

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GALAKSİMİZİN UBVRI FOTOMETRİSİ İLE İNCELENMESİ

Esma YAZ

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman Prof. Dr. SALİH KARAALİ

Haziran, 2004

İSTANBUL



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GALAKSİMİZİN UBVRI FOTOMETRİSİ İLE İNCELENMESİ

Esma YAZ Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

> Danışman Prof. Dr. SALİH KARAALİ

> > Haziran, 2004

İSTANBUL

Bu çalışma 15/07/2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı Astronomi ve Uzay Bilimleri programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Tez Jürisi</u>

Prof.Dr. Salih KARAALİ (Danışman) İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Prof.Dr. Esat HAMZAOĞLU Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi

Prof.Dr. Adnan ÖKTEN İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Prof.Dr.M.Türker ÖZKAN İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi

Yard.Doç. Serap G. AK İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi

ÖNSÖZ

Astronomi konusunda edinilen bilgiler teknolojinin gelişmesine bağlı olarak gün geçtikçe artmaktadır. Dolayısıyla, Astronomi'de de amaçlara göre farklı çalışma alanları doğmuştur. Buna bağlı olarak fotometri alanında da yeni sistemler kurulmaktadır. Tezde kullanılan fotometri sisteminin de yeni olması sebebiyle bu tezin literatüre kazandırılmış farklı bir çalışma olmasını umuyorum.

Çalışmamın her aşamasında bilgisini, desteğini esirgemeyen ve üniversite öğrenimim boyunca örnek aldığım Değerli Hocam Prof. Dr. Salih KARAALİ'ye teşekkür etmeyi borç bilirim.

Çalışmam boyunca bilgisayar konusundaki bilgileri ile bana çok yardımı olan ve zor durumlarda beni yüreklendiren Dr. Selçuk BİLİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana olan güvenleri ve maddi-manevi destekleri için aileme çok teşekkür ederim.

Çalışmamdaki verileri sağlayan Cambridge Astronomi Enstitüsü'ne çok teşekkür ederim.

Ayrıca, bu çalışmayı yapmama olanak sağlayan İstanbul Üniversitesi'ne teşekkür ederim.

Haziran, 2004

Esma YAZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. Galaksimizle İlgili Önemli Çalışmalar ve Elde Edilen Sonuçlar	10
3. MALZEME VE YÖNTEM	14
3.1. Malzeme	14
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Model Parametrelerinin Tayininde Uygulanan Yöntem	17
3.2.2. Örtüşen Kaynakların Ayrılmasında Kullanılan Yöntem ve	Yıldızlararası
Sönükleşme	17
3.2.3. Farklı Türden Kaynakların Ayrılmasında Kullanılan Yöntem	21
3.2.4. Mutlak Kadir Tayini	23
3.2.5. Metal Bolluğu Tayini.	27
3.2.6. Limit Kadir Tayini	
3.2.7. Yıldızların Popülasyon Sınıflarına Ayırımı	
4. BULGULAR	
4.1. Parametre Tayini İçin Gerekli Veriler	35
4.2. Parametre Tayini	
4.2.1. Literatürdeki Yöntemle Parametre Tayini	

4.2.2. Bölümümüzde Kullanılan Yöntemle Parametre Tayini	40
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Bandların geçirgenlik fonksiyonları. (a) Vega fotometrisi	
	(b) Sloan fotometrisi	6
Şekil 2.2	: UBVRI-INT fotometrisine ait bandların geçirgenlik fonksiyonları	7
Şekil 3.1	: INT teleskobuna ait beş yongadan oluşan CCD mozaiği	
-	ve numaralandırılışı.	14
Şekil 3.2	: Alt alanların örtüşmesine bir örnek	18
Şekil 3.3	: Örtüşen kaynakların frekans dağılımı	18
Şekil 3.4	: Çalışmadaki 54 alt alana ait kaynakların dağılımı	19
Şekil 3.5	: Dalga boyu - kızarma katsayıları arasındaki ilişki	20
Sekil 3.6	: SA 114 yıldız alanının Galaktik koordinatların fonksiyonu	
,	olarak kızarma haritası	21
Sekil 3.7	: (a) Katalogtaki (-1) kodlu kaynakların ve (b) Fan (1999)	
3	ait simülasyonların uygulanması sonunda ayrılan, renk indeksi	
	$(U-B)_0 < -0.45$ kadir olan yıldızların $((U-B)_0 - (B-V)_0)$	
	iki renk divagramları	22
Sekil 3.8	: (a) Katalogtaki (-1) kodlu kaynakların ve (b) Fan (1999)	
3	ait simülasyonların uygulanması sonunda ayrılan, renk indeksi	
	$(U-B)_{0} < -0.45$ kadir olan vıldızların $((B-V)_{0} - (V-R)_{0})$ iki	
	renk diyagramları	23
Sekil 3.9	: (a) Katalogtaki (-1) kodlu kaynakların ve (b) Fan (1999)	
,	ait simülasyonların uygulanması sonunda ayrılan, renk indeksi	
	$(U-B)_0 < -0.45$ kadir olan yıldızların $((B-V)_0 - (V-I)_0)$ iki	
	renk diyagramları	23
Şekil 3.10	: SA 114 yıldız alanına ait (N - V _o) histogramı	29
Şekil 3.11	: Galaksi dışı cisimler çıkartıldıktan sonraki $V_0 - (B-V)_0$ renk	
,	kadir diyagramı	29
Şekil 3.12	: (B-V) _o renk histogramları. (a) Kalın Disk popülasyonuna	
-	ait dönüm noktasını(16.75 $< V_0 \le 19.00$) ve (b) Halo popülasyonuna	
	ait dönüm noktasını (19.00 $< V_0 \le 21.25$) göstermektedir	30
Şekil 3.13	: $4 \le M(V) \le 5$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların ardışık V _o	
-	görünen kadirlerinin bir fonksiyonu olarak uzay dağılımları	32
Şekil 3.14	$5 \le M(V) \le 6$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların ardışık V _o	
-	görünen kadirlerinin bir fonksiyonu olarak uzay dağılımları	33
Şekil 3.15	: $6 < M(V) \le 7$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların ardışık V _o	
	görünen kadirlerinin bir fonksiyonu olarak uzay dağılımları	34
Şekil 4.1	: UBV sisteminde M(V) - (B-V) _o arasındaki ilişkisi	36
Şekil 4.2	: $4 < M(V) \le 8$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların teorik ve	
	gözlemsel uzay yoğunluklarının karşılaştırılması	38
Şekil 4.3	: Tablo 4.3 teki parametrelerden oluşan model ile $4 < M(V) \le 5$ (a),	
	$5 < M(V) \le 6$ (b) ve $6 < M(V) \le 7$ (c) mutlak kadir	
	aralıklarındaki gözlemsel D^* uzay yoğunluklarının karşılaştırılması	40

ŞEKİL LİSTESİ (DEVAM)

Şekil 4.4	: İnce Disk yıldızlarına ait gözlemsel ve teorik uzay	
	yoğunluklarının karşılaştırılması	
Şekil 4.5	: Kalın Disk yıldızlarına ait gözlemsel ve teorik uzay	
	yoğunluklarının karşılaştırılması	
Şekil 4.6	: Halo yıldızlarına ait gözlemsel ve teorik uzay	
	yoğunluklarının karşılaştırılması	

TABLO LÍSTESÍ

Tablo 2.1	: Sloan, Vega ve UBVRI-INT fotometri sistemlerine ait bandlar	
	ve bandlara alt etkin dalga boyları, yarı band genişlikleri ve	-
		/
Tablo 2.2	: Onemli çalışmalara ait model parametreleri	13
Tablo 3.1	: 54 alt alana ait 2000 yılına göre ekvatoral koordinatlar (α , δ)	
	ve gözlem tarihleri	16
Tablo 3.2	: UBVRI bandlarına ait etkin dalga boyu (λ_{etkin}), yarı genişlik	
	$(\Delta \lambda)$ ve kızarma katsayıları	20
Tablo 3.3	: (3.8) denklemindeki katsayıların sayısal değerleri	. 27
Tablo 3.4	: (3.11) eşitliğindeki b ₀ , b ₁ , b ₂ ve b ₃ katsayılarının sayısal değerleri	. 27
Tablo 3.5	: (3.14) eşitliğindeki c ₀ , c ₁ , c ₂ ve c ₃ katsayılarının sayısal değerleri	. 27
Tablo 3.6	: $4 < M(V) \le 5$, $5 < M(V) \le 6$, $6 < M(V) \le 7$ mutlak kadir	
	aralıklarındaki yıldızların İnce Disk, Kalın Disk ve	
	Halo popülasyonlarına ayırımı.	31
Tablo 4.1	: UBV ve UBVRI-INT sistemine ait mutlak kadirler ve bunlara	
	karsılık gelen Günes civarındaki yoğunluk değerleri	36
Tablo 4.2	$: 3 < M(V) \le 8$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların D [*] logaritmik	
	uzav voğunlukları	. 39
Tablo 4.3	: SA 114 yıldız alanına ait model parametreleri	38
Tablo 4.4	: Üc mutlak kadir aralığı icin, Sekil 4.3 teki karsılastırmadan elde	
	edilen ısıma gücü fonksiyonu (D*) ile Hipparcos'a ait ısıma	
	gücü fonksiyonu	40
Tablo 4.5	: İnce Disk popülasyonuna ait vıldızların farklı mutlak kadir	
	aralıkları için uzaklığa göre dağılımı	41
Tablo 4.6	• Kalın Disk nonülaşyonuna ait yıldızların farklı mutlak kadir	•••
1 4010 4.0	aralıkları için uzaklığa göre dağılımı	47
Table 47	• Halo nonülasyonuna ait yıldızların farklı mutlak kadir	- 74
1 aviv 4./	• Haio populasyonuna an ynuiziann faikii mutiak kaun aralıkları için uzaklığa görə dağılımı	12
Table 19	alalikian iyin uzakiiga gote uaginini.	. 42 11
1 abio 4.8	: mee Disk, Kann Disk, Haloya an model parametrelen	. 44

SEMBOL LISTESI

- : rektasansyon α
- : deklinasyon δ
- : galaktik boylam L
- : galaktik enlem b
- : dalga boyu λ
- λ_{eff}
- : etkin dalga boyu : yarı band genişliği Δλ
- : yerel (lokal) yoğunluk ni
- : kaynağın galaksi düzlemine olan uzaklığı Z
- : yükseklik ölçeği Hi
- : uzunluk ölçeği h_i
- : Güneşin Galaksi merkezine olan uzaklığı : Galaksimizin etkin yarıçapı R_o
- Re
- : Galaksimize ait eksen oranı к
- kaynağın Galaksi merkezine olan uzaklığının Galaksi düzlemi X : üzerindeki izdüşümü galaktik boylam

ÖZET

GALAKSİMİZİN UBVRI FOTOMETRİSİ İLE İNCELENMESİ

Bu çalışmada, SA 114 yıldız alanının UBVRI-INT verileri kullanılarak Galaksimizin yapısı incelenmiştir. Veriler, Cambridge Üniversitesi Astronomi Enstitüsü'nden sağlanmış olup çalışmamız bu fotometrinin ilk uygulamasıdır. Yeniliğimiz sadece bundan ibaret değildir: Yıldızların farklı popülasyonlara, yani İnce Disk (Pop I), Kalın Disk (Ara Pop II) ve Halo (Pop II) ya ayrılmasında ve mutlak kadir tayininde, Bölümümüzce literatüre yeni kazandırılan yöntemler kullanılmıştır (Karaali ve diğ. 2003, Karaali ve diğ. 2004). Model parametrelerinin tayininde literatürdeki yöntem (Siegel ve diğ., 2002) e ilaveten Bölümümüzde uygulanmakta olan yeni bir yöntem de kullanılmıştır.

Alanımızın ekvatoral koordinatları $\alpha = 22^{h} 39^{m} 00^{s}$, $\delta = 00^{\circ} 00^{\circ} 00^{\circ}$ (2000 epoğuna göre), büyüklüğü 2.302 derece kare, kullanılan yıldız sayısı 3880, limit görünen kadir V = 21.25, mutlak kadir aralığı ise 3 < M(V) ≤ 8 dir.

Literatürdeki yöntemle tayin edilen Galaksi model parametreleri, bugüne kadar yayımlanan? verilerle uyum içindedir. Bölümümüzde uygulanmakta olan yöntemle tayin edilen Galaksi model parametreleri de daha önce yayımlananlarla uyum içindedir. Fazla olarak, bu parametrelerin farklı bir fizik anlamı vardır: Model parametreleri, yıldızların mutlak kadirinin dolayısı ile tayf türünün ve kütlesinin bir fonksiyonudur. Böylece Karaali ve diğ. (2004) nin sonuçları, farklı bir fotometri sistemi ile doğrulanmaktadır.

SUMMARY

INVESTIGATION OF OUR GALAXY BY UBVRI PHOTOMETRY

We investigated the structure of our Galaxy by means of the UBVRI-INT photometry of the star field SA 114. The data are provided by means of Cambridge University Institute of Astronomy. This work is the first application of the mentioned photometry. We applied new procedures developed by the researchers of the Department of Astronomy and Space Sciences of Istanbul University for the separations of stars into different population types, i.e.: Thin Disk (Pop I), Thick Disk (Int. Pop II), and Halo (Pop II), as well as for evaluating their absolute magnitudes (Karaali et al., 2003; Karaali et al., 2004).

The coordinates and the size of our field are $\alpha = 22^{h} 39^{m} 00^{s}$, $\delta = 00^{\circ} 00^{\circ} 00^{\circ}$ (epoch 2000) and 2.302 square-degree, respectively. We used the data for 3880 stars down to the limiting apparent magnitude of V = 21.25 with absolute magnitudes $3 < M(V) \le 8$.

Galactic model parameters estimated by means of the procedure already cited in the literature agree with the ones appeared in the literature (Siegel et al., 2002) up to now. The same holds also for the Galactic model parameters estimated via the new procedure developed by the researchers of Department of Astronomy and Space Sciences of Istanbul University. Additionally, these parameters have a physical meaning, i.e.: they are absolute magnitude dependent. That is, they are the function of spectral type which corresponds to stellar mass, a fundamental parameter in Astrophysics. This result confirms the work of Karaali et al. (2004).

ÖZET

GALAKSİMİZİN UBVRI FOTOMETRİSİ İLE İNCELENMESİ

Bu çalışmada, SA 114 yıldız alanının UBVRI-INT verileri kullanılarak Galaksimizin yapısı incelenmiştir. Veriler, Cambridge Üniversitesi Astronomi Enstitüsü'nden sağlanmış olup çalışmamız bu fotometrinin ilk uygulamasıdır. Yeniliğimiz sadece bundan ibaret değildir: Yıldızların farklı popülasyonlara, yani İnce Disk (Pop I), Kalın Disk (Ara Pop II) ve Halo (Pop II) ya ayrılmasında ve mutlak kadir tayininde, Bölümümüzce literatüre yeni kazandırılan yöntemler kullanılmıştır (Karaali ve diğ. 2003, Karaali ve diğ. 2004). Model parametrelerinin tayininde literatürdeki yöntem (Siegel ve diğ., 2002) e ilaveten Bölümümüzde uygulanmakta olan yeni bir yöntem de kullanılmıştır.

Alanımızın ekvatoral koordinatları $\alpha = 22^{h} 39^{m} 00^{s}$, $\delta = 00^{\circ} 00^{\circ} 00^{\circ} (2000 \text{ epoğuna göre})$, büyüklüğü 2.302 derece kare, kullanılan yıldız sayısı 3880, limit görünen kadir

V = 21.25, mutlak kadir aralığı ise $3 < M(V) \le 8$ dir.

Literatürdeki yöntemle tayin edilen Galaksi model parametreleri, bugüne kadar yayınlanan verilerle uyum içindedir. Bölümümüzde uygulanmakta olan yöntemle tayin edilen Galaksi model parametreleri de daha önce yayımlananlarla uyum içindedir. Fazla olarak, bu parametrelerin farklı bir fizik anlamı vardır: Model parametreleri, yıldızların mutlak kadirinin dolayısı ile tayf türünün ve kütlesinin bir fonksiyonudur. Böylece Karaali ve diğ. (2004) nin sonuçları, farklı bir fotometri sistemi ile doğrulanmaktadır.

SUMMARY

INVESTIGATION OF OUR GALAXY BY UBVRI PHOTOMETRY

We investigated the structure of our Galaxy by means of the UBVRI-INT photometry of the star field SA 114. The data are provided by means of Cambridge University Institute of Astronomy. This work is the first application of the mentioned photometry. We applied new procedures developed by the researchers of the Department of Astronomy and Space Sciences of Istanbul University for the separations of stars into different population types, i.e.: Thin Disk (Pop I), Thick Disk (Int. Pop II), and Halo (Pop II), as well as for evaluating their absolute magnitudes (Karaali et al., 2003; Karaali et al., 2004).

The coordinates and the size of our field are $\alpha = 22^{h} 39^{m} 00^{s}$, $\delta = 00^{\circ} 00^{\circ} 00^{\circ}$ (epoch 2000) and 2.302 square-degree, respectively. We used the data for 3880 stars down to the limiting apparent magnitude of V = 21.25 with absolute magnitudes $3 < M(V) \le 8$.

Galactic model parameters estimated by means of the procedure already cited in the literature agree with the ones appeared in the literature (Siegel et al., 2002) up to now. The same holds also for the Galactic model parameters estimated via the new procedure developed by the researchers of Department of Astronomy and Space Sciences of Istanbul University. Additionally, these parameters have a physical meaning, i.e.: they are absolute magnitude dependent. That is, they are the function of spectral type which corresponds to stellar mass, a fundamental parameter in Astrophysics. This result confirms the work of Karaali et al. (2004).

1. GİRİŞ

Bilim adamları, Galaksimizin oluşum ve evriminin en iyi öğrenilmesi konusunda arayış içindedirler. Fotometri çalışmalarında da durum aynı olup Galaksinin hangi fotometri ile incelenmesi konusunda henüz bir görüş birliği yoktur. Bununla beraber, Galaksinin büyük ölçekteki yapısı için geniş band fotometrisinin kaçınılmaz olduğu bütün araştırıcılar tarafından kabul edilmektedir. Gerçekten sönük, yani istatistiksel olarak uzak yıldızların gözlenebilmesi için göreceli olarak çok enerjiye gereksinme var ve bu da ancak geniş band fotometrisi ile sağlanabilir.

Bu çalışmanın amacı, Galaksimizin öğrenilmesi konusunda Bölümümüzce literatüre kazandırılan yöntemlerin bir uygulamasını yapmaktır. Bunun için de bir geniş band fotometrisi olan UBVRI-INT yi seçtik. "Genel Kısımlar" da ayrıntılı olarak anlatılacağı gibi, bu sistem fotometrilerin en eskisi sayılan Johnson-Morgan-Cousins (JMC) sisteminin biraz değiştirilmiş şeklidir. Arayış içinde olduğumuza göre, bu sistemin denenmesinde de büyük fayda sağlayacağı inancındayız. O halde çalışmamız, bu sistemin ilk uygulaması olmaktadır.

Çalışmamızda başka yeni uygulamalar da vardır; bunlardan biri yıldızların popülasyon sınıflarına ayırımı, ikincisi mutlak kadir tayini ve üçüncüsü de model parametrelerinin tayinidir. Literatürde, net bir popülasyon ayırımı yapılmıyor. Bunun yerine yıldızların belli bir renk indeksine göre, örneğin (B-V) ye göre, dağılımı yapılmakta ve oluşan iki "mod" dan biri (geç tayf türü) için Disk yıldızlarını temsil eden bir renk kadir diyagramı kullanılarak mutlak kadir tayini yapılmakta, diğer "mod" için ise Halo yıldızlarını temsil eden ikinci bir renk kadir diyagramı kullanılmaktadır. Phleps ve diğ. (2000) nin çalışması bu türden bir çalışmadır. Buna benzer biraz daha gelişmiş bir çalışma ise Chen ve diğ. (2001) ne ait olup bu araştırıcılar, yukarıda anılan modlardan erken tayf türündeki yıldızlara ait olanı ikiye ayırmakta ve Sloan sisteminde g' \leq 18 kadirdeki yıldızları Kalın Disk, g' > 18 kadirdeki yıldızları ise Halo yıldızı olarak sınıflamaktadırlar. Halbuki bu çalışmamızda, yıldızların popülasyon sınıflarına ayırımı

uzay dağılımları ile yapılmaktadır. Karaali (1994) ye ait bu yöntemde yıldızların Galaksi düzlemine olan z uzaklıklarının histogramları çizilmekte ve oluşan modlara göre ayırım yapılmaktadır. Bu yöntem, bugün Bölümümüzde geliştirilerek uygulanmaktadır. Söz konusu histogram hem mutlak kadir ve hem de görünen kadirin bir fonksiyonu olarak uygulanmaktadır (Karaali ve diğ., 2004).

Mutlak kadir tayini için literatürde uygulanan yöntem, belli bir renk kadir diyagramının kullanılmasından ibarettir. Örneğin, Chen ve diğ. (2001) Halo yıldızları için M13 küresel kümesinin renk kadir diyagramını kullanmışlardır. Araştırmacılar bu kümenin metal bolluğunun Halo yıldızlarının ortalama metal bolluğunu temsil ettiklerini düşünmüşlerdir. Halbuki, Halo yıldızlarının, -1 ile -3.5 dex gibi geniş bir metal bolluğu dağılımı vardır ve ortalama metal bolluğunu temsil eden tek bir renk kadir diyagramının kullanılması ayrıntıların kaybolması anlamına gelir. Bölümümüzde kullanılan yöntemde (Karaali ve diğ., 2003) ise, her yıldızın morötesi artığı ayrı ayrı hesaplanmakta ve mutlak kadire dönüştürülmektedir. Bu çalışmada da yeni yöntem kullanılmıştır.

Literatürde, model parametrelerinin tayininde basit bir yöntem uygulanmaktadır. Gerek yıldız sayımlarında ve gerekse uzay yoğunluklarının kullanıldığı çalışmalarda, popülasyon ayırımı yapılmaksızın, gözlemsel verilerle üç popülasyona ait teorik verilerin toplamı eşzamanlı olarak karşılaştırılmakta ve bu popülasyonlara ait model parametreleri eşzamanlı olarak tayin edilmektedir. Örneğin, uzay yoğunlukları ile ilgili çalışmalarda, bütün popülasyonlara ait gözlemsel uzay yoğunlukları ile üç popülasyona ait yoğunluk kanunlarından elde edilen toplam uzay yoğunlukları karşılaştırılmaktadır. Yaklaşık 20 yıldan beri yapılan bu türden çalışmalarda, farklı model parametreleri bulunmasınının ve bunlara ait değişim aralığının (veya hatasının) büyük olmasının sebebi bu izlenen yolda aranmalıdır (Tablo 2.2). Bölümümüzde yapılan çalışmalarda ise, yıldızlar ayrıntılı olarak farklı popülasyon tiplerine ayrılmakta ve her bir popülasyon ve farklı mutlak kadir aralığı için gözlemsel ve teorik uzay yoğunlukları karşılaştırılmaktadır.

Sonuçlar amacımıza ulaştığımızı gösteriyor: Bölümümüzdeki araştırıcıların elde ettikleri yeni yöntemlerin Galaksinin yapısı ile ilgili çalışmalara büyük katkıları olduğu

bir kez daha doğrulanmış oldu. Özellikle model parametrelerinin, mutlak kadirin, dolayısı ile tayf türünün ve kütlenin bir fonksiyonu olduğunu vurgulamak isteriz.

"Genel Kısımlar" bölümünde, kullanılan fotometri ile iki önemli geniş band fotometrisi olan Sloan ve Vega fotometrileri hakkında geniş bilgi verilmiş, ayrıca bugüne kadar yapılan önemli çalışmalarda elde edilen sonuçlar sunulmuştur. "Malzeme ve Yöntem" bölümünde, Cambridge Üniversitesi'nden sağlanan veriler ve bunların kullanımında uygulanan eski yöntemlerle Bölümümüz çalışanlarının literatüre kazandırdığı güncel yöntemler anlatılmıştır. "Bulgular" bölümünde, Galaksimizin farklı popülasyonları için elde edilen model parametreleri ve Güneş civarındaki ışıma gücü fonksiyonu verilmiştir. Son olarak "Tartışma ve Sonuç" bölümünde ise, bulunan sonuçlarla literatürdeki sonuçlar karşılaştırılmış ve Bölümümüzde uygulanan yeni yöntemlerin doğruluğu gösterilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

Galaksimiz çeşitli yöntemlerle incelenmektedir. Amaç, Galaksimizin oluşumunu ve evrimini öğrenmek olup elde edilecek sonuçların Evrenin de oluşum ve evriminin öğrenilmesine katkısı olacaktır. Galaksimizde birçok bilgi kinematik verilerden elde edilir. Örneğin, yıldızların farklı popülasyonlara ayrılmasında ölçü kinematik verilerdir. Ancak, kinematik verilerin hesaplanabilmesi için yıldızların, diğer bazı bilgiler yanında, öz hareketlerinin de bilinmesi gerekir. Bu ise ancak yakın yıldızlar için mümkün olup buradan elde edilecek sonuçların bütün Galaksimiz için geçerli olacağı iddia edilemez.

Fotometri, Galaksimizin öğrenilmesinde başvurulan etkin yöntemlerden biridir. Çeşit fotometriler vardır, çünkü çeşitli çalışmalar yapılabilir. Parlak yıldızlar için dar band fotometrisi (yarı band genişliği $\Delta\lambda < 100$ Å) tercih edilir; bu tür çalışmalarda duyarlılık çok olur. Orta band fotometrisi (100 < $\Delta\lambda$ < 300 Å), orta parlaklıktaki yıldızlar için en uygun olanı olup Strömgren (1966) in ubvy-β ve Walraven (1960) nin VBLUW fotometrileri bu fotometriye örnek olarak verilebilir. Yaş, metal bolluğu ve çekim ivmesi parametrelerinin tayininde en cok kullanılan fotometriler bunlardır. Sönük yıldızların incelenmesi, dolayısı ile uzak bölgelerdeki Galaksi yapısının öğrenilmesi ancak geniş band fotometrisi ($\Delta \lambda > 300$ Å) ile mümkündür. Johnson ve Morgan (1953) ın UBV fotometrisi ve Cousins (1978) in R ve I bandlarının eklenmesi ile oluşan UBVRI fotometrisi hem tarihsel acıdan ve hem de kullanım bakımından önemlidir. Örneğin, her yeni fotometride tanımlanan parlaklık (kadir) ve renklerin, bahsedilen fotometrinin parlaklık ve renklerine dönüşümü verilir. Becker (1938) tarafından kurulan ve Buser (1978) tarafından standart hale getirilen RGU fotometrisi de bir geniş band fotometrisi olup bununla en kapsamlı fotoğrafik gökyüzü tarama çalışması olarak kabul edilen Basel Halo Programı (Becker, 1965) yapılmıştır.

Geniş band fotometrileri içinde en güncel olanı Sloan fotometrisidir. Bu özelliği sebebi ile Sloan fotometrisi hakkında biraz açıklayıcı bilgi vermede fayda vardır: Gözlemler, Amerika Birleşik Devletleri, New Mexico Apache Point Gözlemevinde bulunan 3.5, 2.5

ve 0.6 m lik teleskoplarla yapılmaktadır. En büyük teleskop hem spektroskopik hem de fotometrik gözlemlerde, 2.5 m lik teleskop fotometrik CCD gözlemlerinde ve 0.6 m lik teleskop da parlak cisimlerin spektrofotometrik gözlemleri ve hava kütlesi ölçümleri gibi kalibrasyon gözlemleri için kullanılmaktadır.

Sloan fotometrisi ile yapılacak uzun süreli projeye birçok uluslararası kuruluş katılmaktadır. Gözlem bölgesi, Galaksinin kuzey kutbunu merkez kabul eden 10 000 derece karelik bir bölgedir. Projede, hem Galaksinin yapısını, oluşumunu ve evrimini anlamak hem de Galaksi dışı kaynakların (galaksi, kuazar vb...) incelenmesi ile Evrenin oluşum ve evrimini öğrenmek amaçlanmaktadır.

Sloan fotometrisi 3 000Å - 11 000Å dalga boyu aralığında tanımlı, u', g', r', i' ve z' sembolleri ile gösterilen beş bandtan oluşur. Bandlara ait etkin dalga boyları ve yarı band genişlikleri Tablo 2.1 de, geçirgenlik fonksiyonları ise Şekil 2.1 de gösterilmiştir.

Güncel başka bir geniş band fotometrisi ise Vega fotometrisi olup Sloan fotometrisinin ikizi sayılacak kadar onunla ortak yönleri vardır. Gerçekten, Vega fotometrisine ait sadece u' ve z' bandları, Sloan fotometrisinin aynı sembolle gösterilen bandlarından farklı, diğer bandlar ise hemen hemen birbirinin aynıdır. Konu edilen farktan dolayı, Vega fotometrisinin u' ve z' bandları sırası ile RGO u' ve RGO z' sembolleri ile gösterilir (RGO, Royal Greenwich Observatory kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır). Vega fotometrisi, İngiliz ve Hollanda bilim adamları tarafından kurulan bir sistemdir. Gözlemler, Kanarya adalarında La Palma gözlemevinde kurulmuş 4.2 m lik Herschel Teleskobu, 2.5 m lik Isaac Newton Teleskobu (INT) ve 1 m lik Jacobus Kapteyn Teleskobu ile yapılmaktadır. Özellikle, fotometrik CCD gözlemleri INT teleskobu ile yapılmaktadır. Vega fotometrisine ait bandların etkin dalga boyları ve yarı band genişlikleri Tablo 2.1 de, bandlara ait geçirgenlik fonksiyonları ise Şekil 2.1 de verilmiştir.



Şekil 2.1: Bandların geçirgenlik fonksiyonları. (a) Vega fotometrisi (b) Sloan fotometrisi

Son olarak, bu çalışmada kullanılan UBVRI fotometrisinden bahsedilecektir. Bu fotometrinin yukarıda anılan Johnson, Morgan ve Cousins'in sisteminden biraz farklıdır. Bandların tanımı şöyledir:

U: INT in U bandı,

- B : KPNO ya ait B bandı,
- V ve R : Harris'e ait V ve R bandları son olarak,
- I : INT in I bandıdır.

Kullanılan kısaltmaların anlamı ise; INT: Isaac Newton Teleskobu, KPNO: Keat Peak National Observatory. Bu sisteme bundan sonra UBVRI-INT sistemi diyeceğiz. Bandlara ait etkin dalga boyları ve yarı band genişlikleri Tablo 2.1 de, bandlara ait geçirgenlik fonksiyonları ise Şekil 2.2 de gösterilmiştir. Bu sisteme ait gözlemler Vega

fotometrisi gözlemcileri tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, UBVRI-INT fotometrisinin kullanılmasının sebebi, fotometri çalışmalarına bir yenilik katmaktır. Çünkü, araştırıcılar sürekli arayış içindedirler. Bu çalışmanın arayışlara bir katkısı olacağını düşünüyoruz.

Fotometri	Bandlar	λ _{eff} (Å)	$\Delta\lambda_{\rm eff}$ (Å)	m _{lim}
Sloan	u'	3522	634	22.3
	g'	4803	1409	23.3
	r'	6254	1388	23.1
	i'	7568	1535	22.3
	z'	9114	1409	20.8
Vega	RGO u'	3581	638	24.3
	g'	4846	1285	25.2
	r'	6240	1347	24.5
	i'	7743	1519	23.7
	RGO z'	8763	950	22.1
UBVRI	U _{INT}	3581	638	
	B _{KPNO}	4407	1022	
	V_{H}	5425	975	
	R_{H}	6380	1520	
	I INT	8063	1543	

Tablo 2.1: Sloan, Vega ve UBVRI-INT fotometri sistemlerine ait bandlar ve bandlara ait etkin dalga boyları, yarı band genişlikleri ve limit parlaklıkları.



Şekil 2.2: UBVRI-INT fotometrisine ait bandların geçirgenlik fonksiyonları.

Son anılan üç fotometri sistemi ile Landolt (1992) sistemi arasındaki dönüşüm denklemleri aşağıda verilmiştir. Sloan fotometrisine ait dönüşümler Fukugita ve diğ. (1996) den, Vega ve UBVRI-INT fotometrilerine ait olanlar özel temaslardan sağlanmıştır. Ayrıca, Cambridge Üniversitesi'nin WEB sayfalarından da bu dönüşümlere ulaşılabilir: http://www.ing.iac.es/~quality/filter/filt4.html.

Sloan fotometrisine ait dönüşüm formülleri:

$$g' = V + 0.56 (B-V) - 0.12$$

$$r' = V - 0.49 (B-V) + 0.11$$

$$r' = V - 0.84 (V-R_c) + 0.13$$

$$u' - g' = 1.38 (U-B) + 1.14$$

$$g' - r' = 1.05 (B-V) - 0.23$$

$$r' - i' = 0.98 (R_c-I_c) - 0.23 (R_c-I_c < 1.15)$$

$$= 1.40 (R_c-I_c) - 0.72 (R_c-I_c > 1.15)$$

$$r' - z' = 1.59 (R_c-I_c) - 0.40 (R_c-I_c < 1.65)$$

$$= 2.64 (R_c-I_c) - 2.16 (R_c-I_c > 1.65)$$

(2.1)

Vega fotometrisine ait dönüşüm formülleri:

$$u' = U - 0.084 (U-B) + 0.106$$
$$g' = B - 0.531 (B-V) + 0.053$$
$$r' = R + 0.280 (R-I) + 0.008$$
$$i' = I + 0.225 (R-I) + 0.006$$
$$g' - r' = 0.908 (B-V) + 0.048$$
$$r' - i' = 1.036 (R-I) + 0.010$$

$$i'- z' = 0.729 (R-I) - 0.063$$

$$u'- g' = 1.271 (U-B) + 0.37 \qquad (0.5 < B-V)$$

$$= 1.271 (U-B) \qquad (0 < B-V < 0.5)$$

$$= (U-B) \qquad (B-V < 0) \qquad (2.2)$$

UBVRI-INT fotometrisine ait dönüşüm formülleri:

 $U_{INT} - U = -0.084 (U-B) + 0.106$ $B_{KPNO} - B = -0.145 (B-V)$ $V_{H} - V = 0.009 (V-R)$ $V_{H} - V = -0.005 (V-I)$ $R_{H} - R = -0.010 (V-R)$ $I_{H} - I = -0.062 (R-I)$ $I_{H} - I = -0.009 (V-I)$ $Z_{INT} - I = -0.381 (R-I)$

Yukarıda verilen orijinal formüllerden uygulamamızda kullanılacak aşağıdaki formüller türetilmiştir. UBVRI-INT fotometrisine ait parlaklık ve renkler, bunların altına "INT" indisi konularak belirtilecek, Landolt'a ait olanlar için her hangi bir indis kullanılmayacaktır:

(2.3)

(2.3) ün üçüncü denklemi; Karaali ve Bilir (2003) in, Landolt (1992) un verilerinden elde ettikleri bağıntıdan

$$V_{\rm H} - V = 0.006 \,(\text{B-V})$$
 (2.3.1)

şeklinde yazılabilir. Bu denklemle (2.3) ün ikinci denkleminden de

$$(B-V)_{INT} = 0.849 (B-V)$$
 (2.3.2)

bulunur. Bu denklemi,

 $B_{INT} = V_{INT} + 0.849 (B-V) = V + 0.006 (B-V) + 0.849 (B-V)$

$$= V + 0.855 (B-V)$$

şeklinde yazıp (2.3) ün birinci denkleminden taraf tarafa çıkarılırsa,

$$(U-B)_{INT} = (U-V) - 0.084 (U-B) + 0.106 - 0.855 (B-V)$$
$$= (U-B) + (B-V) - 0.084 (U-B) + 0.106 - 0.855 (B-V)$$
$$= 0.916 (U-B) + 0.145 (B-V) + 0.106$$
(2.3.3)

bulunur.

2.1. GALAKSİMİZLE İLGİLİ ÖNEMLİ ÇALIŞMALAR VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Fotometri ile yapılan araştırmalarda Galaksimizin etkin üç popülasyonuna, yani Pop I (İnce Disk), Ara Pop II (Kalın Disk) ve Pop II (Halo) ye ait parametreler tayin edilmektedir. Bu amaç için "Yıldız Sayımları" yolunu seçenler çoğunlukta olmakla beraber Siegel ve diğ. (2002) nin belirttiği gibi, "Yoğunluk" hesapları ile bu parametreleri elde etmek daha doğru bir yoldur. Bu çalışmada, yoğunluklar kullanıldığından konu ile ilgili açıklamalar yapılacaktır.

Yoğunlukla anlatılmak istenen "birim hacimdeki yıldız sayısıdır". Buna bazen "uzay yoğunlukları" da denir. Gözlemsel uzay yoğunlukları ile teorik uzay yoğunluklarının en iyi uyuştuğu duruma karşılık gelen parametreler Galaksimize ait model parametreleri olarak kabul edilir. Uzay yoğunluk kanunları bellidir. Önemli olan ve yaklaşık 20 yıldan beri verilen uğraşın amacı bu kanunlarda yer alan parametreleri tayin etmektir. İnce Disk ve Kalın Disk için kullanılan uzay yoğunluğu,

$$D_{i}(x,z) = n_{i} \exp(-z / H_{i}) \exp[-(x - R_{0}) / h_{i}] \qquad (i = 1, 2)$$
(2.4)

eşitliği ile verilir. Burada, i = 1 ve 2 ye ait değerler, sırası ile, İnce Disk ve Kalın Diske aittir. Parametrelerin anlamı şöyledir:

n_i : yerel (lokal) uzay yoğunluğu, yani Güneş çevresinde birim hacimdeki yıldız sayısı,

z : uzay yoğunluğunun hesaplandığı bölgenin Galaksi düzlemine olan dik uzaklığı,

H_i : yükseklik ölçeği, yani belli bir noktaya ait uzay yoğunluğunun 1/e katı olması için (azalması için) o noktadan itibaren Galaksi düzlemine dik doğrultuda çıkılması gereken uzaklık,

x : uzay yoğunluğunun hesaplandığı bölgenin Galaksi merkezine olan uzaklığının Galaksi düzlemi içindeki izdüşümü,

Ro: Güneşin Galaksi merkezine olan uzaklığı,

h_i : uzunluk ölçeği, yani H_i için tanımlanan yoğunluk değişiminin Galaksinin yarıçapı doğrultusundaki karşılığı.

İnce Disk için (2.4) eşitliğinden biraz farklı olan ikinci bir uzay yoğunluk kanunu vardır:

$$D_1(x,z) = n_1 \operatorname{sech}^2 (z/H_1') \exp[-(x-R_0)/h_1]$$
(2.5)

Burada $H_1 = 1.65745 H_1' \text{ dir.}$

Sadece düşey doğrultuda (Galaksi düzlemine dik doğrultuda) yapılan çalışmalarda (2.4) ve (2.5) eşitliklerindeki üçüncü çarpanlar kullanılmaz.

Halo için iki uzay yoğunluk kanunu kullanılır; bir tanesi "de Vaucouleurs" (1948) sferoidi olup iki farklı kullanım şekli vardır, diğeri ise "kuvvet kanunudur". de Vaucouleurs kanununun kullanılan şekilleri aşağıda belirtilmiştir; ikinci şekil özellikle Basel grubu tarafından tercih ediliyor:

$$D_{s}(R) = n_{s} \exp\left[-7.669(R/R_{e})^{1/4}\right] / (R/R_{e})^{0.875}$$
(2.6)

$$D_{s}(R) = n_{s} \exp \left[10.093 \left(1 - R/R_{o}\right)^{1/4}\right] / \left(R/R_{o}\right)^{0.875}$$
(2.7)

Son iki eşitlikte yer alan yeni parametrelerin anlamı şöyledir:

n_s : Haloya ait yerel uzay yoğunluğu,

 $R = [x^2 + (z/\kappa)^2]^{1/2}$: uzay yoğunluğunun hesaplandığı yerin Galaksi merkezine uzaklığı, $\kappa = c/a$: Galaksimize ait eksen oranı,

$$x = [R_0^2 + (z/\tan b)^2 - 2R_0 (z/\tan b) \cos 1]^2$$
(2.8)

Re: Galaksimizin etkin yarıçapı,

l ve b : sırası ile uzay yoğunluğunun hesaplandığı noktanın galaktik boylamı ve enlemi.

Kuvvet kanununun ifadesi ise şöyledir:

$$D_s(R) = n_s / (a_o^n + R^n)$$
 (2.9)

Burada ao kor yarıçapıdır.

Bugüne kadar yapılan önemli çalışmalardan elde edilen çeşitli parametreler Tablo 2.2 de verilmiştir. TN: İnce Disk, TK: Kalın Disk, S: Sferoid (Halo) ve diğer tanımlar yukarıda anlatıldığı gibidir.

H (TN) (pc)	h (TN) (kpc)	n (TK)	H(TK) (kpc)	h (TK) (kpc)	n (S)	R _e (s) (kpc)	c/a	Referanslar
310-325		0.0125-0.025	1.92-2.39					Yoshii, 1982
300		0.02	1.45		0.002	3.0	0.85	Gilmore ve Reid, 1983
325		0.02	1.30		0.002	3.0	0.85	Gilmore, 1984
280		0.0028	1.90		0.0012			Tritton ve Morton, 1984
200-475		0.016	1.18-2.21		0.0016		0.80	Robin ve Crézé, 1986
300		0.02	1.00		0.001		0.85	Del Rio ve Fenkart, 1987
285		0.015	1.3-1.5		0.002	2.36		Fenkart ve diğ., 1987
325		0.0224	0.95		0.001	2.9	0.90	Yoshii ve diğ., 1987
249		0.041	1.00		0.002	3.0	0.85	Kuijken ve Gilmore, 1989
350	3.8	0.019	0.90	3.8	0.0011	2.7	0.84	Yamagata ve Yoshii, 1992
290			0.86			4.0		Von Hippel ve Bothun, 1993
325		0.0225	1.50		0.0015	3.5	0.80	Reid ve Majewski, 1993
325	3.2	0.019	0.98	4.3	0.0024	3.3	0.48	Larsen, 1996
250-270	2.5	0.056	0.76	2.8	0.0015	$2.44 - 2.75^*$	0.60-0.85	Robin ve diğ., 1996, 2000
290	4.0	0.059	0.91	3.0	0.0005	2.69	0.84	Buser, Rong ve Karaali, 1998, 1999
240	2.5	0.061	0.79	2.8			0.6-0.85	Ojha ve diğ., 1999
330	2.250	0.065-0.13	0.58-0.75	3.5	0.00125		0.55	Chen ve diğ., 2001
280(350)	2-2.5	0.06-0.10	0.7-1.0 (0.9-1.2)	3.4	0.0015		0.5-0.7	Siegel ve diğ., 2002
275		0.0832	0.85		0.0007		0.67	Karaali ve diğ., 2004

Tablo 2.2. Önemli çalışmalara ait model parametreleri.

(*) kuvvet kanunu ile elde edilen R_e göstermektedir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

Çalışmada kullanılan veriler, Cambridge Üniversitesi Astronomi Enstitüsü ile kurulan işbirliği ile elde edilmiştir.

Alana ait gözlemler, La Palma'da bulunan Isaac Newton Teleskobu (INT) ile 1998-2002 tarihleri arasında yapılmıştır. Teleskopta alıcı olarak beş yongadan (yonga, İngilizce kelime "chip" in karşılığı olarak kullanılmıştır) oluşan CCD mozaiği kullanılmıştır (Şekil 3.1). CCD mozaiğinin 4K x 2K boyutlarına sahip dört yonga ile gözlem alanı görüntülenmekte, 2K x 2K boyutuna sahip bir yongası ile de görüntü ayarı yapılmaktadır. 4K x 2K boyutlu bir yonganın gökyüzünde gördüğü alan 22.8 x 11.4 yay dakika karedir. Dört yongadan oluşan, yıldız alanının görüntülenmesinde kullanılan, CCD mozaiği gökyüzünde yaklaşık 0.29 derece karelik bir alan görür. CCD mozaiğinin kullanılmasındaki amaç, gökyüzünde geniş yıldız alanları gözlemek ve buradan Galaksi yapısının ve Evrenin geniş ölçekteki yapısının araştırılmasıdır.



Şekil 3.1: INT teleskobuna ait beş yongadan oluşan CCD mozaiği ve numaralandırılışı.

Çalışmada merkezi koordinatları $\alpha = 22^{h} 39^{m} 00^{s}$, $\delta = 00^{\circ} 00' 00'' (l= 69^{\circ}, b= -49^{\circ}, 2000 yılına göre) olan 9.35 derece karelik SA 114 yıldız alanı kullanılmıştır. Fotometrik şartlara uygun ve şimdiye kadar gözlem verileri indirgenen 2.30 derece karelik alan, UBVRI-INT fotometrisi yardımıyla incelenmiştir. İngiliz ve Hollandalı bilim adamları alanı optik, kırmızı-öte ve radyo dalgalarını kullanarak görüntülemektedir. Alan doğrultusunda yapılan gözlemlerde, Galakside bulunan yeni türden yıldızlar, İnce Disk, Kalın Disk, Halo yıldızları ile büyük kırmızıya kayma gösteren galaksilerde yıldız oluşumu ve Evrenin geniş ölçekteki yapısı araştırılmaktadır. Dört yonga ile görüntülenen alan, bir yıldız alanının "alt alanı" dır ve SA 114 yıldız alanı 54 alt alanın birleşiminden meydana gelir (Tablo 3.1). Her alt alana ait veriler, farklı zamanlarda farklı bandlar (U, B, V, R, I) ile yapılan gözlemlerden elde edilmiştir. Gözlemlerin indirgenmesi, Cambridge Üniversitesi Astronomi Enstitüsü'ndeki uzmanlar tarafından yapılmıştır.$

SA 114 yıldız alanının Nisan 2003 tarihine kadar, UBVRI-INT fotometrisi ile gözlenmiş ve verileri indirgenmiş 20 alt alanı bulunmaktadır (Tablo 3.1). Toplam kaynak sayısı 887 871 dir. Alandaki kaynakların kataloglanmasında bazı kodlar kullanılmıştır: (-9) ışığa doymuş kaynaklar, (-3) nokta kaynak ya da galaksi, (-2), büyük olasılıkla nokta kaynak ya da galaksi, (-1) nokta kaynak, (0) gürültü, (1) galaksi dışı kaynak olarak nitelendirilir. Verilerin seçiminde, güvenilirlik açısından, yalnız (-1) kodu ile gösterilen nokta kaynaklar alınmıştır.

Gözlemlerin fotometrik hatalardan (atmosferik türbülanstan kaynaklanan hatalar, teleskopun bulunduğu kubbe içindeki hava akımlarına bağlı hatalar, teleskoptaki optik bileşenlerdeki hatalar vb.) etkilenip etkilenmediğini araştırmak için her bir alt alanın iki renk diyagramları çizilmiştir. Fotometrik şartları uygun olmayan dokuz alt alan program dışı bırakılmıştır.

Çalışmaya katılan alt alan sayısı:11Çalışma dışı kalan alt alan sayısı:9Çalışmaya katılan kaynak sayısı:4572Çalışma dışı kalan kaynak sayısı:3613

Alt Alan No	α	δ	Gözlem Tarihi	Not
1	22:34:39.90	-01:20:00.00		x
2	22:34:39.90	-01:00:00.00		x
3	22:34:39.90	-00:40:00.00		x
4	22:34:39.90	-00:20:00.00		×
5	22:34:39.90	+00:00:00.00		×
6	22:34:39.90	+00:20:00.00		x
7	22:34:39.90	+00:40:00.00		×
8	22.34.39.90	+01.00.0000		×
9	22:34:39.90	+01.20.0000		x
10	22:36:47.90	-01:20:00:00		x
11	22:36:47.90	-01:00:00.00		×
12	22:30:47:90	-00:40:00.00		×
12	22:30:47:90	-00.40.00.00	30.08.1998 - 04.08.2002	\checkmark
13	22.30.47.90	+00.20.00.00	50:08:1998 - 04:08:2002	×
14	22.30.47.90	+00.00.00.00	30.08.1008 04.08.2002	\checkmark
15	22.30.47.90	+00.20.00.00 +00.40.00.00	03 00 1008 06 06 2002	· ·
10	22.30.47.90	+00.40.00.00	03-09-1998-00.00.2002	~
17	22.30.47.90	+01.00.00.00		~
18	22:30:47.90	+01.20.00.00		× v
19	22.38.30.00	-01.20.00.00		~
20	22:38:50.00	-01:00:00.00		×
21	22:38:56.00	-00:40:00.00		x
22	22:38:56.00	-00:20:00.00		x
23	22:38:56.00	+00:00:00.00		×
24	22:38:56.00	+00:20:00.00	30.08.1998 - 05.08.2002	V
25	22:38:56.00	+00:40:00.00	03.09.1998 - 05.08.2002	√
26	22:38:56.00	+01:00:00.00		x
27	22:38:56.00	+01:20:00.00		x
28	22:41:04.00	-01:20:00.00		x
29	22:41:04.00	-01:00:00.00		x
30	22:41:04.00	-00:40:00.00		x
31	22:41:04.00	-00:20:00.00		×
32	22:41:04.00	-00:20:00.00		×
33	22:41:04.00	+00:20:00.00	30.08.1998 - 05.08.2002	\checkmark
34	22:41:04.00	+00:40:00.00	03.09.1998 - 07.08.2002	\checkmark
35	22:41:04.00	+01:00:00.00		×
36	22:41:04.00	+01:20:00.00	03.09.1998 - 28.03.2003	\checkmark
37	22:43:12.10	-01:20:00.00		×
38	22:43:12.10	-01:20:00.00		×
39	22:43:12.10	-00:40:00.00		×
40	22:43:12.10	-00:40:00.00	22.10.1998 - 08.08.2002	\checkmark
41	22:43:12.10	+00:00:00.00		×
42	22:43:12.10	+00:20:00.00	22.10.1998 - 06.08.2002	\checkmark
43	22:43:12.10	+00:40:00.00		x
44	22:43:12.10	+01:00:00.00		×
45	22:43:12.10	+01:20:00.00		×
46	22:45:20.10	-01:20:00.00		×
47	22:45:20.10	-01:00:00.00		x
48	22:45:20.10	-00:40:00:00		x
49	22:45:20.10	-00.50.00.00	22 10 1998 - 06 08 2002	\checkmark
50	22:45:20.10	+00.00.00000		x
51	22.45.20.10	+00.20.00.00		x
52	22.45.20.10	+00.20.00.00		x
52	22.43.20.10	+01.00.00000		x
55	22.43.20.10	+01.00.00.00		¥
54	22.45:20.10	±01.20.00.00		~

Tablo 3.1: 54 alt alana ait 2000 yılına göre ekvatoral koordinatlar (α, δ) ve gözlem tarihleri. Son sütundaki (✓) ve (×) işaretleri sırasıyla alt alanın programa katılıp katılmadığını belirtiyor.

3.2. YÖNTEM

Çalışma amacının gerçekleştirilmesinde birçok yeni yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler, Cambridge'teki uzmanların önerilenler ve İstanbul'da geliştirdiklerimizdir.

3.2.1. Model Parametrelerinin Tayininde Uygulanan Yöntem

En iyi model parametrelerinin tayini, Galaksi düzlemine dik doğrultudaki teorik ve gözlemsel verilerin karsılaştırılması ile yapılmıştır. Bu yöntem, Phleps ve diğ. (2000) ın çalışması dikkate alınarak uygulanmıştır. Disk (İnce ve Kalın Disk) yoğunluğunun hesaplanmasında Diske ait yoğunluk kanununda sadece dik doğrultudaki yoğunluğu ifade eden çarpan kullanılmıştır:

$$D_i(z) = n_i \exp(-z/H_i)$$
 (i = 1, 2) (3.1)

Burada, İnce Disk için i=1, Kalın Disk için i=2 alınır. Halo'ya ait yoğunluk hesabında Phleps ve diğ. (2000) ın kullandığı denklem kullanılmıştır:

$$D_{\rm H}({\rm x},z) = n_{\rm H} \left(R/R_{\rm o} \right)^{-7/8} \left[1 - 0.08669 \left(R/R_{\rm o} \right)^{-1/4} \right] \exp\left\{ 10.093 \left[1 - \left(R/R_{\rm o} \right)^{1/4} \right] \right\}$$
(3.2)

Denklemdeki parametreler "Genel Kısımlar" da açıklanmıştır.

3.2.2. Örtüşen Kaynakların Ayrılmasında Kullanılan Yöntem ve Yıldızlararası Sönükleşme

Gözlemciler, alt alan gözlemlerinde homojenliği sağlamak için bir alt alana ait üç numaralı yongayı komşu alt alandaki bir numaralı yonga ile çakışacak şekilde gözlem yaparlar. Bu da, komşu alt alanlarda örtüşmelere neden olur (Şekil 3.2). Örtüşen kaynakları ayırmak için Cambridge Astronomi Enstitüsü'ndeki uzmanların önerdikleri yöntem dikkate alınmıştır. Bu yöntem, iki kaynak arasındaki açısal uzaklık 1 yay saniyesinden küçük olduğunda örtüşen kaynaklar olarak nitelendirilmesine dayalıdır. Şekil 3.3 de alanda örtüşme gösteren kaynakların birbirinden rölatif uzaklıkları yay saniyesi cinsinden verilmiştir. Örtüşmenin en fazla olduğu uzaklık 0.25 yay saniyesi olup bu fark bir yay saniyesine doğru azalmaktadır. Bu da, Cambridge Astronomi Enstitüsündeki uzmanların önerdiği değerle uyum içindedir. Çalışmada bulunan 184 tane örtüşen kaynak program dışı bırakılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.2: Alt alanların örtüşmesine bir örnek; (23#3) konumundaki yonga ile (24#1) konumundaki yonga tamamen çakışmaktadır. Aynı zamanda (23#2) konumundaki yonga ile (24#1) yonga biraz çakışmaktadır ((23#3), 23 üncü alt alanın 3 numaralı yongasını ifade eder).



Şekil 3.3: Örtüşen kaynakların frekans dağılımı.



Şekil 3.4: Çalışmadaki 54 alt alana ait kaynakların dağılımı. Büyük noktalar alt alanların merkezi koordinatları, boş bölgeler programa katılmayan alt alanlar, koyu bölgeler örtüşmelerin olduğu bölgelerdir.

Dalga boyu (λ) ile absorbsiyon katsayıları (R_{λ} / R_{v}) arasındaki ilişkiyi daha iyi ifade etmek için Cox (2000) verilerine en küçük kareler yöntemini kullanarak üçüncü dereceden bir polinom elde edilmiştir:

$$R_{\lambda}/R_{v} = -4.605(10)^{-12}\lambda^{3} + 1.098(10)^{-7}\lambda^{2} - 0.001\lambda + 3.972$$
(3.3)

UBVRI-INT filtrelerinin etkin dalga boyları belirlenerek elde edilen polinomdan R_{λ} / R_{v} değerleri bulunmuştur. $R_{v} = 3.1$ değeri kullanılarak elde edilen R_{λ} değerleri Tablo 3.2 de verilmiştir. Cox (2000) verilerinden elde edilen üçüncü dereceden eğri ve UBVRI bandlarına karşılık gelen değerler Şekil 3.5 de verilmiştir. Bu katsayılar yardımı ile her banda ait A_{λ} absorbsiyon değeri $R_{\lambda} = A_{\lambda} / E(B-V)$ bağıntısından bulunur. Bu katsayılar yardımı bulunmasında renk artığının da elde edilmesi gereklidir.

Kaynaklara ait E(B-V) renk artığı hesabında, Schegel ve diğ. (1998) nin COBE uydusundan elde ettikleri toz haritaları kullanıldı. Çalışmada, yazarların IDL

programlama dilinde geliştirdikleri yazılım sayesinde, alandaki kaynakların Galaktik koordinatlarının hesaplanması ile her bir kaynak için E(B-V) renk artığı bulundu.

Beers ve diğ. (2002), Schegel ve diğ. (1998) nin elde ettiği E(B-V) > 0.1 renk artığı değeri için bir düzeltme yapılmasını önermişlerdir. Buna göre,

$$E_{std}(B-V) = E_{sch}(B-V), \qquad E_{sch}(B-V) \le 0.10 \text{ için}$$
$$E_{std}(B-V) = 0.10 + 0.65[E_{sch}(B-V) - 0.10], \qquad E_{sch}(B-V) \ge 0.10 \text{ için} \qquad (3.4)$$

Burada, $E_{std}(B-V)$ ve $E_{sch}(B-V)$, sırası ile, standart ve Schegel ve diğ. (1998) e ait E(B-V) renk artıklarını gösteriyor. Şekil 3.6 da, SA 114 yıldız alanına ait eş E(B-V) renk artığı Galaktik enlem ve boylamın fonksiyonu olarak konturler halinde verilmiştir.



Şekil 3.5: Dalga boyu - kızarma katsayıları arasındaki ilişki. İçi dolu noktalar Cox (2000) verilerini, yıldız şekilleri ise bu çalışmada kullanılan filtrelere karşılık gelen verileri göstermektedir.

Tablo 3.2: UBVRI-INT bandlarına ait etkin dalga boyu (λ_{etkin}), yarı genişlik ($\Delta\lambda$) ve kızarma katsayıları.

Band	λ _{etkin} (Å)	Δλ (Å)	R (λ)
INT U	3581	638	4.883
KPNO B	4407	1022	3.994
Harris V	5425	975	3.177
Harris R	6380	1520	2.616
INT I	8063		1.879



Şekil 3.6: SA 114 yıldız alanının Galaktik koordinatların fonksiyonu olarak kızarma haritası.

3.2.3. Farklı Türden Kaynakların Ayrılmasında Kullanılan Yöntem

Yıldız alanında gözlenen farklı türden kaynakların ayırımı, kaynakların görüntü çapları ile parlaklıkları arasındaki ilişki dikkate alınarak yapılmaktadır. Kataloğun hazırlanmasında farklı kodların kullanıldığından daha önce bahsedilmişti. Katalogta, (-1) kodu ile gösterilen nokta kaynaklar yıldız olarak sınıflanmıştır. Yukarıda anlatılan yöntem sönük kadirlere doğru iyi sonuçlar vermemektedir. Bertin ve Arnouts (1996) yıldız alanındaki kaynakların sınıflandırılmasında, kaynakların görüntü çapları ile parlaklıkları arasındaki ilişkiyi kullanmışlardır. Bu, "stellarity index (yıldızımsılık indeksi)" parametresi olarak bilinir.

Yıldızımsılık indeksi, parlak kadirlerde 1 değerine yakınken, sönük kadirlere doğru sıfır'a yaklaşır. Yıldızımsılık indeksi 0.8 den büyük olan kaynaklar nokta kaynak yani yıldız olarak sınıflandırılırken bu değerden küçük değere sahip kaynak galaksi olarak sınıflandırılmaktadır. Katalogta (-1) kodu ile gösterilen kaynaklar, yıldızımsılık indeksi 0.8 den büyük olan nokta kaynaklardır. Kaynakların ((U-B)_o-(B-V)_o) iki renk diyagramlarındaki konumundan, "yıldızımsılık" parametresine dayanarak yapılan ayrımın yeterli olmadığı görülüyor (Şek. 3.7a, Şek. 3.8a ve Şek. 3.9a). Bu sebepten, bu yönteme ek olarak Sloan sisteminde kullanılan "simülasyon" yöntemi UBVRI-INT

fotometrisine uyarlanmış ve kaynakların ayırımı yapılarak saf bir yıldız örneği elde edilmiştir (Şek. 3.7b, Şek. 3.8b ve Şek. 3.9b).

Sloan sisteminde (u'-g')_o < 0.5 kadirde olan kaynaklar "galaksi dışı cisimler" olarak nitelendirilmiştir (Chen ve diğ., 2001). Bu aralık UBVRI-INT fotometrisinde (U-B)_o < -0.45 kadire karşılık geliyor. Onun için, (U-B)_o renk indeksi -0.45 kadirden küçük olan tüm kaynaklar galaksi dışı cisim olarak sınıflandırılıp program dışı bırakılmıştır. Sonra, Fan (1999)' ın Sloan sisteminde belirlediği yıldız bölgeleri dikkate alınarak ((U-B)_o-(B-V)_o), ((B-V)_o-(V-R)_o) ve ((B-V)_o-(V-I)_o) iki renk diyagramlarındaki yıldız bölgeleri belirlenmiştir. Bu bölgeler, iki renk diyagramındaki yoğun alanlardır. Şekil 3.7a, 3.8a ve 3.9a diyagramları Fan (1999) a ait simülasyonların uygulanmadan önceki durumu, Şekil 3.7b, 3.8b ve 3.9b deki diyagramlar ise simülasyon sonrası durumu gösteriyor. Çalışmada, son üç diyagramdaki yıldızlar kullanılmıştır.



Şekil 3.7: (a) Katalogtaki (-1) kodlu kaynakların ve (b) Fan (1999) a ait simülasyonların uygulanması sonunda ayrılan, renk indeksi (U-B)_o < -0.45 kadir olan yıldızların ((U-B)_o - (B-V)_o) iki renk diyagramları.



Şekil 3.8: (a) Katalogtaki (-1) kodlu kaynakların ve (b) Fan (1999) a ait simülasyonların uygulanması sonunda ayrılan, renk indeksi (U-B)_o < -0.45 kadir olan yıldızların ((B-V)_o - (V-R)_o) iki renk diyagramları.



Şekil 3.9: (a) Katalogtaki (-1) kodlu kaynakların ve (b) Fan (1999) a ait simülasyonların uygulanması sonunda ayrılan, renk indeksi (U-B)_o < -0.45 kadir olan yıldızların ((B-V)_o - (V-I)_o) iki renk diyagramları.

3.2.4. Mutlak Kadir Tayini

Alan yıldızlarının mutlak kadir tayini, kümelerin renk kadir diyagramları veya yıldızların morötesi artıkları (Laird ve diğ., 1988) dikkate alınarak yapılır. Kümelerden itibaren yapılan mutlak kadir tayininde alan yıldızlarının popülasyon tiplerinin belirlenmesi gerekmektedir. Her bir popülasyon için, o popülasyonu temsil eden metal

bolluğundaki kümenin renk kadir diyagramı kullanılır. Bu durumda, aynı popülasyona ait yıldızlar aynı metal bolluğunda kabul edilir.

Bu çalışmada, bulunması amaçlanan parametreler, mutlak kadirin bir fonksiyonu olarak ifade edileceğinden mutlak kadirin iyi belirlenmesi önem kazanmaktadır. Mutlak kadir tayini için morötesi artığı kullanıldığında popülasyon ayırımına gerek kalmadan her bir yıldızın mutlak kadir tayini yapılmaktadır.

Morötesi artığı metal bolluğunun bir fonksiyonudur. Mutlak kadirin morötesi artığı ile tayin edilmesinin üstünlüğü, her morötesi artığı için (yani her metal bolluğu için) ayrı bir mutlak kadir tayin edilmesidir. UBV fotometri sisteminde morötesi artığı yardımı ile mutlak kadir tayini için önemli bir yöntem Laird ve diğ. (1988) tarafından kullanılmıştır. Bu yönteme göre, UBV fotometrisinde, belirli bir (B-V)_o renk indeksi için mutlak kadiri tayin edilmesi istenen yıldızın $M_v(*)$ mutlak kadiri ile (B-V)_o renk indeksi indeksi aynı olan bir Hyades yıldızının $M_v(H)$ mutlak kadiri arasındaki fark:

$$\Delta M_V^H = \frac{2.31 - 1.04(B - V)_o}{1.594} \left(-0.6888\delta + 53.14\delta^2 - 97.004\delta^3 \right)$$
(3.5)

Burada δ normalleştirilmiş morötesi artığıdır. Bunun anlamı şudur: aynı [Fe/H] metal bolluğunda olan iki yıldızın (B-V)₀ renk indeksleri farklı ise bunların Hyades kümesine göre Δ (U-B) morötesi artıkları aynı değildir. Sandage (1969), (B-V)₀ = 0.6 renk indeksindeki morötesini standart olarak seçmiş ve diğer (B-V)₀ renk indeksindeki yıldızların morötesi artığını, bazı çarpanlar yardımı ile, (B-V)₀ = 0.6 renk indeksindeki morötesi artığını dönüştürmüş yani normalleştirmiştir.

Laird ve diğ. (1988), (3.5) bağıntısının $\delta \le 0.25$ için geçerli olduğunu belirlemişlerdir. Bu değer Carney (1979) in aşağıda verilen dönüşüm formülünde [Fe/H] = -1.75 dex e karşılık geliyor:

$$[Fe/H] = 0.11 - 2.90 \delta - 18.68 \delta^2$$
(3.6)

Laird ve diğ. (1988) Hyades kümesi için,

$$M_v(Hyades) = 5.64 (B-V)_0 + 1.11$$
 (3.7)

bağıntısını kullanmışlardır.

Karaali ve diğ. (2003), mutlak kadir tayini için farklı bir yol izlemişlerdir: Bu yazarlar önce Ryan (1989) kataloğundan UBV verileri ve d uzaklıkları bilinen 1236 yıldız kullanıp bunların $M_v(*)$ mutlak kadirlerini hesaplamışlardır. Sonra yıldızları 0.3 < (B-V)₀ \leq 0.4, 0.4 < (B-V)₀ \leq 0.5, 0.5 < (B-V)₀ \leq 0.6, 0.6 < (B-V)₀ \leq 0.7, 0.7 < (B-V)₀ \leq 0.8, 0.8 < (B-V)₀ \leq 0.9, 0.9 < (B-V)₀ \leq 1.0 ve 1.0 < (B-V)₀ \leq 1.1 renk indeksi aralıklarına ayırmışlar ve her bir aralık için $\Delta M_v = M(*) - M_v(H)$ mutlak kadir farklarını elde etmişlerdir. Belli bir (B-V)₀ renk indeksi aralığındaki yıldızların $\delta_{0.6}$ normalleştirilmiş morötesi artıkları da hesaplandıktan sonra bunlar arasında

$$\Delta M_V = a_3 \delta_{0.6}^3 + a_2 \delta_{0.6}^2 + a_1 \delta_{0.6} + a_o \tag{3.8}$$

şeklinde bir bağıntı bulmuşlardır. a₀, a₁, a₂, a₃ katsayıları Tablo 3.3 de verilmiştir.

Karaali ve diğ. (2003) nin çalışmasında, Hyades'e ait renk kadir diyagramı, $\delta = 0$ için a_0 katsayısının sayısal değeri yaklaşık sıfır olacak şekilde normalleştirilmiştir:

$$M_V^H(nor) = -2.1328(B - V)_o^2 + 8.6803(B - V)_o + 0.305$$
(3.9)

Yukarıda verilen (3.8) ve (3.9) formüllerinin bu çalışmada kullanılan fotometri sistemine uygulanması gerekir. (2.3.2) denkleminden (B-V) = 1.178 (B-V)_{INT} (3.9) da yerine konulursa,

$$M_{INT}^{H}(nor) = -2.9597(B - V)_{INT}^{2} + 10.2254(B - V)_{INT} + 0.305$$
(3.10)

bulunur. Hyades'e ait renk kadir diyagramı (3.7) yerine (3.10) kullanılınca, (3.8) bağıntısı aşağıdaki şekle dönüşmüştür:

$$\Delta M_V^H(nor) = b_3 \delta_{0.6}^3 + b_2 \delta_{0.6}^2 + b_1 \delta_{0.6} + b_o$$
(3.11)

Karaali ve diğ. (2003) tarafından tayin edilen b_0 , b_1 , b_2 , b_3 katsayıları Tablo 3.4 te verilmiştir. Son olarak, (3.11) bağıntısının da yeni sisteme uygulanması gerekiyor. Bunun için $\delta_{0.6}$ morötesi artığının UBVRI-INT sistemindeki eşdeğerinin bulunması gerekir. Karaali ve diğ. (2003) ın uyguladığı yöntemi uygulayalım. (2.3.2) eşitliğinden, B-V=0.6 in $(B-V)_{INT} = 0.509$ olduğu görülüyor. O halde, $\delta_{0.6}$ nin $\delta_{0.509}$ cinsinden ifade edilmesi gerekiyor. (2.3.3) bağıntısını B-V renk indeksleri aynı olan iki yıldız için yazalım. Yıldızlardan biri Hyades kümesine ait, diğeri ise herhangi bir yıldız olsun:

$$[(U-B)_{INT}]_{H} = 0.916(U-B)_{H} + 0.145(B-V)_{H} + 0.106$$

$$[(U-B)_{INT}] = 0.916(U-B) + 0.145(B-V) + 0.106$$

Bu eşitliği taraf tarafa çıkaralım:

$$[(U-B)_{INT}]_{H} - [(U-B)_{INT}]_{*} = 0.916[(U-B)_{H} - (U-B)_{*}]$$

veya,

 $\delta(U-B)_{INT} = 0.916 \, \delta(U-B)$

B-V=0.60 ve $(B-V)_{INT}=0.509$ için

 $\delta_{0.509} = 0.916 \,\delta_{0.6} \tag{3.12}$

bulunur. Buradan,

$$\delta_{0.6} = 1.092 \,\delta_{0.509} \tag{3.13}$$

(3.11) de yerine koyulursa,

$$\Delta M_{INT}^{H}(nor) = b_3 (1.092\delta_{0.509})^3 + b_2 (1.092\delta_{0.509})^2 + b_1 (1.092\delta_{0.509}) + b_0$$

veya, kısaltma yapılırsa,

$$\Delta M_{INT}^{H}(nor) = 1.302b_{3}\delta_{0.509}^{3} + 1.192b_{2}\delta_{0.509}^{2} + 1.092b_{1}\delta_{0.509} + b_{o}$$

$$\Delta M_{V}^{H}(nor) = c_{3}\delta_{0.509}^{3} + c_{2}\delta_{0.509}^{2} + c_{1}\delta_{0.509} + c_{o} \qquad (3.14)$$

elde edilir. $c_0 = b_0$, $c_1 = 1.092b_1$, $c_2 = 1.192b_2$, $c_3 = 1.302b_3$ ve c_0 , c_1 , c_2 ve c_3 Tablo 3.5 te verilmiştir.

(B-V) ₀	a ₃	a ₂	a ₁	ao
(0.3 - 0.4]	-32.1800	+15.9370	+1.7350	-0.0177
(0.4 - 0.5]	-15.3820	+3.7188	+4.4850	+0.0022
(0.5 - 0.6]	+3.9109	-4.8075	+5.3847	+0.0134
(0.6 - 0.7]	-11.1700	-0.3015	+5.0281	+0.0153
(0.7 - 0.8]	+0.1049	-3.6157	+4.6196	-0.0144
(0.8 - 0.9]	-22.5350	+0.1109	+3.4469	-0.0203
(0.9 - 0.10]	-24.9710	+7.2916	+2.0269	+0.0051
(0.10 - 0.11]	-7.4029	+4.2761	+1.2638	-0.0047

Tablo 3.3: (3.8) denklemindeki a₀, a₁, a₂ ve a₃ katsayılarının sayısal değerleri.

Tablo 3.4: (3.11) eşitliğindeki b₀, b₁, b₂ ve b₃ katsayılarının sayısal değerleri.

(B-V) ₀	b ₃	b ₂	b ₁	bo
(0.25 - 0.35]	-32.2100	15.9910	1.7204	-0.022
(0.35 - 0.44]	-0.7996	-4.8925	5.7294	-0.0185
(0.44 - 0.52]	4.0892	-4.9012	5.3935	0.0113
(0.52 - 0.60]	-11.1470	-0.3231	5.0306	0.0143
(0.60 - 0.68]	0.4570	-3.7437	4.6148	-0.0134
(0.68 - 0.75]	-2.2535	0.1109	3.4469	-0.0193
(0.75 - 0.83]	-3.9237	0.9819	2.4113	0.0148
(0.83 - 0.90]	8.8013	-4.1600	2.4237	-0.0347

Tablo 3.5: (3.14) eşitliğindeki c_0 , c_1 , c_2 ve c_3 katsayılarının sayısal değerleri.

(B-V) ₀	c ₃	c ₂	c ₁	c _o
(0.25 - 0.35]	-41.9374	19.0613	1.8787	-0.0220
(0.35 - 0.44]	-1.0411	-5.8319	6.2565	-0.0185
(0.44 - 0.52]	5.3241	-5.8422	5.8897	0.0113
(0.52 - 0.60]	-14.5134	-0.3851	5.4934	0.0143
(0.60 - 0.68]	0.5950	-4.4625	5.0394	-0.0134
(0.68 - 0.75]	-2.9341	0.1322	3.7640	-0.0193
(0.75 - 0.83]	-5.1087	1.1704	2.6331	0.0148
(0.83 - 0.90]	11.4593	-4.9587	2.6467	-0.0347

3.2.5. Metal Bolluğu Tayini

Elektromanyetik tayfın morötesi bölgesinde seçilen bandlar, yıldızların metal bolluğunun ölçülmesine olanak sağlar. ubvy- β (Strömgren, 1966), VBLUW (Walraven ve Walraven 1960, Trefzger ve diğ. 1995), RGU (Buser ve Fenkart, 1990) ve UBV

(Carney, 1979) örnek olarak verilecek fotometri sistemleridir. Çok kullanışlı olan UBV fotometrisinde normalleştirilmiş (δ_{U-B})_{0.6} renk artığı ile [Fe/H] metal bolluğu arasındaki kalibrasyon, farklı araştırmacılar tarafından farklı verilmektedir. Buser ve Kurucz (1992), gerek deneysel (Cameron, 1985 ve Carney, 1979) ve gerekse teorik modellerle (Buser ve Kurucz, 1978; 1985 ve VandenBerg ve Bell, 1985) bulunan bu kalibrasyonların karşılaştırmasını yapmışlardır.

Cayrel de Strobel ve diğ. (2001) yüksek kaliteli spektrumlardan itibaren yıldızların temel parametrelerini, log g, [Fe/H] vb... elde etmişlerdir. Karaali ve ark. (2003), Carney (1979) ve Cayrel de Strobel ve diğ. (2001) verilerini kullanarak Carney (1979) in verdiği metal bolluğu bağıntısını UBV fotometrisi için [Fe/H]= -2.75 dex e kadar geliştirmiştir.

$$[Fe/H] = 0.10 - 2.76 \delta - 24.04 \delta^2 + 30.00 \delta^3$$
(3.14)

Bu bağıntı, (3.13) eşitliği kullanılarak, yani $\delta = 1.092 \delta_{0.509}$ yazılarak UBVRI-INT sistemine dönüştürülmüştür:

$$[Fe/H] = 0.10 - 3.014 \,\delta_{0.509} - 28.667 \,\delta_{0.509}^2 + 39.065 \,\delta_{0.509}^3 \tag{3.15}$$

3.2.6. Limit Kadir Tayini

Alandaki yıldızların görünen parlaklığı $16 < V_o \le 23$ kadir aralığındadır. Galaksiye ait parametrelerin belirlenmesinde yıldız örneğinin net bir şekilde ortaya konması ve limit kadirin belirlenmiş olması gerekir. Şekil 3.10 da SA 114 yıldız alanının 2.30 derece karelik alanında görülen yıldızların V_o histogramı verilmiştir. Yıldızların parlak uçtaki limit parlaklığı 16.75, sönük uçtaki limit parlaklığı ise 21.25 kadir olarak belirlenmiştir.

Alandaki yıldızların (V_o-(B-V)_o) renk kadir diyagramı Şekil 3.11 de verilmiştir. Chen ve diğ. (2001) in çalışmasında olduğu gibi renk kadir diyagramında üç popülasyonun varlığı görülmektedir. Chen ve diğ. (2001) e göre Halo ve Kalın Disk popülasyonlarının dönüm noktaları, sırası ile, (g'-r')_o = 0.20 ve 0.33 (UBVRI-INT fotometrisinde (B-V)_o = 0.35 ve 0.45 kadire karşılık gelir) kadirdir. Popülasyonlara ait dönüm noktaları, Şekil 3.12 teki histogramların çizilmesi ile elde edilmiştir. Şekil 3.12a ve b, sırası ile, 16.75 < V_o ≤ 19.00 ve 19.00 < V_o ≤ 21.25 görünen kadir aralıkları için çizilmiştir. Kalın Diskin dönüm noktası (B-V)_o = 0.53 kadirdir (Şekil 3.12a), Halonun dönüm noktası ise $(B-V)_o = 0.41$ kadir (Şekil 3.12b).



Şekil 3.10: SA 114 yıldız alanına ait (N - V_o) histogramı.



Şekil 3.11: Galaksi dışı cisimler çıkartıldıktan sonraki $V_o - (B-V)_o$ renk kadir diyagramı.



Şekil 3.12: $(B-V)_o$ renk histogramları. (a) Kalın Disk popülasyonuna ait dönüm noktasını (16.75 < $V_o \le 19.00$) ve (b) Halo popülasyonuna ait dönüm noktasını (19.00 < $V_o \le 21.25$) göstermektedir.

3.2.7. Yıldızların Popülasyon Sınıflarına Ayırımı

Çalışmada, yıldızların popülasyon ayırımı için $V_o - (B-V)_o$ renk kadir diyagramı ve yıldızların uzay dağılımları yöntemi kullanılmıştır. Chen ve diğ. (2001) kuzey ve güney Galaktik yarımkürelerde 279 derece karelik bir alanda Sloan fotometrisi ile gözlemiş oldukları 580 000 yıldızdan (g' = 21 limit kadirinde) itibaren oluşturdukları g' – (g'-r')_o renk kadir diyagramlarından Galaksiye ait üç popülasyonu net bir şekilde ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada, Chen ve diğ. (2001) in yöntemlerine ilaveten yıldızların uzay dağılımları da dikkate alınarak yıldızların popülasyon sınıflarına ayırımı daha hassas bir şekilde yapılmıştır. Yeni yöntem, mutlak kadir ve görünen kadirin bir fonksiyonu olarak yıldızların uzay dağılımlarının (N-z diyagramları) incelenmesine dayanmaktadır. Yıldızların istatistiksel olarak yoğun olduğu her bir ardışık mutlak kadir aralığında, $4 < M(V) \le 5, 5 < M(V) \le 6, 6 < M(V) \le 7$, görünen kadir aralığı 16.75 < V_o ≤ 21.25 için N-z diyagramları çizilmiştir (Şek. 3.13, Şek. 3.14 ve Şek. 3.15). Görünen kadir aralıkları istatistiksel olarak eşit sayıda yıldız içeren aralıklara bölünmüştür. Bunlar sırası ile,16.75 < V_o $\le 17.50, 17.50 < V_o \le 18.00, 18.00 < V_o \le 18.50,$ $18.50 < V_o \le 19.00, 19.00 < V_o \le 19.50, 19.50 < V_o \le 20.00, 20.00 < V_o \le 21.25$ dir. Her bir görünen kadir aralığında çizilen N-z diyagramları üzerinde yıldızların Gauss dağılımları gösterdikleri düşünülerek İnce Disk, Kalın Disk ve Halo popülasyon sınıflarına ayırımı yapılmıştır. Bu sınırlar Tablo 3.6 da verilmiştir.

Çalışmada yıldızların popülasyon tiplerinin belirlenmesinde mutlak kadir, görünen kadir ve uzay dağılımlarının eş zamanlı incelenmesi bu ayırımın çok hassas bir şekilde yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu ayırımın hassas olması tezimizde vurgulanan Galaksimize ait yapı parametrelerinin belirlenmesinde çok önemlidir.

M(V)	Saluil No	Vo	İnce Disk	Kalın disk	Halo	
(kadir)	ŞEKII INO	(kadir)	(kpc)	(kpc)	(kpc)	
(6-7]	3.15.a	16.75-17.50	$z \le 1.15$	z>1.15		
	3.15.b	17.50-18.00	$z \le 1.40$	z>1.40		
	3.15.c	18.00-18.50	$z \le 1.60$	z>1.60		
	3.15.d	18.50-19.00	$z \le 1.95$	z>1.95		
	3.15.e	19.00-19.50	$z \le 2.50$	z>2.50		
	3.15.f	19.50-20.00	$z \le 2.80$	z>2.80		
	3.15.g	20.00-21.25		$z \le 6.00$	z > 6.00	
(5-6]	3.14.a	16.75-17.50	$z \le 1.60$	z>1.60		
	3.14.b	17.50-18.00	$z \le 1.80$	$1.80 < z \le 2.60$	z > 2.60	
	3.14.c	18.00-18.50	$z \le 2.20$	$2.20 < z \le 3.00$	z > 3.00	
	3.14.d	18.50-19.00		z ≤4.40	z > 4.40	
	3.14.e	19.00-19.50		z ≤4.00	z > 4.00	
	3.14.f	19.50-20.00		z ≤5.00	z > 5.00	
	3.14.g	20.00-21.25			z > 4.7	
(4-5]	3.13.a	16.75-17.50	$z \le 2.20$	z>2.20		
	3.13.b	17.50-18.00	$z \le 2.50$	$2.50 < z \le 4.00$	z > 4.00	
	3.13.c	18.00-18.50		$z \le 4.20$	z > 4.20	
	3.13.d	18.50-19.00		$z \le 5.50$	z > 5.50	
	3.13.e	19.00-19.50			z > 5.00	
	3.13.f	19.50-20.00			z > 6.00	
	3 13 g	20 00-21 25			z > 7.00	

Tablo 3.6: $4 < M(V) \le 5$, $5 < M(V) \le 6$, $6 < M(V) \le 7$ mutlak kadir aralıklarındaki yıldızların İnce Disk, Kalın Disk ve Halo popülasyonlarına ayırımı. z, Galaksi düzlemine olan uzaklığı gösteriyor.





Şekil 3.14: $5 < M(V) \le 6$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların ardışık V_o görünen kadirlerinin bir fonksiyonu olarak uzay dağılımları. Paneldeki harflerin anlamı Tablo 3.6 de açıklanmıştır.



Şekil 3.15: $6 < M(V) \le 7$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların ardışık V_o görünen kadirlerinin bir fonksiyonu olarak uzay dağılımları. Paneldeki harflerin anlamı Tablo 3.6 de açıklanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. PARAMETRE TAYİNİ İÇİN GEREKLİ VERİLER

Galaksi modellerine ait parametrelerin en iyi şekilde tayini için, örneğin saf yıldızlardan ibaret olması gerekir. Bunun için öncelikle alanımızdaki örtüşen kaynaklar belirlenmiş ve ardından galaksi dışı kaynaklar program dışı bırakılmıştır. Ayrıca yıldızların parlaklık limitlerinin tayini gerekmektedir (3. Malzeme ve Yöntem). Çalışmada parametre tayini, 2.302 derece kare içindeki 1796 tane yıldız için yapılmıştır. Kataloktaki yıldızların parlaklıkları kızarmadan arındırılmış ve mutlak kadir tayini metal bolluğunun bir fonksiyonu olarak yapılmıştır. Yıldızların yoğunluk fonksiyonlarının oluşturulmasında önemli olan uzaklık tayini, Pogson bağıntısı ile hesaplanmıştır:

$$V_o - M(V_o) = 5\log r - 5$$
 (4.1)

Bir yıldızın Galaksi düzlemine olan uzaklığı (z), yıldızın Güneş'e uzaklığı (r) ve yıldızın galaktik enleminin (b) fonksiyonu olarak hesaplanır:

$$z = r \sin b \tag{4.2}$$

Parametre tayininde kullanılan yıldızların uzaklıkların tamlık sınırları içinde olması gerekir. Tamlık sınırları, V_o görünen limit kadirleri (V_o=16.75 ve 21.25 kadir) ile sözü edilen mutlak kadir aralığı (M₁-M₂) için M₁ ve M₂ mutlak kadirlerinden biri göz önüne alınarak bulunmuştur. En parlak V_o limit kadiri ve parlak mutlak kadiri (M₁), (4.1) eşitliğinde kullanılarak en yakın yıldızların üst tamlık sınırları elde edilmiştir. En sönük V_o limit kadiri ve sönük mutlak kadirin (M₂) nin aynı eşitlikte kullanılması ile de uzak yıldızlar için alt tamlık sınırı elde edilmiştir. V_o limit görünen kadirlerin belirlenmesi ile ilgili bilgiler Bölüm 3 de bahsedilmişti.

Tayin edilen yerel (Güneş civarındaki) yoğunluk değerlerinin Hipparcos'a ait yoğunluk değerleri (Jahreiss ve Wielen, 1997) ile karşılaştırılması gerekir. Bunun için bu

çalışmadaki mutlak kadirler, Hipparcos yoğunluklarının verildiği M(V) mutlak kadir cinsinden ifade edilmelidir. Bunun için, önce Bölüm 2 de verilen (2.3.1) dönüşüm formülü yardımı ile M(V) ve sistemimizdeki $M(V_H)$ mutlak kadirleri arasındaki aşağıdaki bağıntı yazılmıştır:

$$M(V_{\rm H}) = M(V) + 0.006 \,(\text{B-V})_{\rm o} \tag{4.3}$$

Sonra, Cox (2000) un $4 \le M(V) \le 9$ aralığındaki cüce yıldızların $M(V) - (B-V)_0$ arasında, aşağıda verilen ilişkisi kullanılmıştır (Şekil 4.1):

$$M(V) = 8.564(B-V)^{3} - 25.172(B-V)^{2} + 28.723(B-V) - 5.435$$
(4.4)



Şekil 4.1: UBV sisteminde M(V) - (B-V)_o arasındaki ilişkisi.

Sonuçlar Tablo 4.1 de verilmiştir. Bu tablonun ilk sütununda yer alan veriler UBV sistemindeki M(V) mutlak kadirleri, ikinci sütunda yer alan veriler ise UBVRI-INT fotometrisine ait $M(V_H)$ mutlak kadirlerine aittir:

Tablo 4.1: UBV ve UBVRI-INT sistemine ait mutlak kadirler ve bunlara karşılık gelen Güne	eş
civarındaki yoğunluk değerleri.	

M(V)	M(V _H)	D*(0)
4.0	4.00	7.20
4.5	4.50	7.34
5.0	5.00	7.47
5.5	5.50	7.47
6.0	6.01	7.47
6.5	6.51	7.47
7.0	7.01	7.47

Teorik uzay yoğunlukları ile karşılaştırılan gözlemsel D^* logaritmik uzay yoğunlukları aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır:

$$D^* = \log D + 10$$
 (4.5)

Burada, D = N / $\Delta V_{1,2}$, $\Delta V_{1,2} = (\pi/180)^2 (\Box / 3) (r_2^3 - r_1^3)$, \Box : alanın büyüklüğü (2.302 derece kare), r₁ ve r₂ : $\Delta V_{1,2}$ hacminin limit uzaklıkları ve N de birim hacimdeki yıldız sayısıdır.

4.2. PARAMETRE TAYİNİ

Galaksimize ait model parametreleri, Bölüm 3'te anlatıldığı gibi, Galaksi düzlemine dik doğrultudaki teorik ve gözlemsel yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması ile elde edilmiştir. Model parametrelerinin tayininde, Çelik ve Bilir tarafından geliştirilen "Samanyolu" yazılımı kullanılmıştır. En iyi model seçimi χ^2_{min} istatistiğine dayanır. Parametre tayininde iki farklı yöntem kullanılmıştır:

- Literatürdeki yöntem
- Bölümümüzde kullanılan yöntem

4.2.1. Literatürdeki Yöntemle Parametre Tayini

Çalışmadaki yıldızlar $3 < M(V) \le 8$ mutlak kadir aralığında bulunur. Ancak, Tablo 4.2 den de görüldüğü gibi, $3 < M(V) \le 4$ aralığındaki yıldızlar istatistik için yeterli sayıda değildir. Bu yıldızlarla koyu bölgelerde yer alan ve tamlık sınırı dışında bulunan yıldızlar da istatistiğe katılmamıştır.

 $4 < M(V) \le 8$ mutlak kadir aralığındaki yıldızlara ait, birim mutlak kadirdeki uzay yoğunluk fonksiyonu Tablo 4.2 nin ilk beş sütununda ve Şekil 4.2 de verilmiştir. Bu fonksiyonla İnce Disk, Kalın Disk ve Halo popülasyonlarına ait değerlerin toplamından ibaret olan teorik uzay yoğunlukları karşılaştırılmış ve en iyi uyum sağlayanı tespit edilmiştir. Şekil 4.2 deki eğri en iyi modeli, Tablo 4.3 teki veriler ise bu karşılaştırmadan elde edilen parametreleri göstermektedir.



Şekil 4.2: $4 < M(V) \le 8$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların teorik ve gözlemsel uzay yoğunluklarının karşılaştırılması.

Tablo 4.3: SA 114 yıldız alanına ait model parametreleri. n, popülasyonlara ait logaritmik yoğunluk H, İnce Disk ve Kalın Diskin yükseklik ölçeği n_i / n₁, İnce Diske göre normalleştirilmiş yerel yoğunluk oranları κ, Haloya ait basıklıktır.

Parametre	İnce Disk	Kalın Disk	Halo
n	$7.41_{-0.09}^{+0.06}$	$6.64_{-0.03}^{+0.04}$	$4.54_{-0.22}^{+0.18}$
Н (рс)	243^{+9}_{-11}	845 ⁺³⁶ ₋₃₂	
\mathbf{n}_{i} / \mathbf{n}_{1} (%)	1	7.90	0.065
к			$0.77^{+0.23}_{-0.17}$

Tablo 4.2: $3 < M(V) \le 8$ mutlak kadir aralığındaki yıldızların D^{*} logaritmik uzay yoğunlukları. Koyu bölgelerdeki yıldızlar istatistiğe katılmamıştır. $<z^*>$: belli bir r₁-r₂ aralığındaki yıldızların galaksi düzlemine olan uzaklıklarının ağırlıklı aritmetik ortalamasıdır. Diğer parametreler metin içinde açıklanmıştır. Uzaklıklar kiloparsek, hacimler pc³ cinsindendir.

				M(V)→	(3-4	[] (4-5]		(5-	6]	(6-	7]	(7-8	8]	
r_{1} , r_{2}	$\Delta \mathbf{V}$	< <u>z</u> *>	Ν	\mathbf{D}^{*}	\mathbf{z}^{*}	Ν	z [*]	Ν	z [*]	Ν	z [*]	Ν	\mathbf{z}^{*}	Ν
0.6 -1.0	1.83 (5)										0.731	1	0.648	14
1.0 -1.5	5.55 (5)								1.112	2	0.985	60	0.951	48
1.5 - 2.0	1.08 (6)	0.985	60	6.03					1.315	26	1.298	93	1.306	34
2.0 - 3.0	4.44 (6)	1.300	64	5.77			1.966	7	1.841	108	1.828	148	1.771	28
3.0 - 4.0	8.65 (6)	1.833	128	5.46			2.710	29	2.580	80	2.606	80	2.517	16
4.0 - 5.0	1.43 (7)	2.593	80	4.97	3.670	1	3.374	32	3.362	58	3.336	53	3.353	5
5.0 - 6.0	2.13 (7)	3.355	72	4.70			4.036	29	4.138	45	4.038	30	3.907	1
6.0 - 7.0	2.97 (7)	4.081	52	4.39	4.780	2	4.818	23	4.823	49	4.838	26	4.918	1
7.0 - 8.0	3.95 (7)	4.826	49	4.22	5.854	2	5.554	25	5.598	46	5.592	15		
8.0 - 10.0	1.14 (8)	5.583	36	3.95	6.487	8	6.638	47	6.706	81	6.525	26		
10.0 - 12.0	1.70 (8)	6.681	64	3.75	7.932	7	8.216	30	8.108	57	7.840	5		
12.0 - 14.0	2.37 (8)	8.145	44	3.41	9.540	7	9.709	46	9.688	36				
14.0 - 16.0	3.16 (8)	9.700	41	3.24	11.212	5	11.179	51	11.072	17				
16.0 - 18.0	4.06 (8)	11.152	34	3.03	12.767	12	12.551	35	12.515	6				
18.0 - 20.0	5.07 (8)	12.551	35	2.94	14.120	9	14.118	30						
20.0 - 24.0	1.36 (9)	14.118	30	2.77	16.566	12	16.185	19						
24.0 - 28.0	1.90 (9)				19.092	14	19.611	2						
28.0 - 36.0	5.77 (9)				23.870	17								
	Toplam		1796			96		405		611		537		147

Tablo 4.3 teki parametrelerden oluşan model ile $4 < M(V) \le 5$, $5 < M(V) \le 6$ ve $6 < M(V) \le 7$ mutlak kadir aralıklarındaki gözlemsel D^{*} yoğunluklarının karşılaştırılması Şekil 4.3 te verilmiştir ($7 < M(V) \le 8$ mutlak kadir aralığı için bir tek yoğunluk değeri hesaplanabildiğinden karşılaştırma yapılmamıştır). Her üç aralık için de bir uyum vardır. Ayrıca bu karşılaştırmadan elde edilen ve Tablo 4.4 te verilen ışıma gücü de Hipparcos'a (Jahreiss ve Wielen, 1997) ait ışıma gücü ile uyuşmaktadır.



Şekil 4.3: Tablo 4.3 teki parametrelerden oluşan model ile $4 < M(V) \le 5$ (a), $5 < M(V) \le 6$ (b) ve $6 < M(V) \le 7$ (c) mutlak kadir aralıklarındaki gözlemsel D^{*} uzay yoğunluklarının karşılaştırılması.

Tablo 4.4: Üç mutlak kadir aralığı için, Şekil 4.3 teki karşılaştırmadan elde edilen ışıma gücü fonksiyonu (D^*) ile Hipparcos'a ait ışıma gücü fonksiyonu (\odot). s: standart sapmayı gösterir.

M(V)	D*	S	۲
(4-5]	7.30	0.19	7.34
(5-6]	7.45	0.10	7.47
(6-7]	7.37	0.18	7.47

4.2.2. Bölümümüzde Kullanılan Yöntemle Parametre Tayini

Galaksimizde İnce Disk, Kalın Disk ve Halo olmak üzere üç popülasyonun varlığı bilinmektedir. Popülasyon ayırımının farklı bir yöntem kullanarak hassas bir şekilde yapıldığı Bölüm 3 te bahsedilmişti. İnce Disk yıldızlarının etkin olduğu mutlak kadir aralıkları 4 < $M(V) \le 5$, 5 < $M(V) \le 6$ dır. Kalın Disk ve Halo yıldızları ise 4 < $M(V) \le 5$, 5 < $M(V) \le 6$ ve 6 < $M(V) \le 7$ mutlak kadir aralıklarında etkindir. Bu

popülasyonlardaki yıldızların uzaklıklara göre dağılımları Tablo 4.5, 4.6 ve 4.7 de verilmiştir. Tablodaki koyu bölgeler tamlık sınırının dışında kalmış ya da istatistiğe katılmayan bölgeleri gösteriyor. Parametre tayini için burada izlenen yöntem yukarıda belirtilenden farklıdır: Her popülasyon için ve bu popülasyondaki her mutlak kadir aralığı için uzay yoğunluk fonksiyonları tayin edilmiş ve bunlara karşılık gelen teorik uzay yoğunluk fonksiyonu ile karşılaştırılmıştır. Gözlemsel uzay yoğunluk fonksiyonları tayin edilmiş ve bunlara karşılık gelen teorik uzay yoğunluk fonksiyonu ile karşılaştırılmıştır. Gözlemsel uzay yoğunluk fonksiyonları ve en iyi uyuştuğu model eğrileri İnce Disk, Kalın Disk ve Halo için sırası ile Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6 da verilmiştir. Modellere ait parametreler Tablo 4.8 de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, parametreler mutlak kadirin bir fonksiyonudur. Örneğin, en çok tartışılan Kalın Disk ve İnce Diskin yerel yoğunluk oranları en parlak mutlak kadir aralığından en sönük aralığa kadar %3.5, %5 ve % 9.8 şeklinde artarken Kalın Diske ait yükseklik ölçeği aynı mutlak kadir aralıkları için 941, 918 ve 763 pc şeklinde azalıyor. Bu konu ile ilgili daha çok bilgi "Tartışma ve Sonuç" bölümünde verilecektir.

Tablo 4.5: İnce Disk popülasyonuna ait yıldızların farklı mutlak kadir aralıkları için uzaklığa göre dağılımı. Uzaklıklar kpc cinsinden, z: Galaksi düzlemine ait uzaklık, N: yıldız sayısını göstermektedir.

	-					
M(V) →	$\overline{\mathrm{M}(\mathrm{V})} \rightarrow \qquad (4-5)$		(5-6]		(6-7]	
r ₁ - r ₂	Z	Ν	Z	Ν	Z	Ν
1.00 - 1.25					8.50	19
1.25 - 1.50			1.11	2	1.04	42
1.50 - 1.75			1.21	10	1.20	34
1.75 - 2.00			1.38	16	1.40	32
2.00 - 2.25			1.59	25	1.56	21
2.25 - 2.50	1.78	1	1.77	14	1.80	8
2.50 - 2.75	1.91	4	1.95	8	1.95	11
2.75 - 3.00	2.10	1	2.15	5	2.13	7
3.00 - 3.50					2.36	11
3.50 - 4.00					2.69	6
Toplam		6		80		191

$M(V) \rightarrow$	(4-	5]	(5-	6]	(6-	.7]
r ₁ - r ₂	Z	Ν	Z	Ν	Z	Ν
1.50 - 1.75					1.21	17
1.75 - 2.00					1.46	10
2.00 - 2.25			1.66	6	1.59	29
2.25 - 2.50			1.77	15	1.76	24
2.50 - 2.75			1.96	20	1.95	22
2.75 - 3.00	2.24	1	2.16	15	2.15	26
3.00 - 3.50	2.49	11	2.39	40	2.42	25
3.50 - 4.00	2.84	18	2.77	40	2.79	38
4.00 - 4.50	3.17	14	3.19	22	3.19	29
4.50 - 5.00	3.54	18	3.56	25	3.51	24
5.00 - 6.00	3.97	23	4.08	27	4.04	30
6.00 - 7.00	4.77	14	4.68	18	4.69	13
7.00 - 8.00	5.37	6				
Toplam		105		228		290

Tablo 4.6: Kalın Disk popülasyonuna ait yıldızların farklı mutlak kadir aralıkları için uzaklığa göre dağılımı (semboller Tablo 4.5 teki gibidir).

Tablo 4.7: Halo popülasyonuna ait yıldızların farklı mutlak kadir aralıkları için uzaklığa göre dağılımı (semboller Tablo 4.5 teki gibidir).

M(V) →	(4-5	5]	(5-0	6]	(6-	7]
r ₁ - r ₂	Z	Ν	Z	Ν	Z	N
4.0 - 4.5			3.20	8		
4.5 - 5.0			3.42	3		
5.0 - 6.0	4.31	6	4.23	18		
6.0 - 7.0	4.90	9	4.91	31	4.98	13
7.0 - 8.0	5.61	19	5.60	46	5.59	15
8.0 - 10.0	6.64	47	6.71	81	6.53	26
10.0 - 12.5	8.49	43	8.24	65	7.84	5
12.5 - 15.0	10.32	58	10.10	39		
15.0 - 17.5	11.99	55	12.04	12		
17.5 - 20.0	13.97	36	-			
20.0 - 25.0	16.19	19				
25.0 - 30.0	19.61	2				
Toplam		294		303		59



Şeki1 4.4: İnce Disk yıldızlarına ait gözlemsel ve teorik uzay yoğunluklarının karşılaştırılması. (a) $5 < M(V) \le 6$ ve (b) $6 < M(V) \le 7$ için.



Şeki1 4.5: Kalın Disk yıldızlarına ait gözlemsel ve teorik uzay yoğunluklarının karşılaştırılması. (a) $4 < M(V) \le 5$, (b) $5 < M(V) \le 6$ ve (c) $6 < M(V) \le 7$ için.



Şekil 4.6: Halo yıldızlarına ait gözlemsel ve teorik uzay yoğunluklarının karşılaştırılması. (a) $4 < M(V) \le 5$, (b) $5 < M(V) \le 6$ ve (c) $6 < M(V) \le 7$ için.

M(V)		(4-	5]			(5-6]						(6-7]			
	n _i	H _i (pc)	к	n _i /n ₁ (%)	χ^2_{min}	n _i	H _i (pc)	к	n _i /n ₁ (%)	χ^2_{min}	n _i	H _i (pc)	к	n _i /n ₁ (%)	χ^2 min
TN					-	7.45	$326{}^{+13}_{-13}$		1	22283	$7.43^{+0.05}_{-0.05}$	339^{+11}_{-9}		1	40284
ТК	$5.88^{+0.07}_{-0.07}$	941_{-39}^{+44}		3.5	2516	$6.13^{+0.06}_{-0.06}$	$918{}^{+52}_{-46}$		5	1191	$6.42^{+0.07}_{-0.07}$	$763 {}^{+48}_{-39}$		9.8	30195
Н	$4.01^{+0.07}_{-0.07}$		1	0.047	263	$4.64_{-0.10}^{+0.09}$		$0.57^{+0.06}_{-0.05}$	0.15	1661	$4.14_{-0.02}^{+0.02}$		$0.61_{-0.02}^{+0.02}$	0.05	33

Tablo 4.8: İnce Disk, Kalın Disk, Haloya ait model parametreleri (tanımlar Tablo 4.3 teki gibidir). Tabloda, parametrelere ait en küçük χ² değerleri ve hatalar da verilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Johnson-Morgan-Cousins fotometri sisteminden biraz farklı olan UBVRI-INT geniş band fotometrisi kullanılarak Galaksimize ait model parametreleri tayin edilmiştir. Adı geçen sistem ilk defa bu çalışmada kullanılmaktadır. Yeniliğimiz sadece bundan ibaret değildir. Yıldızların farklı popülasyonlara, yani İnce Disk (Pop I), Kalın Disk (Ara Pop II) ve Halo (Pop II) ye ayrılmasında ve mutlak kadir hesabında, Bölümümüzce literatüre yeni kazandırılan yöntemler kullanılmıştır (Karaali ve diğ., 2003 ve Karaali ve diğ., 2004). Model parametrelerinin tayininde ise hem literatürdeki yöntem ve hem de Bölümümüzde kullanılan yeni bir yöntem kullanılmıştır.

Literatürdeki önemli çalışmaların sonuçları Tablo 2.2, bu çalışmada elde edilen sonuçlar ise Tablo 4.3 ve Tablo 4.8 de özetlenmiştir. Popülasyon ayırımı yapılmadan bulunan parametreleri içeren Tablo 4.3 deki değerlerle Tablo 2.2 deki değerler uyum içindedir. Özellikle, araştırıcıların yakın ilgisini çeken, Kalın Diske ait yükseklik ölçeği 845 pc ve (İnce Diske göre) yerel yoğunluk değeri, %7.9 güncel değerlerdir. Gözlemsel uzay yoğunlukları ile teorik uzay voğunluklarının her bir popülasyon için ayrı ayrı karşılaştırıldıkları durumda elde edilen ve Tablo 4.8 de verilen model parametrelerini de literatürde bulmak mümkündür. Ancak bu tablo bize daha çok bilgi vermektedir: Farklı mutlak kadir aralıkları için bulunan parametrelerin birbirinden farklı olduğunu, başka bir ifade ile, model parametrelerinin mutlak kadirin, dolayısı ile tayf türünün ve kütlenin bir fonksiyonu olduğunu söylemektedir. Örneğin, Kalın Diskin yükseklik ölçeği, en parlak mutlak kadir aralığından en sönüğe doğru, 941 pc, 918 pc ve 763 pc şeklinde azalırken aynı popülasyona ait yerel uzay yoğunluğu (İnce Diske göre) %3.5, %5 ve %9.8 şeklinde artmaktadır. Bütün bu değerler literatürde vardır. Bu üç mutlak kadir aralığı için, Kalın Disk'in yükseklik ölçeğinin ortalama değeri 874 pc olup Tablo 4.3 deki 845 pc lik değere yakındır. Yine bu üç mutlak kadir aralığı için, Kalın Diskin yükseklik ölçeğinin değişim aralığı 763 - 941 pc, aralık uzunluğu ise 178 pc tir. Benzer durum diğer model parametreleri için de geçerli olup değişim aralığının uzun oluşu, literatürdeki değerlerin ancak ortalama değerler olduğunu, model parametrelerinin her bir mutlak kadir için ayrı ayrı hesap edilmesi gerektiğini gösteriyor.

Tablo 4.3 ve Tablo 4.8 de verilen, İnce Diske ait yerel uzay yoğunluklarının Hipparcos'a ait yerel uzay yoğunlukları ile uyum içinde olması (Tablo 4.8 de, $4 < M(V) \le 5$ için bu değer yıldızların az olması sebebi ile belirlenemedi) bu çalışmada tayin edilen parametrelerin ve bunlar için uygulanan yöntemin doğruluğunu gösteriyor.

Sonuç olarak şunlar söylenebilir :

- 1) Model parametreleri mutlak kadirin, dolayısı ile kütlenin bir fonksiyonudur.
- Model parametrelerinin tayininde yıldızların popülasyon sınıflarına ayrılması ve her bir popülasyona ait parametrelerin ayrı ayrı tayin edilmesi daha doğru sonuçlar verir.
- 3) Mutlak kadir tayininde, literatürde yapıldığı gibi, (her popülasyon için) bir renk kadir diyagramının kullanılması duyarlılık kaybına sebep olur. Bunun yerine, yıldızların mutlak kadirlerinin (Bölümümüzde yapıldığı gibi), morötesi artıklarının bir fonksiyonu olarak, teker teker tayin edilmesi daha duyarlı parametrelerin elde edilmesini sağlar.

KAYNAKLAR

- BECKER, W., 1938, Eine Methode zur Feststellung interstellarer Verfärbung bei sehr lichtschwachen Sternen. Mit 5 Abbildungen, Zeitschrift für Astrophysik, 15, 225.
- BECKER, W., 1965, Versuch einer empirischen Bestimmung der Sterndichte im galaktischen Halo mit Hilfe der Dreifarben-Photometrie. Mit 20 Textabbildungen, Zeitschrift für Astrophysik, 62, 54.
- BEERS, T. C., DRILLING, J. S., ROSSI, S., CHIBA, M., RHEE, J., FUHRMEISTER, B., NORRIS, J. E., VON HIPPEL, T., 2002, Metal Abundances and Kinematics of Bright Metal-poor Giants Selected from the LSE Survey: Implications for the Metal-weak Thick Disk, *Astronomical Journal*, 124, 931-948.
- BERTIN, E., ARNOUTS, S., 1996, SExtractor: Software for source extraction, Astronomy and Astrophysics Supplement, 117, 393-404.
- BUSER, R., 1978, A systematic investigation of multicolor photometric systems. I The UBV, RGU and UVBY systems. II The transformations between the UBV and RGU systems, *Astronomy and Astrophysics*, 62, 411-430.
- BUSER, R., 1978, A Systematic Investigation of Multicolor Photometric Systems. II. The Transformations between the UBV and RGU Systems, *Astronomy and Astrophysics*, 62, 425.
- BUSER, R., FENKART, R. P., 1990, Basic calibrations of the photographic RGU system. III - Intermediate and extreme Population II dwarf stars, *Astronomy and Astrophysics*, 239, 243-259.
- BUSER, R., KURUCZ, R. L., 1978, A systematic investigation of multicolor photometric systems. III. Theoretical UBV colors and the temperature scale for early-type stars, *Astron. Astrophys.*, 70, 555-563.
- BUSER, R., KURUCZ, R. L., 1985, Steps toward a physical calibration of UBV photometry, *IAUS*, 513-517.
- BUSER, R., KURUCZ, R. L., 1992, A library of theoretical stellar flux spectra. I Synthetic UBVRI photometry and the metallicity scale for F- to K-type stars, *Astronomy and Astrophysics*, 264, 557-591.

- BUSER, R., RONG, J., KARAALİ, S., 1998, The new Basel high-latitude field star survey of the Galaxy. I. General introduction, methodology and first analysis, *Astronomy and Astrophysics*, 331, 934.
- BUSER, R., RONG, J., KARAALİ, 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, *Astronomy and Astrophysics*, 348, 98-112.
- CAMERON, L. M., 1985, Metallicities and distances of galactic clusters as determined from UBV-data. I - The effects of metallicity and reddening on the colors of main-sequence stars, *Astronomy and Astrophysics*, 146, 59-66.
- CARNEY, B. W., 1979, Subdwarf ultraviolet excesses and metal abundances, *Astrophysical Journal*, 233, 211-225.
- CAYREL DE STROBEL, G., SOUBIRAN, C., RALITE, N., 2001, Catalogue of [Fe/H] determinations for FGK stars: 2001 edition, *Astronomy and Astrophysics*, 373, 159-163.
- CHEN, B., STOUGHTON, C., SMITH, J. A., UOMOTO, A., PIER, J. R., YANNY, B., IVEZIC, Z., YORK, D. G., ANDERSON, J. E., ANNIS, J., ve SDSS çalışanları, 2001, Stellar Population Studies with the SDSS. I. The Vertical Distribution of Stars in the Milky Way, *Astrophysical Journal*, 553, 184.
- COUSINS, A. W. J., 1978, VRI Photometry of E and F Region Stars, *Monthly Notes of the Astron. Soc. Southern Africa*, 37, 8.
- COX, A. N., 2000, Allen's astrophysical quantities, 4th ed., AIP Press Springer, 0387-987460.
- DE VAUCOULEURS, G., 1948, Recherches sur les Nebuleuses Extragalactiques, Annales d'Astrophysique, 11, 247.
- DEL RIO, G., FENKART, R., 1987, RGU three-colour photometric space densities in a field near the Galactic centre (PLAUT II), compared with different Galaxy models, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 68, 397-417.
- FAN, X., 1999, Simulation of Stellar Objects in SDSS Color Space, Astronomical Journal, 117, 2528-2551.
- FENKART, R., TOPAKTAŞ, L., BOYDAĞ, S., KANDEMİR, G., 1987, RGU-three colour photometry in the anticentre-intermediate latitude field NGC 2420, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 67, 245-260.
- FUKUGITA, M., ICHIKAWA, T., GUNN, J. E., DOI, M., SHIMASAKU, K., SCHNEIDER, D. P., 1996, The Sloan Digital Sky Survey Photometric System, *Astronomical Journal*, 111, 1748.
- GILMORE, G., REID, N., 1983, New light on faint stars. III Galactic structure towards the South Pole and the Galactic thick disc, *Royal Astronomical Society, Monthly Notices*, 202, 1025-1047.

- GILMORE, G., 1984, New light on faint stars. VI Structure and evolution of the Galactic spheroid, *Royal Astronomical Society, Monthly Notices*, 207, 223-240.
- JOHNSON, H. L., MORGAN, W. W., 1953, Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the Yerkes spectral atlas, *Astrophys. J.*, 117, 313.
- KARAALİ, S., 1994, A new method for the determination of the population types of field stars, *Astron. Astrophys. Suppl.*, 106, 107-117.
- KARAALİ, S., BİLİR, S., 2002, New Metallicty Calibration for Dwarfs for the RGU-Photometry, *Turkish Journal of Physics*, 26, 427-434.
- KARAALİ, S., KARATAŞ, Y., BİLİR, S., AK, S. G., HAMZAOĞLU, E., 2003, A New Procedure for the Photometric Parallax Estimation, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 20, 270-278.
- KARAALİ, S., AK, S. G., BİLİR, S., KARATAŞ, Y., GILMORE, G., 2003, A chargecoupled device study of high-latitude Galactic structure: testing the model parameters, *Monthly Notice of the Royal Astronomical Society*, 343, 1013-1024.
- KARAALİ, S., BİLİR, S., 2003, Özel Bilgi.
- KARAALİ, S. BİLİR, S., HAMZAOĞLU, E., 2004, R.A.S. Monthly Notices (Accepted).
- KUIJKEN, K., GILMORE, G., 1989, The Mass Distribution in the Galactic Disc Part Three the Local Volume Mass Density, *R.A.S. Monthly Notices*, 239, 651.
- LAIRD, J. B., CARNEY, B. W., LATHAM, D. W., 1988, A survey of proper-motion stars. III - Reddenings, distances, and metallicities, *Astronomical Journal*, 95, 1843-1875.
- LANDOLT, A. U., 1992, UBVRI photometric standard stars in the magnitude range 11.5-16.0 around the celestial equator, *Astronomical Journal*, 104, 340.
- LARSEN J. A., 1996, Galactic Structure from the APS Catalog of POSS I, Bulletin of the American Astronomical Society, 28, 1350.
- OJHA, D. K., BIENAYMÉ, O., MOHAN, V., ROBIN, A. C., 1999, New surveys of UBV photometry and absolute proper motions at intermediate latitude, *Astronomy and Astrophysics*, 351, 945.
- PHLEPS, S., MEISENHEIMER, K., FUCHS, B., WOLF, C., 2000, CADIS deep star counts: Galactic structure and the stellar luminosity function, Astronomy and Astrophysics, 356, 108-117.
- REID, N., MAJEWSKI, S. R., 1993, Star counts redivivus. I A new look at the galaxy at faint magnitudes, *Astrophysical Journal*, 409, 635-662.
- ROBIN, A., CRÉZÉ, M., 1986, Stellar populations in the Milky Way A synthetic mod, *Astronomy and Astrophysics*, 157, 71-90.

- ROBIN, A. C., HAYWOOD, M., CRÉZÉ, M., OJHA, D. K., BIENAYME, O., 1996, The thick disc of the Galaxy: sequel of a merging event, *Astronomy and Astrophysics*, 305, 125.
- 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, *Astronomy and Astrophysics*, 359, 103-112.
- RYAN, S. G., 1989, Subdwarf studies. I UBVRI photometry of NLTT stars, *Astronomical Journal*, 98, 1693-1767.
- SANDAGE, A., 1969, New subdwarfs. II. Radial velocities, photometry, and preliminary space motions for 112 stars with large proper motion, *Astrophysical Journal*, 158, 1115.
- 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, *Astrophysical Journal*, 500, 525.
- SIEGEL, M. H., MAJEWSKI, S. R., REID, I. N., THOMPSON, I. B., 2002, Star Counts Redivivus. IV. Density Laws through Photometric Parallaxes, *Astrophysical Journal*, 578, 151.
- STRÖMGREN, B., 1966, Spectral Classification Through Photoelectric Narrow-Band Photometry, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 4, 433.
- TREFZGER, CH. F., PEL, J. W., GABİ, S., 1995, Walraven VBLUW photometry in Basel halo fields. II. Metallicity distribution of F- and G-stars in the direction of SA 141 (South Galactic Pole), *Astronomy and Astrophysics*, 304, 381.
- TRITTON, K. P., MORTON, D. C., 1984, A deep optical survey of a small region in Aquarius. I Stellar photometry and galactic structure, *Royal Astronomical Society*, *Monthly Notices*, 209, 429-447.
- WALRAVEN, TH., WALRAVEN, J. H., 1960, A new photo-electric method of classification of luminosity and spectral type for O-and B-type stars, *Bull. Astron. Inst. Netherlands*, 15, 67.
- VANDENBERG, D. A., BELL, R. A., 1985, Theoretical isochrones for globular clusters with predicted BVRI and Stromgren photometry, *Astrophysical Journal Supplement Series*, 58, 561-621.
- VON HIPPEL, T., BOTHUN, G. D., 1993, A method for obtaining the age and scale height of the thick disk from faint Stromgren photometry, *Astrophysical Journal*, 407, 115-125.
- YAMAGATA, T., YOSHII, Y., 1992, UBV starcounts in SA 54 and global structure of the Galaxy, *Astronomical Journal*, 103, 117-130.
- YOSHII, Y., 1982, Density Distribution of Faint Stars in the Direction of the North Galactic Pole, *Astron. Soc. Of Japan. Publications*, 34, 365.

YOSHII, Y., ISHIDA, K., STOBIE, R. S., 1987, Galactic structure towards the North Galactic Pole based on an analysis of UBV star-count data, *Astronomical Journal*, 93, 323-337.

ÖZGEÇMİŞ

Adı:	ESMA	
Soyadı:	YAZ	
Doğum Tarihi:	18 / 06 / 1977	
Doğum Yeri:	İSTANBUL	
Öğrenim		
Üniversite	: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi	
	Astronomi ve Uzay Bilimleri	(1996 - 2000)
Yüksek Lisans	: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	
	Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı	(2001 -)

Yabancı Dil: İngilizce

Katıldığı Toplantılar

01) XI. Ulusal Astronomi Kongresi, 7-10 Ağustos 1999, Fırat Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Elazığ.

02) XII. Ulusal Astronomi Toplantısı, 4-8 Eylül 2000, Ege Üniversitesi, İzmir.

Katıldığı Eğitim Programları

01) İstanbul Üniversitesi Rehberlik, Danışmanlık ve Sosyal Destek Birimi Danışman Eğitim Programı "İletişim Teknikleri", 2002, İstanbul Üniversitesi.



