{sech}^2$ yoğunluk kanunları ile uyum içerisindedir. Elde edilen Galaktik model parametrelerinin mutlak kadire ve bu nedenle kütle, ayrıca yükseklik ve uzunluk ölçeklerinin de galaktik boylama bağlı olduğunu gösteriyoruz. Bu sonuçlar literatürde farklı yazarlar tarafından, Galaksinin farklı doğrultuları için, elde edilen farklı Galaktik model parametrelerinin nedenini açıklayabilir.

Anahtar Kelimeler: Galaksi: disk, Galaksi: temel parametreler, Galaksi: yapı

Abstract

We present the Galactic model parameters for thin disc estimated by Sloan Digital Sky Survey (SDSS) data of 14940 stars with apparent magnitudes $16 < g_0 \leq 21$ in six intermediate latitude fields in the first Galactic quadrant. Star/galaxy separation was performed by using the SDSS photometric pipeline and the SDSS simulations of stellar sources. The separation of thin disc stars is carried out by the bimodal distribution of stars in the $(g-r)_0$ histogram, and the absolute magnitudes were evaluated by a procedure appeared in the literature (Bilir et al. 2005). Exponential density law fits better to the derived density functions for the absolute magnitude intervals $8 < M(g) \leq 9$ and $11 < M(g) \leq 12$, whereas $\text{sech}/\text{sech}^2$ laws are more appropriate for absolute magnitude intervals $9 < M(g) \leq 10$ and $10 < M(g) \leq 11$. We confirm the result appeared in the literature that the Galactic model parameters are absolute magnitude, hence mass dependent. Additionally, we showed that the scaleheight and scalelength are Galactic longitude dependent, a result which would be useful to explain different numerical values claimed for these parameters by different authors for the fields in different directions of the Galaxy.

Keywords: Galaxy: disk, Galaxy: fundamental parameters, Galaxy: structure

¹İstanbul Üniv. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, Üniversite – İstanbul
0212 440 00 00, 0212 440 03 70, {akserap, sbilir, karsa}@istanbul.edu.tr, esmayaz@yahoo.com

²Beykent Üniv. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 34500, Beykent–İstanbul
0212 289 64 85, {ehamzaoglu@superonline.com}

1. Giriş

Galaksimizin yapısı farklı yöntemler ile yaklaşık 400 yıldır incelenmesine rağmen, Galaksi modellerinin parametre değerleri için yapılan çalışmalarda halen bir fikir birliğine varılamamıştır. Samanyolu Galaksisi için yapılan ilk model Bahcall ve Soneira [1] a ait iki bileşenli (disk ve halo) *standart model*dir. Gilmore ve Reid [2] Güney Galaktik Kutup doğrultusunda yaptıkları yıldız sayımı çalışmalarında, standart modelin gözlemler ile uyuşmadığını, ancak bu modele “kalın disk” adı verilen yeni bir bileşenin katılımı ile bunun sağlanabileceğini göstermişlerdir. Yeni bileşene ait parametre değerleri Gilmore ve Wyse [3] ile Wyse ve Gilmore [4] tarafından tartışılmıştır.

Son zamanlara kadar standart modelde ince disk bileşenine ait yoğunluk kanununun, Galaksi merkezinden radyal ve Galaksi düzlemine dik doğrultularda çift exponansiyelli bir fonksiyon ile değiştiği kabul ediliyordu. Son yıllarda ise Galaksi modellerinde ince diskin yükseklik ölçeğini içeren matematiksel ifadenin parlak mutlak kadirlerde ($M(g) \leq 8$) üstel (exp), söntük mutlak kadirlerde ($M(g) > 8$) sekanthiperbolik kare (sech^2) fonksiyonu ile daha iyi uyumlu olduğu gösterilmiştir (Karaali ve ark. [5] ve Bilir ve ark. [6,7]).

İnce diskin yükseklik ölçeğine ait değerler farklı yöntemler kullanılarak literatürde verilmiştir. Çoğu yazar, yaşlı ince disk yıldızlarının yükseklik ölçeğini 325 pc vermektedir (Bahcall ve Soneira [1], Gilmore [8], Yoshii ve ark. [9], Reid ve Majewski [10]). Bu değeri, Chen ve ark. [11] Sloan fotometrisinde iki büyük yıldız örneğinden hesapladıkları 330 pc ile desteklemektedir. Bununla birlikte, Güney Galaktik Kutup doğrultusunda K cüce yıldızlarını inceleyen Kuijken ve Gilmore [12], yaşlı ince diskin uzunluk ölçeğini 249 pc vermektedir. Benzer bir sonuç, Haywood’un [13] ince disk yıldızlarının evrim modellerini içeren çalışmasında görülmüş ve ince diskin yükseklik ölçeğinin 250 pc yi geçemeyeceği belirtilmiştir. Galaksinin iki farklı doğrultusunda bulunan yıldız alanlarını hem UBV fotometrisi hem de kinematik yöntemlerle inceleyen Ojha ve ark. [14], ince diskin yükseklik ölçeğini 240 pc vermektedir.

Benzer çalışmalarda, ince diskin uzunluk ölçeği 2 ile 4 kpc aralığında verilmektedir. Yamagata ve Yoshii [15], SA 54 yıldız alanının UBV fotometrisi ile incelenmesinden ince diskin uzunluk ölçeğini 3.8 kpc hesaplamışlardır. RGU fotometrisi ile yapılan araştırmalarda ise ince disk için hesaplanan uzunluk ölçeği 4 kpc tir [16,17]. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda bu değer 2 ila 2.5 kpc aralığında verilmektedir [18, 14, 19, 11, 20].

2. Veri ve İndirgemeler

Bu çalışmada, gökyüzünün kuzey yarımküresinin orta galaktik enlemlerinde ($42^\circ < b < 52^\circ$) ve Galaksinin ilk çeyrek bölgesinde ($0^\circ < l < 90^\circ$) bulunan altı yıldız alanının SDSS fotometrik verileri incelenmiştir. Seçilen alanların çoğu 10 derece kare büyüklüğünde olup sadece F6 yıldız alanının büyüklüğü 20 derece karedir. Galaktik boylam aralığı $20^\circ < l < 40^\circ$ olan bölgenin SDSS verileri henüz elde edilemediği için bu aralıktan bir yıldız alanı seçilememiştir. Kullanılan yıldız alanlarının koordinat, büyüklük, yıldızlararası kızarma ve yıldız sayıları Tablo 1’de verilmiştir. Sloan fotometrisine ait *ugriz* kadir (*psfmag*) ve hataları (*psfmagerr*), her bir filtre için hesaplanan yıldızsımsılık indeksi (*probpsf*) ve yıldızlararası kızarma verileri (*extinct*) SDSS’nin DR3 (bkz:www.sdss.org/dr3) veri sunumundan alınmıştır.

Tablo 1. Yıldız alanlarının 2000 epoguna ait merkezi ekvatorial ve Galaktik koordinatları, derece kare cinsinden büyüklükleri, renk artıkları E(B-V) ve yıldız sayıları N.

Alan	α (h m s)	δ (° ' ")	l (°)	b (°)	Büyükük (□ ²)	E(B-V)	N
F1	15 34 14	-00 22 44	4.58	42.19	10	0.102	20 549
F2	15 40 00	08 30 00	15.93	46.06	10	0.044	19 198
F3	16 30 00	24 06 00	42.28	41.02	10	0.059	25 577
F4	16 02 22	38 38 19	61.62	48.78	10	0.013	14 523
F5	15 42 00	44 24 00	71.29	51.89	10	0.019	8 731
F6	09 52 00	52 45 00	83.38	48.55	20	0.015	24 802

3. Yıldızlararası Kızarma ve Galaksi-dışı Cisimlerin Ayırımı

SDSS veri tabanından her bir kaynak için Schlegel ve ark.'nın [21] sönükleşme haritalarını kullanarak E(B-V) renk artıkları gözönüne alınmış ve aşağıdaki bağıntı kullanılarak toplam absorpsiyon A_V ye indirgenmiştir.

$$A_V = 3.1 E(B-V) \quad (1)$$

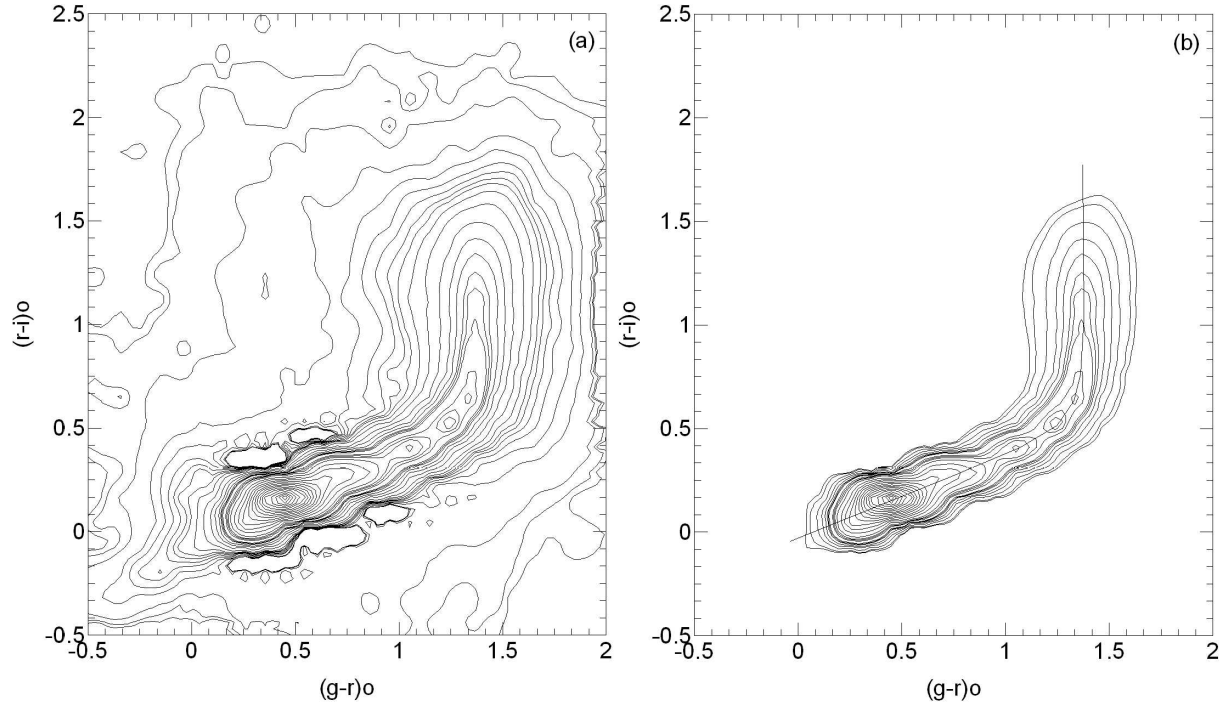
SDSS bandları için toplam absorpsiyon A_m yi tayin etmede Fan [22] tarafından verilen A_m/A_V oranı kullanılmıştır. $m = u, g, r, i$ ve z için A_m/A_V değerleri, sırası ile, 1.593, 1.199, 0.858, 0.639 ve 0.459 dur. Böylece kızarmamış görünen kadirler (2)'deki eşitlikler kullanılarak elde edilmiştir. Eşitliklerdeki u, g, r, i ve z görünen kadirleri, u_0, g_0, r_0, i_0 ve z_0 kızarmamış görünen kadirleri, A_u, A_g, A_r, A_i ve A_z kızarma değerlerini gösterir.

$$u_0 = u - A_u; \quad g_0 = g - A_g; \quad r_0 = r - A_r; \quad i_0 = i - A_i; \quad z_0 = z - A_z \quad (2)$$

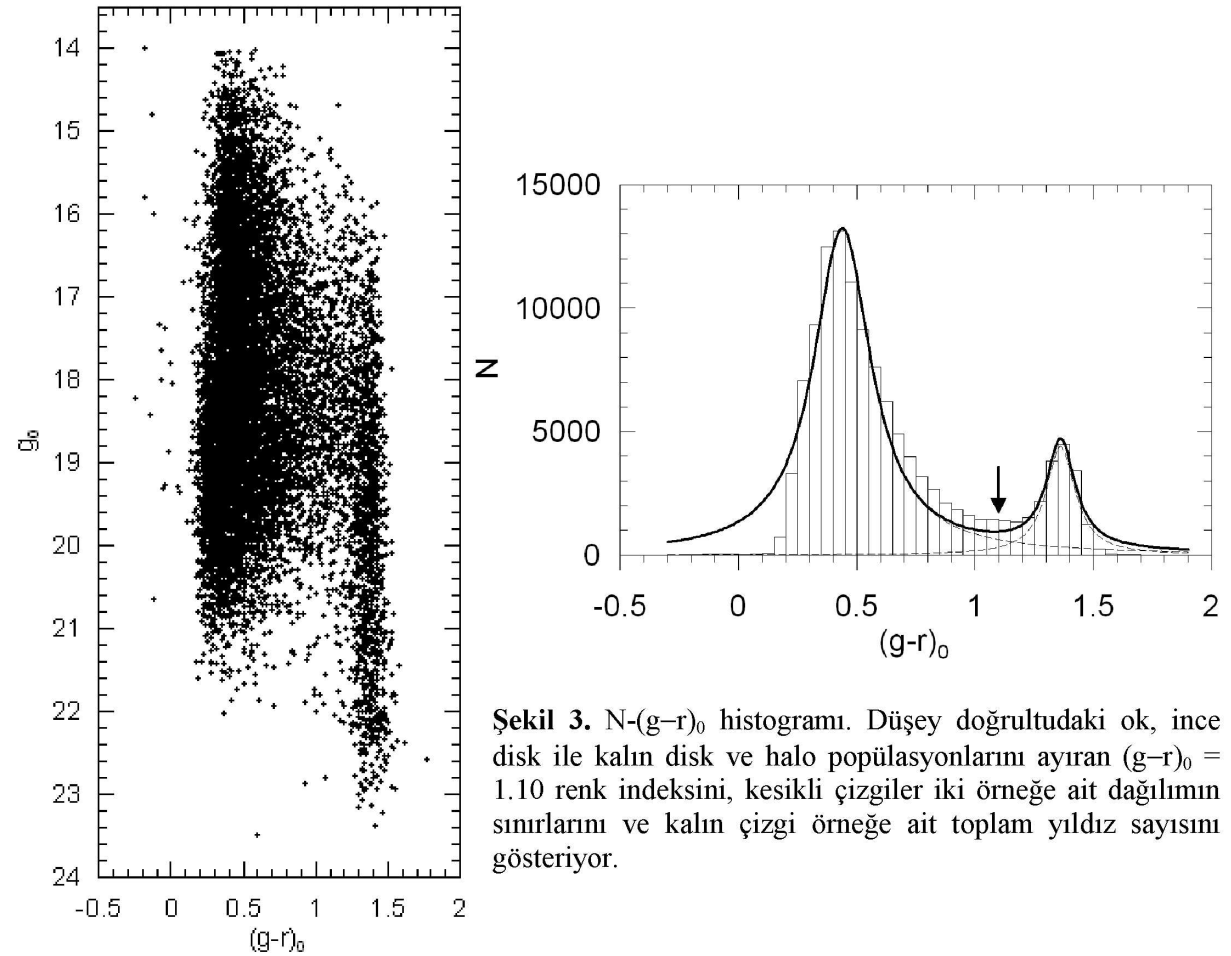
Yıldız alanlarındaki galaksi-dışı cisimlerin belirlenmesinde, Sloan filtreleri için hesaplanan "yıldızlımsılık" indeksi kullanılmıştır. İndeks değeri (0) galaksi-dışı cisimleri, (1) ise nokta kaynakları gösterir. Bu çalışmada galaksi-dışı kaynaklar program dışı bırakılmış olup yıldızlımsılık indeksi (1) olan nokta kaynaklar dikkate alınmıştır. Sönük kadirler doğru yıldızlımsılık indeksi duyarlılığını yitirir ve yıldız örneğine galaksi-dışı kaynaklar karışır. Bu etkiyi azaltmak için, Jurić ve ark.'nın [23] uyguladığı yöntem kullanılmıştır. $(g-r)_0-(r-i)_0$ iki renk diyagramında eş yoğunluklu konturlar çizilmiş ve bu renk uzayındaki kütle merkezine göre $0^m.3$ den daha büyük uzaklıklarda bulunan cisimler program dışı bırakılmıştır (Şekil 1).

4. Renk Kadir Diyagramı ve Geç Tipten İnce Disk Yıldızları

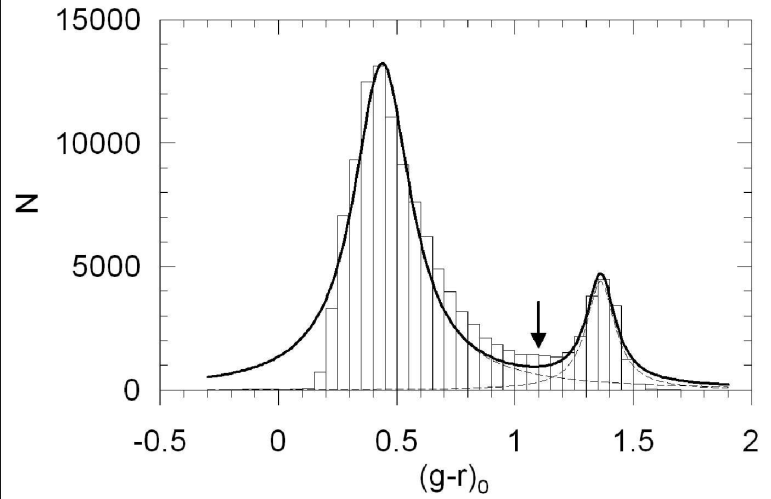
Galaksimize ait yıldız popülasyonlarının etkin bir şekilde ayırt edilmesinde Sloan fotometrisindeki $g-(g-r)$ renk kadir diyagramı kullanılır. Bu diyagramda mavi yıldızlara iki popülasyon hakimdir: $15 < g_0 \leq 18$ aralığında, $(g-r)_0 \sim 0.33$ de bir dönüm noktasına sahip olan kalın disk yıldızları, $g_0 > 18$ aralığında ise $(g-r)_0 \sim 0.20$ de bir dönüm noktası olan halo yıldızları. Kırmızı yıldızlarda, $(g-r)_0 \geq 1.3$, bütün görünen kadirler için ince disk yıldızları etkindir [11]. Çalışmamızda kullanılan yıldızlara ait renk kadir diyagramı Şekil 2'de gösterilmiş olup Chen ve ark.'nın [11] yıldız popülasyonları için vermiş olduğu değerler ile uyumludur.



Şekil 1. Yıldızlımsılık indeksini kullanarak galaksi-dışı cisimleri ayırdıktan sonraki cisimler için oluşturulan eşyoğunluklu konturlar (a). Kütle merkezinden $0^m.3$ den daha büyük uzaklıklardaki cisimler çıkarıldıktan sonra elde edilen yıldız örneği (b).



Şekil 2. Yıldız örneğine ait renk kadir diyagramı.



Şekil 3. $N-(g-r)_0$ histogramı. Düşey doğruğtadaki ok, ince disk ile kalın disk ve halo popülasyonlarını ayıran $(g-r)_0 = 1.10$ renk indeksini, kesikli çizgiler iki örneğe ait dağılımın sınırlarını ve kalın çizgi örneğe ait toplam yıldız sayısını gösteriyor.

Bu çalışmada, geç spektral tipteki ince disk yıldızlarının Galaktik model parametrelerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bunun için ince disk yıldızlarının örnek içerisinde ayırt edilmesi gerekir. Örneğe ait $N-(g-r)$ histogramında belirgin iki mod dikkat çekicidir (Şekil 3). Bu histogramdaki yıldız popülasyonlarının sınırlarının belirlenmesinde iki modlu gauss dağılımı uygulanmış ve mavi (kalın disk ve halo) ve kırmızı yıldızların (ince disk) $(g-r)_0 = 1.10$ renk indeksinde birbirinden ayırt edilebileceği görülmüştür. Renk indeksi $(g-r)_0 \geq 1.10$ ve görünen kadir aralığı $16 < g_0 \leq 21$ olan 14 940 yıldız geç tipten ince disk yıldızı olarak belirlenmiştir.

5. Yoğunluk Kanunları

Galaksimizin disk bileşenleri genellikle silindirik koordinatlarda radyal ve düşey doğrultudaki üstel (exp) ifadelerle temsil edilir:

$$D_i(x, z) = n_i \exp(-z/H_i) \exp(-(x - R_0)/h_i) \quad (3)$$

Burada z Galaksi düzlemine olan uzaklık, x Galaksi merkezine olan uzaklığın Galaksi düzlemindeki izdüşümü, R_0 Güneş'in Galaksi merkezine olan uzaklığı (8.6 kpc), H_i ve h_i (sırası ile) yükseklik ölçeği ile uzunluk ölçeği ve n_i de normalleştirilmiş yerel uzay yoğunluğudur. Formüldeki i indisinin ince disk için 1, kalın disk için de 2 alınması gelenek haline gelmiştir. İnce diskin düşey doğrultudaki bileşeni için sech veya sech^2 fonksiyonu da kullanılabilir.

Sech fonksiyonu aşağıda gösterildiği gibi iki üstel fonksiyonun toplamıdır:

$$\text{sech}(x) = 2 / [\exp(-x) + \exp(x)] \quad (4)$$

O halde *sech* yoğunluk kanunu şöyle yazılabilir:

$$\text{sech}(z/z_0) = 2 / [\exp(-z/z_0) + \exp(z/z_0)] \quad (5)$$

Bu bağıntıda z_0 , *sech* yükseklik ölçeğidir. Üstel yoğunluk kanununu yazar ve bunu *sech* yoğunluk kanununa eşitlersek;

$$\exp(-z/H) = 2 / [\exp(-z/z_0) + \exp(z/z_0)] \quad (6)$$

ve $z = H$ yazılırsa, $\exp(-1) = 2 / [\exp(-H/z_0) + \exp(H/z_0)]$ bağıntısı elde edilir. Buradan $H/z_0 = 1.65745$ veya $H = 1.65745z_0$ bulunur.

Sech^2 yoğunluk kanunu için (5) no'lu denklemin her iki tarafının karesi alınıp üstel yoğunluk kanununa eşitlendiğinde aşağıdaki bağıntı elde edilir:

$$\exp(-z/H) = 4 / [\exp(-2z/z_0) + \exp(2z/z_0) + 2] \quad (7)$$

$z = H$ yazılırsa, $\exp(-1) = 4 / [\exp(-2H/z_0) + \exp(2H/z_0) + 2]$ olur ve bu denklemin çözümü $H = 1.08504z_0$ verir.

6. Mutlak Kadir, Uzaklık ve Yoğunluk Fonksiyonları

Bu çalışmada, geç tipten ince disk yıldızlarının mutlak kadirlerinin belirlenmesinde literatüre yeni kazandırılan bir bağıntı kullanılmıştır (Bilir ve ark. [7]):

$$M(g) = 5.791 \pm 0.023(g-r)_0 + 1.242 \pm 0.012(r-i)_0 + 1.412 \pm 0.021 \quad (8)$$

Yeni bağıntının en büyük avantajı yıldıza ait iki renk indeksini içermesidir. Böylece, yıldızların mutlak kadirleri $(g-r)_0$ ve $(r-i)_0$ renk indekslerini içeren yeni bağıntı sayesinde daha hassas belirlenir. Bu, geç spektral tipdeki yıldızların uzaklıklarının belirlenmesinde önemlidir. Bir yıldızın Güneş'e olan uzaklığı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$g_0 - M(g) = 5 \log r - 5 \quad (9)$$

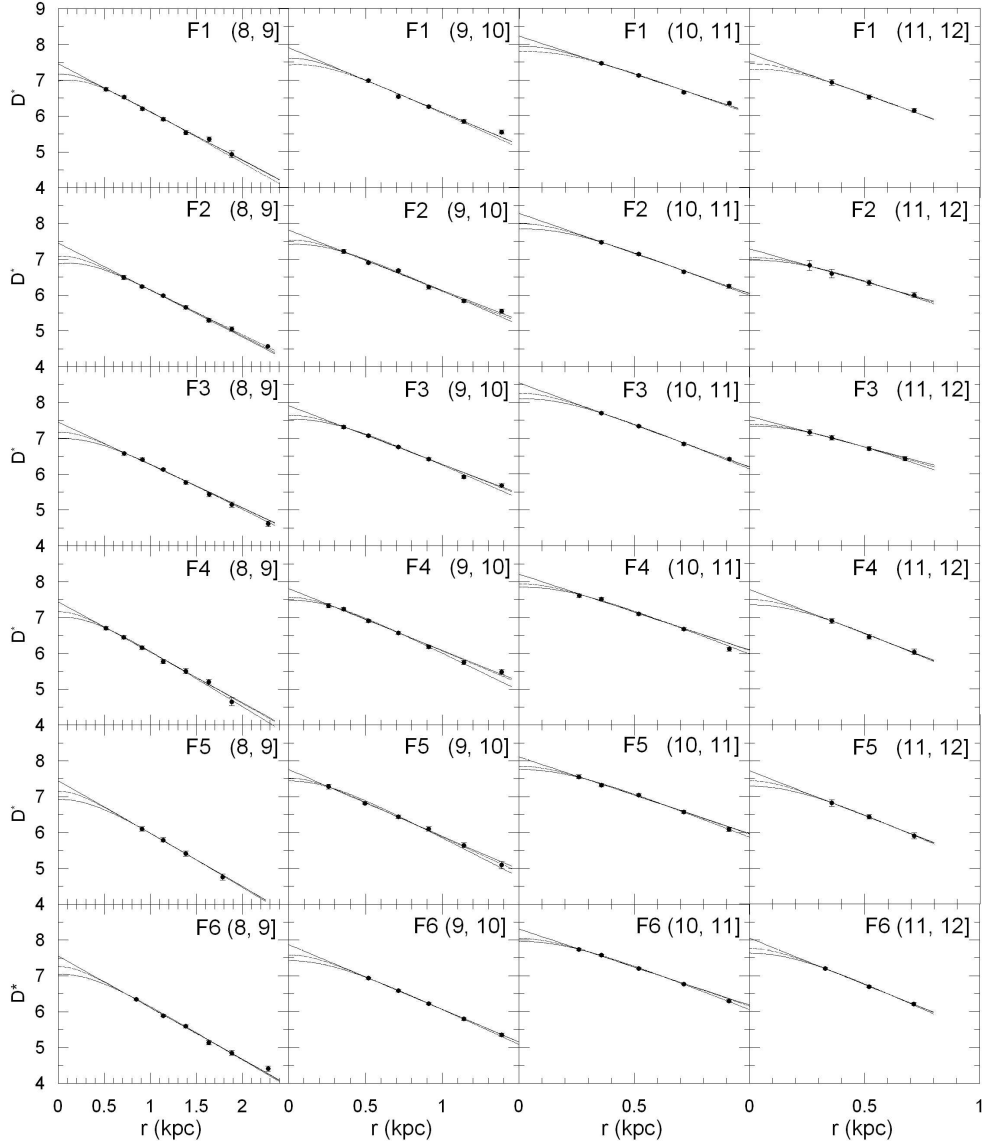
Burada r , yıldızın Güneş'e olan uzaklığı, g_0 yıldızın görünen kadiri ve $M(g)$ de (8) numaralı bağıntıdan hesaplanan yıldızın mutlak kadridir.

Örneğimizin geç spektral tipdeki ince disk yıldızları $8 < M(g) \leq 13$ mutlak kadir aralığında yer alır. Altı yıldız alanı için farklı mutlak kadir aralıklarındaki yıldız sayıları, Güneş'e göre r uzaklığının bir fonksiyonu olarak tablolar halinde verilir. Bu verilerin yardımı ile hesaplanan logaritmik $D^* = \log D + 10$ uzay yoğunluk fonksiyonları Şekil 4'te gösterilmiştir. Burada, $D = N/\Delta V_{1,2}$, $\Delta V_{1,2} = (\pi/180)^2 (\pi/3) (r_2^3 - r_1^3)$, π : incelenen alanın büyüklüğü, r_1 ve r_2 : $\Delta V_{1,2}$ hacminin limit uzaklıkları ve N : yıldız sayısıdır. $r^* = [(r_1^3 + r_2^3)/2]^{1/3}$ r_1 ve r_2 uzaklık aralığı için oluşan kesik piramidin kütle merkezinin uzaklığıdır.

7. İnce Disk Yıldızlarının Galaktik Model Parametreleri

Literatürde, ince disk için, düşey doğrultudaki gözlemsel uzay yoğunluk fonksiyonları (mutlak kadir ayırımı yapılmaksızın) üstel, sech veya sech^2 yoğunluk kanunları ile karşılaştırılır. Bu çalışmada, ince diske ait gözlemsel uzay yoğunluk fonksiyonları $8 < M(g) \leq 9$, $9 < M(g) \leq 10$, $10 < M(g) \leq 11$ ve $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralıkları için Bölüm 5'te verilen yoğunluk kanunları ile karşılaştırılmış ve en iyi uyumu sağlayan yoğunluk kanunu belirlenmiştir (Şekil 4). Bu belirleme, söz konusu karşılaştırmadan elde edilen ışımaya gücü fonksiyonunun Hiparcos'un (Jahreiss ve Wielen [24]) ışımaya gücü ile örtüşmesi dikkate alınarak yapılmıştır. $12 < M(g) \leq 13$ mutlak kadir aralığı, yeterli sayıda yıldız olmadığı için, istatistik dışı bırakılmıştır. Altı alana ait gözlemsel uzay yoğunlukları, $8 < M(g) \leq 9$ ve $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralıkları için üstel, $9 < M(g) \leq 10$ ve $10 < M(g) \leq 11$ aralıkları için de, sırası ile, sech ve sech^2 yoğunluk kanunları ile en iyi uyumu sağlamıştır (Şekil 4). En iyi model parametresi minimum χ^2 ye karşılık gelen parametre olup bu parametreye ait hata, χ^2 değerini bir arttırarak ve azaltarak bulunmuştur.

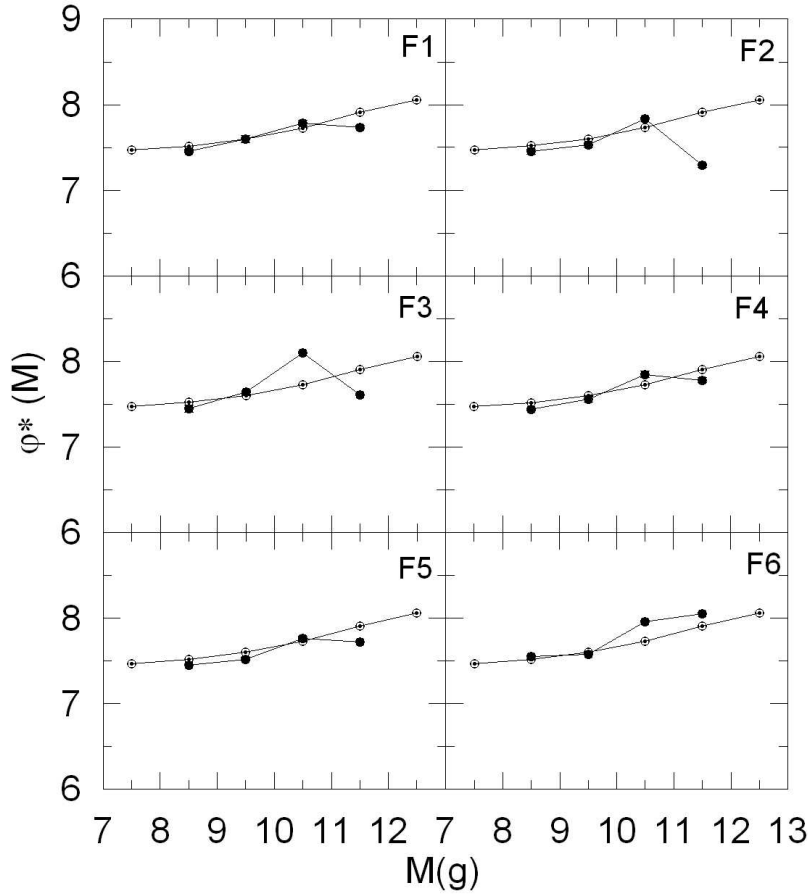
Gözlemsel uzay yoğunlukları ile yoğunluk kanunlarının karşılaştırılmasından elde edilen model parametreleri Tablo 2'de ve bu model parametrelerinden elde edilen ışımaya gücü fonksiyonu ise Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Altı yıldız alanının farklı mutlak kadir aralığındaki gözlemsel uzay yoğunluk fonksiyonlarının yoğunluk kanunları ile karşılaştırılması: Sürekli çizgi, kesikli çizgi ve noktalı-kesikli çizgi, sırası ile, düşey doğrultudaki yoğunluk kanununun üstel, sech ve sech² alındığını gösteriyor.

Tablo 2. Altı alana ait Galaktik model parametreleri. *l* alanlara ait Galaktik boylam, *n** yerel logaritmik uzay yoğunluk değeri, *H* yükseklik ölçeği ve *h* uzunluk ölçeğidir. Uzunluklar pc cinsindedir.

M(g)→		(8, 9]		(9, 10]		(10, 11]		(11, 12]					
Alan	<i>l</i>	<i>n*</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>n*</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>n*</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>n*</i>	<i>H</i>	<i>h</i>
F1	04.58	7.46	193	1967	7.60	229	1038	7.79	239	1022	7.74	121	2619
F2	15.93	7.45	203	1260	7.53	259	1030	7.84	253	1250	7.29	161	2703
F3	42.28	7.45	208	1281	7.64	269	2695	8.10	229	1704	7.61	155	1755
F4	61.62	7.44	220	1690	7.56	292	2313	7.85	275	1237	7.78	129	2448
F5	71.29	7.45	225	1606	7.52	285	1950	7.76	294	2804	7.72	134	1845
F6	83.38	7.55	226	2350	7.58	295	2382	7.96	281	2470	8.05	125	1920
Ortalama			212	1692		272	1901		262	1748		138	2215



Şekil 5. Gözlemsel ve teorik yoğunluk kanunlarının karşılaştırılmasından elde edilen ışınma gücü fonksiyonunun Hipparcos ışınma gücü fonksiyonu ile karşılaştırılması. (⊙) sembolü Hipparcos'a ait verileri, (●) sembolü yıldız alanlarına ait verileri gösteriyor.

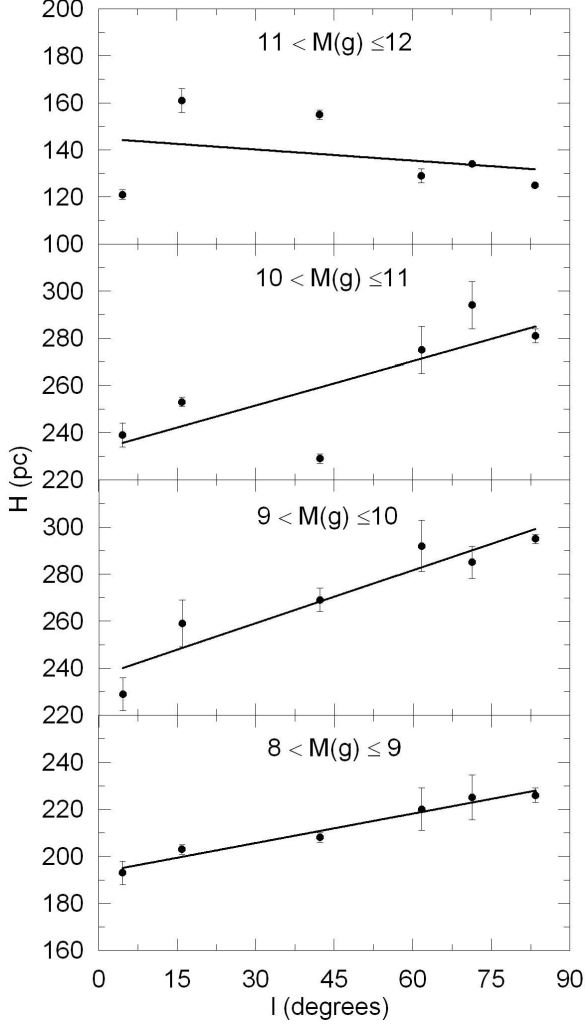
8. İnce Disk Yıldızlarının Model Parametrelerinin Galaktik Boylam ile Değişimi

Çalışmamızda ilginç bir sonuç olarak yükseklik ölçeği (H) ve uzunluk ölçeğinin (h) Galaktik boylama göre değiştiği tespit edilmiştir. Yükseklik ve uzunluk ölçeklerinin Galaktik boylama göre lineer değişimleri, mutlak kadirin bir fonksiyonu olarak, sırası ile, Şekil 6 ve 7'de gösterilmiştir.

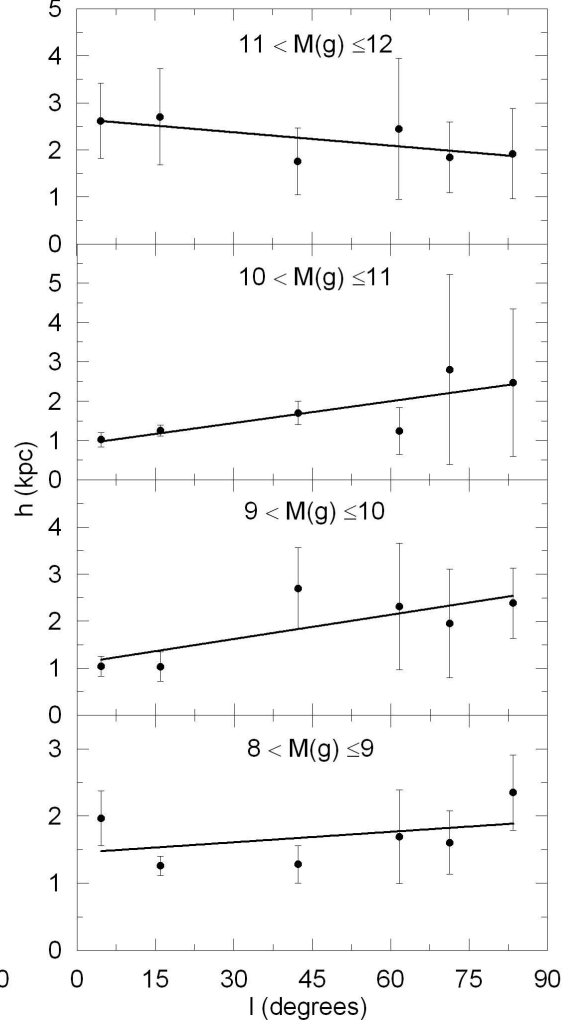
İncelenen yıldız alanlarında $8 < M(g) \leq 9$, $9 < M(g) \leq 10$, $10 < M(g) \leq 11$ ve $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralıkları için hesaplanan yükseklik ve uzunluk ölçekleri ile Galaktik boylamları arasındaki lineer ilişki Tablo 3'te verilmiştir. $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralığında yükseklik ölçeği ile Galaktik boylam arasında zayıf bir ilişki varken, parlak mutlak kadirler doğru ilişkinin kuvvetlendiği görülmektedir. Buna ilaveten, $8 < M(g) \leq 11$ mutlak kadir aralığındaki yükseklik ölçeklerine ait hataların küçük olması Tablo 3'te verilen sonuçları etkilememektedir. Tersine, $8 < M(g) \leq 9$ mutlak kadir aralığında uzunluk ölçeği ile Galaktik boylam arasında çok zayıf bir ilişki varken, sönük mutlak kadirler doğru ilişkinin yavaş yavaş kuvvetlendiği görülüyor. Uzunluk ölçeklerindeki hatalar yükseklik ölçeklerindeki hatalara göre çok daha büyüktür. Bu da, mutlak kadir aralıklarına göre uzunluk ölçekleri ile Galaktik boylamlar arasında görülen ilişkinin pek güvenilir olamayacağını göstermektedir.

Tablo 3. Uzunluk ve yükseklik ölçeklerinin, mutlak kadir ve Galaktik boylamın bir fonksiyonu olarak lineer değişimleri. R^2 korelasyon katsayısını gösterir. Yükseklik ölçeği pc, uzunluk ölçeği kpc cinsindedir.

$M(g)$	$H = a_1(l) + a_0$			$h = b_1(l) + b_0$		
	a_1	a_0	R^2	b_1	b_0	R^2
(8, 9]	0.417	193.1	0.96	0.01	1.451	0.15
(9, 10]	0.750	236.6	0.89	0.02	1.100	0.57
(10, 11]	0.625	232.8	0.59	0.02	0.887	0.63
(11, 12]	-0.158	144.9	0.09	-0.01	2.654	0.49



Şekil 6. Altı yıldız alanında farklı mutlak kadir aralıkları için yükseklik ölçeklerinin Galaktik boylam ile değişimi.



Şekil 7. Altı yıldız alanında farklı mutlak kadir aralıkları için uzunluk ölçeklerinin Galaktik boylam ile değişimi.

9. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Galaktik boylamı $0^\circ < l < 90^\circ$ ve Galaktik enlemi $42^\circ < b < 52^\circ$ aralığında bulunan altı yıldız alanındaki ince disk yıldızlarının Galaktik model parametreleri incelenmiştir. Alanlardaki yıldız örneğinin belirlenmesinde, her bir filtrede kaynaklara ait “yıldızlımsılık” indeksine ilaveten, Jurić ve ark.’nın [23] uyguladığı renk uzaylarında kütle merkezi yönteminden de faydalanılmıştır. $14 < g_0 \leq 24$ görünen kadir aralığında toplam 113 380 kaynak yıldız olarak sınıflandırılmıştır. Geç spektral tipdeki ince disk yıldızlarının

belirlenmesinde $g-(g-r)_0$ renk kadir diyagramı ve $N-(g-r)$ histogramı kullanılmıştır. Görünen kadir aralığı $16 < g_0 \leq 21$ ve renk indeksi $(g-r)_0 \geq 1.10$ olan 14 940 yıldız, K5 spektrel tipinden daha geç, ince disk yıldızı olarak sınıflandırılmıştır.

Yıldızların mutlak kadirleri Bilir ve ark. [7] tarafından Sloan fotometrisi için literatüre yeni kazandırılan bağıntı ile hesaplanmıştır. İnce disk yıldızlarının logaritmik uzay yoğunlukları, farklı mutlak kadir aralıkları için, yoğunluk kanunları ile karşılaştırılmıştır. Gözlemsel uzay yoğunluklarının, farklı mutlak kadir aralıkları için, farklı yoğunluk kanunları ile uyduğu görülmüştür. Gerçekten $8 < M(g) \leq 9$ ve $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralıklarında, düşey doğrultu için en uyumlu yoğunluk kanunu üstel iken $9 < M(g) \leq 10$ ve $10 < M(g) \leq 11$ aralıklarında, sırası ile, $sech$ ve $sech^2$ kanunları daha uyumludur. Uyumluluk ölçüsü, karşılaştırılmadan elde edilen ışımaya gücü fonksiyonunun Hipparcos'a ait (Jahreiss ve Wielen [24]) ışımaya gücü fonksiyonu ile örtüşmesidir. İnce disk yıldızlarının yükseklik ölçekleri sönmük mutlak kadirlerden parlak mutlak kadirler doğru artmakta iken, uzunluk ölçeği değerlerinde böyle bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Gözlemsel uzay yoğunlukları ile en iyi uyuşan yoğunluk kanunlarındaki parametreler Galaktik model parametreleri olarak Tablo 2'de verilmiştir. $8 < M(g) \leq 9$, $9 < M(g) \leq 10$ ve $10 < M(g) \leq 11$ mutlak kadir aralıkları için yıldız alanlarının yükseklik ölçekleri ile Galaktik boylamları arasında kuvvetli, $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralığında ise çok zayıf bir ilişkiye rastlanmış iken uzunluk ölçekleri ile Galaktik boylamları arasında $8 < M(g) \leq 9$ mutlak kadir aralığında zayıf, $9 < M(g) \leq 10$, $10 < M(g) \leq 11$ ve $11 < M(g) \leq 12$ mutlak kadir aralığında daha kuvvetli bir ilişki görülmüştür. Uzunluk ölçeklerinin rölatif hataları, yükseklik ölçeklerinin rölatif hatalarından çok daha büyüktür. Bu da uzunluk ölçekleri ile Galaktik boylamları arasında görülen ilişkinin duyarlılığını azaltmaktadır.

İnce diskin yükseklik ve uzunluk ölçeklerinin Galaktik boylamla değişiminin mümkün bir açıklaması Galaktik diskteki “*flare (alevlenme)*” ve “*warp (burulma)*” in birleşik etkisi olabilir. Galaksimizin diski radyal olarak düz ve değişmez değildir. Tersine, baştan başa kuvvetli asimetri gösterir. *Burulma*, Galaksimizin birinci ve ikinci çeyreğinde ($0^\circ < l < 180^\circ$) Galaktik düzlemi yukarı, üçüncü ve dördüncü çeyreklerde ($180^\circ < l < 360^\circ$) aşağı doğru bükülürken, *alevlenme* diskte farklı popülasyonların yükseklik ölçeklerinin Galaksi merkezine uzaklıklarıyla değişimine neden olur. Çalışmamızda incelediğimiz yıldız alanları Galaksinin ilk çeyrek bölgesinde ($0^\circ < l < 90^\circ$) ve orta Galaktik enlemlerde ($42^\circ < b < 52^\circ$) bulunduğu için ince diskin yükseklik ve uzunluk ölçeklerinin Galaktik boylamla değişimi Galaktik düzlemin yukarısında Galaktik diskin burulmasına sebep olan “*Kuzey Galaktik warp (burulma)*” veya “*flare (alevlenme)*” ile açıklanabilir.

Bu çalışmada, yükseklik ve uzunluk ölçeklerinin ortalama değerleri, sırası ile, 221 ± 5 ve 1900 ± 812 pc tir. Literatürde, son zamanlarda, ince diskin yükseklik ölçeği için Chen ve ark. [11] Sloan fotometrisinde 330 ± 3 pc, Du ve ark. [25] BATC fotometrisinde 320 ± 15 pc ve Phleps ve ark. [26] CADIS fotometresinde 280 ± 13 pc lik değer vermişlerdir. Yükseklik ölçeği hesabında literatürde $5 < M(V) < 13$ mutlak kadir aralığı kullanılmışken, bu çalışmada K5 spektrel tipinden daha geç ince disk yıldızlarının bulunduğu $8 < M(g) < 12$ mutlak kadir aralığı dikkate alınmıştır. Bu nedenle, hesaplanan $H = 221$ pc lik ortalama yükseklik ölçeğinin literatürdeki değerlerden farklı olması, bu parametrelerin mutlak kadire bağlı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada uzunluk ölçeği için verilen $h = 1900$ pc lik ortalama değer Chen ve ark.'nın [11] $h = 2250$ pc ve Phleps ve ark.'nın [26] $h = 2000$ pc lik değerleri ile uyumludur.

10. Kaynaklar

- [1] Bahcall J. N., Soneira R. M., (1980), "The Universe at Faint Magnitudes. I - Models for the Galaxy and the Predicted Star Counts", *ApJS*, 44, 73-110.
- [2] Gilmore G., Reid N., (1983), "New Light on Faint Stars. III - Galactic Structure towards the South Pole and the Galactic Thick Disc", *MNRAS*, 202, 1025-1047.
- [3] Gilmore G., Wyse R.F.G., (1985), "The Abundance Distribution in the Inner Spheroid", *AJ*, 90, 2015-2026.
- [4] Wyse R.F.G., Gilmore G., (1986), "Kinematics of the Galaxy from a Magnitude-limited Proper-motion Sample", *AJ*, 91, 855-869.
- [5] Karaali S., Bilir S., Hamzaoglu E., (2004), "A Different Approach for the Estimation of Galactic Model Parameters", *MNRAS*, 355, 307-320.
- [6] Bilir S., Karaali S., Gilmore G., (2006), "Investigation of the ELAIS Field by Vega Photometry: Absolute Magnitude-dependent Galactic Model Parameters", *MNRAS*, 366, 1295-1309.
- [7] Bilir S., Karaali S., Tunçel S., (2005), "Absolute Magnitudes for Late-type Dwarf Stars for Sloan Photometry", *AN*, 326, 321-331.
- [8] Gilmore G., (1984), "New Light on Faint Stars. VI - Structure and Evolution of the Galactic Spheroid", *MNRAS*, 207, 223-240.
- [9] Yoshii Y., Ishida K., Stobie R. S., (1987), "Galactic Structure towards the North Galactic Pole Based on an Analysis of UBV star-count data", *AJ*, 93, 323-337.
- [10] Reid N., Majewski S.R., (1993), "Star Counts Redivivus. I - A New Look at the Galaxy at Faint Magnitudes", *ApJ*, 409, 635-662.
- [11] Chen B., Stoughton C., Smith J.A., Uomoto A., Pier J.R., Yanny B., Ivezić Z., York D.G., Anderson J.E., Annis J., Brinkmann J., Csabai I., Fukugita M., Hindsley R., Lupton R., Munn J.A., ve diğer *SDSS çalışanları*, (2001), "Stellar Population Studies with the SDSS. I. The Vertical Distribution of Stars in the Milky Way", *ApJ*, 553, 184-197.
- [12] Kuijken K., Gilmore G., (1989), "The Mass Distribution in the Galactic Disc - Part Two - Determination of the Surface Mass Density of the Galactic Disc Near the Sun", *MNRAS*, 239, 605-649.
- [13] Haywood M., (1994), "The Model of Stellar Evolution of the Galactic Disc: The IMF at Low Masses", *A&A*, 282, 444-451.
- [14] Ojha D.K., Bienaymé O., Mohan V., Robin A.C., (1999), "New Surveys of UBV Photometry and Absolute Proper Motions at Intermediate Latitude", *A&A*, 351, 945-953.
- [15] Yamagata T., Yoshii Y., (1992), "UBV Star Counts in SA54 and Global Structure of the Galaxy", *AJ*, 103, 117-130.
- [16] Buser R., Rong J., Karaali S., (1998), "The New Basel High-latitude Field Star Survey of the Galaxy. I. General Introduction, Methodology and First Analysis", *A&A*, 331, 934-948.
- [17] Buser R., Rong J., Karaali S., (1999), "The New Basel High-latitude Field Star Survey of the Galaxy. II. The Thick Disk Component: Density Structure, Luminosity Function, and Metallicity Distribution", *A&A*, 348, 98-112.
- [18] Robin A.C., Haywood M., Crézé M., Ojha D.K., Bienaymé O., (1996), "The Thick Disc of the Galaxy: Sequel of a Merging Event", *A&A*, 305, 125-134.
- [19] Robin A.C., Reylé C., Crézé M., (2000), "Early Galaxy Evolution from Deep Wide Field Star Counts. I. The Spheroid Density Law and Mass Function", *A&A*, 359, 103-112.
- [20] Siegel M.H., Majewski S.R., Reid I.N., Thompson I.B., (2002), "Star Counts Redivivus. IV. Density Laws through Photometric Parallaxes", *ApJ*, 578, 151-175.
- [21] Schlegel D.J., Finkbeiner D.P., Davis M., (1998), "Maps of Dust Infrared Emission for Use in Estimation of Reddening and Cosmic Microwave Background Radiation Foregrounds", *ApJ*, 500, 525-553.
- [22] Fan X., (1999), "Simulation of Stellar Objects in SDSS Color Space", *AJ*, 117, 2528-2551.
- [23] Jurić M., (2005), "The Milky Way Tomography with SDSS", astro-ph/0510520.
- [24] Jahreiss H., Wielen R., (1997), "The Impact of HIPPARCOS on the Catalogue of Nearby Stars. The Stellar Luminosity Function and Local Kinematics", ESA SP-402, 675, eds. Battrick B., Perryman M.A.C., Benacca P.L.
- [25] Du C., Zhou X., Ma J., Bing-Chih A., Yang Y., Li J., Wu H., Jiang Z., Chen J., (2003), "Galactic Structure Studies with BATC Star Counts", *A&A*, 407, 541-549.
- [26] Phleps S., Drepper S., Meisenheimer K., Fuchs, B., (2005), "Galactic Structure from the Calar Alto Deep Imaging Survey (CADIS)", *A&A*, 443, 929-943.

