



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN FOTOMETRİK İNCELENMESİ

İnci AKKAYA ORALHAN

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı

Danışman

Doç.Dr. Yüksel KARATAŞ

Prof.Dr. William J. SCHUSTER

Nisan, 2012

İSTANBUL

Bu çalışma 11.04.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı Astronomi ve Uzay Bilimleri programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Doç.Dr. Yüksel Karataş
(Danışman)

İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof.Dr. İbrahim küçük

Erciyes Üniversitesi
Fen Fakültesi



Doç.Dr. Selçuk Bilir

İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof.Dr. Günay Taş

Ege Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof.Dr. Serap Ak
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

ÖNSÖZ

Doktora ders ve tez çalışmalarım boyunca tüm çaba ve emeklerini benden esirgemeyen ve engin bilgi birikimi sayesinde kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Doç. Dr. Yüksel KARATAŞ'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tezde kullanılan tüm verilerin eldesi ve bunların analizinde, bize büyük katkı sağlayan, zaman zaman görüş ve tecrübelerini bizimle paylaşan ikinci danışmanım Prof. Dr. William John SCHUSTER'e teşekkürü bir borç bilirim. Küme verilerinin indirgenmesinde katkıları olan Raul MICHEL'e teşekkür ederim.

Tez süresince değerli yorum ve katkılarını esirgemeyen ve tezin şekillenmesinde önemli katkıları olan TEZ İZLEME KOMİTESİ'ndeki değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Yurtdışında bulunduğum süre içerisinde gözlem desteği aldığım Meksika San Pedro Martir (SPM) Ulusal Astronomi Gözlemevi'ne, burs veren Meksika Hükümetine ve T.C. Milli Eğitim Bakanlığı'na teşekkür ederim.

Lisans öğrenimimin son yıllarından başlayarak şimdiye kadar bana bilimsel anlamda yardımcı olmasının yanısıra, özellikle, bir akademisyen olarak mesleki anlamda örnek aldığım kişiliğinden dolayı sayın hocam Prof. Dr. İbrahim KÜÇÜK'e şükranlarımı sunarım.

Tezim boyunca yardımlarını ve katkılarını gördüğüm 2007-2012 yıllarında görev yapan İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölüm Başkanlarına ve Fen Bilimleri Enstitüsü personeline teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bana en büyük manevi desteği veren sevgili eşime ve çalışırken bana hiç zorluk çıkarmayan, yeni dünyaya getirdiğim sevgili kızıma ve son olarak da benim bu günlere gelmemde emeği geçen aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Nisan, 2012

İnci AKKAYA ORALHAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
TABLO LİSTESİ	X
SEMBOL LİSTESİ	XIII
ÖZET	XIV
SUMMARY	XVI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. AÇIK YILDIZ KÜMELERİ	4
2.2. AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN GÖZLEMSEL ÖZELLİKLERİ.....	15
2.2.1 Spiral Yapı.....	25
2.2.2 Kinematik ve Dinamik	27
2.2.3 Oluşum ve Evrim	28
2.2.4 Yıldızlararası Sönükleşme	29
2.2.5 Gelecekte Beklentiler	30
2.3. GALAKTİK DİSKİN KİMYASAL EVRİMİ: METAL BOLLUĞU GRADİYENTİ VE YAŞ METAL BOLLUĞU İLİŞKİLERİ.....	32
2.3.1 Galaktik Diskin Metal Bolluğu Gradiyentleri	33
2.3.2 Galaktik Diskin Metal Bolluğu Gradiyenti İle İlgili Teorik Modeller	38
2.3.3 [Fe/H]- R_{GC} İlişkisindeki Süreksizlik veya Boşluk	41
2.3.4 Metal Bolluğu Gradiyentinin Yaş Bağımlılığı.....	42
2.3.5 Yaş - Metal Bolluğu Bağıntısı	46
2.3.6 Açık Yıldız Kümelerinden İtibaren Galaktik Diskin Kimyasal Evrimi	48
3. MALZEME VE YÖNTEM	52
3.1. MALZEME	52

3.1.1. Sierra San Pedro Martir (SPM) Gözlemevi Açık Yıldız Küme Taraması: Fotometrik Gözlemler, Veriler ve İndirgeme Teknikleri.....	52
3.1.2. Teorik Yaş Verileri.....	57
3.1.3. Schmidt – Kaler Sıfır Yaş (SYAK) ve Hyades Anakolu	60
3.2 YÖNTEM	64
3.2.1 SAFE Programı ile Açık Yıldız Kümelerinde Küme Üyeliğinin Belirlenmesi.....	64
3.2.2. Açık Yıldız Kümelerinin Temel Astrofiziksel Parametrelerinin Elde Edilmesi: Renk Artığı, Ağır Element Bolluğu, Uzaklık Modülü, Uzaklık ve Yaş.....	67
3.2.2.1 Renk Artığı	67
3.2.2.2. Ağır Element Bolluğu	69
3.2.2.3. Uzaklık Modülü ve Uzaklık.....	78
3.2.2.4. Yaş Tayini.....	79
3.2.2.5. Açık Yıldız Kümelerinin Temel Astrofiziksel Parametrelerine ait Belirsizlikler ve Ortalama Değerin Hesaplanması.....	80
3.2.2.6 Morfolojik Yaş Tayini	82
3.2.3. Uzaklık Göstergeleri Olarak Açık Yıldız Kümelerindeki Kırmızı Yığın Yıldızları	84
3.2.4. Açık Yıldız Kümelerinin Galaksi Merkezinden R_{GC} Uzaklıkları ve Güneş ve Galaksi Merkezli X, Y, Z Kartezyen Koordinatlarının Hesaplanması	85
3.2.5. Açık Yıldız Kümelerinin Temel Astrofiziksel Parametrelerinin Elde Edilmesinde Çift Yıldızların Etkisi	87
3.2.6. Dias (2002, 2010) Kataloğundaki Açık Yıldız Kümelerinin Kızarma, Metal Bolluğu ve Yaş Analizleri.....	90
4. BULGULAR.....	96
4.1. TEZ ÇALIŞMASINDAKİ BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN TEMEL ASTROFİZİKSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	96
4.1.1. Ki 05	96
4.2. AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN ASTROFİZİK PARAMETRELERİNİN LİTERATÜR İLE KARŞILAŞTIRILMASI	101

4.3. 20 AÇIK YILDIZ KÜMESİNİN RENK ARTIĞI DEĞERLERİNİN UZAKLIK, GALAKTİK BOYLAM VE SFD TOZ HARİTA VERİLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	117
4.4. METAL BOLLUĞU GRADİYENTİ VE YAŞ-METAL BOLLUĞU İLİŞKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: CCD UBVRI FOTOMETRİSİYLE BİR BAKIŞ	121
4.5 $R_{\odot}$ SABİTİNİN METAL BOLLUĞU GRADİYENTİNE ETKİSİ	131
4.6 $[Fe/H]-R_{GC}$ İLİŞKİSİNDE SEÇİM ETKİLERİ, YANLILIKLAR VE METAL BOLLUĞU GRADİYENTİNE ETKİLERİ	133
4.7. KÜMELERİN UZAYSAL DAĞILIMI, GALAKTİK BOYLAM İLE METAL BOLLUĞU VE YAŞ ARASINDAKİ İLİŞKİLER	138
4.8. MORFOLOJİK YAŞ İNDEKSLERİ İLE YAŞ TAYİNİ VE EŞYAŞ EĞRİSİ YAŞLARIYLA KARŞILAŞTIRMA.....	143
4.9 KIRMIZI YIĞIN/KIRMIZI DEV YILDIZ VE MAVİ MÜCADELECİ ADAYLARI	146
4.9.1 Kırmızı Yığın/Kırmızı Dev Yıldız Adayları	146
4.9.2. Mavi Mücadeleciler Adayları.....	152
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	154
KAYNAKLAR	163
EKLER.....	176
GALAKSİMİZİN İLK ÇEYREĞİNDE BULUNAN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN TEMEL ASTROFİZİKSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	176
1. NGC 6694	176
2. NGC 6802	180
3. NGC 6866	185
4. NGC 7062	188
GALAKSİMİZİN İKİNCİ ÇEYREĞİNDE BULUNAN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN TEMEL ASTROFİZİKSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	191
1. NGC 436	191
2. NGC 1798	194

3. NGC 1857	197
4. NGC 7142	200
GALAKSİMİZİN ÜÇÜNCÜ ÇEYREĞİNDE BULUNAN BAZI AÇIK YILDIZ	
KÜMELERİNİN TEMEL ASTROFİZİKSEL PARAMETRELERİNİN	
BELİRLENMESİ	203
1. Be 73.....	203
2. Haf 04.....	207
3. NGC 2215	210
4. Rup 01	213
5. Be 35.....	216
6. Be 37.....	219
7. Haf 08.....	222
8. Ki 23	225
9. NGC 2186	228
10. NGC 2304	231
11. NGC 2360	234
ÖZGEÇMİŞ.....	237

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: NGC 4755 genç açık yıldız kümesinin V, (B-V) renk-kadir diyagramı.	7
Şekil 2.2	: Ortak bir M_V , (B-V) ölçeğinde ifade edilen bazı açık yıldız kümelerinin kollarının görünümü.....	8
Şekil 2.3	: $Z=0.004$ ağır element ve $Y = 0.24$ helyum bolluğu için bir yıldız popülasyonuna ait M_V , (B-V) diyagramında teorik eşyaş eğrilerinin görünümü.	9
Şekil 2.4	: Zamanın fonksiyonu olarak ışıma gücü–renk indeksi diyagramında küme yıldızlarının evrimi.....	11
Şekil 2.5	: Bir açık yıldız kümesinin kızarmış V-(B-V) renk–kadir diyagramında, Anakol (AK), Dönüm noktası (DN), Kırmızı Yığın (KY) yıldızları ile Mavi Mücadeleci (MM) yıldızlarının konumlarının yaklaşık olarak gösterilişi.	13
Şekil 2.6	: Bilinen açık yıldız kümelerinin Galaktik enlem ve boylama göre dağılımı	18
Şekil 2.7	: Galaksimizin ilk çeyreğinde optik bir görüntü üzerinde optik olarak görülen açık yıldız kümeleri.....	19
Şekil 2.8	: Güneş’den 800 pc uzaklık değerinde soldan sağa doğru 0.2, 1, 2 ve 3 Gyıl eşyaş eğrileri	20
Şekil 2.9	: Güneş civarında <12 milyon yıl yaşında açık yıldız kümelerin dağılımı.	25
Şekil 2.10	: Galaktik boylamın l ($^{\circ}$) bir fonksiyonu olarak normalize edilmiş sönükleşme değeri.....	29
Şekil 2.11	: $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisi.	34
Şekil 2.12	: Galaksi merkezinin zıt doğrultusunda uzak yaşlı açık kümelerden elde edilen radyal bolluk gradiyenti.	35
Şekil 2.13	: Üç farklı yaş aralığı için açık kümelere $[Fe/H]$ - R_{GC} (kpc) ilişkisine uygulanan lineer fit ve bolluk gradiyentleri.	43
Şekil 2.14	: Farklı yaş aralığı için açık kümelere ait $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisi.	45
Şekil 2.15	: Chen ve diğ. (2003) çalışmasına ait 118 açık yıldız kümesi için $[Fe/H]$ –yaş ilişkisi.	46
Şekil 2.16	: Galaksi merkezinin zıt doğrultusunda yüksek çözünürlüklü spektroskopiye ait beş açık kümenin $[Fe/H]$ değerleri.....	47
Şekil 3.1	: 84 cm ayna çaplı Ritchey-Chrétien teleskopu.	53
Şekil 3.2	: UBVRI filtrelerinin geçirgenlik (duyarlılık) eğrileri.	53

Şekil 3.3	: $Z_{\odot} = 0.019$ ağır element bolluğu için M_V –(B–V) düzleminde 0.5 Gyl ile 5 Gyl arasında teorik eşyaş eğrileri.	59
Şekil 3.4	: Schmidt – Kaler Sıfır Yaş (SYAK)’a göre yıldızların konumları	60
Şekil 3.5	: SK82’ye ait sıfır yaş anakolu (SYAK) ile Hyades anakolunun karşılaştırılması.	61
Şekil 3.6	: (U–B), (B–V) iki renk diyagramında, Hyades ve SK82 anakollarının birbirlerine göre konumu.....	62
Şekil 3.7	: SAFE programında bir açık yıldız kümesinin küme üyeliğinin belirlenmesinde (X, Y) düzlemi ile iki renk ve renk-kadir diyagramlarındaki dağılımı.	66
Şekil 3.8	: (U–B)–(B–V) iki renk diyagramında SK82 cüce ve dev kollarının Be 89 açık yıldız kümesindeki üye yıldızlara göre fiti.	67
Şekil 3.9	: B, A, F, G tipi anakol yıldızları için relatif akı–dalga boyu (nm) grafiğinin UBV fotometrisinin duyarlılık eğrileri ile birlikte gösterilişi.	70
Şekil 3.10	: Metalce zengin Hyades anakolu üzerinde metalce fakir bir yıldız için morötesi artığı $\delta(U-B)$ ve Blanketing vektörü.	71
Şekil 3.11	: Öz hareketleri büyük 112 yıldızın (U–B)–(B–V) renk-renk diyagramı.	72
Şekil 3.12	: NGC 6802 kümesine ait kızarmış (U–B)–(B–V) ve kızarmamış (U–B) ₀ –(B–V) ₀ iki renk diyagramı.....	76
Şekil 3.13	: δV ve δI morfolojik fotometrik indekslerin tanımı	82
Şekil 3.14	: Bir açık yıldız kümesinin Güneş ve Galaksi merkezine göre Galaksimizdeki konumu.....	85
Şekil 3.15	: Güneş ve GM’ye göre koordinat sistemleri	86
Şekil 3.16	: Anakol civarında renk dağılımı.	88
Şekil 3.17	: Anakol ve çift yıldız örneği.....	89
Şekil 3.18	: Dias kataloğundaki 1174 açık yıldız kümesinin (a) $E(B-V) - b(^{\circ})$ ve (b) $E(B-V) - l(^{\circ})$ ilişkisi.	90
Şekil 3.19	: Dias kataloğundaki 1174 açık yıldız kümesinin $E(B-V)_{\text{küme}} - E(B-V)_{\text{SFD},\infty}$ (panel a) ve $E(B-V)_{\text{küme}} - E(B-V)_{\text{SFD}}$ (panel b) ilişkisi.	91
Şekil 3.20	: Dias kataloğundaki metal bolluğu bilgisi mevcut 178 açık yıldız kümesinin metal bolluğu $[Fe/H]$ dağılımı.	92
Şekil 3.21	: Dias kataloğundaki 178 açık yıldız kümesinin $[Fe/H] - R_{GC}$ (kpc) ilişkisi.	93
Şekil 3.22	: Dias kataloğundaki 178 açık yıldız kümesinin yaş-metal bolluğu ilişkisi.	94
Şekil 3.23	: Dias kataloğundaki metal bolluğu mevcut 178 Galaktik açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde dağılımı.	95

Şekil 4.1	: Ki 05 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	99
Şekil 4.2	: 20 açık kümenin renk artığı değerlerinin literatür ile karşılaştırılması.	104
Şekil 4.3	: 20 açık kümenin Z ağır element bolluklarının literatür ile karşılaştırılması	106
Şekil 4.4	: 9 açık kümenin $[Fe/H]_{TEZ}-[Fe/H]_{LIT}$ ilişkisi.....	108
Şekil 4.5	: 20 açık kümenin uzaklık modülü değerlerinin literatür ile karşılaştırılması.	111
Şekil 4.6	: 20 açık kümenin uzaklık değerlerinin literatür ile karşılaştırılması.	113
Şekil 4.7	: 20 açık kümenin yaş değerlerinin literatür ile karşılaştırılması.. ...	115
Şekil 4.8	: 20 açık yıldız kümesinin (a) $E(B-V) - l^o$ ve (b) $E(B-V) - b^o$ ilişkisi.	117
Şekil 4.9	: 20 açık yıldız kümesinin renk artığı değerlerinin SFD toz haritalarından elde edilen $E(B-V)_{SFD, \infty}$ değerleri ile karşılaştırılması.	119
Şekil 4.10	: 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisi.....	122
Şekil 4.11	: 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]-z$ (kpc) ilişkisi.....	126
Şekil 4.12	: 20 açık yıldız kümesine ait yaş-metal bolluğu bağıntısı.	128
Şekil 4.13	: Yaşın fonksiyonu olarak $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ve z (kpc)- R_{GC} (kpc) ilişkisi.	130
Şekil 4.14	: $R_{\odot}$ sabitinin metal bolluğu gradiyentine etkisi.	131
Şekil 4.15	: $R_{\odot} = 7.2$ kpc için 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisi.	134
Şekil 4.16	: $R_{\odot} = 8.5$ kpc için 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisi.	135
Şekil 4.17	: 20 Galaktik açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde Galaksinin spiral kollara göre konumu.	138
Şekil 4.18	: 20 açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde dağılımı.....	140
Şekil 4.19	: Yaşın fonksiyonu olarak z (kpc)- R_{GC} (kpc) ilişkisi.....	141
Şekil 4.20	: 12 açık kümeye ait $\log A - \log A_{TEZ}$ ve $\Delta \log A - \log A_{TEZ}$	144
Şekil Ek-1	: NGC 6694 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları	177
Şekil Ek-2	: NGC 6802 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	182
Şekil Ek-3	: NGC 6866 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları	186
Şekil Ek-4	: NGC 7062 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	190
Şekil Ek-5	: NGC 436 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları	192
Şekil Ek-6	: NGC 1798 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	196
Şekil Ek-7	: NGC 1857 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları..	199
Şekil Ek-8	: NGC 7142 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları..	202
Şekil Ek-9	: Be 73 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	205
Şekil Ek-10	: Haf 04 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	209

Şekil Ek-11	: NGC 2215 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	212
Şekil Ek-12	: Rup 01 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	215
Şekil Ek-13	: Be 35 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları..	218
Şekil Ek-14	: Be 37 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları..	221
Şekil Ek-15	: Haf 08 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	224
Şekil Ek-16	: Ki 23 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	227
Şekil Ek-17	: NGC 2186 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları..	230
Şekil Ek-18	: NGC 2304 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları.	233
Şekil Ek-19	: NGC 2360 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları..	235

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	: Güneş'in Galaksi merkezinden uzaklığına ait literatür değerleri.....	24
Tablo 2.2	: Açık yıldız kümelerinin gözlemsel metal bolluğu gradiyenti	37
Tablo 2.3	: Galaktik diskte diğer cisimlerin gözlemsel metal bolluğu gradiyenti	38
Tablo 2.4	: Açık yıldız kümelerin teorik metal bolluğu gradiyenti	39
Tablo 2.5	: [Fe/H]- R_{GC} ilişkisinde R_{GC} (kpc)'de oluşan boşluk veya süreksizliğe ait literatür değerleri.....	41
Tablo 2.6	: Yaş aralıklarına göre açık yıldız kümelerin gözlemsel metal bolluğu gradiyenti.	44
Tablo 3.1	: UBVRI filtrelerinin ortalama dalgaboyları ve yarıdalgaboyu ($\Delta\lambda$) genişliği	53
Tablo 3.2	: UBVRI Johnson-Cousins filtreleri için verilen ortalama poz süreleri	55
Tablo 3.3	: Standart yıldız alanları için verilen poz süreleri.....	55
Tablo 3.4	: Z ağır element bolluğu ve Y helyum bolluğu değerleri için yaş verileri.	57
Tablo 3.5	: $Z_{\odot} = 0.019$ ağır element bolluğunda $\log A = 6.6$ yaş değeri için UBVRI fotometrisinde yaş verisi.	59
Tablo 3.6	: Gözlemsel SK82 SYAK ve normal dev yıldızlara ait fotometrik (B-V), (U-B) verileri	63
Tablo 3.7	: Hyades anakoluna ait (B-V) ve (U-B) fotometrik verileri.	63
Tablo 3.8	: Diğer renk artıkları için kabul edilen yıldızlararası sönükleşme bağıntıları	68
Tablo 3.9	: Hyades ve metalce fakir kollara ait (B-V) ve (U-B) renkleri.....	73
Tablo 3.10	: [Fe/H] ile fotometrik $\delta(U-B)$ morötesi artışı arasındaki bağıntılar..	74
Tablo 3.11	: Yazarlara göre Hyades'in spektroskopik metal bolluğu [Fe/H] değerleri	74
Tablo 3.12	: $R_{GC} \leq 8.5$ kpc'de Dias kataloğundaki metalce fakir ve zengin kümeler.	94
Tablo 4.1	: $\langle(B-V)_0 \rangle$ değerinde Hyades ve eşmetal eğrisi için $(U-B)_0$ ve $\langle(U-B)_{0,EM} \rangle$, $\delta(U-B)$, $\delta_{0.6}$, [Fe/H], Z değerleri	97
Tablo 4.2	: Ki 05 kümesinin temel parametreleri	100
Tablo 4.3	: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	100
Tablo 4.4	: 20 kümenin E(B-V) renk artışı, metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z), uzaklık modülü ve uzaklık [(V-M _v), d (kpc)], yaş A (Gyıl)'a ait ortalama değerlerin literatür ile karşılaştırılması.....	102
Tablo 4.5	: 20 küme için literatüre ait Z ağır element bolluğuna bağlı olarak seçilen teorik eşyaş eğrisi ve gözlemsel anakollar..	103
Tablo 4.6	: Şekil 4.2- Şekil 4.7'deki temel astrofiziksel parametrelerin literatür değerlerine uygulanan doğrusal fit denkleminde ait istatistik.....	105

Tablo 4.7	: 20 kümeden 9 kümenin metal bolluğu değerlerinin literatür ile karşılaştırılması.....	107
Tablo 4.8	: Uzaklık modülü farkları büyük olan kümelerin teze ve literatüre ait uzaklık modülü, ağır element bolluğu ve renk artışı değerleri.....	112
Tablo 4.9	: $\pm 1\sigma$ dışarısında yer alan kümelerin teze ve literatüre ait uzaklık, uzaklık farkı, ağır element bolluğu ve renk artışı değerleri.....	114
Tablo 4.10	: $\pm 1\sigma$ dışarısında yer alan kümelerin teze ve literatüre ait yaş (Gyıl), ağır element bolluğu ve renk artışı değerleri.	115
Tablo 4.11	: 20 küme ve literatüre ait E(B-V) renk artışı, metal ve ağır element bolluğu, uzaklık modülü ve uzaklık ve yaşa ait ortalama değerler ile R_{GC} (kpc) Galaksi merkezinden uzaklık değerleri.	121
Tablo 4.12	: $[Fe/H] = a R_{GC} + b$ denklemi için a ve b katsayıları, 3 farklı R_{GC} için metal bolluğu gradiyenti değerleri	123
Tablo 4.13	: $[Fe/H]-z$ (kpc) ilişkisinde 20 küme örneği için, Magrini, Lepine ve Dias kataloğundaki küme verilerinden elde edilen bolluk gradiyent değerleri.....	127
Tablo 4.14	: Literatüre ait dikey doğrultudaki metal bolluğu gradiyent değerleri.....	128
Tablo 4.15	: 3 farklı R_{GC} için metal bolluğu gradiyentleri	132
Tablo 4.16	: $R_{\odot} = 7.2$ ve 8.5 kpc Güneş sabitleri için bolluk gradiyentleri.	136
Tablo 4.17	: 20 kümenin Galaktik boylama ve yaşa göre dağılımı.	139
Tablo 4.18	: 12 açık kümenin DN ve KY/KD'ye ait kadir ve renk indeksleri. ..	144
Tablo 4.19	: NGC 6802, NGC 6866, NGC 7062, Ki 05, NGC 1798, NGC 7142, Ru 01, Be 35, Be 37, Haf 08, Ki 23, NGC 2186, NGC 2304, NGC 2360 açık yıldız kümelerinde sınıflandırılan olası KY veya KD adaylarının (α , δ) ekvatorial koordinatları, I V fotometrisi ve d_l , d_v uzaklıkları.....	147
Tablo 4.20	: NGC 7142 kümesinin renk-kadir diyagramlarından sınıflandırılan MM adaylarının, ekvatorial koordinatları ve V, (B-V), (R-I), (V-I), (V-R), (B-R) kadir ve renk indeksi değerleri.....	152
Tablo Ek-1	: NGC 6694 kümesinin temel parametreleri.....	179
Tablo Ek-2	: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	179
Tablo Ek-3	: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	180
Tablo Ek-4	: NGC 6802 kümesinin temel parametreleri.....	183
Tablo Ek-5	: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	184
Tablo Ek-6	: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	185
Tablo Ek-7	: NGC 6866 kümesinin temel parametreleri.....	187
Tablo Ek-8	:Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	187
Tablo Ek-9	: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	188
Tablo Ek-10	:NGC 7062 kümesinin temel parametreleri.....	189
Tablo Ek-11	: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	189
Tablo Ek-12	: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	191
Tablo Ek-13	: NGC 436 kümesinin temel parametreleri.....	193
Tablo Ek-14	: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	193

Tablo Ek-15 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	194
Tablo Ek-16 : NGC 1798 kümesinin temel parametreleri.....	195
Tablo Ek-17 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	195
Tablo Ek-18 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	197
Tablo Ek-19 : NGC 1857 kümesinin temel parametreleri.....	198
Tablo Ek-20 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	198
Tablo Ek-21 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	200
Tablo Ek-22 : NGC 7142 kümesinin temel parametreleri.....	201
Tablo Ek-23 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	201
Tablo Ek-24 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	203
Tablo Ek-25 : Be73 kümesinin temel parametreleri.....	204
Tablo Ek-26 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	206
Tablo Ek-27 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	207
Tablo Ek-28 : Haf04 kümesinin temel parametreleri	208
Tablo Ek-29 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	208
Tablo Ek-30 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	210
Tablo Ek-31 : NGC2215 kümesinin temel parametreleri.....	211
Tablo Ek-32 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	211
Tablo Ek-33 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	213
Tablo Ek-34 : Rup 01 kümesinin temel parametreleri	214
Tablo Ek-35 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	214
Tablo Ek-36 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	216
Tablo Ek-37 : Be 35 kümesinin temel parametreleri.....	217
Tablo Ek-38 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	217
Tablo Ek-39 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	219
Tablo Ek-40 : Be 37 kümesinin temel parametreleri.....	220
Tablo Ek-41 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	220
Tablo Ek-42 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	222
Tablo Ek-43 : Haf08 kümesinin temel parametreleri	223
Tablo Ek-44 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	223
Tablo Ek-45 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	225
Tablo Ek-46 : Ki 23 kümesinin temel parametreleri	226
Tablo Ek-47 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	226
Tablo Ek-48 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	228
Tablo Ek-49 : NGC2186 kümesinin temel parametreleri.....	229
Tablo Ek-50 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	229
Tablo Ek-51 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	231
Tablo Ek-52 : NGC2304 kümesinin temel parametreleri.....	232
Tablo Ek-53 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	232
Tablo Ek-54 : Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile benzerdir.	234
Tablo Ek-55 : NGC 2360 kümesinin temel parametreleri.....	236
Tablo Ek-56 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması.....	236

SEMBOL LİSTESİ

$\delta(U-B)$	: Morötesi fazlalık (kadir)
$\delta(U-B)_{0.6}$	: 0.6'ya normalize edilen morötesi fazlalık (kadir)
$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	: Eşmetal bolluğuna ait $(U-B)_0$ değeri (kadir)
$[Fe/H]$	: Demir bolluğu (dex)
Me/H	: Fotometrik metal bolluğu (dex)
Z	: Ağır element bolluğu
$(U-B)$	: U-B renk indeksi (kadir)
$(B-V)$	: B-V renk indeksi (kadir)
$(R-I)$	: R-I renk indeksi (kadir)
$(V-I)$	: V-I renk indeksi (kadir)
$(B-R)$	: B-R renk indeksi (kadir)
$(V-R)$	: V-R renk indeksi (kadir)
$E(B-V)$	: $(B-V)$ renk indeksine ait renk artışı (kadir)
$E(R-I)$	: $(R-I)$ renk indeksine ait renk artışı (kadir)
$E(V-I)$	: $(V-I)$ renk indeksine ait renk artışı (kadir)
$E(B-R)$	: $(B-R)$ renk indeksine ait renk artışı (kadir)
$E(V-R)$	: $(V-R)$ renk indeksine ait renk artışı (kadir)
$(V-M_v)_0$	: Uzaklık modülü (kadir)
M_v	: Mutlak Kadir (kadir)
R_{GC}	: Galaksi merkezine olan uzaklığı (kpc)
z	: Galaksi düzlemine olan uzaklık (kpc)
d	: Güneş-Küme arasındaki uzaklık (kpc)
X	: Galaksi merkezli kartezyen koordinat sisteminde X-doğrultusu (kpc)
Y	: Galaksi merkezli kartezyen koordinat sisteminde Y-doğrultusu (kpc)
l	: Galaktik boylam (derece)
b	: Galaktik enlem (derece)
H	: Yükseklik Ölçeği (kpc)
A	: Yaş (Gyl)
$\text{Log } A$	: Logaritmik yaş ($A/\text{yıl}$)
$R_\odot$	: Güneş sabiti (kpc)

ÖZET

AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN FOTOMETRİK İNCELENMESİ

Bu Doktora Tez çalışmasında, Meksika San Pedro Martir (SPM) Ulusal Astronomi Gözlemevi'nde 84 cm teleskop ile gözlenmiş 20 açık yıldız kümesi CCD UBVRI fotometrisi ile analiz edilmiş ve temel astrofizik parametreleri olan renk artığı $E(B-V)$, fotometrik metal ve ağır element bolluğu $[Fe/H]$, Z , uzaklık modülü $(V-M_V)_0$, uzaklık $d(kpc)$ ve yaşları $A(Gyr)$ tayin edilmiştir. 20 açık küme aynı teleskop ile gözlemlendiğinden, uniform olarak analiz edildiğinden homojen veri örneğini oluşturması bakımından bir avantaja sahiptir.

Tezdeki kümelerin uzaklık modülü, uzaklık ve yaş değerlerinin literatür ile farklılıkları, farklı Z ağır element bolluğu için farklı eşyaş eğrilerinin, farklı fotometri sistemlerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Farklı renk artığı değerleri, indirgeme ve farklı küme üyeliği tekniklerinin kullanılması da etkili olabilmektedir.

20 kümenin $[Fe/H] - R_{GC}$ (kpc) ilişkisinde, $R_{GC} = 7.2$ kpc (Bica ve diğ. 2006) sabitine göre, $R_{GC} = 9$ 'da bir süreksizlik değeri gözlenmiştir. $R_{GC} \geq 9$ kpc'de, -0.11 ± 0.03 dex/kpc değerinde negatif metal gradiyenti, $R_{GC} < 9$ kpc'de, $+0.03 \pm 0.04$ dex/kpc değerinde yassı bir metal bolluğu gradiyenti elde edilmiştir. Bu metal gradiyenti spektroskopik gözlemlerden itibaren Magrini ve diğ.'ne (2009, 2010) ait $R_{GC} < 8$ kpc de, -0.14 dex/kpc ve $R_{GC} > 12$ kpc'de $+0.0053$ dex/kpc değerleri ile uyumludur. $R_{GC} = 8.5$ kpc sabiti dikkate alındığında, $[Fe/H] - R_{GC}$ (kpc) ilişkisinde süreksizlik $R_{GC} = 10.5$ kpc'de oluşmakta ve metal gradiyentinin büyüklüğünü etkilememektedir. Bununla birlikte küme örneğinin az oluşu, metalce zengin, metalce fakir, genç ve yaşlı kümelerin az olması gibi seçim etkileri, yanlışlıklar ve bolluk tayinindeki fotometrik belirsizliklerin bulgular üzerinde etkisi dikkate alınmalıdır.

$R_{GC} = 9$ kpc değerinde oluşan boşluk veya süreksizlik ve metal gradiyentleri, Lepine ve diğ.'ne (2011) göre, Cassini benzeri halka şekilli gaz boşlukları ile yıldız oluşumunun engellenmesiyle, $R_{GC} \leq 9$ ve $R_{GC} > 9$ kpc mesafelerine önemli miktarda gazın ulaşması engellenmiştir. Sonuçta iç ve dış diskte metal bolluğunun evrimi birbirinden bağımsız devam etmiştir (Lepine ve diğ., 2011).

Tosi (1988) ve Chiappini ve diğ.'ne (1997, 2001) ait modellere göre, iç bölgelerdeki dik negatif gradiyent ile dış diskteki yassı gradiyent, Galaktik diskin içeriden dışarıya oluştuğu ile açıklanmaktadır.

20 kümenin yaşları ile metal bolluğu arasında $[Fe/H]$ 'de ~ 0.30 dex'e varan saçılmadan dolayı bir ilişkinin gözlenmesi, Carraro ve diğ. (1998) ve Chen ve diğ.'ne (2003) ait açık yıldız küme bulguları ile uyumludur. Bunun nedeni, Galaktik diskte homojen olmayan kimyasal zenginleşme (Haywood, 2008), yıldızların veya kümelerin yörüngesel difüzyonu ile olan radyal göç veya radyal karışım (Schönrich ve Binney,

2009), kümelerin farklı R_{GC} veya farklı yıldız oluşum bölgelerinden orijinlenme (Lepine ve diğ. 2011) süreçleridir.

Spiral kollara göre dizayn edilen 20 kümenin X, Y düzlemindeki Galaktik boylama göre dağılımından, Galaksi merkezinin zıt doğrultusunda III. çeyrekteki metalce zengin ve genç kümeler ile metalce fakir uzak genç kümeler, Yong ve diğ. (2005), Carraro ve diğ. (2007) tarafından belirtildiği gibi, cüce galaksi ve GAYY dağılımları ile ilişkili olabilir.

Renk-kadir ve renk-renk diyagramlarından itibaren sınıflandırılan Tablo 4.19-4.20’de listelenen olası KY/KD ve MM adayları spektroskopik gözlemler ile doğrulanması için bu tez çalışması ile literatüre teklif edilmiştir.

SUMMARY

PHOTOMETRIC INVESTIGATION OF OPEN STAR CLUSTERS

In this doctoral thesis, 20 open clusters observed with 84 cm telescope at San Pedro Martir National Observatory have been analysed, and fundamental astrophysical parameters, reddenings $E(B-V)$, photometric metal and heavy element abundances ($[Fe/H]$, Z), distance modulus $(V-M_V)_0$, distances $d(kpc)$, and ages $A(Gyr)$ have been inferred. Twenty clusters does have the advantage of being uniformly analysed, and homogeneous regarding instrumentation, observing techniques, reduction methods, and analysis.

Differences in distance modulus, distances and ages as compared to the literature is due to the usage of different isochrones which corresponds to Z element abundances and different photometric systems. Different reddening, reduction and cluster membership techniques are also responsible for these kind of differences.

A discontinuity is observed at $R_{GC} = 9$ kpc from the relation of $[Fe/H]$ - R_{GC} considering $R_{\odot} = 7.2$ kpc. A negative radial abundance gradient of -0.11 ± 0.03 dex/kpc for $R_{GC} \geq 9$ kpc and a flat gradient of $+0.03 \pm 0.04$ dex/kpc for $R_{GC} < 9$ kpc have been observed. These values are in reasonable concordance with the -0.14 dex/kpc for $R_{GC} < 8$ kpc and $+0.0053$ dex/kpc for $R_{GC} > 12$ kpc given by Magrini et al. (2009). When considering $R_{\odot} = 8.5$ kpc, this discontinuity is occurred at $R_{GC} = 10.5$ kpc, and the magnitudes of abundance gradients are not effected considerably. However, selection effects, small-number clusters, uncertainties in photometric abundances lead to any possible biases in the results. This discontinuity is explained by Lepine et al. (2011) that star formation is hindered in the region of gas void such as Cassini-like ring shaped region. This gas void forms a barrier that prevents the transportation of gas to the regions of $R_{GC} < 9$ kpc and $R_{GC} > 9$ kpc. The evolution of the metallicity was occurred independently on the two regions in the Galactic disk's history.

There is no any indication between ages and metal abundances of 20 clusters due to an almost 0.30 dex scatter in $[Fe/H]$. This is caused by inhomogenous chemical enhancements in the Galactic disk (Haywood, 2008), orbital diffusion, radial migration and radial mixing of clusters (Schönrich and Binney, 2009), origination from different Galactic radii or different star formation regions (Lepine et al., 2011).

Some young, metal-rich and young metal poor clusters are observed in the third Galactic quadrant from the distribution in (X, Y) plane in terms of Galactic longitude of 20 open clusters, designated with spiral arms. These may be associated with stellar overdensities: the Canis Major (Martin et al., 2004), and the Monoceros Ring (Newberg et al., 2002), which are also believed to be signatures of past accretion events (Carraro et. al., 2010; Yong et al., 2005).

In this doctoral thesis, some KY/KD and MM stars in Table 4.19-4.20, which are classified on the colour-magnitude and colour-colour diagrams of the clusters are proposed to the spectroscopic observations for their confirmation to the membership to the clusters.

1. GİRİŞ

Bu tez çalışmasında Meksika San Pedro Martir (SPM) Ulusal Astronomi Gözlemevi'nde 84 cm teleskop ile gözlenmiş 20 açık yıldız kümesinin CCD UBVRI fotometrisi verileri ile gözlemsel parametreleri olan renk artıkları, metal ve ağır element bollukları, uzaklık modülleri, uzaklıkları ve yaşları elde edilmiştir. Küme üyelerinin alan yıldızlarından ayırımında JAVA tabanlı bir bilgisayar programı olan SAFE kullanılmıştır. Bu program Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) akademisyenlerinden Dr. Raul Michél Murillo ve öğrencisi tarafından geliştirilmiştir. E(B-V) renk artığı, Schmidt-Kaler, (1982) (SK82) anakolunun (U-B)-(B-V) iki-renk diyagramında kızarma doğrusu boyunca belli ışınım gücü sınıfından yıldızlar için düzenlenmiş kızarma eğrilerine göre karşılaştırılmasından belirlenmiştir. Metal bolluğu tayini, (U-B)-(B-V) iki renk diyagramında Hyades anakolu üzerindeki $0.3 < (B-V)_0 < 0.6$ aralığında metalce fakir parlak F tayf türünden yıldızların dağılımlarından belirlenen $\delta(U-B)$ morötesi artığı tekniğiyle yapılmıştır. 20 kümenin uzaklık modülü, uzaklık ve yaşları, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin kümelerin beş renk indeksindeki (B-V, R-I, V-R, V-I, B-R) renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından elde edilmiştir. 20 küme için bahsedilen bu yöntem ve teknikler, Tapia ve diğ. (2010) ve Akkaya ve diğ. (2010) tarafından kümeler üzerinde kullanılmış ve sonuçları SCI kapsamlı dergilerde yayınlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, 20 küme aynı teleskop ile gözlenip, uniform olarak analiz edildiğinden homojen veri örneğini oluşturması bakımından bir avantaja sahiptir. Bu tez çalışmasında,

- 1) 20 kümenin gözlemsel parametreleri olan E(B-V), [Fe/H], Z, $(V-M_v)_0$, d (kpc), A (Gyıl) bilgileri literatüre ait mevcut veriler ile kıyas yapılarak, renk artığı ve metal bolluğu etkilerinin uzaklık modülü ve yaş üzerindeki olası etkileri ortaya konulmuştur.

- 2) Daha sonra 20 kümenin gözlemsel parametrelerinden Galaktik diskte metal bolluğu gradiyenti, yaş-metal bolluğu ilişkisi ortaya konmuş ve sonuçlar literatüre ait bulgular ile karşılaştırılmış ve Galaktik kimyasal evrim modellerine göre yorumlanmıştır. $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisinde bir süreksizlik değeri gözlenmiş, bolluk gradiyentleri bu süreksizlik değerine göre elde edilmiş ve yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular üzerinde olası yanlışlıklar (veri sayısının az olması), seçim etkileri ve belirsizlikler tartışılmıştır. Farklı R_0 değerinin $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisinde, R_{GC} (kpc)'de oluşan süreksizliğe ve metal bolluğu gradiyentine olan olası etkileri araştırılmış ve ortaya konmuştur. 20 kümenin fotometrik metal bolluklarından elde edilen $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisi, Magrini ve diğ. (2009) ve Lepine ve diğ. (2011) tarafından elde edilen tayfsal bolluk verileri ile karşılaştırılarak, dağılım ve gradiyentlerin büyüklüğüne göre fotometrik $\delta(U-B)$ morötesi artışı tekniğinin gücü ve önemi ortaya konmuştur. Bununla birlikte, tayf verileri ile karşılaştırmada seçim etkileri, yanlışlıklar ve belirsizliklerin önemli rol oynadığı anlaşılmıştır.
- 3) 20 kümenin metal bolluğu ve yaşlarının, sarmal kollara göre dizayn edilen X, Y düzleminde galaktik boylama göre dağılımından, Galaksi merkezine zıt doğrultuda III. çeyrekteki metalce zengin ve genç kümeler ile metalce fakir genç kümelerin cüce galaksi ve Galaktik Antimerkez Yıldız Yapısı (GAYY) dağılımları ile olan ilişkileri literatürdeki bulgular ışığında araştırılmıştır.
- 4) 20 kümenin renk-kadir diyagramlarında, olası Kırmızı Yığın (KY)/Kırmızı Dev (KD) yıldızları sınıflandırılmış olup uzaklıkları belirlenerek kümenin uzaklığı ile karşılaştırılarak kümeye üye olup olmadığı test edilmiştir. KY/KD adayları, tayf gözlemleri için bu tez çalışmasında aday olarak teklif edilmiştir.
- 5) 20 kümenin V-(B-V) renk-kadir diyagramında morfolojik yaş indekslerinden yaşları tayin edilmiş ve eşyaş eğrisinden elde edilen yaşlar ile karşılaştırılmıştır. 20 kümeden sadece NGC 7142 kümesinde olası MM (Mavi Mücadeleci) yıldızları sınıflandırılmıştır. MM adayları tayf gözlemleri için bu tez çalışmasında aday olarak belirlenmiştir.

Tez çalışmasında, yukarıda araştırılan hususlarda, literatürdeki genel bilgiler ve bulgular genel kısımlarda şekil ve tablolar ile desteklenerek detaylı olarak sunulmuştur. 20 kümenin gözlemleri, küme üyeliğinin belirlenmesi, küme gözlemsel parametrelerin elde

edilmesi ile ilgili bilgiler ve yöntemler, Materyal ve Metot kısmında ilgili şekil ve tablolar ile desteklenerek detaylı olarak sunulmuştur. Materyal ve Metot kısmında, açık yıldız kümelerinin gözlemsel parametrelerinin yer aldığı Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğu renk artığı, Galaktik boylam, metal bolluğu ve yaş verilerine göre analiz edilmiş ve bu tez çalışmasında 20 küme için yukarıda belirtilen hususlara ışık tutması bakımından verilmiştir.

Doktora tezinde, aşağıda verilen terimlerin yanlarında belirtilen türkçe karşılıkları kullanılmıştır. Dredge-up “Tırmanma”, Isochrone “Eşyaş eğrisi”, Red Clump “Kırmızı Yığın (KY)”, Red Giant “Kırmızı Dev (KD)”, Red Giant Branch “Kırmızı Dev Kolu (KDK)”, ZAMS (Zero Age Main Sequence) “SYAK (Sıfır Yaş Anakolu)”, Blue Straggler “Mavi Mücadeleci (MM)”, Blue Plumbe “Mavi Kuş Tüyü”, co-rotation “Birlikte Dönme”, Galactic Anticenter Stellar Structure GASS-Galaktik Antimerkez Yıldız Yapısı olarak “GAYY” şeklinde kullanılmıştır.

Kümelerin yaşı Gyıl olarak verilmiş olup, $1 \text{ Gyıl} = 10^9 \text{ yıl}$ anlamına gelmektedir.

Log (A) birimi, (A/Gyıl) dır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. AÇIK YILDIZ KÜMELERİ

Galaksimizdeki yıldız topluluklarının hepsi küresel kümelerdeki gibi oldukça fazla sayıda ve düzenli bir yapı içermemektedir. Çoğu yıldız kümesinin görünümü küresel kümeler gibi merkezi yoğunlaşma göstermez. Daha saçılmış bir yapı gösteren sistemler açık yıldız kümesi olarak adlandırılır. Küresel kümelerin tersine, açık yıldız kümeleri Galaksi düzlemine doğru daha belirgin şekilde yoğunlaşmışlardır. Bundan dolayı bazen Galaktik kümeler olarak adlandırılırlar. Daha seyrek dağılım ve daha düşük merkezi yoğunlaşma göstermelerinden dolayı, açık yıldız kümeleri gözle kolaylıkla seçilemezler. Dahası, Galaksi düzleminde bulunduklarından, tozun çok fazla sönükleştirme etkisine maruz kalırlar ve çok fazla sayıda alan yıldızı arasında kolay fark edilemezler. Açık yıldız kümeleri, boyut, ışınma gücü ve yapısal bakımdan geniş bir spektruma sahiptirler. Bir kaç düzine veya daha fazla küme üyelerinden ibaret olup mutlak kadir aralıkları $M_V = 3$ ile $M_V = -9$ arasında değişmektedir. Küme çapları da birkaç parsek değere kadar uzanır. Oldukça büyük cisimler olduklarından dolayı, nispeten yakın kümeler tespit edilebilir. Açık kümeler gökyüzünde büyük alanlar kaplarlar. Bu sistemlerin yoğunlukları ~ 0.1 yıldız/ pc^3 olup, alan yıldız yoğunluk değerinden bir miktar daha büyüktür. Bu değer zengin kümelerin merkezlerinde 10^3 yıldız/ pc^3 mertebesindedir.

Düşük yoğunluklu sistemler, topluluklar (oymaklar) olarak adlandırılır ve alan yıldızlarından daha belirgin olarak ayrılırlar. OB oymakları, O ve B tayf türünden çok miktarda yıldız içeren yıldız topluluklarıdır. T oymakları ise, çok sayıda T Tauri yıldızı içerir.

Bir açık yıldız kümesinin özellikleri onun Trumpler sınıflaması ile özetlenebilir (Trumpler 1930):

- 1) Yoğunlaşma derecesi: Romen rakamı ile I, II, III, IV şeklinde gösterilir. Küçük Romen rakamları daha yüksek merkezi yoğunlaşma derecesini gösterir.
- 2) 1, 2, 3 ölçeği de yıldızlarının parlaklık aralığına karşılık gelir. Burada küçük rakamlar küçük parlaklık aralığı gösterir.
- 3) Zenginlik: Sistemin fakir (50 yıldızdan daha az yıldız), orta (50 ile 100 yıldız) ve daha zengin (100 yıldızdan daha fazla) olması anlamına gelir.

Eğer kümenin yıldızları etrafında yayılmış salma bulutu varsa sınıflamada bu n ile gösterilir. Örneğin, Pleiades bu şemada I, 3, r ve n olarak dizayn edilir. Burada r sembolü kümenin yıldız sayısı bakımından zengin (rich) olduğu anlamına gelmektedir.

Pek çok açık kümede yıldızların etrafında gözlenen yayılmış salmanın varlığı, kümedeki toz tanecikleri tarafından yansıtılmış olan yıldız ışığından ileri gelir. Astrofiziksel sistemlerde olduğu gibi bu toz, gaz materyali ile ilişkilidir ve küresel kümelerin tersine, çoğu açık yıldız kümesi önemli miktarda yıldızlararası madde içerir. Bu gözlem, iki küme sınıfı arasında bir farkın olduğunu göstermektedir; küresel kümelerin tersine, çoğu açık yıldız kümesi parlak ve mavi yıldız içerir. Küresel kümeler yaşlı olduklarından dolayı parlak yıldızlar içermezler ve çoğu açık yıldız kümelerinde parlak mavi yıldızların varlığı, bu sistemlerin son zamanlarda oluştuğuna işaret etmektedir. Yıldız oluşumu tam olarak etkin olmayan bir süreç olduğundan, açık yıldız kümelerinde gözlenen gaz yıldızlara dönüşmemiş olan materyaldir.

Genç yıldız kümelerinde, yıldızların oluştuğu yoğun merkezi gazı doğrudan gözleyebiliriz. T Tauri yıldızlarının, oluşumlarının son aşamalarında yıldızlar olduğuna inanılır. Diğer yandan; T Tauri yıldızları anakol öncesi evrim aşamasındaki küçük kütleli yıldızlardır. Üç farklı aşamada bulunabilirler; bunlardan WTTS (Weak-line T Tauri Stars) yıldızları anakola en yakın aşamaya karşılık gelir. Bundan dolayı, yıldız oluşumu bu sistemlerde devam eden bir süreçtir.

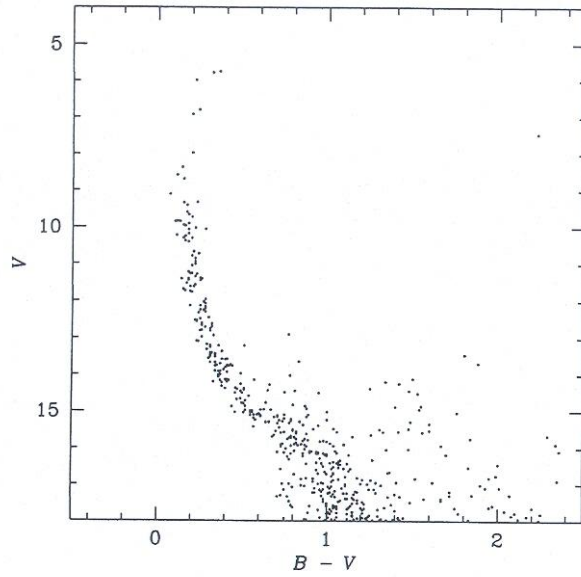
Çoğu açık yıldız kümesinin kökeni metal bolluğu ile ilişkilidir. Açık yıldız kümelerinin bollukları $-0.75 < [Fe/H] < +0.25$ dex aralığındadır. Böyle yüksek bolluk değerleri, önceki

yıldız nesilleri ile kimyasal olarak zenginleşmiş olan Galaksi diskindeki materyalden oluşan genç cisimlerden beklenir. Küresel kümelerle karşılaştırıldığında, metalce çok fakir açık yıldız kümesi olmadığından, metal bolluğu değişimleri bu sistemlerin özelliklerini yorumlamada daha az belirgin bir faktördür.

Parlak ve mavi yıldızlar içerdiklerinden dolayı, açık yıldız kümeleri büyük kütleli yıldızların özelliklerini araştırmada kullanılır.

Renk-kadir diyagramları küresel kümelerin ve açık yıldız kümelerinin evrimsel durumunun güçlü bir aracıdır. Açık yıldız kümeleri, küresel kümelere göre Galaksi düzlemine daha yakındır ve görünüm doğrultusu boyunca bir açık yıldız kümesinin derinliği kümenin uzaklığından çok daha azdır. Bu yüzden küme yıldızlarının bulunduğu ortam hemen hemen homojen olduğu için renk-kadir diyagramları daha belirgin şekilde tanımlanır. Açık yıldız kümelerinin renk-kadir diyagramlarını oluşturmak küresel kümeler ile kıyaslandığında daha kolaydır.

Galaksi düzlemine yakın olan açık kümelerin konumlarından dolayı, renk-kadir diyagramlarına alan yıldızları fazlaca karışır. Açık yıldız kümeleri, Galaksi düzlemine yakın bulunduklarından dolayı, sönükleşmenin etkisi fazla olup dikkatli bir düzeltme işini gerektirir. Bu sistemlerin içerisinde toz olması ilave bir karışıklığa neden olur ve tek bir küme içerisindeki yıldızlar sönükleşmeden farklı miktarda etkilenirler. Tüm bu etkiler düzeltildikten sonra, Şekil 2.1'den de görüleceği gibi, açık kümelerin renk-kadir diyagramında anakol belirgin olarak görülür. . Kırmızı renk indekslerine doğru daha yaygın bir anakol dikkati çekmektedir. Bu anakol, bir küresel kümenin renk-kadir diyagramı ile kıyaslandığında, genelde kolun tepesindeki parlak mavi yıldızlara doğru çok daha uzamış görünür. Böyle kısa ömürlü kütleli yıldızların varlığı bu kümelerdeki yıldızların bazılarının en azından genç olduğuna işaret eder. Sağ üst kısımda görülen tek yıldız, süperdev yıldızdır. Kolun keskin görünümü tüm yıldızların çok benzer bir yaş değerine sahip olduğuna işaret eder. Şekil 2.2'den görüldüğü gibi, daha uzun anakol ömürlerine sahip daha düşük kütleli yıldızların hiç biri dev koluna doğru dönmeye başlamamışlardır.

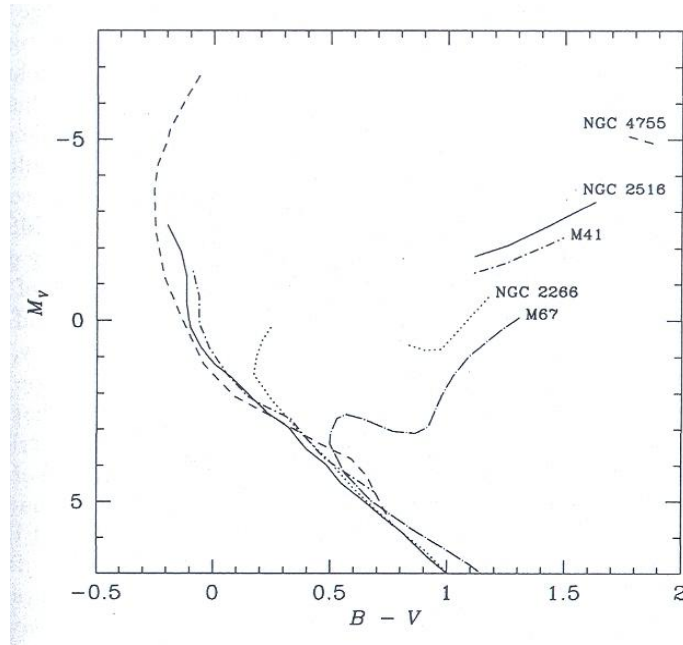


Şekil 2.1: NGC 4755 genç açık yıldız kümesinin V, (B-V) renk-kadir diyagramı (Sagar ve Cannon, 1995).

Bir açık kümede, anakolun altına doğru kol genişler ve kırmızı tarafta yıldızlardan ibaret daha saçılmış bir kol gözlenir. Bu kolun genişliği gözlemsel hatalar ile açıklanamayacak kadar geniştir. Bu durum farklı kızarma etkilerinden dolayı da açıklanamaz. Daha düşük ışıma gücü değerlerinde anakolun kalınlaşması sistemin genç oluşunun bir sonucudur: Anakola varmadan evvel, yıldızlar renk-kadir diyagramının en sağ tarafında Hayashi limitinden anakola doğru evrimleşirler. Küçük kütleli yıldızlar bu geçişi uzun sürelerde yaparlar. Küçük kütleli yıldızlarda anakola ulaşma zaman ölçeği, kümenin ömründen daha uzundur. Renk-kadir diyagramında bu yıldızların saçılma göstermesi, bunların hepsinin eş zamanlı olarak oluşamadıklarına işaret etmektedir. Benzer kütleli farklı yıldızlar anakol öncesi evrimde farklı noktalara doğru evrimleşmişlerdir. Anakolun üst kısmında, yıldızlar anakoldan evrimleşmeye başlarlar ve SYAK'dan ayrılarak eğri bir kol verirler. Kütleli yıldızlar renk-kadir diyagramında çok hızlı bir şekilde evrimleşirler ve süperdevlerdeki gibi çok kısa bir ömüre sahiptirler ve süpernova olarak patlarlar. Bu yıldızların evrimlerinde dev aşamasına girdikleri kısa zaman ölçeği şu anlama gelir: Kütleli yıldızlar renk-kadir diyagramında daha geç evrim kolları vererek belirgin bir Hertzsprung Boşluğu ile çok seyrek dağılım gösterirler.

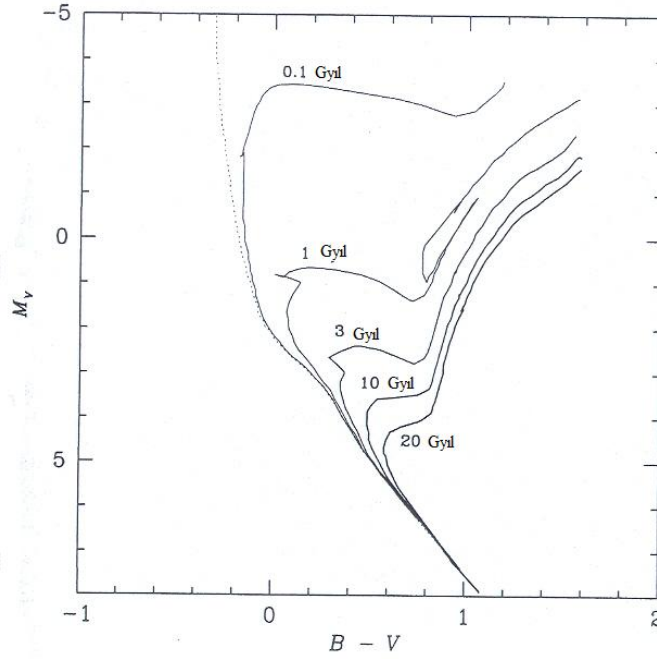
Farklı kümelerin renk-kadir diyagramlarını karşılaştırmak için, bu kümeleri örneğin anakol çıkıştırma tekniği ile elde edilen ortak bir mutlak kadir-renk indeksi

diyagramına koymak gerekir. Bu ölçeğin kalibrasyonu, küresel kümelerle göre daha iyi oluşturulur. Çünkü açık yıldız küme üyelerine ait benzer metal bolluklarında trigonometrik paralakslara sahip çok sayıda yakın yıldız vardır. Açık kümelerde anakolun daha uzamış tabiatı, karşılaştırma sırasında yardımcı olmaktadır. Bu durumda geniş renk indeksi ve kadir aralığında kalibrasyonu belirlemek mümkündür. Dahası, Hipparcos uydusu, çok sayıda açık kümeleri içine alan uzaklıklara kadar trigonometrik paralaksları ölçmüştür. Bu yüzden yakın kümeler için renk-kadir diyagramlarının mutlak kadir kalibrasyonu doğrudan elde edilebilir. Şekil 2.2, bir mutlak kadir ölçeğine kalibre edilen açık yıldız kümelerinin evrim kollarını şematik olarak göstermektedir.



Şekil 2.2: M_V , $(B-V)$ renk-kadir diyagramında bazı açık yıldız kümelerinin evrim kollarının görünümü (Mermilliod, 1992).

Kümelerin bazıları çok benzer evrim kollarına sahip olmasına rağmen, Şekil 2.2'deki en belirgin özellik, farklı kümelerde gözlenen anakol dönüm noktalarının geniş bir aralığa yayılmasıdır. Kollar arasındaki farklılıkların çoğu, açık yıldız kümeleri arasında geniş bir yaş aralığına karşılık gelir.



Şekil 2.3: $Z = 0.004$ ağır element ve $Y = 0.24$ helyum bolluğu için bir yıldız popülasyonuna ait M_V , $(B-V)$ diyagramında teorik eşyaş eğrileri (Bertelli ve diğ., 1994).

Şekil 2.3’de $Z = 0.004$ ağır element ve $Y = 0.24$ helyum bolluğu için bir yıldız popülasyonuna ait M_V , $(B-V)$ diyagramında 0.1 Gyl ve 20 Gyl yaş aralığında teorik eşyaş eğrileri verilmiştir. Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’ün karşılaştırılmasından, açık yıldız kümelerinin farklı Dönüm Noktası (DN) ve farklı renk-kadir diyagramları vermesinin nedeninin yaşlarındaki farklılıklardan dolayı olduğu açıkça görülmektedir.

$$M_V(\text{DN}) = 2.70 \text{ Log}(A/\text{yıl}) + 0.30 [\text{Fe}/\text{H}] + 1.41 \quad (2.1)$$

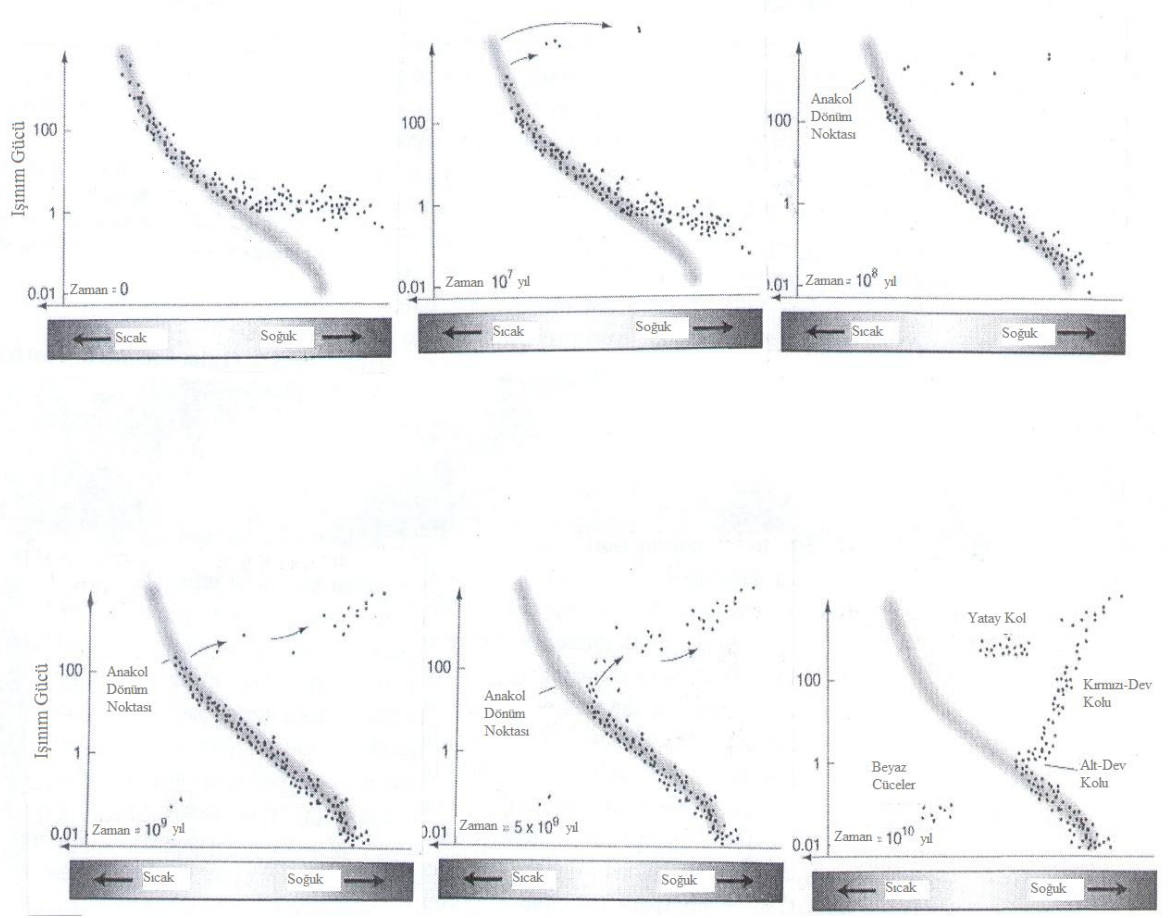
bağıntısı, Güneş metal bolluğunda Şekil 2.2’deki açık yıldız kümelere kabaca uygulanırsa, dönüm noktalarındaki gözlemsel saçılmanın ~ 1 milyon yıl ile ~ 10 milyar yıl aralığında yaşlara uyduğu ortaya çıkar. Çok daha ayrıntılı hesaplamalar küme yaşlarındaki bu saçılmayı doğrulamaktadır. Bir açık yıldız kümesi için en yaşlı yaş tespiti Be 17 için yapılmış olup bu kümenin dönüm noktasından itibaren yaşı 12 ± 2 Gyl olarak verilmektedir.

Küçük kütleli yıldızların anakola yavaşça yaklaşması çok genç yaş değerlerine uyan yaş değerleri tayin etmemize olanak vermektedir. Örneğin Adams ve diğ. (1983), NGC 2264 açık kümesinin renk-kadir diyagramındaki küçük kütleli yıldızların konumlarını anakol öncesi yaş çizgileri ile karşılaştırarak, 10 milyon yıl kadar büyük yaş değerlerine

sahip küçük kütleli yıldızlar buldular. Bu hesap anakol dönüm noktası yöntemi ile elde edilen küme yaşı ile çatışmaktadır. Walker (1956), NGC 2264 kümesinin O7 tayf türünde keskin bir dönüm noktası verdiğini gözledi. Bir O7 yıldızının anakolda nükleer yanma reaksiyonundan kümenin yaş değeri 3 milyon yıl olarak bulunmuştur. Genelde, küçük kütleli yıldızlardan tespit edilen küme yaşlarının, büyük kütleli yıldızlardan tespit edilenlerden daha büyük olduğu anlaşılmıştır. Herbig (1962) tarafından ilk olarak işaret edildiği gibi, bu sistemlerde küçük kütleli yıldızlar büyük kütleli yıldızlardan daha erken oluşmaktadırlar. Büyük kütleli yıldızlar sonradan oluşurlar ve ömürlerini çok kısa sürelerde tamamlarlar. Bu özellikte bir çok yıldız sonlarını süpernova olarak geçirir ve küme içerisindeki geri kalan yıldızlararası maddeyi dağıtırlar ve yıldız oluşumunu birden bire sonlandırırlar. Bu yıldızlar başlangıçta oluşsa idiler, küçük kütleli yıldızlar oluşma şansını asla bulamazlardı.

Gerçekte bir kümedeki bazı yıldızlar diğerlerinden önce oluşurlar fakat yaşam süreleri ile karşılaştırıldığında bu oluşum zamanındaki farklılık önemsizdir. Bir kümedeki yıldızlar bizden aynı uzaklıkta yer alırlar. Çoğu durumda uzaklıkta bir farklılık olabilmektedir. Bu farklılık kümeye olan uzaklıktan çok küçük olduğundan bu fark önemsizdir. Bir kümede tüm yıldızların kimyasal bileşimi birbirine çok benzerdir. Nedeni olarak da oluştukları gaz bulutunun çok iyi karışmış olduğu kabul edilir. Bu yüzden de tek tek yıldızları oluşturan tek tek bulut parçaları aynı element ve moleküllü içermektedirler.

Bir açık yıldız kümesindeki yıldızlar moleküler gaz bulutundan oluştuğunda, oluşan yıldız popülasyonlarının gözlemleri, büyük kütleli yıldızların çok az oluştuğunu, çok sayıda küçük kütleli yıldızların oluştuğunu göstermektedir. Büyük kütleli yıldızlara doğru gidildikçe belirgin bir yıldız azlığı dikkati çeker. Bu bakımdan bir açık yıldız kümesinde oluşan yıldızların sayısı ve kütleleri arasındaki ilişki, Başlangıç Kütle Fonksiyonu olarak adlandırılır.



Şekil 2.4: Zamanın fonksiyonu olarak ışıma gücü–renk indeksi diyagramında küme yıldızlarının evrimi (Sagar ve Cannon, 1995).

Şekil 2.4’de zaman aralıklarına göre bir kümedeki yıldızların evrimi gösterilmiştir.

Panel (a): Büyük kütleli yıldızlar anakola varmışlar, küçük kütleli yıldızlar ise halen T Tauri safhasındadırlar.

Panel (b): Büyük kütleli O tayf türü yıldızlar tüm hidrojeni tüketmişler ve anakoldan evrimleşmeye başlamışlardır.

Panel (c): Kütleli O tayf türü yıldızların hepsi süpernova aşamasına gelmişlerdir. B tayf türü yıldızlar anakoldan evrimleşmeye başlamışlardır.

Panel (d): Kütleli B tayf türü yıldızlar süpernova aşamasına gelmişler ve diğerleri kırmızı dev yıldızlara doğru evrimleşmişlerdir. A tayf türü yıldızlar ise anakoldan evrimleşmeye başlamışlardır.

Panel (e): G tayf türü yıldızlar anakoldan evrimleşmeye başlamışlardır. Bir kaç tane kütleli yıldız kırmızı dev koluna ulaşmıştır.

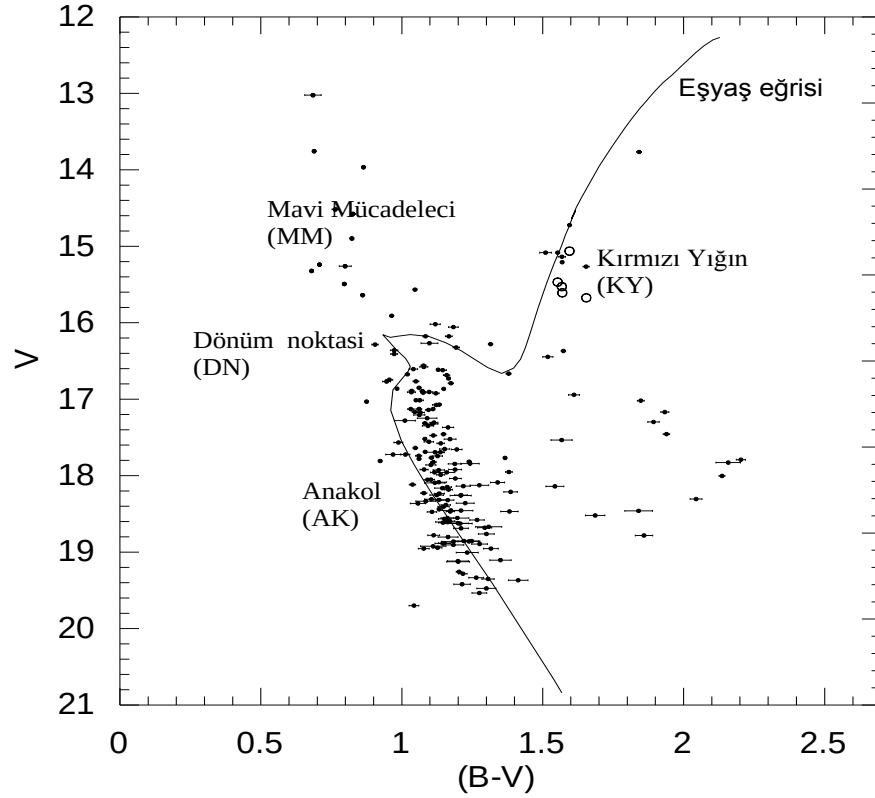
Panel (f): OBAFG tayf türü yıldızlar artık anakolda yer almıyorlar, anakolda sadece K ve M tayf türü yıldızlar hakimdir. Kırmızı dev kolu daha belirgindir. Birkaç tane beyaz cüce yıldızı görülmektedir.

Bir açık yıldız kümesinin renk-kadir diyagramında gözlenen evrimsel kollar şöyle verilebilir:

Anakol (AK): Kütleyle bağlı olarak küme yıldızlarının merkezinde hidrojenin helyuma dönüştüğü bir kol olarak tanımlanır. Şekil 2.5'den de görüleceği gibi, sönük kadir ve renk indekslerine doğru açık yıldız kümelerinde anakol daha da geniştir. Sürekli çizgi küme yıldızları ile karşılaştırılan Z ağır element bolluğu için Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrisini göstermektedir.

Dönüm Noktası (DN): Şekil 2.5'den görüleceği gibi, bir açık yıldız kümesinde dönüm noktası, $M_V-(B-V)$ diyagramında renk indeksinin en küçük değeri veya en mavi renk indeksi olarak tanımlanır ve kümenin yaşının bir göstergesidir. Küme yıldızları kütlelerine bağlı olarak merkezlerindeki hidrojeni nükleer reaksiyonlar ile tükettiğinde kırmızı dev koluna doğru evrimleşmeye başladığı yer olarak da tanımlanır. Bu bakımdan kümenin anakol dönüm noktası yaşın bir fonksiyonu olup teorik eşyaş eğrilerini kümenin gözlemsel renk-kadir diyagramı ile karşılaştırırken dönüm noktasına ağırlık verilir.

Kırmızı Yığın Yıldızları (KY): Kırmızı Yığın (KY) yıldızları, küresel kümelerde yatay kolu oluşturan yıldızlar ile benzer evrimsel safha gösteren merkezlerinde helyum yakan yıldızlardır. Renk-kadir diyagramlarında dağılımın kırmızı tarafında bir yığın halinde, kırmızı dev kolunda gözlenirler (Şekil 2.5) ve metalce zengin yıldızlardır. Renk-kadir diyagramlarında yığın oluşturmalarından dolayı bu isim ile adlandırılırlar. KY yıldızları orta yaşta ve yaşlı açık yıldız kümelerinde yaygın olarak bulunurlar. KY yıldızları, daha küçük kütleli ve daha sönük kırmızı yatay kol yıldızları ile karıştırılmamalıdır.



Şekil 2.5: Be 89 açık yıldız kümesinin kızarmış V-(B-V) renk-kadir diyagramında, Anakol (AK), Dönüm noktası (DN), Kırmızı Yığın (KY) yıldızları ile Mavi Mücadeleci (MM) yıldızlarının konumlarının yaklaşık olarak gösterilişi.

KY yıldızları, ortalama mutlak kadiri $M_{Ks} = -1.61 \pm 0.03$ değeri (Alves, 2000) ile uzaklık tespitinde kullanıldığı gibi, açık yıldız kümelerin renk-kadir diyagramında yapılan yaş eğrisi fitlerinde oldukça işe yararlar.

KY yıldızları, kırmızı dev aşaması ve helyum patlaması safhasından sonra merkezlerinde helyum yakan küçük kütleli yıldızlar olduklarından birinci tırmanma safhasını geçirmişlerdir. Bu yüzden de atmosferlerindeki element bollukları konvektif karışımdan etkilenir. Birinci tırmanma safhasında konveksiyon bölgesi derinleşir ve nükleer reaksiyonlar ile işlenmiş materyal kimyasal bileşimi değiştirerek dev yıldızın atmosferi içerisine doğru nüfuz eder. Dev yıldızlar birinci tırmanma safhasını geçirdiklerinden dev koluna doğru tırmanışta olup kırmızı dev kolunun tabanında bulunacağından ve bu bölgede KY yıldızları ile birlikte yer alacağından iki dev yıldız türünü birbirinden ayırt etmek zorlaşır. Birinci tırmanma safhası süresince yüzey bolluklarının değişiminden dolayı KY yıldızları, doğdukları bölgenin miras aldığı kimyasal bolluğu yansıtmazlar.

Mavi Mücadeleci (MM) Yıldızlar: Bu yıldızlar, Sandage (1969) tarafından küresel kümelerin renk-kadir diyagramında tespit edilmiştir. Bu tip yıldızlar, Şekil 2.5’den de görüleceği gibi, bir açık yıldız kümesinde dönüm noktasının yaklaşık olarak sol üst kısmında ve mavi renk indeksi değerlerinde gözlenirler. Bu tip yıldızlar normal yıldız evrimi yollarını takip etmedikleri için, “straggled” mücadeleci anlamında bir terim bu yıldızları adlandırmak için kullanılmıştır. Bu bakımdan bu tip yıldızlar, literatürde Mavi Mücadeleci (MM) (Blue Straggler, BS) yıldızlar olarak adlandırılırlar. Anakol yıldızlarından daha kütleli olup, kümelerin merkezinde yoğun olarak bulunurlar ve oluşumları dinamik olarak yıldızların etkileşimleri ve birleşmelerine dayandırılır. Açık yıldız kümelerindeki yıldız yoğunluğu küresel kümeler ile karşılaştırıldığında çok daha düşük olduğundan, yıldız etkileşimleri, açık yıldız kümelerinde gözlenen MM yıldızlarının sayısını tek başına açıklayamaz. Diğer yıldızlar ile dinamik etkileşmeler sürecinde, bir çift yıldız sisteminde tek bir yıldızla doğru birleşmeye etkide bulunması nedeniyle bir kısım MM yıldızları oluşabilir (Carney, 2000).

2.2. AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN GÖZLEMSEL ÖZELLİKLERİ

Trumpler (1930), tayf türleri bilinen açık küme yıldızlarının görünen kadirlerinden hesap edilen uzaklıklarının, görünen boyutlarından elde edilen uzaklıklarından sistematik olarak daha büyük olduğunu göstermiştir. Bunun nedeni olarak, araya giren yıldızlararası ortamın varlığına dikkati çeken Trumpler'in çalışması, Galaktik yapının temsilcileri olarak açık yıldız kümelerinin kullanıldığı ilk çalışmadır. Trumpler'in çalışmasından bu yana, açık yıldız kümeleri Galaksimizin yapısı, bileşimi, dinamiği, oluşumu ve evrimi ile ilgili değişik konuları çalışmak ve analiz etmek için kullanılmışlardır. Bu değişik konular şu şekilde verilebilir.

- a) Uzaysal ölçekte açık yıldız kümeleri, Galaktik diskin yükseklik ölçeği, Güneş'in Galaksi düzleminde uzaklığı ve Galaksi merkezine olan uzaklıkların elde edilmesinde,
- b) Sarmal kolların temsilcileri olarak sarmal yapının haritalanmasında ve ortaya çıkarılmasında,
- c) Kümelerin kinematik ve dinamik çalışmalarından, sarmal yapının dönmesi, Galaktik dönme eğrisi, yörüngelerin elde edilmesi ve yörüngelerin kümelerin hayatta kalma ve bozulma zaman ölçekleri ile olan ilişkilerinin ortaya çıkarılmasında,
- d) Yaş, bolluk dağılımı, içeriye düşme hızı gibi küme parametrelerinin elde edilmesiyle Galaksimizin diskinin oluşumu ve evriminin anlaşılmasında,
- e) Yıldızlararası maddenin dağılımı ve türünün anlaşılmasında kullanılmaktadır.

Açık yıldız kümelerini kullanmanın temel avantajı, kızarma, uzaklık, yaş, hız ve metal bolluğu değerlerinin tek tek alan yıldızlarına göre daha doğrulukla elde edilmesidir. Bunun bir nedeni, açık yıldız kümelerinin bir yıldız topluluğu olarak fotometrik diyagramlarda dağılım göstermeleridir. Açık yıldız kümelerinin renk-kadir ve iki-renk diyagramlarında farklı yapılar gözlenebilir. Örnek vermek gerekirse, erken A tayf türü yıldızların optik kadirlerde renk-kadir diyagramlarında DN yakınlarında gösterdikleri çıkıntı uzaklıkları sınırlandırmada işe yaramaktadır.

Açık yıldız kümeleri kullanılarak Galaksimizin çalışılmasında bazı zorluklar mevcuttur. Galaktik düzlemde kalabalık alan yıldızlarının küme üyeleri ile karışması, yıldız kümelerinin muhtemel bozulması, sönük ve seyrek yıldız popülasyonu içeren kümelerin tanımlanmasına karşı seçim etkileri oluşturur. Bu etki, daha sönük ve potansiyel olarak az sayıda yıldız içeren fakir yaşlı kümeler dikkate alındığında görülür. Bu tür fakir kümeler dinamik evrimden dolayı yıldızlarını kaybetmişlerdir. Sönük ve az sayıda yıldız içeren kümeler, genç yaş değerlerine sahip olabilir. Açık yıldız kümelerinin gözlenen özelliklerinden sonuçlar çıkarırken bunlara dikkat edilmelidir.

Galaksimizi incelerken açık yıldız kümelerinin kullanılması çok zahmetli bir veri elde edilme sürecini gerektirir. Her küme, parametre uzayında tek bir nokta olup, çok sayıda yıldızın ölçümünü gerektirir. Geleneksel olarak önceleri küme yıldızları fotoelektrik fotometreler ve tayfçekkerler kullanılarak tek tek ölçülmekteydi. Modern CCD'ler, kırmızı ötesi düzenekler ve çok cisimli tayfçekkerler (MOS) yüzlerce veya binlerce yıldızın gözlenmesine olanak sağlamaktadırlar. Önceleri veri indirgeme işi oldukça zaman alıcı idi. Son yıllarda, DAOPHOT (Stetson ve diğ., 1990) gibi bilgisayar yazılımlarının gelişmesi ve otomatik ve yarı otomatik indirgeme işlemleri sayesinde, küme yıldız verilerinin indirgenmesi kolaylaşmıştır.

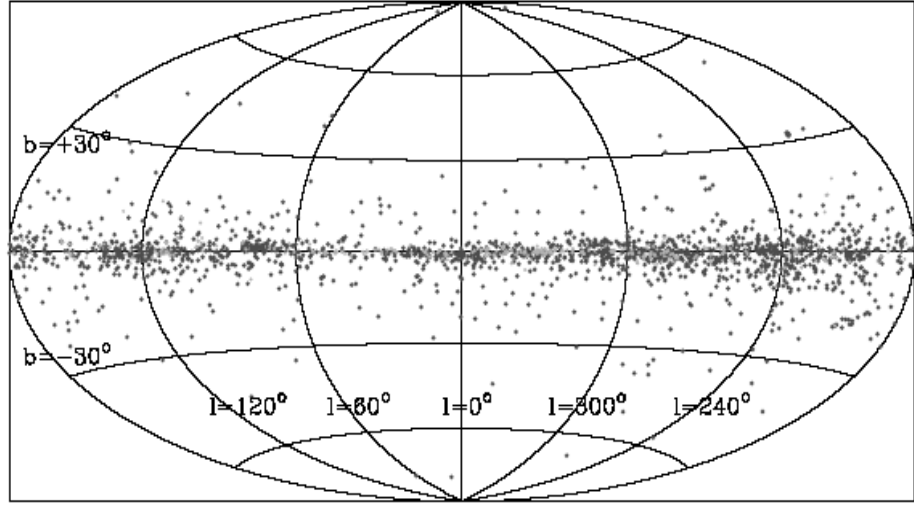
Galaksimizin incelenmesinde kızarma, uzaklık, yaş, hız, metal bolluğu, çap gibi küme parametrelerini içeren bir açık yıldız küme kataloğunun oluşturulması gerekir. Açık yıldız kümelerine ait binlerce çalışma literatürde mevcut olup birbiri ile uyumlu olmayan sonuçlar içerdiğinden dolayı, ayrıntılı şekilde incelenmeli ve karşılaştırılmalıdır. Küme parametrelerinin elde edilmesinde çok dikkatli olunmasına rağmen, farklı yazarlar tarafından gözlem, indirgeme ve parametre elde etmede kullanılan tekniklerin çeşitliliği, homojen olmayan sonuçlara neden olmakta ve kullanışlı olmalarını sınırlandırmaktadır. Bu problem çok iyi bilinmekle birlikte, kümelerin parametrelerini homojen olarak elde etmede bir takım çabaları da motive etmiştir. Homojen küme parametreleri elde etme süreci, çok iyi tanımlanmış analiz prosedürünü, referans eğrilerini (sıfır yaş anakolu ve eşyaş eğrileri gibi) ve ölçümleri kapsamaktadır. Buna rağmen, pek çok küme için problem halen mevcut olup çözülmemiş olarak durmaktadır.

Bu bakımdan kümelerden Galaksimizin çalışılmasında gözlemsel seçim etkisini saptayıp bir araya getirme işi zahmetli ve ilerleyen bir süreçtir.

Şematik olarak, 1980'li yıllarda 1200 açık yıldız küme verisini içeren LUND kataloğu mevcut idi (Lynga, 1988). Bu katalogta tespit edilen sadece birkaç yüz kümenin parametreleri bulunmakta idi. Açık yıldız kümeleri ve Galaksinin yapısı üzerine klasik derleme, Janes ve Adler (1982) tarafından yapılmıştır. Derleme Janes ve diğ. (1988) tarafından güncellenmiştir. 1990'lı yıllarda WEBDA OC on-line olarak hizmete konuldu (ilk önceleri BDA (Base Donn   s Amas) olarak adlandırılmıştır; (Mermilliod, 1992)). Bu katalog, kümelerin isimlerini ve temel parametrelerini içerdiği gibi, fotometri, astrometri ve tayf türleri gibi birçok özelliklerini de içermekteydi. CCD ve kırmızı ötesi düzeneklerin devreye girmesi ve Hipparcos uydusunun astrometrik ve kinematik verileri doğrulukla elde etmesiyle birlikte Hyades ve Pleiades kümelerinin daha doğru paralaks verileriyle uzaklık   l  eği oluşturulmuştur. Yeni veriler Galaksinin yapısına dair önemli sonuçlar getirmediği halde, daha yaşlı açık kümelerin keşfi ve bolluk   l   mleri, Galaksinin kökeni ve evriminin araştırılmasına öncülük etmiştir. Bu konu ile ilgili klasik derleme Friel (1995) tarafından yapılmıştır. Bu tür çalışmalar daha sonraları güncellenmiştir.

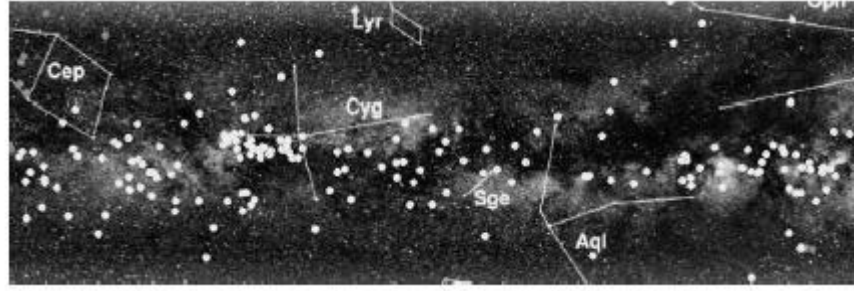
Dias ve diğ. (2002, 2010), LUND Kataloğu'nu g  ncelleştirmiş ve yeni bir açık yıldız küme kataloğu oluşturmuştur. Bu katalog 1784 küme içermekle birlikte, birçok tanesinin küme olmadığı anlaşılmıştır. Bu katalogta 969 (%54) kümenin kızarma, uzaklık, yaş tespitleri mevcuttur. Uzaklık, yaş, radyal hız ve öz hareketleri mevcut olan küme sayısı 430 (% 24) olup, bunların 178 tanesinin metal bolluğu tespitleri yapılmıştır. 2MASS (Two Micron All Sky Survey) fotometrik gökyüzü taraması (Cutri ve diğ., 2003) ile yeni kümelerin araştırılması yapılmıştır (Bica ve diğ., 2003a; Dutra ve diğ., 2003; Froebrich ve diğ., 2007). Kırmızı ötesinde tespit edilen bu kümeler, optik olarak tespit edilenlere ilave olarak yaklaşık 700 tanedir. Froebrich ve diğ. (2007) tarafından yapılan sistematik kırmızı ötesi araştırma 1000 civarında aday küme içermekte olup bu adayların yaklaşık %50'sinin tanımlanması yanlıştır ve küme olmayabilirler. Daha önceleri tespit edilen kırmızı ötesi kümelerin sayısı göz önünde bulundurulduğuanda, Froebrich ve diğ. (2007) yaklaşık olarak 150 açık yıldız kümesinin keşfine katkıda bulunmuştur (Glushkova ve diğ., 2009).

Son on yılda mevcut veriler ile yeniden hesaplamalar yapılmasına rağmen (Bonatto ve diğ., 2006; Piskunov ve diğ., 2006), bu konuda önemli bir derleme henüz yapılmamıştır. Öyle ki, çok cisimli tayfçeker ile elde edilen tayf gözlemlerinin sayısının artması, indirgeme tekniklerinin ve yazılımlarının gelişmesi ile birlikte, büyük ölçekte fotometrik taramaların yapılması beklenmektedir.



Şekil 2.6: Bilinen açık yıldız kümelerinin Galaktik enlem ve boylama göre dağılımı (Moitinho, 2010).

Optik ve kırmızı ötesi fotometri ile gözlenen kümelerin dağılımı Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Burada siyah noktalar optik olarak gözlenen kümeleri, gri noktalar ise kırmızı ötesinde gözlenen kümeleri göstermektedir. Şekilde kırmızı ötesinde gözlenen kümelerin $b = 0^\circ$ Galaksi düzlemine yakın yerde dağıldıkları dikkati çekmektedir. Oysa optik kümeler daha kalın bir disk oluştururlar. Bu beklenen bir durumdur. Nedeni de, soğurucu maddenin çoğunun uç ince disk olarak bilinen bileşende yer almasındandır. Kümelerin, Galaktik boylam aralığı boyunca dağılımı düzgün değildir. Üstelik, farklı yaş gruplarında yer alan açık yıldız kümeleri farklı dağılımlar gösterirler. Tespit edilen kümelerin dağılımında en azından iki yanlılık görülmüştür. İlk yanlılık, yoğun yıldızlararası maddeden kaynaklanan sönükleşmedir. Şekil 2.7'de daire sembolü ile gösterilen açık yıldız kümeleri dalgalı bir toz düzenine sahiptir. Bu sönükleşme, bilinen kaynakların tespitini etkilemektedir.



Şekil 2.7: Galaksimizin ilk çeyreğinde optik olarak görülen açık yıldız kümelerinin dağılımı (Moitinho, 2010).

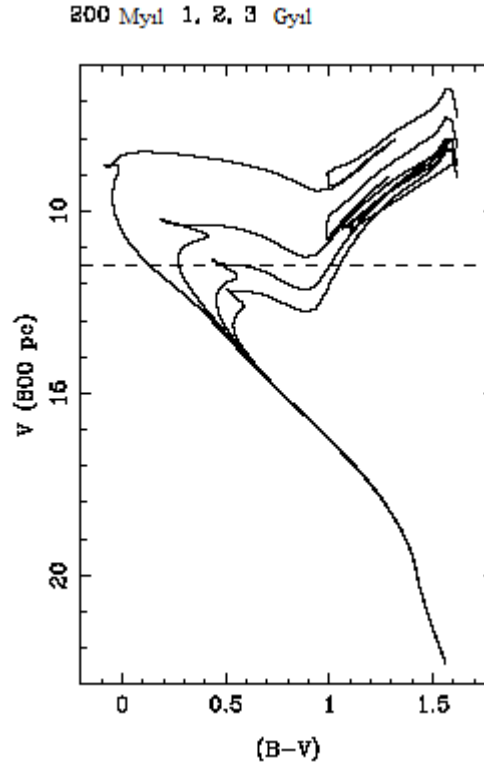
Diğer yanlılık, kalabalık zemindeki alan yıldızlarıdır. Böyle bir durumda küme üyelerinin alan yıldızlarından ayırımı zorlaşır. Bu etki gökyüzünde büyük alan kaplayan yakın ve seyrek açık yıldız kümelerinde daha fazladır.

Bununla birlikte, çalışılan küme örneklerinde ilave bazı yanlılıklar daha vardır. Galaksinin gezegenimsi bulutsu ve yıldız sayısı bakımından zengin bölgeleri olan Cygnus, Carina, Puppis-Vela gibi bölgelerin çalışılmasına odaklanıldığında, bu bölgelerde çalışılan küme sayısının diğer bölgelere göre fazla olduğu gözlenmiştir. Bu da bir çeşit yanlılık oluşturur. Yıldız evrimi çalışılmak istenildiğinde çoğu küme gözlenirken, daha belirgin bir Hertzsprung-Russell diyagramı vermesi bakımından parlak ve çok yıldız içeren zengin kümeler ile çalışılmıştır. Veri indirgemesi ne kadar iyi yapılırsa yapılsın, daha az sayıda yıldız içeren fakir ve potansiyel olarak yaşlı olan kümeler ile fakir ve sönük potansiyel olarak daha yaşlı/daha uzak/daha çok kızarmış kümeler ile çalışmak pek tercih edilmemiştir. Bu türden yanlılıklar temelde mevcut olmasına rağmen, öz hareket ve fotometrik tüm gökyüzü taramaları bu türden yanlılıkların üstesinden gelmede yardımcı olabilmektedir.

Hiparcos/Tycho-2 (Perryman, 1997; Hog ve diğ., 2000) ve UCAC2 (Zacharias ve diğ., 2004) astrometrik (ve fotometrik) kataloglar ve 2MASS JHKs fotometri ve görüntüleri sayesinde, kümelerin görsel olarak tespiti kolaylaşmıştır. Bu verilerin kullanılmasıyla, optik olarak yüzlerce küme ile kırmızı ötesi birkaç yüzü bulan kümelerin keşfine olanak sağlamıştır.

Bilinen açık yıldız küme örneğinin, 850 pc uzaklık değeri içerisinde tam olduğu tartışılmaktadır (Piskunov ve diğ., 2006). Bu tartışmada temel argüman, kpc başına

küme sayısının 850 pc değerinin ötesinde azalmaya başladığı gözlemine dayanmaktadır. Bu bölgede az sayıda yıldız içeren önemli sayıda orta yaşta ve yaşlı kümeler eksik olabilir. Şekil 2.8, Güneş'ten 800 pc uzaklık değerinde genç ve yaşlı değerlerde bir dizi eşyaş eğrisini (Girardi ve diğ., 2000) göstermektedir. Şekil 2.8'e sönükleşme uygulanmamıştır. 1 Gyl'dan daha büyük yaşlarda, küme kolunun evrimleşmiş kısmı kesikli çizgi ile gösterilmiştir. Kesikli çizgi, Piskunov ve diğ. (2006) tarafından kullanılan astrometrik ve fotometrik katologlara ait tamlık limitini ifade etmektedir. KY'den başka renk-kadir diyagramının diğer anakol sonrası bölgelerinde yıldızlar, kümelerde seyrek olarak gözlenir. KY yıldızları çok sayıda yıldız içeren zengin kümelerde gözlenir. Yıldız sayısı bakımından zengin olmayan kümelerde görülen KY yıldızlarının öz hareket ve renk-kadir diyagramlarına bakılarak kümeye ait olup olmadığı anlaşılabilir.



Şekil 2.8: Güneş'ten 800 pc uzaklık değerinde soldan sağa doğru 0.2, 1, 2 ve 3 Gyl eşyaş eğrileri (Moitinho, 2010).

Kinematik verilere sahip bir kümeyi teşhis etme işi, Güneş'in hareket doğrultusundaki yönlerde zorlaşmaktadır. Gerçekte, kümeler sönükleşmeden etkilenirler ve bu sönükleşme, anakolu sönük kadirlerle kaydırır ve dolayısıyla anakolu, tamlık sınırının altına doğru iter. Şekil 2.8'de 200 milyon yaş değerinde, KY yıldızları çok seyrek

olarak bulunur ve de 1 kadirlik bir soğurulmanın varlığı anakolu kaydırır ve böylelikle KY yıldızlarının tespit edilmesini zorlaştırır (Eğer KY yıldızları, görsel olarak belirgin görülüyorlarsa).

Galaksimizde açık yıldız kümelerinin toplam sayısı için hesaplamalar pek çok hipoteze dayanmaktadır. Bu hipotezler şunlardır: Güneş civarında hacim başına kümelerin sayısı, Galaksi merkezine göre konumu, yoğunluktaki azalmalar ve kümelerin tamlık sınırıdır. Hesaplamalar küme sayısını 100.000 olarak vermektedir (Bonatto ve diğ., 2006; Piskunov ve diğ., 2006).

Açık yıldız kümelerinin istatistiksel özellikleri, Galaksinin diskinin uzaysal ölçekleri hakkında bize ne anlatır? Son zamanlarda analiz edilen artan sayıda açık yıldız kümeleri ile 1980'li yıllarda elde edilen klasik sonuçlar güncellenmektedir.

Özellikle, genç kümelerden hesaplanan diskin yükseklik ölçeği daha yaşlı kümelerden elde edilen değerden küçüktür. 200 Milyon yıl yaş değerinden küçük olan genç kümeler için yükseklik ölçeği değeri 48 pc, 1 Gyl yaş değerinden küçük, orta yaş değerinde açık kümeler için ise bu değer 150 pc'dir. Yaşlı kümelerde dikey dağılım düzgündür ve bu yüzden yükseklik ölçeği değeri elde edilemez. 1 Gyl yaş değerinden daha genç açık yıldız kümelerin dağılımı Güneş çemberi (Galaksi merkezi ile Güneş arasındaki uzaklığın yarıçap olarak alındığı çember) dışındaki diskin, çember içerisinde 1.4 ile 2 katı kadar daha geniş olduğunu göstermektedir (Bonatto ve diğ., 2006). Açık yıldız kümelerinin Galaktik diskin üzerinde ve altında simetrik olarak dağıldığı kabul edilirse, yükseklik dağılımının sıfır noktası Güneş'in Galaktik düzlemden uzaklığını verir ve açık kümelerden tespit edilen değer 15 ile 22 pc arasında yer alır (Bonatto ve diğ., 2006; Piskunov ve diğ., 2006; Joshi, 2007).

İnce disk yıldızları tarafından tanımlanan yükseklik ölçeği değeri (~200 pc), genç açık yıldız kümelerine ait değerden çok daha büyük olup orta yaş değerinde açık yıldız kümelerine ait değer ile aşağı yukarı uyumludur. Bu durum diskin evrimsel etkisinden ileri gelebilir. Disk, dış sistemler ile etkileşimler gibi bazı ısıtma mekanizmasından dolayı yaş ile veya ilk diskte farklı şartlar ile kalınlaşmıştır (Janes ve Phelps, 1994). Bunun bir başka nedeni, düşük yüksekliklerde açık yıldız kümelerinin bozulmasının bir

etkisi olabilir. Gerçekten de farklı küme yaş gruplarının yükseklik değerleri çok benzerdir. Farklı olan ise küçük ve büyük yükseklik değerlerinde kümelerin oranıdır (Bonatto ve diğ.'ne (2006) ait Şekil 7). Bu değer düzleme yakın olan kümelerin bozunduğunu yansıtabilir. Bu durumda dağılımın maksimumu budanmış yani azalmış olur ve de ortaya düz bir dağılım çıkar. Neticede yükseklik ölçeği değeri büyük olur. Bu senaryo, gözlemsel yaşlı açık küme dağılımının düz görünüşü ile uyum içindedir. Janes ve Phelps (1994) tarafından yapılan çalışmada örnek az sayıda olduğu için bu durum bunların örneklerinde gözlenmemiştir ve yükseklik ölçeği değerini 375 pc olarak vermektedirler.

Alan yıldızlarının atası olarak açık yıldız kümelerden bakıldığında, açık yıldız kümeleri ile alan yıldızlarının yükseklik ölçeği değerleri arasındaki bağlantının oluşturulması gerekmektedir. Disk yıldızlarının çoğunun molekül bulutlarından oluştuğu bilindiği halde, Kroupa (2002) kinematik olarak ısınan yıldızların kümeden kurtulup Galaktik diskleri nasıl kalınlaştırdığını ve hatta kalın diskleri oluşturabileceğini göstermiştir. Bu mekanizma sözü edilen bu bağlantıyı sağlayabilir. Başka bir ilginç sonuç, bu mekanizmanın kalın diski oluşturmada yegane bir yol olup olmadığıdır. Bu durumda kalın diske ait açık kümeleri bulmayı bekleyemeyiz. Kalın disk özelliğinde kümeleri bulmak, uydu galaksiden yakalanma gibi diğer süreçlerin işlediği anlamına gelir.

Güneş çemberi dışarısında daha büyük bir yükseklik ölçeği değerinin iyi bir yorumu, Güneş çemberinin dışında ve içerisinde yer alan kümelerin yükseklik ölçek değerlerinin karşılaştırılmasıyla elde edilir. Bu muhtemelen diskin alevlenmesi ve burulmasının genliği gibi etkilerin birleşiminin bir sonucu olabilir. Daha küçük Galaksi boylamlarında yükseklik ölçeğini analiz ederken alevlenme ve burulmanın hangisinin etkili olduğunun anlaşılması için daha çok sayıda açık yıldız küme örneklerine gereksinim vardır.

Açık yıldız kümeleri, Güneş'in Galaksi merkezine olan uzaklığını hesaplamada kullanılmıştır. Güneş'ten itibaren 3 kpc içerisindeki 301 açık kümenin kinematik analizinden Shen ve Zhu (2007), $R_0 \sim 7.95$ kpc değeri elde etmişlerdir. Bu değer OB yıldız topluluklarından elde edilen değer ile uyumludur. Basit Oort modeline dayanmasına rağmen, bu tespitler Sgr A* kara deliği civarında 100'ün üzerinde yıldızın

radyal hızlarının analizine dayanan Genzel ve diğ. (2000) tarafından elde edilen 7.8–8.2 kpc sonucu ile de uyumludur. Eisenhauer ve diğ. (2003), Sgr A* civarında S2 yıldızının astrometrik ve radyal hız gözlemleriyle $R_0 = 7.94 \pm 0.42$ kpc değerini buldu. Bica ve diğ. (2006), 153 küresel kümenin analizinden $R_0 = 7.2 \pm 0.3$ kpc değerini elde etti. Fich ve Tremaine (1991), Feast (2008), Glushkova ve diğ. (1999) tarafından elde edilen tespitleri de değerlendiren Lepine ve diğ. (2011) ait en yeni çalışmada, $R_0 = 7.5$ kpc değerini kullandı. Tüm bu sonuçlar standart IAU değeri olan $R_0 = 8.5$ kpc değerinin gözden geçirilmesine ve ~500 pc kadar düşürülmesi gerektiğine işaret etmektedir. Geçmiş yıllara ait R_0 'e ait en yeni tespitlerin bir sentezi Shen ve Zhu (2007) çalışmasında Şekil 2'de gösterilmiştir. Günümüze kadar R_0 uzaklık değeri için elde edilen bilgiler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Güneş'in Galaksi merkezinden uzaklığına (R_0 (kpc)) ait literatür değerleri.

R_0 (kpc)	Kaynak	Açıklama
8.5	IAU (1985)	IAU (1985)
7.95	Shen ve Zhu (2007)	301 açık kümenin kinematik analizi
7.2 ± 0.3	Bica ve diğ. (2006)	153 küresel kümelerin analizi
7.8-8.2	Genzel ve diğ. (2000)	Sgr A* civarında 100 yıldızın analizi
7.9 ± 0.3	McNamara ve diğ. (2000)	RR Lyrae yıldızlarının analizi
8.4 ± 0.6	Reid ve diğ. (2009)	Büyük kütleli yıldız oluşum bölgeleri -VLBA
7.94 ± 0.42	Eisenhauer ve diğ. (2003)	Sgr A* civarında S2 yıldızının analizi
7.5	Lepine ve diğ. (2011)	Fich ve Tremaine (1991), Feast (2008), Glushkova ve diğ. (1999)'ne ait analizler

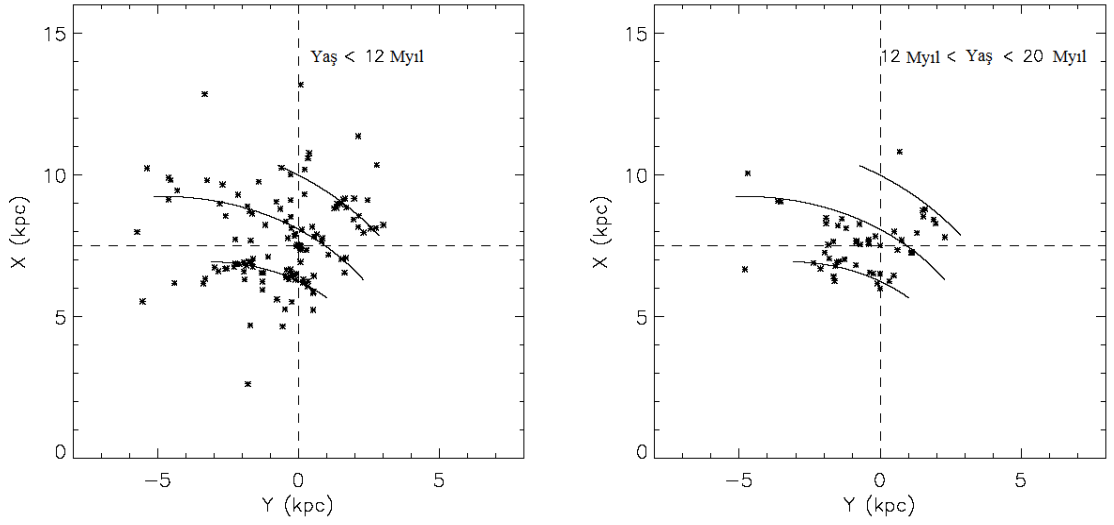
Galaktik diskin yükseklik ölçeği ile ilgili başka bir mesele burulmanın büyüklüğüdür. Galaksinin üçüncü çeyreğindeki düşük sönükleşme pencerelerinde yapılan gözlemlere bakıldığında, Vazquez ve diğ. (2008), 16 kpc den daha büyük R_{GC} uzaklıklarında diski haritalamak için açık yıldız kümeleri kullanmıştır. Bu yazarların Şekil 6'sında, güneydeki burulmanın Galaksi düzleminin altında 1 kpc'den büyük uzaklıklara ulaştığı görülebilir.

2.2.1 Sarmal Yapı

Genç açık yıldız kümeleri sarmal yapıyı haritalamak için uzun süredir kullanılmaktadırlar (Becker ve Fenkart, 1970; Moffat ve diğ., 1979). Galaksimizde yıldız oluşumu başlıca sarmal kollarda meydana geldiğinden, doğdukları yerden önemli derecede ayrılmayan genç kümelerin yerel sarmal yapıyı temsil etmeleri beklenir.

Radyo dalgalarında gözlenen HI, HII, CO gibi gazdan ibaret sarmal yapı göstergeleri ile karşılaştırıldığında, açık yıldız kümelerinin uzaklıkları daha doğrulukla tespit edilmelidir. Açık kümelerin uzaklıkları dönme eğrilerinin ortaya konulmasında önemlidir. Üstelik, sarmal kollardaki hız alanının genel dönme eğrisinin işaret ettiği değer ile tam olarak uyuşmadığı bilinmektedir.

Genç açık yıldız kümeleri, sarmal kolların temsilcileri olarak göz önünde bulundurulduğunda, genç ifadesinin ne anlama geldiği sorgulanmalıdır. Dias ve Lepine (2005) çalışmasından alınan Şekil 2.9'da Sol panel: Güneş civarında < 12 milyon yıl yaşında açık yıldız kümelerin dağılımını göstermektedir. Güneş ve Galaksi merkezinin (X, Y) koordinatları sırasıyla (7.5, 0) kpc ve (0, 0) kpc'dir. Dikey ve yatay kesikli çizgiler Güneş'e merkezlenmiş koordinatları göstermektedir. Sağ panel: 12 milyon yıl ile 20 milyon yıl yaş aralığında açık yıldız kümelerinin bugünkü konumlarını ve sürekli çizgiler sarmal kolların bugünkü konumunu göstermektedir. Burada 12 milyon yıla kadar açık yıldız kümelerinin doğdukları kollarda kaldıklarını görülmektedir. Bu kümeler ~ 20 milyon yılda kollardan sürüklenirler ve Galaksinin disk popülasyonuna katılırlar. Yine de sarmal kollarda halen görülebilirler. Şekil 2.9, açık yıldız kümeleri ile ortaya konulan sarmal yapının temsili olarak gösterir ve çoğu çalışmada sıkça kullanılır. Özellikle, Carina-Sagittarius, Yerel (Orion) ve Perseus kolları ~ 4 ile 5 kpc uzaklıklara kadar Güneş civarında çok belirgindir. Carraro ve diğ. (2005), Moitinho ve diğ. (2006), Vazquez ve diğ. (2008) tarafından yapılan yeni çalışmalar ile açık kümelere, CO bulutlarına ve erken tayf türünden alan yıldızlara dayanan III. Galaktik çeyrekteki sarmal yapıyı ortaya çıkartmıştır. Bu çalışmalar dört kollu bir yapıyı desteklemektedir: Dış kol (Norma-Cygnus) üçüncü Galaktik çeyreği karşıdan karşıya geçerek, Güneş'ten 10 kpc ötede uzaklıklara ulaşır. Yerel (Orion) kol dış kola ulaşır. Görünürde parçalanmış olan Perseus kolu, yerel kolu keser ve genç açık yıldız kümeleri ile temsil edilemez. Fakat IV. çeyrekteki açık yıldız kümeleri bu kolu iyi bir şekilde temsil ederler.



Şekil 2.9: Sol panel: Güneş civarında < 12 milyon yıl yaşında açık yıldız kümelerin dağılımı. Sağ panel: 12 milyon yıl ile 20 milyon yıl yaş aralığında açık yıldız kümelerinin bugünkü konumları (Dias ve Lepine 2005).

Sarmal kollarda bulunan erken tayf türünden yıldızlar büyük uzaklıklarda bulunup renk-kadir yada iki-renk diyagramlarında küme benzeri kollar üretirler ve ortalama kızarma değerlerinin ve uzaklığın belirlenmesine olanak sağlarlar. Bu tip yıldızların renk-kadir yada iki-renk diyagramlarındaki analizlerinde, açık yıldız kümeleri için kullanılan teknikler uygulanmaktadır. Bu türden kollar, önceleri tanımlanmış ve Blue Plumes (Mavi kuş tüyü) olarak adlandırılmıştır. “Mavi Kuş Tüyü” ismi, erken türden yıldızların renk-kadir diyagramlarının mavi kenarında kuş tüyü şeklindeki görünümünden dolayı verilmiştir ve bu tip yıldızlar Galaksimiz tarafından yakalanan bir cüce galaksinin işareti olarak yorumlanmışlardır (Canis Major cüce galaksisi: Martinez-Delgado, 2005). Öyle ki, “Mavi Kuş Tüyü” yıldızları III. çeyrekte sarmal yapıyı temsil ettikleri gibi, II. çeyreği de kapsamaktadır (Carraro ve diğ., 2008a). Bu yıldızlar, II. çeyrekte evrimleşmiş açık yıldız kümelerin renk-kadir yada iki-renk diyagramlarında üst üste getirildiğinden bazen MM yıldızları olarak yorumlanmışlardır.

2.2.2 Kinematik ve Dinamik

Astrometik veriler 1990 ve 2000’li yıllarda belirgin şekilde yaygınlaşmıştır. Hipparcos ve Tycho-2 katalogları (ESA 1997) (Hog ve diğ., 2000) ile UCAC2 kataloğu (Zacharias ve diğ., 2004) bu alanda en önemlileridir. UCAC3 kataloğu 2010 yılında yayınlanmıştır. Bu astrometik veriler açık kümeler konusunda pek çok çalışmalara öncülük etmiş ve ayrıca küme üyeliğini, küme öz hareketlerini, küme iç dinamiğini belirlemeye olanak

sağlamıştır. Bu verilerden Hyades ve Pleiades açık kümeleri için elde edilen uzaklıklar, kozmolojik uzaklıkları ve evrimsel modeller ile elde edilen yaşların kalibrasyonunda önemlidir. Ayrıca bu astrometrik veriler yıldız oluşum bölgelerinin çalışılmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Fakat büyük ölçekte Galaktik yapı dikkate alındığında, çok büyük nitelikli gelişmeyi tetikleyememiştir. Bunun temel nedeni de astrometrik verilerin birkaç yüz parsek ile sınırlı kalmasıdır.

Açık yıldız kümeleri, Galaktik dönme eğrisinin yerel davranışını ortaya çıkarmada kullanılmıştır. Öyle ki, Galaksimizin yerel bölgeden uzakta tam bir dönme eğrisi halen eksiktir. Bu alan ile ilgili gelişme içeren bir çalışma, Frinchaboy ve Majewski (2008) tarafından yayınlanmıştır. Kinematik çalışmaların çoğu, LSR'ye (Yerel Durağanlık Standartına Göre Hız) göre dönme hızı, Oort sabitleri ve Güneş'in hızı gibi parametrelerin daha duyarlı doğrulukla tespitine dayanmaktadır. Böyle bir analize ilişkin bir özet, Piskunov ve diğ.'nin. (2006) Tablo 2'sinde verilmiştir. Bu yüksek nitelikli astrometrik veriler, yıldız oluşum kompleksleri, yıldız akıntıları gibi yerel yapıların tespitine olanak verir (Piskunov ve diğ., 2006).

Klasik hesaplamalara göre, son zamanlarda açık yıldız kümeleri sarmal yapının dönme hızını belirlemek için kullanılmıştır. Dias ve Lepine (2005), sarmal kolların katı cisim gibi döndüğünü doğruladı ve küme yörüngelerinin doğrudan integrasyonu ile hızlarını belirledi. Bunun için farklı yaş gruplarında kümelerin konumlarını, sarmal kolların dönme hızını $24 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$ kabul ederek karşılaştırma yaptı.

Bunlar dönme hızından buldukları R_0 değerini 1.06 ± 0.08 katı kadar daha fazla verdiler. Bobylev ve diğ. (2007), Carina-Sagittarius ve Perseus kolları ile kıyaslandığında Orion kolu için farklı bir hız buldular. Lepine ve diğ. (2008), bu değeri, Güneş yörüngesindeki çemberde sarmal kolların dönme hızını $42 \pm 4 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$ olarak verdi.

2.2.3 Oluşum ve Evrim

Daha yaşlı açık yıldız kümelerinin yaşları, Galaksi diskinin yaşına bir alt limit koymaktadır. Şimdilerde bilinen en yaşlı kümeler NGC 6791 ve Be 17'dir. Bu kümelerin yaşları 10 Gyl civarındadır (Carraro ve diğ., 1999; Salaris ve diğ., 2004). Bu

kümelerin yaşları genç küresel kümelerin yaş aralığında olmasına rağmen, Galaksinin halosuna göre daha gençtir.

Galaksinin iç kısımlarında bir kaç tane yaşlı açık yıldız kümesi tespit edilmiştir. Bu durum, küçük R_{GC} değerlerinde açık yıldız kümelerini bozan etkiler ile açıklanmaktadır. Bilinen en yaşlı açık yıldız kümesi olan NGC 6791'in yörüngesi şimdilerde Güneş çemberi (8.5 kpc) dışında olup, Galaksi merkezinden 4.6 kpc uzaklığındadır.

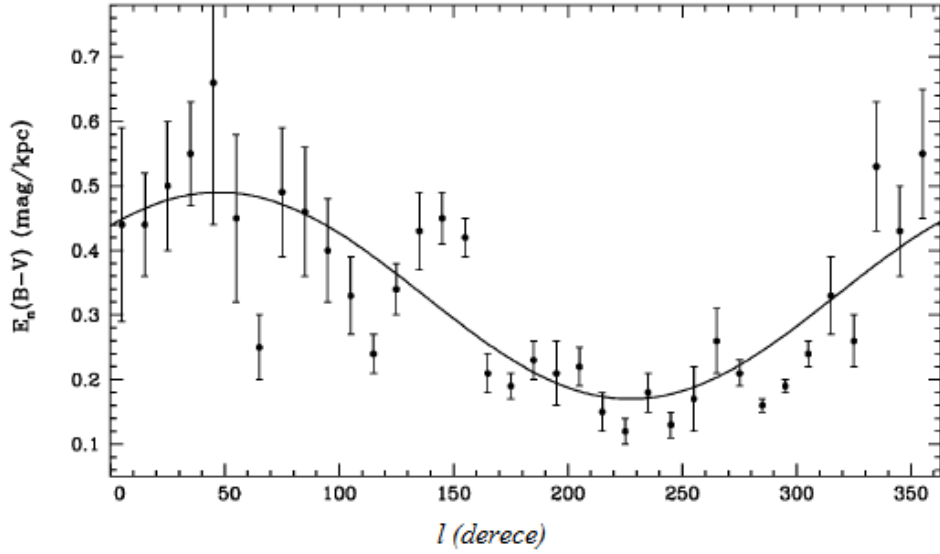
Galaktik evrim senaryolarında en çok tartışılan konu kimyasal bolluk gradientleridir. Son 20 yılda pek çok gözlemsel çalışma, radyal yöndeki metal bolluğunda düzgün şekilde azalan bir gradient vermektedir. En yeni çalışmalar ~ -0.06 dex/kpc değerinde bir gradient vermektedir (Friel ve diğ. 2002; Chen ve diğ. 2003). Bu alanda Twarog ve diğ. (1997) tarafından yapılan çalışma bir tezatlık oluşturmaktadır. Twarog ve diğ. (1997), literatürde yayınlanmış metal bolluğu değerlerini yeniden gözden geçirerek, radyal metal bolluğu dağılımında $R_{GC} \sim 10$ kpc'de bir geçiş olduğunu gördüler ve dağılımı bir basamak fonksiyonu ile ifade ettiler. Yazarlar, $R_{GC} < 10$ kpc olan iç bölgede, $\langle [Fe/H] \rangle = 0$ dex ortalama metal bolluğu civarında daha sık bir gradient, dış kısımda ise hemen hemen düz bir metal bolluğu dağılımı elde ettiler.

Teoride, modeller genelde basit metal bolluğu gradient değerlerini verir. Magrini ve diğ. (2009) çalışmalarında, 7 kpc civarında radyal yönde ani bir değişimi ve bunu takiben 11 kpc civarında ise hemen hemen sabit bir düzlüğü öngörür.

Fakat literatürdeki pek çok çalışma, 10 Gyr küme yaşı aralığı için yukarıda bahsedilen metal bolluğu gradientini bulma konusunda başarısız olmuştur. $R_{GC} > 10$ kpc değerlerinde kümeler için marjinal bir delil vardır (Friel 1995; Friel ve diğ., 2002). Bunun en doğal açıklaması, kimyasal zenginleşmenin Galaksimizin evriminde başlangıçta meydana gelmiş olması gerektiği şeklindedir.

2.2.4 Yıldızlararası Sönükleşme

Joshi (2005), 722 açık yıldız kümesinin kızarma değerlerini kullanarak $\sim 4\text{-}5$ kpc uzaklıkta yıldızlararası soğurmanın yapısı üzerinde çalıştı. Soğurulmanın Galaktik boylama göre sinüzoidal eğriye uyduğunu buldu (Şekil 2.10). Şekil 2.10'da sürekli çizgi, gözlemlerle çakışan sinüzoidal eğriyi göstermektedir.



Şekil 2.10: Galaktik boylamın l ($^{\circ}$) bir fonksiyonu olarak normalize edilmiş sönükleşme değeri (Joshi, 2005).

Buna göre, kızarma $l \sim 30^{\circ}\text{--}50^{\circ}$ Galaktik boylam aralığında en fazla, $l \sim 220^{\circ}\text{--}250^{\circ}$ Galaktik boylam aralığında ise en düşük değere sahiptir. Sönükleşme III. çeyrekte genelde düşüktür. $l \sim 160^{\circ}\text{--}280^{\circ}$ Galaktik boylam aralığında ~ 0.07 kadir/kpc kadar düşüş göstermektedir. Bu değer Vazquez ve diğ. (2008) tarafından elde edilen değer ile uyum içindedir. Vela moleküler halkasından dolayı $l \sim 265^{\circ}$ değeri hariç tutulduğunda, düşük soğurma değeri IV. çeyrekte Carina koluna doğru devam etmektedir. Genelde diğer boylam aralığında, soğurma yüksektir ve çoğunlukla Güneş'ten 1 ile 2 kpc arasında bu soğurma değerleri görülür. Joshi (2005), toz düzleminin, $b = 0^{\circ}$ düzlemine göre 0.6 kadar eğildiğini tespit etmiştir. Toz düzleminin maksimum ve minimum yüksekliği, sırasıyla $\sim 54^{\circ}$ ve 234° Galaktik boylamlarında görülür. Bu değerler Galaktik burulmanın maksimum ve minimumu ile uyumludur. Bu türden çalışmalar yıldızlararası maddenin dağılımı ve miktarını açığa çıkarmasına rağmen, soğurucu maddenin doğası hakkında bir fikir vermezler. Bunun nedeni de açık yıldız kümelerinin kızarma ve

soğurma değerlerinin standart yıldızlararası sönükleşme kanununun varsayımıyla elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Yıldızlararası sönükleşme kanununun değişimlerine ait bir çalışmanın yapılmasında fayda vardır.

2.2.5 Gelecekte Beklentiler

Gelecekte, yansız ve astrofiziksel özellikleri çok iyi bilinen bir küme örneğinin oluşturulması gerekmektedir. Araştırmacılar tarafından yapılan yapay sönükleşme değerleri azaltılmalıdır ve bu konuda, yeterince çalışılmamış kırmızı ötesi fotometrisi ile kümelerin analizlerine gerek duyulmaktadır. Böylelikle yıldızlararası maddenin dağılımı, niceliği ve türü hakkında bilgi edinilme olanağı da yaratılmış olacaktır.

Bu konuda başarı, küme parametrelerinin daha doğru elde edilmesinde kırmızı ötesinde fotometrik analiz tekniklerinin gelişimine bağlıdır.

Açık yıldız kümelerinin parametrelerinin derlendiği homojen bir veri kataloğuna gereksinim vardır. Verilerin homojenleştirilmesi önemlidir. Bununla birlikte homojen yöntemler kesinlikle homojen kataloglar üretmemektedir. Örnek vermek gerekirse, Hipparcos paralaksı, Pleiades gibi yakın kümelerin uzaklığını belirlemede büyük öneme sahiptir. 300 pc uzaklıkta bir küme için, paralaksı mevcut olmakla beraber bu iyi bir sonuç vermez. Bu durumda, renk-kadir diyagramına uygulanan iyi bir SYAK fiti paralaksı değerinden elde edilen Pleiades uzaklığı ile uyumlu olan bir uzaklık değeri verir.

GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) projesi Galaktik astronomide önemli bir proje olup, tek tek yıldızların uzaklık değerleri ve kinematiklerini verecektir. GAIA, açık yıldız kümelerinin bazı parametrelerinin gelişimine hizmet edecektir.

Yer tabanlı planlanan ve devam etmekte olan büyük ölçekte taramalar mevcuttur. Bunlar: UKIDSS (United Kingdom Infrared Telescope Deep Sky Survey), SEGUE (Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration), IPHAS (INT Photometric H α Survey of the Northern Galactic Plane), VPHAS+ (VST Photometric H- α Survey of the Southern Galactic Plane), VVV (VISTA Variables in the Via

Lactea), VHS (VISTA Hemisphere Survey), LSST (Large Synoptic Survey Telescope), PAN-STARS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System)'dır. Bu taramalar optikten kırmızı öteye ve hatta H_{α} gibi seçilmiş filtrelerde daha kaliteli veriler sağlayacaktır. Bu bakımdan bu yeni veriler, gelecek bir kaç yıl içerisinde açık yıldız kümeleri konularında araştırmacılar açısından önemli olacaktır.

2.3. GALAKTİK DİSKİN KİMYASAL EVRİMİ: METAL BOLLUĞU GRADİYENTİ VE YAŞ METAL BOLLUĞU İLİŞKİLERİ

Açık kümeler, Galaktik diskin kimyasal yapısı ve evrimini çalışmak için uzun süredir kullanılan cisimlerdir. Yaşları nispeten doğrulukla tespit edildiği ve de çok büyük uzaklıklara kadar görülebildiklerinden, diskteki tüm zenginleşmeyi ortaya koymak için mükemmel bir zaman belirteçlerdir. Açık yıldız kümelerinin bollukları çeşitli yöntemlerle elde edilmektedir. Bu iş için, DDO, UBV (Janes, 1979; Cameron, 1985), Washington (Canterna ve diğ., 1986; Geisler, 1987; Geisler ve diğ., 1992), Strömgen (Nissen ve diğ., 1987) fotometri sistemlerindeki fotometrik bolluk göstergeleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çok az sayıda küme için tayfsal yöntem ile bolluk tayini yapılmıştır (Friel ve Janes, 1993). Kümelerin sönük olmasından dolayı yüksek çözünürlüklü tayf verilerinden çok az bolluk tespitleri yapılmıştır (Smith ve Suntzeff, 1987; Hobbs ve diğ., 1990; Hobbs ve Thorburn, 1991; Friel ve Boesgaard, 1992; Brown ve diğ., 1993; Magrini ve diğ., 2009; Magrini ve diğ., 2010). Yüksek çözünürlüklü tayf çalışmalarından başka, bu yöntemlerin çoğunluğu 0.10 ile 0.15 dex doğrulukta $[Fe/H]$ metal bollukları verir. 1987 yılından önceki bolluk tespitleri bir araya getirilmiş ve *Catalog of Open Cluster Data* (COCD; Lynga 1988) adı altında ortak bir sisteme konmuştur. Önceki ve en yeni çalışmalar karşılaştırıldığında çeşitli bolluk sistemleri arasında 0.1 dex seviyesinde sistematik farklılıkların olma olasılığı vardır (Wheeler ve diğ. 1989). Üniform bir tayfsal bolluk ölçeğinde metal bolluğuna ait en yeni değerler bu türden katalogta toplanmış ve açık kümelerin yaş ile bolluk arasında ilişkiden bolluk gradiyentlerini oluşturmak için kullanılmıştır.

2.3.1 Galaktik Diskin Metal Bolluğu Gradiyentleri

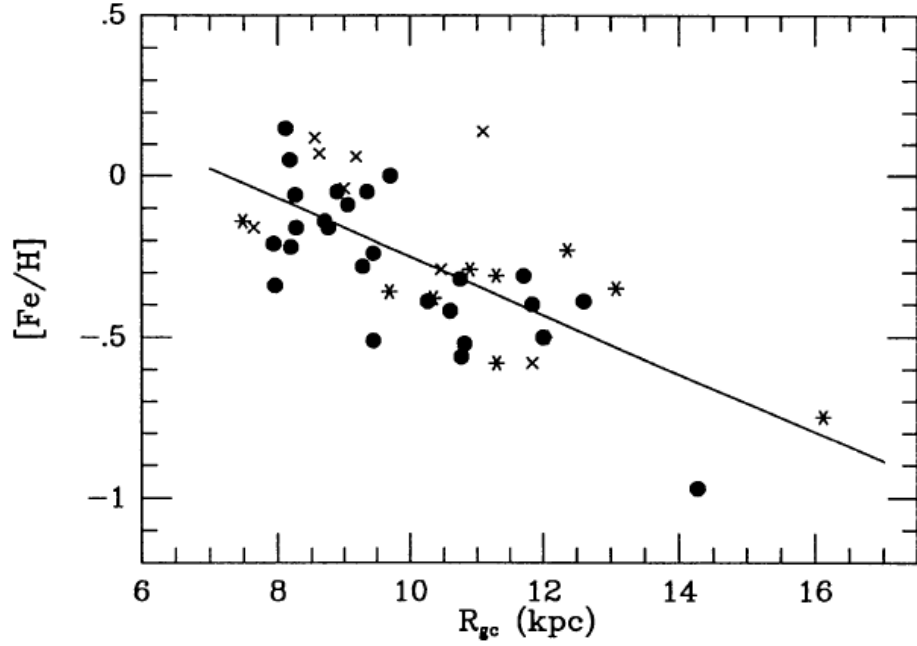
Galaktik diskte radyal bolluk gradiyentlerinin şekli ve büyüklüğü kimyasal evrim modellerine gerekli sınırlamaları sağlamaktadır. Uzaklık ve yaşları geniş bir aralığı kapsadığından açık kümeler, metal bolluğuna ($[Fe/H]$) ait en iyi göstergeler arasındadır., Yaşlı küme popülasyonunun artan R_{GC} ile metal bolluğunda önemli bir azalma göstermesi, örnek boyutunun artmasına ve gözlemsel parametrelerin niteliğinin gelişmesine rağmen, ilk elde edilen bulgulardan bu yana değişmeden kalmıştır. Dış diskteki yer alan çok az küme örneğinin metalce fakir doğası Arp (1962) tarafından dikkat çekilmesine rağmen Janes (1979), 800 Myıl'dan büyük yaşlara sahip 15 yaşlı kümeden, diskin bolluk gradiyent değerini $d[Fe/H]/dR_{GC} = -0.075 \pm 0.034$ dex/kpc olarak elde etmiştir. COCD (Lynga 1988) veri tabanındaki daha büyük bir küme örneğinden, Janes ve diğ. (1988), 200 Myıl'dan daha büyük yaşlara sahip kümeler için -0.14 dex/kpc değerinde bir gradiyent buldular.

Metal bolluğu tespitlerine sahip yaşlı kümelerin en yeni ve bilinen bir örneği Friel ve Janes'e (1993) aittir. Bunların örnekleri daha önceki çalışmalardan daha büyük uzaklık aralığını ve önceleri bilinmeyen küme örneklerini de kapsamaktadır. Lynga kataloğundaki küme bolluklarına ilave kümelerin bolluk değerlerini kullanarak, Friel ve Janes (1993), $R_{GC} = 7-16$ kpc arasında Hyades'den daha yaşlı 33 küme için -0.095 ± 0.014 dex/kpc değerinde radyal bir bolluk gradiyent değeri gözledi. Bolluk gradiyentinin eğimi üzerine benzer sonuçlar Washington fotometrisinden tespit edilen bolluk değerlerini kullanan Geisler ve diğ. (1992) tarafından elde edildi. Bugünlerde açık küme örneğinin sayısı artmaya devam etmekte ve daha yaşlı ve daha uzak kümelerin parametrelerini daha doğrulukla belirlemeye dikkat edilmektedir.

Cameron (1985), küme örneğinden -0.11 ± 0.02 dex/kpc değerinde bir gradiyent buldu ve gradiyentin dış diskte dikleştiğini ileri sürdü. Panagia ve Tosi (1981) ise 20 küme örneği için -0.095 ± 0.034 dex/kpc değerinde bir gradiyent buldu. Fakat buradaki her iki küme örneği çok sınırlı bir uzaklık aralığını kapsamakta olup küme sayısı da oldukça azdır.

Şekil 2.11'de 44 küme için, Friel (1995) tarafından verilen -0.091 ± 0.014 dex/kpc gradiyent değeri önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında pek değişmediği

görülmektedir. Burada içi dolu daireler Friel ve Janes (1993), Thogersen ve diğ.'den (1993) alınan, yıldız sembolleri, Friel ve diğ.'den (1995) alınan metal bolluklarını, çarpı sembolleri Lynga'dan (1987) alınan verileri göstermektedir. Verilere yapılan fit (sürekli çizgi), $d[\text{Fe}/\text{H}]/dR_{\text{GC}} = -0.099 \pm 0.014 \text{ dex/kpc}$ gibi bir bolluk gradientini verir.



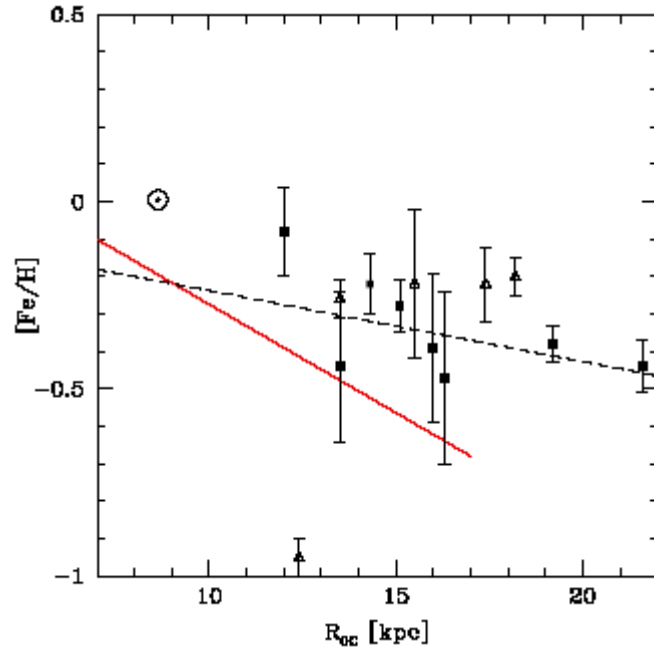
Şekil 2.11: $[\text{Fe}/\text{H}]$ - R_{GC} ilişkisi (Friel, 1995).

$[\text{Fe}/\text{H}]$ - R_{GC} ilişkisinde doğrusal fit etrafında gözlemsel saçılma 0.17 dex olup beklenen gözlemsel belirsizlikten önemli derecede daha büyüktür. Bu ilişkiyi yorumlamada ve özellikle teorik öngörüler ile karşılaştırmadaki çabalara rağmen, bu kümelerin bazılarının uzaklık ve kızarma değerleri belirsizlik içermektedir. Örnek vermek gerekirse, $R_{\text{GC}} = 18.5 \text{ kpc}$ değerine sahip olduğu düşünülen To2 kümesinin $R_{\text{GC}} = 13\text{--}16 \text{ kpc}$ arasında uzaklık değerine sahip olduğu anlaşılmıştır (Adler ve Janes, 1982; Kubiak ve diğ., 1992). To2 kümesinin renk artığının $E(B-V) = 0.08, 0.20$ ve 0.40 değerlerinde belirlenmesi, metal bolluğunu -0.7 ile -0.4 dex arasında değiştirmiştir (Friel ve Janes, 1993; Friel ve diğ., 1995; Brown ve diğ., 1993). Neyse ki, bu küme çoğu küme arasında tipik bir küme olup, Şekil 2.11'de konumundaki değişiklik ortalama ilişkiyi önemli şekilde etkilememektedir.

Tayfsal yöntemler ve Washington fotometrisi (Geisler ve diğ., 1992) ile elde edilen küme bolluk değerleri arasında farklılıklar olup, radyal bolluk profillerindeki dispersiyon ve eğiminde bir görüş birliğine varabilmek için etraflıca çalışılmaktadır. Kızarma konusunda bazı iyileştirmeler olduğu gibi, küme üyelik tespitinde yeni geliştirilen teknikler ve yüksek çözünürlüklü bolluk analizleri ile bolluk tespitlerinde de önceki çalışmalara göre iyileşmeler olmaktadır. Geçmişten günümüze açık yıldız kümelerinin $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisinden elde edilen bolluk gradientleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2’den görüleceği gibi, Twarog ve diğ. (1997), Tadross (2003), Magrini ve diğ. (2009, 2010) ve Lepine ve diğ. (2011), $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisinde bolluk gradientini R_{GC} ’de oluşan süreksizlik değerine göre vermektedir. $R_{GC} < 8-10$ kpc değerlerinde gradient değeri dik iken, $R_{GC} > 8-10$ kpc değerlerinde gradient değerleri yassılaşılmaktadır. Yong ve diğ. (2005), Carraro ve diğ. (2007), $R_{GC} > 10-12$ kpc mesafelerde tayf bolluk değerlerinden yassı bir gradient değeri gözlemişlerdir.

Dış diskte element bollukları için yeterli veri azdır. Carraro ve diğ. (2007), dış diskte yer alan beş açık kümenin tayf yoluyla elde ettikleri element bolluk verilerinin sonuçlarını yayınladı. Şekil 2.12’ de içi boş üçgenler antimerkez doğrultusunda Carraro ve diğ.’ne (2007) ait yüksek çözünürlüklü tayfa ait 5 açık kümenin $[Fe/H]$ değerlerini göstermektedir. İçi dolu kareler antimerkez doğrultusunda literatüre ait verileri temsil etmektedir. Kırmızı çizgi Friel ve diğ.’ne (2002) ait, kesikli çizgi ise dışta yer alan kümeler ilave olduğu durumunda uygulanan fiti göstermektedir. Şekil 2.12’deki tüm kümelere fit geçirildiğinde, kesikli çizgi ile gösterilen -0.018 ± 0.021 dex/kpc değerinde global bir bolluk gradient değeri elde etti. Bu değer, Friel ve diğ.’ne (2002) ait değerden daha yassıdır. Bu sonuç şuna işaret etmektedir: Yaşlı açık kümeler kullanıldığında Galaktik diskte bir bolluk gradientinin olmadığı anlaşılmaktadır. Sarmal galaksi disklerinde de sıg bolluk gradientleri gözlenmiştir (Moustakas ve Kennicutt, 2006).



Şekil 2.12: Galaksi merkezinin zıt doğrultusunda uzak yaşlı açık kümelerden elde edilen radyal bolluk gradiyenti (Carraro ve diğ., 2007).

Tablo 2.2’den de görüleceği gibi metal gradiyentlerinin farklılık göstermesi

- a) Farklı ve homojen olmayan metal bolluğu veri setlerinin kullanılması
- b) Galaksimizin farklı radyal bölgelerinin analiz edilmesi gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 2.2: Açık yıldız kümelerinin gözlemsel metal bolluğu gradientleri

Yazar	$d[Fe/H]/R_{GC}$ (dex/kpc)	R_{GC} (kpc)	Açıklama (küme sayısı, yaş, diğer)
Janes (1979)	-0.075 ± 0.034	8-14	15; Yaş>800 Myıl; fotometrik UBV, $\delta(U-B)$ yöntemi; dev yıldızlar
Panagia ve Tosi (1981)	-0.095 ± 0.034	8-12	20; Yaş<1 Gyl
Cameron (1985)	-0.11 ± 0.02	6-11	38; UBV, $\delta(U-B)$ yöntemi: anakol yıldızları
Friel ve Janes (1993)	-0.088 ± 0.017	8-16	33; Yaş>1 Gyl; tayf, dev
	-0.095 ± 0.017	8-16	24
Piatti ve diğ. (1995)	-0.07	6-14	63; DDO fotometrisi; dev yıldızlar
Friel ve diğ. (1995)	-0.091 ± 0.014	7-16	44 Tayf; dev yıldızlar
Twarog ve diğ. (1997)	-0.071 ± 0.008	6-16	76; DDO fotometrisi; dev yıldızlar
	-0.028 ± 0.016	≤ 10	62
	-0.013 ± 0.020	> 10	14
Salaris ve diğ. (2004)	-0.055 ± 0.019	7-19	38
	-0.097 ± 0.023	7-15	37
	-0.130 ± 0.02	7-19	Yaş<3 Gyl
	-0.080 ± 0.03	7-19	Yaş>3 Gyl
Carraro ve diğ. (1998)	-0.085 ± 0.008	8-16	37 Tayf; dev yıldızlar
Friel (1999)	-0.06 ± 0.01	7-17	63 Tayf; dev yıldızlar
Friel ve diğ. (2002)	-0.059 ± 0.01	8-17	39 Tayf; dev yıldızlar
	-0.075		Yaş>4 Gyl
	-0.053		Yaş: 2 – 4 Gyl
	-0.023		Yaş<2 Gyl
Chen ve diğ. (2003)	-0.063 ± 0.008	7-16	119; Dias ve diğ. kataloğu
Tadross (2003)	-0.09 ± 0.02	5-16	91; UBV, $\delta(U-B)$ yöntemi: anakol yıldızları
	-0.14	≤ 8	
	-0.07	> 8	
Carraro ve diğ. (2007)	-0.018 ± 0.021	12-22	5; Tayf; dev yıldızlar
Magrini ve diğ. (2009)	-0.053 ± 0.029	7-12	45; Yaş<0.8 Gyl, Tayf
	-0.094 ± 0.008	7-12	$0.8 < \text{Yaş} < 4$ Gyl
	-0.091 ± 0.06	7-12	$0.8 < \text{Yaş} < 4$ Gyl
	$+0.005 \pm 0.05$	12-22	$0.8 < \text{Yaş} < 4$ Gyl
	-0.001 ± 0.008	12-22	$4 < \text{Yaş} < 11$ Gyl
Magrini ve diğ. (2010)	-0.137 ± 0.041	≤ 8 ; 5-20	17; Tayf; dev yıldızlar
	-0.033 ± 0.005	> 8 ; 5-20	
Lepine ve diğ. (2011)	Dik	≤ 8.5	Tayf-Fotometri
	Yassı	> 8.5	
Yong ve diğ. (2005)	Yassı	$> 10-12$	Tayf

Galaktik diskte metal bolluğu gradientleri; HII bölgeleri, B yıldızları, Sefeitler gibi cisimlerin gözlemlerinden belirlenmiş ve ilgili çalışmalar Tablo 2.3’de verilmiştir. Bu tür cisimlere ait bolluk gradientlerinin büyüklüğü açık yıldız kümelerinden elde edilen gradient değerlerinin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılmıştır.

Tablo 2.3: Galaktik diskte diğer cisimlerin gözlemsel metal bolluğu gradiyenti

Yazar	$d[Fe/H]/dR_{GC}$ (dex/kpc)	R_{GC} (kpc)	Yöntem
Torres ve Peimbert. (1977)	-0.06±0.02	-	Gezenimsi bulutsu
Harris (1981)	-0.07±0.01	-	Klasik Sefeitler
Shaver ve diğ. (1983)	-0.07±0.02	-	HII bölgeleri
Rolleston ve diğ. (2000)	-0.07±0.01	-	B yıldızları
Deharveng ve diğ. (2000)	-0.04	5–15	HII bölgelerine ait oksijen bolluğu
Andrievsky ve diğ. (2002)	-0.029±0.004	6-13	77 Sefeit
Andrievsky ve diğ. (2004)	-0.044±0.004	6.6–10.6	12 Sefeit
Lemasle ve diğ. (2008)	-0.07	-	Sefeitler
Pedicelli ve diğ. (2009)	-0.051±0.004	5–17	256 Klasik Sefeit
	-0.13±0.015	<8	50 Klasik Sefeit
	-0.042±0.004	>8	
Luck ve Lambert (2011)	-0.062±0.002	4-17	398 Sefeit

2.3.2 Galaktik Diskin Metal Bolluğu Gradiyenti ile İlgili Teorik Modeller

Bolluk gradientinin değeri teorik olarak beklendiği gibi, diskin yaşamı süresince değişmiş midir? (Matteucci ve François 1989; Tosi, 1995). Bu durum bazı evrimsel modeller ile öngörüldüğü gibi, dış diskte daha sık olan, Galaksi merkezinden R_{GC} uzaklığının bir fonksiyonu mudur? Günümüze kadar metal bolluğu gradiyenti ile ilgili modeller Tablo 2.4’de verilmiştir. Galaktik kimyasal evrime ait modeller, Galaktik bolluk gradientlerinde çeşitli davranışlar öngörmektedir. Tosi (1996, 2000) tarafından çeşitli modellerin mukayesesinden görüldüğü üzere, gradientlerin detayları diskte hem zaman hem de konumun fonksiyonu olarak içeriye düşen yıldız oluşum hızına çok duyarlıdır. Bu dengeye bağlı olarak, modeller diskte gözlenen gaz yoğunlukları ve yıldız oluşum hızları ile karşılaştırıldığında, zaman ile ya dikleşen ya da düzleşen gradientler üretebilirler.

Tablo 2.4: Açık yıldız kümelerin teorik metal bolluğu gradiyenti

Yazar	$d[Fe/H]/R_{GC}$ (dex/kpc)	R_{GC} (kpc)	Açıklama
Tosi (1988)	Zaman ile yassılaşılan	5-12	İçeriden-dışarıya oluşum
Molla ve diğ. (1997)	Zaman ile yassılaşılan	5- 2	İçeriden-dışarıya oluşum
Portinari ve Chiosi (1999)	Zaman ile yassılaşıma	5-20	İçeriden-dışarıya oluşum
Hou ve diğ. (2000)	Zaman ile yassılaşılan	3-20	İçeriden-dışarıya oluşum
Chiappini ve diğ. (2001)	Zaman ile dikleşen	3-17	İçeriden-dışarıya oluşum
Cescutti ve diğ. (2007)	-0.036	4-22	İçeriden-dışarıya oluşum
	-0.052	4-41	
	-0.012	16-22	
Magrini ve diğ. (2009)	-0.134	4-7	İçeriden-dışarıya oluşum
	-0.075	7-12	
	-0.019	12-2	

Hou ve diğ. (2000) tarafından öngörülen en yeni modeller, gradiyentin diskin 10 Gyıl yaş değerinde, $\sim +0.05$ dex/kpc pozitif bir eğim ile daha sığ olduğunu göstermektedir. Friel ve diğ. (2002) çalışmasındaki küme verileri, bu değer ile genelde uyumludur. Öyle ki öngörülen eğimin değeri, en genç küme grubunun medyan yaş değeri için -0.08 dex/kpc ile en yaşlı grubun medyan yaş değeri için -0.11 dex/kpc gözlemsel değerlerinden daha büyüktür.

Cescutti ve diğ. (2006) tarafından öngörülen kimyasal evrim modellerinde $R_{GC} = 4$ ile 22 kpc uzaklık aralığında bolluk gradiyenti ~ -0.05 dex/pc olarak verilmiştir.

Cescutti ve diğ. (2006) tarafından öngörülen modelde, halo ve disk için farklı yıldız oluşum tarihleri ile Galaksinin bağımsız olarak evrimleştiği varsayılmaktadır. Bu modelde disk, içeriden dışarıya büyüyen bir yapıdadır.

Galaktik iç diskte metal gradiyentinin zamanla dik olması, Tosi (1988), Chiappini ve diğ. (1997, 2001) tarafından öngörülen modellerde şu şekilde açıklanmaktadır: Dış halonun ilk evrimi ile önceden zenginleşmiş ve ilk bir kaç Gyıl süresince metal bolluğu diskte nispeten düşük etkinlikte yıldız oluşum hızı ile çok az etkilenmiştir. Gaz düşüşü R_{GC} ile hızlıca azaldığından metalce fakir maddenin büyük bir kısmı merkezi bölgelere düşmüş ve böylelikle başlangıçta pozitif bir bolluk gradiyenti oluşmuştur. Halonun çökme safhası tamamlandığında, metal bolluğu iç diskte dış diskten çok daha hızlıca artmıştır. Bunun nedeni de küçük R_{GC} değerlerinde yüksek yıldız oluşum hızı ve büyük

R_{GC} mesafelerinden gaz düşüşü ile buradaki gazın karışmasından dolayı, pozitif gradient zamanla negatif gradiente dönüşmüştür.

Molla ve diğ. (1997), Portinari ve Chiosi (1999) ve Hou ve diğ. (2000) modellerinde, başlangıçta iç diskte yıldız oluşumu aktivitesi ve içeri düşen gazın metalce fakir bileşimi Galaksi merkezi civarında metal bolluğunda hızlı bir artış üretti. İç bölgelerde metal bolluğu hızlıca arttı ve diskin evriminin ilk 2-3 Gyr esnasında son değerine ulaştı. Oysa dış diskin zenginleşmesi daha yavaş cereyan etti ve radyal metal gradientinin yavaş bir şekilde yassılaşması ile neticelendi.

Yukarıdaki yazarlara ait modellerde farklı düşme hızları kabul edildi. Bu modellerde;

- (a) Disk, halonun monolitik (yekpare) çökmesinden oluştu.
- (b) İçteki gazın, dış diskten gaz düşüşü ile zamanla farklılaşması.
- (c) Galaksilerarası ortamdan sürekli gaz düşüşü ile diskin hiyerarşik oluşumu.

Tüm bu düşme hızları zamanla metal gradientinin farklı evrimine neden olur.

Her iki gruptaki modeller arasında temel farklılıklar, Galaktik diskin iç ve dış bölgelerinde zenginleşmenin etkinliğine ve halodan diske düşen zenginleşmemiş maddenin doğasına bağlıdır.

Magrini ve diğ. (2009) tarafından öngörülen modellerde, Galaktik diskin halonun çökmesi ile içeriden dışarıya doğru oluştuğunu ve Galaktik diskin dış bölgelerinde Galaksilerarası gazın devam eden birikimi ile ilgili bir senaryoyu içermektedir.

2.3.3 $[Fe/H]-R_{GC}$ ilişkisindeki Süreksizlik veya Boşluk

Tablo 2.2’de verilen metal bolluğu gradientlerinin bir kısmı $[Fe/H]-R_{GC}$ ilişkisinde tüm R_{GC} uzaklık aralığında yapılan fitlerden elde edilmiştir. Twarog ve diğ. (1997), Tadross (2003), Magrini ve diğ. (2009, 2010) ve Lepine ve diğ. (2011), $[Fe/H]-R_{GC}$ ilişkisinde bir süreksizlik veya boşluk gözlemişler ve bolluk gradientlerini bu süreksizlik değerine göre parçalı fit tekniği ile belirlemişlerdir. $[Fe/H]-R_{GC}$ ilişkisinde farklı yazarlar tarafından süreksizliğe ait değerler Tablo 2.5’de verilmiştir. Burada sefitlerden elde edilen R_{GC} (kpc)’de oluşan süreksizlik değerleri de verilmiştir.

Tablo 2.5: $[\text{Fe}/\text{H}]-R_{\text{GC}}$ ilişkisinde R_{GC} (kpc)'de oluşan boşluk veya süreksizliğe ait literatür değerleri

R_{GC} (kpc)	Kaynak	Açıklama
10	Twarog ve diğ. (1997)	Açık kümeler- tayf
8	Tadross (2003)	Açık kümeler - fotometri
12	Magrini ve diğ. (2009)	Açık kümeler- tayf
8	Magrini ve diğ. (2010)	Açık kümeler- tayf
8.5 ($R_0 = 7.5$)		
9.5 ($R_0 = 8.5$)	Lepine ve diğ. (2011)	Açık kümeler- tayf-fotometri
6-7 ve 10-11	Andrievsky ve diğ. (2004)	Sefeitler
9-10	Luck ve Lambert (2011)	398 Sefeit

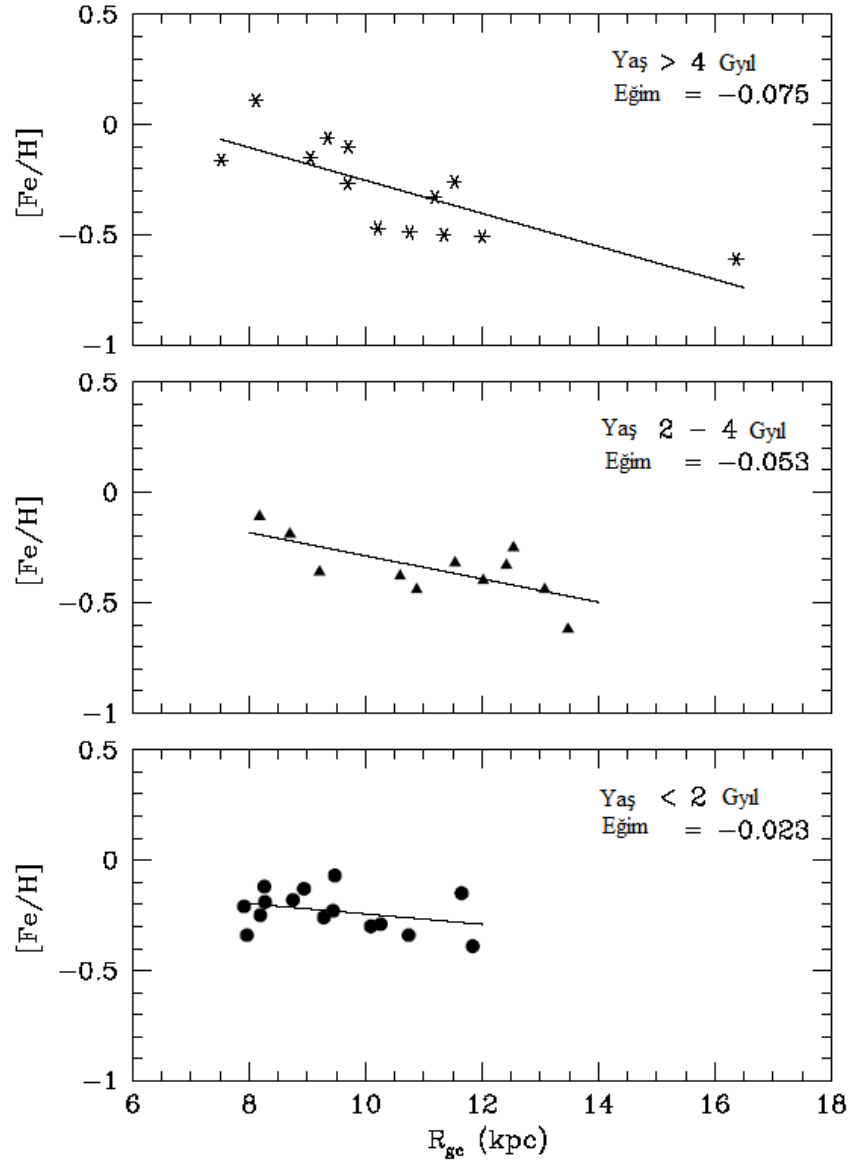
Lepine ve diğ. (2011), yüksek çözünürlüklü tayfsal bolluklara sahip açık yıldız kümelerinden oluşturduğu $[\text{Fe}/\text{H}]-R_{\text{GC}}$ diyagramında, $R_{\text{GC}}=8.5$ kpc'de bir boşluk gözlemiştir. Bu boşluktaki $[\text{Fe}/\text{H}]$ değerine ait saçılma 0.30 dex kadardır. Lepine ve diğ. (2011), $R_{\text{GC}} > 8.5$ kpc uzaklıklarda yassı bir gradient elde ederken, Güneş çemberi içerisinde bir gradient gözlemiştir. Lepine ve diğ. (2011), farklı yöntemler ile tespit edilen kümelere ait $[\text{Fe}/\text{H}]-R_{\text{GC}}$ ilişkisinde $R_{\text{GC}} = 8.5$ kpc'de bir boşluk gözlemekle birlikte bu boşluğa ait 0.30 dex'lik saçılmayı görememiştir. Lepine ve diğ.'ne (2011) göre bu boşluk, Amores ve diğ. (2009) tarafından keşfedilen gazdan ibaret bir boşluk olup Cassini benzeri halka şekilli bir bölge olarak tarif edilmiştir. Buna göre, açık yıldız kümelerinin dağılımında yıldız oluşumu, bu gaz boşluğu tarafından engellenmektedir. $[\text{Fe}/\text{H}]$ değerindeki 0.3 dex'lik saçılma, gaz boşluğunun bir engel oluşturmasıyla oluşmakta ve bu gaz boşluğu aynı zamanda $R_{\text{GC}} = 8.5$ kpc'lik değer her iki tarafına gazın iletimini engellemektedir. Bir başka ifade ile bu boşluğun her iki tarafında metal bolluğunun evrimi birbirinden bağımsız olarak devam etmiştir.

Son yıllarda, yüksek çözünürlüklü tayf verilerinin kullanılmasıyla oluşturulan $[\text{Fe}/\text{H}]-R_{\text{GC}}$ ilişkisinde yazarlar bu süreksizliğe dikkati çekmektedirler (Magrini ve diğ., 2009, 2010; Lepine ve diğ., 2011). Süreksizliği dikkate almadan tüm R_{GC} uzaklığına uygulanan fitler daha düz bolluk gradienti vermekte ve Galaktik diskin kimyasal evrimine ait modeller ile karşılaştırılmasında yorum farklılıklarına neden olmaktadır.

2.3.4 Metal Bolluğu Gradiyentinin Yaşa Bağımlılığı ve Yaş-Metal Bolluğu Bağıntısı

Galaktik diskte bolluk gradiyentlerine ait gözlemler, Galaktik kimyasal evrimine ait modellere önemli bir girdi oluşturmaktadır. Gradiyentlerin büyüklüğünün zaman ile olan değişimleri yıldız oluşum hızına, gazın düşüşüne ve diskte radyal akışlara önemli sınırlamalar sağlamaktadır. Tosi (2000) tarafından da tartışıldığı gibi, açık yıldız kümeleri, bolluk gradiyentinin zaman ile evrimi üzerine bilgi sağlayan en iyi adaylar arasındadır. Friel ve diğ. (2002) tarafından incelenen 39 açık kümeden ibaret örnekte farklı yaş aralıkları için bolluk gradiyentinin zaman ile olan ilişkisi Şekil 2.13’de verilmiştir. Genç yaş değerlerinde gradiyent -0.023 dex/kpc değeri ile daha düz iken, yaşlı kümelere doğru gradiyent -0.053 ile -0.075 dex/kpc değerleri ile daha dik olmaktadır.

Piatti ve diğ. (1995), Galaktik diskte bolluk gradiyentinin yaşa göre değişimine dair bir delil görememiştir. Piatti ve diğ. (1995) tarafından elde edilen gradiyent değeri ise daha uzaktaki yaşlı kümeler ile belirlenmiştir. Carraro ve Chiosi (1994) ve Piatti ve diğ. (1995), farklı yaş gruplarının ayrımını yapmamıştır. Piatti (1995) verileri $A < 1 \text{ Gyıl}$ değerinde genç bir küme örneği içermektedir. -0.07 dex/kpc değerinde bir gradiyent şimdiki gradiyent değerini yansıtmaktadır. Genç kümeler, Güneş civarında genelde $R_{GC}=2-3 \text{ kpc}$ değerinde sınırlı bir uzaklıkta önemli bir değişim için çok ufak bir delil gösterirler. Daha yaşlı ve daha uzak kümeler örneğe ilave olduğunda, dış diskte bolluğun azalması daha belirgin olmaktadır.



Şekil 2.13: Üç farklı yaş aralığı için açık kümelerin $[Fe/H]$ - R_{GC} (kpc) ilişkisi (Friel ve diğ., 2002).

Gradyentin yaş ile olan eğiliminde birkaç tane kümenin konumu önemli olabilmektedir. Friel ve diğ. (2002) çalışmasındaki listede yer alan metalce en zengin NGC 6791 kümesi ile çok uzakta ve metalce fakir Be 20 ve Be 21 kümeleri örnekten çıkarıldığında gradyent değerlerindeki etkinin o kadar belirgin olmadığı görülmüştür.

Galaksimizin tarihi boyunca metal bolluğu gradyentinin nasıl evrimleştiğini bilinmesi gerekir. Carraro ve diğ. (1998), 37 tane homojen açık yıldız küme örneğini yaş aralıklarına göre gruplandırarak her yaş aralığında $[Fe/H]$ ile R_{GC} arasında bir gradyent değeri elde etti. 2 Gyl yaş aralıklarına göre dört yaş aralığı için sonuçlar Tablo 2.6 ve

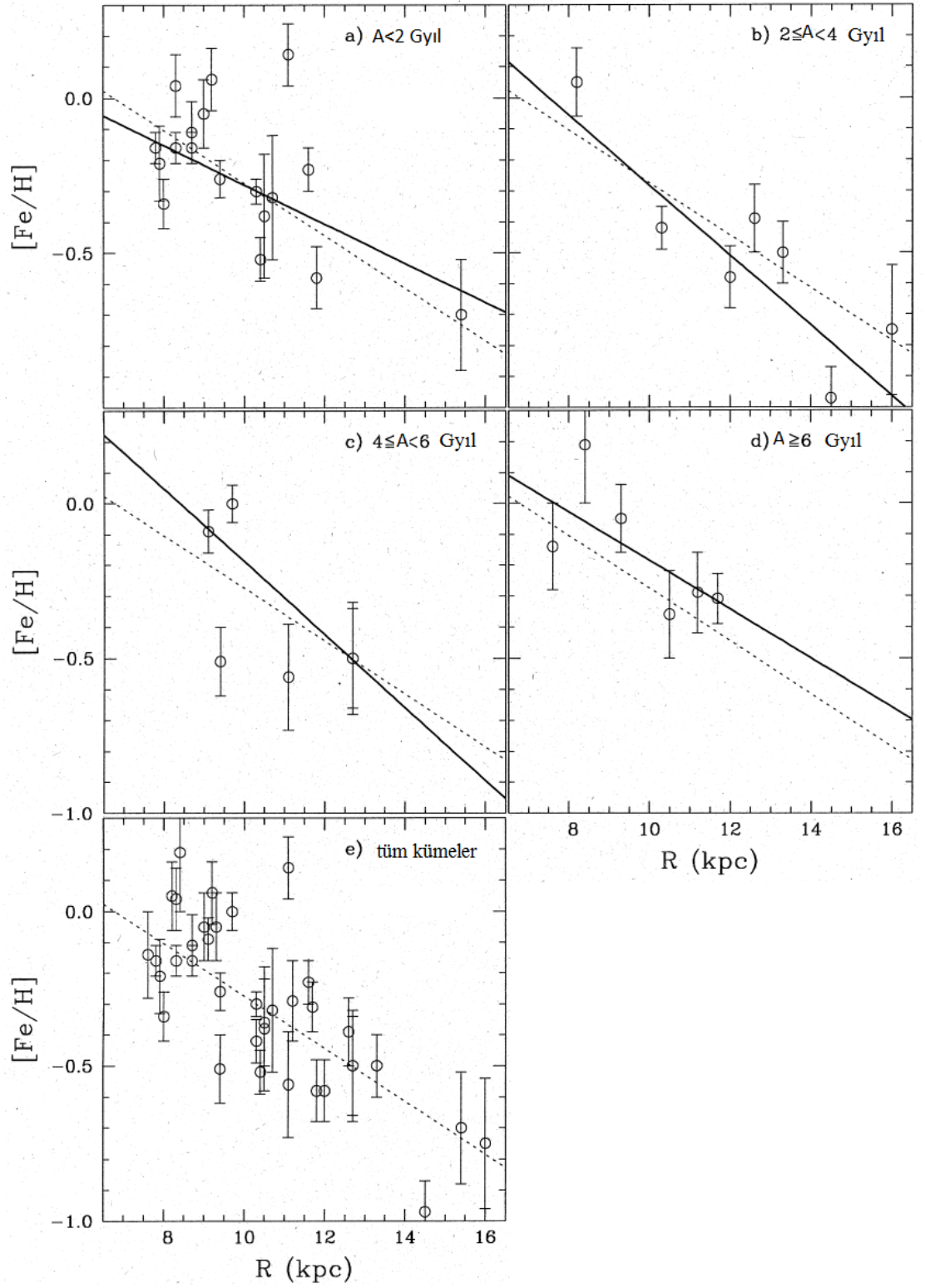
Şekil 2.14’de gösterilmiştir. Bununla birlikte Tablo 2.6’da yer alan kümelerin sayıları nispeten az ve istatistiksel olarak sonuçlar çok da önemli değildir. Daha büyük küme verileri ile bu sonuçların doğrulanması gerekmektedir.

Tablo 2.6: Yaş aralıklarına göre açık yıldız kümelerinin gözlemsel metal bolluğu gradiyenti. (Carraro ve diğ.,1998).

Yaş (Gyl)	Küme Sayısı	$d[Fe/H]/dR$ (dex/kpc)
$A < 2$	18	-0.064 ± 0.013
$2 \leq A < 4$	7	-0.113 ± 0.018
$4 \leq A < 6$	6	-0.118 ± 0.026
$A \geq 6$	6	-0.079 ± 0.033
$A < 3$	21	-0.068 ± 0.012
$3 \leq A < 6$	10	-0.135 ± 0.016
$A \geq 6$	6	-0.079 ± 0.033
$A < 4$	25	-0.086 ± 0.009
$A \geq 4$	12	-0.096 ± 0.024
$A < 5$	29	-0.088 ± 0.009
$A \geq 5$	8	-0.061 ± 0.029
Tüm kümeler	37	-0.085 ± 0.008

Tablo 2.6 incelendiğinde bugünkü gradiyentin geçmiştekinden daha düz olduğu görülmektedir. Orta yaş değerleri için gradiyente bir dikleşme gözlenmiştir. Yaş aralıkları 4 Gyl seçildiğinde benzer durumlar gözlenmiş ve bugünkü gradiyent değerinin daha düz olduğu görülmüştür.

Diğer taraftan 5 Gyl yaş aralığı seçildiğinde farklı bir sonuç elde edilir; şimdiki ve orta epokta gradiyentlerin bir karışımı burada gözlenir. 5 Gyl yaş değerinden daha yaşlı aralıkta sekiz küme olup istatistik iyi değildir. -0.09 dex/kpc değerinde ortalama bir gradiyent Şekil 2.14’den elde edilmiştir. Burada sürekli ve kesikli çizgiler doğrusal fitleri göstermektedir. Gradyent değerleri Tablo 2.6’da verilmiştir. Geçmiş ve orta yaş değerlerinde dikey gradiyent, üstü kapalı olarak ifade edilmesine rağmen, küme örneği radyal gradiyentin zamanla değişmediğini göstermiştir. Bu yüzden kimyasal modeller geçmişte ya sabit bir gradiyent değeri ya da bir miktar daha dik negatif gradiyent değeri öngörmekte ve negatif bir gradiyent öngören modellere göre tercih edilmektedir.



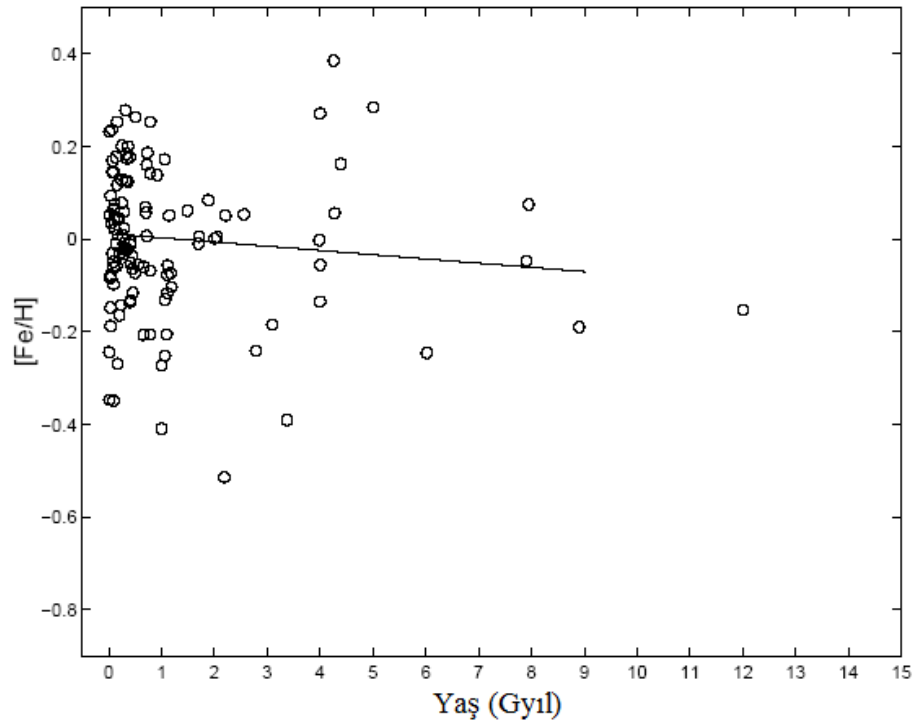
Şekil 2.14: Farklı yaş aralığı için açık kümelere ait $[Fe/H]$ – R_{GC} ilişkisi (Carraro ve diğ., 1998).

Açık küme popülasyonundan elde edilen delil, gradiyentin diskin ömrü boyunca değişmediğini göstermektedir. Friel ve Janes (1993) veya Friel ve diğ. (1995) çalışmalarında yaşlı küme örneği için verdiği gradiyent değerinin yaşa bir bağımlılığı

olmadığını görmüşlerdir. Panagia ve Tosi (1981) tarafından analiz edilen 1 Gyl'dan daha küçük yaşlara ait 20 küme örneği -0.095 ± 0.034 dex/kpc bir gradiyent değeri vermiştir. Bu değer yaşlı kümeler için elde edilen değer ile uyumludur. 200 Myıl'dan daha küçük yaş değerlerine sahip COCD kataloğundaki kümeler -0.07 dex/kpc değerinde düz bir gradiyent vermiştir (Janes ve diğ. 1988). Fakat belirsizlik büyüktür.

Metal bolluk gradiyentinin Galaksi merkezli uzaklık değeri ile olan eğimindeki olası değişiklikler araştırıldığında, iç diskteki kümeler yalnızca genç kümelerden ibaret olup, yaşlı kümelerin ise sadece dış diskte bulunduğu gerçeği ile durum karmaşık hale gelmektedir. Diskte gradiyentin yaşa bağımlı olmadığı kabul edilirse, iç ve dış kısımlardaki kümeler konum ile doğrudan karşılaştırılabilir.

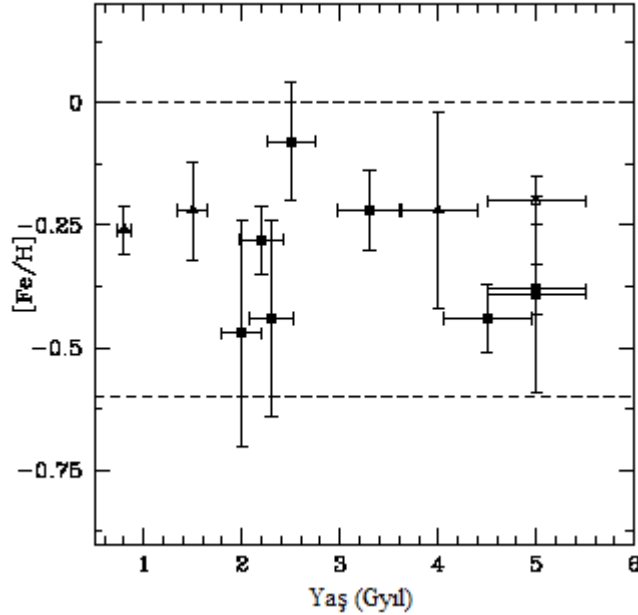
Şekil 2.15'den görüleceği gibi, Chen ve diğ. (2003), Dias ve diğ. (2002) kataloğundaki 118 açık yıldız kümesinden, Cameron (1985) ise 38 açık yıldız kümesinin analizlerinden, yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki araştırdı. Carraro ve diğ.'de (1998), 37 açık yıldız kümesinden elde ettiği daha homojen açık yıldız küme örneğinden yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki göremedi.



Şekil 2.15: 118 açık yıldız kümesi için $[Fe/H]$ –yaş ilişkisi (Chen ve diğ., 2003).

Salaris ve diğ. (2004), yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki gözlemedi. Carraro ve diğ. (2007), Galaksi merkezine zıt doğrultudaki (dış Galaksi diski) küme örneği için Şekil 2.16'dan da görüleceği gibi yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki elde edemedi. Bu da Galaktik kümeler için beklenen bir durumdur.

Literatüre ait yaş-metal bolluğu ilişkilerinde, Şekil 2.16'dan da görüleceği gibi yaş-metal bolluğu bağıntısında bir saçılma dikkati çeker. Burada içi boş üçgenler Galaksi merkezine zıt doğrultuda, Carraro ve diğ. (2007) çalışmasındaki yüksek çözünürlüklü tayfa ait beş açık kümenin $[Fe/H]$ değerlerini göstermektedir. İçi dolu kareler literatüre ait verileri temsil etmektedir. Yatay kesikli çizgiler Friel ve diğ. (2002) çalışmasındaki $[Fe/H]$ sınırlarını göstermektedir. Şekil 2.16'da görülen saçılma, Edvardsson ve diğ. (1993) ve Twarog (1980) tarafından alan yıldızları için elde edilen yaş-metal bolluğu bağıntısında da mevcuttur. Bu saçılma, Hipparcos kataloğundaki 5828 cüce ve alt cüce yıldızların yaş-metal bolluğu ilişkisinde de gözlenmiştir (Feltzing ve diğ., 2001). Bu saçılmanın olası nedenleri: Yıldızların yörüngesel difüzyonu, kimyasal zenginleşmenin homojen olmamasıdır.



Şekil 2.16: Yaş-metal bolluğu ilişkisi (Carraro ve diğ., 2007).

2.3.5 Açık Yıldız Kümelerinden İtibaren Galaktik Diskin Kimyasal Evrimi

Tablo 2.2'deki $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisinden elde edilen bolluk gradiyenti, Güneş civarında artan R_{GC} ile azalma gösterirken, $R_{GC} = 10-12$ kpc ötede metal bolluğu artan uzaklık ile düzleşmekte ve $[Fe/H] \approx -0.5$ değerine kadar sabit kalmaktadır. Bu gözlem, Chiappini ve diğ. (2001) tarafından kimyasal evrim modeli ile şu şekilde yorumlanmaktadır. Güneş çemberi içerisinde metal bolluğunun uzaklık ile azalması ve dış Galaksi diskinde düzleşmesine göre, Galaksimiz iki ayrı gaz düşüşünün sonucunda oluşmuştur. İlk düşen gaz ilkel gazın hızlı şekilde çökmesi, halo ve bulge (şişkin bölge) bileşenlerinin oluşumuyla neticelenmiştir. Haloda, gaz yoğunluğu kritik bir değerin altına düşerse yıldız oluşumu durur. İkinci gaz düşüşü ilkel gazın yığılması ile ince diski oluşturmuştur. Eğer gaz yoğunluğu eşik değeri aşar ise yıldız oluşumu sürer. Diskin en iç kısımlarında gaz düşüşü dış bölgelere göre daha hızlı olur. Yıldız oluşumu daha hızlı meydana gelir ve gaz yıldızlara tamamen dönüşür. İşte bu model bugün Güneş çemberinde $[Fe/H]$ değerinin artan R_{GC} ile azalmasını açıklamaktadır.

Dış diskte halo ve diskin gaz yoğunlukları birbirleri ile kıyaslanabilir olup, halodan arta kalan gaz yıldız oluşumuna katılır ve dış diskte, yıldız oluşumuna katkı yapar. Güneş çemberi içerisinde, disk gazı her zaman halo gazına göre daha baskındır. Dış diskte belirli bir noktada, $[Fe/H]$ değerinin azalması durur ve zenginleşmemiş halo gazının ihmal edilemeyen katkısından dolayı minimum bir değere ulaşır.

$[Fe/H]$ değerinin Güneş çemberi içerisinde azalması ve bu çemberin dışında düzleşmesi, seçilen küme örneğine göre araştırmacılar tarafından $R_{GC} = 8-12$ kpc'de bir süreksizlik veya boşlukta gözlenmiştir. Lepine ve diğ. (2011) tarafından öngörülen düşünceye göre, bu boşluğun her iki bölgesinde bir başka ifade ile iç ve dış diskte metal bolluğunun evrimi birbirinden bağımsız cereyan etmiştir.

Dış galaksi diskinde genç açık kümeler, metalce zengin ve fakir kümelerin gözlenmesi, Chiappini ve diğ. (2001) tarafından öngörülen kimyasal evrim modeline göre, ikinci bir depolanmış gazın farklı bir evrimi sonucunda böyle kümelerin oluşması şeklinde açıklanmaktadır. Bu depo gazın kaynağı cüce galaksi tipi yapılar olabilir mi?

Janes ve Phelps (1994), yaşı açık kümelerin, dış sistemler ile birleşmeler veya etkileşmeler ile patlamalı yıldız oluşumları süresince oluşabileceğini önermiştir. Galaksi merkezine zıt doğrultuda yıldız fazlalıkları tespit edilmiştir (Newberg, 2002; Ibata ve diğ., 2003; Yanny ve diğ., 2003). Frinchaboy ve diğ. (2004), belirsiz şekli, boyutu ve orijininin dolaylı bu aşırı yıldız fazlalığına Galaktik Antimerkez Yıldız Yapısı (GAYY) adını vermektedir. GAYY, Monoceros Halkası olarak da adlandırılır ve Canis Major Galaksisi ile de ilişkili olabilir (Martin ve diğ., 2004, 2005).

Canis Major yıldız fazlalığının merkezi koordinatı $(l, b) = (244^\circ, -8^\circ)$ olup III. çeyrek, Galaksimiz diskinin dış kısımlarının özel bir bölgesidir ve genç Galaksi diski bu doğrultuda önemli şekilde burulur (Moman ve diğ. 2006, Lopez ve diğ. 2007). Monoceros Halkası'nın 4 - 8 Gyıl önce bir cüce galaksinin katılımı neticesinde arta kalan gelgit bir kalıntı olduğuna inanılmaktadır (Newberg, 2002).

Pal 1, NGC 2808, NGC 5286, NGC 2298 ve BH 176 küresel kümeleri, GAYY yakında yer almaktadırlar. Pal 1 ve BH 176 küresel kümeleri, genç ve metalce zengin olup aynı zamanda genç küresel kümeler ile kütleli yaşı açık kümeler arasında geçiş kümeleridir. Tombaugh, AM2, Be 29, Saurer A açık kümeleri de GAYY yakınında yer almakta, halka benzeri yapı içerisinde uzanmaktadırlar. Frinchaboy ve diğ. (2004), GAYY sistemi ve bununla ilişkili kümelerin olasılıkla bir cüce uydu galaksisinin katılımı ile ilişkili olduğunu ileri sürdü. GAYY'nın merkezi katılımında bulunan cüce galaksinin çekirdeği olabilir. Bellazzini ve diğ. (2004) tarafından öngörülen, katılımında bulunan Canis Major Galaksisi $(l, b) = (244^\circ, -8^\circ)$ Galaktik koordinatta merkezlenmiştir. Crane ve diğ. (2003), GAYY'nın gelgit etkileri ile bozulmakta olan bir uydu galaksi olduğunu ifade etmektedir. Frinchaboy ve diğ. (2004), Be 29 açık kümesinin bir GAYY üyesi olduğunu ileri sürmektedir.

Moitinho ve diğ. (2006) Canis Major takım yıldızı doğrultusunda Galaksinin III. çeyreğinde $R_{GC} = 16$ kpc uzaklığa kadar *Mavi Kuş Tüyü* adı verilen genç yıldızlardan ibaret bir grup tespit etti ve bunların kökeni olarak Galaksimiz tarafından yutulan cüce bir galaksinin arta kalan çekirdeği olduğunu teklif ettiler. Buna göre, yıldız fazlalığı parçalanmış cüce galaksinin merkezi idi, halka ise arkada kalan gelgitsel kalıntı idi.

Carraro ve diğ. (2008b) Canis Major aşırı yıldız fazlalığının merkezini CCD UBVRI fotometrisi ile araştırdı ve B5-A0 tayf türünden 100 Myıl'dan küçük yaşlarda genç yıldız grubu tespit etti. Bu yapılar düşük enlemde ~ 10 kpc mesafede belirgin bir fazlalık göstermektedir. Ayrıca, 6 Gyl yaşında ve $(Z, [Fe/H]) = (0.01, -0.23)$ bolluğunda yıldızlar tespit ettiler. Carraro ve diğ. (2010), III. çeyrekte $R_{GC} = 15$ ile 20 kpc uzaklık arasında O ile A0 tayf türünde genç yıldızlardan ibaret yaygın gruplar tespit etti.

Bu bulgular, III. çeyreğin karışık bir bölge olduğunu ve bu yapıların kökeni için, Carraro ve diğ. (2008b), Galaktik diskin burulması ile ilişkili olabileceğini ileri sürdü. Bir başka ifade ile, bu yapılar bu doğrultuda devam eden bir birikme olmadığına işaret etmektedir.

Canis Major (Bellazzini ve diğ., 2004) ve Monoceros halkası gibi (Newberg ve diğ., 2002) aşırı yıldız fazlalıklarının düşük enlemde birikme olayları olarak Galaksinin bu kısmında cereyan ettiği iddia edilmiştir. Böyle yapılar, Yong ve diğ. (2005) ve Carraro ve diğ. (2007) tarafından da tartışıldığı gibi, Galaksinin III. çeyreğinde Galaksinin diski ile etkileşmeler neticesinde birikme olaylarının imzası olabilir. Bu gözlemsel bilgiler ışığında Galaksinin III. çeyreği dış Galaksi diskinin özel bir bölgesini oluşturmakta ve üzerinde çalışılması bakımından araştırmacıları teşvik etmektedir.

Açık yıldız kümelerinin, Galaktik yıldız popülasyonlarına benzemeyen yıldız oluşumu ve nükleosenteze maruz kaldığı anlaşılmaktadır. Açık yıldız kümeleri yerel ince ve kalın disk yıldızlarına göre çok daha geniş bir R_{GC} mesafelerinde yer alırlar. Eğer bir birleşme olayı GAYY'dan ileri gelse idi, o zaman benzer ve alışılmadık kimyasal bileşimler dış diskteki açık kümelerin birleşme olayları ile ilişkili olduğunu gösterirdi. Bu durum dış diskteki açık kümelerde, Carraro ve diğ. (2007) tarafından, yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişkinin olmadığına dair gözlemi açıklardı. Açık yıldız kümeleri Galaksideki madde dışında, başka bir bileşenden aktarıldılar. Eğer dış diskteki açık yıldız kümeleri başlangıçta cüce galaksinin üyeleri iseler, yıldız oluşumu son zamanlarda başlamış ve $[Fe/H] = -0.5$ dex değerinde bolluklarda kümeleri üretecek kadar hızlı ve etkin şekilde cereyan etmiştir. Daha olanaklı bir senaryo, dış diskteki kümeler bir birleşme olayı ile başlatılan yıldız oluşumu neticesinde oluşabilirler. Özetle, dış galaksi diskindeki açık kümeler devam eden gaz düşüşleri, cüce galaksiler ve

GAYY/Canis Major gibi yapılar ile ani olarak oluşmakta ve dış galaksi diski büyümektedir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

3.1.1. Sierra San Pedro Martir (SPM) Gözlemevi Açık Yıldız Küme Taraması: Fotometrik Gözlemler, Veriler ve İndirgeme Teknikleri

Sierra San Pedro Martir (SPM) projesi, kuzey yarı küreden gözlenen açık yıldız kümelerinin fotometrik CCD UBV(RI)_C gözlemlerine dayanan bir hızlı taramadır (Quick Survey). Bu projede gözlenen açık yıldız kümelerinin çoğunluğu Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundan seçilmiştir. Seçilen açık yıldız kümelerinin gözlemleri aynı teleskop, CCD alıcı ve süzgeç takımıyla yapılmış ve tümünün içerdiği yıldızların parlaklıkları Landolt'un (1983, 1992) standart yıldızları kullanılarak standartlaştırılmıştır. Tüm kümelere aynı gözlem ve indirgeme süreçlerinin uygulanması sayesinde homojen bir veri seti elde edilebilmiştir. Kümelere ait CCD UBV(RI)_C fotometrik gözlemler SPM'deki 0.84 m'lik f/13 Ritchey-Chretien teleskop (Şekil 3.1) ile 2001-2007 yılları arasında yapılmıştır.

SPM projesi kapsamında 300'ün üzerinde açık yıldız kümesi gözlenmiştir. Kümelerin görüntüleri, Açıklık (Aperture) ve PSF (Point Spread Function) yöntemi ile IRAF'da (Image Reduction and Analysis Facility) indirgenmektedir. Kümelerin renk artışı değerleri SK82 (Schmidt-Kaler, 1982) anakolu, fotometrik metal ve ağır element bolluğu Hyades anakolu, uzaklık modülü ve yaş tayini PADOVA eşyaş eğrileri (Marigo ve diğ., 2008) yardımıyla elde edilmektedir. Neticede açık kümelerin gözlemsel parametrelerinden ibaret homojen bir SPM açık yıldız küme kataloğu oluşturulmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan 20 açık kümenin gözlemsel parametreleri, bahsedilen gözlem, indirgeme tekniği ve veri analizleri ile uniform bir şekilde tayin edilmiş ve Galaktik koordinatları ile birlikte Bulgular kısmında verilmiştir.

SPM projesi çerçevesinde kullanılan malzeme, indirgeme teknikleri, veri analizlerine ait yöntemler aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.

SPM küme projesi çerçevesinde kullanılan CCD UBV(RI)_C fotometrisinin filtrelerine ait etkin dalgaboyu ve bant genişliği Tablo 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1: 84 cm ayna çaplı Ritchey-Chrétien teleskobu.

Tablo 3.1: UBV(RI)_C filtrelerinin ortalama dalgaboyları ve bant ($\Delta\lambda$) genişliği.

Filtre	λ (°A)	$\Delta\lambda$ (°A)
U	3640	700
B	4400	1000
V	5500	900
R _C	6300	1180
I _C	8940	3370

84 cm ayna çaplı Ritchey-Chrétien teleskobu, 84 cm’lik birincil aynaya sahiptir. Kurgu tipi çatal olan bu teleskobun dik açıklık limit değeri $+75^\circ$, sağ açıklık değeri ise $\pm 5^h$ arasında olup, 2790 m yükseklikte, $115^\circ 27' 58''$ Batı boylamı ve $31^\circ 02' 42''$ Kuzey enleminde konumlandırılmıştır.

Teleskop, küçük alan bulucu üzerine monte edilmiş bir video kameraya sahiptir. Bu kamera, kontrol odasından hem görülebilir hem de kontrol edebilir. Teleskop ve ekipmanları Şekil 3.1’de gösterilmiştir

Küme gözlemlerinde kullanılan 84 cm çaplı f/13 Cassegrain teleskobunda UBVR Johnson-Cousins filtreleri kullanılmış ve her gözlemden önce V filtresiyle teleskobun odak ayarı yapılmıştır. Gözlemlerde teleskop üzerinde SITE I (SI003) CCD kamera ve bu kameraya takılı olan “Mexman” filtre-tekeri kullanılmıştır. Metachrome II ile VISAR, mavi ve yakın morötesi bölgeye duyarlıdır.

Teleskoba takılı olan SITE I CCD kamerası, 1024×1024 'lük piksele, $24\mu\text{m} \times 24\mu\text{m}$ bir pixel boyutuna sahiptir ve geniş bir dinamik aralıkta CCD %0.45'den daha küçük miktar doğrusallıktan sapar. SITE I'e ait özellikler aşağıda verilmiştir.

- Piksel Biçimi: 1024×1024
- Piksel Boyutu: $24\mu\text{m} \times 24\mu\text{m}$
- Bir pikselin gökyüzündeki izdüşüm boyutu : $0''.393$
- Detektörün görüş alanı: 6.73×6.73 yay dakika²
- Kara Akım: 0.02 elektron/saniye/piksel
- Poz kapasitesi: $\sim 300,000 e^-$
- Sayısal Çözünürlük: 16 bit
- Kazanç: $1 e^-/\text{ADU}$ (High, Amp. A) $5.0 e^-/\text{ADU}$ (Low, Amp. A)
Okuma Gürültüsü (RMS): $14.5 e^-$
- Kazanç: $4 e^-/\text{ADU}$ (High, Amp. B) $1.2 e^-/\text{ADU}$ (Low, Amp. B)
Okuma Gürültüsü (RMS): $7.8 e^-$

Tablo 3.2: 20 küme için gözlem zamanı, UBVRI Johnson-Cousins filtrelerinde verilen poz sayısı $\times$ poz süreleri ve hava kütleindeki değişim.

Küme	JD (gün)	Poz Sayısı $\times$ Poz Süresi (sn)					Hava Kütleli
		U	B	V	R	I	
NGC 6694	2452786	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.313-1.344
NGC 6802a	2452785	7 $\times$ 300	5 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.018-1.041
NGC 6866	2452790	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.030-1.061
NGC 7062	2452791	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 120	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.102-1.212
Ki 05	2452288	3 $\times$ 600	3 $\times$ 480	3 $\times$ 300	3 $\times$ 120	3 $\times$ 150	1.078-1.177
NGC 436	2452090	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.229-1.329
NGC 1798	2452311	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.152-1.254
NGC 1857	2452315	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.020-1.068
NGC 7142	2452903	3 $\times$ 240	4 $\times$ 240	3 $\times$ 120	3 $\times$ 60	3 $\times$ 60	1.237-1.301
Be 73	2452286	3 $\times$ 600	3 $\times$ 360	3 $\times$ 240	3 $\times$ 120	3 $\times$ 120	1.258-1.349
Haf 04	2452316	4 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.600-1.948
NGC 2215	2452673	3 $\times$ 300	4 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.428-1.450
Rup 01	2452315	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.438-1.521
Be 35	2452311	3 $\times$ 240	2 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.480-1.851
Be 37	2452311	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.600-1.948
Haf 08	2452676	1 $\times$ 600	2 $\times$ 240	2 $\times$ 100	2 $\times$ 100	2 $\times$ 120	1.445-1.516
Ki 23	2452310	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.694-2.099
NGC 2186	2452970	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 120	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.154-1.244
NGC 2304	2452310	4 $\times$ 240	2 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.075-1.166
NGC 2360	2452962	3 $\times$ 240	3 $\times$ 180	3 $\times$ 100	3 $\times$ 100	3 $\times$ 120	1.478-1.610

Tablo 3.2’de tezde kullanılan 20 açık yıldız kümesine ait gözlem zamanları ikinci sütunda Julian Günü (JD) cinsinden, her bir filtre için verilen poz süreleri ve poz sayıları da saniye cinsinden sütun 3-7’de verilmiştir. Gözlem süresince hava kütleli ait değişim de son sütunda yer almaktadır. Gözlemlerin kalitesi, duyarlılığı ve hassasiyeti açısından, Tablo 3.2’de verildiği gibi, sırasıyla UBVRI’da, verilen poz süreleri üzerinden genelde 3 kez görüntü alınmıştır. Gözlemlerin Johnson-Cousins sistemine dönüşümünü sağlamak amacıyla her gözlem gecesi için birkaç Landolt alanı gözlenmiştir. Landolt alanları, atmosferik soğurma katsayısının ölçülmesi amacıyla 0.8’den daha küçük hava kütleli gözlenmiştir. Örnek olarak, Temmuz 2001 gözlem döneminde kullanılan, yedi Landolt grubu, 26 standart yıldız içermektedir. Bunlar: PG1633+099 (5 standart yıldız), MARK A (4 standart yıldız), PG1528+062 (3 standart yıldız), PG1530+057 (3 standart yıldız), PG2331+055 (3 standart yıldız), PG1657+078 (4 standart yıldız), PG2213-006 (4 standart yıldız) şeklindedir. Standart yıldızların renk indeksi aralıkları $-0.252 < (B-V) < +1.134$, $-1.091 < (U-B) < +1.138$, $-0.296 < (V-I) < +1.138$ arasındadır. Bu standart yıldız gruplarından farklı zamanlarda, farklı gruplarla da her gece için gözlemler yapılmıştır. Landolt alanları için verilen poz süreleri de Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3: Standart yıldız alanları için verilen poz süreleri

Filtre	U	B	V	R	I
Poz Süresi (s)	240	120	60	60	60

Tüm gözlemlerde, CCD fotometrisinin genel kalibrasyon prosedürlerinin uygulanması için, her gece 100 civarında “bias” ve 4-15 saniye süre ile de en az 50 “dark” görüntüsü alınmıştır. Her gözlem gecesinin başında ve sonunda, gökyüzünün yıldız bakımından az olan bölgelerinden, beş saniyeden daha uzun poz süreleri verilerek her filtre için “flat” ölçümü yapılmıştır.

Tablo 3.4’de tezdeki kümelerin literatürdeki koordinatları ve kümelerin boyutları verilmiştir. Bura ikinci-beşinci sütunlardaki koordinatlar (α , δ , l , b) WEBDA’dan alınmıştır. Altıncı. sütunda, kümelerin I bandında CCD kamera üzerine düşen toplam yıldız sayısı verilmiştir. Son sütundaki küme boyutları yay dakikası cinsinden DSB’den (Deep Sky Browser) alınmıştır. DSB’ye <http://messier45.com/cgi-bin/dsdb/dsb.pl> sayfasından ulaşılabilir. Küme boyutlarına bakılarak SAFE Java programı ile kümelerin merkezi kısımlarına yoğunlaştırılmıştır. Haf 04 ve Haf 08 kümelerinin boyutlarına dair hiçbir literatür verisi mevcut değildir. Küme boyutunun CCD kameranın büyüklüğüne yakın ya da daha büyük olması durumunda ((*) ile işaretlenmiş kümeler) SAFE ile kümenin merkezi kısımlarına yoğunlaşmak mümkün olmamıştır. Bu durumda CCD kameranın içerisine giren tüm yıldızlar analizlere katılmış ve sadece belirlenen hata sınırları dışında kalan yıldızlar verilerden çıkarılmıştır. İlk satırdaki NGC 6694 kümesi için, DSB’de verilen kümenin görünür çapı 6 yay dakikası olup, kullandığımız CCD yüzeyi bu alandan daha büyük olduğu için, kümenin merkezi kısımlarını içine alacak şekilde SAFE ile küme sınırları belirlenmiştir. Alan yıldızları ile birlikte kümenin CCD yüzeyi içerisine giren toplam yıldız sayısı I bandında 1509 olarak gözlenmiştir. Bu sayı küme alanındaki, tüm alan yıldızlarını da içerisine aldığından oldukça büyük bir değerdir. İlk olarak SAFE ile küme sınırları dışında kalan yıldızlar çıkarılmıştır. Daha sonra belirlenen hata değerlerinin dışında kalan yıldızların da çıkarılmasıyla kalan 574 yıldız üzerinden I bandında analiz yapılmıştır. Benzer işlemler diğer tüm bandlara da uygulanmış ve böylece kümenin alan yıldızlarından kısmen arındırılması sağlanmıştır.

Tablo 3.4: 20 kümenin ekvatorial koordinatları, toplam yıldız sayıları, istatistiğe giren yıldız sayıları ve kümelerin boyutları.

Küme	α (sa:dk:sn)	δ (°:':")	l (°)	b (°)	Toplam Yıldız Sayısı	İstatistiğe Giren Yıldız Sayısı	Kümenin boyutu (yay dakikası)
NGC 6694	18:45:18	-09:23:00	23.879	-2.914	1509	574	6
NGC 6802a	19:30:35	+20:15:42	55.326	0.916	1491	453	5
NGC 6866	20:03:55	+44:09:30	79.560	6.839	613	301	6
NGC 7062	21:23:27	+46:22:42	89.959	-2.748	925	132	6
Ki 05	03:14:45	+52:41:12	143.776	-4.287	493	369	7*
NGC 436	01:15:58	+58:48:42	126.111	-3.909	558	213	5
NGC 1798	05:11:39	+47:41:30	160.703	4.850	745	212	5
NGC 1857	05:20:05	+39:19:30	168.405	1.259	384	122	6
NGC 7142	21:45:09	+65:46:30	105.347	9.485	450	255	9*
Be 73	06:22:00	-06:21:00	215.278	-9.424	424	63	3
Haf 04	07:06:12	-14:59:00	227.940	-3.586	535	86	-
NGC 2215	06:20:49	-07:17:00	215.993	-10.102	145	124	11*
Rup 01	06:36:25	-14:10:48	223.990	-9.690	278	120	3
Be 35	07:09:55	+02:44:00	212.600	5.351	523	265	7*
Be 37	07:20:24	-01:06:00	217.230	5.935	497	229	7*
Haf 08	07:23:24	-12:20:00	227.533	1.345	409	254	-
Ki 23	07:21:48	-00:59:00	215.529	7.202	357	33	5
NGC 2186	06:12:07	+05:27:30	203.545	-6.193	518	86	5
NGC 2304	06:55:11	+17:59:18	197.207	8.897	389	68	5
NGC 2360	07:17:43	-15:38:30	229.807	-1.426	540	205	13*

(*) Küme boyutunun, CCD alanından büyük olması durumunda SAFE ile kümenin merkezi kısımlarına yoğunlaşamamıştır.

Kümelerin CCD ile alınan görüntüleri “IRAF” indirgeme programındaki *CCDRED* ve *DAOPHOT* paketleri kullanılarak indirgenmiştir. Tez çalışmasındaki açık yıldız kümelerinin görüntülerinin tamamı yukarıda bahsedilen teknik kullanılarak indirgenmiştir. Küme gözlemlerinin indirgenmesinde ve analizlerinde LINUX işletim sistemi kullanılmıştır.

3.1.2. Teorik Yaş Verileri

Tezdeki kümelerin renk-kadir diyagramlarından kümelerin uzaklık modülü ve yaşlarının elde edilmesinde, Girardi ve diğ. (2000) ve Marigo ve diğ. (2008) tarafından UBVRI Johnson-Cousins fotometri sisteminde verilen teorik eşyaş verileri dikkate alınmıştır. Girardi ve diğ. (2000) tarafından elde edilen teorik eşyaş verileri PADOVA eşyaş eğrileri olarak da adlandırılmaktadır. Girardi ve diğ. (2000) çalışmasına ait yaş verilerinin en yeni sürümü, Marigo ve diğ. (2008) tarafından yayınlanmış olup, termal olarak pulsasyonda bulunan asimptotik dev yıldızlarına (TP+AGB) ait fiziği içermektedir. Marigo ve diğ. (2008), teorik eşyaş verileri, Z ağır element ve Y helyum bolluğuna göre Tablo 3.5’de özet olarak verilmiştir.

Girardi ve diğ. (2000) ve Marigo ve diğ. (2008) tarafından güncellenmiş teorik yaş verilerine, http://pleiadi.oapd.inaf.it/isoc_photsys.02/isoc_photsys.02.html web sayfasından ulaşılabilir.

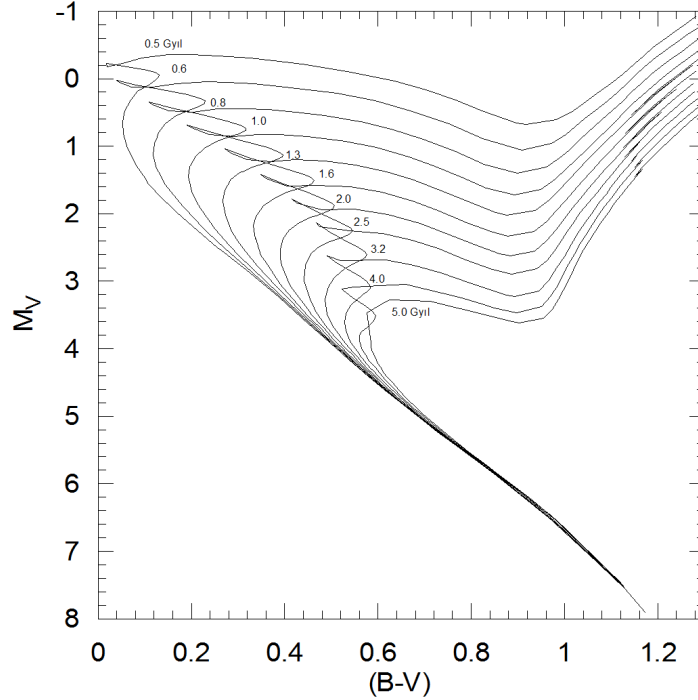
Tablo 3.5: Z ağır element bolluğu ve Y helyum bolluğu değerleri için Log (A) yaş aralığında Girardi ve diğ. (2000) ve Marigo ve diğ. (2008) ait yaş verileri.

Z	Y	Log (A/yıl)	yaş veri dosyası	Kaynak
0	0.23	7.80 - 10.25	isoc_z0.dat	Ma01
0.0001	0.23	6.60 - 10.25	isoc_z0001.dat	Gi00+Gi96
0.0004	0.23	6.60 - 10.25	isoc_z0004.dat	Gi00+Be94
0.001	0.23	7.80 - 10.25	isoc_z001.dat	Gi00
0.004	0.24	6.60 - 10.25	isoc_z004.dat	Gi00+Be94
0.008	0.25	6.60 - 10.25	isoc_z008.dat	Gi00+Be94
0.019	0.273	6.60 - 10.25	isoc_z019.dat	Gi00+Be94
0.03	0.3	7.80 - 10.25	isoc_z030.dat	Gi00
0.019	0.273	7.80 - 10.25	isoc_z019.dat	Gi00
0.008	0.25	7.00 - 10.25	isoc_z008s.dat	Sa00
0.019	0.273	7.00 - 10.25	isoc_z019s.dat	Sa00
0.04	0.32	7.00 - 10.25	isoc_z040s.dat	Sa00
0.07	0.39	7.00 - 10.25	isoc_z070s.dat	Sa00
0.008	0.25	7.00 - 10.25	isoc_z008a.dat	Sa00
0.019	0.273	7.00 - 10.25	isoc_z019a.dat	Sa00
0.04	0.32	7.00 - 10.25	isoc_z040a.dat	Sa00
0.07	0.39	7.00 - 10.25	isoc_z070a.dat	Sa00
0.004	0.24	7.80 - 10.25	isoc_z004m.dat	MG08
0.008	0.25	7.80 - 10.25	isoc_z008m.dat	MG08
0.019	0.273	7.80 - 10.25	isoc_z019m.dat	MG08

Tablo 3.6’da $Z_{\odot} = 0.019$ ağır element bolluğu için ve $\text{Log } (A) = 6.6$ yaş değeri için UBVRI fotometrisinde mutlak kadirler göre verilen Marigo ve diğ.’ne (2008) ait bir yaş verisi örnek olarak verilmiştir. Şekil 3.2’de M_V -(B-V) renk-kadir diyagramında, $Z_{\odot} = 0.019$ ağır element bolluğu için 0.5 ile 5 Gyl arasında eşyaş eğrileri gösterilmiştir.

Tablo 3.6: $Z_{\odot} = 0.019$ ağır element bolluğu için $\text{Log } A = 6.6$ yaş değeri için UBVRI fotometrisinde mutlak kadirler şeklinde verilen Marigo ve diğ.’ne (2008) ait yaş verisi.

Log T	Log g	M_U	M_B	M_V	M_R	M_I
3.518	5.144	16.057	14.573	12.998	11.865	10.486
3.539	5.081	14.894	13.525	12.026	10.977	9.750
3.551	5.038	14.190	12.876	11.418	10.407	9.259
3.560	5.005	13.600	12.358	10.949	9.963	8.870
3.569	4.978	13.083	11.905	10.542	9.577	8.532
3.577	4.927	12.578	11.453	10.129	9.181	8.173
3.586	4.890	12.112	11.013	9.714	8.794	7.863
3.596	4.859	11.632	10.556	9.282	8.398	7.566
3.607	4.816	11.162	10.094	8.845	7.999	7.248
3.620	4.781	10.707	9.648	8.427	7.620	6.943
3.649	4.703	9.633	8.673	7.551	6.842	6.285
3.681	4.629	8.410	7.670	6.674	6.080	5.609
3.718	4.585	7.199	6.747	5.891	5.407	5.008
3.748	4.539	6.233	6.002	5.270	4.856	4.507



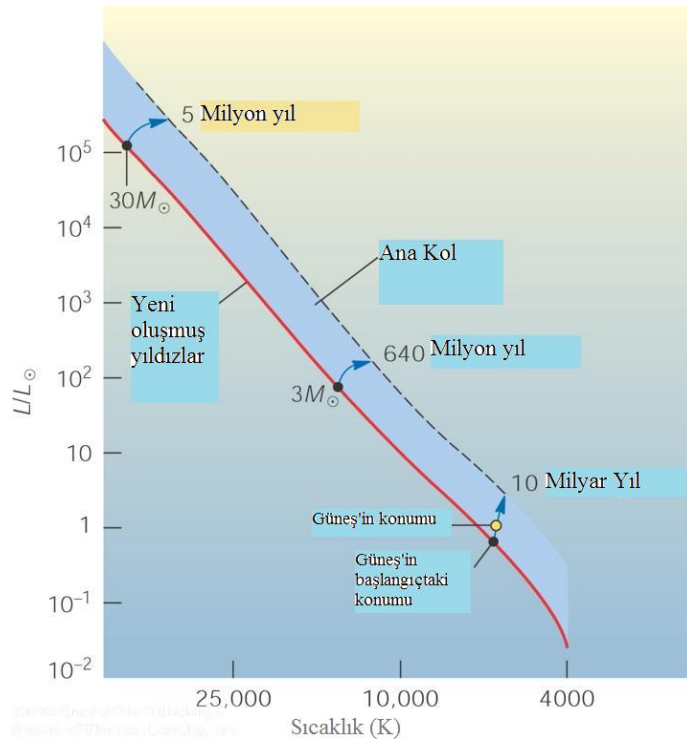
Şekil 3.2: Marigo ve diğ.’ne (2008) ait $Z_{\odot} = 0.019$ ağır element bolluğu için M_V -(B-V) renk-kadir diyagramı üzerinde 0.5 Gyl ile 5 Gyl arasında Padova teorik eşyaş eğrileri.

3.1.3. Schmidt – Kaler Sıfır Yaş Anakolu (SYAK) ve Hyades Anakolu

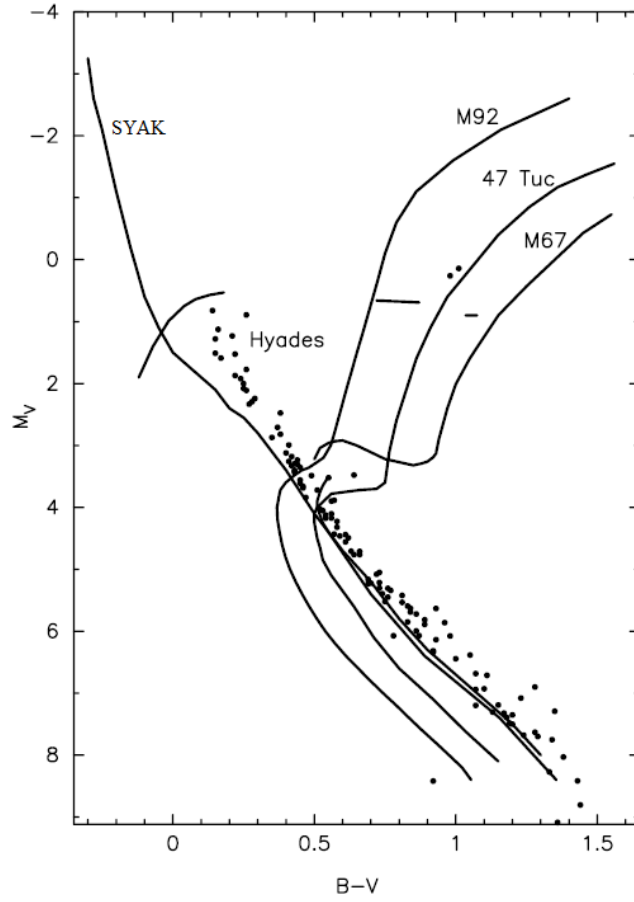
Tezdeki açık yıldız kümelerinin kızarma, metal bolluğu, uzaklık modülü ve uzaklık, yaş tayininde Schmidt-Kaler (1982, SK82) tarafından hazırlanan renk indeksi ve Hyades'e ait anakollar kullanılmıştır. Bu iki referans kola ait bazı ayrıntıların bilinmesi gereklidir.

Anakol yıldızları yeni doğdukları zaman, sıfır yaş anakolu (SYAK) olarak adlandırılan kolda bulunurlar ve bu koldaki yıldızlar $A = 0$ Gyıl yaş değerine sahiptir. Şekil 3.3'de, SYAK, ışıma gücü ($L/L_{\odot}$)–sıcaklık (T) diyagramında kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Yıldızlar merkezlerinde hidrojeni helyuma dönüştürdüğünde yüzey sıcaklıkları azalır, ışıma gücü ve yarıçapları artar. Anakol artık H-R diyagramında bir çizgi olmayıp, bir bant şeklinde gözlenir (Şekil 3.3'de mavi renkli bölge). Yıldızların merkezinde hidrojen helyuma dönüştükçe anakol geniş bir bant oluşturmaya başlar ve sıfır yaş anakolundan bir miktar ayrılır. Bir yıldız kümesinde, yıldızların merkezlerinde hidrojeni yakmaya başladıkları anda anakolda bulundukları konum sıfır yaş anakolu olarak tanımlanır.

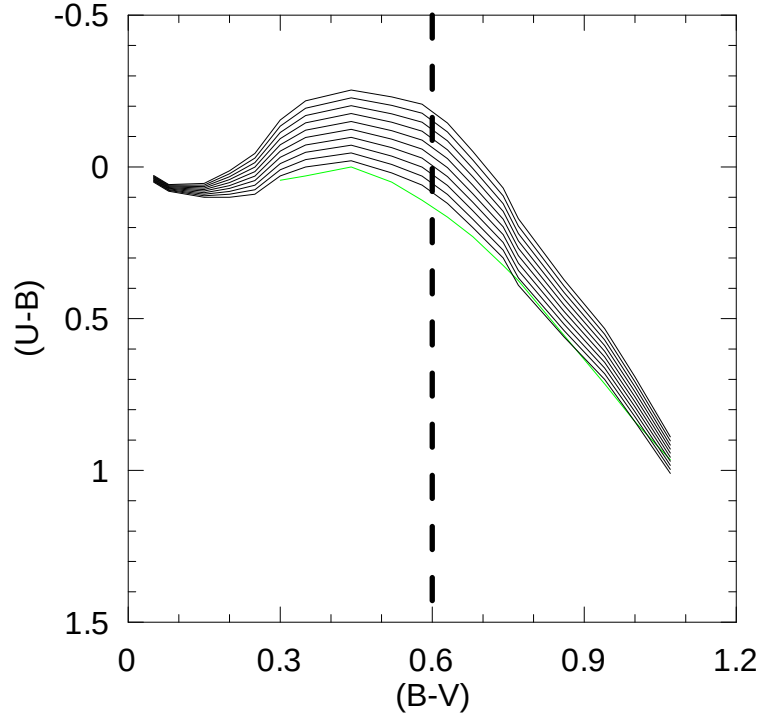


Şekil 3.3: SYAK, ışıma gücü–sıcaklık diyagramı.



Şekil 3.4: SK82'ye ait sıfır yaş anakolu ve Hyades anakolunun bazı küresel kümelerle karşılaştırılması.

Şekil 3.4'teki M_V -(B-V) renk-kadir diyagramında, SK82 SYAK'si, Hyades'e ait küme yıldızlarından ibaret anakol, metalce nispeten fakir küresel kümeler olan M92, 47 Tuc ve M67 ile karşılaştırılması gösterilmiştir. SK82'ye ait SYAK, $[Fe/H] = 0$ dex değeri ile Güneş'in metal bolluğuna ve $A = 0$ Gyl yaş değerine sahiptir. Hyades anakolu, $[Fe/H] = +0.12$ ile $+0.14$ dex arasında Güneş'ten metalce zengin olup 625 ± 50 Myıl (Perryman ve diğ., 1998) yaş değerinde bir açık yıldız kümesidir. Şekil 3.4'den görüldüğü gibi, metalce fakir kümelerin anakolları SK82 ve Hyades anakol yıldızlarına göre, aşağı ve sola doğru yer almaktadır.



Şekil 3.5: Melbourne (1959) ve Sandage (1969) çalışmalarına ait 10 tane eş metal bolluğu eğrisi.

Şekil 3.5'deki (U-B) (düşey eksen), (B-V) (yatay eksen) iki renk diyagramında, yeşil eğri ile gösterilen Hyades anakolunun $[Fe/H]=0$ dex ile $[Fe/H]=-1.70$ dex arasında 10 tane eş metal bolluğu eğrisine göre konumu verilmiştir. Dikey kesikli çizgi $(B-V)=0.60$ 'da, Hyades anakolu üzerinde F tayf türü yıldızların hörgüç kısmında en büyük morötesi artışı değerinin ölçüldüğü renk indeksini göstermektedir.

Bu tez çalışmasında kullanılan, SK82 SYAK'ye ait (U-B), (B-V) verileri anakol ve dev yıldızlar için Tablo 3.7'de, Hyades'e ait (U-B), (B-V) verileri ise anakol yıldızları için Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.7: Gözlemsel SK82 SYAK ve dev yıldızlara ait fotometrik (B-V), (U-B) verileri

SYAK				Dev yıldızlar	
(B-V) ₀	(U-B) ₀	(B-V) ₀	(U-B) ₀	(B-V) ₀	(U-B) ₀
-0.33	-1.19	0.01	0.02	0.77	0.39
-0.33	-1.17	0.05	0.05	0.86	0.56
-0.32	-1.15	0.08	0.08	0.94	0.70
-0.32	-1.14	0.15	0.10	1.00	0.84
-0.31	-1.12	0.20	0.10	1.07	1.01
-0.30	-1.08	0.25	0.09	1.16	1.16
-0.265	-0.95	0.30	0.03	1.27	1.39
-0.24	-0.84	0.35	0.00		
-0.205	-0.71	0.44	-0.02		
-0.17	-0.58	0.52	0.02		
-0.15	-0.50	0.58	0.06		
-0.135	-0.43	0.63	0.12		
-0.11	-0.34	0.68	0.20		
-0.075	-0.20	0.74	0.30		
-0.02	-0.02				

Tablo 3.8: Hyades anakoluna ait (B-V) ve (U-B) fotometrik verileri (Sandage, 1969).

(B-V)	(U-B)	(B-V)	(U-B)
0.01	0.390	0.58	0.11
0.05	0.077	0.63	0.165
0.08	0.091	0.68	0.23
0.15	0.113	0.74	0.325
0.20	0.099	0.77	0.375
0.25	0.070	0.86	0.555
0.30	0.044	0.94	0.715
0.35	0.030	1.00	0.84
0.44	0.000	1.07	0.965
0.52	0.050		

SK82'ye ait SYAK, (U-B)-(B-V) verilerinden ibaret anakol, iki renk diyagramında kümelerin $E(B-V)$ renk artışı değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Hyades anakolu ise (U-B)-(B-V) iki renk diyagramında kümeye üye F tayf türü yıldızların $\delta(U-B)$ morötesi artışı, fotometrik demir bolluğu $[Fe/H]$ ve Z ağır element bolluğunun tayininde kullanılmıştır.

3.2 YÖNTEM

3.2.1 SAFE Programı ile Açık Yıldız Kümelerinde Küme Üyeliğinin Belirlenmesi

Bir açık yıldız kümesine ait küme üyelerini alan yıldızlarından ayırmada, Radyal Yoğunluk Profili (RYP) yöntemi literatürde bazı yazarlar tarafından kullanılmaktadır (Bonatto ve diğ. 2005, Corradi ve diğ. 2010).

RYP, açık yıldız kümesinin merkezi civarında yıldız yoğunluğunu aşırı artırmamak ve daha dış bölgelerde de yıldız yoğunluğunu aşırı azaltmamak için merkezden 1 yay dakikası büyüklüğünde genişleyen halkalar içindeki yıldızlar sayılarak çizilirler. RYP yardımıyla kümenin yarıçapı ve kontrol alanı elde edilir. Kontrol alanı, kümeyi alan yıldızlarından temizlemek için kullanılacak bölgedir. Bu bölge, küme ile karışmayı önlemek için kümeden uzak, zemini iyi temsil eden ve yıldız dağılımının homojen olduğu bir bölge olarak seçilmelidir. Kümenin belirlenen yarıçapı içerisinde kalan yıldızlar kümenin üyesi olarak alınırlar. Kümenin boyutunu ve ışımagücü fonksiyonunu belirlemek için ise küme merkezinden daha büyük alanları içine alacak şekilde gözlem yapılmalıdır.

SPM açık yıldız küme proje verilerine dayalı bu tez çalışmasında kullanılan kümeler hızlı bir gökyüzü taraması olduğundan, gözlenen kümelerin CCD görüntüleri sadece kümeyi içine almaktadır. Dolayısıyla kullanılan CCD kameranın boyutu ve gözlenen alanların büyüklüğü kümedeki yıldız sayımlarını elde etmek için yeterli değildir. 84 cm'lik teleskop için SITE I CCD boyutu 6.72×6.72 yay dakika kare olup seçilen kümelerin çoğunluğu bu alan içerisine sığacak şekildedir.

Açık yıldız kümelerinin fotometrik verilerinin görsel analizinde JAVA tabanlı bir bilgisayar program olan SAFE (Sistema de Analisis Fotometrico de Estrellas), McFarland tarafından 2009 yılında tasarlanmıştır (Schuster ve diğ., 2007; Tapia ve diğ., 2010; Akkaya ve diğ., 2010). SAFE programı farklı filtrelere ait iki-renk ve renk-kadir diyagramlarında kümelerin fotometrik verilerini eş zamanlı olarak görüntüleme kapasitesine sahiptir. Bir diyagramda bir yıldız veya yıldız gruplarını (KY, KD ve MM vb.) teşhis etmede ve bu yıldız veya yıldız guruplarının diğer diyagramlarda nereye

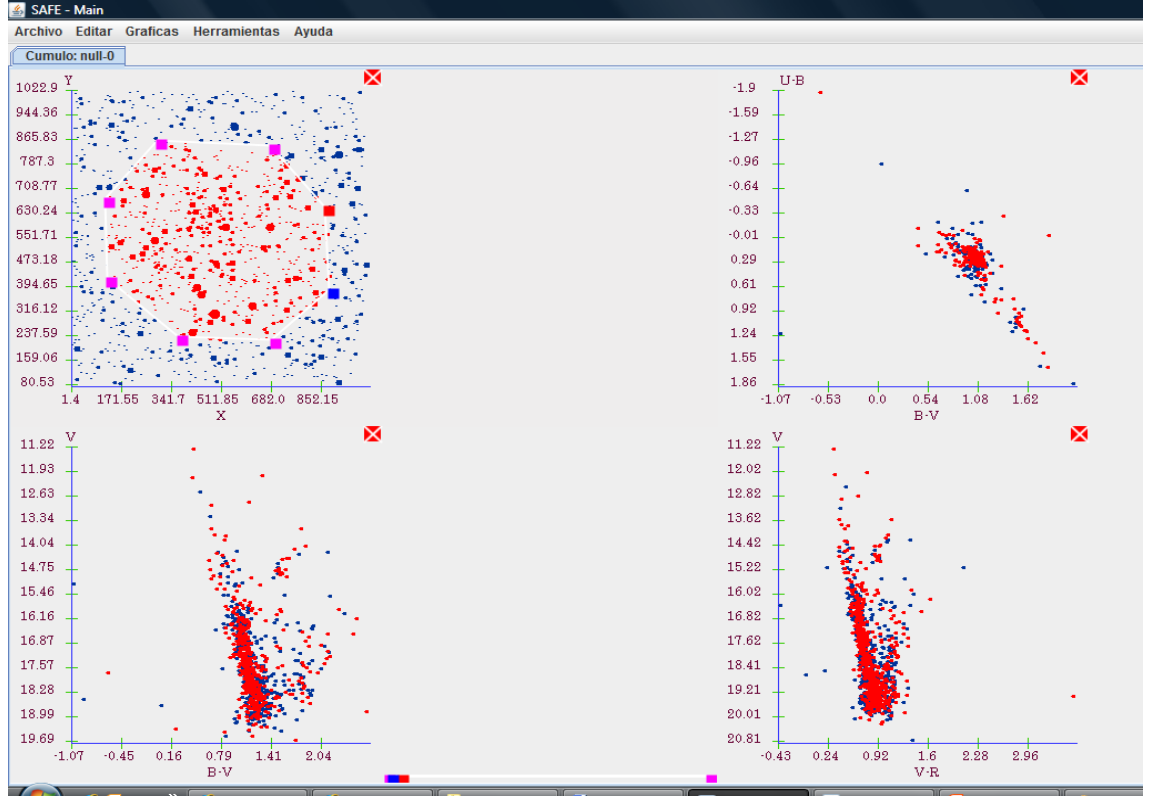
düşüğünü görmeye imkan veren interaktif bir programdır. Böylelikle küme üyelerini alan yıldızlarından temizlemede kullanışlıdır. SAFE programı tek bir küme için 16 farklı fotometrik diyagramları görüntüleme kapasitesine sahip bir yazılımdır. Bu işlev sübjektif olmakla birlikte, program kullanılırken kümeye ait üye yıldızlarını kümeden çıkarmamaya dikkat edilmelidir.

Kümelerin merkezi kısımları, SAFE JAVA yazılımı ile belirlendikten sonra, istenen bölgedeki yıldızların UBVRİ ölçümlerindeki hatalardan yola çıkılarak, AWK programı ile farklı renk ölçeklerindeki hatalar hesaplanmıştır. AWK programı, LINUX üzerinde çalışan bir program olup, bildiğimiz hata hesaplamalarından yola çıkarak, küçük makrolar yardımı ile hataları hızlı bir şekilde ve otomatik olarak vermektedir. İzlenen yol şu şekildedir: Fotometrik verilerin indirilmesi sırasında hesaplanan hatalar her bir filtrede elde edilen değerler için ayrı ayrı verilmiştir. Yani U, B, V, R, I parlaklıklarının hepsinin ayrı ayrı hataları mevcuttur. Fakat analizler sırasında, iki-renk ve renk-kadir diyagramları kullanıldığı için bu hataları $\Delta(U-B)$, $\Delta(B-V)$ şeklinde yazılması gerekir. AWK programı, örneğin $\Delta(B-V)$ 'yi bulmak için, aşağıdaki işlemi yapar;

$$\Delta(B-V) = \sqrt{(\sigma_B)^2 + (\sigma_V)^2}. \quad (3.1)$$

Burada σ_B ve σ_V ; sırasıyla B ve V parlaklıklarındaki hatalardır. Programın düzgün bir şekilde çalışması için birinci adımda veriler istenilen biçime getirilir. Veriler arasındaki boşluklar ayarlanır ve *.format.dat adıyla kaydedilir. İkinci adımda ise program yukarıdaki formülü kullanarak hataları hesaplarken aynı zamanda veriler arasında çıkarma işlemi yaparak birkaç saniye içerisinde sonuçları kullanıcıya ulaştırır.

Şekil 3.6'da SAFE programı ile ilgili bir örnek verilmiştir. Burada, sol üst köşede, küme yıldızlarının koordinatları, sağ üst köşede (U-B)-(B-V) iki-renk diyagramı ve alttaki panellerde de V-(B-V) ve V-(V-R) renk-kadir diyagramları verilmiştir. Burada bilgilendirme açısından sadece dört diyagram bir arada verilmiştir. XY düzleminde kırmızı ile seçilen yıldızların diğer üç farklı diyagramda hangi bölgelerde bulundukları açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 3.6: SAFE programında bir açık yıldız kümesinin küme üyeliğinin belirlenmesinde (X, Y) düzlemi ile iki-renk ve renk-kadir diyagramlarındaki dağılımı.

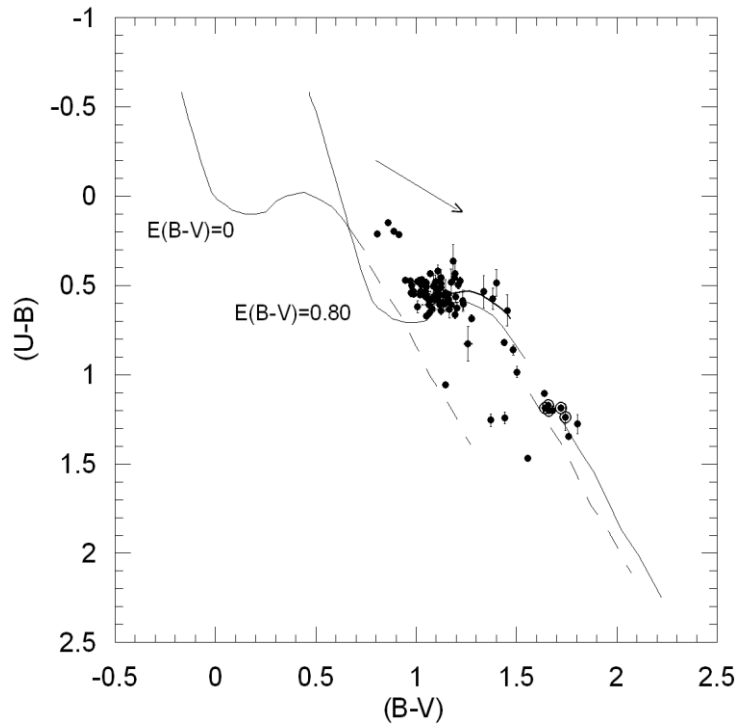
Kümenin ışıma gücü ve kütle fonksiyonunu çalışmak için büyük küme alanları gereklidir. SPM’de gözlenen kümelerin çoğunluğu büyük değildir ve genelde CCD kameranın boyutu kadar veya bundan daha küçüktür. SPM’de CCD kamera boyutunda gözlenen kümelerin iki-renk ve renk-kadir diyagramlarının analizleri ile renk artığı, uzaklık ve yaş belirlenmektedir. SPM projesi çerçevesinde gözlenen kümelerin boyutu, ışıma gücü ve kütle tayininde kullanılamaz.

Tez çalışmasında ele alınan 20 açık kümenin üyeleri Şekil 3.6’da bir çalışma sayfası ile örneklenen SAFE programı ile belirlenmiştir. Bununla birlikte bu teknik, alan yıldızlarını temizlemede %100 güvenilir değildir. Bunun için küme alanındaki yıldızların radyal hız ve öz hareketlerini elde etmek gereklidir. Bu teknik farklı iki-renk ve renk-kadir diyagramlarında kümenin kontrastını artırmaya yardımcı olmaktadır. 20 kümenin küme üyeliği, Şekil 3.6’da sunulan SAFE tekniği ile iki-renk ve renk-kadir diyagramlarındaki analizlerinden belirlenmiş ve alan yıldızlarından temizlenmiştir.

3.2.2. Açık Yıldız Kümelerinin Temel Astrofiziksel Parametrelerinin Elde Edilmesi

3.2.2.1 Renk Artığı

Tezdeki açık yıldız kümelerinin $E(B-V)$ renk artığı değerleri, SK82 anakolunun, $(U-B)-(B-V)$ iki-renk diyagramında küme üyelerinin fotometrik verilerine uygun bir çakıştırma elde edilinceye kadar kızarma doğrultusu boyunca kaydırılmasından elde edilir. SK82 kızarmamış $(U-B)_0-(B-V)_0$ anakolu, $(U-B)$ eksenini boyunca $(U-B)_0+0.72 E(B-V)+0.05 E(B-V)^2$ kadar, $(B-V)$ ekseninde ise $(B-V)_0+E(B-V)$ kadar kaydırılarak en iyi uyum elde edilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: $(U-B)-(B-V)$ iki renk diyagramında SK82 cüce ve dev kollarının Be 89 açık yıldız kümesindeki üye yıldızlara fit edilerek kızarma değerinin eldesi.

Şekil 3.7’de görüldüğü gibi çakıştırma yapılırken eş zamanlı olarak eğer mevcut iseler SK82 dev kolu üzerinde dairelerle gösterilen olası KY yıldızlarına da ağırlık verilir. $E(B-V)$ renk artığı tayininde SK82 anakolu üzerindeki F tayf türü ve KY yıldızlarının $\delta(U-B)$ morötesi artığı değerlerinin birbirine göre uyumluluğu da dikkate alınır. Bununla birlikte, KY yıldızlarının metal bolluklarının tırmanma mekanizmasından etkilendiği gözönünde bulundurulmalıdır. Genelde $(U-B)-(B-V)$ iki renk diyagramında SK82 anakolu, sıfır yaşta $(B-V) \leq 0.75$ değerinde cüce yıldızları ile $(B-V) > 0.75$ renk indeksi değerlerinde dev yıldızların renklerinden ibarettir (Tablo 3.7).

E(B-V) değerinden E(V-I) renk artığının dönüştürülmesinde Dean ve diğ.'ne (1978) ait, E(R-I), E(V-R) ve E(B-R) renk artıklarına dönüşümü için ise Straizys'e (1995) ait standart yıldızlararası sönükleşme kanunları kullanılmış olup bunlar Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.9: E(V-I), E(R-I), E(V-R), E(B-R) renk artıkları için kabul edilen yıldızlararası sönükleşme bağıntıları.

E(V-I)/E(B-V)	E(R-I)/E(B-V)	E(V-R)/E(B-V)	E(B-R)/E(B-V)
1.25	0.69	0.56	1.56

20 açık yıldız kümesinin E(B-V) renk artığı değerleri, Schlegel ve diğ. (1998, SFD) tarafından toz haritalarından elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Bu toz haritaları COBE/DIRBE ve IRAS/ISSA uydu haritalarına dayanmakta ve sonsuz uzaklıkta tozu gözönünde bulundurmaktadır. Örneğimizdeki açık yıldız kümelerinin E(B-V) (l, b)_∞ renk artığı değerleri NED¹ (NASA EXTRAGALACTIC DATABASE) web sayfasındaki toz haritalarından alınmıştır.

Arce ve Goodman (1999), SFD kızarma değerlerinin E(B-V)_S ≈ 0.15 değerinden büyük renk artığı değerlerinde büyük değerler verdiği dikkati çekmiştir. Bonifacio ve diğ. (2000), E(B-V)_S ≈ 0.15 değerini E(B-V)_S = 0.10 olarak vermektedir. Bu nedenle, Bonifacio ve diğ. (2000) çalışmasına ait aşağıda verilen bağıntılar kullanılarak 20 kümenin SFD renk artığı değerleri yeniden güncellenmiştir.

$$\begin{aligned}
 E(B-V)_A &= E(B-V)_S & E(B-V) &\leq 0.10 \\
 E(B-V)_A &= 0.10 + 0.65[E(B-V)_S - 0.10] & E(B-V) &> 0.10
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

E(B-V)_A kümenin kabul edilen renk artığı değerini göstermektedir. Kızarma tabakası içerisinde bulunan yıldızları dikkate alarak, tozun yükseklik ölçeği değerini $H = 125$ pc olarak, d (kpc) uzaklığındaki herhangi bir yıldız veya kümeye olan E(B-V)_S kızarma değeri, Bahcall ve Soneira (1980) çalışmasına ait $1 - \exp(-|d \sin b|/H)$ faktörü kadar azaltılır. Burada d ; kümenin belirlenen uzaklığını, b ; Galaktik enlemi, H ; yükseklik ölçeğini temsil etmektedir.

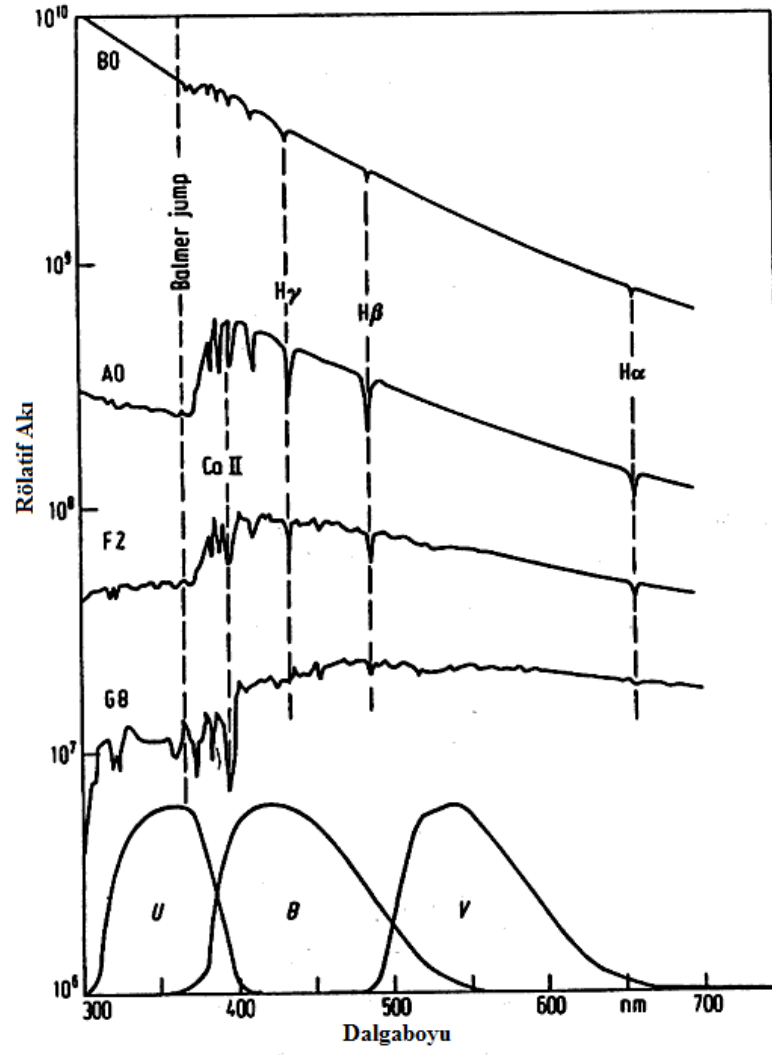
¹ <http://nedwww.ipac.caltech.edu/forms/calculator.html>

3.2.2.2. Ağır Element Bolluğu

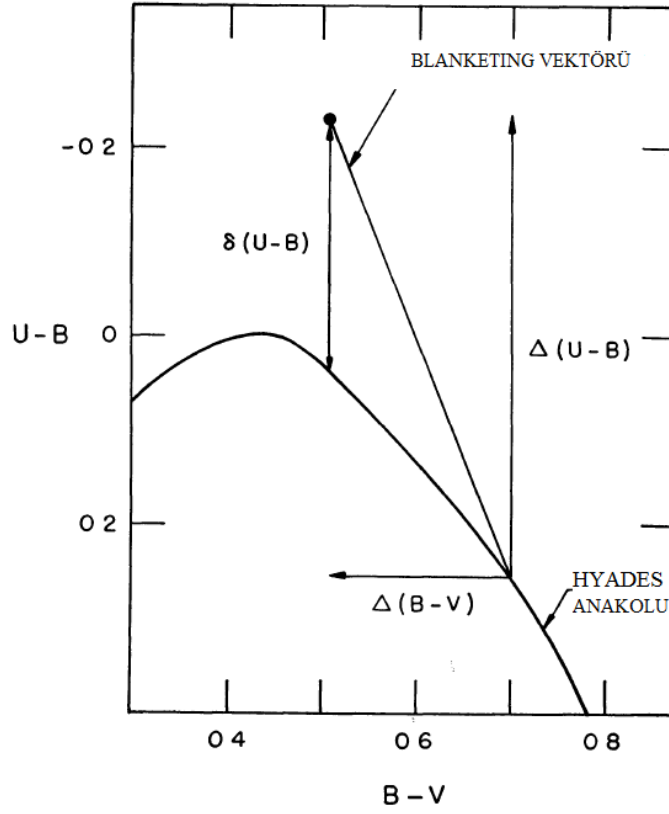
Hidrojen (H) ve helyumdan (He) daha ağır tüm kimyasal elementler için metal terimi kullanılmaktadır. Bir yıldızın tek tek element bollukları X_i , genellikle H'nin bolluğuna ve Güneş'e göre normalize edilerek logaritmik ölçekte ifade edilir. $[X_i/H] = \text{Log} (X_i / H)_{\text{YILDIZ}} - \text{Log} (X_i / H)_{\odot}$. Buna göre, $[Fe/H] = 0$ 'ın anlamı şu şekildedir: Yıldızın Fe (demir) bolluğu 0 dex, $10^0 = 1$ (Güneş ile aynı kimyasal bollukta). Metal bolluğunun herhangi bir birimi olmayıp, sadece gösterim olarak dex ile ifade edilir.

Tüm fotometrik kalibrasyonlar metal bolluğu için, $[Fe/H]$ ifadesini standart olarak dikkate almaktadır. Demir çizgileri, hidrojen ve helyum çizgilerinin yanısıra anakol yıldızlarının optik spektrumunda da hakimdir. Fe elementinin kullanılmasının diğer bir avantajı da yıldızın anakol yaşamı boyunca değişime uğramamasıdır.

Şekil 3.8'den görüldüğü gibi U ve B filtrelerinin duyarlılık fonksiyonları F ve G tayf türünden yıldızların metal soğurma çizgilerinin olduğu bölgelere konumlandırıldığından, F ve G tayf türünden küme ve alan yıldızlarının fotometrik metal bolluğu tayininde oldukça kullanışlıdır. Özellikle U filtresi Balmer sıçramasının meydana geldiği 3647 Å'a konumlandırıldığından fotometrik metal bolluğu tayininde kullanılabilir.



Şekil 3.8: B, A, F, G tayf türü anakol yıldızları için rölatif akı–dalga boyu (nm) grafiğinin UVB fotometrisinin duyarlılık eğrileri ile birlikte gösterilişi (Wildev ve diğ., 1962).



Şekil 3.9: Metalce zengin Hyades anakolu üzerinde metalce fakir bir yıldız için morötesi artışı $\delta(U-B)$ ve Blanketing vektörü (Wildev ve diğ., 1962).

Bir yıldızın tek tek metal çizgilerinin tayfindan çıkarıldığı veya arttırıldığı varsayıldığında, iki renk diyagramında normal yerinden yer değiştirdiği çizgi Blanketing (pencereleme) vektörü olarak tanımlanır (Şekil 3.9). Bir yıldızın etkin sıcaklığı sabit tutulup metal bolluğu arttırıldığında yıldız enerjisi, oluşturulan çizgiler tarafından engellenir.

Yıldız atmosferi içerisinde dağılan enerji, atmosferin ısınmasına neden olur. Bu olay “geri ısınma” olarak adlandırılır ve enerjinin geri dönüşü ile meydana gelen ısınma olarak bilinir. Yıldızın enerjisi eninde sonunda bu çizgiler arasındaki boşluklardan kaçır.

(a) Çizgi engellemesi (blocking) ve (b) yıldızdan gecikmeli olarak enerjinin gelmesinin (backwarming) bir bileşkesi olan Blanketing vektörünün UBv fotometrisindeki etkinliği şu şekildedir:

U bandında (a) olayı (b) olayına göre daha çok,

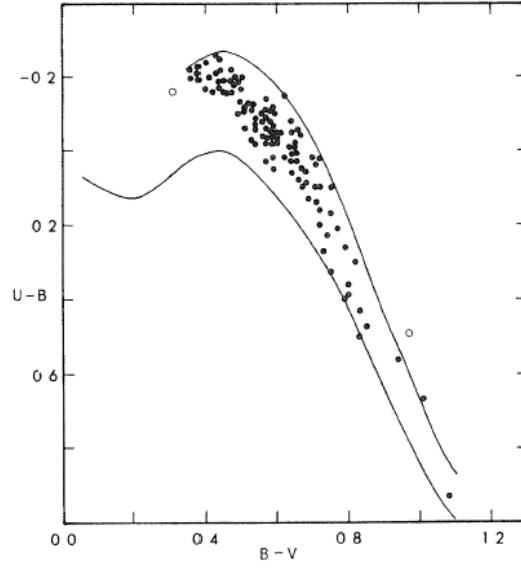
B bandında (a) olayı (b) olayından biraz daha etkin,
V bandında (a) olayı (b) ye göre daha az etkindir.

(a) ve (b) olaylarının sonucunda yıldızın iki renk diyagramındaki yeri Blanketing vektörü boyunca değişir (Şekil 3.9).

Metalce fakir yıldızlar, çok fazla morötesi (UV) soğurma çizgilerine sahip metalce zengin yıldızlara göre fazladan moröte artışı gösterirler. Moröte artışını matematiksel olarak ifade etmek için, Güneş'in metal bolluğunu temsil eden Hyades açık kümesindeki yıldızlar göz önünde bulundurulmaktadır. Metalce fakir bir yıldızın spektrumunda metal çizgileri nispeten azdır ve U filtresinde daha fazla enerji yayınlar. Böylece U kadirleri daha parlak olur ve iki-renk diyagramında Hyades küme anakolunun üzerinde yer alırlar.

UBV fotometrisinde U filtresi ve (U-B) renk indeksinin yıldızın metal bolluğuna duyarlı olduğu bilgisini dikkate alarak, Sandage (1969), (U-B), (B-V) iki renk diyagramında, yüksek öz harekete sahip yıldızların, (B-V)=0.6 renk indeksinde büyük bir morötesi artışına sahip olduğunu ve bu moröte artışın Şekil 3.10'daki gibi (B-V)=1.25 değerine doğru yavaş bir şekilde azaldığını gösterdi. Şekil 3.10'da alttaki eğri Hyades anakolunu göstermektedir. Üstteki eğri ise Sandage tarafından çizilen metalce fakir üst zarfı temsil etmektedir.

$0 < (B-V)_H \leq 0.30$ renk indeksi aralığındaki veriler, Melbourne (1959) çalışmasından alınmış olup $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}/\delta(U-B)$ bilgileri hesaplanmış ve Tablo 3.10'da verilmiştir. $\delta(U-B)$ metal bolluğuna duyarlı bir fotometrik indeks olup, $\delta(U-B) = (U-B)_{HYADES} - (U-B)_{YILDIZ}$ şeklinde ifade edilir. $(U-B)_M$ ise, Hyades çizgisinin maksimum (U-B) değerini göstermektedir. Burada $\delta(U-B) = (U-B)_H - (U-B)_M$ 'dir. $\delta_{0.6}/\delta(U-B)$, $(B-V) = 0.60$ değerinde maksimum morötesi artışının diğer renk indekslerindeki morötesi artışı değerlerine oranıdır. Bu tabloda Hyades'e ait normalizasyonlar $0.35 \leq (B-V)_H \leq 1.10$ renk indeksi için yapılmıştır. Sandage renk indekslerinde görülen morötesi artışlarını da, $(B-V)=0.6$ değerine karşılık gelen maksimum $\delta(U-B)=0.31$ değerine normalize etmiştir.



Şekil 3.10: Öz hareketleri büyük 112 yıldızın (U-B)-(B-V) iki-renk diyagramı (Sandage, 1969).

Tablo 3.10: Şekil 3.10'daki Hyades ve metalce fakir kollara ait (B-V) ve (U-B) renkleri. Tablo, Sandage'den (1969) alınmıştır. (B-V) < 0.30 için bilgiler ise Melbourne'den (1959) alınmıştır.

(B-V)	(U-B) _H	(U-B) _M	$\delta(U-B)$	$\delta_{0.6}/\delta(U-B)$
0.00	0.03	0.01	0.02	15.5
0.05	0.08	0.05	0.03	12.4
0.10	0.10	0.08	0.03	12.4
0.15	0.11	0.06	0.05	5.96
0.20	0.10	0.00	0.10	3.10
0.25	0.07	-0.08	0.15	2.01
0.30	0.04	-0.17	0.21	1.46
0.35	0.03	-0.22	0.25	1.24
0.40	0.01	-0.25	0.26	1.19
0.45	0.00	-0.27	0.27	1.15
0.50	0.03	-0.25	0.28	1.11
0.55	0.08	-0.22	0.30	1.03
0.60	0.13	-0.18	0.31	1.00
0.65	0.19	-0.11	0.30	1.03
0.70	0.25	-0.03	0.28	1.10
0.75	0.34	0.08	0.26	1.19
0.80	0.43	0.19	0.24	1.29
0.85	0.54	0.32	0.22	1.41
0.90	0.64	0.44	0.20	1.55
0.95	0.74	0.55	0.19	1.63
1.00	0.84	0.67	0.17	1.82
1.05	0.94	0.79	0.15	2.06
1.10	0.99	0.87	0.12	2.58

Fotometrik metal bolluğu tayininde, tayfsal metal bollukları $[Fe/H]$ ile fotometrik $\delta(U-B)$ morötesi artışı arasındaki bağıntılar, Tablo 3.11’de de görüleceği gibi bir çok yazar tarafından üretilmiştir.

Tablo 3.11: Tayfsal metal bollukları ile fotometrik morötesi artıkları arasındaki bağıntılar
 $([Fe/H] = a + b \delta(U-B)_{0.6} + c \delta(U-B)_{0.6}^2)$

Yazar	a	b	c	Açıklama
Carney (1979)	+0.11	-2.90	-18.68	101 yıldız
Cameron (1985)	+0.08	-4.93	-13.51	
Sandage ve Fouts (1987)	+0.17	-3.69	-18.14	$-0.05 < \delta < +0.26$
Buser ve Kurucz (1992)	+0.20	-4.57	-18.55	Sentetik UBV fotometrisi
Karaali ve diğ. (2003)	+0.10	-2.76	-24.04	$-0.1 \leq \delta \leq 0.40$
Karataş ve Schuster (2006)	+0.13	-4.84	-7.93	$-2.1 < \delta < +0.41$

Tablo 3.12: Yazarlara göre Hyades açık kümesinin tayfsal metal bolluğu değerleri

Yazar	$[Fe/H]$ (dex)
Cayrel ve diğ. (1985)	$+0.12 \pm 0.03$
Boesgaard ve Friel (1990)	$+0.13 \pm 0.02$
Cayrel de Strobel ve diğ. (1997)	$+0.14 \pm 0.05$

Tezdeki 20 açık kümenin fotometrik metal bolluğu değerleri, Tablo 3.11’de listelenen Karataş ve Schuster’e (2006) ait katsayıların kullanılmasıyla hesaplanmıştır.

$$[Fe/H] = +0.13 \pm 0.04 - 4.84 \pm 0.60 \delta(U-B)_{0.6} - 7.93 \pm 2.24 \delta(U-B)_{0.6}^2 \quad (3.2)$$

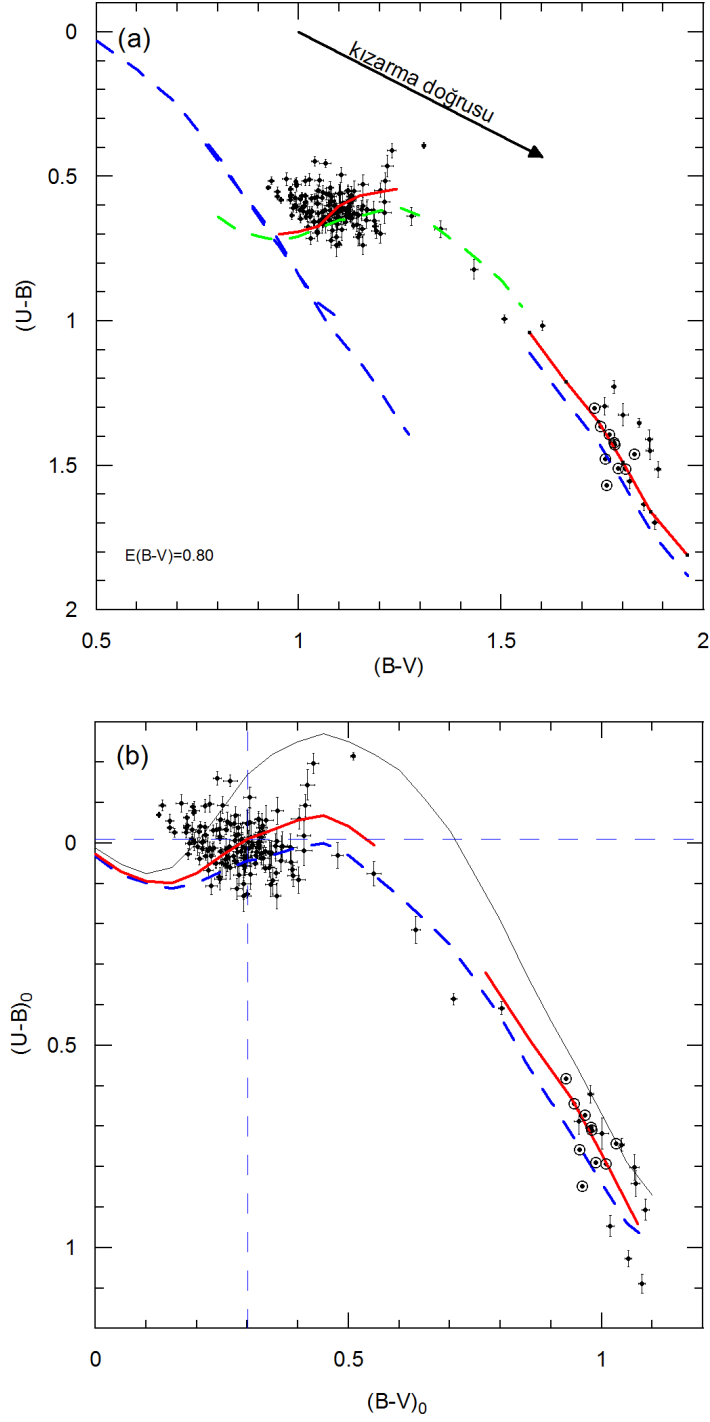
(3.2) bağıntısı $0.32 \leq (B-V)_0 \leq 0.89$ aralığındaki 470 F, G ve erken K tayf türü cüce ve dönüm noktası yıldızının tayfsal metal bollukları ile fotometrik $\delta(U-B)_{0.6}$ verilerinden oluşturulmuştur. (3.2) nolu bağıntının $+0.13$ sıfır noktası değeri, Tablo 3.12’de verilen Hyades açık yıldız kümesinin tayfsal metal bolluğu değerleri ile uyumludur.

Tez çalışmasındaki açık yıldız kümelerinin metal bolluğu tayini, küme yıldızlarının U filtre gözlemleriyle elde edilen (U-B)-(B-V) iki-renk diyagramında $\delta(U-B)$ morötesi artışının belirlenmesiyle yapılmıştır. Bunun için referans kol olarak cüce yıldızlar için Hyades anakol renkleri, dev yıldızlar için ise SK82 anakol renkleri kullanılmıştır. Açık küme yıldızlarının iki renk diyagramından metal bolluğu tayini yapmak için, (U-B)-(B-

V) iki renk diyagramında Hyades anakolu üzerindeki $0.3 \leq (B-V)_0 \leq 0.6$ renk indeksi aralığında metal azlığı gösteren parlak F tayf türü küme üye yıldızlarının dağılımından Hyades'e göre ortalama renk indeksi $\langle (B-V)_0 \rangle$ belirlenir ve bu değere karşılık gelen $\langle (U-B)_0 \rangle$ ortalama değeri elde edilir. $\langle (B-V)_0 \rangle$ ve $\langle (U-B)_0 \rangle$ değerlerinden Melbourne (1959) ve Sandage (1969) çalışmalarına ait Tablo 3.10'daki verilerden kümeye ait ortalama eşmetal bolluğu eğrisi çizdirilir.

20 kümenin fotometrik metal bolluğu $[Fe/H]$ ve Z ağır element bolluğunun belirlenmesinin yöntemi Şekil 3.11(a)-(b)'de NGC 6802 açık yıldız kümesi için detaylı olarak aşağıda verilmiştir. Kesikli yeşil eğri Hyades anakolunu, sürekli çizgi ile gösterilen eğri ise Melbourne (1959) ve Sandage'e (1969) ait metalce fakir üst zarfı göstermektedir. SK82'ye ait anakol ise kesikli mavi eğri ile gösterilmiştir. Kırmızı eğri, küme yıldızlarının $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.30$ ve $\langle (U-B)_0 \rangle = -0.01$ (dikey ve yatay kesikli mavi çizgiler) değerleri dikkate alınarak Melbourne (1959) ve Sandage'e (1969) ait Tablo 3.10'daki verilerden hesaplanan $[Fe/H] = -0.30$ dex ortalama eşmetal bolluğu eğrisini göstermektedir. İçi boş çemberler KY/KD aday yıldızlarını temsil etmektedir.

Şekil 3.11(a)'da, NGC 6802 kümesinin üye yıldızları için $(U-B)-(B-V)$ iki renk diyagramında SK82 anakolu ile kızarma doğrusu boyunca uygun çakıştırma tekniğinden renk artığı $E(B-V) = 0.80$ olarak elde edilmiştir. Metal bolluğu tayini Şekil 3.11(b)'de kızarmadan arındırılan iki renk diyagramında yapılır. Burada kümeye ait F tayf türü yıldızlarının çoğunluğu $0.2 < (B-V)_0 < 0.5$ aralığında Hyades anakolu üzerinde bir dağılım göstermektedir. Bir başka ifade ile bu renk indeksi aralığındaki küme yıldızları Hyades'e göre bir miktar metal azlığı göstermektedir. Küme üyesi yıldızlar, Hyades'e göre ortalama renk indeksi $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.30$ ve $\langle (U-B)_0 \rangle = -0.01$ değerinde, $\delta(U-B) = (U-B)_{HYADES} - (U-B)_{YILDIZ} = 0.044 - (-0.01) = +0.054$ kadar bir morötesi artığı gösterir. Bu değerler NGC 6802 küme yıldızlarını temsil eden, deneysel olarak elde edilen ortalama değerlerdir. Burada $(U-B)_{HYADES} = +0.044$ değerinde Tablo 3.10'da Hyades'e ait renk indeksi değeridir. Tablo 3.10'da, $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.30$ renk indeksinde normalizasyon $\delta_{0.6}/\delta(U-B) = 1.46$ ve $\delta_{0.6} = 1.46 \times 0.054 = +0.079$ olarak hesaplanır. Karataş ve Schuster (2006) tarafından verilen (3.2) nolu bağıntıdan, kümenin fotometrik metal bolluğu $[Fe/H] = -0.30$ dex olarak bulunur.



Şekil 3.11(a)-(b): NGC 6802 kümesine ait kızarmış $(U-B)-(B-V)$ (panel a) ve kızarmamış $(U-B)_0-(B-V)_0$ iki-renk diyagramı (panel b).

NGC 6802 kümesinin fotometrik $[Fe/H]$ değeri, aşağıda verilen (3.3) nolu bağıntı ile ağır element bolluğuna dönüştürülmüştür. Burada, Güneş'in ağır element bolluğu $Z_{\odot} = 0.019$ olarak kabul edilmiştir.

$$Z = Z_{\odot} 10^{[Fe/H]} \quad (3.3)$$

(3.3) nolu bağıntıdan, $[Fe/H] = -0.30$ dex için, NGC 6802 kümesinin ağır element bolluğu $Z = 0.01$ olarak hesap edilmiştir.

$[Fe/H] = -0.30$ ve $Z = 0.01$ değerleri için Şekil 3.11(a)-(b)'de, F tayf türünden küme yıldızlarını temsil eden metalce fakir ortalama eşmetal bolluğu eğrisi, Melbourne (1959) ve Sandage'e (1969) ait Tablo 3.10 ve Şekil 3.10 yardımıyla hesaplanır. Bunun için, $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.30$ değerinde, Şekil 3.11(b)'de, Melbourne (1959) ve Sandage'e (1969) ait üst zarf $(U-B)_{ZARF} = -0.168$ değerini verir. Şekil 3.11(b) ve Tablo 3.10'dan, $\delta(U-B)_{ZH} = (U-B)_{HYADES} - (U-B)_{ZARF} = +0.044 - (-0.168) = +0.212$ elde edilir. $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.30$ değerinde, $\alpha = \delta(U-B)/\delta(U-B)_{ZH} = 0.054/0.212 = 0.255$ değeri bulunur ve Hyades'e ait her $(B-V)$ için, $(U-B)_{fit} = (U-B)_H - \delta(U-B)_{ZH} \times 0.255$ değerleri hesaplanır. Böylelikle, $[Fe/H] = -0.30$ 'a karşılık gelen, $(B-V)_{EM}$, $(U-B)_{EM}$ eşmetal bolluğu değerleri, kümedeki metal azlığı gösteren F tayf türü yıldızların ortalama $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.30$ ve $\langle (U-B)_0 \rangle = -0.01$ değerlerinden belirlenmiş olur. Bu değerlerden elde edilen fit, Şekil 3.11(a)-(b)'de kırmızı eğri ile gösterilmiştir.

Eğer $(B-V) > 0.90$ renk indeksi değerlerinde kümede KY/KD adayları teşhis edilmişse, renk artışı ve metal bolluğu tayininde metal azlığı gösteren F tayf türü cüce yıldızlar ile KY/KD yıldızlarına eş zamanlı olarak ağırlık verilerek, kızarma ve metal bolluğu eş zamanlı olarak belirlenir.

20 kümenin fotometrik $[Fe/H]$ metal bolluğu ile Z ağır element bolluğu yukarıda belirtilen yöntem ile tayin edilmiştir.

3.2.2.3. Uzaklık Modülü ve Uzaklık

Teze ait açık yıldız kümelerinin ($V-M_V$) uzaklık modülü, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait teorik eşyaş eğrilerinin kümelerin $V-(B-V)$, $V-(R-I)$, $V-(V-I)$, $V-(V-R)$, $V-(B-R)$ renk-kadir diyagramlarında kümenin Tablo 3.10'da verilen standart sönükleşme kanunlarına göre belirlenen renk artıkları dikkate alınarak, dikey mutlak kadir ekseninde $(V-M)+3.1$ $E(B-V)$ kadar, yatay renk indeksi ekseninde ise renk artığı kadar kaydırılarak elde edilir.

Kümelerin renk-kadir diyagramında anakol, çift ve çoklu bileşenlere sahip yıldızlar tarafından kırmızı renk indekslerinde 0.75 kadir kadar genişleyeceğinden, teorik eşyaş eğrileri anakol ile fit edilirken, çift yıldızların bu etkisinden dolayı, anakolun orta noktalarına ağırlık verilmeye çalışılmıştır.

Kümenin, Bölüm 3.2.2.2'de verilen yöntemle göre elde edilen Z ağır element bolluğuna göre seçilen teorik eşyaş eğrisi, kümenin renk-kadir diyagramında anakolun mavi tarafına doğru, dönüm noktası yıldızları ve de eğer var ise KY yıldızlarına ağırlık verilerek uygun bir karşılaştırma elde edilinceye kadar kaydırılır ve böylelikle kümenin uzaklık modülü elde edilir. Tezdeki açık yıldız kümelerin beş renk indeksine ait uzaklık modüllerinin ortalaması, Bölüm 3.2.2.5'de verilen bağıntı ile hesaplanmıştır.

İki-renk diyagramından elde edilen Z ağır element bolluğu dikkate alındığı için, Güneş'in metal bolluğu ile karşılaştırıldığında nispeten metalce fakir yıldızlara sahip açık küme yıldızları daha sönük mutlak kadirlere sahip olacağından uzaklık modülünün belirlenmesinde bu durum gözönünde bulundurulmuştur.

Açık yıldız kümelerin Güneş'e olan uzaklığı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır.

$$d \text{ (pc)} = 10^{0.2[(V_0 - M_V) + 5]} \quad (3.4)$$

3.2.2.4. Yaş Tayini

Tezdeki açık yıldız kümelerinin yaşı, $V-(B-V)$, $V-(R-I)$, $V-(V-I)$, $V-(V-R)$, $V-(B-R)$ renk-kadir diyagramlarında, kümenin Z ağır element bolluğuna göre seçilen Marigo ve diğ.'ne (2008) ait teorik eşyaş eğrisinin, kümenin anakolu, dönüm noktası eğer varsa KY/KD yıldızları ile iyi uyum elde edilinceye kadar karşılaştırılmasından tayin edilir. Yaş

eğrileri, kümenin kızarmış gözlemsel renk-kadir diyagramı ile fit edilmeden önce, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait teorik eşyaş eğrisi, kümenin iki-renk diyagramından belirlenen $E(B-V)$ renk artığı ve Bölüm 3.2.2.1'de Tablo 3.10'da verilen renk indeksleri dikkate alınarak kızartılır.

Tezdeki kümelerin dönüm noktaları $14 < V < 16$ kadir aralığında bir saçılma şeklinde görülmektedir. Dönüm noktasındaki bu saçılmayı dikkate alarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait iki teorik eşyaş eğrisi çifti, renk diyagramları ile fit edilmiştir. Bu çift, yaş eğrilerinin dönüm noktası ve KY/KD yıldızları ile olan en iyi uyumuna bakılarak bir tanesi kümenin yaşı olarak tercih edilir.

Beş renk indeksi için açık yıldız kümelerinin yaş değerleri belirlendikten sonra, kümenin ortalama yaşı (Gyıl), Bölüm 3.2.2.5'de verilen (3.7) bağıntısı ile hesap edilmiştir.

Eşyaş eğrilerinin oluşturulmasında, $E(B-V)$ renk artığındaki belirsizliklerden dolayı $\log(A)$ yaş değerinde büyük bir değişim olmaz. Uzaklık modülü ikincil bir rol oynar, çünkü yaşa ait belirsizlikler, eşyaş eğrisinin renk-kadir diyagramındaki üst anakol, dönüm noktası ve eğer varsa KY yıldızları ile olan uyumuna bağlıdır. Eğer kümenin dönüm noktası belirgin değilse ve de küme KY yıldızlarına sahip değilse hem yaş tayini hem de belirsizlikler bu durumdan fazlaca etkilenir.

3.2.2.5. Açık Yıldız Kümelerinin Temel Astrofiziksel Parametrelerine ait Belirsizlikler ve Ortalama Değerin Hesaplanması

$E(B-V)$ renk artığı ve $[Fe/H]$ 'ye ait $\sigma_{E(B-V)}$ ve $\sigma_{[Fe/H]}$ rastgele hatalar şu şekilde belirlenmiştir: $\sigma_{E(B-V)}$ belirsizliği, SK82 anakolu, (U-B), (B-V) iki-renk diyagramında F tayf türü yıldızlar ve eğer mevcut ise KY/KD yıldızları ile iyi bir fit elde edilinceye kadar standart kızarma doğrusu boyunca ileriye ve geriye doğru kaydırılarak elde edilir. Hassasiyet verilerin saçılmasına bağlıdır. Renk artığındaki belirsizlikler genellikle 0.15 kadirden küçüktür.

$\sigma_{[Fe/H]}$ belirsizliği, kızarmadan arındırılmış $0.3 \leq (B-V)_0 \leq 0.5$ renk indeksi aralığında Bölüm 3.2.2.2'de verilen deneysel yöntemle göre elde edilen eşmetal bolluğu eğrisinden

hesap edilmiştir. (U-B)-(B-V) iki-renk diyagramında, Hyades anakolunun üst kısmında metal azlığı gösteren F tayf türünde yıldızlardan belirlenen $\sigma_{\delta(U-B)}$ mor ötesi artığındaki belirsizlik, Şekil 3.11’de kümelerin $\langle(B-V)\rangle$ ortalama renk indeksiindeki Hyades ve Hyades anakolu üzerinde hesap edilen eşmetal bolluğu eğrilerine karşılık gelen $\sigma_{(U-B)}$ ’deki belirsizliklerin birleştirilmesinden hesap edilmiştir. $\sigma_{\delta(U-B)}$ belirsizliği iki renk diyagramında farklı eş metal bolluğu eğrilerinin geçirilmesiyle elde edilmiş ve $[Fe/H]-\delta_{0.6}$ bağıntısı yardımıyla da $\sigma_{[Fe/H]}$ belirsizliğine dönüştürülmüştür.

Z ağır element bolluğuna ait belirsizlik, aşağıda verilen (3.5) nolu denklemden elde edilmiştir (Bevington ve Robinson, 2003).

$$\sigma_Z = \ln 10 \times Z \times \sigma_{[Fe/H]} \quad (3.5)$$

Uzaklık modülündeki σ_{DM} belirsizliği, fotometrik niceliklere ait belirsizliklere, SK82’ye ait renklerdeki hatalara ve $E(B-V)$ renk artığına ait belirsizliğe bağlıdır. Teorik eşyaş eğrileri sadece mutlak kadir ve renk kalibrasyonlarından ileri gelen hataları içerir. Fotometrik ve dönüşüm hataları küçük olup $\sim 0^m.03$ ’dir. σ_{DM} belirsizliğine en büyük katkı;

1) Renk artığının hatasından ileri gelir. $R_V = A_V/E(B-V)$ bağıntısında, R_V vektörünün eğimindeki belirsizlik renk artığının hatasından dolaydır. Bu değer $2.7 < R_V < 3.6$ arasında olup, Orion Yıldız Oluşum bölgesinde ise $R_V = 5$ kadar büyük olabilmektedir. Tezde $R_V = 3.1 \pm 0.1$ olarak kabul edilmiştir.

2) Mutlak kadirdeki belirsizlik $0^m.15$ ile $0^m.30$ arasında olabilmektedir.

(1) ve (2)’den gelen belirsizliğin toplamı $\sigma_{DM} \cong 0^m.34$ kadar olabilmektedir.

Tezdeki açık yıldız kümelerinin beş renk indeksi için Güneş’ten olan d uzaklık değerindeki belirsizlik aşağıda verilen Phelps ve diğ.’ne (1994) ait bağıntı ile hesap edilmiştir.

$$\sigma_d^2 = 0.213 d^2 \sigma_{DMo}^2 \quad (3.6)$$

(3.6) nolu bağıntıdaki σ_{DMo} , uzaklık modülüne ait belirsizlik anlamındadır.

Log(A) yaş değerindeki belirsizlik, kümenin renk kadir diyagramına uygun ağır element bolluğuna göre seçilen teorik eşyaş eğrisinin anakol, dönüm noktası, eğer mevcut ise KY/KD yıldızları ile olan uygun karşıtırmadan elde edilen rastgele bir hata ile verilir. Çakıştırmada teorik eşyaş eğrisi, kümenin renk-kadir diyagramında $E(B-V) \pm \sigma_{E(B-V)}$ renk artığının $E(B-V)_{\min}$ ve $E(B-V)_{\max}$ değerleri için yatay ve dikey ekseninde kaydırılmasından elde edilen iki yaş değerinin farkı bize yaş değerine ait belirsizliği verir. Bu yöntem diğer renk indeksleri için de uygulanır.

Kümenin beş renk indeksi için $\langle E(B-V) \rangle$, $\langle (V-M_V) \rangle$, $\langle d \rangle$ ve $\langle \text{Log } A \rangle$ (A/yıl), $\langle A \rangle$ (Gyl) ağırlıklı ortalama değerleri, x_{ao} ve bu ortalama değere ait σ_{ao} belirsizlikleri, tek tek belirsizlikler dikkate alarak, Taylor (1996) tarafından verilen aşağıdaki (3.7), (3.8) ve (3.9) bağıntıları yardımı ile hesaplanmıştır.

$$x_{ao} = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i} \quad (3.7)$$

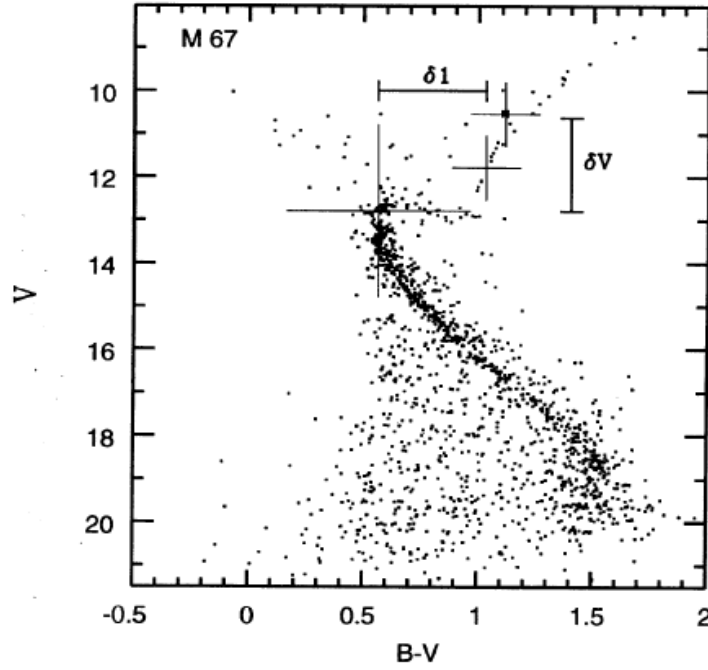
$$w_i = \frac{1}{\sigma_i^2} \quad \text{veya} \quad \sigma_i = \frac{1}{\sqrt{\sum w_i}} \quad (3.8)$$

$$\sigma_{ao} = \frac{1}{\sqrt{\sum w_i}} \quad \text{veya} \quad \sigma_{ao} = \frac{1}{\sqrt{\sum \frac{1}{\sigma_i^2}}} \quad (3.9)$$

Yukarıdaki bağıntılarda, $i=1, \dots, 5$ olup, (B-V), (R-I), (V-I), (V-R), (B-R) beş renk indeksini göstermektedir. x_{ao} , beş renk indeksindeki renk artığı, uzaklık modülü, uzaklık ve yaş değerlerinin ağırlıklı aritmetik ortalamasını (w_i) göstermektedir.

3.2.2.6 Morfolojik Yaş Tayini

Tez çalışmasındaki kümelerin yaş tayini Şekil 3.12’de gösterilen V-(B-V) diyagramında tanımlanan, Phelps ve diğ.’ne (1994) ait yöntem takip edilmek suretiyle δV ve δI morfolojik fotometrik yaş indekslerinin yardımıyla yapılmıştır. Şekil 3.12, Phelps ve diğ.’den (1994) alınmış olup, Montgomery ve diğ. (1993) çalışmasındaki M67 kümesini göstermektedir. Burada, büyük artı sembolü anakolun dönüm noktasını (DN), küçük artı sembolleri ise Kırmızı Yığının (KY) konumunu göstermektedir.



Şekil 3.12: δV ve δI morfolojik fotometrik indekslerin tanımı. Şekil, Phelps ve diğ.'den (1994) alınmış olup, Montgomery ve diğ.'ne (1993) ait M67 kümesini göstermektedir.

Gözlemsel olarak anakolun dönüm noktası, $V-(B-V)$ renk-kadir diyagramında en mavi noktadaki kadir olarak tanımlanır. δV dikey doğrultuda DN ile KY arasındaki δV kadir farkını, δI ise yatay doğrultuda DN'nin renk indeksi ile DN'den 1 kadir daha parlak olan KDK'nın renk indeksi arasındaki $\delta(B-V)$ farkını ifade etmektedir. KY yıldızları sınıflandırılmayan veya KY yıldızları bulunup da bir yığın göstermeyen kümelerde, δI indeksi dönüm noktası ve 1 kadir daha parlak olacak şekilde KDK'nın renk indeksi farkından ölçülmüştür. Bu δI değerleri, Phelps ve diğ. (1994) tarafından verilen aşağıdaki (3.10) nolu bağıntı ile $\delta(V)$ 'ye dönüştürülmüştür.

$$\delta(V) = 3.77 - 3.75 \delta_I \quad (3.10)$$

Kümelerin yaşı, Salaris ve diğ. (2004) tarafından verilen $[Fe/H]$ ile $\delta(V)$ arasında aşağıdaki 0.062 dex'lik saçılmaya sahip (3.11) bağıntısı yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Log}(A) = 0.04 \delta(V)^2 + 0.34 \delta(V) + 0.07[Fe/H] + 8.76 \quad (3.11)$$

3.2.3. Uzaklık Göstergeleri Olarak Açık Yıldız Kümelerindeki Kırmızı Yığın Yıldızları

KY yıldızları, $\langle M_I \rangle = -0.22 \pm 0.03$ (Groenewegen, 2008), $\langle M_K \rangle = -1.61 \pm 0.03$ (Alves, 2000) ve $\langle M_V \rangle = +0.60 \pm 0.10$ (Twarog ve diğ., 1997) ortalama mutlak kadir değerleri ile uzaklık tespitinde kullanılmaktadır. KY yıldızları ile ilgili temel bilgiler Bölüm 2.1’de giriş kısmında verilmiştir.

Tezdeki açık yıldız kümelerinde aday olarak sınıflandırılan KY yıldızlarının uzaklıkları aşağıda verilen bağıntılar yardımı ile hesaplanmıştır.

$$d = 10^{(I - \langle M_I \rangle + 5 - A_I)/5} \quad (3.12)$$

$$\sigma_d = 0.2 d \ln 10 (\sigma_I^2 + \sigma_{M_I}^2 + \sigma_{A_I}^2)^{1/2} \quad (3.13)$$

Bu bağıntılardaki toplam soğurma, renk artışı ve bunlara ait belirsizlikler için aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır (Gim ve diğ., 1998; Bessell ve diğ., 1998).

$$A_I = 1.98 E(B-V)$$

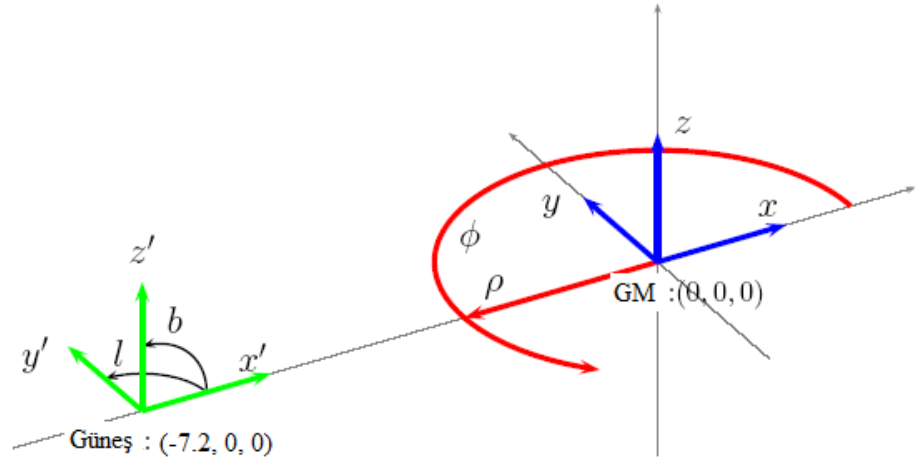
$$\sigma_I^2 = 3.92 \sigma_{E(B-V)}^2 \quad (3.14)$$

$$A_V = 3.1 E(B-V)$$

$$\sigma_V^2 = 9.61 \sigma_{E(B-V)}^2 \quad (3.15)$$

3.2.4. Açık Yıldız Kümelerinin Galaksi Merkezinden R_{GC} Uzaklıkları ve Güneş ve Galaksi Merkezli X, Y, Z Kartezyen Koordinatlarının Hesaplanması

Bir açık yıldız kümesinin Güneş ve Galaksi merkezine göre konumu Şekil 3.13’de verilmiştir. d ve R_{GC} açık yıldız kümesinin Güneş ve Galaksi merkezinden olan kpc cinsinden uzaklıklarıdır. (l, b) kümenin Galaktik koordinatlarıdır. a ise incelenen alanın büyüklüğüdür.



Şekil 3.14: Güneş'in kartezyen koordinat sisteminde Galaksi Merkezine göre konumu (Breddels ve diğ., 2010).

Örneğimizde kullanılan x' , y' , z' kartezyen koordinat sistemi Güneş'e merkezlenmiş sağ el kartezyen koordinat sistemi olup, x' Güneş'ten Galaksi merkezine, y' Dönme eksenine, z' ise Kuzey Galaktik Kutup doğrultusuna yönlenmiştir. (x, y, z) koordinat sistemi, (x', y', z') koordinat sistemine benzer olup Galaksi merkezine merkezlenmiştir.

Örneğimizdeki kümelerin Galaksi merkezli (x_{GC}, y_{GC}, z_{GC}) koordinatları kpc cinsinden aşağıda verilen bağıntılar yardımıyla hesap edilmiştir. Tezdeki kümeler için Güneş'in Galaksi merkezine olan uzaklığı olarak $R_0 = 7.2$ kpc (Bica ve diğ., 2006) değeri kullanılmıştır.

$$\begin{aligned} x_{GC} &= x' + d \cos b \cos l = -7.2 + d \cos b \cos l \\ y_{GC} &= y' = d \cos b \sin l \\ z_{GC} &= z' = d \sin b \end{aligned} \quad (3.18)$$

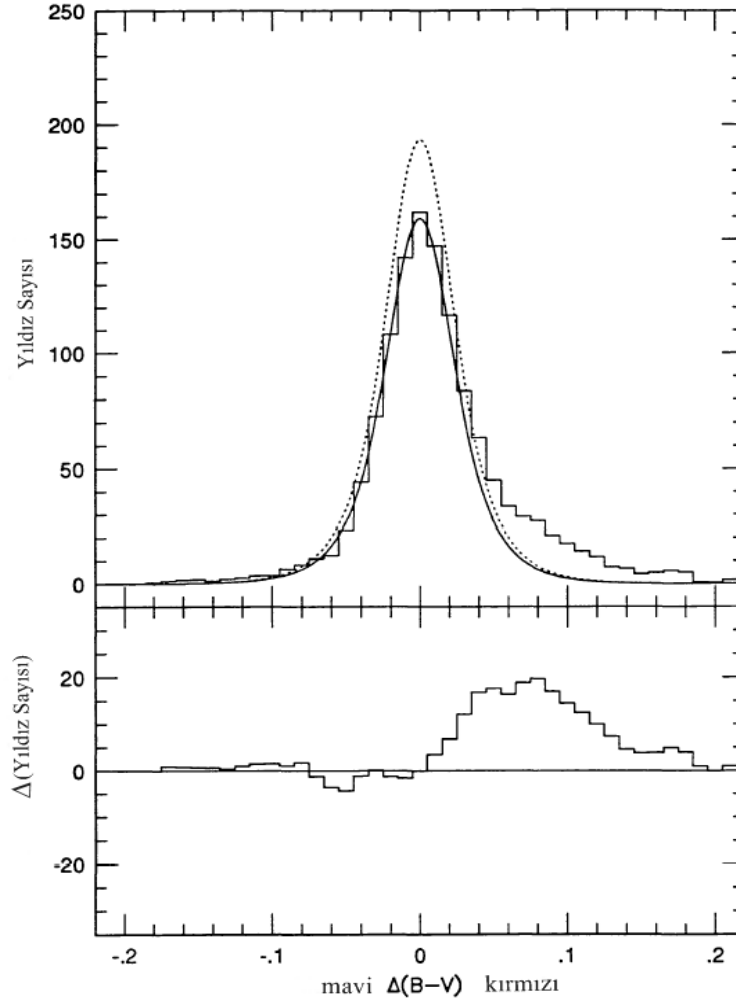
3.2.5. Açık Yıldız Kümelerinin Temel Astrofiziksel Parametrelerinin Elde Edilmesinde Çift Yıldızların Etkisi

Küme içerisinde anakol üzerindeki tayfsal çift yıldızlar, anakolu maksimum 0.75 kadir kadar kaydırmakta ve genişletmektedir. İkincil yıldızdan gelen ışığın ilavesi, ışıma gücünü, üst kırmızı dev kolundaki yıldızların rengini, yatay kolu veya asimtotik dev kolunu etkilemeyebilir. İkinci bileşenin etkilerinin çok belirgin olduğu yer anakoldur. Bunun nedeni anakol yıldızlarının çift yıldız oluşudur. İkincil yıldız her zaman parlak ve birincilden daha mavi değildir. İkincil yıldız ışığının ilavesi, her iki yıldızdan gelen

ışığın toplamı şeklindedir ve her zaman daha parlaktır. Ya da birincil ile aynı renge sahip olup birincilden daha kırmızıdır. Aynı V kadirine ve aynı $(B-V)$ renk indeksine sahip iki yıldız, tek bir yıldız olarak gözükür. Fakat V parlaklığı 0.75 kadir kadar artar. Daha sönük ve daha soğuk ikincil yıldızlar tek bir anakol üzerinde 0.75 kadir kadar uzayan kombine olmuş ışık sistemleri yaratırlar. Bu da aynı M_V mutlak kadirindeki $(B-V)$ değerini veya aynı $(B-V)$ 'de M_V mutlak kadirindeki anakolu genişletir.

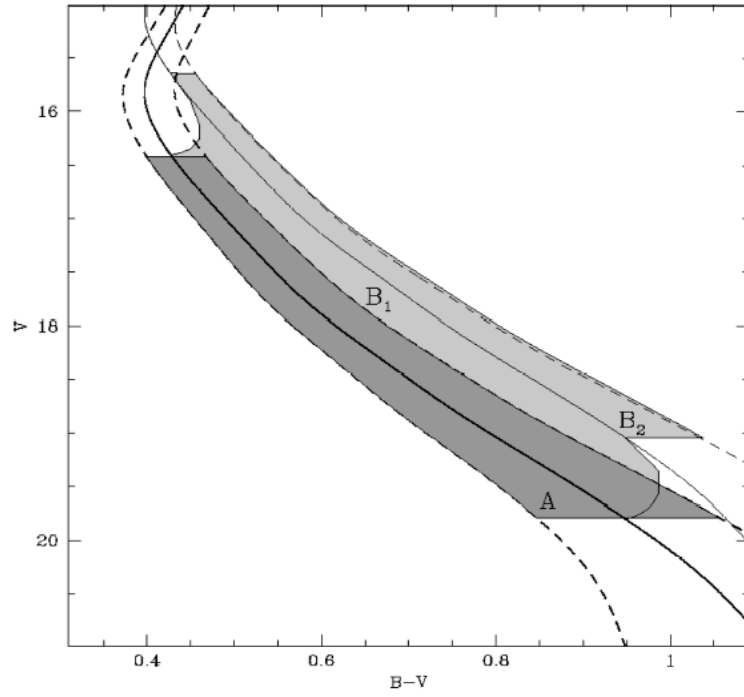
Bu durumda bir kümeye olan uzaklık belirlenirken kümelerin renk-kadir diyagramının orta noktalarına çakıştırılırsa sistematik hatalar meydana gelir. Bu orta noktalar çift yıldızlardan fazlaca etkilenirler. Oysaki sönük/mavi kenarlar tek bir yıldız dağılımını yansıtırlar.

Böyle etkilere bir örnek olarak, Şekil 3.15 verilebilir. *Üstteki panel*: Normalize edilmiş Gauss eğrilerinin toplamı olarak gözlenen dağılımı göstermektedir. Yıldızların toplam sayısı nokta çizgi şeklinde gösterilir. Sürekli çizgi ise anakol yıldızlarının rengine göre 4 standart sapma değeri içerisinde yıldızların toplam sayısına normalize edilmiş olan toplam Gaussian dağılımını göstermektedir. *Alltaki panel* ise histogram, sürekli çizgi şeklinde Gaussian toplamı arasındaki 0.01 kadir aralığındaki farkı göstermektedir. Bolte (1992) çalışmasına ait bu şekilde, NGC 288 küresel kümesi için ikincil yıldızların ışığının renk-kadir diyagramında yıldızların dağılımını nasıl etkilediği görülmektedir. Anakol, parlak/kırmızı tarafta 0.75 kadire ulaşarak genişler. Bolte, ayrıca çift yıldızların varlığını göstermek için bir yöntem de vermektedir. Eşit V kadirlerinde yıldızların renklerine Gaussian dağılımı geçirildiğinde, bu Gaussianların çıkarımı kırmızı tarafta fazlalığa mavi tarafta ise azlığa işaret etmektedir. Bu da çift yıldızlarda kombine ışık hipotezi ile uyumluluk göstermektedir.



Şekil 3.15: Anakol civarında renk dağılımı. *Üstteki panel:* Normalize edilmiş Gauss eğrilerinin toplamı. *Alltaki panel:* Histogram ile Gaussian toplamı arasındaki 0.01 kadir aralığındaki farkı (Bolte, 1992).

Şekil 3.16’da ise Sollima ve diğ. (2009) çalışması görülmektedir. Burada A bölgesi ile tanımlanan kısım, tüm tek anakol yıldızlarını içermektedir. B1 ile tanımlanan kısım ise, $q < 1$ eşit kütleli çift yıldız dağılımına ait anakolu temsil etmektedir. Birincil bileşen $M_{alt} < M_1 < M_{üst}$ kütle aralığına sahiptir. B₂ bölgesi $V_{alt} - 0.75 < V < V_{üst} - 0.75$ kadir aralığında tüm yıldızları içeren bir bölgedir. Bu bölgede $q = 1$ olan eşit kütleli çift yıldızlar hakim olup, fotometrik hatalardan dolayı eşit kütleli çift sistemlere ait anakolların kırmızı tarafına doğru kaymıştır.



Şekil 3.16: Anakol ve çift yıldız örneği (Sollima ve diğ., 2009).

Çift yıldızlara ait bu bilgileri dikkate alarak, tezdeki kümelerin astrofizik parametrelerinin belirlenmesinde renk-kadir diyagramlarının teorik yaş eğirleri ile karşılaştırılmasında, tek yıldız dağılımını yansıtan sönük/mavi kenarlara ağırlık verilmiştir.

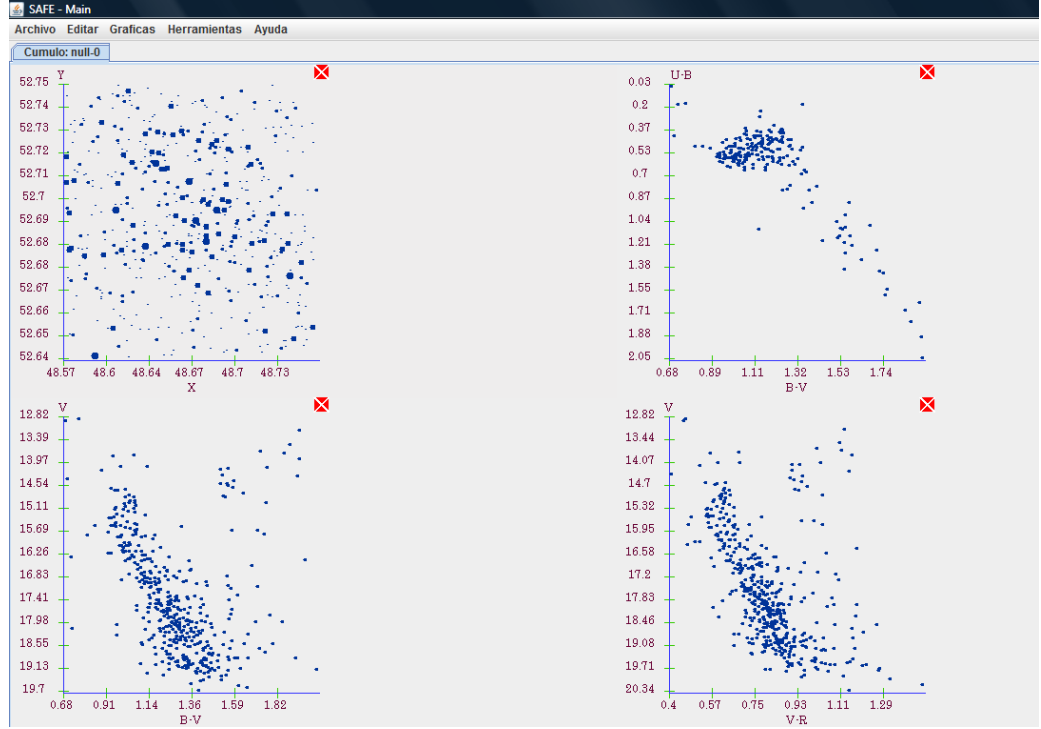
4. BULGULAR

20 açık kümenin temel astrofiziksel parametrelerinin elde edilmesinde, analizlere ait iki-renk ve renk-kadir diyagramları, ilgili tablolar ve literatür ile karşılaştırma, tezde geniş bir yer kapladığından, bu kısımda sadece Ki 05 kümesi için verilmiştir. Diğer 19 kümenin analizleri, şekilleri, tabloları ve literatür ile karşılaştırılması **EK 1**'de verilmiştir. 20 kümeye ait kümeye ait üyelerin belirlenmesi, gözlemsel parametreleri ve bunlara ait hata değerleri Bölüm 3'de ilgili alt bölümlerde ayrıntılı olarak verilen yöntemlere göre yapılmıştır.

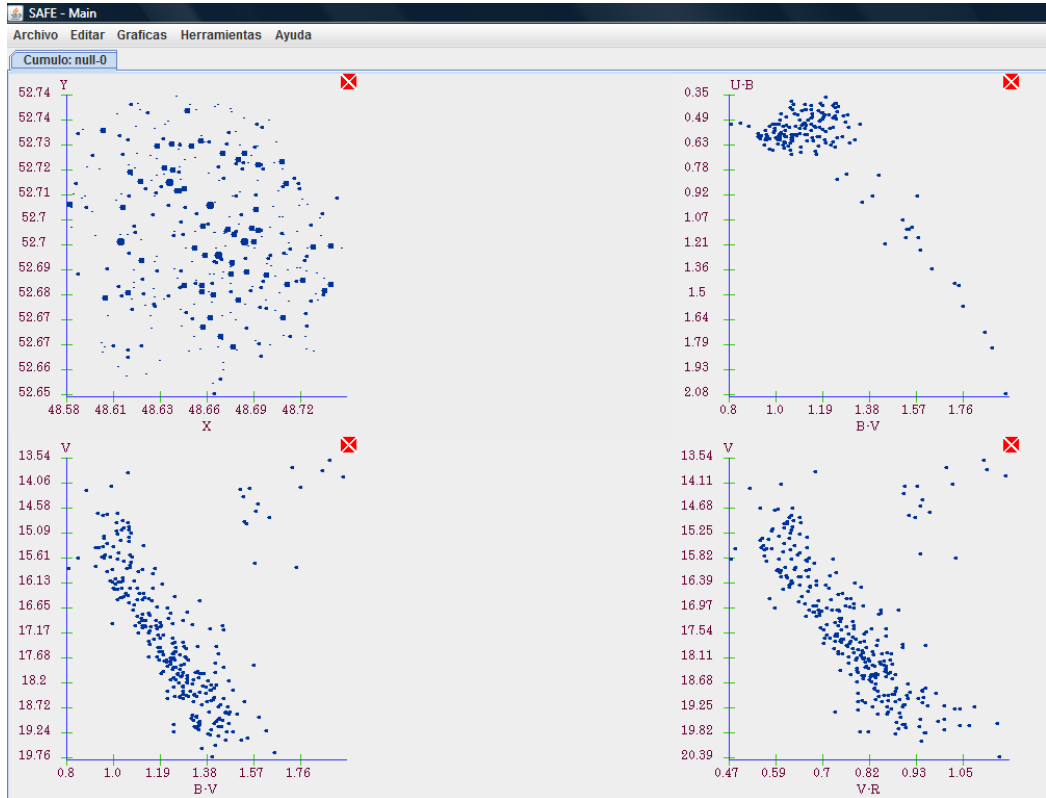
4.1. TEZ ÇALIŞMASINDAKİ BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN TEMEL GÖZLEMSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

4.1.1. Ki 05

Şekil 4.1 ve 4.2'de Ki 05 kümesinin SAFE JAVA programıyla çizdirilmiş XY grafiği, iki-renk ve renk-parlaklık diyagramları görülmektedir. Şekil 4.1, verilerin indirgenmesinden sonra, veriler üzerinde herhangi bir temizleme işleminin yapılmadığı duruma ait grafikleri göstermektedir. İki-renk ve renk-parlaklık diyagramlarından görüldüğü gibi küme içerisinde anakol civarında saçılmış bir çok yıldız bulunmaktadır. Bunlar alan yıldızları olabileceği gibi gözlemsel hata değerleri büyük olan yıldızlar da olabilir. Ki 05 kümesinin gözlemsel çapı yaklaşık olarak 6-7 yay dakikası olmasına rağmen XY diyagramında küme sınırlarını görmek mümkündür. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi kümenin sınırları dışarısında kalan ve çok fazla saçılmış yıldızlar küme yıldızları içerisinden program yardımıyla temizlenmiştir. Küme içerisinden küme sınırları dışında kalan yıldızların çıkarılması özellikle iki-renk diyagramında yıldızların nerede yoğunlaştığını görmek bakımından son derece önemlidir. Çünkü analiz işleminin temelinde iki-renk diyagramından elde edilen kızarma ve metal bolluğu değerlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi diğer renk-parlaklık diyagramlarını da etkilemektedir. Bu yüzden küme içerisinde tüm diyagramlarda anakollardan saçılma gösteren yıldızların çıkarılması daha temiz ve güvenilir verilerin eldesine yardımcı olmaktadır.

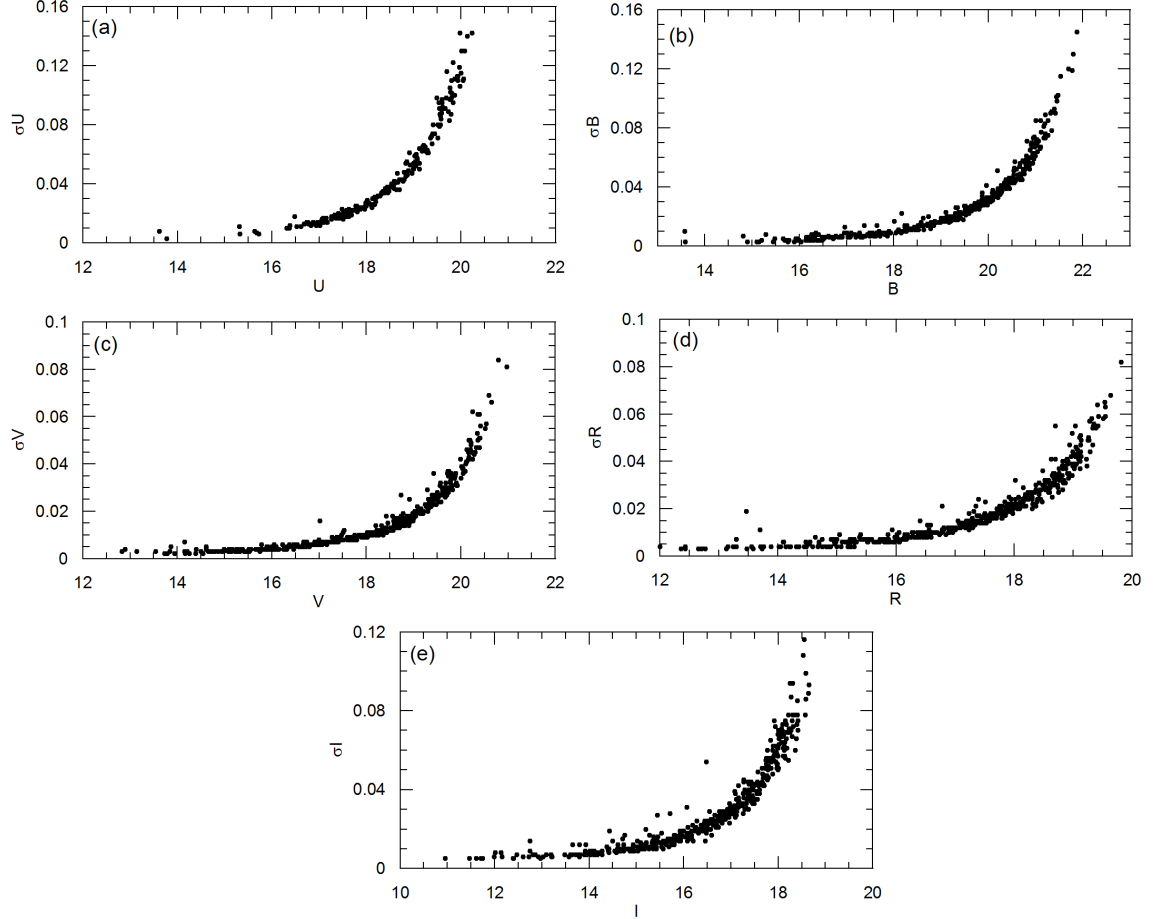


Şekil 4.1: Ki 05 kümesinin temizlenmemiş verilerinden elde edilen bazı diyagramların SAFE görüntüsü.



Şekil 4.2: Ki 05 kümesinin SAFE ile temizlenmiş verilerine ait bazı diyagramlar.

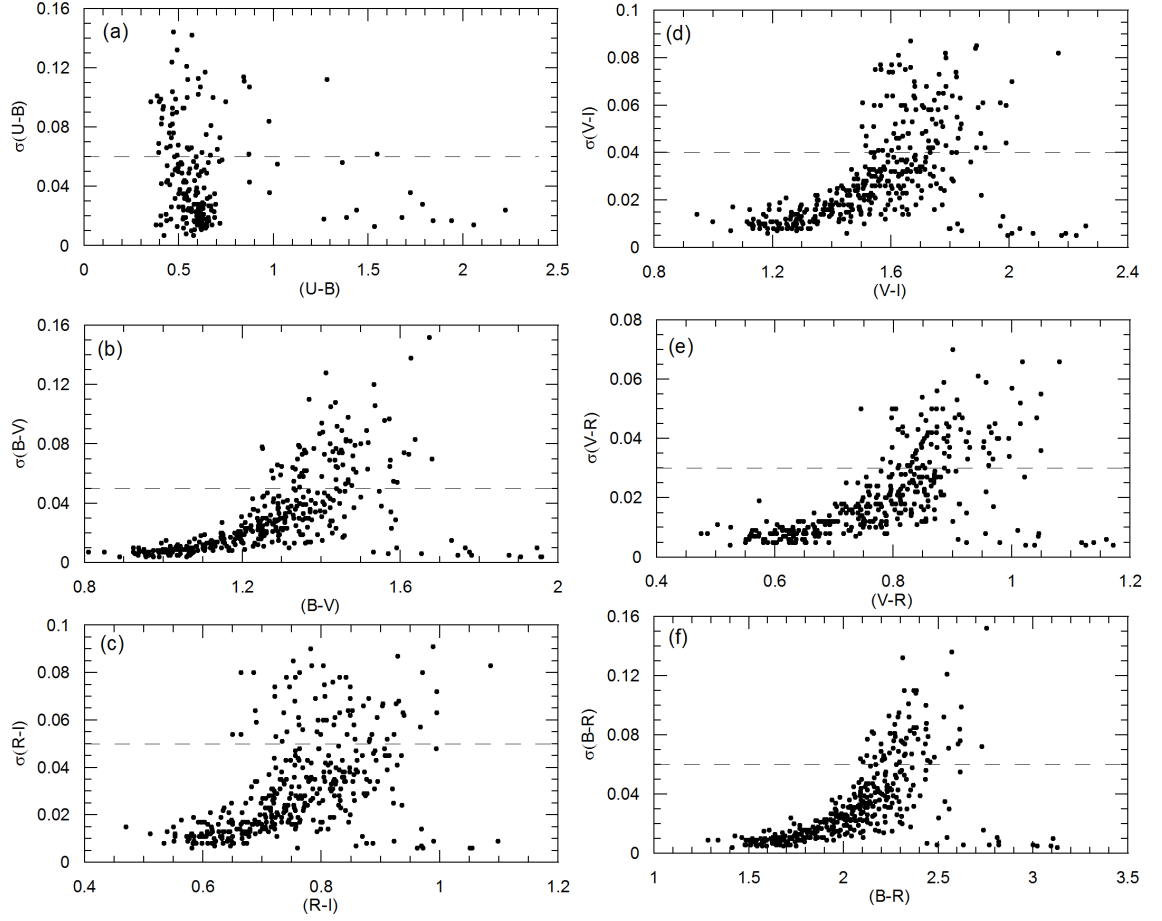
SAFE JAVA yazılımı ile kümenin merkezi kısımlarına yoğunlaştıktan ve anakoldan çok fazla saçılmış yıldızlar temizlendikten sonra Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'deki gibi kümenin UBVRI parlaklıklarındaki ve renkteki hatalarına bakılır. Buna göre iki-renk ve renk-kadir diyagramlarında maksimum hata değerlerinin ne olacağına karar verilir.



Şekil 4.3: Ki 05 kümesinin UBVRI görsel parlaklıklarına ait hatalar.

Şekil 4.4'de Ki 05 kümesinin (U-B), (B-V), (R-I), (V-R), (V-I) ve (B-R) renkleri ile her bir renk değerine karşılık gelen hata değerleri verilmiştir. Görüldüğü gibi farklı renk indeksleri için maksimum hata değerleri de farklı olmaktadır. Genelde bir renk indeksinde sönük değerlere doğru gidildikçe hatalar da düzgün bir şekilde artmaktadır. Fakat belirli bir hata değerinden sonra büyük saçılmalar görülmektedir. Saçılmaların görülmeye başladığı bu nokta hata değerlerinin üst sınırı olarak kabul edilmiş ve bu sınırın altında kalan yıldızlar üzerinden analizler yapılmıştır. Ki 05 kümesinin (U-B), (B-V), (R-I), (V-I), (V-R) ve (B-R) renk indeksleri için kabul edilen hata sınırları

sırasıyla 0.06, 0.05, 0.05, 0.04, 0.03 ve 0.06 mag şeklindedir. Bu hata değerlerine göre çizilen iki-renk ve renk kadir diyagramları da Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4.4: Ki 05 kümesinin renklerine ait hatalar.

Ki 05 açık yıldız kümesine ($l = 143^{\circ}.78$, $b = -4^{\circ}.29$) ait $\sigma_{(U-B)} < 0.06$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki-renk diyagramı ve renk-kadir diyagramları Şekil 4.5’de verilmiştir. SK82 anakolunun Ki 05 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V) = 0.76 \pm 0.08$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri, Durgapal ve diğ’ne (2001) ait $E(B-V) = 0.78$, Carraro ve Vallenari’ye (2000) ait $E(B-V) = 0.76$, Maciejewski ve diğ.’ne (2007) ait $E(B-V) = 0.67$ değeri ile hata sınırları içinde uyumludur.

Kümenin metal bolluğu tayini Bölüm 3.2.2.2’ de verilen yöntemle göre, Şekil 4.5(a)’da Hyades anakolu üzerinde $0.80 < (B-V) < 1.20$ aralığındaki yıldızların $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.34$ ($\langle B-V \rangle = 1.10$) değerine karşılık gelen $\langle (U-B)_{0,EM} \rangle = -0.054$ (Tablo 4.1) değeri için, Sandage (1969) ve Melbourne’e (1959) ait eşmetal bolluğu eğrilerinden ara değerleri

bulmak suretiyle kümenin ortalama metal bolluğunu temsil eden eşmetal bolluğu eğrisi elde edilmiştir (Şekil 4.5(a), kırmızı eğri). Bu eşmetal bolluğu eğrisinden, mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.087 ve 0.104 olarak ölçülmüştür. Bu mor ötesi artığı değerlerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu Bölüm 3.2.2.2’de verilen (3.2) ve (3.3) bağıntıları ile sırasıyla, $([Fe/H], Z) = (-0.46, +0.006)$ olarak hesaplanmış ve Tablo 4.1’de verilmiştir. Durgapal ve diğ. (2001) ve Carraro ve Vallenari (2000), Friel ve diğ. (1995) tarafından verilen $[Fe/H] = -0.38 \pm 0.20$ dex ve karşılığı olan $Z = 0.008$ ağır element bolluğunu, kümenin uzaklık modülü ve yaş tayininde gözönünde bulundurmushlardır. Friel ve diğ. (1995) bu değeri 12 dev yıldızın orta çözünürlükteki tayf verilerinden ölçmüştür.

Tablo 4.1: $\langle(B-V)_0\rangle$ değerinde Hyades ve eşmetal eğrisi için $(U-B)_0$ ve $\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$ değerleri sütun 2 ve 3’de verilmiştir. Sütun 3’deki EM sembolü, eş metal bolluğu anlamına gelmektedir $\delta(U-B)$ mor ötesi artığı, $\delta_{0.6}$ ise $(B-V)_0 = 0.6$ ’ya normalize edilmiş mor ötesi artıklarıdır. Demir ve ağır element bollukları $([Fe/H], Z)$ sütun 6 ve 7’de verilmiştir.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)$	$\delta_{0.6}$	$[Fe/H]$ (dex)	Z
0.34	0.033	-0.054	0.087	0.104	-0.46	0.006

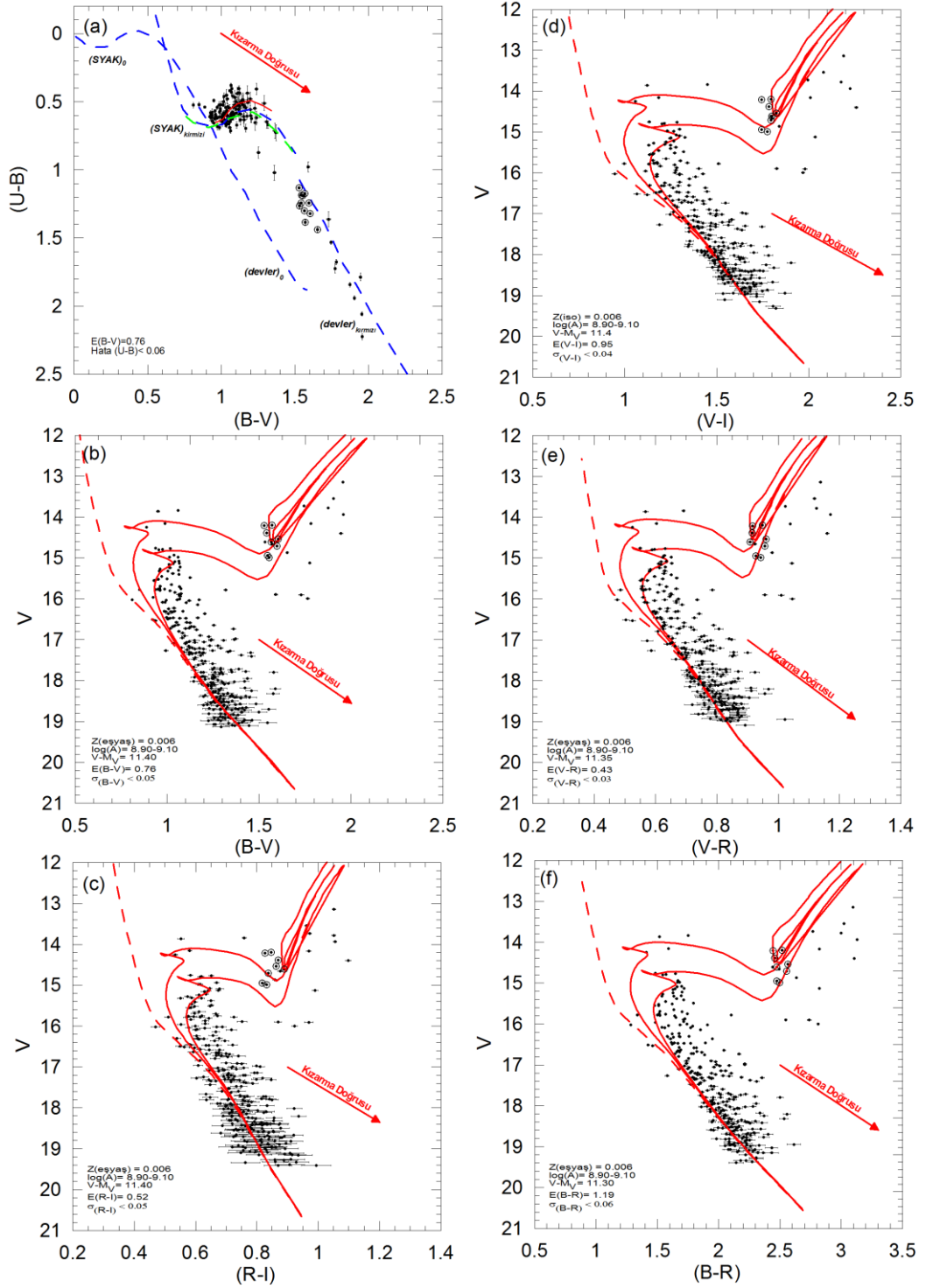
Şekil 4.5’den görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrileri ile karşılaştırılmadan sekiz tane KY/KD adayı (çemberler) sınıflandırılmıştır.

Ki 05 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri, $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.52 \pm 0.06$, $E(V-I)=0.95 \pm 0.10$, $E(V-R)=0.43 \pm 0.05$, $E(B-R)=1.19 \pm 0.13$ şeklindedir.

$Z=0.006$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin Şekil 4.5’deki renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen, kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo 4.2’de listelenmiştir.

20 kümenin renk-kadir diyagramında anakol, çift ve çoklu bileşenlere sahip yıldızlar tarafından sönük kırmızı renk indekslerinde 0.75 kadir kadar genişleyeceğinden teorik eşyaş eğrileri anakol ile karşılaştırılırken çift yıldızların bu etkisinden dolayı, anakolun daha parlak orta noktalarına ağırlık verilmeye çalışılmıştır.

Ki 05 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.36\pm0.05$, ortalama uzaklığı ise $\langle d\rangle = 1.87\pm0.04$ kpc'dir. Tablo 4.3'den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı, Durgapal ve diğ.'ne (2001) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.40, 1.90]$, Carraro ve Vallenari'ye (2000) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.40, 1.90]$, Maciejewski ve Niedzielski'ye (2007) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.74, 2.23]$ değeri ile hata sınırları içerisinde uyumludur.



Şekil 4.5: Ki 05 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. İki renk diyagramında, kesikli mavi eğri sırasıyla $E(B-V)=0$ ve $E(B-V)=0.76$ için SK 82'ye ait anakol ve devlere ait SYAK'yı göstermektedir. Kırmızı eğri, kızarma uygulanmış Hyades anakolunu temsil etmektedir. Hyades anakolu üzerindeki sürekli kırmızı eğri ise F tayf türü yıldızların ortalama renk indeksi değerinden hesap edilen kümenin metal bolluğunu temsilen eş metal eğrisini göstermektedir. Çemberler KY/KD adaylarını göstermektedir. Renk-kadir diyagramlarındaki kırmızı ok, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerini, kesikli çizgi ise teorik SYAK'yı temsil etmektedir. Katı kırmızı ok, kızarma doğrusunu temsil etmektedir.

Tablo 4.2: Ki 05 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	D [kpc]	Log(A) aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyıl]
E(B-V)=0.76±0.08 [Fe/H]=-0.46±0.13 Z=0.006±0.002					
(B-V)	11.40±0.12	1.91±0.11	8.90-9.10	9.10±0.10	1.26±0.33
(R-I)	11.40±0.20	1.91±0.18	8.90-9.10	9.10±0.15	1.26±0.52
(V-I)	11.40±0.10	1.91±0.09	8.90-9.10	9.10±0.10	1.26±0.33
(V-R)	11.35±0.10	1.86±0.09	8.90-9.10	9.10±0.10	1.26±0.33
(B-R)	11.30±0.10	1.82±0.08	8.90-9.10	9.10±0.10	1.26±0.33
Ortalama	11.36±0.05	1.87±0.04		9.10±0.05	1.26±0.16

Ki 05 kümesinin ortalama yaşı $\langle \text{Log } A \rangle = 9.10 \pm 0.05$ ($\langle A \rangle = 1.26 \pm 0.16$ Gyıl)'dır. Kümenin bulunan bu yaş değeri Tablo 4.3'den de görüleceği gibi, Durgapal ve diğ.'ne (2001) ve Carraro ve Vallenari (2000)'ye ait $\text{Log } A = 9.00$ (1 Gyıl), Maciejewski ve Niedzielski'ye (2007) ait $\text{Log } A = 9.10$ (1.26 Gyıl) değeri ile uyumludur.

Tablo 4.3: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.76	-0.46	0.006	11.36	1.87	9.10	Tez
0.67	---	---	11.74	2.23	9.10	(1)
0.78	---	0.008	11.41	1.90	9.00	(2)
0.76	-0.38	0.008	11.40	1.90	9.00	(3)

(1) Maciejewski ve Niedzielski (2007), (2) Durgapal ve diğ. (2001), (3) Carraro ve Vallenari (2000)

4.2. AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN ASTROFİZİK PARAMETRELERİNİN LİTERATÜR İLE KARŞILAŞTIRILMASI

20 açık yıldız kümesinin $E(B-V)$ renk artışı, metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) uzaklık modülü $(V-M_V)_0$, uzaklık d (kpc) ve yaş A (Gyıl) parametreleri literatür değerleri ile birlikte Tablo 4.4’de listelenmiştir. 20 kümenin literatür ile olan karşılaştırılması EK-1’de tek tek kümeler için verilmesine rağmen daha detaylı bir karşılaştırma Tablo 4.4, Şekil 4.6–Şekil 4.11’de verilmiştir. Tablo 4.4’de bazı kümeler için birden fazla literatür değeri bulunmaktadır. Şekil 4.6 - Şekil 4.11’de ise literatür ile karşılaştırma yapılırken, tez çalışmasındaki değerlere en yakın literatür değeri alınmıştır.

Tablo 4.4: 20 kümenin E(B-V) renk artığı, ağır element bolluğu ([Fe/H], Z), uzaklık modülü (DM) ve uzaklık [(V-M_V), d (kpc)], yaş A (Gyıl)'a ait ortalama değerlerin literatür ile karşılaştırılması. Bu tez çalışmasına ait bulgular sütun (2)-(7)'de, literatüre ait değerler ise sütun (8)-(13)'de listelenmiştir.

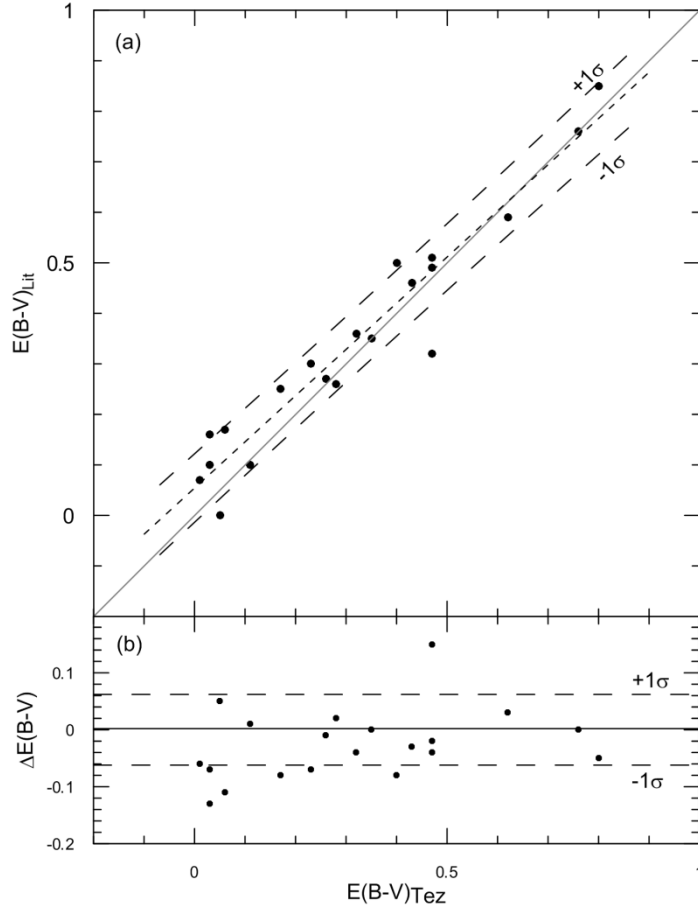
TEZ							LİTERATÜR						
Küme	E(B-V)	[M/H]	Z	DM	d	A	E(B-V) ₁	[Fe/H] ₁	Z ₁	DM ₁	d ₁	A ₁	Kaynak
NGC 6694	0.62	0.00	0.019	11.39	1.90	0.09	0.55	-	0.019	10.00	1.00	0.08	(1)
NGC 6802	0.80	-0.30	0.009	11.19	1.73	1.12	0.85	-	0.019	10.34	1.12	0.74	(2)
							0.89	-	0.019	11.64	2.13	0.50	(3)
							0.17	-	0.019	10.80	1.45	0.38	(2)
NGC 6866	0.06	-0.10	0.015	10.61	1.32	0.75	0.46	-0.35	0.003	12.18	2.73	0.70	(4)
NGC 7062	0.43	-0.31	0.010	11.40	1.91	0.71	0.67	-	0.019	11.74	2.23	1.26	(5)
Ki 05	0.76	-0.46	0.006	11.36	1.87	1.26	0.78	-	0.008	11.40	1.90	1.00	(6)
							0.76	-	0.008	11.40	1.90	1.00	(6)
							0.76	-0.38	0.008	11.40	1.90	1.00	(7)
NG C436	0.40	-0.55	0.005	11.90	2.40	0.18	0.48	-	0.019	12.34	2.94	0.06	(8)
							0.50	-	0.019	12.55	3.24	0.04	(9)
							0.48	-	0.019	12.06	2.60	0.06	(10)
NGC 1798	0.47	-0.50	0.006	12.70	3.47	1.78	0.37	-	0.019	12.75	3.55	1.58	(5)
							0.51	-0.47	0.006	13.10	4.20	1.41	(11)
NGC 1857	0.47	-0.36	0.008	11.98	2.49	0.32	0.49	-	0.019	13.15	4.27	0.07	(12)
NGC 7142	0.35	-0.16	0.013	11.60	2.10	3.55	0.35	-0.10	0.015	11.40	1.91	3.47	(13)
Be 73	0.28	-0.21	0.012	14.50	7.93	1.41	0.10	-	0.008	14.20	6.80	2.29	(14)
							0.12	-	0.008	14.93	9.70	1.51	(15)
							0.11	-0.22	0.011	14.93	9.70	1.51	(16)
							0.26	-	0.008	14.63	8.43	2.19	(17)
Haf 04	0.47	-0.33	0.009	13.22	4.39	0.42	0.32	-	0.008	13.16	4.29	1.30	(17)
NGC 2215	0.23	-0.40	0.008	9.60	0.83	0.64	0.30	-	0.019	9.63	0.84	0.23	(18)
Rup 01	0.17	-0.25	0.011	10.85	1.48	0.48	0.25	-	0.008	10.88	1.50	0.25	(19)
Be 35	0.11	-0.13	0.014	13.50	5.01	0.89	0.10	-	0.008	13.82	5.81	1.12	(17)
Be 37	0.05	-0.05	0.017	13.60	5.25	0.63	0.00	-	0.008	13.75	5.62	1.58	(17)
							0.12	-	0.019	13.40	4.79	0.89	(20)
Haf 08	0.32	-0.39	0.008	11.80	2.38	0.56	0.00	-	0.019	11.10	1.67	0.56	(21)
							0.36	-	0.019	11.04	1.62	-	(22)
							0.24	-	0.019	12.07	2.60	0.50	(23)
Ki 23	0.03	-0.11	0.015	12.40	3.02	1.78	0.16	-	0.019	12.60	3.31	0.89	(20)
NGC 2186	0.26	-0.39	0.008	11.40	1.91	0.32	0.31	-	0.019	11.31	1.83	-	(22)
							0.27	-	0.019	12.16	2.70	0.20	(24)
NGC 2304	0.03	-0.20	0.012	12.79	3.61	0.93	0.10	-0.32	0.009	13.00	3.98	0.79	(25)
							0.10	-	0.019	13.24	4.44	0.63	(24)
							0.40	-	0.008	12.73	3.55	1.30	(17)
NGC 2360	0.01	-0.11	0.015	10.25	1.12	1.12	0.07	-	0.019	10.30	1.15	-	(26)

(1) Cuffey (1940), (2) Hoag ve diğ. (1961), (3) Netopil ve diğ. (2007), (4) Peniche ve diğ. (1990), (5) Maciejewski ve Niedzielski, (2007), (6) Durgapal ve diğ. (2001), (7) Carraro ve Vallenari (2000), (8) Pandey ve diğ. (2003), (9) Phelps ve Janes (1994), (10) Huestamendia ve Mermilliod (1991), (11) Park ve Lee (1999), (12) Babu (1989), (13) Crinklaw ve Talbert (1991), (14) Ortolani ve diğ. (2005) (15) Carraro ve diğ. (2005), (16) Carraro ve diğ. (2007), (17) Hasegawa ve diğ. (2008), (18) Becker ve diğ. (1976), (19) Piatiti ve diğ. (2008), (20) Tadross (2008), (21) Fenkart ve diğ. (1972), (22) Moffat ve Vogt (1975), (23) Carraro ve Costa (2007), (24) Lata ve diğ. (2010), (25) Ann ve diğ. (2002), (26) Eggen (1968)

Tablo 4.5: Tablo 4.4’de verilen 20 küme için literatüre ait Z ağır element bolluğuna bağlı olarak seçilen teorik eşyaş eğrisi ve gözlemsel anakollar. SK65: Schmidt-Kaler 1965 anakolunu ifade etmektedir.

Küme	Z	Eşyaş eğrisi/gözlemsel anakol	Yıl	Kaynak
NGC 6694	0.019	Gözlemsel anakol	1940	(1)
NGC 6802	0.019	Gözlemsel anakol	1961	(2)
	0.019	Claret ve diğ.	2003	(3)
NGC 6866	0.019	Gözlemsel anakol	1961	(2)
NGC 7062	0.003	Vandenberg	1985	(4)
Ki 05	0.019	Bertelli	1994	(5)
	0.008	Vandenberg	1985	(6)
	0.008	Bertelli	1994	(7)
NGC 436	0.019	Bertelli	1994	(8)
	0.019	Maeder ve Meynet	1991	(9)
	0.019	Maeder ve Meynet	1989	(10)
NGC 1798	0.019	Bertelli	1994	(5)
	0.006	Bertelli	1994	(11)
NGC 1857	0.019	Barbaro ve diğ.	1969	(12)
NGC 7142	0.015	Mermilliod	1981	(13)
Be 73	0.008	Bertelli	1994	(14)
	0.008	Girardi	2000	(15)
	0.011	Girardi	2000	(16)
	0.008	Bertelli	1994	(17)
Haf 04	0.008	Bertelli	1994	(17)
NGC 2215	0.019	Gözlemsel anakol	1976	(18)
Rup 01	0.008	Girardi	2002	(19)
Be 35	0.008	Bertelli	1994	(17)
Be 37	0.008	Bertelli	1994	(17)
	0.019	Bonatto	2004	(20)
Haf 08	0.019	SK65	1972	(21)
	0.019	SK65	1975	(22)
	0.019	Girardi	2000	(23)
Ki 23	0.019	Bonatto	2004	(20)
NGC 2186	0.019	SK65	1975	(22)
	0.019	Girardi	2002	(24)
NGC 2304	0.019	Bertelli	1994	(25)
	0.019	Girardi	2002	(24)
	0.008	Bertelli	1994	(17)
NGC 2360	0.019	Eggen-SYAK	1965	(26)

(1)Cuffey (1940), (2) Hoag ve diğ. (1961), (3) Netopil ve diğ. (2007), (4) Peniche ve diğ. (1990), (5) Maciejewski ve Niedzielski, (2007), (6) Durgapal ve diğ. (2001), (7) Carraro ve Vallenari (2000), (8) Pandey ve diğ. (2003), (9) Phelps ve Janes (1994), (10) Huestamendia ve Mermilliod (1991), (11) Park ve Lee (1999), (12) Babu (1989), (13) Crinklaw ve Talbert (1991), (14) Ortolani ve diğ. (2005) (15) Carraro ve diğ. (2005), (16) Carraro ve diğ. (2007), (17) Hasegawa ve diğ. (2008), (18) Becker ve diğ. (1976), (19) Piatti ve diğ. (2008), (20) Tadross (2008), (21) Fenkart ve diğ. (1972), (22) Moffat ve Vogt (1975), (23) Carraro ve Costa (2007), (24) Lata ve diğ. (2010), (25) Ann ve diğ. (2002), (26) Eggen (1968)



Şekil 4.6: Tez çalışmasında 20 açık küme için hesaplanan renk artığı değerlerinin literatür ile karşılaştırılması.

20 açık kümenin renk artığı, ağır element ve metal bolluğu, uzaklık modülü, uzaklık, yaş değerlerinin literatür ile karşılaştırılması Şekil 4.6-Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekillerde literatüre ait değerler dikey, 20 kümeye ait değerler ise yatay eksen de verilmiştir.

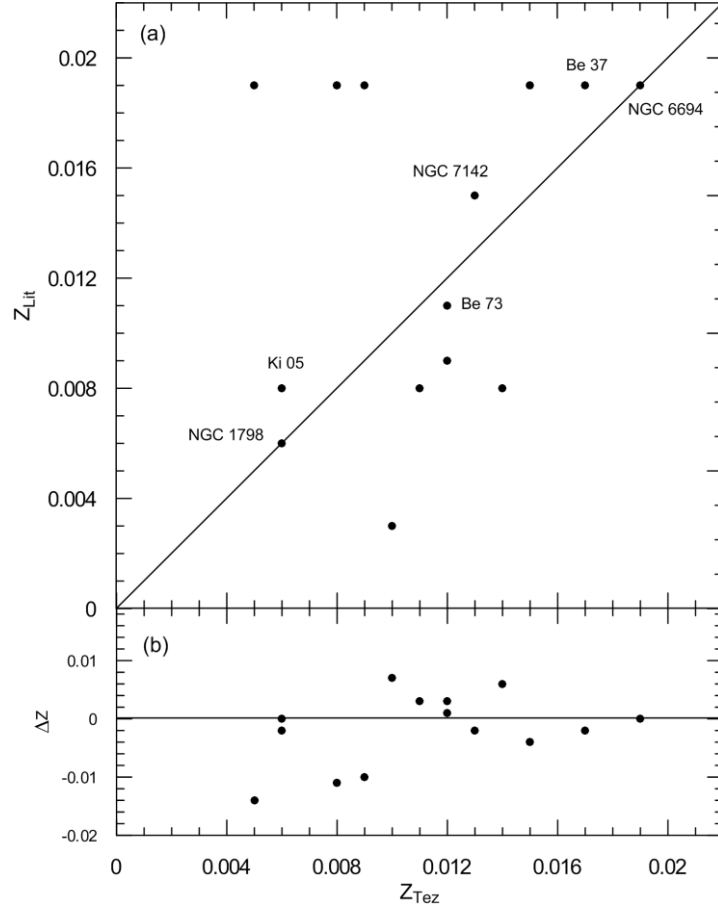
Şekil 4.6(a)’daki verilere uygulanan ortalama fit denklemi, kısa kesikli çizgi ile gösterilmiştir. Sürekli çizgi ise 1-1 bağıntısını göstermektedir. Ortalama bağıntısının alt ve üst kısmında yer alan uzun kesikli çizgiler ise $\pm 1\sigma$ çizgilerini temsil etmektedir. Fitin denklemi ve istatistiği Tablo 4.6’da verilmiştir. Panel (b)’de renk artıklarının farkları verilmiştir: $\Delta E(B-V) = E(B-V)_{Tez} - E(B-V)_{LIT}$ şeklindedir. 20 kümenin renk artığı değerleri literatür ile kıyaslandığında farkların büyük bir kısmının $\pm 1\sigma$ içerisinde yer aldığı ve $\Delta E(B-V) = \pm 0.10$ seviyesinde literatür ile uyumlu olduğu Şekil 4.6(a)-(b)’den görülmektedir. Burada sadece Haf 04 ve Be 37 kümelerinin literatür değerleri ile çok az

farklılık göstermektedir. Haf 04 kümesi için literatür ile olan fark, $\Delta E(B-V) = +0.15$ olup, bu fark Hasegawa ve diğ.'nin (2008) $E(B-V) = 0.32$ değerinden ileri gelmektedir. Be 37 kümesi için ise $\Delta E(B-V) = 0.05$ 'dir.

Tablo 4.6: Şekil 4.6- Şekil 4.11'deki temel astrofiziksel parametrelerin literatür değerlerine uygulanan $Y = aX + b$ şeklindeki doğrusal fit denkleminde ait istatistik. N, K.K. ve σ sırasıyla veri sayısını, korelasyon katsayısını (R^2) ve standart sapmayı göstermektedir.

	A	b	N	K.K	σ
$E(B-V)_{LIT}$	0.915 ± 0.060	0.054 ± 0.023	20	0.96	0.06
$[M/H]_{LIT}$	0.984 ± 0.335	-0.002 ± 0.119	9	0.74	0.15
$(V-M_V)_{LIT}$	1.030 ± 0.091	1.241 ± 1.093	20	0.94	0.48
d_{LIT}	1.088 ± 0.072	0.081 ± 0.236	20	0.96	0.54
A_{LIT}	0.895 ± 0.107	0.012 ± 0.130	19	0.90	0.37

20 açık kümenin Z ağır element bolluklarının Şekil 4.7'de literatür ile karşılaştırılmasından, 6 kümenin ağır element bolluklarının 1-1 çizgisi civarında birbirlerine nispeten yakın olduğu görülmektedir. Bu 6 küme, NGC 1798, Ki 05, Be 73, NGC 7142, Be 37, NGC 6694'dür. Tablo 4.5'den görüleceği gibi 1970'li yıllardan önceki çalışmalar tek tek incelendiğinde, Güneş bolluğuna ait gözlemsel anakol bağıntıları kullanılmıştır. Bununla birlikte Ki 23, NGC 2360, NGC 6866 kümelerinin (Z_{LIT}, Z_{TEZ}) = (0.019, 0.015) ağır element bolluğu değerleri birbirine yakındır. Diğer kümelerin Z ağır element bolluğu değerlerinin 1-1 çizgisinden uzakta yer almalarının nedeni bir uyumsuzluk olarak yorumlanmamalıdır. Bunun nedenlerinden biri, Tablo 4.5'den de görüleceği gibi, yazarların geleneksel yaklaşım olarak Güneş bolluğuna ait Z değerini kabul etmelerinden kaynaklanmaktadır. Bir nedeni de, NGC 2304 kümesi örneğinde olduğu gibi, farklı yazarların farklı analiz tekniklerinden ileri gelmektedir. NGC 2304 kümesinde, Ann ve diğ. (2002), $[Fe/H] = -0.32$ ($Z = 0.009$) için Bertelli ve diğ.'ne (1994) ait SYAK'yı kullanırken, Lata ve diğ. (2010), Güneş bolluğunda ($Z = 0.019$) Girardi ve diğ.'ne (2002) ait eşyaş eğrisini geleneksel yaklaşım olarak kullanmıştır.



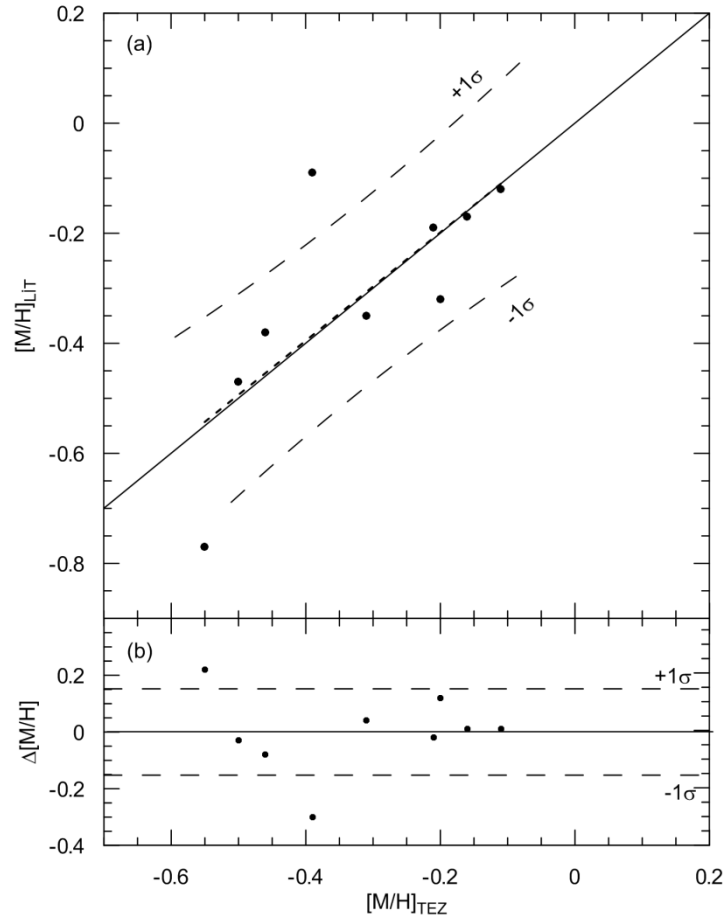
Şekil 4.7: 20 açık kümenin Z ağır element bolluklarının literatür ile karşılaştırılması. Sembollerin anlamları Şekil 4.6’dekine benzerdir. Panel (b) de, $\Delta Z = Z_{\text{TEZ}} - Z_{\text{LIT}}$ şeklindedir.

Tablo 4.7: 20 kümeden dokuzunun metal bolluğu değerlerinin literatür ile karşılaştırılması.

Küme	$[M/H]_{TEZ}$	s	$[M/H]_{LIT}$	$[Fe/H]_{LIT}$	s	Kaynak	Açıklama	N
NGC 7062	-0.31	0.12	-0.35	-0.35		(1)	Strömgren fotometrisi	3 cüce
Ki 05	-0.46	0.13	-0.38	-0.38		(2)	Bertelli ve diğ. (1994) SYAK	12 dev
			-0.26	-0.30	0.17	(3)	Tayf-Dev yıldızlar	22 dev
							$\delta(U-B)$ tekniği-UBV fotometrisi	
NGC 436	-0.55	0.15	-0.77	-0.77		(4)		
NGC 1798	-0.50	0.14	-0.47	-0.47		(5)	Bertelli ve diğ. (1994) ZAMS	
			-0.46	-0.46		(4)	$\delta(U-B)$ tekniği-UBV fotometrisi	
NGC 7142	-0.16	0.12	-0.10	-0.10	0.10	(6)	Washington fotometrisi	11 dev
			-0.17	-0.17		(7)	Washington fotometrisi	8 dev
			-0.20	-0.23	0.13	(8)	Tayf	11 dev
			-0.08	-0.10	0.10	(3)	Tayf	12 dev
			0.14	0.14	0.01	(9)	Tayf	4 dev
Haf 08	-0.39	0.12	-0.09	-0.09	0.10	(10)	DDO-Washington fotometrisi	2 dev
			0.06	0.06	0.06	(11)	DDO fotometrisi	2 dev
			0.06	0.06	0.04	(12)	DDO fotometrisi	2 dev
Be 73	-0.21	0.12	-0.19	-0.22		(13)	Tayf	2 dev
NGC 2304	-0.20	0.11	-0.32	-0.32		(14)	Bertelli ve diğ. (1994) SYAK	
							$\delta(U-B)$ tekniği-UBV fotometrisi	
NGC 2360	-0.11	0.11	-0.09	-0.09		(15)		
			-0.14	-0.14	0.07	(11,16)	DDO fotometrisi	10 dev
			-0.12	-0.12	0.03	(17)	DDO fotometrisi	13 dev
			-0.15	-0.15	0.11	(12)	DDO fotometrisi	11 dev
			-0.29	-0.29	0.04	(7)	Washington fotometrisi	6 dev
			-0.24	-0.28	0.05	(8)	Tayf- Dev yıldızlar	4 dev
			-0.22	-0.26	0.02	(3)	Tayf- Dev yıldızlar	4 dev
			0.08	0.07	0.07	(18)	Tayf	7 dev

(1) Peniche ve diğ. (1990), (2) Carraro ve Vallenari (2000), (3) Friel ve diğ. (2002), (4) Tadross (2003), (5) Park ve Lee (1999), (6) Canterna ve diğ. (1986), (7) Geisler ve diğ. (1991, 1992), (8) Friel ve Janes (1993), (9) Jacobson ve diğ. (2008), (10) Claria ve diğ. (1989), (11) Piatti ve diğ. (1995), (12) Twarog ve diğ. (1997), (13) Carraro ve diğ. (2007), (14) Ann ve diğ. (2002), (15) Cameron (1985), (16) Claria ve diğ. (1989), (17) Claria ve diğ. (2008), (18) Hamdani ve diğ. (2000)

Literatür taraması sonucunda, Tablo 4.7’de, 20 kümeden sadece dokuz kümenin literatüre ait metal bollukları bir araya getirilebilmiştir. Burada, 20 kümenin metal bollukları $[M/H]_{TEZ}$ ile tayfsal metal bollukları $[Fe/H]_{LIT}$ ve eşyaş eğrilerine ait metal bollukları $[M/H]_{LIT}$ ile gösterilmiştir. Daha doğru bir karşılaştırma yapabilmek için tayfsal $[Fe/H]_{LIT}$ verileri, Zwitter ve diğ. (2008) çalışmasına ait $[Fe/H] < -0.55$ için, $[M/H] = [Fe/H] + 0.11(1 - \exp(-3.6 | [Fe/H] + 0.55 |))$ bağıntısı ile $[M/H]_{LIT}$ değerlerine dönüştürülmüş ve Tablo 4.7’de (4). sütunda listelenmiştir. Literatürde eşyaş eğrileri ve fotometrik metal bollukları $[M/H]_{LIT}$ olarak kabul edilmiştir. $[M/H]_{TEZ} - [M/H]_{LIT}$ ilişkisi dokuz küme için Şekil 4.8(a)-(b)’de verilmiştir.



Şekil 4.8: 9 açık kümenin $[M/H]_{TEZ} - [M/H]_{LIT}$ ilişkisi. Sembollerin anlamları Şekil 4.6’deki gibidir. Panel (b)’de, $\Delta[M/H] = [M/H]_{TEZ} - [M/H]_{LIT}$ şeklindedir.

Şekil 4.8(a)-(b)’den görüleceği gibi, her iki bolluk verileri $\pm 1\sigma$ içerisinde ve ± 0.15 dex seviyesinde yer almaktadır. Panel (a)-(b)’den de görüleceği gibi, Haf 08 kümesi için $\Delta[M/H] = -0.30$ dex’dir. Bu farkın nedeni, $[M/H]_{TEZ} = -0.39$ dex değerinden ileri

gelmektedir. Tablo 4.7'den görüleceği gibi, fotometrik $[M/H]_{LIT}$ değerleri nispeten zengin bolluklar vermektedir.

Şekil 4.8(a)-(b)'de, tayfsal bolluk tespitleri olan dört küme Ki 05, NGC 7142, Be 73 ve NGC 2360'dır. Bu kümelerin tayfsal bollukları, dev yıldızlardan ölçülmüş olup dev yıldızların yüzey bolluklarının tırmanma işlevinden etkilendiği gözönünde bulundurulmalıdır. Hata sınırları içerisinde her iki bolluk tespiti Tablo 4.7'den görüleceği gibi, NGC 2360 kümesi dışında birbirlerine yakındır. NGC 2360 kümesi için Friel ve Janes (1993) ve Friel ve diğ.'ne (2002) ait -0.11 dex tayfsal bolluk değeri, $[M/H]_{TEZ}$ değerine göre nispeten fakirdir. Hamdani ve diğ. (2000) tarafından verilen $[M/H]_{LIT}$ değeri $[M/H]_{TEZ}$ değerine göre nispeten zengindir. Bununla birlikte, Be 73 kümesine ait tayfsal $[M/H]_{LIT} = -0.22$ değeri ile $[M/H]_{TEZ} = -0.21$ değeri oldukça uyumlu olmakla beraber dev yıldızlardaki tırmanma mekanizmasının bollukları bir miktar zenginleştirdiği bilgisi dikkate alınmalıdır. NGC 7142 kümesi için $[M/H]_{TEZ} = -0.16$ dex değeri, Friel ve Janes (1993) ve Friel ve diğ. (2002) değerleri ile hata sınırları içerisinde uyumludur. Jacobson ve diğ. (2008), bu kümenin tayfsal bolluğunu 4 dev yıldızdan hareketle daha zengin vermektedir. NGC 7142 kümesi için $\Delta[M/H] = -0.30$ olup farkın nedeni Jacobson ve diğ. (2008) tarafından tespit edilen tayfsal $[M/H]_{LIT} = +0.14$ dex değerinden kaynaklanmaktadır.

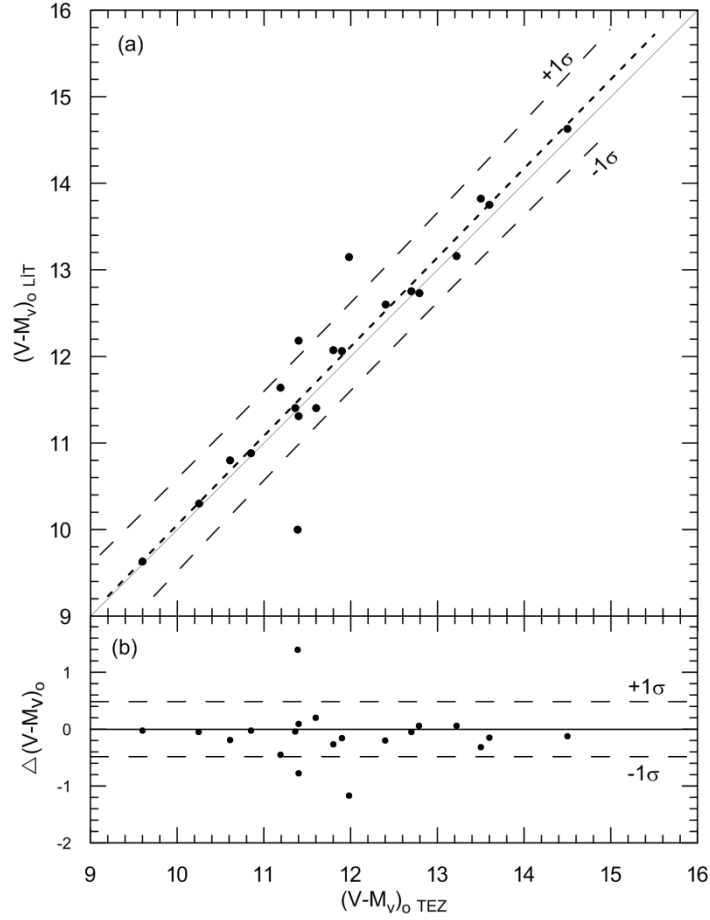
Tablo 4.7'den de görüldüğü gibi, DDO ve Washington fotometrilerinden bolluk tespitleri, bu kümelere ait dev yıldızlardan yapılmıştır. F tayf türünden cüce anakol yıldızlarından bolluk tespitleri NGC 7062 kümesi için Strömgren fotometrisinden, NGC 436, NGC 1798 ve NGC 2360 kümeleri için ise UBV fotometrisindeki $\delta(U-B)$ tekniğiyle yapılmıştır. Bu tez çalışmasındaki bolluk tespiti ise UBV fotometrisinde $\delta(U-B)$ tekniğinin kullanılmasıyla, kümelerdeki F tayf türü anakol yıldızlarından yapılmıştır.

Gratton (2000) tarafından da belirtildiği gibi, açık yıldız kümelerin bolluk tespitlerinde, bolluklara ait fotometrik hatalar $\sigma_{[Fe/H]} = 0.15-0.20$ dex, düşük çözünürlüklü tayfda $\sigma_{[Fe/H]} = 0.15$ dex, yüksek çözünürlüklü tayfda ise $\sigma_{[Fe/H]} = 0.06-0.10$ dex kadardır. Bu hata değerleri farklı teknikler ile yapılan bollukların karşılaştırılmasında gözönünde bulundurulmalıdır.

Tablo 4.7 ve Şekil 4.8'den de görüleceği gibi, Haf 08 için $[M/H]_{TEZ} = -0.39$ dex değeri, DDO ve Washington fotometrilerine ait dev yıldızlardan hesaplanan fotometrik bolluk değerleri ile kıyaslandığında oldukça fakirdir.

NGC 2360 kümesi için DDO ve Washington fotometrilerine ait metal bolluğu değeri, $[M/H]_{TEZ} = -0.11$ dex değeri ile hata sınırları içerisinde uyumludur. Ne var ki, Geisler ve diğ. (1992) çalışmasında bu kümenin bolluğunu ($[M/H]_{LIT} = -0.29$) nispeten daha fakir vermektedir. Tablo 4.7 ve Şekil 4.8'den de görüldüğü gibi, $\delta(U-B)$ tekniği ile bolluk tespiti sadece NGC 436, NGC 1798 ve NGC 2360 kümeleri için mevcuttur. Literatüre ait değerler bu tez çalışmasındaki değerlere oldukça yakındır.

Literatürde Bertelli ve diğ.'ne (1994) ait teorik SYAK'sı, Ki 05, NGC 1798 ve NGC 2304 kümelerinin metal bolluğu, uzaklık modülü ve yaş tayininde kullanılmış olup, bu bolluk değerleri de Tablo 4.7'de verilmiştir. Bu üç küme için kaynaklarda Bertelli ve diğ.'ne (1994) ait bolluk değerleri, tez değerlerine nispeten yakındır.



Şekil 4.9: 20 açık kümenin uzaklık modülü değerlerinin literatür ile karşılaştırılması. Semboller Şekil 4.6 ile aynıdır.

Şekil 4.8(a)-(b)'de verilen 20 kümenin $(V-M_V)_{0\text{LIT}} - (V-M_V)_{0\text{TEZ}}$ ilişkisinde, içi dolu daireler ile gösterilen kümelerden üç tanesi dışında, uzaklık modülü teze ait değerlerle uyum içindedir. Tablo 4.8'den görüleceği gibi, NGC 7062, NGC 1857 ve NGC 6694 kümeleri için farklar sırasıyla, $\Delta(V-M_V)_0 = -0.78$, -1.17 ve -1.39 kadirdir. Bu farkların nedeni, NGC 6694 kümesi için Peniche ve diğ. (1990) tarafından Güneş bolluğunda gözlemsel anakol kullanılmasına rağmen $\Delta E(B-V)_0 = 0.07$ 'lik renk artığı farkı da uzaklık modülünü etkilemektedir. NGC 1857 kümesi için uzaklık modülündeki farkın kaynağı, Babu'nun (1989) Güneş bolluğunda Barbora ve diğ.'ne (1969) ait teorik eşyaş eğrisini kullanmasıdır. NGC 7062'ye ait farkın nedeni ise, Peniche ve diğ. (1990) tarafından $Z = 0.003$ için Vandenberg'e (1985) ait teorik eşyaş eğrisinin kullanılmasıdır. Bu üç küme içerisinde NGC 6694 dışında diğer iki küme için renk artığı farkları nispeten birbirine yakın olduğundan uzaklık modülüne etkileri azdır.

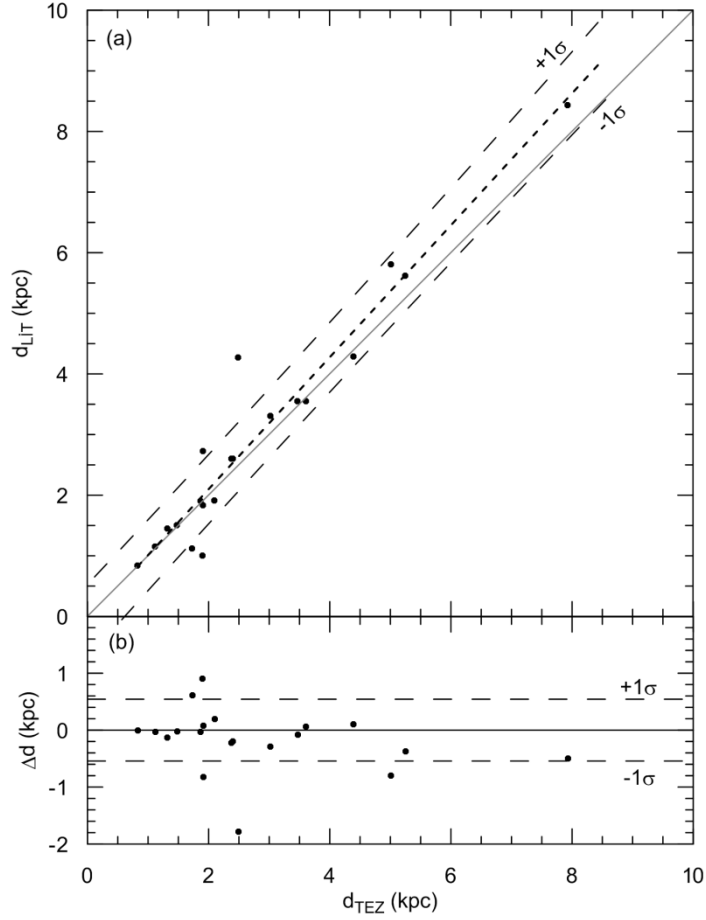
Birden fazla literatür değerleri olan kümelerden Haf 08 için farklar $\Delta(V-Mv)_0 = 0.7$ (Fenkart ve diğ., 1972) ve $+0.76$ (Moffat ve Vogt, 1975) olup farkların nedeni Fenkart (1972) ve Moffat ve Vogt (1975) tarafından Güneş bolluğunda SK65 gözlemsel anakolu kullanılmasından ileri gelmektedir. Fenkart ve diğ. (1972) ile uyumsuzluğun diğer bir nedeni de Tablo 4.8'den görüleceği gibi, renk artışı değerleri arasındaki farktan ileri gelmektedir.

Tablo 4.8: Tablo 4.4'de uzaklık modülü farkları $\pm 1\sigma$ dışarısında kalan kümelerin teze ve literatüre ait uzaklık modülü, ağır element bolluğu ve renk artışı değerleri.

Küme	$(V-Mv)_{0,TEZ}$	$(V-Mv)_{0,LIT}$	$\Delta(V-Mv)$	Z_{TEZ}	Z_{LIT}	$E(B-V)_{TEZ}$	$E(B-V)_{LIT}$	Kaynak
NGC 7062	11.40	12.18	-0.78	0.010	0.003	0.43	0.46	(1)
NGC 1857	11.98	13.15	-1.17	0.008	0.019	0.47	0.49	(2)
Haf 08	11.80	11.10	+0.70	0.008	0.019	0.32	0	(3)
Haf 08	11.80	11.04	+0.76	0.008	0.019	0.32	0.36	(4)
NGC 2186	11.40	12.16	-0.76	0.008	0.019	0.26	0.27	(5)
NGC 6802	11.19	10.34	+0.85	0.009	0.019	0.80	0.85	(6)
NGC 436	11.90	12.55	-0.65	0.005	0.019	0.40	0.50	(7)

(1) Peniche ve diğ. (1990), (2) Babu (1989), (3) Fenkart ve diğ. (1972), (4) Moffat ve Vogt (1975), (5) Lata ve diğ. (2010), (6) Hoag ve diğ. (1961), (7) Phelps ve Janes (1994)

NGC 7062, NGC 1857, NGC 2186 ve NGC 6802 kümelerinin renk artıkları tez çalışmasındaki değerlere çok yakın olmasına rağmen farklı gözlemsel anakolların ve eşyaş çizgilerinin kullanılması uzaklık modüllerindeki farkların sebebidir. NGC 436 kümesi için ise Phelps ve Janes (1994) çalışmasında bulunan renk artışı farkıyla birlikte Güneş bolluğunda Maeder ve Meynet (1989) gözlemsel anakolunun kullanılması uzaklık modülündeki farka neden olmaktadır.



Şekil 4.10: 20 açık kümenin uzaklık değerlerinin literatür ile karşılaştırılması. Semboller Şekil 4.6 ile benzerdir.

Şekil 4.10(a)-(b)'de teze ait uzaklık değerlerinin literatür ile karşılaştırılmasından 1-1 çizgi ve $\Delta d = 0$ civarında $\pm 1\sigma$ içerisinde yer alan kümelerin uzaklıkları $\Delta d < \pm 0.54$ kpc içerisinde birbirleri ile uyumludur. Şekil 4.10(a)-(b)'deki semboller Şekil 4.6 ile aynıdır. Kesikli çizgiler ile gösterilen $\pm 1\sigma$ dışarısında kalan kümeler Tablo 4.9'da verilmiştir.

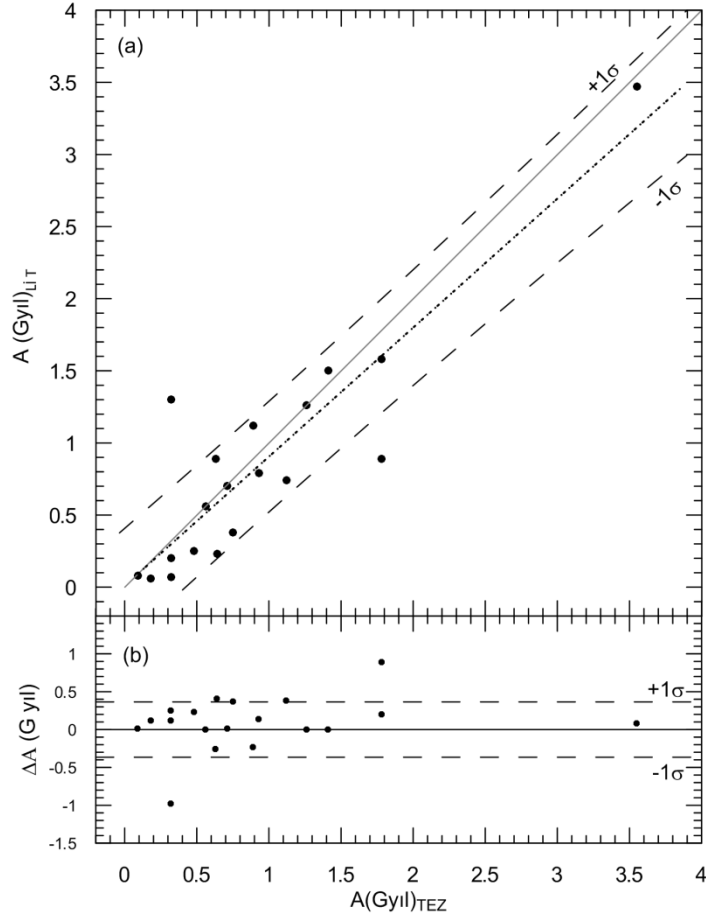
Tablo 4.9: Tablo 4.4'deki uzaklık farkları $\pm 1\sigma$ dışarısında yer alan kümelerin teze ve literatüre ait uzaklık, uzaklık farkı, ağır element bolluğu ve renk artığı değerleri.

Küme	d_{TEZ}	d_{LIT}	Δd	Z_{TEZ}	Z_{LIT}	$E(B-V)_{TEZ}$	$E(B-V)_{LIT}$	Kaynak
NGC 6694	1.90	1.00	-0.90	0.019	0.019	0.62	0.55	(1)
NGC 6802	1.73	1.12	0.61	0.009	0.019	0.80	0.85	(2)
NGC 7062	1.91	2.73	-0.82	0.010	0.003	0.43	0.46	(3)
NGC 436	2.40	2.94	-0.54	0.005	0.019	0.40	0.48	(4)
NGC 436	2.40	3.24	-0.84	0.005	0.019	0.40	0.50	(5)
NGC 1798	3.47	4.20	-0.73	0.006	0.006	0.47	0.37	(6)
NGC 1857	2.49	4.27	-1.78	0.008	0.019	0.47	0.49	(7)
Be 73	7.93	6.80	1.13	0.012	0.008	0.28	0.10	(8)
Be 73	7.93	9.70	-1.77	0.012	0.008	0.28	0.12	(9)
Be 73	7.93	9.70	-1.77	0.012	0.011	0.28	0.11	(10)
Be 35	5.01	5.81	-0.80	0.014	0.008	0.11	0.10	(11)
Haf 08	2.38	1.67	0.71	0.008	0.019	0.32	0.00	(13)
Haf 08	2.38	1.62	0.76	0.008	0.019	0.32	0.36	(14)
NGC 2186	1.91	2.70	-0.79	0.008	0.019	0.26	0.27	(15)
NGC 2304	3.61	4.44	-0.83	0.012	0.019	0.03	0.10	(15)

(1) Cuffey (1940) (2) Hoag (1961), (3) Peniche ve diğ. (1990), (4) Pandey (2003), (5) Phelps (1994), (6) Park (1999), (7) Babu (1989), (8) Ortoloni (2005), (9) Carraro (2005), (10) Carraro (2007), (11) Hasegawa (2008), (13) Fenkart (1972), (14) Moffat (1975), (15) Lata 2010,

Tablo 4.9'dan görüleceği gibi, $\pm 1\sigma$ dışındaki kümelerin uzaklık farklarının nedeni, NGC 6802, NGC 7062, NGC 436, NGC 1857, Be 35, Haf 08, NGC 2186 kümeleri için Z ağır element bolluğunun, tezdeki sonuçlar ile farklı olmasından ileri gelmektedir. Bu kümeler için teze ve literatüre ait renk artığı değerleri birbirine yakındır. Diğer kümeler için uzaklıktaki büyük farklar, Tablo 4.9'dan görüleceği gibi teze ve literatüre ait hem Z ağır element bolluğu hem de $E(B-V)$ renk artığı değerlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.11'de verilen 20 kümenin 1-1 sürekli çizgi civarında yaş dağılımına bakıldığında, teze ait yaş değerlerinin literatüre göre genelde nispeten genç yaş değerleri verdiği gözlenmiştir. Şekil 4.11(a)-(b)'de kümelerin $A(Gyl)_{TEZ}$ ve $A(Gyl)_{LIT}$ değerleri çoğunlukla $\pm 1\sigma$ içerisinde ve $\Delta A = \pm 0.25$ Gyl aralığında yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4.11: 20 açık kümenin yaş değerlerinin literatür ile karşılaştırılması. Semboller Şekil 4.6 ile aynıdır.

Tablo 4.10: Tablo 4.4’de yaş farkları $\pm 1\sigma$ dışarısında yer alan kümelerin bu çalışma ve literatürdeki yaşları (Gyl), ağır element bollukları ve renk artışı değerleri.

Küme	A_{TEZ}	A_{LIT}	ΔA	Z_{TEZ}	Z_{LIT}	$E(B-V)_{\text{TEZ}}$	$E(B-V)_{\text{LIT}}$	Kaynak
NGC 6802	1.12	0.50	0.62	0.009	0.019	0.80	0.89	(1)
NGC 6802	1.12	0.74	0.38	0.009	0.019	0.80	0.85	(2)
Be 73	1.41	2.29	-0.88	0.012	0.008	0.28	0.10	(3)
Be 73	1.41	2.19	-0.78	0.012	0.008	0.28	0.26	(4)
Haf 04	0.42	1.30	-0.88	0.009	0.008	0.47	0.32	(4)
NGC 2215	0.64	0.23	0.41	0.008	0.019	0.23	0.30	(5)
Be 37	0.63	1.58	-0.95	0.017	0.008	0.05	0.00	(4)
Be 37	0.63	0.89	-0.26	0.017	0.019	0.05	0.12	(6)
Ki 23	1.78	0.89	0.89	0.015	0.019	0.03	0.16	(6)

(1) Netopil (2007), (2) Hoag (1961), (3) Ortoloni (2005), (4) Hasegawa (2008), (5) Becker (1976), (6) Tadross (2008)

$\pm 1\sigma$ dışarısında yer alan kümeler Tablo 4.10’da listelenmiş olup bu farkın nedeni, teze ve literatüre ait Z ağır element bolluğu ve $E(B-V)$ renk artışı değerlerinin farklı olmasından ileri gelmektedir.

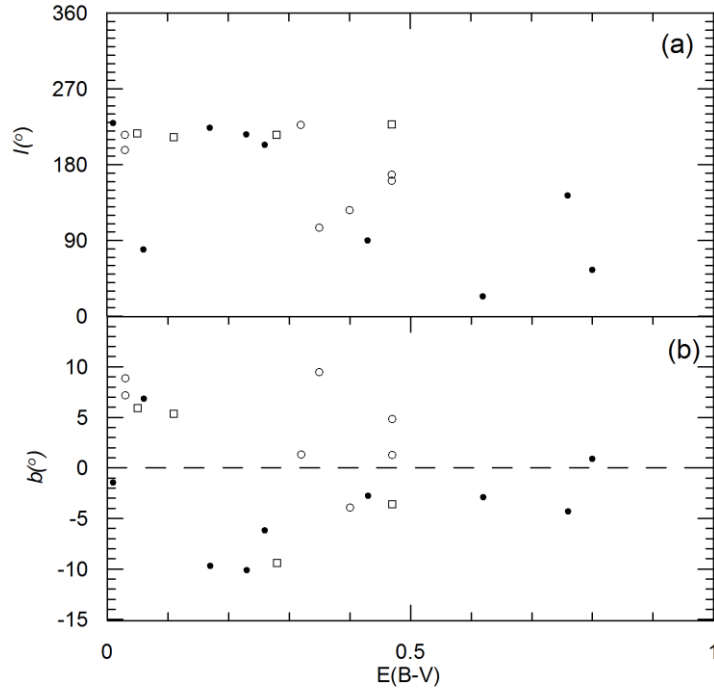
Özetlemek gerekirse, yukarıda tartışılan kümelerin uzaklık modülü, uzaklık ve yaş değerlerinin literatür ile farklılıkları, farklı Z ağır element bolluğu için farklı eşyaş eğrilerinin ve farklı fotometri sistemlerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Farklı renk artığı değerlerinin kullanılması da bu farklılığın oluşmasında önemli olmaktadır. Bunun yanısıra, indirgeme ve farklı küme üyeliği tekniklerinin kullanılması da etkili olabilmektedir.

Açık kümelerde bu türden problemleri Moitinho (2010), şu şekilde özetlemektedir: *Küme parametrelerinin elde edilmesinde çok dikkatli olunmasına rağmen, farklı yazarlar tarafından gözlem, indirgeme ve parametre elde etmede kullanılan tekniklerin çeşitliliği homojen olmayan sonuçlara neden olmakta ve kullanışlı olmalarını sınırlandırmaktadır. Tek tek açık yıldız kümelerine ait binlerce çalışma literatürde mevcut olup birbiri ile uyumlu olmayan sonuçlar içerdiğinden, ayrıntılı şekilde incelenmeli ve karşılaştırılmalıdır.*

Paunzen ve Netopil (2006) ve Paunzen (2010) tarafından da vurgulanan bu problem dikkate alınarak son yıllarda kümelerin parametrelerini homojen olarak elde etmede bir takım çabalara öncülük etmiştir. Homojen küme parametreleri elde etme süreci, çok iyi tanımlanmış analiz işlevi, referans eğrilerini (SYAK ve eşyaş eğrisi gibi) ve ölçümleri kapsamalıdır.

4.3. 20 AÇIK YILDIZ KÜMESİNİN RENK ARTIĞI DEĞERLERİNİN UZAKLIK, GALAKTİK BOYLAM VE SFD TOZ HARİTA VERİLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

20 açık yıldız kümesinin $E(B-V)$ renk artığı değerlerinin, d (kpc) uzaklığın fonksiyonu olarak Galaktik boylam ve Galaktik enleme göre $E(B-V) - b$ ve $E(B-V) - l$ ilişkileri Şekil 4.12(a)-(b)'de verilmiştir. Şekil 4.12(a)'dan görüldüğü gibi, $d=[2, 4]$ kpc (o sembolleri) ve $d > 4$ kpc ($\square$ sembolü) uzaklığındaki açık yıldız kümeleri Galaksi merkezinin zıt doğrultusunda yer almakta olup $E(B-V) < 0.50$ renk artığı değerlerine sahiptir. $d < 2$ kpc ($\bullet$ sembolü) uzaklığındaki kümeler ise $0 < E(B-V) < 0.80$ renk artığı değerlerine sahiptir. I. çeyrekte kümelerin bir tanesi dışında renk artığı değerleri $0.50 < E(B-V) < 0.80$ arasındadır. I. çeyrekteki renk artığı küçük olan küme NGC 6866 ($b=+6^\circ.84$) olup $E(B-V) = 0.06 \pm 0.05$ şeklindedir. Hoag ve diğ. (1961), bu kümenin renk artığını $E(B-V) = 0.17$ olarak vermektedir. I. çeyrekteki kümelerin $E(B-V) > 0.50$ değerlerine sahip olması merkez doğrultusundaki tozun önemli miktarda fazla olmasından ileri gelmektedir.



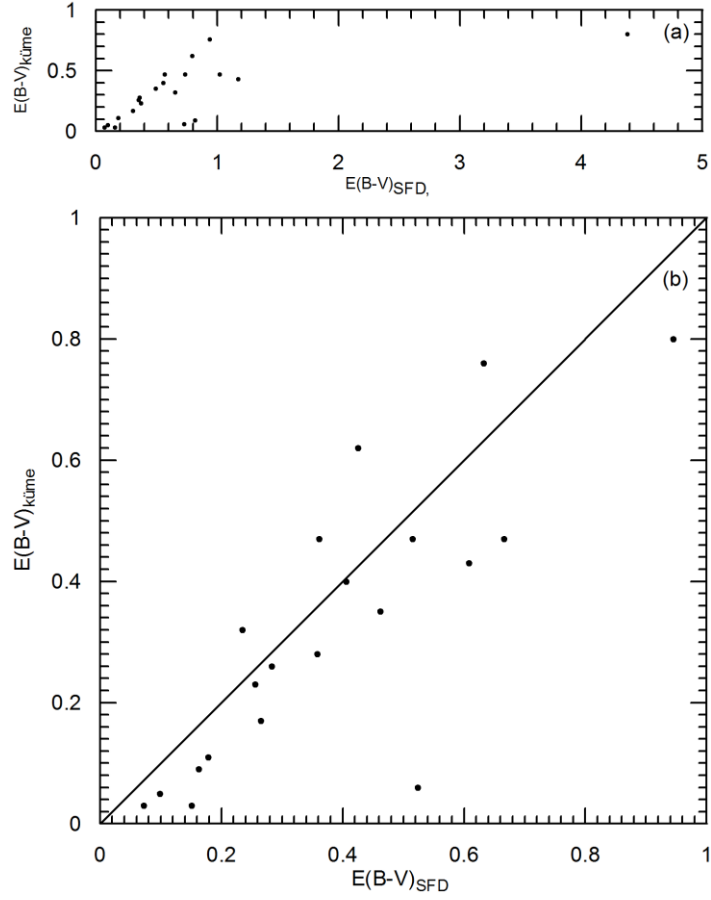
Şekil 4.12: 20 açık yıldız kümesinin (a) $E(B-V) - l$ ve (b) $E(B-V) - b$ ilişkisi.

Şekil 4.12(b)'den görüldüğü gibi, $d=[2, 4]$ kpc (O sembolü) ve $d > 4$ kpc ($\square$ sembolü) uzaklığındaki açık yıldız kümeleri ise $|b| > 5^\circ$ Galaktik enlemde, $d < 2$ kpc ($\bullet$ sembolü) uzaklığındaki kümelerin ise $|b| < 5^\circ$ yer aldığı görülmektedir. $d < 2$ kpc uzaklığındaki üç kümenin $E(B-V) < 0.30$ renk artışı değerleri, bu kümelerin $|b| > 5^\circ$ Galaktik enlemde yer almasından dolayı kısmen anlaşılabilir.

Şekil 4.12(a)'daki $E(B-V) - b^\circ$ dağılımı Joshi'ye (2005) ait dağılım ile benzerlik göstermektedir (Bakınız Bölüm 2.2.4, Şekil 2.10). Şekil 4.12(a)'da $l = 0^\circ - 90^\circ$ Galaktik boylamında NGC 6866 kümesi dışında $E(B-V) > 0.40$ iken, $l = 180^\circ - 270^\circ$ boylamında $E(B-V) < 0.40$ 'dır. Joshi'ye (2005) ait dağılımda da Galaksi merkezi doğrultusunda $E(B-V) < 0.30$ değerlerine sahip kümeler olabilmektedir. $l = 90^\circ - 180^\circ$ Galaktik boylamında renk artışı $0.30 < E(B-V) < 0.50$ arasında olup, bu değerler Joshi'ye (2005) ait dağılım ile de uyumludur.

Şekil 4.12(b)'den görüleceği gibi, $|b| \leq 5^\circ$ Galaktik enlemde 10 kümenin renk artışı değerleri $0.30 < E(B-V) < 0.80$ aralığındadır. NGC 2360 ($b = -1^\circ.42$) kümesinin renk artışı ise küçük olup $E(B-V) = 0.09$ 'dur. $|b| > 10^\circ$ Galaktik enleminde diğer 10 kümenin renk artışı $0 < E(B-V) < 0.30$ aralığındadır. 20 açık kümenin $E(B-V)-b^\circ$ ilişkisi, Bölüm 5.1'de verilen kızarmaya neden olan maddenin %76 sı, $0^\circ \leq |b| \leq 5^\circ$, %14'ü $5^\circ < |b| \leq 10^\circ$ ve %10'nun ise $|b| > 10^\circ$ Galaktik enlem aralığında yer aldığı bulgusu ile açıklanabilir.

Bölüm 5.1'deki Şekil 5.1(a)'dan da görüleceği gibi, Dias kataloğundaki 1174 açık yıldız kümenin çoğunluğu $|b| \leq 20^\circ$ Galaktik enlemde yer almaktadır.



Şekil 4.13: 20 açık yıldız kümesinin renk artışı değerlerinin SFD toz haritalarından elde edilen $E(B-V)_{\text{SFD}, \infty}$ ve indirgenmiş uzaklığa ait $E(B-V)_{\text{SFD}}$ değerleri ile karşılaştırılması. Panel (a): $E(B-V)_{\text{küme}} - E(B-V)_{\text{SFD}, \infty}$, panel (b): $E(B-V)_{\text{küme}} - E(B-V)_{\text{SFD}}$ ilişkisi.

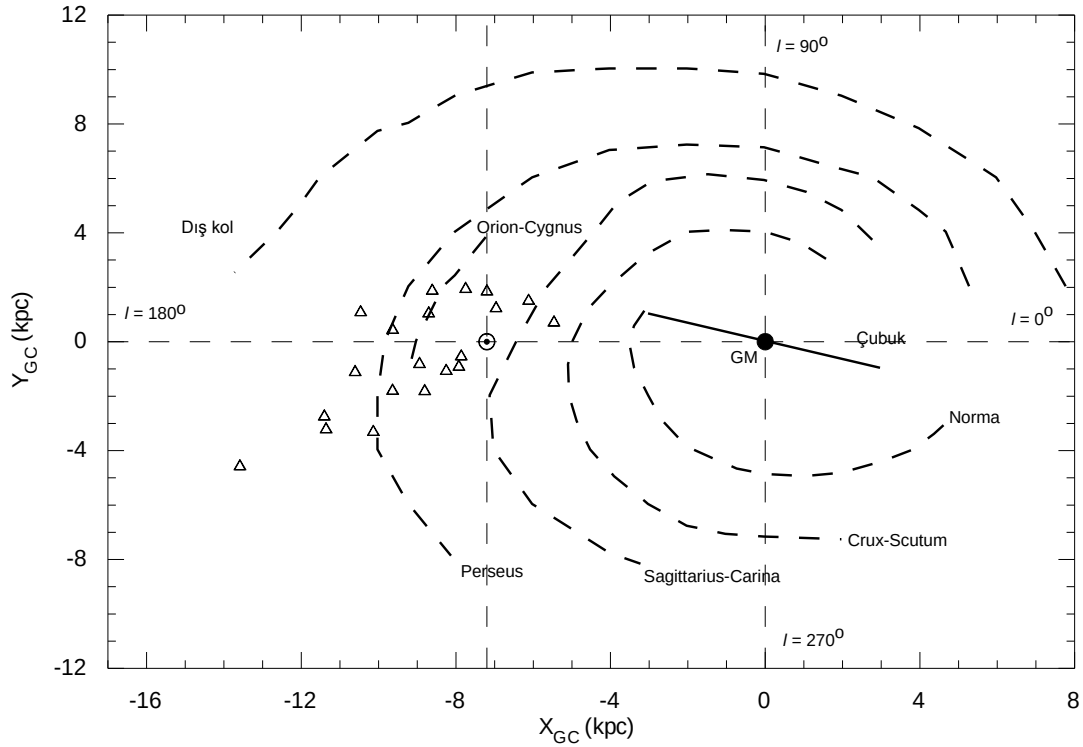
Bu tez çalışmasındaki 20 açık yıldız kümesinin $E(B-V)$ renk artışı değerlerinin SFD'ye ait toz haritalarından elde edilen değerler ile karşılaştırılması Şekil 4.13(a)-(b)'de verilmiştir. Bölüm 3.2.2.1'de verilen bağıntılar dikkate alınarak kümelere ait $E(B-V)_{(l, b)\infty}$ renk artışı değerleri, küme ile Güneş uzaklığına indirgenmiş $E(B-V)_{\text{SFD}}$ ve teze ait değerlerin karşılaştırılması panel (b)'de yapılmıştır. Şekil 4.13(a)'dan görüleceği gibi, dört kümenin $E(B-V)_{(l, b)\infty}$ renk artışı değerlerinin $(U-B)-(B-V)$ iki renk diyagramından tayin edilen renk artışı değerlerinden fazla hesaplandığı görülmektedir. Şekil 4.13(b)'de 17 kümenin $E(B-V)_{\text{küme}}$ değeri, $E(B-V)_{\text{SFD}}$ değeri ile uyumlu iken, üç kümenin $E(B-V)_{\text{SFD}}$ değerleri ile bir uyum yoktur. Böyle uyumsuzluklar, Dias kataloğundaki 1174 küme için Bölüm 5.1'de verilen Şekil 5.2(a)-(b)'de de görülmüştür.

Şekil 4.13(a)-(b)'deki karşılaştırmaya ait uyumsuzluğun nedeni, Joshi ve diğ. (2005) çalışmasına ait Şekil 3'den de görülebileceği gibi, $|b| > 5^\circ$ deki renk artışı değerleri,

$5^\circ < |b| \leq 10^\circ$ ve $|b| > 10^\circ$ bölgelerindeki renk artığı değerleri ile kıyaslandığında SFD haritalarının 1.04 ile 1.12 faktörü kadar renk artığını fazla vermektedir. Chen ve diğ. (1999) açık ve küresel kümeler ile ilgili çalışmasında SFD kızarma haritalarının 1.16 ile 1.18 faktörü kadar $E(B-V)$ renk artığını fazla verdiğini gözlemiştir. Cambresy ve diğ.'ne (2005) göre bunun nedeni, uzak kızılötesinde karakterize edilen tütü bileşiminde toz taneciklerinin varlığıdır.

4.4. KÜMELERİN UZAYSAL DAĞILIMI, GALAKTİK BOYLAM İLE METAL BOLLUĞU VE YAŞ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Şekil 4.14’de, 20 açık yıldız kümesinin X_{GC} , Y_{GC} düzleminde dört sarmal kol yapısıyla birlikte görünümü verilmiştir. GM, $[+7.2 \text{ kpc}, 0]$ konumlandırılmış Galaksi merkezini göstermektedir. Bu sarmal kollar ile ayrıntılı bilgi Bölüm 2.2.1’de verilmiştir. Şekil 4.14’de küme sayısı az olmakla beraber, Galaksi merkez doğrultusunda kümelerin azlığı dikkati çekmektedir. Bunun nedeni merkez bölgesinde kümelerin DMB’ler ile etkileşmeler neticesinde bozulmasından ileri gelmektedir (Gieles ve diğ., 2006; Camargo ve diğ., 2009).



Şekil 4.14: 20 Galaktik açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde Galaksinin sarmal kollarına göre konumları.

Tablo 4.11: 20 kümenin Galaktik boylama ve yaşa göre dağılımı.

Boylam (l°)	A < 1 Gyıl Küme Sayısı	A ≥ 1 Gyıl Küme Sayısı	Toplam Küme Sayısı	A < 0.5 Gyıl Küme Sayısı	A ≥ 0.5 Gyıl Küme Sayısı
0 – 60	1	1	2	1	1
60 – 90	2	-	2	-	2
90 – 120	1	1	1	-	1
120 – 180	2	2	4	2	2
180 – 240	8	3	11	3	8

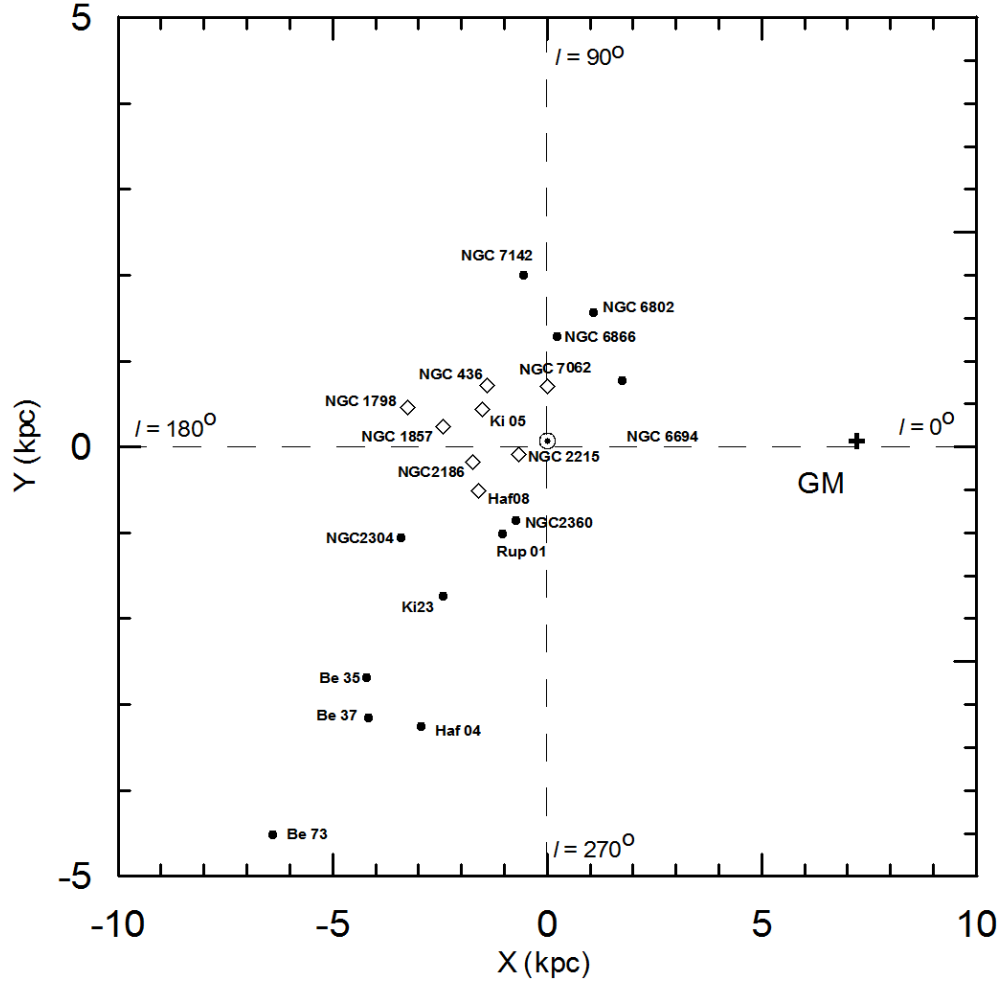
Şekil 4.14'deki 20 kümenin Galaktik boylama göre dağılımı Tablo 4.11'de verilmiştir. Tablo 4.11'de, 0.5 ve 1 Gyıl yaş değerinden genç ve yaşlı kümelerin Galaktik boylama göre dağılımı da verilmiştir. Burada 4. sütunda verilen toplam küme sayısına bakıldığında, antimerkez doğrultularındaki kümeler merkez doğrultusundakilere göre sayıca fazladır.

Van den Bergh ve McClure (1980), $A \geq 1$ Gyıl olan açık kümelerin genel olarak antimerkezde yoğunlaştıklarına dikkati çekmiştir. Bununla beraber, Galaksi merkezinin zıt doğrultusunda DMB'ler sayıca düşük yoğunlukta bulunmaktadır (Gieles ve diğ., 2006; Camargo ve diğ., 2009).

Yaşları $0.5 \leq A < 1$ Gyıl olan kümelerin antimerkez doğrultusunda sayıca daha fazla yoğunlaştıkları Tablo 4.11'den görülmektedir. Galaksi merkez doğrultusunda ise çok az kümenin bulunduğu görülmektedir. Bunun nedeni merkez doğrultusunda DMB'ler ile olan bozucu etkileşmelerden ileri gelmektedir.

Tablo 4.11 ve Şekil 4.14'den görüleceği gibi, Güneş çemberi dışında (dış Galaksi diski) yer alan yaşlı büyük kütleli kümelerin DMB'ler ile etkileşmeleri daha düşük etkinlikte olacağından bu kadar uzun yaşam sürelerine sahip olmaları anlaşılabilir (Friel, 1995; Spitzer, 1958; Wielen, 1985; Terlevich, 1987; Portegies ve diğ., 2010).

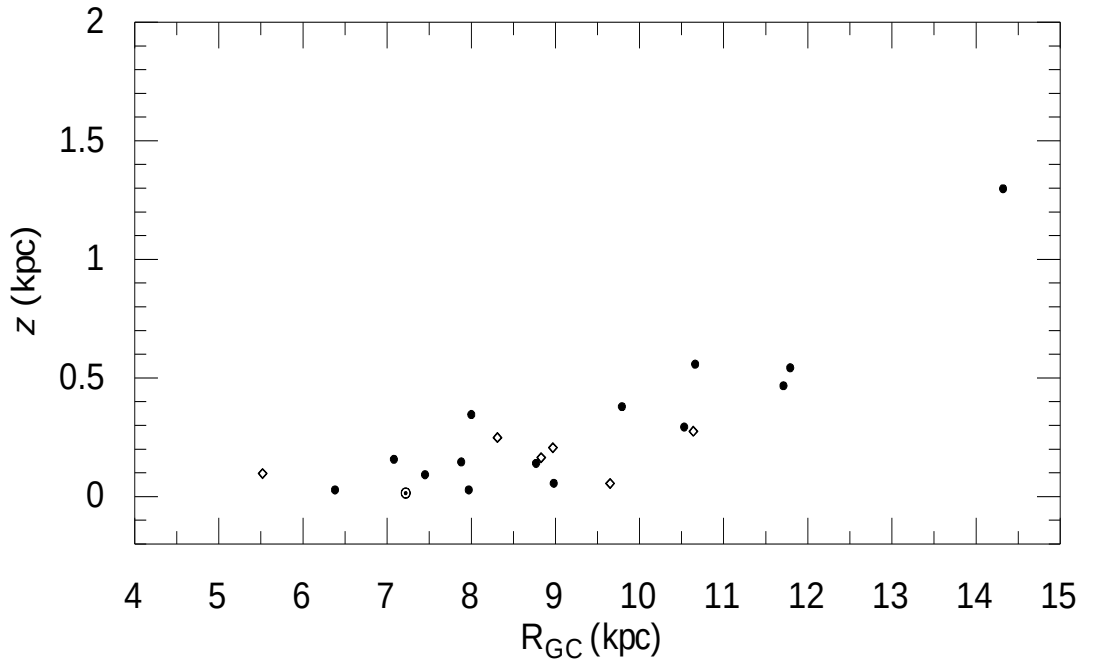
Van den Bergh ve McClure (1980) çalışması oldukça eski bir çalışma olup, 2MASS JHK_s fotometrisiyle yapılan en yeni analiz teknikleriyle (Bonatto ve Bica, 2007), Güneş çemberi içerisinde yaşlı kümelerin Galaksi merkezi doğrultusunda yer alabildiğini göstermiştir.



Şekil 4.15: 20 açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde dağılımı. (+) Galaksi merkezini göstermektedir.

Şekil 4.15’de 20 açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde dağılımı gösterilmiştir. Burada GM’ye $[+7.2 \text{ kpc}, 0]$ konumlandırılmış Galaksi merkezini göstermektedir. Güneş $[0, 0]$ ’da yer almaktadır. $l = 0^\circ$ – 90° I. çeyreği, $l = 90^\circ$ – 180° II. çeyreği, $l = 180^\circ$ – 270° III. çeyreği, $l = 270^\circ$ – 360° IV. çeyreği göstermektedir. Şekil 4.15’de (●) sembolü $[\text{Fe}/\text{H}] \geq -0.25$, (◊) sembolü ise $[\text{Fe}/\text{H}] < -0.25$ dex olan kümeleri göstermektedir. Şekil 4.15’den görüldüğü gibi, $[\text{Fe}/\text{H}] \geq -0.25$ dex metal bolluğuna sahip kümelerden üç tanesi I. çeyrekte, bir tanesi II. çeyrekte, sekiz küme ise III. çeyrekte bulunmaktadır. III. çeyrekteki $[\text{Fe}/\text{H}] \geq -0.25$ dex kümeler $7.9 \leq R_{\text{GC}} \leq 14.3$ kpc uzaklığa kadar hakimdir. $[\text{Fe}/\text{H}] < -0.25$ dex olan kümeler ise II. ve III. çeyrekte yer almaktadırlar. III. çeyrekte yer alan $[\text{Fe}/\text{H}] < -0.25$ dex’e sahip kümeler dış Galaksi diskinde nispeten genç kümelerdir.

Şekil 4.15’de III. çeyrekteki Be 73 (-0.21 dex, 1.41 Gyl, 14.32 kpc), Ki 23 (-0.11 dex, 1.78 Gyl, 9.79 kpc), NGC 2360 (-0.11 dex, 1.12 Gyl, 7.97 kpc), NGC 2304 (-0.20 dex, 0.93 Gyl, 10.66 kpc) kümeleri metalce zengin ve nispeten yaşlı kümeler olup, Güneş çemberi dışarısında yer almaktadırlar. NGC 2215 (-0.40, 0.64 Gyl, 7.88 kpc), Haf 08(-0.39, 0.56 Gyl, 8.98 kpc), NGC 2186 (-0.39, 0.32 Gyl, 8.97 kpc) kümeleri ise metalce nispeten fakir ve genç kümelerdir. III. çeyrekteki diğer kümeler ise metalce zengin ve genç kümelerdir. Şekil 4.15’de genç ve metalce zengin kümelerin varlığı, Moitinho ve diğ. (2006), Carraro ve diğ.’ne (2008b) ait bulgular ile de benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.16: Yaşın fonksiyonu olarak z - R_{GC} ilişkisi.

Şekil 4.15’de Galaktik çeyreğe göre verilen 20 kümenin Şekil 4.16’da yaşın fonksiyonu olarak z - R_{GC} ilişkisi verilmiştir. $\odot$ sembolü, $(R_{GC}, z_{\odot}) = (7.2 \text{ kpc}, 14.8 \text{ pc})$ değeri ile Güneş’i göstermektedir. Şekil 4.16’dan görüleceği gibi, Galaksi düzleminden $z < 0.3$ kpc uzaklıklarda Güneş çemberi içinde ve dışında yaşlı ve genç kümeler bulunabilmektedir. Şekil 4.16’dan, $z > 0.3$ kpc mesafelerinde yaşlı kümelerin $R_{GC} > 9$ kpc değerlerine doğru uzandığı görülmektedir. $R_{GC} > 9$ kpc deki kümeler NGC 1798 (-0.50 dex, 1.78 Gyl), Be 73 (-0.21 dex, 1.41 Gyl), Be 35 (-0.13 dex, 0.89 Gyl), Be 37 (-0.05 dex, 0.63 Gyl), Ki 23 (-0.11 dex, 1.78 Gyl) ve NGC 2304 (-0.20 dex, 0.93 Gyl) şeklindedir.

Şekil 4.16’da, $z > 0.3$ kpc ve $R_{GC} > 9$ kpc uzaklıklarda yer alan III. çeyrekteki kümeler, Canis Major (Bellazzini ve diğ., 2004) ve Monoceros Halkası (Newberg ve diğ., 2002) gibi düşük enlemde birikme olayları neticesinde oluşmuş kümeler olabilir. Canis Major yıldız fazlalığının merkezi koordinatı $(l, b) = (244^\circ, -8^\circ)$ olup, Tablo 4.11’de verilen kümelerin Galaktik koordinatları, Canis Major’ün merkezi koordinatlarından farklı olup bu kümelerin Canis Major yıldız fazlalığı ile ilişkili olmadığı anlaşılmaktadır. Bununla beraber III. çeyrekteki bu kümeler Galaktik diskte tespit edilmemiş GAYY’ler ile ilişkili olabilir. Momany ve diğ.’ne (2006) ait modellemeleri de dikkate alarak, Carraro ve diğ. (2008b) Canis Major ve Monoceros Halkası gibi GAYY’lerin, eğrilme ve Yerel Kol’un varlığından dolayı oluşabileceğini ifade etmiştir (ayrıntılı bilgi için bakınız Bölüm 2.3.6).

III. çeyrekteki bu kümeler, gelgit etkileri ile bozulmakta olan cüce uydu galaksilerden Galaksimize aktarılan kümeler de olabilir (Janes ve Phelps, 1994; Crane ve diğ., 2003; Yong ve diğ., 2005; Moitinho ve diğ., 2006).

4.5. MORFOLOJİK YAŞ İNDEKSLERİ İLE YAŞ TAYİNİ VE EŞYAŞ EĞRİSİ YAŞLARI İLE KARŞILAŞTIRMA

20 açık yıldız kümesinin δV ve δI morfolojik yaş indekslerine ait yaşları, Bölüm 3.2.2.6'da ayrıntılı olarak sunulan Phelps ve diğ.'ne (1994) ait yöntem ile V , (B-V) renk kadir diyagramından tayin edilmiştir. Bunun için 20 kümenin V , (B-V) renk kadir diyagramları incelenmiş ve morfolojik yaş indekslerinin tayinine elverişli 12 küme tespit edilmiştir. NGC 6694, NGC 436, NGC 1857, Haf 04, Rup 01, Haf 08, NGC 2215, NGC 2186 kümelerin V , (B-V) renk-kadir diyagramları KY adayları ve belirgin KD kolları içermediğinden bu sekiz küme morfolojik yaş indekslerinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulmamıştır.

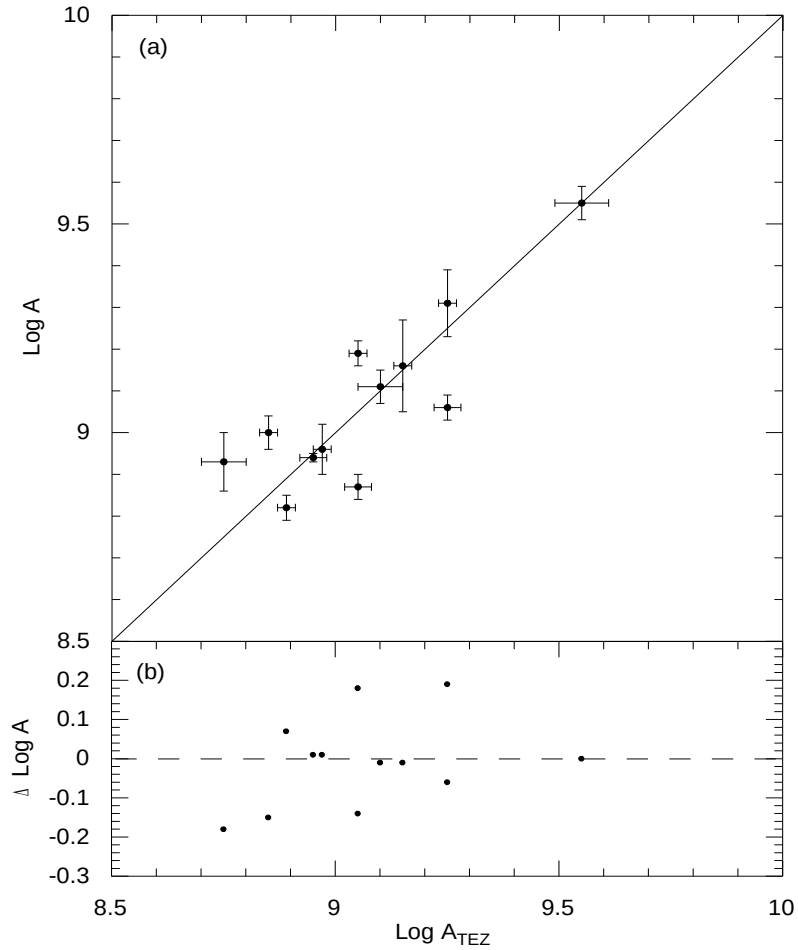
Bölüm 3.2.2.6'da V -(B-V) diyagramında tanımlanan morfolojik yaş indeksleri δV ve δI dikkate alınarak yedi kümenin KY adayları V -(B-V)'de bir yığılma gösterdiğinden δV tekniği ile morfolojik yaş indeksi değerleri belirlenmiştir. KY adayları bulunup da bir yığın göstermeyen kümeler ile KY adayı hiç bulunmayan kümelerin KD tabanından δI tekniği kullanılarak renk indeksleri tayin edilmiştir (Bakınız Tablo 4.12 son sütun).

12 kümenin dönüm noktasına ait V_{DN} , (B-V)_{DN} değerleri ile $V_{KY/KD}$, (B-V)_{KY/KD} değerleri Tablo 4.12'de verilmiştir. Belirlenen morfolojik yaş indeksleri $\delta V = V_{DN} - V_{KY}$ ve $\delta I = (B-V)_{DN} - (B-V)_{KD}$ değerleri Tablo 4.12'de sütun (6)-(7)'de verilmiştir. Kümelerin δI değerleri, Phelps ve diğ. (1994) tarafından verilen Bölüm 3.2.2.6'daki (3.10) bağıntısı ile δV değerlerine dönüştürülmüştür.

12 kümenin Log (A) yaşları, Bölüm 3.2.2.6'daki Salaris ve diğ.'ne (2004) ait (3.11) bağıntısı ile hesaplanmış ve Tablo 4.12'de sütun (8)'de verilmiştir. 12 kümenin eşyaş eğrilerlerinden bulunan Log (A)_{TEZ} yaşları sütun (9)'da listelenmiştir. Renk-kadir diyagramlarında teşhis edilen Kırmızı Yığın ve Kırmızı Dev kollarına sahip kümeler KY/KD olarak son sütunda verilmiştir.

Tablo 4.12: 12 açık kümenin DN ve KY/KD'ye ait kadir ve renk indeksleri. Morfolojik yaş indeksleri $\delta V = V_{DN} - V_{KY}$ ve $\delta I = (B-V)_{DN} - (B-V)_{KD}$ şeklindedir.

Küme	V_{DN}	$V_{KY/KD}$	$(B-V)_{DN}$	$(B-V)_{KY/KD}$	δV	δI	$\text{Log}(A)$	$\text{Log}(A)_{TEZ}$	KY/KD
NGC 6802	15.20	14.88	1.00	1.73	0.32	0.73	8.87 ± 0.03	9.05 ± 0.03	KY
NGC 6866	12.07	11.07	0.18	1.14	0.18	0.96	8.82 ± 0.03	8.89 ± 0.02	KD
NGC 7062	13.85	13.18	0.51	1.39	0.66	0.88	9.00 ± 0.04	8.85 ± 0.02	KY
Ki 05	15.63	14.71	0.09	1.60	0.92	1.50	9.11 ± 0.04	9.10 ± 0.05	KY
NGC 1798	16.56	15.75	0.72	1.35	0.81	0.63	9.06 ± 0.03	9.25 ± 0.03	KY
NGC 7142	16.19	15.19	0.81	1.31	1.89	0.50	9.55 ± 0.04	9.55 ± 0.06	KD
Be 73	17.40	16.40	0.54	1.27	1.05	0.73	9.16 ± 0.11	9.15 ± 0.02	KD
Be 35	15.32	14.83	0.30	0.96	0.49	0.67	8.94 ± 0.01	8.95 ± 0.03	KY
Be 37	14.90	14.43	0.16	0.89	0.47	0.73	8.93 ± 0.07	8.75 ± 0.05	KY
Ki 23	15.08	14.08	0.41	0.63	1.40	0.23	9.31 ± 0.08	9.25 ± 0.02	KD
NGC 2304	14.37	13.37	0.19	1.06	0.54	0.86	8.96 ± 0.06	8.97 ± 0.02	KD
NGC 2360	12.48	11.35	0.35	0.97	1.13	0.62	9.19 ± 0.03	9.05 ± 0.02	KY



Şekil 4.17: 12 açık kümeye ait $\text{Log } A - \text{Log } A_{TEZ}$ (panel a) ve $\Delta \text{Log } A - \text{Log } A_{TEZ}$ (panel b) ilişkisi.

12 kümenin eşyaş eğrisine ait yaşların morfolojik yaş indekslerinden, Salaris ve diğ.'ne (2004) ait yaş bağıntısından hesaplananlar ile karşılaştırılması Şekil 4.17(a)-(b)'de

verilmiştir. Her iki yaş verilerine uygulanan bağıntıya ait korelasyon katsayısı ve standart sapma sırasıyla $K.K = 0.86$ ve 0.11 olup aşağıda (4.2) bağıntısıyla verilmiştir.

$$\text{Log (A)} = (0.824 \pm 0.152) \text{Log (A}_{\text{TEZ}}) + (1.611 \pm 1.377) \quad (4.2)$$

0.86 korelasyon katsayısı morfolojik indekslerden hesaplanan yaş değerlerinin eşyaş eğrisine ait değerler ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Şekil 4.17(a) ve (b)'de, 1-1 çizgisi üzerinde olan beş küme Ki 05, NGC 7142, Be 73, Be 35, NGC 2304 olup, yaş farkı $\Delta \text{Log A} = [-0.01, +0.01]$ seviyesinde her iki yaş tespiti uyumludur. Diğer kümeler için her iki yaşa ait farklar, $\Delta \text{Log A} = [-0.18, +0.19]$ seviyesinde olup eşyaş eğrisine ait değerlere yakındır.

4.6 KIRMIZI YIĞIN/KIRMIZI DEV YILDIZ VE MAVİ MÜCADELECİ ADAYLARI

4.6.1 Kırmızı Yığın/Kırmızı Dev Yıldız Adayları

NGC 6802, NGC 6866, NGC 7062, Ki 05, NGC 1798, NGC 7142, Ru 01, Be 35, Be 37, Ki 23, NGC 2304, NGC 2360 açık yıldız kümelerinde sınıflandırılan olası KY veya KD adayları Tablo 4.13’de verilmiştir. Bölüm 3.3’de verilen uzaklık ve renk artığına ait bağıntılar ile hesaplanan kümelere ait KY/KD olası adayların uzaklıkları hatalarıyla birlikte Tablo 4.13’de V ve I filtreleri için listelenmiştir. KY yıldızları uzaklık tayininde elverişli olup, Bölüm 3.2.3’de verilen V ve I filtrelerindeki mutlak kadirlerle ait ortalama değerler uzaklık tayininde kullanılmıştır. Bununla birlikte, açık yıldız kümelerinin renk-kadir diyagramlarında KY yıldızlarının bulunduğu bölge KD yıldızlarınca da işgal edildiğinden, KD ve KY yıldızları arasındaki ayırım oldukça zorlaşmaktadır.

Tablo 4.13’de KY/KD aday yıldızları için verilen uzaklık ve hata değerleri, kümelerin Bölüm 4.2’deki Tablo 4.4’de verilen V, (B-V) ve V, (V-I) renk-kadir diyagramlarından elde edilen kümeye ait uzaklık değerleri ile karşılaştırılarak kümelerin üyesi olup olmadıkları test edilmiştir. V, (B-V) ve V, (V-I) renk-kadir diyagramlarından elde edilen d_I ve d_V uzaklıkları Tablo 4.13’de kümeler için ayrıca verilmiştir.

Bölüm 3.3’de verilen uzaklık ve renk artığına ait bağıntılar ile hesaplanan uzaklıklar, V, (B-V) ve V, (V-I) renk-kadir diyagramlarından elde edilen uzaklıklar ile hata sınırları içerisinde ise Üye (Ü), değilse Üye Değil (ÜD) olarak gösterilmiştir. Bununla birlikte Tablo 4.13’de verilen KY/KD adaylarının kümeye üyeliğinin doğrulanması için tayf çalışmalarına gereksinim olduğunu belirtmekte fayda vardır.

Tablo 4.13: NGC 6802, NGC 6866, NGC 7062, Ki 05, NGC 1798, NGC 7142, Ru 01, Be 35, Be 37, Ki 23, NGC 2304, NGC 2360 açık yıldız kümelerinde sınıflandırılan olası KY veya KD adaylarının (α , δ) ekvatorial koordinatları, VI fotometrisi ve d_I , d_V uzaklıkları.

NGC 6802 $d_I=1.91\pm0.13$ $d_V=1.91\pm0.09$

α	δ	I	V	d_I	d_V
19:30:39	20:15:24	12.554 $\pm$ 0.003	14.619 $\pm$ 0.005	1.73 $\pm$ 0.11, Ü	2.03 $\pm$ 0.22, Ü
19:30:35	20:15:51	12.657 $\pm$ 0.002	14.692 $\pm$ 0.004	1.81 $\pm$ 0.12, Ü	2.10 $\pm$ 0.23, Ü
19:30:36	20:16:33	12.734 $\pm$ 0.002	14.735 $\pm$ 0.004	1.88 $\pm$ 0.12, Ü	2.14 $\pm$ 0.24, Ü
19:30:31	20:16:27	12.704 $\pm$ 0.002	14.774 $\pm$ 0.004	1.85 $\pm$ 0.12, Ü	2.18 $\pm$ 0.24, Ü
19:30:39	20:14:01	12.852 $\pm$ 0.002	14.879 $\pm$ 0.003	1.98 $\pm$ 0.13, Ü	2.29 $\pm$ 0.25, Ü
19:30:32	20:14:46	12.851 $\pm$ 0.002	14.967 $\pm$ 0.003	1.98 $\pm$ 0.13, Ü	2.39 $\pm$ 0.26, ÜD
19:30:32	20:15:48	12.898 $\pm$ 0.002	14.980 $\pm$ 0.005	2.03 $\pm$ 0.13, Ü	2.40 $\pm$ 0.26, ÜD
19:30:42	20:15:22	12.971 $\pm$ 0.002	14.996 $\pm$ 0.004	2.10 $\pm$ 0.14, Ü	2.42 $\pm$ 0.27, ÜD
19:30:24	20:15:30	12.996 $\pm$ 0.001	15.037 $\pm$ 0.005	2.12 $\pm$ 0.14, Ü	2.46 $\pm$ 0.27, ÜD
19:30:46	20:15:14	13.054 $\pm$ 0.001	15.094 $\pm$ 0.004	2.18 $\pm$ 0.14, ÜD	2.53 $\pm$ 0.28, ÜD

NGC 6866 $d_I=1.26\pm0.05$ $d_V=1.38\pm0.01$

α	δ	I	V	d_I	d_V
20:03:58	44:06:28	10.667 $\pm$ 0.003	11.706 $\pm$ 0.003	1.42 $\pm$ 0.09, ÜD	1.53 $\pm$ 0.12, ÜD
20:03:55	44:08:24	10.580 $\pm$ 0.001	11.625 $\pm$ 0.002	1.37 $\pm$ 0.09, Ü	1.47 $\pm$ 0.12, ÜD

NGC 7062 $d_I=1.91\pm0.12$ $d_V=1.91\pm0.05$

α	δ	I	V	d_I	d_V
21:23:21	46:22:29	10.971 $\pm$ 0.008	12.417 $\pm$ 0.004	1.17 $\pm$ 0.12, ÜD	1.25 $\pm$ 0.14, ÜD
21:23:21	46:22:25	11.521 $\pm$ 0.004	12.940 $\pm$ 0.007	1.51 $\pm$ 0.16, ÜD	1.59 $\pm$ 0.18, Ü
21:23:27	46:22:14	11.509 $\pm$ 0.002	12.981 $\pm$ 0.003	1.50 $\pm$ 0.16, ÜD	1.62 $\pm$ 0.18, Ü
21:23:40	46:22:13	11.574 $\pm$ 0.001	13.095 $\pm$ 0.002	1.54 $\pm$ 0.16, ÜD	1.71 $\pm$ 0.19, Ü
21:23:34	46:23:07	11.531 $\pm$ 0.001	13.102 $\pm$ 0.003	1.51 $\pm$ 0.16, ÜD	1.71 $\pm$ 0.19, Ü

Ki 05 $d_I=1.91\pm0.09$ $d_V=1.91\pm0.011$

α	δ	I	V	d_I	d_V
03:14:35	52:43:27	13.213 $\pm$ 0.006	14.988 $\pm$ 0.004	2.43 $\pm$ 0.25, ÜD	2.55 $\pm$ 0.29, ÜD
03:14:38	52:41:50	13.203 $\pm$ 0.006	14.947 $\pm$ 0.003	2.42 $\pm$ 0.25, ÜD	2.50 $\pm$ 0.28, ÜD
03:14:46	52:41:22	12.918 $\pm$ 0.006	14.712 $\pm$ 0.003	2.12 $\pm$ 0.22, Ü	2.24 $\pm$ 0.25, Ü
03:14:18	52:42:41	12.810 $\pm$ 0.007	14.609 $\pm$ 0.005	2.02 $\pm$ 0.21, Ü	2.14 $\pm$ 0.24, Ü
03:14:28	52:42:41	12.717 $\pm$ 0.006	14.541 $\pm$ 0.002	1.93 $\pm$ 0.20, Ü	2.07 $\pm$ 0.23, Ü
03:14:35	52:43:59	12.601 $\pm$ 0.006	14.385 $\pm$ 0.002	1.83 $\pm$ 0.19, Ü	1.93 $\pm$ 0.22, Ü
03:14:52	52:43:37	12.467 $\pm$ 0.007	14.210 $\pm$ 0.003	1.72 $\pm$ 0.18, Ü	1.78 $\pm$ 0.20, Ü
03:14:43	52:42:14	12.401 $\pm$ 0.005	14.197 $\pm$ 0.003	1.67 $\pm$ 0.17, Ü	1.77 $\pm$ 0.20, Ü

NGC 1798 $d_I=3.47\pm0.24$ $d_V=3.47\pm0.12$

α	δ	I	V	d_I	d_V
05:11:33	47:41:15	13.708 $\pm$ 0.006	15.123 $\pm$ 0.003	3.98 $\pm$ 0.35, $\ddot{U}$	4.10 $\pm$ 0.40, $\ddot{U}D$
05:11:34	47:41:18	13.808 $\pm$ 0.005	15.242 $\pm$ 0.003	4.16 $\pm$ 0.36, $\ddot{U}D$	4.34 $\pm$ 0.42, $\ddot{U}D$
05:11:44	47:41:52	13.899 $\pm$ 0.008	15.299 $\pm$ 0.003	4.34 $\pm$ 0.38, $\ddot{U}D$	4.45 $\pm$ 0.44, $\ddot{U}D$
05:11:40	47:41:18	13.873 $\pm$ 0.007	15.330 $\pm$ 0.003	4.29 $\pm$ 0.38, $\ddot{U}D$	4.51 $\pm$ 0.44, $\ddot{U}D$
05:11:50	47:41:59	13.995 $\pm$ 0.006	15.397 $\pm$ 0.003	4.54 $\pm$ 0.40, $\ddot{U}D$	4.66 $\pm$ 0.46, $\ddot{U}D$
05:11:46	47:42:04	14.099 $\pm$ 0.006	15.490 $\pm$ 0.003	4.76 $\pm$ 0.42, $\ddot{U}D$	4.86 $\pm$ 0.48, $\ddot{U}D$
05:11:28	47:42:17	14.066 $\pm$ 0.005	15.497 $\pm$ 0.004	4.69 $\pm$ 0.41, $\ddot{U}D$	4.88 $\pm$ 0.48, $\ddot{U}D$
05:11:29	47:40:39	14.086 $\pm$ 0.008	15.525 $\pm$ 0.004	4.73 $\pm$ 0.41, $\ddot{U}D$	4.94 $\pm$ 0.48, $\ddot{U}D$
05:11:47	47:41:00	14.136 $\pm$ 0.006	15.542 $\pm$ 0.004	4.84 $\pm$ 0.42, $\ddot{U}D$	4.98 $\pm$ 0.49, $\ddot{U}D$
05:11:46	47:41:13	14.190 $\pm$ 0.007	15.614 $\pm$ 0.004	4.96 $\pm$ 0.43, $\ddot{U}D$	5.15 $\pm$ 0.50, $\ddot{U}D$
05:11:36	47:41:42	14.153 $\pm$ 0.008	15.624 $\pm$ 0.004	4.88 $\pm$ 0.43, $\ddot{U}D$	5.17 $\pm$ 0.51, $\ddot{U}D$
05:11:40	47:42:34	14.268 $\pm$ 0.006	15.644 $\pm$ 0.003	5.15 $\pm$ 0.45, $\ddot{U}D$	5.22 $\pm$ 0.51, $\ddot{U}D$
05:11:41	47:40:39	14.291 $\pm$ 0.006	15.707 $\pm$ 0.004	5.20 $\pm$ 0.45, $\ddot{U}D$	5.37 $\pm$ 0.53, $\ddot{U}D$
05:11:49	47:39:57	14.302 $\pm$ 0.008	15.721 $\pm$ 0.004	5.23 $\pm$ 0.46, $\ddot{U}D$	5.41 $\pm$ 0.53, $\ddot{U}D$
05:11:34	47:41:44	14.315 $\pm$ 0.007	15.754 $\pm$ 0.006	5.26 $\pm$ 0.46, $\ddot{U}D$	5.49 $\pm$ 0.54, $\ddot{U}D$
05:11:39	47:41:32	14.743 $\pm$ 0.008	16.112 $\pm$ 0.005	6.40 $\pm$ 0.56, $\ddot{U}D$	6.47 $\pm$ 0.63, $\ddot{U}D$
05:11:38	47:43:04	14.925 $\pm$ 0.008	16.280 $\pm$ 0.005	6.96 $\pm$ 0.61, $\ddot{U}D$	6.99 $\pm$ 0.68, $\ddot{U}D$

NGC 7142 $d_I=2.10\pm0.10$ $d_V=2.10\pm0.11$

α	δ	I	V	d_I	d_V
21:45:42	65:45:45	13.783 $\pm$ 0.000	15.230 $\pm$ 0.005	4.59 $\pm$ 0.47, $\ddot{U}D$	5.12 $\pm$ 0.57, $\ddot{U}D$
21:45:06	65:48:25	13.647 $\pm$ 0.003	15.135 $\pm$ 0.004	4.31 $\pm$ 0.44, $\ddot{U}D$	4.90 $\pm$ 0.55, $\ddot{U}D$
21:45:36	65:46:06	13.222 $\pm$ 0.000	14.757 $\pm$ 0.004	3.55 $\pm$ 0.36, $\ddot{U}D$	4.12 $\pm$ 0.46, $\ddot{U}D$
21:45:28	65:45:06	12.722 $\pm$ 0.003	14.236 $\pm$ 0.003	2.82 $\pm$ 0.29, $\ddot{U}D$	3.24 $\pm$ 0.36, $\ddot{U}D$
21:44:44	65:46:42	12.616 $\pm$ 0.000	14.135 $\pm$ 0.003	2.68 $\pm$ 0.28, $\ddot{U}D$	3.09 $\pm$ 0.35, $\ddot{U}D$
21:45:29	65:46:29	11.871 $\pm$ 0.003	13.489 $\pm$ 0.003	1.90 $\pm$ 0.20, $\ddot{U}$	2.29 $\pm$ 0.26, $\ddot{U}$
21:45:36	65:44:59	11.424 $\pm$ 0.002	13.135 $\pm$ 0.002	1.55 $\pm$ 0.16, $\ddot{U}D$	1.95 $\pm$ 0.22, $\ddot{U}D$

Ru 01 $d_I=1.45\pm0.10$ $d_V=1.51\pm0.04$

α	δ	I	V	d_I	d_V
99.09313	-14.1485	10.842 $\pm$ 0.002	12.055 $\pm$ 0.002	1.40 $\pm$ 0.11, $\ddot{U}$	1.53 $\pm$ 0.14 $\ddot{U}$

Be 35 $d_I=5.01\pm0.23$ $d_V=5.01\pm0.15$

α	δ	I	V	d_I	d_V
07:09:51	02:43:05	13.095 $\pm$ 0.003	14.168 $\pm$ 0.003	4.16 $\pm$ 0.38, $\ddot{U}D$	4.42 $\pm$ 0.45, $\ddot{U}$
07:09:59	02:41:44	13.295 $\pm$ 0.003	14.359 $\pm$ 0.003	4.56 $\pm$ 0.42, $\ddot{U}$	4.83 $\pm$ 0.49, $\ddot{U}$
07:09:57	02:46:11	13.455 $\pm$ 0.003	14.501 $\pm$ 0.003	4.91 $\pm$ 0.45, $\ddot{U}$	5.15 $\pm$ 0.52, $\ddot{U}$
07:09:58	02:46:07	13.564 $\pm$ 0.003	14.599 $\pm$ 0.004	5.17 $\pm$ 0.47, $\ddot{U}$	5.39 $\pm$ 0.55, $\ddot{U}$
07:09:58	02:44:16	13.612 $\pm$ 0.000	14.652 $\pm$ 0.004	5.28 $\pm$ 0.48, $\ddot{U}$	5.52 $\pm$ 0.56, $\ddot{U}$
07:09:58	02:44:01	13.796 $\pm$ 0.003	14.832 $\pm$ 0.004	5.75 $\pm$ 0.52, $\ddot{U}$	6.00 $\pm$ 0.61, $\ddot{U}D$
07:09:52	02:44:14	13.784 $\pm$ 0.004	14.811 $\pm$ 0.004	5.72 $\pm$ 0.52, $\ddot{U}$	5.94 $\pm$ 0.60, $\ddot{U}D$
07:09:53	02:43:24	13.831 $\pm$ 0.005	14.816 $\pm$ 0.008	5.84 $\pm$ 0.53, $\ddot{U}D$	5.96 $\pm$ 0.60, $\ddot{U}D$
07:09:58	02:44:08	13.974 $\pm$ 0.004	15.001 $\pm$ 0.004	6.24 $\pm$ 0.57 $\ddot{U}D$	6.49 $\pm$ 0.66, $\ddot{U}D$

Be 37 $d_I=5.01 \pm 0.23$ $d_V=5.01 \pm 0.15$

α	δ	I	V	d_I	d_V
07:20:28	-01:01:36	13.360 $\pm$ 0.003	14.396 $\pm$ 0.003	4.97 $\pm$ 0.33, $\ddot{U}$	5.35 $\pm$ 0.42, $\ddot{U}$
07:20:19	-01:02:42	13.250 $\pm$ 0.002	14.251 $\pm$ 0.003	4.72 $\pm$ 0.31, $\ddot{U}$	5.00 $\pm$ 0.40, $\ddot{U}$
07:20:13	-00:59:47	13.286 $\pm$ 0.002	14.260 $\pm$ 0.003	4.80 $\pm$ 0.32, $\ddot{U}$	5.02 $\pm$ 0.40, $\ddot{U}$
07:20:19	-00:59:50	13.528 $\pm$ 0.005	14.432 $\pm$ 0.004	5.37 $\pm$ 0.35, $\ddot{U}$	5.44 $\pm$ 0.43, $\ddot{U}$
07:20:11	-00:59:10	13.333 $\pm$ 0.009	14.243 $\pm$ 0.004	4.91 $\pm$ 0.32, $\ddot{U}$	4.98 $\pm$ 0.39, $\ddot{U}D$
07:20:19	-01:01:37	13.337 $\pm$ 0.002	14.242 $\pm$ 0.003	4.92 $\pm$ 0.32, $\ddot{U}$	4.98 $\pm$ 0.39, $\ddot{U}D$
07:20:16	-01:00:41	13.154 $\pm$ 0.003	14.017 $\pm$ 0.004	4.52 $\pm$ 0.30, $\ddot{U}D$	4.49 $\pm$ 0.36, $\ddot{U}D$
07:20:18	-01:01:26	12.940 $\pm$ 0.002	13.850 $\pm$ 0.002	4.10 $\pm$ 0.27, $\ddot{U}D$	4.16 $\pm$ 0.33, $\ddot{U}D$

Ki 23 $d_I=3.02 \pm 0.14$ $d_V=3.02 \pm 0.05$

α	δ	I	V	d_I	d_V
07:21:43	-00:57:48	11.264 $\pm$ 0.001	12.495 $\pm$ 0.002	1.93 $\pm$ 0.07, $\ddot{U}D$	2.29 $\pm$ 0.12, $\ddot{U}D$
07:21:51	-00:58:55	11.551 $\pm$ 0.001	12.759 $\pm$ 0.002	2.20 $\pm$ 0.06, $\ddot{U}D$	2.59 $\pm$ 0.14, $\ddot{U}D$
07:21:45	-00:59:50	11.898 $\pm$ 0.003	13.074 $\pm$ 0.002	2.58 $\pm$ 0.08, $\ddot{U}D$	3.00 $\pm$ 0.16, $\ddot{U}$
07:21:46	-00:57:38	11.358 $\pm$ 0.002	12.637 $\pm$ 0.001	2.01 $\pm$ 0.06, $\ddot{U}D$	2.45 $\pm$ 0.13, $\ddot{U}D$
07:21:47	-00:58:43	12.585 $\pm$ 0.002	13.598 $\pm$ 0.002	3.54 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}D$	3.81 $\pm$ 0.20, $\ddot{U}D$
07:21:49	-00:59:32	12.375 $\pm$ 0.002	13.428 $\pm$ 0.002	3.21 $\pm$ 0.09, $\ddot{U}$	3.52 $\pm$ 0.19, $\ddot{U}D$
07:21:53	-00:59:15	12.477 $\pm$ 0.001	13.572 $\pm$ 0.002	3.37 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}D$	3.77 $\pm$ 0.20, $\ddot{U}D$
07:21:40	-00:57:31	13.306 $\pm$ 0.002	14.342 $\pm$ 0.003	4.95 $\pm$ 0.14, $\ddot{U}D$	5.37 $\pm$ 0.28, $\ddot{U}D$
07:21:46	-00:59:14	13.521 $\pm$ 0.002	14.603 $\pm$ 0.003	4.45 $\pm$ 0.16, $\ddot{U}D$	6.05 $\pm$ 0.32, $\ddot{U}D$

NGC 2304 $d_I=3.47 \pm 0.08$ $d_V=3.63 \pm 0.03$

α	δ	I	V	d_I	d_V
06:55:14	17:58:35	12.136 $\pm$ 0.002	13.190 $\pm$ 0.002	2.88 $\pm$ 0.12, $\ddot{U}D$	3.16 $\pm$ 0.19, $\ddot{U}D$
06:55:15	17:59:43	12.758 $\pm$ 0.002	13.678 $\pm$ 0.003	3.83 $\pm$ 0.16, $\ddot{U}D$	3.95 $\pm$ 0.24, $\ddot{U}D$
06:55:14	17:59:08	13.053 $\pm$ 0.002	14.008 $\pm$ 0.003	4.39 $\pm$ 0.18, $\ddot{U}D$	4.60 $\pm$ 0.28, $\ddot{U}D$
06:55:10	17:58:49	13.144 $\pm$ 0.002	14.125 $\pm$ 0.003	4.58 $\pm$ 0.19, $\ddot{U}D$	4.86 $\pm$ 0.29, $\ddot{U}D$

NGC 2360 $d_I=1.10 \pm 0.03$ $d_V=1.15 \pm 0.03$

α	δ	I	V	d_I	d_V
07:17:55	-15:40:31	11.259 $\pm$ 0.005	12.306 $\pm$ 0.001	1.82 $\pm$ 0.14, $\ddot{U}D$	1.93 $\pm$ 0.17, $\ddot{U}D$
07:17:55	-15:41:55	10.462 $\pm$ 0.007	11.506 $\pm$ 0.002	1.26 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}$	1.33 $\pm$ 0.12, $\ddot{U}D$
07:17:33	-15:38:59	10.457 $\pm$ 0.005	11.485 $\pm$ 0.003	1.26 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}$	1.32 $\pm$ 0.12, $\ddot{U}D$
07:17:43	-15:37:07	10.078 $\pm$ 0.005	11.204 $\pm$ 0.003	1.06 $\pm$ 0.08, $\ddot{U}$	1.16 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}$
07:17:49	-15:35:50	10.301 $\pm$ 0.007	11.354 $\pm$ 0.003	1.17 $\pm$ 0.09, $\ddot{U}$	1.24 $\pm$ 0.11, $\ddot{U}$
07:17:39	-15:36:36	10.256 $\pm$ 0.006	11.279 $\pm$ 0.003	1.15 $\pm$ 0.09, $\ddot{U}$	1.20 $\pm$ 0.11, $\ddot{U}$
07:17:43	-15:37:32	10.062 $\pm$ 0.006	11.089 $\pm$ 0.002	1.05 $\pm$ 0.08, $\ddot{U}$	1.10 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}$
07:17:49	-15:39:41	9.972 $\pm$ 0.006	11.038 $\pm$ 0.003	1.00 $\pm$ 0.08, $\ddot{U}$	1.08 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}$
07:17:36	-15:37:31	10.061 $\pm$ 0.005	11.058 $\pm$ 0.002	1.05 $\pm$ 0.08, $\ddot{U}$	1.09 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}$
07:17:37	-15:37:50	10.404 $\pm$ 0.005	11.323 $\pm$ 0.002	1.23 $\pm$ 0.10, $\ddot{U}$	1.23 $\pm$ 0.11, $\ddot{U}$
07:17:35	-15:38:36	9.720 $\pm$ 0.006	10.797 $\pm$ 0.003	0.90 $\pm$ 0.07, $\ddot{U}D$	0.96 $\pm$ 0.09, $\ddot{U}D$
07:17:38	-15:38:30	9.137 $\pm$ 0.006	10.331 $\pm$ 0.003	0.69 $\pm$ 0.05, $\ddot{U}D$	0.78 $\pm$ 0.07, $\ddot{U}D$
07:17:47	-15:38:09	9.578 $\pm$ 0.007	10.732 $\pm$ 0.003	0.84 $\pm$ 0.07, $\ddot{U}D$	0.94 $\pm$ 0.08, $\ddot{U}D$

NGC 6802 kümesinde sınıflandırılan 10 KY/KD adaydan bir tanesinin hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır. Altı aday ise sadece d_I uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

NGC 6866 kümesindeki iki adaydan, bir adayın d_I uzaklığı kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

NGC 7062 kümesindeki beş olası adaydan, d_I uzaklığına göre hiç biri üye değildir. d_V uzaklıklarına göre dört aday üye olarak sınıflandırılmıştır.

Ki 05 kümesine ait sekiz olası adaydan altı tanesinin hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

NGC 1798 kümesindeki 17 adaydan, ancak bir aday d_I uzaklığına göre küme ile aynı uzaklığa sahip ve üye olarak sınıflandırılmıştır.

NGC 7142 kümesinde yedi olası adaydan bir tanesinin hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

Ru 01 kümesinde bir aday olup hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

Be 35 kümesinde sınıflandırılan dokuz KY/KD adaydan dört tanesinin hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır. Altı aday sadece d_I uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

Be 37 kümesinde sınıflandırılan sekiz KY/KD adaydan dört tanesinin hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır. Altı aday sadece d_I uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

Ki 23 kümesinde sınıflandırılan dokuz KY/KD adaydan bir tanesinin d_I , bir tanesinin de d_V uzaklığı kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır. Her iki uzaklık değerinde küme uzaklığı ile uyuşan aday yoktur.

NGC 2304 kümesinde sınıflandırılan dört KY/KD adayın hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüşmediğinden, bu adaylar üye olarak sınıflandırılmamıştır.

NGC 2360 kümesinde sınıflandırılan 13 KY/KD adaydan yedi tanesinin hem d_I hem de d_V uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır. Dokuz aday sadece d_I uzaklıkları kümenin uzaklığı ile örtüştüğünden üye olarak sınıflandırılmıştır.

4.6.2. Mavi Mücadeleci Adayları

20 kümenin yapılan analizleri sonucunda, sadece NGC 7142 kümesinde Şekil Ek-8(a)-(f)'deki iki-renk ve renk-kadir diyagramlarında içi boş kare sembolü ile gösterilen 12 yıldız Mavi Mücadeleci (MM) adayları olarak sınıflandırılmıştır.

Şekil Ek-8'deki V-(B-V) renk-kadir diyagramında anakolun dönüm noktasından belirgin şekilde ayrılan bu yıldızlar, anakolun dönüm noktasından daha parlak $V < 15.60$ veya $V_0 < 14.50$ kadirlerde ve daha mavi $(B-V) < 0.80$ veya $(B-V)_0 < 0.45$ renk indekslerinde yer aldıkları görülmektedir. Bu sınırlar Carney'e (2000) ait Şekil 19 ve Carraro ve diğ.'ne (2010) ait Şekil 10'da gösterilen sınırlar ile uyumludur. Bu yıldızlar diğer renk indekslerine ait renk-kadir diyagramlarında da gözlenmiştir.

Tablo 4.14: NGC 7142 kümesinin renk-kadir diyagramlarından sınıflandırılan MM adaylarının, ekvatorial koordinatları ve V, (B-V), (R-I), (V-I), (V-R), (B-R) kadir ve renk indeksi değerleri.

α	δ	V	B-V	R-I	V-I	V-R	B-R
21:45:15	65:49:24	15.443±0.006	0.676±0.010	0.499±0.009	0.894±0.008	0.395±0.009	1.071±0.011
21:45:00	65:43:11	15.436±0.006	0.732±0.011	0.498±0.009	0.945±0.008	0.447±0.009	1.179±0.011
21:44:50	65:49:01	15.406±0.004	0.764±0.008	0.522±0.005	0.979±0.005	0.457±0.006	1.221±0.008
21:45:02	65:44:26	15.344±0.004	0.744±0.008	0.530±0.005	1.002±0.005	0.472±0.006	1.216±0.008
21:44:53	65:44:50	15.201±0.004	0.712±0.007	0.499±0.006	0.888±0.006	0.389±0.006	1.101±0.007
21:45:28	65:49:28	15.097±0.004	0.550±0.007	0.417±0.006	0.739±0.006	0.322±0.006	0.872±0.007
21:44:44	65:47:20	14.913±0.004	0.572±0.006	0.365±0.004	0.702±0.005	0.337±0.005	0.909±0.005
21:45:26	65:45:26	14.900±0.004	0.760±0.007	0.500±0.004	0.945±0.005	0.445±0.005	1.205±0.007
21:45:40	65:44:14	14.859±0.004	0.660±0.007	0.467±0.004	0.855±0.005	0.388±0.005	1.048±0.007
21:44:45	65:48:23	14.630±0.003	0.417±0.005	0.322±0.006	0.569±0.005	0.247±0.005	0.664±0.006
21:44:52	65:46:18	14.476±0.003	0.401±0.005	0.305±0.003	0.507±0.005	0.202±0.005	0.603±0.006
21:44:52	65:46:22	14.223±0.003	0.442±0.005	0.323±0.004	0.555±0.004	0.232±0.004	0.674±0.005

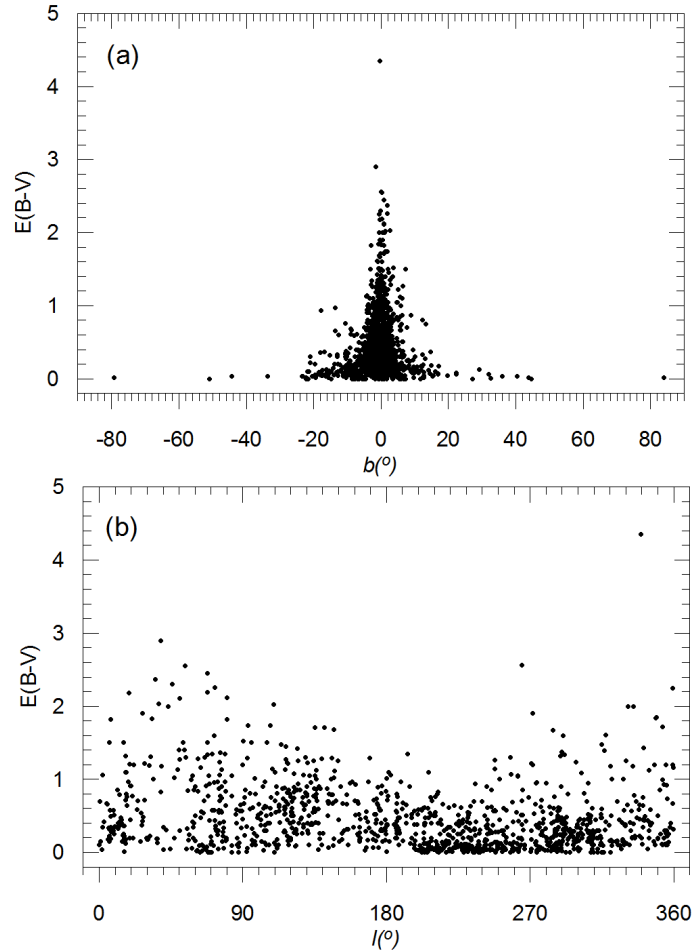
12 MM adayın (U-B)-(B-V) iki renk diyagramındaki dağılımı Şekil Ek-8(a)'da gösterilmiştir. NGC 7142 kümesinde sınıflandırılan 12 aday M yıldızının ekvatorial koordinatları, V, (B-V), (R-I), (V-I), (V-R), (B-R) kadir ve renk indeksi değerleri Tablo 4.14'de listelenmiştir. Tablo 4.14'den görüleceği gibi, bu MM adayları $0.40 \leq (B-V) \leq 0.76$ aralığında olup kümenin $E(B-V) = 0.35$ renk artışı dikkate alındığında, $0.05 \leq (B-V)_0 \leq 0.41$ erken tipten yıldızların renk indeksi aralığına karşılık gelir.

Şekil Ek-8'deki renk-kadir diyagramlarında, yukarıda belirtilen renk indeksi sınırları içerisindeki üç yıldız iki renk diyagramında MM yıldızlarının yer aldığı bölgede yer almadığından bu yıldızlar MM adayı olarak sınıflandırılmamıştır. Bununla birlikte, Carraro ve diğ. (2010) tarafından da belirtildiği gibi, bu MM adayları bizimle küme arasında küme üyesi olmayan saçılmış alan yıldızları da olabilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. DIAS ve diğ. (2002, 2010) KATALOĞUNDAKİ AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN KIZARMA, METAL BOLLUĞU VE YAŞ ANALİZLERİ

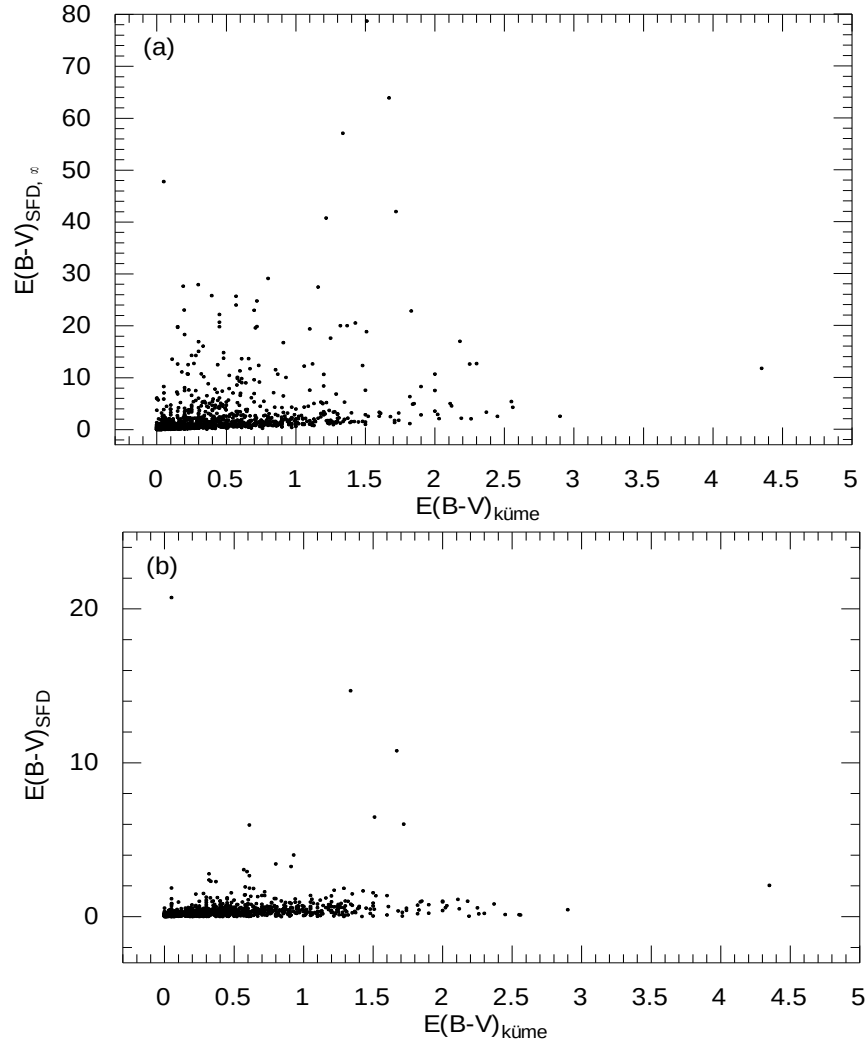
Tez çalışmasındaki 20 açık kümenin analizlerine ait karşılaştırma ve yorumlanmasına ışık tutması ve kullanılması bakımından Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundaki açık kümelerin gözlemsel parametreleri ile ilgili yapılan analizler aşağıdaki grafiklerde sunulmuştur.



Şekil 5.1: Dias kataloğundaki 1174 açık yıldız kümesinin (a) $E(B-V)$ – b ve (b) $E(B-V)$ – l ilişkisi.

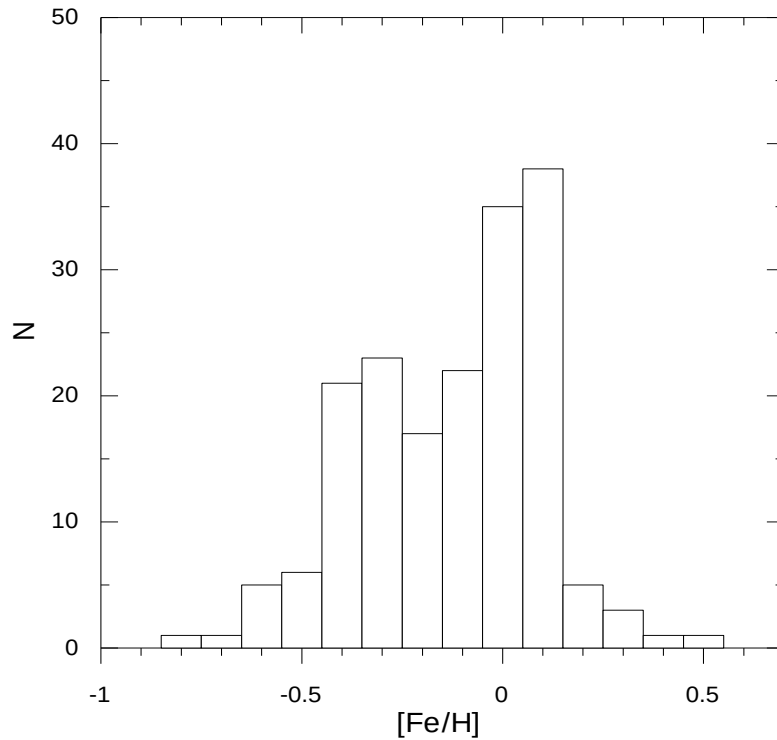
Güncelleştirilmiş Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğunda, 2095 Galaktik açık yıldız kümesi mevcuttur. Katalogda 1174 açık yıldız kümesinin $E(B-V)$ renk artışı, 1148 açık

yıldız kümesinin yaşları tayin edilmiş durumdadır. $[\text{Fe}/\text{H}]$ metal bolluğu tespiti yapılan küme sayısı 178'dir. Dias ve diğ. kataloğundaki $E(\text{B}-\text{V})$ renk artışı mevcut 1174 açık yıldız kümesinin $E(\text{B}-\text{V})-b$ ve $E(\text{B}-\text{V})-l$ ilişkileri Şekil 5.1'de verilmiştir. Şekil 5.1(a)'dan yapılan istatistiğe göre, kızarmaya neden olan maddenin %76'sı $0^\circ \leq |b| \leq 5^\circ$, %14'ü $5^\circ < |b| \leq 10^\circ$, %10 ise $|b| > 10^\circ$ Galaktik enlem aralığındadır. Şekil 5.1(b)'den görüleceği gibi Galaktik düzlemde kızarma maddesinin yoğunlaşmasının $l = 0^\circ - 90^\circ$ ile $270^\circ - 360^\circ$ bölgesinde oldukça belirgin olduğu görülmektedir. En az soğurma bölgesi $l = 180^\circ - 270^\circ$ bölgesinde görülmektedir. Galaktik açık yıldız kümelerinin iki-renk ve renk-kadir diyagramlarından tayin edilen renk artışı değerleri Şekil 5.1(a) ve (b)'den de görüleceği gibi, $0 < E(\text{B}-\text{V}) < 4.35$ arasındadır.



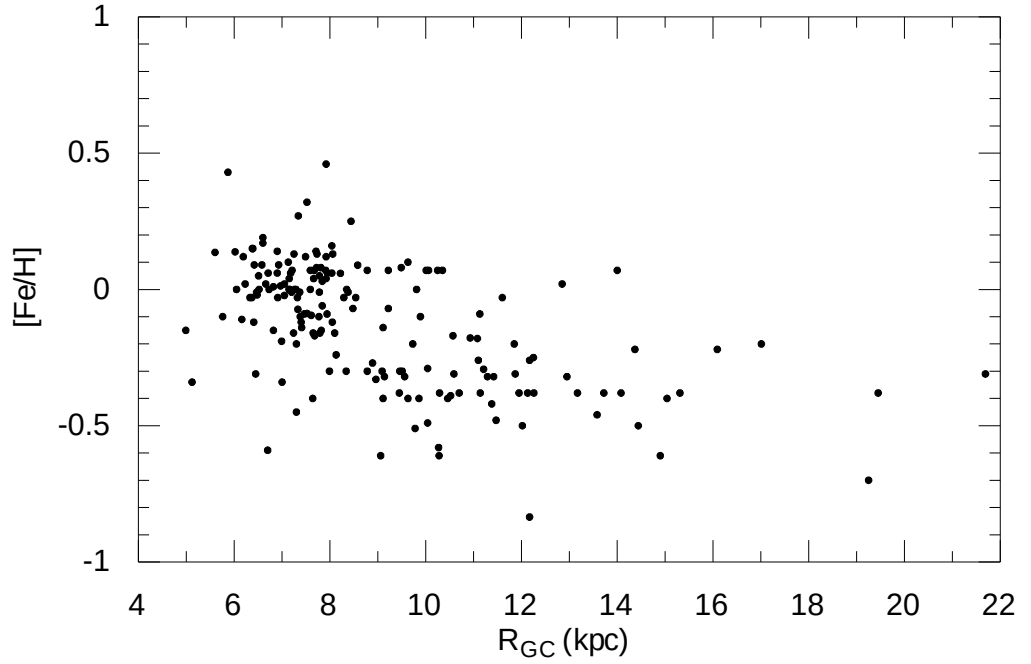
Şekil 5.2: Dias kataloğundaki 1174 açık yıldız kümesinin $E(\text{B}-\text{V})_{\text{küme}} - E(\text{B}-\text{V})_{\text{SFD}, \infty}$ (panel a) ve $E(\text{B}-\text{V})_{\text{küme}} - E(\text{B}-\text{V})_{\text{SFD}}$ (panel b) ilişkisi.

Şekil 5.2(a)-(b)'de Dias kataloğundaki 1174 açık yıldız kümesinin $E(B-V)_{\text{küme}} - E(B-V)_{\text{SFD},\infty}$ (panel a) ve $E(B-V)_{\text{küme}} - E(B-V)_{\text{SFD}}$ (panel b) ilişkisi verilmiştir. Burada, $E(B-V)_{\text{küme}}$ kümelerin iki-renk ve renk-kadir diyagramlarından elde edilen renk artışı değerlerini, $E(B-V)_{\text{SFD},\infty}$ ve $E(B-V)_{\text{SFD}}$ sırasıyla SFD toz haritalarından elde edilen sonsuz uzaklıktaki ve Güneş-küme uzaklığına indirgenmiş renk artışı değerlerini göstermektedir. Şekil 5.2'den görüldüğü gibi, 1174 açık yıldız kümesine ait SFD toz haritalarının verdiği kızarma değerleri kümelerin renk artışı değerlerinden fazla hesaplandığı görülmektedir. Bu durum Joshi'ye (2005) ait Şekil 3'den de görülebileceği gibi, $|b| > 5^\circ$ 'deki renk artışı değerleri, $5^\circ < |b| \leq 10^\circ$ ve $|b| > 10^\circ$ bölgelerindeki renk artışı değerleri ile karşılaştırıldığında SFD haritalarının 1.04 ile 1.12 faktörü kadar renk artığını fazla vermektedir. Chen ve diğ. (1999), açık ve küresel kümeler ile ilgili çalışmasında SFD kızarma haritalarının 1.16 ile 1.18 faktörü kadar $E(B-V)$ renk artığını fazla verdiğini göstermiştir. Cambresy ve diğ.'ne (2005) göre bunun nedenlerinden biri, uzak kırmızı ötesinde artan salınım ile karakterize edilen tüy bileşiminde toz taneciklerinin varlığıdır.



Şekil 5.3: Dias kataloğundaki metal bolluğu bilgisi mevcut 178 açık yıldız kümesinin metal bolluğu ($[Fe/H]$) dağılımı.

Dias kataloğunda 178 açık yıldız kümesinin metal bolluğu $-0.84 \leq [\text{Fe}/\text{H}] \leq +0.46$ aralığında olup, bolluk dağılımı Şekil 5.3’de verilmiştir. Buradan da görüleceği gibi, Galaktik açık yıldız kümelerinin çoğunluğu $-0.50 \leq [\text{Fe}/\text{H}] \leq +0.15$ dex aralığında yer almaktadır. Bu bolluk aralığı Friel ve diğ. (2002) tarafından verilen [1, 8] Gyıl aralığındaki yaşlı açık yıldız kümelerin tayfsal bolluk aralığı $[\text{Fe}/\text{H}] = [+0.05, -0.50]$ dex ile uyumludur. Bolluk dağılımında metalce daha fakir ve daha zengin bolluk değerleri genellikle fotometrik bolluk tespitlerine aittir.



Şekil 5.4: Dias kataloğundaki 178 açık yıldız kümesinin $[\text{Fe}/\text{H}]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisi.

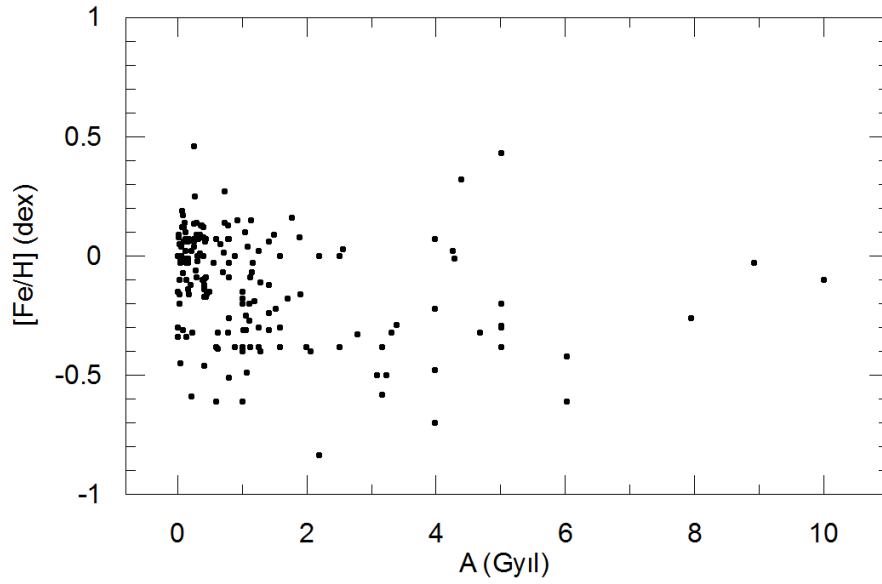
Şekil 5.4’de Dias kataloğundaki bollukları mevcut 178 açık yıldız kümesinin $[\text{Fe}/\text{H}]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisi verilmiştir. Dias kataloğundaki Güneş merkezli uzaklıklardan itibaren Galaksi merkezinden R_{GC} (kpc) uzaklıkların hesaplanmasında, $R_0 = 7.2$ kpc (Bica 2006) olarak kabul edilmiştir.

Şekil 5.4’deki tüm veriler için, $d[\text{Fe}/\text{H}] = -0.05 \pm 0.005$ dex/kpc büyüklüğünde radyal bolluk gradyenti ölçülmüştür. Bu gradyent için korelasyon katsayısı ve dispersiyon sırasıyla, $K.K = -0.55$ ve $s = 0.19$ ’dur. Bu gradyent değeri, Salaris ve diğ.’ne (2004) ait $7 < R_{\text{GC}} < 19$ kpc aralığındaki -0.055 ± 0.019 dex/kpc gradyent değeri ile uyumludur. Şekil 5.4’de, Lepine ve diğ. (2011) çalışmasına ait Şekil 3 ve 4’de gözlenen $R_{\text{GC}} \sim 8.5$ kpc’de bir boşluk, $R_{\text{GC}} = [8, 8.5]$ aralığında sezilebilir. $R_{\text{GC}} > 8.5$ kpc’de daha yassı

(düz) bir metal bolluğu gradyenti görülmektedir. $R_{GC} \leq 8.5$ kpc’de, özellikle $[Fe/H] < -0.30$ ve $[Fe/H] > +0.20$ bolluk aralığındaki açık yıldız kümeleri metal bolluğu gradyentinin değerini etkilemektedir. Tablo 5.1’de Dias kataloğunda bu bolluk aralığındaki kümeler verilmiştir. Tablo 5.1 ve Şekil 5.5’den de görüleceği gibi, metalce fakir genç yaşta ve metalce zengin yaşlı açık kümeler $R_{GC} \leq 8.5$ kpc’de metal bolluğu gradyentinin eğimini etkilemektedir.

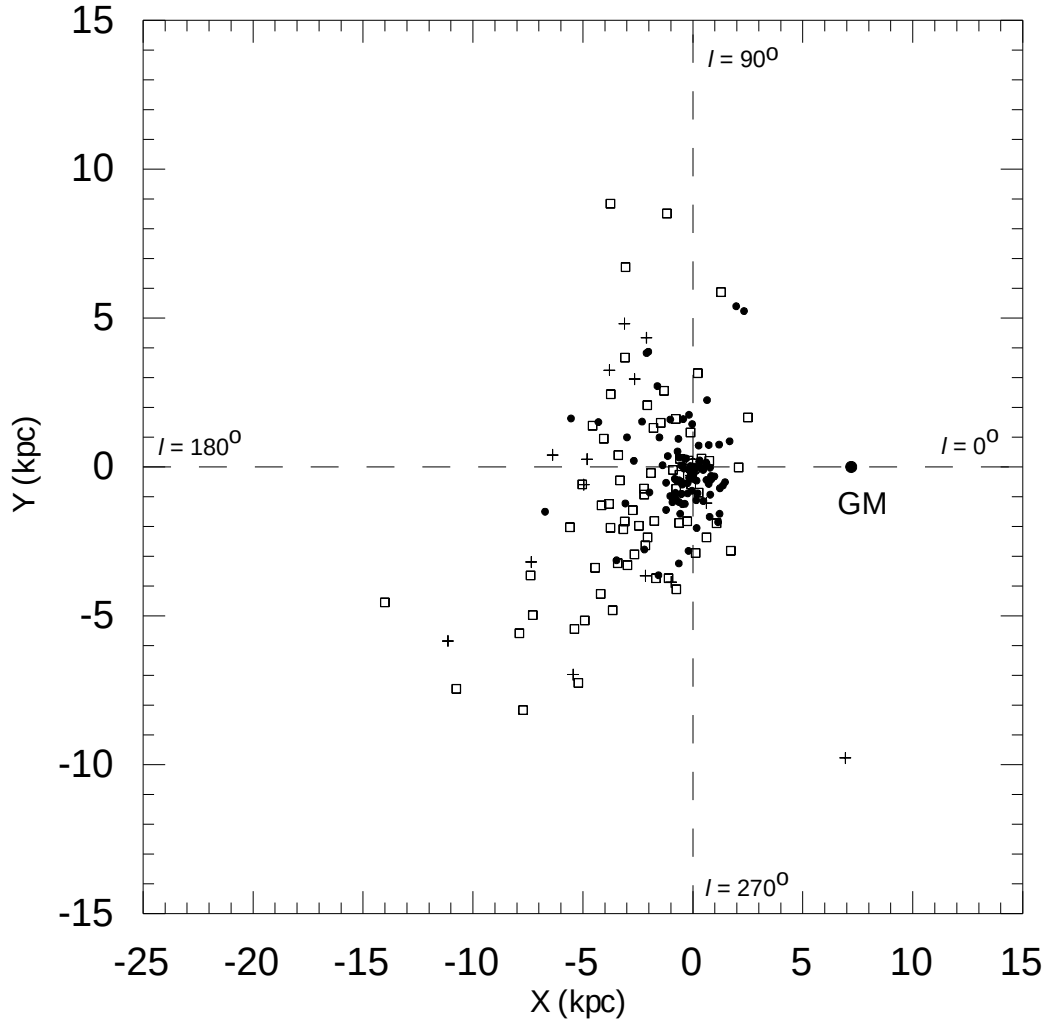
Tablo 5.1: Şekil 5.5’de $R_{GC} \leq 8.5$ kpc’de Dias kataloğundaki metalce fakir ve zengin kümeler.

Küme	[Fe/H] (dex)	Yaş (Gyıl)	R_{GC} (kpc)
NGC 2343	-0.30	0.01	7.99
NGC 2451B	-0.45	0.04	7.30
IC 2581	-0.34	0.01	7.00
Ruprecht 97	-0.59	0.22	6.70
NGC 6451	-0.34	0.14	5.12
NGC 6716	-0.31	0.09	6.45
NGC 6253	0.43	5.01	5.87
NGC 6791	0.32	4.40	7.52



Şekil 5.5: Dias kataloğundaki 178 açık yıldız kümesinin yaş-metal bolluğu ilişkisi.

Dias kataloğundaki 178 açık yıldız kümesinin yaş-metal bolluğu ilişkisi Şekil 5.5’de verilmiştir. Şekil 5.5’den de görüleceği gibi, yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki görülmemektedir. Metalce zengin yaşlı ve ve metalce fakir genç açık yıldız kümelerinin varlığı yaş ile metal bolluğu arasındaki ilişkiyi bozmaktadır.



Şekil 5.6: Dias kataloğundaki metal bolluğu mevcut 178 Galaktik açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde dağılımı.

Şekil 5.6’da, Dias kataloğundaki metal bolluğu mevcut 178 Galaktik açık yıldız kümesinin X, Y düzleminde dağılımı görülmektedir. Galaksi merkezi $[+7.2 \text{ kpc}, 0]$ ’de konumlandırılmıştır. Güneş ise $[0, 0]$ ’da yer almaktadır. Şekil 5.6’da içi dolu daireler $[\text{Fe}/\text{H}] = [+0.46, -0.10]$, içi boş kareler $[\text{Fe}/\text{H}] = [-0.10, -0.40]$, + sembolü ise $[\text{Fe}/\text{H}] = [-0.40, -0.84]$ bolluk aralığını göstermektedir. Şekil 5.5’de ilk çeyrekte, + sembolüne sahip metalce fakir kümeler gözlenmemiştir. İçi dolu daireler ile içi boş kare sembollerine sahip bolluk değerlerindeki açık yıldız kümeleri dört çeyrekte de yer almaktadır. III. çeyrekte metalce fakir açık yıldız kümelerinin daha büyük X değerlerinde dış diskte yer aldıkları görülmektedir.

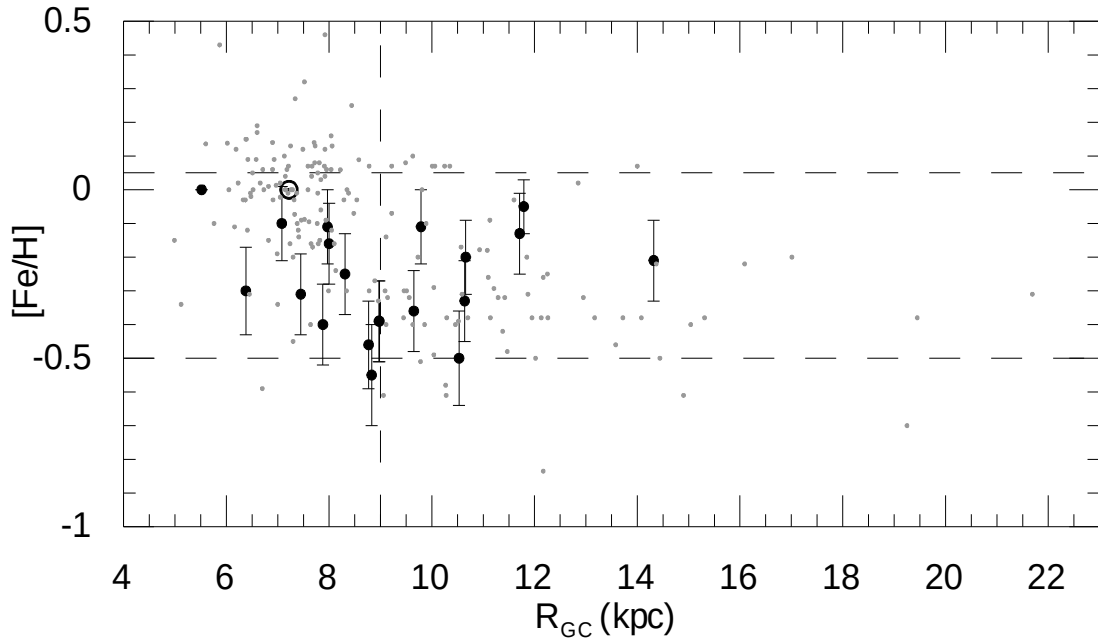
5.2. METAL BOLLUĞU GRADİYENTİ VE YAŞ-METAL BOLLUĞU İLİŞKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: CCD UBVRI FOTOMETRİSİYLE BİR BAKIŞ

Bu tez çalışmasında analizi yapılan 20 kümeye ait $E(B-V)$ renk artışı, metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z), uzaklık modülü $(V-M_V)_0$, uzaklık d (kpc), yaş ($\log A$, A) ($A/yıl$, $Gyıl$), Galaksi merkezinden uzaklık R_{GC} (kpc), WEBDA'ya ait Galaktik koordinatlar (l , b) ile birlikte Tablo 5.2'de verilmiştir. Tablo 5.2'de metal ve ağır element bolluğu Hyades anakolundan belirlenmiştir. $E(B-V)$ renk artışı tayininde de SK82 anakolu kullanılmıştır.

Tablo 5.2: 20 kümeye ait $E(B-V)$ renk artışı, metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z), $(V-M_V)_0$ uzaklık modülü ve d (kpc) uzaklık, ($\log A$, A) ($A/yıl$, $Gyıl$) yaşa ait ortalama değerler ile R_{GC} (kpc) Galaksi merkezinden uzaklık değerleri

Küme	$l(^{\circ})$	$b(^{\circ})$	$E(B-V)$	$[Fe/H]$	Z	$(V-M_V)_0$	$d(kpc)$	$\log(A)$	$A(Gyıl)$	$R_{GC}(kpc)$
NGC 6694	23.879	-2.914	0.62±0.06	0.00	0.019	11.39±0.04	1.90±0.04	7.98±0.02	0.09±0.005	5.52
NGC 6802a	55.326	0.916	0.80±0.07	-0.30±0.13	0.009±0.003	11.19±0.05	1.73±0.04	9.05±0.03	1.12±0.08	6.38
NGC 6866	79.560	6.839	0.06±0.05	-0.10±0.11	0.015±0.003	10.61±0.02	1.32±0.01	8.89±0.02	0.75±0.04	7.08
NGC 7062	89.959	-2.748	0.43±0.08	-0.31±0.12	0.010±0.003	11.40±0.02	1.91±0.02	8.84±0.02	0.71±0.04	7.45
Ki 05	143.776	-4.287	0.76±0.08	-0.46±0.13	0.006±0.002	11.36±0.05	1.87±0.04	9.10±0.05	1.26±0.16	8.77
NGC 436	126.111	-3.909	0.40±0.07	-0.55±0.15	0.005±0.002	11.90±0.05	2.40±0.05	8.26±0.07	0.18±0.03	8.83
NGC 1798	160.703	4.850	0.47±0.07	-0.50±0.14	0.006±0.002	12.70±0.04	3.47±0.06	9.25±0.03	1.78±0.22	10.53
NGC 1857	168.405	1.259	0.47±0.08	-0.36±0.12	0.008±0.002	11.98±0.04	2.49±0.05	8.51±0.05	0.32±0.04	9.65
NGC 7142	105.347	9.485	0.35±0.08	-0.16±0.12	0.013±0.004	11.60±0.05	2.10±0.05	9.55±0.06	3.55±0.57	8.00
Be 73	215.278	-9.424	0.28±0.06	-0.21±0.12	0.012±0.003	14.50±0.03	7.93±0.11	9.15±0.02	1.41±0.08	14.32
Haf 04	227.940	-3.586	0.47±0.09	-0.33±0.12	0.009±0.002	13.22±0.05	4.39±0.10	8.63±0.04	0.42±0.05	10.64
NGC 2215	215.993	-10.102	0.23±0.07	-0.40±0.12	0.008±0.002	9.60±0.03	0.83±0.01	8.81±0.03	0.64±0.05	7.88
Rup 01	223.990	-9.690	0.17±0.06	-0.25±0.12	0.011±0.003	10.85±0.04	1.48±0.03	8.68±0.03	0.48±0.04	8.31
Be 35	212.600	5.351	0.11±0.07	-0.13±0.12	0.014±0.004	13.50±0.04	5.01±0.04	8.95±0.03	0.89±0.06	11.73
Be 37	217.230	5.935	0.05±0.05	-0.05±0.08	0.017±0.003	13.60±0.02	5.25±0.06	8.80±0.02	0.63±0.06	11.81
Haf 08	227.533	1.345	0.32±0.07	-0.39±0.12	0.008±0.002	11.80±0.04	2.38±0.04	8.75±0.05	0.56±0.07	9.00
Ki 23	215.529	7.202	0.03±0.02	-0.11±0.11	0.015±0.004	12.40±0.02	3.02±0.03	9.25±0.02	1.78±0.07	9.81
NGC 2186	203.545	-6.193	0.26±0.07	-0.39±0.12	0.008±0.002	11.40±0.03	1.91±0.03	8.51±0.05	0.32±0.04	8.99
NGC 2304	197.207	8.897	0.03±0.03	-0.20±0.11	0.012±0.003	12.79±0.02	3.61±0.03	8.97±0.02	0.93±0.03	10.68
NGC 2360	229.807	-1.426	0.09±0.06	-0.11±0.11	0.015±0.004	10.25±0.02	1.12±0.01	9.05±0.02	1.12±0.07	7.99

Tablo 5.2’de verilen 20 açık yıldız kümesine ait $[\text{Fe}/\text{H}]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisi Şekil 5.7’de gösterilmiştir. İçi dolu daire sembolleri Hyades anakolundan belirlenen metal bolluklarını göstermektedir. O sembolü $(R_{\text{GC}}, [\text{Fe}/\text{H}]) = (7.2 \text{ kpc}, 0)$ değerleri ile Güneş’i göstermektedir. Şekil 5.7’deki gri daireler, Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğuna ait 178 açık yıldız kümesinin verilerini göstermektedir. Şekil 5.7’deki 178 açık yıldız kümesinin Galaksi merkezinden R_{GC} değerleri, $R_0=7.2 \text{ kpc}$ (Bica ve diğ., 2006) uzaklığı için, Dias kataloğundaki helyosentrik uzaklıklardan hesaplanmıştır.



Şekil 5.7: 20 açık yıldız kümesinin $[\text{Fe}/\text{H}]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisi (içi dolu daireler)

Yatay kesikli çizgiler Friel ve diğ.’ne (2002) ait $A = [1, 8]$ Gyıl aralığındaki yaşlı açık yıldız kümelerin $[\text{Fe}/\text{H}] = [+0.05, -0.50]$ bolluk aralığını göstermektedir. Friel ve diğ.’ne (2002) ait $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.50$ değerinden daha fakir kümeler olup, Yong ve diğ. (2005) Be 31 kümesinin tayfsal metal bolluğunu $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.57 \pm 0.23 \text{ dex}$ olarak vermektedir. Bölüm 5.1’deki Şekil 5.3’de verilen Dias kataloğundaki kümelerin metal bolluğu $-0.84 \leq [\text{Fe}/\text{H}] \leq +0.46 \text{ dex}$ aralığındadır. 20 küme içinde NGC 436 kümesinin fotometrik metal bolluğu $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.55 \pm 0.15 \text{ dex}$ ’dir.

Metal bolluğu gradiyentinin araştırılması Şekil 5.7’deki $[\text{Fe}/\text{H}]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisinden yapılmıştır. 20 kümenin $[\text{Fe}/\text{H}]$, R_{GC} (kpc) ilişkisi Dias ve diğ. (2002, 2010) çalışmalarına ait veriler (gri daireler) ile karşılaştırıldığında, Şekil 5.7’de $R_{\text{GC}} = 9$

kpc’de bir boşluk veya süreksizlik dikkati çekmektedir. Bu süreksizlik değerinden $R_{GC} > 9$ kpc uzaklıkta gradiyentte bir yassılaşıma görülmüştür. $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisinde böyle bir süreksizlik, Bölüm 2.3.3’deki Tablo 2.5’de verilen literatüre ait açık yıldız kümeleri için verilen $R_{GC} \sim 8-12$ kpc, Sefeitler için verilen $R_{GC} \sim 6-11$ kpc aralıklarına düşmektedir. $R_{GC} = 9$ kpc’de oluşan bu süreksizlik değeri, Tablo 2.5’den görüleceği gibi, Lepine ve diğ.’ne (2011) ait $R_0 = 7.5$ kpc için $R_{GC} = 8.5$ kpc ve $R_0 = 8.5$ kpc için $R_{GC} = 9.5$ kpc değerleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte bu süreksizlik değeri, küme örneğinin sayısı ve R_{GC} hesabında kabul edilen R_0 uzaklığından etkilenmektedir. Bunun için ayrıntılı bulgu Bölüm 5.3’de sunulmuştur. İlave olarak, Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundaki $[Fe/H]$ verileri homojen olmayıp farklı yöntemler ile tespit edildiğinden, farklı kaynaklar arasında olası sistematik hataları içermekte ve $[Fe/H] - R_{GC}$ (kpc) ilişkisinden elde edilen metal bolluğu gradiyenti yorumlamayı zorlaştırmaktadır.

20 küme için $5.5 < R_{GC} < 14.3$ kpc aralığında $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisinden elde edilen bağıntı Tablo 5.3’de üçüncü satırda verilmiştir. Tablo 5.3’de, K.K korelasyon katsayısı ve s standart sapma değerleri sırasıyla, beşinci ve altıncı sütunda verilmiştir. Son sütundaki N, küme sayısını göstermektedir. Görüleceği gibi bu aralıkta $[Fe/H]$ ile R_{GC} (kpc) arasında bir korelasyon yoktur.

Tablo 5.3: $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisinden elde edilen $[Fe/H] = a R_{GC} + b$ denklemi için a ve b katsayıları, metal bolluğu gradiyenti değerleri. K.K (R^2), s, N sırasıyla, korelasyon katsayısı, standart sapma ve veri sayısını göstermektedir.

R_{GC} (kpc)	a	b	$d[Fe/H]/R_{GC}$ (dex/kpc)	K.K	s	N
≤ 9	-0.107 ± 0.034	0.552 ± 0.272	-0.11 ± 0.03	-0.70	0.12	12
> 9	$+0.030 \pm 0.039$	-0.568 ± 0.437	$+0.03 \pm 0.04$	+0.30	0.15	8
[5.52 – 14.32]	-0.002 ± 0.018	-0.250 ± 0.168	0.00	-0.02	0.16	20

$R_{GC} \leq 9$ kpc aralığı için, $[Fe/H]-R_{GC}$ (kpc) ilişkisinden elde edilen denkleme ait istatistiki bilgi Tablo 5.3’de birinci satırda verilmiştir. $R_{GC} \leq 9$ kpc için, $d[Fe/H]/dR_{GC} = -0.11$ dex/kpc büyüklüğünde negatif bir gradiyent elde edilmiştir.

Negatif bir metal bolluğu gradiyenti Tablo 2.2’de verilen literatüre ait sonuçlardan Twarog ve diğ.’ne (1997) ait $R_{GC} \leq 10$ kpc’deki -0.028 dex/kpc değerinden daha dik

iken, Tadross'a (2003) ait $R_{GC} \leq 8$ kpc'deki -0.14 dex/kpc ve Magrini ve diğ.'ne (2010) ait $R_{GC} \leq 8$ kpc'deki -0.137 ± 0.034 dex/kpc değerleri ile uyum içindedir. Diğer literatür değerleri ile daha fazla karşılaştırma için Bölüm 2.3.1'deki Tablo 2.2'ye bakılabilir. Bununla birlikte, metal bolluğu gradiyent değerinin Tablo 2.2 ile karşılaştırılmasında R_{GC} aralığı göz önünde bulundurulmalıdır.

$[Fe/H] - R_{GC}$ (kpc) ilişkisinde elde edilen $R_{GC} > 9$ kpc uzaklığı için, Tablo 5.3'de 2. satırda pozitif veya düz küçük bir gradiyent gözlenmiştir. $R_{GC} > 9$ kpc uzaklıktaki, düz metal bolluğu gradiyent değeri, Tablo 2.3'deki Magrini ve diğ.'ne (2010) ait $R_{GC} > 8$ kpc'deki -0.033 dex/kpc, Magrini ve diğ.'ne (2009) ait $R_{GC} = 12-22$ kpc'deki $+0.005$ ve -0.001 dex/kpc, Carraro ve diğ.'ne (2007) ait $R_{GC} = 12-22$ 'deki -0.018 dex/kpc değeriyle uyumludur.

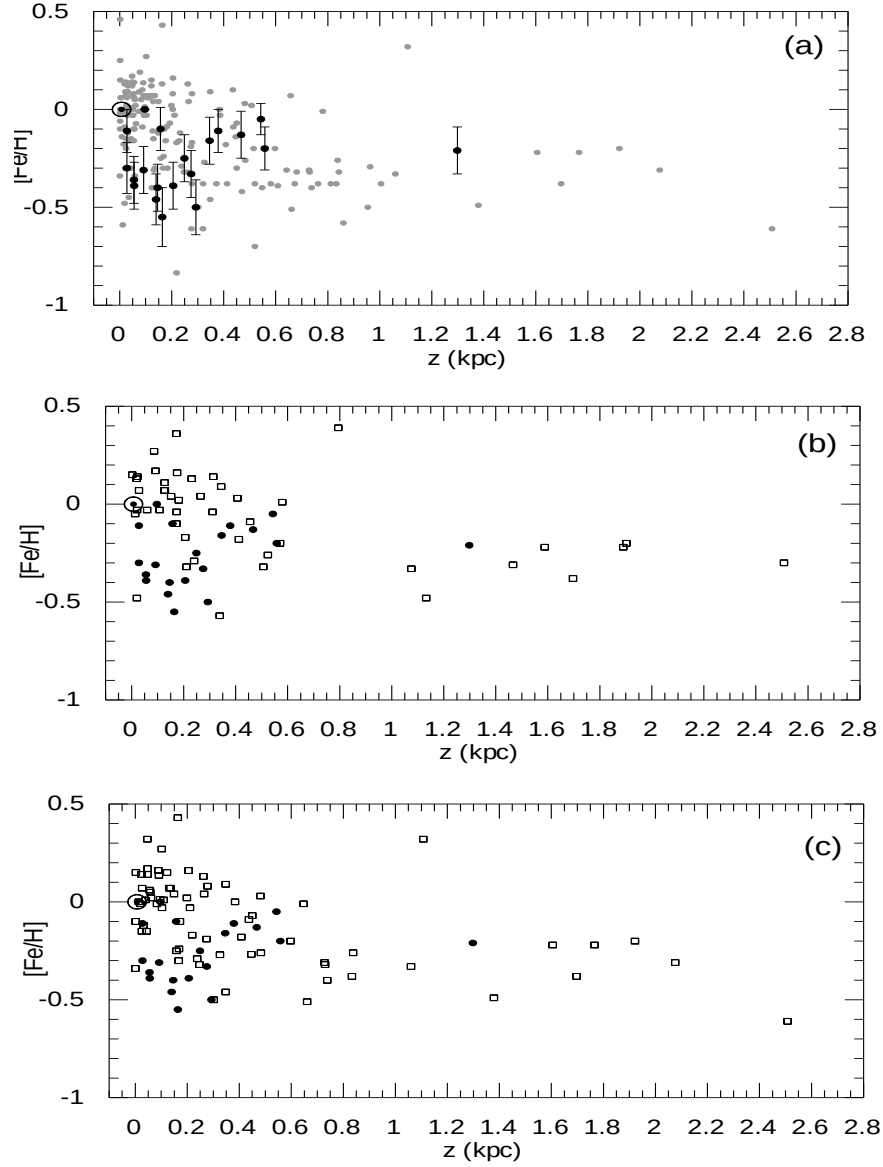
Şekil 5.7'deki gri daireler ile temsil edilen Dias kataloğundaki verilerden tüm R_{GC} aralığında $[Fe/H] = -0.05 \pm 0.005$ dex/kpc büyüklüğünde negatif radyal bolluk gradiyenti ölçülmüştür (Bakınız Bölüm 5.1 Şekil 5.4). Bu gradiyent için korelasyon katsayısı ve dispersiyon sırasıyla, $K.K = -0.55$ ve $s = 0.19$ 'dur. Bu bolluk gradiyent değeri, Salaris ve diğ.'ne (2004) ait $7 < R_{GC} < 19$ kpc aralığındaki -0.055 ± 0.019 dex/kpc gradiyent değeri ile uyumludur. Dias kataloğundaki veriler için Şekil 5.4'de boşluk $R_{GC} = [8, 8.5]$ aralığında görülebilir. Bölüm 5.1'deki Şekil 5.5 ve Tablo 5.1'de görüleceği gibi, $R_{GC} \leq 8.5$ kpc'de, özellikle $[Fe/H] < -0.30$ ve $[Fe/H] > +0.20$ dex bolluk aralığındaki Dias kataloğunda metalce fakir genç yaşta ve metalce zengin yaşlı açık kümeler $R_{GC} \leq 8.5$ kpc'de metal bolluğu gradiyentinin eğimini etkilemektedir. Bu durum 20 kümeye ait Şekil 5.7'de mevcuttur.

Bu tez çalışmasına ait $R_{GC} > 9$ kpc uzaklıkta yassı gradiyent, Lepine ve diğ. (2011) tarafından $R_{GC} > 8.5$ kpc uzaklığında görülen yassı gradiyent ile uyumludur. Görüleceği gibi, bu kesiklilik değerinden büyük uzaklıklarda dış Galaksi diskinde bolluk gradiyentleri yassılaşmaktadır. Böyle bir yassılaşma, Chiappini ve diğ. (2001), Hou ve diğ. (2000), Molla ve diğ.'ne (1997) ait modellerde de açıklandığı gibi galaksilerarası gazın yığılması veya Galaksimizin geçmiş tarihindeki birleşmelerin işareti olabilir.

Tablo 5.3’de, 20 küme örneğinden elde edilen gradientlerin büyüklüğü, hem seçim etkisi hem de az sayıda küme örneğine dayandığından yanlılık içermektedir. Çünkü 20 küme örneği içerisindeki metalce zengin ve de nispeten yaşlı küme sayısı, gradientlerin büyüklüğü konusunda bir fikir yürütmek için yeterli değildir.

Lepine ve diğ. (2011), farklı yöntemler ile tespit edilen kümelerine ait $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisinde $R_{GC} = 8.5$ kpc’de bir boşluğu, Amores ve diğ. (2009) tarafından keşfedilen gazdan ibaret Cassini benzeri halka şekilli bir bölge olarak tarif etmektedir. Leping ve diğ.’ne (2011) göre, açık yıldız kümelerinin dağılımında yıldız oluşumu, bu gaz boşluğu bölgesinde engellenmektedir. Leping ve diğ.’ne (2011) göre, $[Fe/H]$ ’da 0.3 dex’lik bir fazlalık, gaz boşluğunun bir engel oluşturmasıyla meydana gelebilir ve bu gazdan ibaret bu boşluk $R_{GC} = 8.5$ kpc’lik değerin her iki tarafına gazın iletimini engelleyebilir. Bir başka ifade ile bu boşluğun her iki tarafında metal bolluğunun evrimi birbirinden bağımsız olarak devam etmiştir. Bununla birlikte, Leping ve diğ. (2011) tarafından verilen $[Fe/H]$ değerinde 0.30 dex’lik bir fazlalık seçim etkisinden dolayı bu tez çalışmasına ait Şekil 5.7’de görülmemiştir.

$R_{GC} \leq 9$ kpc aralığında, $d[Fe/H]/dR_{GC} = -0.11$ dex/kpc büyüklüğünde negatif bolluk gradient değeri Tablo 2.2’de Sefitler, gezegenimsi bulutsu ve HII bölgeleri gibi diğer gök cisimlerden tespit edilen değerlere göre daha diktir. Bununla birlikte, tez çalışmasına ait bolluk gradient değeri, R_{GC} uzaklığına göre analizler yapan Pedicelli ve diğ.’ne (2009) ait $R_{GC} \leq 8$ kpc’deki -0.13 dex/kpc değeri ile uyumlu iken, Luck ve Lambert’e (2011) ait $6.6 < R_{GC} < 10.6$ kpc’deki -0.042 değerinden diktir.



Şekil 5.8: 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]$ – z (kpc) ilişkisinin, Dias ve diğ. (2002, 2010), Magrini ve diğ. (2009), Lepine ve diğ.’ne (2011) ait veri setiyle karşılaştırılması

Şekil 5.8(a)-(c)’de 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]$ – z (kpc) ilişkisinin, Dias ve diğ. (2002, 2010), Magrini ve diğ. (2009), Lepine ve diğ.’ne (2011)’ne ait veri seti ile karşılaştırılması gösterilmiştir. Burada, içi dolu daire sembolleri Hyades anakolundan belirlenen metal bolluklarını, $\odot$ sembolü ($z_{\odot}$, $[Fe/H]$)= (14.8 pc, 0) değerleri ile Güneş’i göstermektedir. Panel (a), Dias ve diğ. (2002, 2010) ile karşılaştırılmasını göstermektedir. Panel (b) de Magrini ve diğ. (2009) ile, Panel (c)’de ise Lepine ve diğ. (2011) ile karşılaştırılması gösterilmiştir. Panel (b) ve (c)’deki içi boş kareler tayfsal bollukları göstermektedir. Güneş’in, Galaksi düzleminde yüksekliği $z_{\odot} = 14.8 \pm 2.4$ pc olarak alınmıştır (Bonatto ve diğ. 2006).

Tablo 5.4: Şekil 5.8(a)-(c)'deki $[\text{Fe}/\text{H}]$ - z (kpc) ilişkisinde 20 küme örneği için, Magrini ve diğ. (2009), Lepine ve diğ. (2011) ve Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundaki küme verilerinden elde edilen bolluk gradiyent değerleri. N küme sayısını, K.K.(R^2) ve s ise sırasıyla, korelasyon katsayısı ve standart sapmayı göstermektedir. z aralığı son sütunda verilmiştir.

Veri seti	$d[\text{Fe}/\text{H}]/dR$ (dex/kpc)	N	K.K.	s	z (kpc) aralığı
Tez (2012)	$+0.129 \pm 0.123$	20	+0.26	0.16	$0.03 \leq z \leq 1.30$
Magrini ve diğ. (2010)	-0.169 ± 0.050	45	-0.46	0.20	$0.003 \leq z \leq 2.51$
Lepine ve diğ. (2011)	-0.206 ± 0.041	71	-0.51	0.19	$0.001 \leq z \leq 2.51$
Dias ve diğ. (2002, 2010)	-0.230 ± 0.038	178	-0.42	0.21	$0.003 \leq z \leq 2.51$

Tablo 5.4'de Şekil 5.8(a)-(c)'deki $[\text{Fe}/\text{H}]$ - z (kpc) ilişkisinde 20 küme örneği için, Magrini ve diğ. (2009), Lepine ve diğ. (2011) ve Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundaki küme verilerinden elde edilen bolluk gradiyent değerlerinin karşılaştırılması görülmektedir. Burada N küme sayısı, K.K.(R^2) ve s ise sırasıyla, korelasyon katsayısı ve standart sapmadır. z aralığı son sütunda verilmiştir. 20 küme örneği için elde edilen $+0.129 \pm 0.123$ dex/kpc pozitif gradiyent değeri Tablo 5.4'deki Magrini ve diğ. (2009), Lepine ve diğ. (2011) ve Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundan elde edilen değerler ile uyumlu değildir. Bunun nedeni, bu tez çalışmasındaki küme örneğinin istatistiksel olarak küçük olmasıdır. Metalce zengin kümeleri yeteri kadar içermediği gibi nispeten yaşlı kümeleri de az sayıda içermektedir. Bu bakımdan 20 küme örneğinden elde edilen $+0.129 \pm 0.123$ dex/kpc pozitif gradiyent değerinin yanlışlık içermesinden dolayı bilimsel bir önemi yoktur. Ayrıca hemen hemen aynı z (kpc) değerindeki $[\text{Fe}/\text{H}]$ 'de gözlenen saçılma, bolluk ile z (kpc) uzaklığı arasındaki ilişkiyi etkilemektedir.

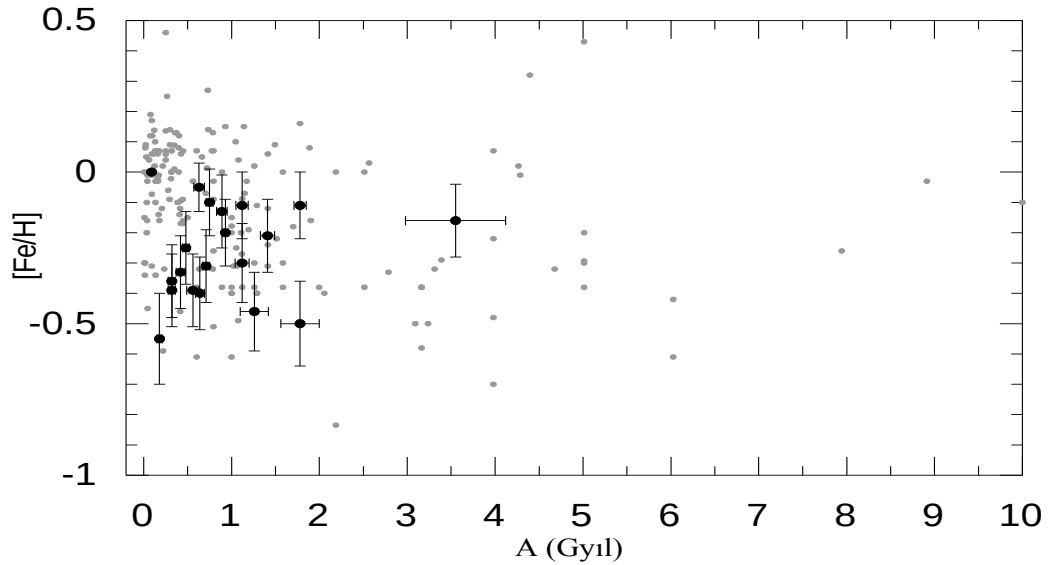
Şekil 5.8(a)-(c)'den görüleceği gibi, 20 küme örneğine ait $[\text{Fe}/\text{H}]$ bolluğu $z \leq 0.3$ kpc uzaklığa kadar azalma göstermekte ve $z > 0.3$ kpc uzaklıkta metal bolluğu artan z ile yassılaşmaktadır. Metal bolluğunun z ile yassılaşması, Magrini ve diğ. (2009), Lepine ve diğ. (2011) ve Dias ve diğ. (2002, 2010) ait verilerde $z > 0.4$ kpc uzaklıklarında etkili olmaktadır.

Tablo 5.5: Literatüre ait dikey doğrultudaki metal bolluğu gradiyent değerleri

$d[Fe/H] / dz$ (dex /kpc)	Kaynak	N (küme sayısı)
-0.25 ± 0.05	Chen ve diğ. (2003)	Dias ve diğ. (2002) kataloğundaki 118 küme
-0.25	Carraro ve diğ. (1998)	Carraro ve Chiosi (1994) kataloğundaki 37 küme
-0.34	Piatti ve diğ. (1995)	63 küme, dev yıldızların DDO fotometrik bolluklar

Bununla birlikte, Tablo 5.4'deki Magrini ve diğ. (2009), Lepine ve diğ. (2011) ve Dias ve diğ. 'ne (2002, 2010) ait veri setlerinden elde edilen bolluk gradiyentleri birbirleri ile hata sınırları içerisinde uyumludur. Bu negatif gradiyent değerlerinin Tablo 5.5'de verilen literatüre ait değerlerden daha az dik olduğu görülmektedir. Yazarlar arasındaki bu farklılıkların olası nedenleri, küme örneğinin boyutu, metalce zengin ve fakir kümeler ile yaşlı ve genç kümelerin örnekte yeterince bulunmayışı, farklı bolluk tespitleri ve ölçekleri, fotometrik ve tayfsal bolluklara ait tipik hatalar, daha uzaktaki kümelerin örnekte eksik olmasından ileri gelmektedir.

Bununla birlikte, yüksek çözünürlüklü tayfsal verilerin kullanılması ve güncellenmiş Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğu dikey doğrultudaki bolluk gradiyentinin büyüklüğünü -0.17 ile -0.23 dex/kpc arasında vermektedir.



Şekil 5.9: 20 açık yıldız kümesine ait yaş-metal bolluğu bağıntısı.

20 açık yıldız kümesinin yaş-metal bolluğu ilişkisi Şekil 5.9'da verilmiştir. Gri daireler Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloguna ait 178 küme verisini göstermektedir. Kümelerin yaş aralığı $A = [0.09, 3.55]$ Gyl, metal bolluğu aralığı ise $[Fe/H] = [0, -0.55]$ dex'dir. Şekil 5.9'dan yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki (5.1) nolu denklemde verilmiştir.

$$A = +0.029 \pm 0.047 [Fe/H] - 0.293 \pm 0.057 \quad (5.1)$$

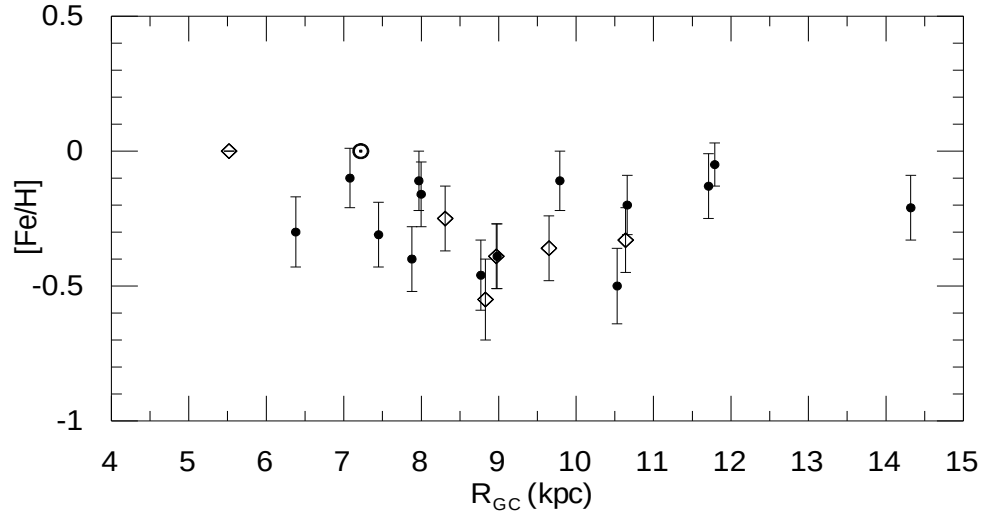
$$K.K = +0.14, s = 0.16$$

(5.1) nolu denklemdeki korelasyon katsayısından da görüleceği gibi, Şekil 5.9'da 20 kümenin yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Şekil 5.9'daki gri daireler Dias kataloğundaki 178 kümenin yaş ve metal bollukları olup, Bölüm 5.1'deki Şekil 5.5'den de görüleceği gibi yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki yoktur. Bölüm 5.1'deki Tablo 5.1'den de görüleceği gibi, $R_{GC} \leq 8.5$ kpc aralığındaki metalce fakir ve zengin kümeler saçılmaya neden olmakta ve küme yaşıyla metal bolluğu arasındaki ilişkiyi bozmaktadır.

Carraro ve diğ. (1998), Chen ve diğ. (2003), Salaris ve diğ. (2004) açık yıldız kümelerinden yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki bulamadılar. Bununla birlikte daha yaşlı kümelerin örneğimizde eksik olduğunu belirtmekte fayda vardır. Şekil 5.9'dan görüleceği gibi, benzer yaş aralığında $[Fe/H] = -0.10$ ve $[Fe/H] = -0.40$ dex metal bolluğunda kümeler olabilmektedir. Şekil 5.9'da yaş-metal bolluğu ilişkisinde 0.30 dex mertebesindeki saçılma, Feltzing ve diğ. (2001) tarafından Hipparcos kataloğundaki 5828 cüce ve altcüce yıldızdan ibaret Güneş civarındaki alan yıldızları için oluşturulan yaş-metal bolluğu ilişkisinde de bulunmuştur. Bu saçılmanın olası nedenleri Galaktik diskte homojen olmayan kimyasal zenginleşme (Haywood 2008), yıldızların veya kümelerin yörüngesel difüzyonu ile olan radyal göç veya radyal karışım (Schönrich ve Binney 2009) süreçleridir.

Şekil 5.10'da yaşın fonksiyonu olarak $[Fe/H]$ - R_{GC} (kpc) ilişkisi verilmiştir. İçi boş baklava sembolleri $A \leq 0.5$ Gyl, içi dolu daireler ise $A > 0.5$ Gyl olan kümeleri göstermektedir. Şekil 5.10'da $\odot$ sembolü, $(R_{GC}, [Fe/H]) = (7.2 \text{ kpc}, 0)$ değeriyle Güneş'i göstermektedir.

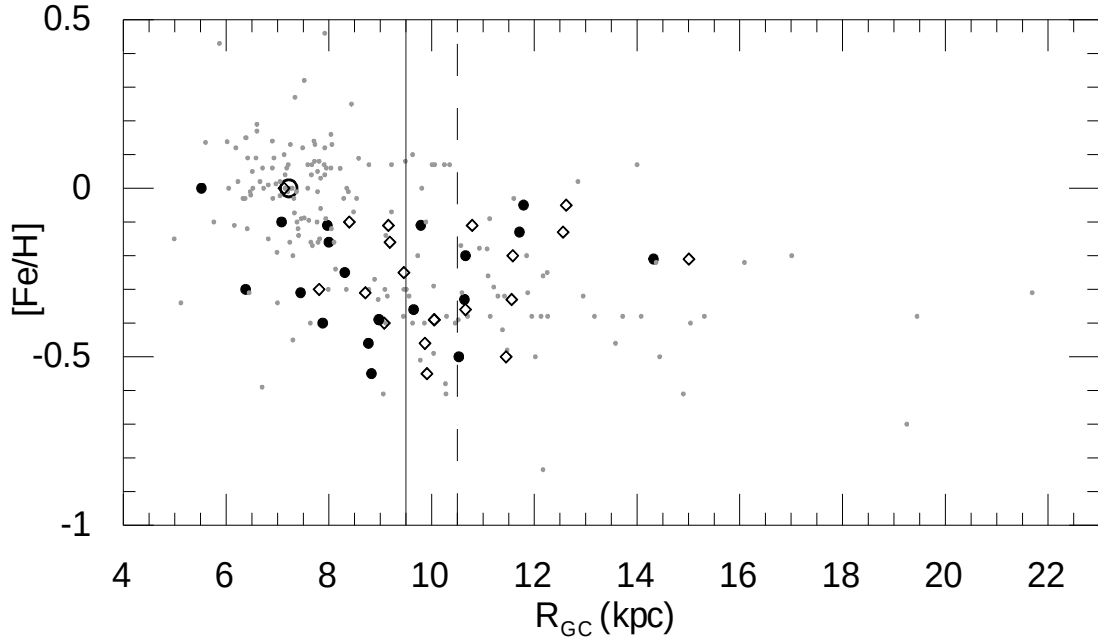


Şekil 5.10: Yaşın fonksiyonu olarak $[Fe/H]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisi.

Şekil 5.10’da, 0.5 Gyıl’dan daha yaşlı kümeler Güneş çemberi içerisinde ve dışında bulunabilmektedir. Bununla birlikte Güneş çemberi içerisinde metalce zengin $A \leq 0.5$ Gyıl yaş değerlerine sahip bir küme yer almaktadır. $R_{GC} > 9$ kpc süreksizlik değerinin ötesinde iki genç küme 0.32 Gyıl yaş değeri ile NGC 1857 ve 0.42 Gyıl yaş değeri ile Haf 04 dikkati çekmektedir. Şekil 5.10’daki $[Fe/H]$ - R_{GC} (kpc) ilişkisinin yaşın bir fonksiyonu olmadığı anlaşılmaktadır.

5.3. R_0 SABİTİNİN METAL BOLLUĞU GRADİYENTİNE ETKİSİ

Farklı R_0 uzaklık değerlerinin metal bolluğu gradiyentinin büyüklüğü üzerindeki etkisini araştırmak için, 20 açık kümenin Güneş merkezli uzaklıklarından itibaren, $R_0 = 8.5$ kpc (IAU, 1985) uzaklığı gözönünde bulundurularak, 20 kümenin Galaksi merkezinden R_{GC} (kpc) uzaklıkları hesaplanmıştır. $R_0 = 8.5$ kpc değeri için hesaplanan R_{GC} (kpc) uzaklıkları içi boş baklava sembolleri ile Şekil 5.11’de gösterilmiştir. Şekil 5.11’de içi dolu daireler ise $R_0 = 7.2$ kpc uzaklık değeri için $[Fe/H]$ ve R_{GC} değerlerini göstermektedir. Güneş-Galaksi merkezi arasındaki uzaklıklar için diğer literatür değerleri Bölüm 2.2’deki Tablo 2.1’de listelenmiştir.



Şekil 5.11: $R_0 = 8.5$ kpc ve $R_0 = 7.2$ kpc uzaklık değerleri için $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisi.

Şekil 5.11’den de görüldüğü gibi, $R_0 = 8.5$ kpc (IAU, 1985) uzaklık değeri, $R_0 = 7.2$ kpc (Bica ve diğ. 2006) değerine göre $\Delta R_0 = R_0(\text{IAU}) - R_0(\text{Bica ve diğ., 2006}) = 0.69\text{--}1.61$ kpc kadar daha büyük R_{GC} uzaklıkları vermektedir. $R_0 = 8.5$ kpc uzaklık değeri kullanıldığında, Şekil 5.11’deki $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisinde boşluk veya süreksizlik $R_{GC} = 10.5$ kpc değerinde oluşmaktadır. Lepine ve diğ. (2011), $R_0 = 8.5$ kpc değerini dikkate aldığına, süreksizliği $R_{GC} = 9.5$ kpc değerinde gözlemiştir. $R_{GC} \leq 10.5$ kpc ve $R_{GC} >$

10.5 kpc kesiklilik değeriinde ve tüm uzaklık aralığında elde edilen metal bolluğu gradientleri Tablo 5.6’da verilmiştir

Tablo 5.6: Üç farklı R_{GC} için metal bolluğu gradientleri.

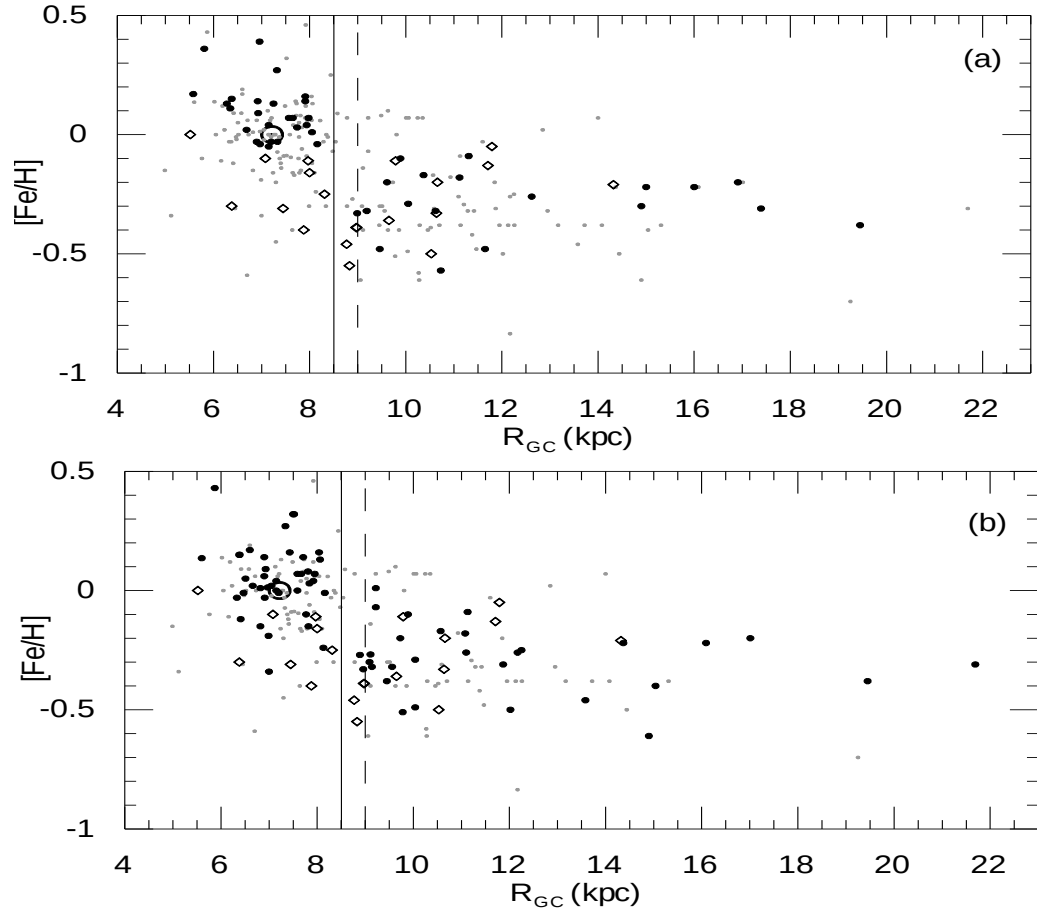
R_{GC} (kpc)	$d[Fe/H]/R_{GC}$ (dex/kpc)	K.K	s	N
≤ 10.5	-0.12 ± 0.04	-0.70	0.12	12
> 10.5	$+0.03 \pm 0.04$	+0.30	0.15	8
[7.13–15.01]	0.00	-0.01	0.16	20

Tablo 5.6’dan da görüleceği gibi, $R_0 = 8.5$ kpc ve $R_0 = 7.2$ kpc uzaklık değerleri için elde edilen bolluk gradientlerinin belirgin şekilde değişmediği görülmektedir. Farklı R_0 uzaklıklarının kullanılması $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisinde yatay eksende değişiklik göstermekte, dikey eksendeki $[Fe/H]$ değerleri aynı kaldığından etki sadece R_{GC} boşluk veya kesiklilik değeri üzerinde olmaktadır.

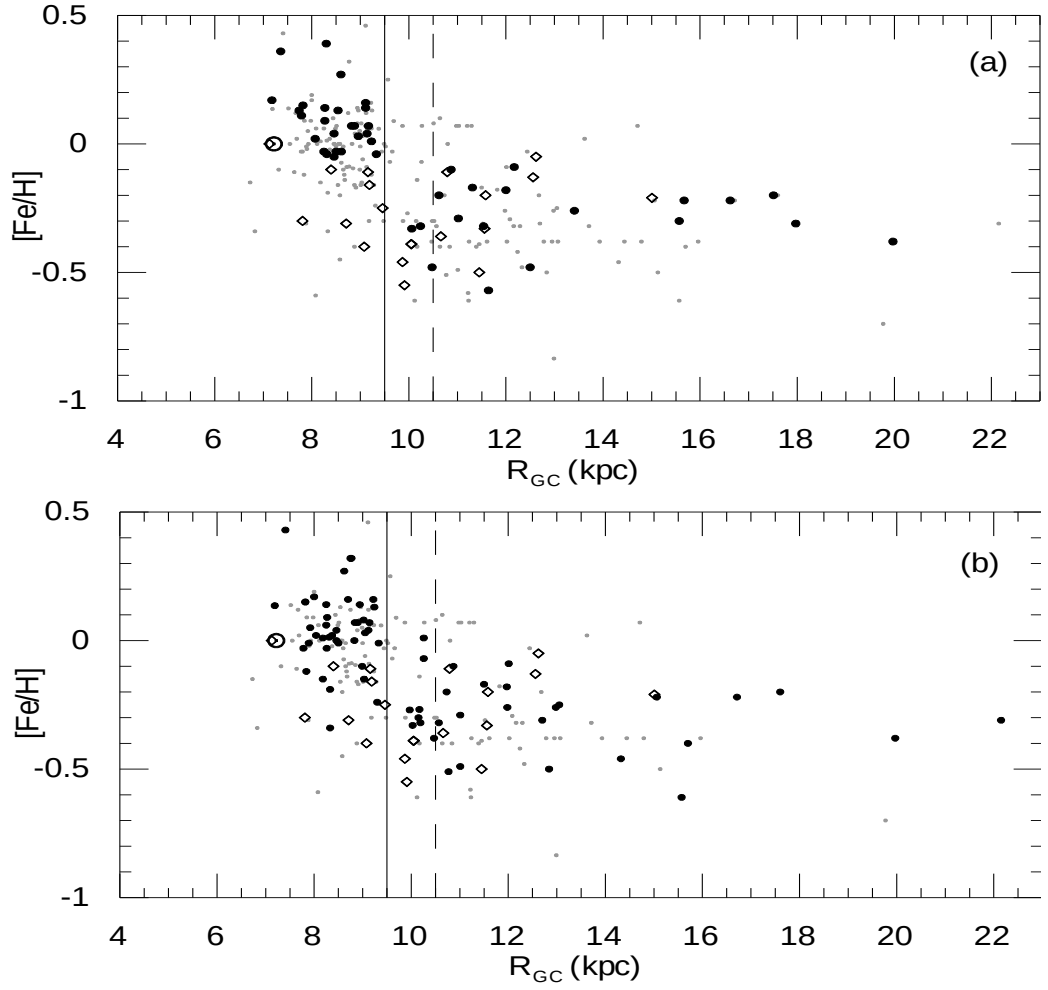
5.4. [Fe/H]- R_{GC} İLİŞKİSİNDE SEÇİM ETKİLERİ, YANLILIKLAR VE METAL BOLLUĞU GRADİYENTİNE ETKİLERİ

20 küme örneğinin [Fe/H]- R_{GC} ilişkisi, Magrini ve diğ.'ne (2009) ait katalogtaki 45 küme ve Lepine ve diğ.'ne (2011) ait katalogtaki 71 tayfsal bolluk verisi için $R_0 = 7.2$ kpc ve $R_0 = 8.5$ kpc uzaklık değerleri dikkate alınarak Şekil 5.12(a)-(b)-Şekil 5.13(a)-(b)'de karşılaştırılmıştır.

Karşılaştırma için Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundaki 178 kümenin [Fe/H] bollukları da gözönünde bulundurulmuştur. Şekil 5.12'de, Panel (a)'daki, içi dolu daireler $R_0 = 7.2$ kpc değeri için Magrini ve diğ. (2009)'ne ait 45 kümenin tayfsal bolluk verilerini göstermektedir. Panel (b)'deki, içi dolu daireler ise $R_0 = 7.2$ kpc için Lepine ve diğ.'ne (2011) ait 71 kümenin tayfsal bolluk verilerini göstermektedir. Gri daireler, Dias ve diğ.'ne kataloğundaki 178 kümeyi temsil etmektedir. Dikey sürekli çizgi $R_{GC} = 8.5$ kpc (Lepine ve diğ., 2011)'de, dikey kesikli çizgi ise $R_{GC} = 9$ kpc'de (tez çalışması) oluşan boşluğu veya süreksizliği göstermektedir



Şekil 5.12: $R_0 = 7.2$ kpc (Bica ve diğ. 2006) uzaklığı için 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisi.



Şekil 5.13: $R_0 = 8.5$ kpc (IAU, 1985) uzaklığı için 20 açık yıldız kümesinin $[Fe/H]$ – R_{GC} (kpc) ilişkisi. Diğer sembollerin anlamları Şeki 4.15 ile aynıdır. Dikey sürekli çizgi $R_{GC} = 9.5$ kpc (Lepine ve diğ. 2011) ve dikey kesikli çizgi ise $R_{GC} = 10.5$ kpc’de (tez) oluşan boşluğu veya süreksizliği göstermektedir.

Şekil 5.12–Şekil 5.13’den görüleceği gibi, tez çalışmasındaki küme örneği istatistiksel olarak azdır. Metalce zengin kümeleri yeteri kadar içermediği gibi nispeten yaşlı kümeleri de az sayıda içermektedir. Magrini ve diğ. (2009) ve Lepine ve diğ.’ne (2011) ait katalogdaki metal bollukları yüksek çözünürlüklü tayfsal verilere dayanmakta ve metalce zengin kümeleri içermektedir. Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundaki mevcut 178 kümenin bollukları, tayf ve fotometrik tespitleri içerdiğinden sistematik hataları da bulundurmaktadır. İlave olarak, tayfsal küme bolluğu verileri dev yıldızların tayf analizlerine dayanmakta ve bu tip yıldızların yüzey bollukları *tırmanma* sürecinden etkilenmektedir. 20 kümenin fotometrik bolluk tespitleri ise 20 kümeye üye F tayf türü cüce yıldızların analizlerinden elde edilmiştir.

Tayfsal ve fotometrik bolluklara ait tipik hassasiyet, Gratton (2000) tarafından belirtildiği gibi, fotometrik bolluk tespitlerindeki $\sigma=0.15-0.20$ dex, düşük çözünürlüklü tayfda $\sigma=0.15$ dex, yüksek çözünürlük tayfda ise $\sigma = 0.06-0.10$ dex mertebesindedir.

Belirtilen bu problemler $[\text{Fe}/\text{H}]-R_{\text{GC}}$ ilişkisinde, boşluk veya süreksizlik değerini ve bolluk gradientlerinin büyüklüğünü etkilemektedir. Şekil 5.12-Şekil 5.13’de yapılan karşılaştırmalarda, 20 küme için gözlenen gerek R_{GC} değerinde oluşan boşluk veya süreksizlik gerekse metal bolluğu gradientlerinin büyüklüğü; seçim etkileri, örneğin boyutu ve hatalar gibi faktörlerden etkilenir. Bununla birlikte, 20 küme örneği aynı teleskop ile gözleendiğinden, aynı indirgeme ve aynı analiz teknikleriyle üniform şekilde çalışıldığından bir avantaja sahiptir.

Tablo 5.7: $R_0 = 7.2$ (1. ile 5.sütun arası) ve 8.5 kpc (6. sütun ile 10. sütun arası) için Şekil 5.12-Şekil 5.13’den elde edilen bolluk gradientleri.

	$d[\text{Fe}/\text{H}]/dR$ (dex/kpc)	N	K.K.	σ		$d[\text{Fe}/\text{H}]/dR$ (dex/kpc)	N	K.K.	σ
$R \leq 8.5$	-0.06 ± 0.05	8	-0.43	0.13	$R \leq 9.5$	-0.07 ± 0.06	8	-0.42	0.13
$R > 8.5$	$+0.06 \pm 0.03$	12	+0.60	0.14	$R > 9.5$	$+0.06 \pm 0.03$	12	+0.60	0.13

Magrini ve diğ. (2009) ve Lepine ve diğ.’ne (2011) ait katalogtaki tayfsal bolluklara göre oluşan Şekil 5.12–Şekil 5.13’deki dikey sürekli çizgi ile temsilen edilen $R_{\text{GC}} = 8.5$ ve 9.5 kpc boşluk değerleri, 20 küme için kabul edildiğinde, elde edilen metal bolluğu gradientleri Tablo 5.7’de verilmiştir. Buradan görüleceği gibi, $R_{\text{GC}} = 8.5$ ve 9.5 kpc’de boşluk değeri düşük korelasyon katsayılı negatif bolluk gradient değerleri verir. Bu bolluk gradient değerleri, Tablo 5.3 ve Tablo 5.6’deki $R_{\text{GC}} = 9$ ve 10.5 kpc boşluk değerleri ile kıyaslandığında, ortalama değeri az dik olmakla birlikte belirsizlikler içerisinde önemli şekilde değişmemiştir. Bu boşluk değerinden büyük uzaklıklarda pozitif gradient değeri $R_{\text{GC}} = 8.5$ ve 9.5 kpc değerlerine göre ortalama değerde bir miktar daha dik olmakta ve bir eğime sebebiyet vermektedir.

Şekil 5.12–Şekil 5.13 ve Tablo 5.7’deki gradientlerin büyüklüğünden de görüleceği gibi farklı R_0 Güneş değerleri metal bolluk gradientinin büyüklüğünü etkilememektedir. Etki sadece R_{GC} ’deki boşluğun konumunda olmaktadır.

Bununla birlikte 20 küme örneğinin, Magrini ve diğ. (2009) ve Lepine ve diğ.'ne (2011) ait katalogtaki tayfsal bolluklar ile Şekil 5.12-Şekil 5.13'de karşılaştırılmasından, $R_{GC} = 8.5-10$ kpc arasında bir çukurluğun oluştuğu ve bu çukurlukta nispeten bir kaç kümenin yer aldığı görülmektedir. Benzer şekilde sistematik hatalar içermesine rağmen, Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğuna ait verilerde, bu bölgede küme sayısının nispeten az olduğu Şekil 5.12 ve Şekil 5.13'den de görülebilir. Twarog ve diğ. (1997) ve Lepine ve diğ. (2011), bu çukurluğu süreksizlik veya boşluk olarak yorumlamaktadırlar.

5.5. ELDE EDİLEN SONUÇLAR VE TARTIŞMALARI

1) Bu tez çalışmasında Meksika San Pedro Martir Ulusal Astronomi Gözlemevinde 84 cm teleskop ile gözlenmiş 20 açık yıldız kümesinin, CCD UBVRI fotometrisi verileri ile gözlemsel parametreleri elde edilmiştir. Yıldızların küme üyeliği JAVA tabanlı SAFE yazılımıyla yapılmıştır. Küme üyeliğinin belirlenmesinden sonra renk artığı SK82 anakol yardımıyla $(U-B) - (B-V)$ iki renk diyagramında kızarmış yıldızlara yapılan çakıştırmayla elde edilmiştir. Metal bolluğu tayini, iki-renk diaygramında Hyades anakolu üzerindeki $0.3 < (B-V)_0 < 0.6$ aralığında metal azlığı gösteren parlak F tayf türünden yıldızların diyagram üzerinde dağılımlarından belirlenen $\delta(U-B)$ morötesi artığıyla Karataş ve Schuster'e (2006) ait $[Fe/H] - \delta_{0.6}$ bağıntısından tayin edilmiştir. Uzaklık modülü ve yaş, 20 kümenin $[Fe/H]$ 'den dönüştürülen Z ağır element bolluğuna göre seçilen Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin kümelerin beş renk indeksine ait renk-kadir diyagramları ile çakıştırılmasından elde edilmiştir.

Çift ve çoklu bileşenlere sahip yıldızlar, açık kümelerin renk-kadir diyagramlarında anakolu sönük kırmızı renk indekslerine doğru 0.75 kadir kadar genişlettiği bilgisi dikkate alınarak, teorik eşyaş eğrileri 20 kümenin renk-kadir diyagramlarıyla çakıştırılırken, anakolun daha parlak orta noktalarına ağırlık verilmeye çalışılmıştır.

2) 20 açık yıldız kümesinin belirlenen renk artığı $E(B-V)$, metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z), uzaklık modülü ve uzaklık $[(V-M_V)_0, d(kpc)]$ ve yaş A (Gyl) parametrelerinin literatür değerleri ile karşılaştırılması, Tablo 4.4 ve Şekil 4.6(a)-(b) – Şekil 5.8(a)-(b)'de tartışmaları ile birlikte sunulmuştur.

20 kümenin $E(B-V)$ renk artığı değerleri literatür ile kıyaslandığında farkların $\pm 1\sigma$ içerisinde yer aldığı ve $\Delta E(B-V) = \pm 0.10$ seviyesinde literatür ile uyumlu olduğu Şekil 4.6(a)-(b)'den görülmektedir. Haf 08 kümesi için literatür ile olan fark, $\Delta E(B-V) = +0.32$ olup, bu fark Fenkart (1972) tarafından verilen $E(B-V) = 0$ değerinden ileri gelmektedir. Be 73 kümesi için ise $\Delta E(B-V) = 0.10-0.26$ 'dır. Be 73 kümesi için sadece Hasegawa ve diğ.'ne (2008) ait $E(B-V) = 0.26$ değeriyle bir uyum vardır.

Literatür ve teze ait Z ağır element bolluğunun farklı olması, yazarların geleneksel yaklaşım olarak Güneş değerini kabul etmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, gözlemsel iki-renk ve renk-kadir diyagramlarının yazarlar tarafından $Z_{\odot}$ 'den fakir ve zengin farklı eşyaş verileri ile karşılaştırmadan yapılan Z tayininden ileri gelmektedir. Tezde 20 kümenin Z ağır element bolluğu, kümelerin fotometrik $[Fe/H]$ değerinden elde edilmiştir.

Metal bolluklarının karşılaştırılması sadece dokuz küme için yapılabilmektedir. Literatüre ait tayfsal bollukların teze ait fotometrik bolluklar ile olan farklılığının nedeni (Tablo 4.7, Şekil 4.8), tayfsal bolluk tespitlerinin dev yıldızlardan yapılması ve *tırmanma* işleviyle yüzey bolluklarının değişiminden ileri gelmektedir. Bununla birlikte, Be 73, NGC 7142 kümeleri için, küme dev yıldızlarının tayfsal bolluklarıyla fotometrik bolluklar arasında Tablo 4.1'den görüleceği gibi uyum olması, Be 73 kümesindeki iki dev yıldız ile NGC 7142 kümesindeki sekiz dev yıldızın demir bolluğunun *tırmanma* işlevinden önemli şekilde etkilenmediği anlaşılmaktadır.

Yapılan karşılaştırmadan 20 kümenin uzaklık modülü, uzaklık ve yaş değerlerinin literatür ile farklılıkları, Paunzen ve diğ. (2010), Paunzen ve Netopil (2006) ve Moitinho (2010) tarafından da belirtildiği gibi, farklı Z ağır element bolluğu için farklı eşyaş eğrilerinin ve farklı fotometri sistemlerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bunun nedeni, farklı renk artışı değerlerinin kullanılmasının yanısıra, indirgeme ve farklı küme üyeliği tekniklerinin kullanılması da etkili olabilmektedir.

3) $d \leq 2$ kpc uzaklığındaki kümeler $E(B-V) < 0.30$ kadir ve $E(B-V) > 0.40$ kadir renk artışı değerlerinde iken, $d > 2$ kpc uzaklığındaki kümeler $E(B-V) < 0.50$ kadir değerlerine sahip oldukları Şekil 4.12(a)'dan görülmektedir.

Şekil 4.12(a)'daki renk artışı – Galaktik enlem dağılımı, Bölüm 2.2.4, Şekil 2.10 daki Joshi'ye (2005) ait dağılım ile benzerlik göstermektedir. Şekil 4.12(a)'da, $l = 0^\circ - 90^\circ$ Galaktik boylamında NGC 6866 kümesi dışında, renk artışı $E(B-V) > 0.40$ kadir iken, $l = 180^\circ - 270^\circ$ boylamında $E(B-V) < 0.40$ kadir şeklindedir. Joshi'ye (2005) ait dağılımda da Galaksi Merkezi doğrultusunda $E(B-V) < 0.30$ kadir değerlerine sahip

kümeler olabilmektedir. $l = 90^\circ - 180^\circ$ Galaktik boylamında renk artışı $0.3 < E(B-V) < 0.5$ arasında olup, bu değerler Joshi'ye (2005) ait dağılım ile de uyumludur.

Şekil 4.13(a)'da, beş kümenin $E(B-V)_{(l, b)_{\infty}}$ renk artışı değerlerinin (U-B)-(B-V) iki renk diyagramından tayin edilen renk artışı değerlerinden fazla hesaplandığı görülmektedir. Şekil 4.13(b)'de 17 kümenin $E(B-V)_{\text{küme}}$ değeri, $E(B-V)_{\text{SFD}}$ değeriyle uyumlu iken, üç kümenin $E(B-V)_{\text{SFD}}$ değerleriyle bir uyum yoktur.

Şekil 4.13(a)-(b)'deki SFD değerleri ile olan uyumsuzluğun nedeni, SFD haritalarının 1.04 ile 1.12 faktörü kadar renk artışı fazla vermesinden ileri gelmektedir. Chen ve diğ. (1999), açık ve küresel kümeler ile ilgili çalışmasında, SFD kızarma haritalarının 1.16 ile 1.18 faktörü kadar $E(B-V)$ renk artışı fazla verdiğini gözlemiştir. Cambresy ve diğ.'ne (2005) göre bunun nedeni, uzak kırmızı ötesinde artan salınım ile karakterize edilen tük bileşiminde toz taneciklerinin varlığıdır.

4) Şekil 5.7'deki 20 kümeye ait $[\text{Fe}/\text{H}]-R_{\text{GC}}$ (kpc) ilişkisinde $R_{\text{GC}} = 9$ kpc'de gözlenen süreksizlik ve elde edilen metal bolluğu gradientlerin büyüklüğü (Tablo 5.3), az sayıda küme örneğine dayanmaktadır. 20 küme örneği metalce zengin kümeler ile nispeten yaşlı kümeleri yeteri kadar içermemektedir. Bu türden seçim etkileri, yanlılık ve fotometrik metal bolluğu tespitlerinde $\sigma = 0.15-0.20$ dex mertebesindeki hataların elde edilen bulgular üzerinde etkisi vardır. Bununla birlikte 20 küme aynı teleskop ile gözleendiği, uniform olarak indirgendiği ve analiz edildiğinden homojen veri örneğini oluşturması bakımından bir avantaja sahiptir.

Şekil 5.7'de $R_{\text{GC}} \leq 9$ kpc'de gözlenen $d[\text{Fe}/\text{H}]/dR_{\text{GC}} = -0.11 \pm 0.03$ dex/kpc'lik negatif gradient değeri, Twarog ve diğ.'ne (1997) ait $R_{\text{GC}} \leq 10$ kpc'deki -0.028 dex/kpc değerinden daha dik iken, Tadross'a (2003) ait $R_{\text{GC}} \leq 8$ kpc'deki -0.14 dex/kpc ve Magrini ve diğ.'ne (2010) ait $R_{\text{GC}} \leq 8$ kpc'deki -0.137 ± 0.041 dex/kpc değerleri ile uyum içindedir.

$R_{\text{GC}} > 9$ kpc uzaklığında, $d[\text{Fe}/\text{H}]/dR_{\text{GC}} = +0.03 \pm 0.04$ dex/kpc değerinde gözlenen yassı ve pozitif metal bolluğu gradient, yassı bir gradient değeri veren Twarog ve diğ.'ne (1997) ait $R_{\text{GC}} > 10$ kpc'de -0.013 ± 0.02 dex/kpc, Magrini ve diğ.'ne (2010) ait $R_{\text{GC}} > 8$

kpc’de -0.033 ± 0.005 dex/kpc ve Magrini ve diğ.’ne (2009) ait $R_{GC} > 12-22$ kpc’deki -0.001 ± 0.008 dex/kpc değerleri ile uyumludur. Diğer literatür bulguları ile detaylı kıyas için Tablo 2.2’ye bakılabilir.

Galaktik iç diskte metal gradiyentinin zamanla dik olması, Tosi (1988), Chiappini ve diğ.’ne (1997, 2001) ait modellere göre, dış Galaksi diski, halonun ilk evrimi ile önceden zenginleşmiştir. İlk bir kaç Gyıl süresince metal bolluğu, Galaktik diskte nispeten düşük etkinlikteki yıldız oluşum hızından çok az etkilendi. Gaz düşüşü R_{GC} ile hızlıca azaldığından metalce fakir maddenin büyük bir kısmı merkezi bölgelere düştü ve böylelikle başlangıçta pozitif bir metal gradiyenti oluştu. Halonun çökme safhası tamamlandığında, metal bolluğu iç diskte dış diskten çok daha hızlıca arttı. Küçük R_{GC} değerlerinde yüksek yıldız oluşum hızı ve büyük R_{GC} mesafelerinden gaz düşüşü ile gazın karışmasından dolayı, pozitif metal bolluğu gradiyenti zamanla negatif gradiyente dönüştü.

Galaksinin evriminde Molla ve diğ. (1997), Portinari ve Chiosi (1999) ve Hou ve diğ.’ne (2000) ait modellere göre, başlangıçta iç diskte yıldız oluşumu aktivitesi ve içeri düşen gazın metalce fakir bileşimi Galaksi merkezi civarında metal bolluğunda hızlı bir artış üretti. İç bölgelerde metal bolluğu hızlıca arttı ve diskin evriminin ilk 2-3 Gyıl esnasında son değerine ulaştı. Oysa dış Galaksi diskinin zenginleşmesi daha yavaş cereyan etti ve radyal metal gradiyentinin yavaş bir şekilde yassılaşmasıyla sonuçlandı.

Her iki grup modeller arasındaki temel farklılıklar, Galaktik diskin iç ve dış bölgelerinde zenginleşmenin etkinliğine ve halodan diske düşen zenginleşmemiş maddenin doğasına bağlıdır. Bu modellere göre, 20 açık yıldız kümesinden elde edilen $R_{GC} \leq 9$ ve $R_{GC} > 9$ kpc mesafelerde metal gradiyent değerlerinin büyüklüğü, Galaktik halonun çökmesi ile içeriden dışarıya doğru oluştuğunu ve Galaktik diskin dış bölgelerinde galaksilerarası gazın devam eden birikimiyle ilgili bir senaryoyu desteklemektedir.

$R_{GC} = 9$ kpc değerinde oluşan boşluk veya süreksizliğe göre metal bolluğu gradiyenti, Lepine ve diğ.’ne (2011) göre şu şekilde yorumlanmıştır: Bu boşluk, birlikte dönme (8.4 kpc; Lepine ve diğ., 2011) ve Amores ve diğ. (2009) tarafından keşfedilen Cassini

benzeri halka şekilli bir gaz boşluğu ile uyumludur. 20 kümenin $[Fe/H]$ - R_{GC} dağılımında $R_{GC} = 9$ kpc'deki bu boşluk 8.4 kpc birlikte dönme değerine yakın olup, bu gaz boşluğu bölgesinde yıldız oluşumu engellenmiştir. Bu gaz boşluğu, $R_{GC} \leq 9$ ve $R_{GC} > 9$ kpc mesafelerine önemli miktarda gazın ulaşmasını engellemiştir. Neticede iç ve dış diskte metal bolluğunun evrimi birbirinden bağımsız cereyan etmiştir. Şekil 5.7'de $R_{GC} > 9$ kpc mesafelerde metal bolluğu gradientinin yassılaşması, birlikte dönme yarıçapından dış bölgelere doğru metalce zengin gazın akışı ile zamanla oluşmuştur. Bir başka ifade ile bu gaz boşluğu, Galaksinin iç bölgelerinde gazın içeriye ve dışarıya doğru akışına engel olmuştur. Bu yüzden de, Cassini benzeri boşluk gazın iç bölgeden dış bölgeye gitmesini engelleyen bir bariyer oluşturarak bu bölgelerde metal bolluğunun evriminin dolayısıyla kimyasal evrimin birbirinden bağımsız işlemesine yol açmıştır. Kimyasal evrim modelleri, gazı dikkate alıp, yıldızları göz önünde bulundurmamaktadır. Bu birlikte dönme bariyeri yıldızlarda değil de, sadece gaz üzerinde etkili olmaktadır. Şekil 5.7'deki, $[Fe/H]$ - R_{GC} bağıntısında aynı R_{GC} uzaklığında $[Fe/H]$ 'de ~ 0.30 dex'e varan farklılık veya saçılmanın hata değerinden de büyük olması, kümelerin farklı R_{GC} veya farklı yıldız oluşum bölgelerinden orijinlenmiş olduğu bilgisiyle açıklanabilir.

Lepine ve diğ. (2011) tarafından da belirtildiği gibi, kimyasal bolluk gradientlerin yorumunda sarmal yapının etkisi ihmal edilemez.

5) $R_0 = 8.5$ kpc (IAU, 1985) uzaklık değerinin kullanılması $R_0 = 7.2$ kpc (Bica ve diğ., 2006) değerine göre $\Delta R_0 = 0.69$ – 1.61 kpc kadar daha büyük uzaklık vermektedir. Tablo 5.6 ve Şekil 5.11 ile Şekil 5.12 - Şekil 5.13 ve Tablo 5.7'den de görüleceği gibi, $R_0 = 8.5$ kpc ve $R_0 = 7.2$ kpc değerleri için elde edilen metal bolluğu gradientlerinin belirgin şekilde değişmediği görülmektedir. $R_0 = 8.5$ kpc uzaklık değeri dikkate alındığında, $[Fe/H]$ - R_{GC} (Şekil 5.11, kesikli dikey çizgi) ilişkisinde süreksizlik veya boşluk $R_{GC} = 10.5$ kpc'de oluşmaktadır. Farklı R_0 uzaklık değerlerinin kullanılması $[Fe/H]$ - R_{GC} ilişkisinde yatay eksen de değişiklik göstermekte dikey eksen de $[Fe/H]$ değerleri aynı kaldığından etki sadece R_{GC} boşluk veya kesiklilik değeri üzerinde olmaktadır.

6) 20 açık yıldız kümesinin yaş-metal bolluğu ilişkisinde (Şekil 5.9) yaş ile metal bolluğu arasında bir ilişki gözlenmemiştir. Bu sonuç, Carraro ve diğ. (1998) ve Chen ve

diğ.'ne (2003) ait açık yıldız küme çalışmaların ait gözlemsel bulgu ile de uyumludur. Bununla birlikte daha yaşlı kümelerin örneğimizde eksik olduğunu belirtmekte fayda vardır. Şekil 5.9'dan görüleceği gibi benzer yaş aralığında $[Fe/H] = -0.10$ ve -0.40 dex metal bolluğunda kümeler olabilmektedir. $[Fe/H]$ 'de ~ 0.30 dex'e varan saçılma, Feltzing ve diğ. (2001) tarafından Güneş civarındaki alan yıldızları için de gözlenmiştir. Bu saçılmanın olası nedenleri, Galaktik diskte homojen olmayan kimyasal zenginleşme (Haywood 2008), yıldızların veya kümelerin yörüngesel difüzyonu ile olan radyal göç veya radyal karışım (Schönrich ve Binney 2009) süreçleridir. Lepine ve diğ. (2011) tarafından da belirtildiği gibi, bu saçılma kümelerin farklı R_{GC} veya farklı yıldız oluşum bölgelerinden orijinlenmiş olmasıyla da açıklanabilir. Şekil 5.10'da verilen $[Fe/H] - R_{GC}$ (kpc) ilişkisinin kümelerin yaşının bir fonksiyonu olmadığı görülmektedir.

7) 20 açık yıldız kümesinin (X, Y) düzleminde (Şekil 4.17), dört sarmal kol yapısı ile birlikte görünümünden, Galaksi merkez doğrultusunda kümelerin azlığı dikkati çekmektedir. Bunun nedeni, Galaksi Merkez bölgesinde kümelerin Dev Moleküler Bulutlar (DMB) ile etkileşmeler neticesinde bozulmasından ileri gelmektedir (Gieles ve diğ., 2006; Camargo ve diğ. 2009). Bununla birlikte, Galaksi Merkezi doğrultusunda yıldızlararası tozun etkisinden dolayı tespit edilemeyen sönük kümelerin mevcut olabileceğini de belirtmekte fayda vardır.

$A \geq 1$ Gyıl ve $A \geq 0.5$ Gyıl'daki kümelerin çoğunluğunun Galaksi merkezine zıt doğrultuda yoğunlaştıkları Tablo 4.11'den görülmektedir.

Van den Bergh ve McClure (1980), $A \geq 1$ Gyıl olan açık kümelerin genel olarak Galaksi merkezine zıt doğrultuda yoğunlaştıklarına dikkati çekmiştir. Bununla beraber, Galaksi merkezinin zıt doğrultusunda DMB'ler düşük yoğunlukta bulunmaktadır (Gieles ve diğ., 2006; Camargo ve diğ., 2009). Güneş çemberi dışında (dış Galaksi diski) yer alan yaşlı kümelerin DMB'ler ile etkileşmeleri daha düşük etkinlikte olacağından bu kadar uzun yaşam sürelerine sahip olmaları anlaşılabilir (Friel, 1995; Spitzer, 1958; Wielen, 1985; Terlevich, 1987; Portegies ve diğ., 2010). Van den Bergh ve McClure (1980) çalışması oldukça eski bir çalışma olup, en yeni çalışmalar genç kümelerin Galaksi merkezine zıt doğrultuda yer alabildiğini göstermektedir.

8) Şekil 4.15'deki 20 açık yıldız kümesinin metal bolluğunun (X , Y) düzlemindeki ilişkisinden görüleceği gibi, kümelerin metal bolluğu ile X , Y düzlemindeki konumları arasında bir ilişki gözlenmemiştir. Şekil 4.15'de küme sayısı az olup, Bölüm 5.1'deki Şekil 5.6'da verilen Dias ve diğ. (2002, 2010) kataloğundaki 178 kümenin (X, Y) konumu ile $[Fe/H]$ arasında bir ilişki görülmemektedir. Bununla birlikte, Şekil 5.12 ve Şekil 5.6'da, metalce zengin kümelerin III. çeyrekte daha büyük R_{GC} mesafelerinde bulunması dikkati çekmektedir. Şekil 5.12'de III. çeyrekte yer alan $[Fe/H] < -0.25$ dex'e sahip kümeler dış Galaksi diskinde nispeten genç kümelerdir.

III. çeyrekteki Be 73 (-0.21 dex, 1.41 Gyl, 14.32 kpc), Ki 23 (-0.11 dex, 1.78 Gyl, 9.79 kpc), NGC 2360 (-0.11 dex, 1.12 Gyl, 7.97 kpc), NGC 2304 (-0.20 dex, 0.93 Gyl, 10.66 kpc) kümeleri metalce zengin ve nispeten yaşlı kümeler olup, Güneş çemberi dışarısında yer almaktadırlar. NGC 2215 (-0.40 dex, 0.64 Gyl, 7.88 kpc), Haf 08 (-0.39 dex, 0.56 Gyl, 8.98 kpc), NGC 2186 (-0.39 dex, 0.32 Gyl, 8.97 kpc) kümeleri ise metalce nispeten fakir ve genç kümelerdir. III. çeyrekteki diğer kümeler ise metalce zengin ve genç kümelerdir. Şekil 5.12'de genç ve metalce zengin kümelerin varlığı, Moitinho ve diğ. (2006), Carraro ve diğ.'ne (2008) ait bulgular ile de benzerlik göstermektedir (Bakınız Bölüm 2.3.6).

20 kümenin Şekil 5.13'de yaşın fonksiyonu olarak z (kpc) - R_{GC} (kpc) ilişkisinden, Galaksi düzleminde $z < 0.3$ kpc uzaklıklarda Güneş çemberi içinde ve dışında yaşlı ve genç kümeler bulunabilmektedir. Şekil 5.13'den, $z > 0.3$ kpc mesafelerinde yaşlı kümelerin $R_{GC} > 9$ kpc değerlerine doğru uzandığı görülmektedir. $R_{GC} > 9$ kpc'deki kümeler NGC 1798 (-0.50 dex, 1.78 Gyl), Be 73 (-0.21 dex, 1.41 Gyl), Be 35 (-0.13 dex, 0.89 Gyl), Be 37 (-0.05 dex, 0.63 Gyl), Ki 23 (-0.11 dex, 1.78 Gyl) ve NGC 2304 (-0.20 dex, 0.93 Gyl) şeklindedir.

Şekil 5.12 ve Şekil 5.13'deki bulgular birlikte değerlendirildiğinde, $z > 0.3$ kpc ve $R_{GC} > 9$ kpc mesafelerinde yer alan III. çeyrekteki kümeler, Canis Major (Bellazzini ve diğ. 2004) ve Monoceros Halkası (Newberg ve diğ. 2002) gibi düşük enlemde birikim olayları neticesinde oluşmuş kümeler olabilir. Canis Major yıldız fazlalığının merkezi koordinatı $(l, b) = (244^\circ, -8^\circ)$ olup, Tablo 5.2'de verilen kümelerin Galaktik koordinatları, Canis Major'un merkezi koordinatlarından farklı olup, bu kümelerin

Canis Major yıldız fazlalığı ile ilişkili olmadığı anlaşılmaktadır. Bununla beraber, III. çeyrekteki bu kümeler, Galaktik diskte tespit edilmemiş GAYY'ler ile ilişkili olabilir. Momany ve diğ.'ne (2006) ait modellemeleri de dikkate alarak, Carraro ve diğ. (2008b) Canis Major ve Monoceros Halkası gibi GAYY'lerin, eğrilme ve Yerel Kol'un varlığından dolayı oluşabileceğini ifade etmiştir. III. çeyrekteki bu kümeler, gelgit etkileri ile bozulmakta olan cüce uydu galaksilerden Galaksimize aktarılan kümeler de olabilir (Janes ve Phelps, 1994; Crane ve diğ., 2003; Yong ve diğ., 2005; Moitinho ve diğ., 2006) (Daha ayrıntılı gözlemsel bilgiler Bölüm 2.3.6' da verilmiştir).

9) 12 kümenin eşyaş eğrisi yaşları, morfolojik yaş indekslerinden, Salaris ve diğ.'ne (2004) ait yaş bağıntısından hesaplananlar ile karşılaştırılmasından (Şekil 4.17), 0.86 korelasyon katsayısı morfolojik indekslerden hesaplanan yaş değerlerinin eşyaş eğrisine ait değerler ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

10) NGC 6802, NGC 6866, NGC 7062, Ki 05, NGC 1798, NGC 7142, Ru 01, Be 35, Be 37, Ki 23, NGC 2304, NGC 2360 açık yıldız kümelerinde sınıflandırılan olası KY/KD adayların literatüre ait ortalama mutlak kadir bilgisinden uzaklıkları hesaplanmış ve bu uzaklık bilgisine göre küme üyesi olup olmadıklarına karar verilmiştir. Bölüm 4.6.1'de verilen adayların tayf gözlemleri ve indirgemeleri neticesinde küme üyesi olup olmadığına karar vermek en uygun bilimsel yöntemdir. Bu bakımdan Tablo 4.13'de listelenen bu adaylar, tayf gözlemlerin yapılması için sunulmuştur.

11) NGC 7142 kümesinin renk-kadir ve iki-renk diyagramlarından, $V < 15.6$ veya $V_0 < 14.5$ kadirlerde ve daha mavi $(B-V) < 0.80$ veya $(B-V)_0 < 0.45$ renk indekslerinde 12 mavi mücadeleci (MM) adayı sınıflandırılmıştır.

Bu MM adayları renk indeksi aralığı $0.05 \leq (B-V)_0 \leq 0.41$ erken tayf türünden yıldızların renk indeksi aralığında karşılık gelir. Bununla birlikte, Carraro ve diğ. (2010) tarafından da belirtildiği gibi, bu MM adayları bizim ile küme arasında küme üyesi olmayan saçılmış alan yıldızları da olabilir.

KAYNAKLAR

ADAMS, M. T., STROM, K. M. ve STROM, S. E., 1983, The star-forming history of the young cluster NGC 2264, *ApJS*, 53, 893-936

ADLER, D. S. ve JANES, K. A., 1982, The distant open cluster Tombaugh 2, *PASP*, 94, 905-909.

AKKAYA, İ. ve diğ., 2010, CCD UBVRI Photometry of the Galactic Open Clusters: Be 89, Ru 135, and Be 10, *RevMex*, 46, 385-430.

ALVES, D. R., 2000, K-Band Calibration of the Red Clump Luminosity, *ApJ*, 539, 732-741

AMORES, E. B., ve diğ., 2009, The Corotation Gap in the Galactic HI Distribution, *MNRAS*, 400, 1768-1774.

ANDRIEVSKY, S. M. ve diğ., 2002, Using Cepheids to Determine the Galactic Abundance Gradient. II. Towards the Galactic Center, *A&A*, 384, 140-144.

ANDRIEVSKY, S. M. ve diğ., 2004, The Galactic Abundance Gradient from Cepheids. V. Transition Zone between 10 and 11 kpc, *A&A*, 413, 159-172.

ANN, H. B., ve diğ., 2002, BOAO Photometric Survey of Galactic Open Clusters. II. Physical Parameters of 12 Open Clusters, *AJ*, 123, 905-914.

ARCE, H. G. ve GOODMAN, A. A., 1999, Measuring Galactic Extinction: A Test, *ApJ*, 512, 135-138.

ARP, H., 1962, Intermediate-Age Star Clusters, *ApJ*, 136, 66-74.

BABU, G.S.D., 1989, Study of Young Open Clusters as Tracers of Spiral Features in Our Galaxy, *JApA*, 10, 295-306.

BAHCALL, J. N. ve SONEIRA, R. M., 1980, Star Counts as an Indicator of Galactic Structure and Quasar Evolution, *ApJ*, 238, 17-20.

BARBARO, G. ve diğ., 1969, Possibility of Mass Loss in the Red-Giant Stage from H-R Diagrams of Galactic Clusters, *Ap&SS*, 3, 123-138.

BECKER, W. ve FENKART, R. B., 1970, Galactic Clusters and H II Regions, *International Astronomical Union. Symposium*, Dordrecht, Reidel, 38, 205-208.

BECKER, W., SVOLOPOULOS, S. N., FANG, Ch., 1976, Kataloge Photographischer und Photoelektrischer Helligkeiten von 25 Galaktischen Sternhaufen im RGU- und U_cBV-System.

BELLAZZINI, M. ve diğ., 2004, Detection of the Canis Major Galaxy at (l;b) = (244° - 8°) and in the Background of Galactic Open Clusters, *MNRAS*, 353, 874-878.

BERTELLI, G. ve diğ., 1994, Theoretical Isochrones from Models with New Radiative Opacities, *A&AS*, 106, 275-302.

BESSELL, M. S., CASTELLI, F., PLEZ, B., 1998, Model Atmospheres Broad-Band Colors, Bolometric Corrections and Temperature Calibrations for O-M Stars, *A&A*, 333, 231-250

BEVINGTON, P. R. ve ROBINSON, D. K., 2003, Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, 3rd ed., by Philip R. Bevington, and Keith D. Robinson. Boston, MA: McGraw-Hill, ISBN 0-07-247227-8.

BICA, E., DUTRA, C. M., BARBUY, B., 2003a, A Catalogue of Infrared Star Clusters and Stellar Groups, *A&A*, 397, 177-180.

BICA, E. ve diğ., 2003b New Infrared Star Clusters in the Northern and Equatorial Milky Way with 2MASS, *A&A*, 404, 223-232.

BICA, E. ve diğ., 2006, Globular Cluster System and Milky Way Properties Revisited, *A&A*, 450, 105-115.

BOBYLEV, V. V., BAJKOVA, A. T. ve LEBEDEVA, S. V., 2007, Galactic Rotation Parameters from Data on Open Star Clusters, *Astl*, 33, 720-728.

BOESGAARD, A. M. ve FRIEL, E. D., 1990, Chemical composition of open clusters. I - Fe/H from High-Resolution Spectroscopy, *ApJ*, 351, 467-479.

BOLTE, M., 1992, CCD Photometry in the Globular Cluster NGC 288. I - Blue Stragglers and Main-Sequence Binary Stars, *ApJS*, 82, 145-165.

BONATTO, C. ve diğ., 2005, Spatial Dependence of 2MASS Luminosity and Mass Functions in the Old Open Cluster NGC 188, *A&A*, 433, 917-929.

BONATTO, C., ve diğ., 2006, Probing Disk Properties with Open Clusters, *A&A*, 446, 121-135.

BONATTO, C. ve BICA, E., 2007, Old Open Clusters in the Inner Galaxy: FSR 1744, FSR 89 and FSR 31, *A&A*, 473, 445-455.

BONIFACIO, P., CAFFAU, E. ve MOLARO, P., 2000, Intrinsic Colour Calibration for F, G, K Stars, *A&AS*, 145, 473-479

BREDDELS, M.A ve diğ., 2010, Distance Determination for RAVE Stars Using Stellar Models, *A&A*, 511, 90.

BROWN, J. A., WALLERSTEIN, G. ve GEISLER, D., 1993, The Chemical Composition of the Remote Disk Cluster Tombaugh 2, *AAS*, 183rd *AAS* Meeting, 110.10; *Bulletin of the American Astronomical Society*, 25, 1455.

BUSER, R. ve 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, *A&A*, 264, 557-591.

CAMARGO, D., BONATTO, C. ve BICA, E., 2009, Astrophysical Parameters of 14 Open Clusters Projected Close to the Galactic plane, *A&A*, 508, 211-220.

CAMBRESY, L., JARREE, T. H. ve BEICHMAN, C. A., 2005, Large-Scale Variations of the Dust Optical Properties in the Galaxy, *A&A*, 435, 131-139.

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, 146, 59-66.

CANTERNA, R. ve diğ., 1986, Washington Photometry of Open Cluster Giants - The Metal-Rich Clusters, *AJ*, 92, 79-89.

CARNEY, B. W., 1979, Subdwarf Ultraviolet Excesses and Metal Abundances, *ApJ*, 233, 211-225.

CARNEY, B. W., 2000, The Role of Accretion or Mergers in the Formation of the Halo and Thick Disk, *Proceedings of the 35th Liege International Astrophysics Colloquium*, 5-8 July, 1999, Belgium: Institut d'Astrophysique et de Geophysique, 287.

CARRARO, G. ve CHIOSI, C., 1994, The Galactic system of Old Open Clusters: Age Calibration and Age-Metallicity Relation, *A&A*, 287, 761-768.

CARRARO, G. ve diğ., 1998, On the Galactic Disc Age-Metallicity Relation, *MNRAS*, 296, 1045-1056.

CARRARO, G. ve diğ., 1999, Near IR Photometry of the Old Open Clusters Berkeley 17 and Berkeley 18. Probing the Age of the Galactic Disc, *A&A*, 343, 825-830.

CARRARO, G. ve VALLENARI, A., 2000, A Photometric Study of the Intermediate Age Open Cluster King 5, *A&AS*, 142, 59-63.

CARRARO, G. ve diğ., 2005, Detection of a Young Stellar Population in the Background of Open Clusters in the Third Galactic Quadrant, *AJ*, 630, 153-156.

CARRARO, G. ve COSTA, E., 2007, Photometry of the Five Marginally Studied Open Clusters Collinder 74, Berkeley 27, Haffner 8, NGC 2509, and VdB-Hagen 4, *A&A*, 464, 573-580.

CARRARO, G., ve diğ., 2007, Old Open Clusters in The Outer Galactic Disk, *A&A*, 476, 217-227.

CARRARO, G., VAZQUEZ, R. A. ve MOITINHO, A., 2008a, Blue Straggler Stars in Galactic Open Clusters and the Effect of Field Star Contamination, *A&A*, 482, 777-781.

CARRARO, G., MOITINHO, A. ve VAZQUEZ, R. A., 2008b, Stellar Populations in the Canis Major Overdensity, *MNRAS*, 385, 1597-1604.

CARRARO, G. ve diğ., 2010, The Edge of the Young Galactic Disk, *ApJ*, 718, 683-694.

CAYREL, R., CAYREL de STROBEL, G. ve CAMPBELL, B., 1985, Steps Towards the Abundance Scale. I - The Abundance of Heavy Elements in the Hyades Cluster, *A&A*, 146, 249-259.

CAYREL de S., G., CRIFO, F. ve LEBRETON, Y., 1997, The Impact of HIPPARCOS on the Old Problem of the Helium Content of the Hyades, Proceedings of the ESA Symposium 'Hipparcos - Venice'97', 13-16 May, Venice, Italy, 402 (July 1997), 687-688.

CECUTTI, G. ve diğ., 2006, The Chemical Evolution of Barium and Europium in the Milky Way, *A&A*, 448, 557-569.

CECUTTI, G. ve diğ., 2007, Abundance Gradients in the Milky Way for α Elements, Iron Peak Elements, Barium, Lanthanum, and Europium, *A&A*, 462, 943-951.

CHEN, B. ve diğ., 1999, Constraining Galactic Structure Parameters from a New Extinction Model and Four Star Count Samples, *A&A*, 352, 459.

CHEN, L., HOU, J. L. ve WANG, J. J., 2003, On the Galactic Disk Metallicity Distribution from Open Clusters. I. New Catalogs and Abundance Gradient, *AJ*, 125, 1397-1406.

CHIAPPINI, C., MATTEUCCI, F. ve GRATTON, R., 1997, The Chemical Evolution of the Galaxy: The Two-Infall Model, *ApJ*, 477, 765-780.

CHIAPPINI, C., MATTEUCCI, F., ROMANO, D., 2001, Abundance Gradients and The Formation of The Milky Way, *ApJ*, 554, 1044-1058.

CLARIA, J. J., LAPASSET, E. ve MINNITI, D., 1989, Photometric Metal Abundances of High-Luminosity Red Stars in Young and Intermediate-Age Open Clusters, *A&AS*, 78, 363-374.

CLARÍA, J. J., ve diğ., 2008, Photometric Membership and Metallicities of Red Giant Candidates in Selected Open Clusters, *AN*, 329, 609-617.

CORRADI, W. J. B. ve diğ., 2010, Membership Probability via Control-field Colour-Magnitude Decontamination, International Astronomical Union, IAU Symposium, 266, 370-373.

CRANE, J. D. ve diğ., 2003, Exploring Halo Substructure with Giant Stars: Spectroscopy of Stars in the Galactic Anticenter Stellar Structure, *ApJ*, 594, 119-122.

CRINKLAW, G. ve TALBERT, F.D., 1991, CCD Photometry of The Open Cluster NGC 7142, *PASP*, 103, 536-545.

CUFFEY, J., 1940, The Galactic Clusters NGC 6649 and NGC 6694, *ApJ*, 92, 303.

CUTRI, R. M. ve diğ., 2003, 2MASS All Sky Catalog of Point Sources, *The IRSA 2MASS All-Sky Point Source Catalog*, NASA/IPAC Infrared Science Archive.

DEAN, J. F., WARREN, P. R. ve COUSINS, A. W. J., 1978, Reddenings of Cepheids Using BVI Photometry, *MNRAS*, 183, 569-583.

DEHARVENG, L. ve diğ., 2000, Oxygen and Helium Abundances in Galactic HII Regions - II. Abundance Gradients, *MNRAS*, 311, 329-345.

DIAS, W. S. ve diğ., 2002, New Catalogue of Optically Visible Open Clusters and Candidates, *A&A*, 389, 871-873.

DIAS, W. S. ve LEPINE, J. R. D., 2005, Direct Determination of the Spiral Pattern Rotation Speed of the Galaxy, *AJ*, 629, 825-831.

DIAS, W. S. ve diğ., 2007, Optically Visible Open Clusters and Candidates (Dias+2002-2007), *yCat*, 102022D.

DIAS, W. S. ve diğ., 2010, Optically Visible Open Clusters and Candidates (Dias+2002-2010), 102022D.

DURGAPAL, A.K., PANDEY ve A.K., MOHAN, V., 2001, Multicolour CCD Photometry of The Open Clusters: King 5 and Be20, *A&A*, 372, 71-84.

DUTRA, C. M. ve diğ., 2003, New infrared Star Clusters in the Southern Milky Way with 2MASS, *A&A*, 400, 533-539

EDVARDSSON, B. ve diğ., 1993, The Chemical Evolution of the Galactic Disk - Part Two - Observational Data, *A&AS*, 102, 603-605.

EGGEN, O. J., 1968, The Intermediate-Age Cluster NGC 2360, *ApJ*, 152, 83-87.

EISENHAUER, F. ve diğ., 2003, A Geometric Determination of the Distance to the Galactic Center, *ApJ*, 597, 121-124.

FEAST, M. ve WHITELOCK, P., 1997, Galactic Kinematics of Cepheids from HIPPARCOS Proper Motions, *MNRAS*, 291, 683-693.

FEAST, M. W., 2008, Galactic and Extragalactic Distance Scales: The Variable Star Project, *First Middle East-Africa, Regional IAU Meeting*, 5-10 April, 2008, Cairo, Egypt.

FELTZING, S., HOLMBERG, J., HURLEY, J. R., 2001, The Solar Neighbourhood Age-Metallicity Relation - Does it exist?, *A&A*, 377, 911-924.

FENKART, R. P. ve diğ., 1972, The Determination of Distance, Absorption, Probable Physical Members and Age for the Open Clusters Haffner 8, Haffner 6, Basel 11 and NGC 2374, *A&AS*, 7, 487-496.

FICH, M. ve TREMAINE, S., 1991, The Mass of the Galaxy, *ARA&A*, 29, 409-445.

FRIEL, E. D. ve BOESGAARD, A. M., 1992, Chemical Composition of Open Clusters. III - Iron and Carbon in F Dwarfs in Coma, Praesepe, and M67, *ApJ*, 387, 170-180.

FRIEL, E. D. ve JANES, K. A., 1993, Metallicities and Radial Velocities of Old Open Clusters, *A&A*, 267, 75-91.

FRIEL, E. D., 1995, The Old Open Clusters Of The Milky Way, *ARA&A*, 33, 381-414.

FRIEL, E. D. ve diğ., 1995, New Results for the Oldest Open Clusters: Kinematics and Metallicities of the Old Disk, *IAA-IAC-University of Pisa Workshop: The Formation of the Milky Way*, p. 189 – 190.

FRIEL, E. D., 1999, Open Clusters as a Record of the Past, *Ap&SS*, 265, 271-278.

FRIEL, E. D., ve diğ., 2002, Metallicities of Old Open Clusters, *AJ*, 124, 2693-2720.

FRINCHABOY, P. M. ve diğ., 2004, Star Clusters in the Galactic Anticenter Stellar Structure and the Origin of Outer Old Open Clusters, *ApJ*, 602, 21-24

FRINCHABOY, P. M. ve MAJEWSKI, S. R., 2008, Open Clusters as Galactic Disk Tracers. I. Project Motivation, Cluster Membership, and Bulk Three-Dimensional Kinematics, *AJ*, 136, 118-145.

FROEBRICH, D., SCHOLZ, A. ve RAFTERY, C.L., A systematic Survey for Infrared Star Clusters with $|b| < 20^\circ$ Using 2MASS, *MNRAS*, 374, 399-408.

GEISLER, D., 1987, Washington Photometry of Open Cluster Giants - Seven Metal-Poor Anticenter Clusters, *AJ*, 94, 84-91.

GEISLER, D., CLARIA, J.J., MINNITI, D., 1991, An Improved Metal Abundance Calibration for the Washington System, *AJ*, 102, 1836-1869.

GEISLER, D., CLARIA, J.J., MINNITI, D., 1992, Washington photometry of Open Cluster Giants - Nine Old Disk Clusters in the Third Galactic Quadrant, *AJ*, 104, 1892-1905.

GENZEL, R. ve diğ., 2000, Stellar Dynamics in the Galactic Centre: Proper Motions And Anisotropy, *MNRAS*, 317, 348-374.

GIELES, M., ve diğ., 2006, Star Cluster Disruption by Giant Molecular Clouds, *MNRAS*, 371, 793-804.

GIM, M. ve diğ., 1998, The Open Cluster NGC 7789. II. CCD VI Photometry, *PASP*, 110, 1318-1335

GIRARDI, L. ve diğ., 2000, Evolutionary Tracks and Isochrones for Low- and Intermediate-Mass Stars: From 0.15 to 7 M_{sun} , and from $Z=0.0004$ to 0.03, *A&AS*, 141, 371-383.

GLUSKOVA, E. V., DAMBIS, A. K. ve RASTORGUEV, A. S, 1999, Rotation Curve of the Milky Way, *A&AT*, 18, 349-365.

GLUSHKOVA, E. V. ve diğ., 2009, SAI Open Clusters Catalog, *VizieR On-line Data Catalog*: V/132 .

GRATTON, R., 2000, Abundances in Open Clusters: Results and Concerns, *ASPC*, 198, 225-234.

GROENEWEGEN, M. A. T., 2008, The Red Clump Absolute Magnitude Based on Revised Hipparcos Parallaxes, *A&A*, 488, 935-941.

HAMDANI, S. ve diğ., 2000, Chemical Abundances in Seven Red Giants of NGC 2360 and NGC 2447, *A&A*, 360, 509-519.

HARRIS; H. C., 1981, 265, Photometric Abundances and Colors of Cepheids in the Small Magellanic Cloud, *AJ*, 86, 1192-1199.

HASEGAWA, T., SAKAMOTO, T. ve MALASAN, H. L., 2008, New Photometric Data of Old Open Clusters II. A Data Set for 36 Clusters, *PASJ*, 60, 1267-1284.

HAYWOOD, M., 2008, Radial Mixing and the Transition between the Thick and Thin Galactic Discs, *MNRAS*, 388, 1175-1184.

HERBIG, G. H., 1962, Spectral Classification of Faint Members of the Hyades and Pleiades and the Dating Problem in Galactic Clusters, *ApJ*, 135, 736-747.

HOAG, A.A. ve diğ., 1961, Photometry of Stars in Galactic Cluster Fields, *PUSNO*, 17, 347.

HOBBS, L. M. ve diğ., 1990, On the Metallicity and the Turnoff Age of NGC 188, *AJ*, 100, 710-718.

HOBBS, L. M. ve THORBURN, J. A., 1991, On the Metallicity and the Turnoff Temperature of M67, *AJ*, 102, 1070-1079.

HOG, E. ve diğ., 2000, The Tycho-2 Catalogue of the 2.5 Million Brightest Stars, *A&A*, 355, 27-30.

HOU, J.,L., PRANTZOS, BOISSIER, S., 2000, Abundance Gradients and Their Evolution in the MilkyWay Disk, *A&A*, 362, 921-936.

HUESTAMENDIA, G., del RIO, G. ve MERMILLIOD, J.-C., 1991, UBV Photometry of Open Clusters in the Cassiopeia Region. I. Photoelectric Observations of NGC 436 and 637, *A&AS*, 87,153-158.

IBATA, H. ve GILMORE, C., 1993, The Bulge-Halo Transition Region, Galactic Bulges: Proceedings of the 153rd Symposium of the International Astronomical Union Held in Ghent, Belgium, August 17-22, 1992, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, 153, 301-302.

IBATA, R. A. ve diğ., 2003, One Ring to Encompass Them All: A Giant Stellar Structure that Surrounds the Galaxy, *MNRAS*, 340, 21-27.

JACOBSON, H. R ve diğ., 2008, Abundances of Red Giants in Old Open Clusters. III. NGC 7142, *AJ*, 135, 6, 2341-2349.

JANES, K. A., 1979, Evidence for an Abundance Gradient in the Galactic Disk, *ApJS*, 39, 135-156.

JANES, K., ADLER, D., 1982, Open Clusters and Galactic Structure, *ApJS*, 49, 425-445.

JANES, K. A., TILLY, C. ve LYNKA, G., 1988, Properties of the Open Cluster System, *AJ*, 95, 771-784.

JANES, K., A. ve PHELPS, R. L., 1994, The Galactic System of Old Star Clusters: The Development of the Galactic Disk, *AJ*, 108, 1773-1785.

JOSHI, Y. C., 2005, Interstellar Extinction towards Open Clusters and Galactic Structure, *MNRAS*, 362, 1259-1266.

JOSHI, Y. C., 2007, Displacement of the Sun from the Galactic plane, *MNRAS*, 378, 768-776.

KARAALI, S. ve diğ., 2003, New Metallicity Calibration Down to $[Fe/H] = -2.75$ dex, *PASA*, 20, 165-172.

KARATAŞ, Y., SCHUSTER, W. J., 2006, Metallicity and Absolute Magnitude Calibrations for UBV photometry, *MNRAS*, 371, 1793-1812.

KERR, F. J. ve LYNDEN-BELL, D., 1986, Review of Galactic Constants, *MNRAS*, 221, 1023-1038.

KROUPA, P., 2002, Thickening of Galactic Discs through Clustered Star Formation, *MNRAS*, 330, 707-718.

KUBIAK, M. ve diğ., 1992, Variable Stars in the Old Open Cluster Tombaugh 2, *AcA*, 42, 155-175.

LANDOLT, A. U., 1983, UBVRI Photometric Standard Stars around the Celestial Equator, *AJ*, 88, 439-460.

LANDOLT, A. U., 1992, UBVRI Photometric Standard Stars in the Magnitude Range 11.5-16.0 around the Celestial Equator, *AJ*, 104, 340-371.

LATA, S. ve diğ., 2010, A Deep UBVRI CCD Photometry of Six Open Star Clusters in the Galactic Anticenter Region, *AJ*, 139, 378-389.

LEMASLE, B. ve diğ., 2008, Galactic Abundance Gradients from Cepheids. On the Iron Abundance Gradient around 10-12 kpc, *A&A*, 490, 613-623

LEPINE, J. R. D., DIAS, W. S. ve MISHUROV, Y., 2008, Measurement of the Epicycle Frequency in the Galactic Disc and Initial Velocities of Open Clusters, 386, 2081-2090.

LEPINE, J. R. D. ve diğ., 2011, Overlapping abundance gradients and Azimuthal Gradients Related to the Spiral Structure of the Galaxy, *MNRAS*, 417, 698-708.

LOPEZ, M. ve diğ., 2007, Re-Affirming the Connection between the Galactic Stellar Warp and the Canis Major Over-Density, *A&A*, 472, 47-50.

LUCK, R. E. ve LAMBERT, D. L., 2011, The Distribution of the Elements in the Galactic Disk. III. A Reconsideration of Cepheids from $l = 30^\circ$ to 250° , *A&A*, 142, 136.

LYNGA, G., 1988, The Lund Catalogue of Open Cluster Data, *ESO Conference Workshop Proceedings*, 28, 379 – 382

MACIEJEWSKI, G. ve NIEDZIELSKI, A., 2007, CCD BV Survey of 42 Open Clusters, *A&A*, 467, 1065-1074.

MAEDER, A. ve MEYNET, G., 1989, Grids of Evolutionary Models from 0.85 to 120 Solar Masses - Observational Tests and the Mass Limits, *A&A*, 210, 155-173.

MAGRINI, L., SESTITO, P., RANDICH, S. ve GALLI, D., 2009, The Evolution of The Galactic Metallicity Gradient From High Resolution Spectroscopy of Open Clusters, *A&A*, 494, 95-108.

MAGRINI, L., RANDICH, S. ve ZOCCALI, M. ve diğ., 2010, Open Clusters Towards The Galactic Centre: Chemistry and Dynamics, *A&A*, 523, 1-16.

MARIGO, P. ve diğ., 2008, Evolution of Asymptotic Giant Branch Stars. II. Optical to Far-Infrared Isochrones with Improved TP-AGB models, *A&A*, 482, 883-905.

- MARTINEZ-DELGADO, D., 2005, The Closest View of a Dwarf Galaxy: New Evidence on the Nature of the Canis Major Overdensity, *ApJ*, 633, 205-209.
- MARTIN, N. F. ve diğ., 2004, A Dwarf Galaxy Remnant in Canis Major: the Fossil of an in-Plane Accretion on to the Milky Way, *MNRAS*, 348, 12-23.
- MARTIN, N. F. ve diğ., 2005, A Radial Velocity Survey of Low Galactic Latitude Structures - I. Kinematics of the Canis Major Dwarf Galaxy, *MNRAS*, 362, 906-914.
- MATTEUCCI, F. ve FRANCOIS, P., 1989, Galactic Chemical Evolution - Abundance Gradients of Individual Elements, *MNRAS*, 239, 885-904.
- McNAMARA, D. H. ve diğ., 2000, The Distance to the Galactic Center, *ASPC*, 203, 208-211.
- MELBOURNE, W. G., 1959, Line Blanketing Effects on Middle-Type Main-Sequence and Sub-Dwarf Stars, Thesis (PH.D.)--CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, *American Doctoral Dissertations*, Source code: X1959., page: 0010.
- MERMILLIOD, J.-C., 1992, The Database for Stars in Open Clusters. II. A Progress Report on the Introduction of New Data, *BICDS*, 40, 115.
- MOFFAT, A. F., VOGT, N., 1975, Southern Open Clusters IV. UBV-Hbeta Photometry of 26 Clusters From Monoceros to Vela., *A&AS*, 20, 85-124.
- MOFFAT, A. F. J., JACKSON, P. D. ve FITZGERALD, M. P., 1979, The Rotation and Structure of the Galaxy beyond the Solar Circle. I - Photometry and Spectroscopy of 276 Stars in 45 H II Regions and Other Young Stellar Groups toward the Galactic Anticentre, *A&AS*, 38, 197-225.
- MOITINHO, A. ve diğ., 2006, Spiral Structure of the Third Galactic Quadrant and the Solution to the Canis Major Debate, *MNRAS*, 368, 77-81.
- MOITINHO, A., 2010, Observational Properties of the Open Cluster System of the Milky Way and What They Tell Us about Our Galaxy, *IAUS*, 266, 106-116.
- MOLLA, M., FERRINI, F., & DIAZ, A.I., 1997, Evolution of Spiral Galaxies. VII. Time Evolution of The Radial Distributions of Abundances, *ApJ*, 475, 519-533.
- MOMANY, Y. ve diğ., 2006, Outer Structure of the Galactic Warp and Flare: Explaining the Canis Major Over-Density, *A&A*, 451, 515-538.
- MONTGOMERY, K. A., MARSCHALL, L. A., JANES, K. A., 1993, CCD Photometry of the Old Open Cluster M67, *AJ*, 106, 181-219.
- MOUSTAKAS, J. ve KENNICUTT, R. C. Jr., 2006, Integrated Nebular Abundances of Disk Galaxies, *ApJ*, 651, 155-166.

NETOPIL, M. ve diğ., 2007, CCD Photometric Search for Peculiar Stars in Open Clusters VIII. King 21, NGC 3293, NGC 5999, NGC 6802, NGC 6830, Ruprecht 44, Ruprecht 115, and Ruprecht 120, *A&A*, 462, 591-597.

NEWBERG, H. J. ve diğ., 2002, The Ghost of Sagittarius and Lumps in the Halo of the Milky Way, *ApJ*, 569, 245-274.

NISSEN, P. E. ve diğ., 1987, UvbyH-beta Photometry of Main-Sequence Stars in M67, *AJ*, 93, 634-646.

ORTOLANI, S. ve diğ., 2005, The Old Open Clusters Berkeley 36, Berkeley 73 and Biurakan 13 (Berkeley 34), *A&A*, 429, 607-612.

PANAGIA, N. ve TOSI, M., 1981, Galactic Metal Abundance Gradient in Young Stellar Population, *A&A*, 96, 306-309.

PANDEY, A.K. ve diğ., 2003, Intrestellar Exctinction in The Open Clusters Towards Galactic Longitude Around 130 degree, *A&A*, 397, 191-200.

PARK, H.S. ve LEE, M.G., 1999, UBVI Charge-Coupled Device Photometry of Two Old Open Clusters NGC 1798 and 2192, *MNRAS*, 304, 883-892.

PAUNZEN, E ve NETOPIL, M., 2006, On the Current Status of Open Cluster Parameters, *MNRAS*, 371, 1641

PAUNZEN, E. ve diğ., 2010, On the Metallicity of Open Clusters. I. Photometry, *A&A*, 517, 32.

PEDICELLI, S., 2009, On the Metallicity Gradient of the Galactic Disk, *A&A*, 504, 81-86.

PENICHE, R. ve diğ., 1990, *uvby- β* Photoelectric Photometry of the Open Cluster NGC 7062, *RMxAA*, 20, 127-138.

PERRYMAN, M. A. C. ve ESA, 1997, The HIPPARCOS and TYCHO Catalogues. Astrometric and Photometric Star Catalogues Derived from the ESA HIPPARCOS Space Astrometry Mission, *Noordwijk*, Netherlands: ESA Publications Division, 1997, ESA SP Series, 1200, ISBN: 9290923997.

PERRYMAN, M. A. C. ve diğ., 1998, The Hyades: Distance, Structure, Dynamics, and Age, *A&A*, 331, 81-120.

PHELPS, R. L. ve JANES, K.A., 1994, Young Open Clusters as Probes of The Star Formation Process. I. An Atlas of Open Cluster Photometry, *ApJS*, 90, 31-82.

PHELPS, R. L. ve diğ., 1994, Development of the Galactic disk: A search for the Oldest Open Clusters, *AJ*, 107, 1079-1096.

- PIATTI, A. E., CLARIA, J. J. ve ABADI, M. G., 1995, Chemical Evolution of the Galactic Disk: Evidence for a Gradient Perpendicular to the Galactic Plane, *AJ*, 110, 2813-2826.
- PIATTI, A.E. ve diğ., 2008, Ruprecht 1: a Small, Moderately Young Open Cluster in the Third Galactic Quadrant, *BaltA*, 17, 67-77.
- PISKUNOV, A. E. ve diğ., 2006, Revisiting the Population of Galactic Open Clusters, *A&A*, 445, 545-565.
- ORTEGUES, Z. ve diğ., 2010, Young Massive Star Clusters, *AR&A*, 48, 431-493.
- PORTINARI, L. ve CHIOSI, C., 1999, On Star Formation and Chemical Evolution in The Galactic Disk, *A&A*, 350, 827-839.
- REID, M. J. ve diğ., 2009, Trigonometric Parallaxes of Massive Star-Forming Regions. VI. Galactic Structure, Fundamental Parameters, and Noncircular Motions, *ApJ*, 700, 137-148.
- ROLLESTON, W. R. J. ve diğ., 2000, The Galactic Metallicity Gradient, *A&A*, 363, 537-554
- SAGAR, R. ve CANNON, R. D., 1995, UBVRI CCD Photometry of NGC 4755, *A&AS*, 111, 75S.
- SALARIS, M., WEISS, A., PERCIVAL, S. M., 2004, The Age of the Oldest Open Clusters, *A&A*, 414, 163-174.
- SANDAGE, A., 1969, New Subdwarfs. II. Radial Velocities, Photometry, and Preliminary Space Motions for 112 Stars with Large Proper Motion, *ApJ*, 158, 1115-1136.
- SANDAGE, A. ve FOUTS, G., 1987, New subdwarfs. VI - Kinematics of 1125 High-Proper-Motion Stars and the Collapse of the Galaxy, *AJ*, 93, 74-115.
- SCHLEGEL, D. J., FINKBEINER, D. P. ve DAVIS M., 1998, Maps of Dust Infrared Emission for Use in Estimation of Reddening and Cosmic Microwave Background Radiation Foregrounds , *ApJ*, 500, 525-553.
- SCHMIDT-KALER Th, 1982, *Intrinsic colors and visual absolute magnitudes (calibration of the MK system)*, in Landolt-Bornstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, New Series, Group VI, Vol.2b, ed. K.Schaifers & H.H. Voigt, Springer, Berlin, p. 14-24, 978-3-540-10976-1
- SCHÖNRICH R, BINNEY, J., 2009, Chemical Evolution with Radial Mixing, *MNRAS*, 396, 203-222.

SCHUSTER, W. J. ve diğ., 2007, The San Pedro Mártir Open Cluster Survey: Progress, Techniques, Preliminary Results, *IAU Symposium*, 14-17 August, 2006, Prague, Czech Republic, Cambridge: Cambridge University Press, 331-331.

SHAVER, P. A. ve diğ., 1983, The galactic abundance gradient, *MNRAS*, 204, 53-112

SHEN, M. ve ZHU, Z., 2007, A Kinematical Calibration of the Galactrocentric Distance, *A&A*, 7, 120-128.

SMITH, V. V. ve SUNTZEFF, N. B., 1987, Velocities and Abundances of Giant Stars in the Old Open Cluster NGC 2420, *AJ*, 93, 359-367.

SOLLIMA, A. ve diğ., 2009, The Non-Peculiar Velocity Dispersion Profile of the Stellar System ω Centauri, *MNRAS*, 396, 2183-2193.

SPITZER, L. Jr., 1958, Distribution of Galactic Clusters, *AJ*, 127, 17-27

STERKEN, C ve MANFROID, J., 1992, Astronomical Photometry, *Science*, Vol.258, NO.5083/OCT30, P. 832.

STETSON, P. B., DAVIS, L. E. ve CRABTREE, D. R., 1990, Future Development of the DAOPHOT Crowded-Field Photometry Package, *IN: CCDs in astronomy; Proceedings of the Conference*, Tucson, AZ, Sept. 6-8, 1989 (A91-45976 19-33), San Francisco, CA, *Astronomical Society of the Pacific*, 289-304.

STRAIZYS, V., 1995, Multicolor Stellar Photometry, *A&AS*, Vol. 15, ed. A. G. Pacholczyk, Tucson, Arizona: Pachart Pub. House.

TADROSS, A. L., 2003, Metallicity Distribution on the Galactic Disk, *NewA*, 8, 737-744.

TADROSS, A. L., 2008, A Catalogue of Previously Unstudied Berkeley Clusters, *MNRAS*, 389, 285-291.

TAPIA, M. T. ve diğ., 2010, UBV(RI)_C Photometry of the Open Clusters Be 15, Be 80 and NGC 2192, *MNRAS*, 401, 621-632.

TAYLOR, R. T., 1996, An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements, *University Science Books*, ISBN 0-935702-75-X.

TERLEVICH, E., 1987, Evolution of Open Clusters as N-body Systems, *PAICZ*, 69, 149 – 156.

THOGERSEN, E. N. ve diğ., 1993, Metallicities and velocities of old open clusters, *PASP*, 105, 1253-1259.

TORRES-PEIMBERT, S. ve PEIMBERT, M., 1977, Photoelectric Photometry and Physical Conditions of Planetary Nebulae, *RewMex*, 2, 181–207.

TOSI, M., 1988, Models of Galactic Chemical Evolution - The Problem of Uniqueness, *A&A*, 197, 33-46.

TOSI, M., 1995, Chemical Evolution of the Galaxy, *Workshop: The Formation of the Milky Way*, IAA-IAC-University of Pisa, 153 – 162.

TOSI, M., 1996, Comparison of Chemical Evolution Models for the Galactic Disk, *ASP Conference Series*, 98, 299-313.

TOSI, M., 2000, The Chemical Evolution of the Milky Way, *The Evolution of the Milky Way: Stars versus Clusters*, *Kluwer Academic Publishers*, ISBN 0-7923-6679-4, p.505.

TRUMPLER, R. J., 1930, Preliminary Results on the Distances, Dimensions and Space Distribution of Open Star Clusters, *Lick Observatory Bulletins*, *Berkeley : University of California Press*, no. 420, 154-188.

TWAROG, B. A., 1980, The Chemical Evolution of the Solar Neighborhood. II - The Age-Metallicity Relation and the History of Star Formation in the Galactic Disk, *ApJ*, 242, 242-259.

TWAROG, B. A., ASHMAN, K. M. ve ANTHONY-TWAROG, B. J., 1997, Some Revised Observational Constraints on The Formation and Evolution of The Galactic Disk, *AJ*, 114, 2556-2585.

WALKER, M. F., 1956, Studies of Extremely Young Clusters. I. NGC 2264., *ApJ*, 124, 668-668.

WHEELER, J. C. ve diğ., 1989, Abundance Ratios as a Function of Metallicity, *ARA&A*, 27, 279-349.

WIELEN, R., 1985, Dynamics of Open Star Clusters, *IAUS*, 113, 449-460.

WILDEY, R. L. ve diğ., 1962, On the Effect of Fraunhofer Lines on u, b, V Measurements, *ApJ*, 135, 94-108.

Van den BERGH, S., McCLURE, R. D., 1980, Galactic Distribution of the Oldest Open Clusters, *A&A*, 88, 360-362.

VANDENBERG, D. A. ve BELL, R. A., 1985, Theoretical Isochrones for Globular Clusters with Predicted BVRI and Stromgren Photometry, *ApJS*, 58, 561-621.

VAZQUEZ, R. A. ve diğ., 2008, Spiral Structure in the Outer Galactic Disk. I. The Third Galactic Quadrant, *ApJ*, 672, 930-939.

YANNY , B. ve diğ., 2003, A Low-Latitude Halo Stream around the Milky Way, *ApJ*, 58, 824-841.

YONG, D. ve diğ., 2005, Elemental Abundance Ratios in Stars of the Outer Galactic Disk. I. Open Clusters, *AJ*, 130, 597-625.

ZACHARIAS, N. ve diğ., 2004, The Second US Naval Observatory CCD Astrograph Catalog (UCAC2), *AJ*, 127, 3043-3059.

ZWITTER, T. ve diğ., 2008, The Radial Velocity Experiment (rave): Second Data Release, *AJ*, 136, 421-451.

EKLER

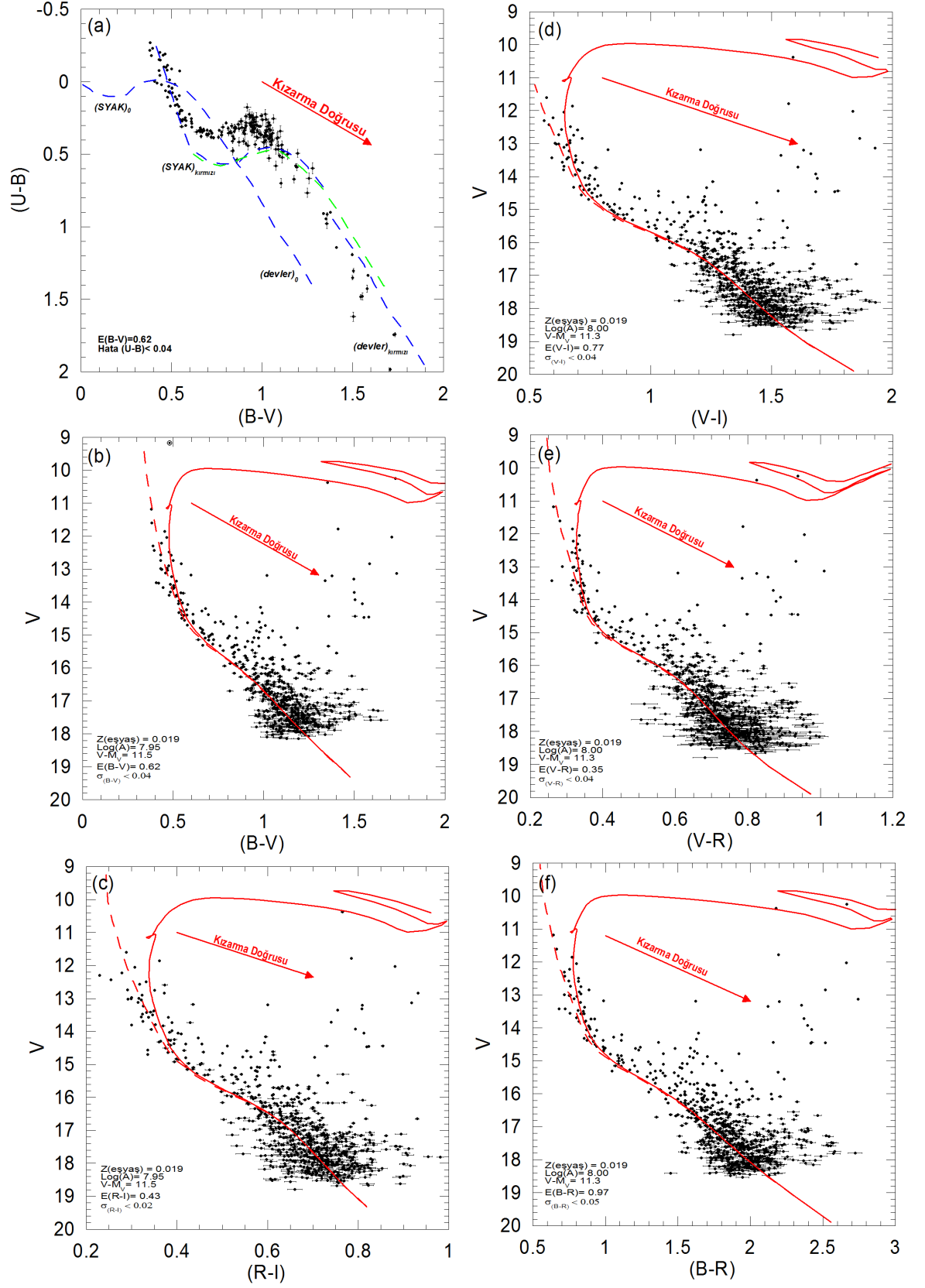
Ek 1: 20 kümenin temel astrofiziksel parametrelerinin elde edilmesinde analizlere ait iki renk ve renk-kadir diyagramları ve ilgili tablolar bu ek kısmında sunulmuştur.

GALAKSİMİZİN İLK ÇEYREĞİNDE BULUNAN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN TEMEL GÖZLEMSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

1. NGC 6694

NGC 6694 açık yıldız kümesi ($l = 23^{\circ}.88$, $b = -2^{\circ}.91$) Scutum sarmal kolu yakınlarında yıldızlararası soğurmanın nispeten az olduğu bir bölgede bulunur. NGC 6694 kümesine ait $\sigma_{(U-B)} < 0.04$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-1(a)'da verilmiştir. Şekil Ek-1(a)'da kesikli çizgiler ile gösterilen $E(B-V) = 0.0$ kızarmamış SK82'ye ait eğriyi göstermekte olup anakol yıldızları için $(SYAK)_0$ ile, dev yıldızlar için ise $(devler)_0$ olarak gösterilmiştir. SK82'ye ait eğrinin NGC 6694 kümesine ait yıldızlar ile kızarma vektörü boyunca kaydırılarak uygun fit sonucu, renk artığı $E(B-V) = 0.62 \pm 0.06$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri çok eski bir çalışma olan Cuffey (1940) tarafından verilen $E(B-V) = 0.59$ değeri ile uyum içindedir.

NGC 6694 açık yıldız kümesinin metal ve ağır element bolluğu tayini, Bölüm 3.2.2.2'de belirtilen yönteme göre Hyades anakolu yardımıyla yapılmıştır. Şekil Ek-1(a)'da F tayf türü yıldızlar Hyades'in kızarmış anakolunun üzerinde dağılımları incelendiğinde kümenin ağır element bolluğu $Z = 0.019$ ($[Fe/H]=0.0$) Güneş bolluğunda alınmıştır.



Şekil Ek-1: NGC 6694 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

NGC 6694 açık yıldız kümesinin V-(B-V), V-(R-I), V-(V-I), V-(V-R), V-(B-R) renk-kadir diyagramları Şekil Ek-1(b)-(f)'de verilmiştir. NGC 6694 kümesinin beş renk indeksine ait renk artışı değerleri, Bölüm 3.2.2.1'de verilen bağıntılar yardımıyla E(B-V) renk artışı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I) = 0.43 \pm 0.04$, $E(V-I) = 0.78 \pm 0.08$, $E(V-R) = 0.35 \pm 0.04$, $E(B-R) = 0.97 \pm 0.10$ şeklindedir.

(V-M_V) uzaklık modülü Bölüm 3.2.2.3'de anlatıldığı gibi, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait teorik eşyaş eğrisinin kümenin ağır element bolluğu dikkate alınarak dikey mutlak kadir ekseninde (V-M_V)+3.1 E(B-V) kadar, yatay renk indeksi ekseninde ise renk artışı kadar kaydırılarak elde edilir. NGC 6694 kümesi için, $Z = +0.019$ ağır element bolluğuna göre seçilen teorik yaş eğrisi, kümenin V-(B-V), V-(R-I), V-(V-I), V-(V-R), V-(B-R) renk-kadir diyagramlarında beş renk indeksine ait renk artışı değerleri de dikkate alınarak anakolun mavi tarafına doğru, dönüm noktası yıldızları ile eğer var ise KY yıldızlarına ağırlık verilerek iyi bir karşılaştırma elde edilinceye kadar kaydırılır ve böylelikle kümenin uzaklık modülü elde edilir. Şekil Ek-1(b)-(f)'deki beş renk indeksine ait renk-kadir diyagramlarından, NGC 6694 açık yıldız kümesinin bu yöntemle göre (V-M_V) uzaklık modülü beş renk indeksi için belirlenmiştir ve Tablo Ek-1'de verilmiştir. Kümenin ortalama uzaklık modülü ve uzaklığı ve hatası Bölüm 3.2.2.5'de verilen bağıntılar yardımı ile hesaplanmıştır. NGC 6694 kümesinin beş renk indeksi için ortalama uzaklık modülü $\langle (V-M)_0 \rangle = 11.39 \pm 0.04$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 1.90 \pm 0.04$ kpc'dir. Cuffey'e (1940) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [10.00, 1.00]$ değeri bu tez çalışmasına ait değere göre biraz farklılık göstermektedir. Cuffey (1940) çalışması oldukça eski bir çalışma olup eski gözlem tekniklerinin ve farklı eşyaş çizgilerinin kullanılması sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir.

NGC 6694 açık yıldız kümesinin yaşı, Şekil Ek-1(b)-(f)'de verilen beş renk indeksine ait renk kadir diyagramlarında Bölüm 3.2.2.4'de verilen yöntemle göre, kümenin $Z = +0.019$ ağır element bolluğuna göre seçilen Marigo ve diğ.'ne (2008) ait teorik eşyaş eğrisinin, kümenin anakolu, dönüm noktası eğer varsa KY yıldızları ile iyi uyum elde edilinceye kadar karşılaştırılarak tayin edilmiştir. Yaş eğrileri, kümenin kızarmış gözlemsel renk-kadir diyagramı ile fit edilmeden önce, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait teorik eşyaş eğrisi, kümenin iki-renk diyagramından belirlenen beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak kıztılır.

Tablo Ek-1: NGC 6694 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	$\text{Log}(A)_{\text{fit}}$	A_{fit} [Gyl]
NGC 6694	$E(B-V)=0.62\pm0.064$	$Z=0.019$		
(B-V)	11.50 ± 0.08	1.99 ± 0.05	7.95 ± 0.05	0.09 ± 0.01
(R-I)	11.50 ± 0.10	1.99 ± 0.09	7.95 ± 0.05	0.09 ± 0.01
(V-I)	11.30 ± 0.10	1.82 ± 0.08	8.00 ± 0.05	0.10 ± 0.01
(V-R)	11.30 ± 0.10	1.82 ± 0.08	8.00 ± 0.05	0.10 ± 0.01
(B-R)	11.30 ± 0.10	1.82 ± 0.08	8.00 ± 0.05	0.10 ± 0.01
Ortalama	11.39 ± 0.04	1.90 ± 0.04	7.98 ± 0.02	0.09 ± 0.005

Teorik eşyaş eğrileri anakol ile fit edilirken, çift yıldızların anakolu genişletme etkisinden dolayı anakolun daha parlak orta noktalarına ağırlık verilmeye çalışılmıştır. beş renk indesi için belirlenen örneğimizdeki açık yıldız kümelerinin yaş değerlerinin ortalaması kümenin ortalama yaşı (Gyl) olarak Tablo Ek-1’de verilmiştir. NGC 6694 kümesinin ortalama yaşı $\langle \text{Log } A \rangle = 7.98\pm0.02$ ($\langle A \rangle = 0.09\pm0.005$ Gyl)’dır. Cuffey’e (1940) ait eski çalışma bu kümenin yaşını $\text{Log } A = 7.90$ (0.08 Gyl) olarak vermektedir. Her iki çalışmaya ait bulunan yaş değerleri uyum içindedir.

Tablo Ek-2 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

$E(B-V)$	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	LogA	Kaynak
0.62	---	0.019	11.39	1.90	7.98	Tez
0.59	---	0.019	10.00	1.00	7.90	Cuffey (1940)

Bu kümenin temel parametrelerinin belirlenmesine yönelik yapılan sadece bir çalışma Cuffey’e (1940) aittir. Bu bölgeye yönelik yapılan tayf çalışmalarına baktığımızda ise incelenmiş yıldızların hiçbirinin de küme üyesi olmadığı açıkça görülmektedir.

2. NGC 6802

NGC 6802 açık yıldız kümesinin ($l = 55^\circ.33$, $b = 0^\circ.92$), $\sigma_{(U-B)} < 0.04$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-2’de verilmiştir. Şekil Ek-2’deki semboller Şekil Ek-1’deki ile aynı olup anlamları önceki bölümde verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 6802 küme yıldızlarına kızarma doğrusu boyunca kaydırılarak fit yapılmasından renk artığı $E(B-V)=0.80\pm0.07$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-5’den de görüleceği gibi, Hoag ve diğ.’ne (1961) ait $E(B-V) = 0.85$ ve Netopil ve diğ.’ne (2007) ait $E(B-V) = 0.89$ değeri ile uyum içindedir.

NGC 6802 açık yıldız kümesinin ağır element (Z) ve metal bolluğu ($[Fe/H]$) değeri Bölüm 3.2.2.2’de anlatılan yöntemle göre, kızarmış Hyades anakolu üzerinde F tayf türü yıldızların $\delta(U-B)$ morötesi artığından tayin edilmiştir. KY yıldızları için ise SK82 anakol renkleri kullanılmıştır.

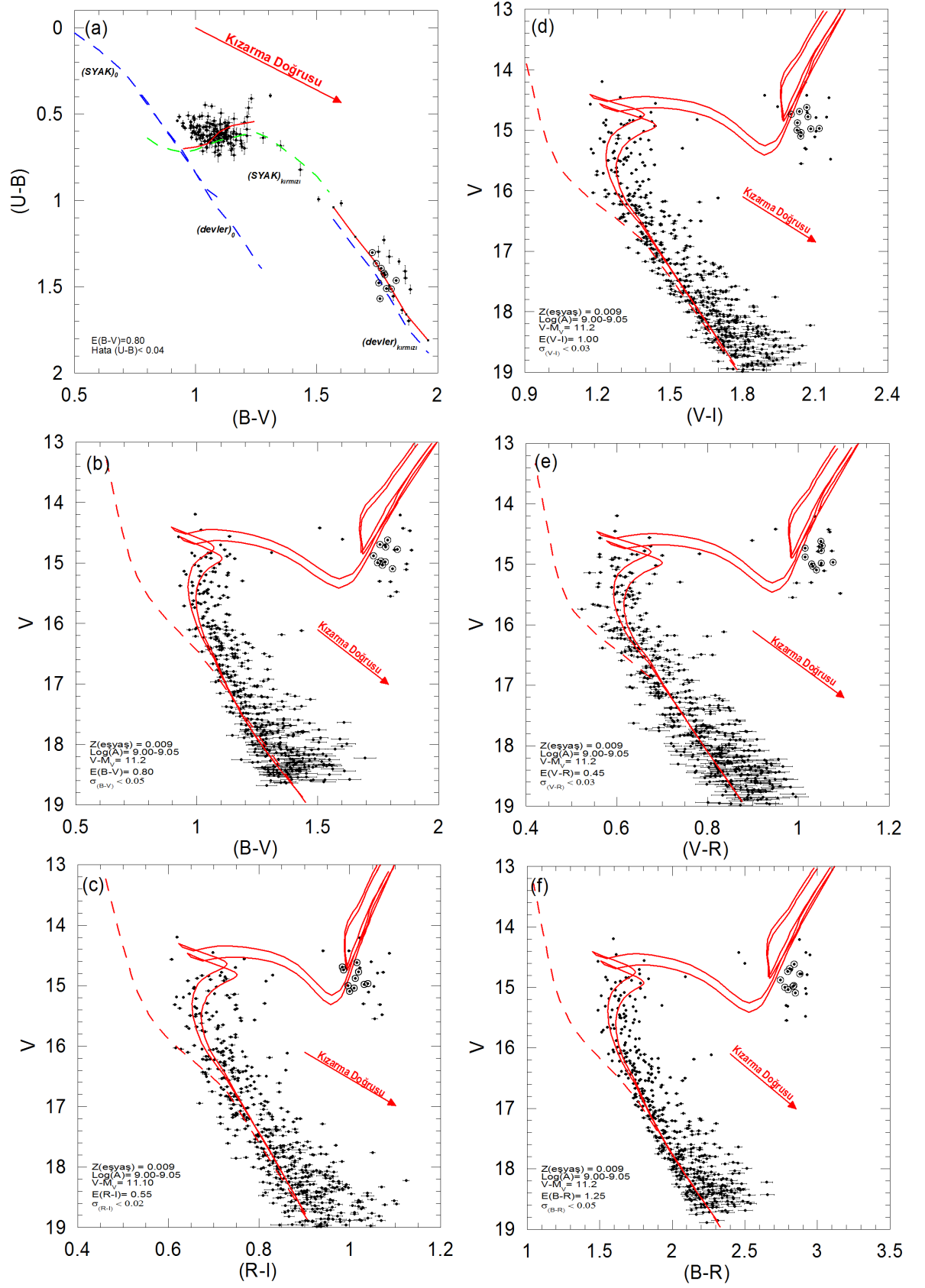
Tablo Ek-3: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	$[Fe/H]$	Z
0.30	0.044	-0.01	0.054	0.079	-0.30	0.009

Örneğimizdeki açık yıldız kümelerinin ortalama metal bolluğu değeri, Hyades anakolu üzerinde $0.50 \leq (B-V)_0 \leq 0.70$ renk indeksi aralığında, parlak F tayf türü yıldızlardan Bölüm 3.2.2.’de belirtilen yöntemle göre tayin edilmiştir. NGC 6802 kümesinin (U-B)–(B-V) iki renk diyagramından Hyades anakolu üzerindeki kırmızı eğri küme yıldızlarına yapılan ortalama deneysel fiti göstermektedir. Şekil Ek-2’de yıldızların dağılımına bakıldığında $\langle(B-V)_0\rangle = 0.30$ ($\langle B-V \rangle = 1.10$) ortalama renk indeksinde $(U-B)_0$ ve $(U-B)_{fit}$ değerleri sırasıyla, 0.044 ve -0.01 olup, $\delta(U-B) = (U-B)_0 - (U-B)_{EM} = 0.054$ ’dir. Bu değer Sandage’e (1969) ait Tablo 1A yardımıyla $(B-V)_0=0.6$ renk indeksine normalize edilen morötesi artığı $\delta(U-B)_{0.6} = 0.07$ ’dir. Bu değerler Tablo Ek-3’de listelenmiştir.

Cüce anakol yıldızları için ölçülen bu $\delta_{0.6}$ morötesi artığı, Karataş ve Schuster’e (2006) ait (3.2) nolu bağıntıdan $[Fe/H] = -0.30$ olarak hesaplanmıştır. Bu metal bolluğu değeri Bölüm 3.2.2.2’de verilen bağıntı yardımıyla $Z = 0.009$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen (Z, $[Fe/H]$) değeri Tablo Ek-3’de sunulmuştur. Tablo Ek-5’den görüleceği gibi, Hoag ve diğ. (1961) ve Netopil ve diğ. (2007), Güneş bolluğundaki değeri kullanmıştır.

Şekil Ek-2'deki iki renk diyagramında $(B-V) > 1.7$ renk indeksi değerlerindeki yıldızlar içi boş daireler ile gösterilen KY/KD adaylarıdır. Bu KY/KD adaylarının Bölüm 4.6.1'de belirtildiği gibi, NGC 6802 kümesinin $(U-B)-(B-V)$ iki renk diyagramındaki geç tipten yıldızlar, $V-(B-V)$ ve diğer renk indekslerine ait renk kadir diyagramlarında eşyaş eğrileri ile karşılaştırarak sınıflandırılmıştır. Bununla birlikte bu KY adayları kırmızı dev kolunun alt tabanındaki kırmızı dev yıldızlarının işgal ettiği bölgede yer aldıklarından istatistiksel olarak ilk aşamada sınıflandırılmışlardır. KY olup olmadıkları tayf çalışmalardan açığa çıkarılabilir.



Şekil Ek-2: NGC 6802 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

NGC 6802 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla $E(R-I) = 0.55 \pm 0.05$, $E(V-I) = 1.00 \pm 0.09$, $E(V-R) = 0.45 \pm 0.04$, $E(B-R) = 1.25 \pm 0.11$ 'dir.

Tablo Ek-4: NGC 6802 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyl]
$E(B-V)=0.80 \pm 0.07$ $[Fe/H]=-0.30 \pm 0.13$ $Z=0.009 \pm 0.003$					
(B-V)	11.20 ± 0.10	1.74 ± 0.08	9.00-9.05	9.05 ± 0.05	1.12 ± 0.14
(R-I)	11.10 ± 0.15	1.66 ± 0.12	9.00-9.05	9.05 ± 0.10	1.12 ± 0.29
(V-I)	11.20 ± 0.15	1.74 ± 0.12	9.00-9.05	9.05 ± 0.10	1.12 ± 0.29
(V-R)	11.20 ± 0.10	1.74 ± 0.08	9.00-9.05	9.05 ± 0.10	1.12 ± 0.29
(B-R)	11.20 ± 0.10	1.74 ± 0.08	9.00-9.05	9.05 ± 0.05	1.12 ± 0.14
Ortalama	11.19 ± 0.05	1.73 ± 0.04		9.05 ± 0.03	1.12 ± 0.08

NGC 6802 kümesinin uzaklık modülü ve yaş tayininde $Z = +0.009$ ağır element bolluğu için L. Girardi'nin web sayfasında Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrisi kullanılmıştır. beş renk indeksine ait renk-kadir diyagramlarının kümenin ağır element bolluğu ve renk artıkları dikkate alınarak teorik yaş eğrisi ile karşılaştırılmasından kümenin $(V-M_V)$ uzaklık modülü beş renk indeksi için belirlenmiş ve hata değerleri ile birlikte Tablo Ek-4'de verilmiştir (karşılaştırma tekniği için bakınız Bölüm 3.2.2.3). Teorik eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile yapılan fiti Şekil Ek-2(b)-(f)'de verilmiştir. NGC 6802 kümesinin beş renk indeksi için ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.19 \pm 0.05$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 1.73 \pm 0.04$ kpc'dir.

Kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Hoag ve diğ.'ne (1961) ait $[(V-M)_0, d(kpc)] = [10.34, 1.12]$ değerinden büyük, Netopil ve diğ.'ne (2007) ait $[(V-M)_0, d(kpc)] = [11.64, 2.13]$ değerine yakındır.

Açık yıldız kümelerinin dönüm noktaları $14 < V < 16$ kadir aralığında bir saçılma şeklinde gözlenmektedir. Dönüm noktasındaki bu saçılmayı dikkate alarak, NGC 6802 kümesinin renk-kadir diyagramlarına Marigo ve diğ.'ne (2008) ait teorik yaş eğrisi çifti fit edilmiştir. Dönüm noktası ve KY yıldızları ile olan en iyi uyuma bakılarak yaş

eğrilerinin bir tanesi kümenin yaşı olarak tercih edilir. Şekil Ek-2(b)-(f)'deki renk-kadir diyagramlarında alttaki yaş eğrisi bu uyumu vermektedir.

NGC 6802 kümesinin beş renk indeksine ait renk-kadir diyagramlarının $Z = +0.009$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrileri ile karşılaştırılmasından kümenin beş renk indeksi için yaş değerleri Tablo Ek-4'de listelenmiştir. NGC 6802 kümesinin ortalama yaşı $\langle \text{Log } A \rangle = 9.05 \pm 0.03$ ($\langle A \rangle = 1.12 \pm 0.08$ Gyl)'dir. Kümenin bulunan yaş değeri, Hoag ve diğ.'ne (1961) ait $\text{Log } A = 8.87$ (0.74 Gyl) ve Netopil ve diğ.'ne (2007) ait $\text{Log } A = 8.70$ (0.50 Gyl) değerinden yaşlıdır.

Tablo Ek-5: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	(V - M _V) ₀	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.80	-0.30	0.009	11.19	1.73	9.05	Tez
0.85	---	0.019	10.34	1.12	8.87	Hoag (1961)
0.89	---	---	11.64	2.13	8.70	Netopil (2007)

3. NGC 6866

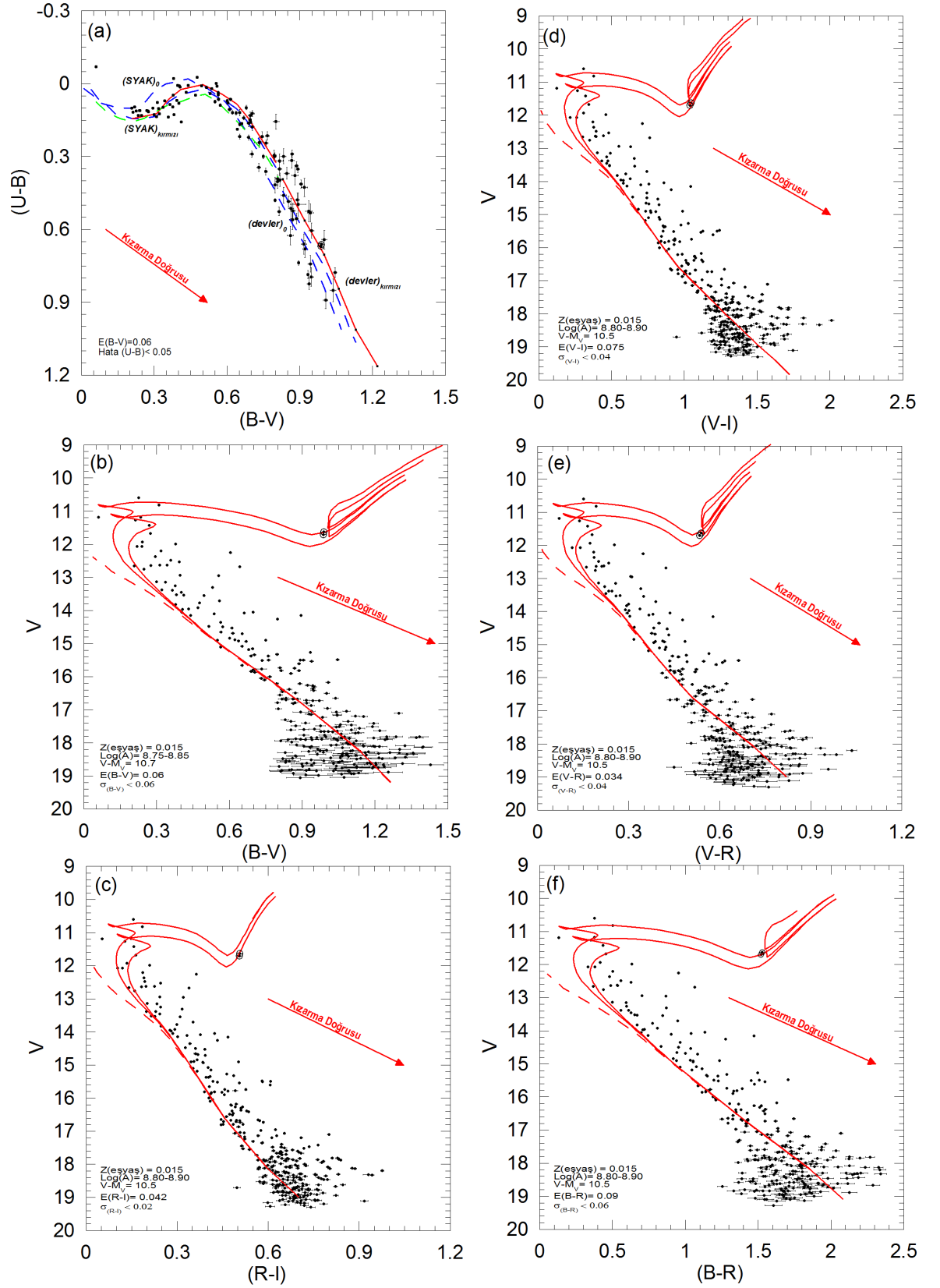
NGC 6866 açık yıldız kümesinin ($l = 79^\circ.56$, $b = 6^\circ.84$) ait $\sigma_{(U-B)} < 0.05$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-3'de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 6866 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V) = 0.06 \pm 0.05$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-8'den de görüleceği gibi, Hoag ve diğ.'ne (1961) ait $E(B-V) = 0.17$ değerinden küçüktür.

Kümenin metal bolluğu tayini için, Şekil Ek-3'de Hyades anakolu üzerinde $0.30 < (B-V) < 0.60$ aralığındaki F tayf türü yıldızları için hesaplanan eğri, $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.44$ ($\langle B-V \rangle = 0.50$) değerinde, $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ mor ötesi fazlalıklarını sırasıyla, 0.040 ve 0.044 olarak vermektedir. Bu morötesi artığı değerlerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.10, +0.015) olarak elde edilmiş ve Tablo Ek-6'da verilmiştir. Şekil Ek-3'den görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında Hyades anakolu ve Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin karşılaştırılmasından 10 tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

NGC 6866 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup, sırasıyla $E(R-I)=0.04 \pm 0.04$, $E(V-I)=0.08 \pm 0.06$, $E(V-R)=0.30 \pm 0.03$, $E(B-R)=0.09 \pm 0.05$ 'dir.

Tablo Ek-6: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle (B-V)_0 \rangle$	$(U-B)_0$	$\langle (U-B)_{0,EM} \rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta(0.6)$	$[Fe/H]$	Z
0.44	0.000	-0.040	0.040	0.044	-0.097	0.015



Şekil Ek-3: NGC 6866 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

NGC 6866 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-3’de verilmiştir. $Z = +0.015$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-7’de listelenmiştir. NGC 6866 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 10.61\pm0.02$, ortalama uzaklığı ise $\langle d\rangle = 1.32\pm0.01$ kpc’dir.

Tablo Ek-7: NGC 6866 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyıl]
E(B-V)=0.06±0.05 [Fe/H]= -0.097±0.11 Z= 0.015±0.003					
(B-V)	10.70±0.02	1.38±0.01	8.75-8.85	8.85±0.05	0.71±0.09
(R-I)	10.50±0.05	1.26±0.03	8.80-8.90	8.90±0.05	0.79±0.10
(V-I)	10.50±0.08	1.26±0.05	8.80-8.90	8.90±0.05	0.79±0.10
(V-R)	10.50±0.06	1.26±0.04	8.80-8.90	8.90±0.05	0.79±0.10
(B-R)	10.50±0.03	1.26±0.02	8.80-8.90	8.90±0.05	0.79±0.10
Ortalama	10.61±0.015	1.32±0.01		8.89±0.02	0.75±0.04

Tablo Ek-8’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı $[(V-M_V)_0, d(\text{kpc})] = [10.61, 1.32]$ değeri, Hoag ve diğ.’ne (1961) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [10.80, 1.45]$ değeri ile uyumludur.

NGC 6866 kümesinin ortalama yaşı $\langle \text{Log } A \rangle = 8.89\pm0.02$ ($\langle A \rangle = 0.75\pm0.04$ Gyıl)’dır. Kümenin bulunan bu yaş değeri Tablo Ek-8’den de görüleceği gibi, Hoag ve diğ.’ne (1961) ait $\text{Log } A = 8.58$ (0.38 Gyıl) değeri ile uyum içindedir.

Tablo Ek-8: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.06	-0.10	0.015	10.61	1.32	8.89	Tez
0.17	---	0.019	10.80	1.45	8.58	Hoag (1961)

4. NGC 7062

NGC 7062 açık yıldız kümesinin ($l = 89^\circ.96$, $b = -2^\circ.75$), $\sigma_{(U-B)} < 0.06$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-4’de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 7062 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artışı $E(B-V)=0.43\pm0.08$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artışı değeri Tablo Ek-11’den de görüleceği gibi, $uvby-\beta$ fotometrisinden Peniche ve diğ. (1990) tarafından bulunan $E(B-V) = 0.46$ değeri ile uyumludur.

Kümenin metal bolluğu tayini için, Şekil Ek-4’de Hyades anakolu üzerinde $0.70 < (B-V) < 1.10$ aralığında $\langle(B-V)_0\rangle = 0.37$ ($\langle B-V \rangle = 0.80$) değerinden hesaplanan eğri yardımıyla $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6} = 0.066$ ve 0.080 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artışı değerlerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.31, +0.01) olarak elde edilmiş ve Tablo Ek-9’da verilmiştir.

Tablo Ek-9: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta(0.6)$	$[Fe/H]$	Z
0.37	0.022	-0.044	0.066	0.080	-0.31	0.010

Peniche ve diğ. (1990), $uvby-\beta$ fotoelektrik fotometrisini kullanarak üç tane F tayf türünden olası küme üyesi için metal bolluğunu $[Fe/H] = -0.35$ olarak tespit etmişlerdir. Bu değer, tez çalışmasına ait -0.31 dex değeri ile oldukça uyumludur. Peniche ve diğ.’ne. (1990) ait çalışmada kümenin diğer parametrelerinin tespitinde $Z= 0.003$ için Van den Bergh (1985) eşyaş eğrileri kullanılmıştır.

Şekil Ek-4’den görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin karşılaştırılmasından beş tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

Şekil Ek-4’de iki-renk ve renk-parlaklık diyagramlarında işaretlenmiş olası KY/KD yıldızlarının, Jones ve van Altena’ya (1970) ait çalışmasında küme üyesi olma olasılığının yüksek olduğu söylenmiştir. Jones ve van Altena (1970), NGC 7062 kümesi doğrultusunda, küme merkezinden 12 yay dakikası içerisinde, 334 yıldızın öz hareketlerinden küme üyeliği tespiti yapmıştır.

NGC 7062 kümesinin beş renk indeksine ait renk artışı değerleri $E(B-V)$ renk artışı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.30\pm0.06$, $E(V-I)=0.54\pm0.10$, $E(V-R)=0.24\pm0.05$, $E(B-R)=0.67\pm0.12$ şeklindedir.

NGC 7062 kümesinin beş renk indeksinde renk kadir diyagramları Şekil Ek-4’de verilmiştir. $Z = +0.01$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülü, hesaplanan uzaklığı ve yaşları Tablo Ek-10’da listelenmiştir. NGC 7062 kümesinin ortalama uzaklık modülü, $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.40\pm0.02$, ortalama uzaklığı ise $\langle d\rangle=1.91\pm0.02$ kpc’dir. Tablo Ek-11’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Peniche ve diğ.’ne (1990) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.18, 2.73]$ değerinden küçüktür.

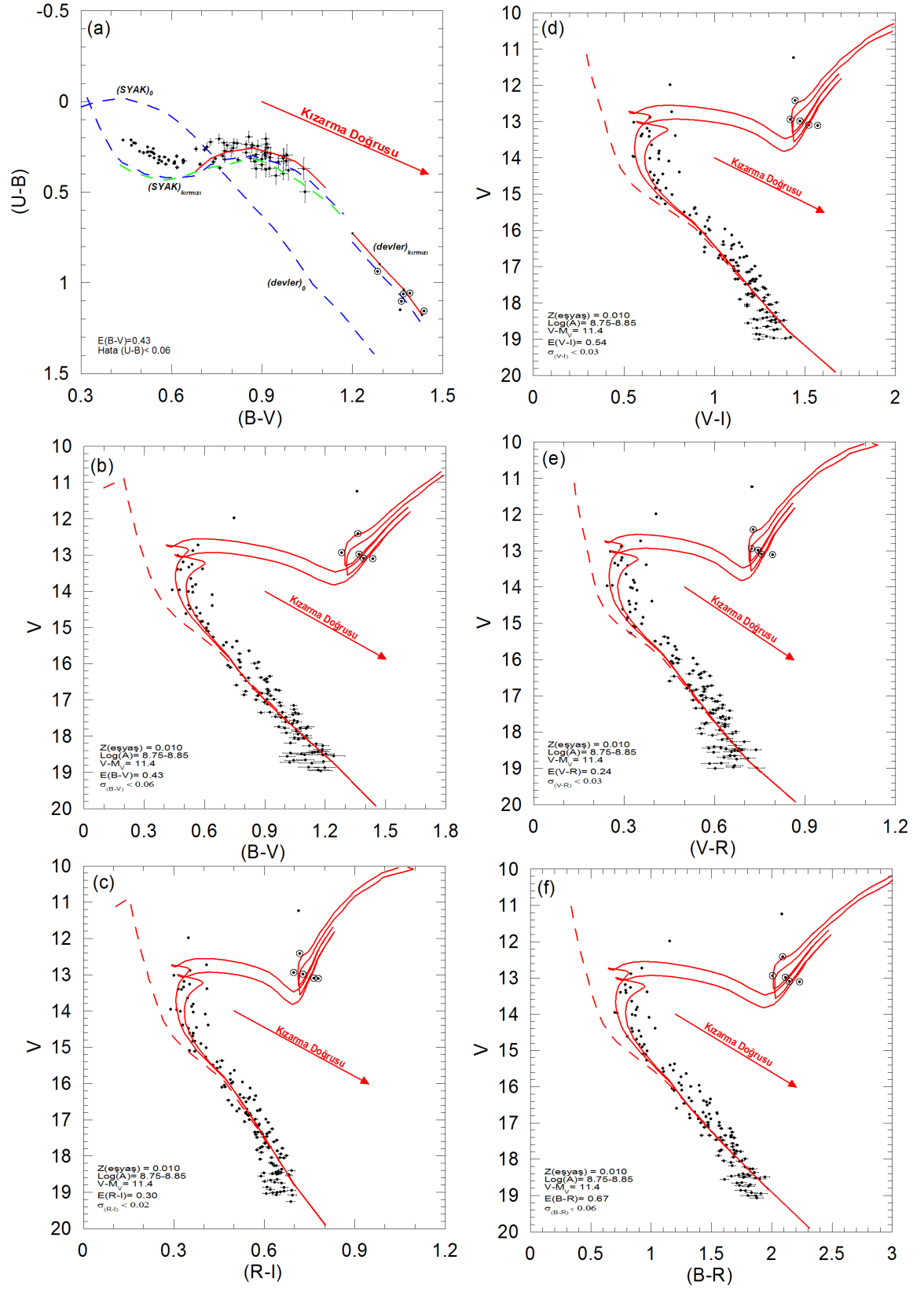
Tablo Ek-10: NGC 7062 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyl]
$E(B-V)=0.43\pm0.08$ $[Fe/H]=-0.31\pm0.12$ $Z=0.010\pm0.003$					
(B-V)	11.40 ± 0.01	1.91 ± 0.12	8.75-8.85	8.85 ± 0.05	0.71 ± 0.09
(R-I)	11.40 ± 0.07	1.91 ± 0.06	8.75-8.85	8.85 ± 0.05	0.71 ± 0.09
(V-I)	11.40 ± 0.06	1.91 ± 0.05	8.75-8.85	8.85 ± 0.05	0.71 ± 0.09
(V-R)	11.40 ± 0.03	1.91 ± 0.03	8.75-8.85	8.85 ± 0.05	0.71 ± 0.09
(B-R)	11.40 ± 0.03	1.91 ± 0.04	8.75-8.85	8.85 ± 0.05	0.71 ± 0.09
Ortalama	11.40 ± 0.02	1.91 ± 0.02		8.84 ± 0.02	0.71 ± 0.04

NGC 7062 kümesinin ortalama yaşı $\langle\text{Log } A\rangle = 8.84\pm0.02$ ($\langle A\rangle = 0.71\pm0.04$ Gyl)’dır. Kümenin bulunan bu yaş değeri Tablo Ek-11’den de görüleceği gibi, Peniche ve diğ.’ne (1990) ait $\text{Log } A = 8.45$ (0.28 Gyl) değeri ile uyum içindedir.

Tablo Ek-11: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

$E(B-V)$	$[Fe/H]$	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.43	-0.31	0.010	11.40	1.91	8.84	Tez
0.46	-0.35	0.003	12.18	2.73	8.45	Peniche ve diğ. (1990)



Şekil Ek-4: NGC 7062 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

GALAKSİMİZİN İKİNCİ ÇEYREĞİNDE BULUNAN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN TEMEL GÖZLEMSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

1. NGC 436

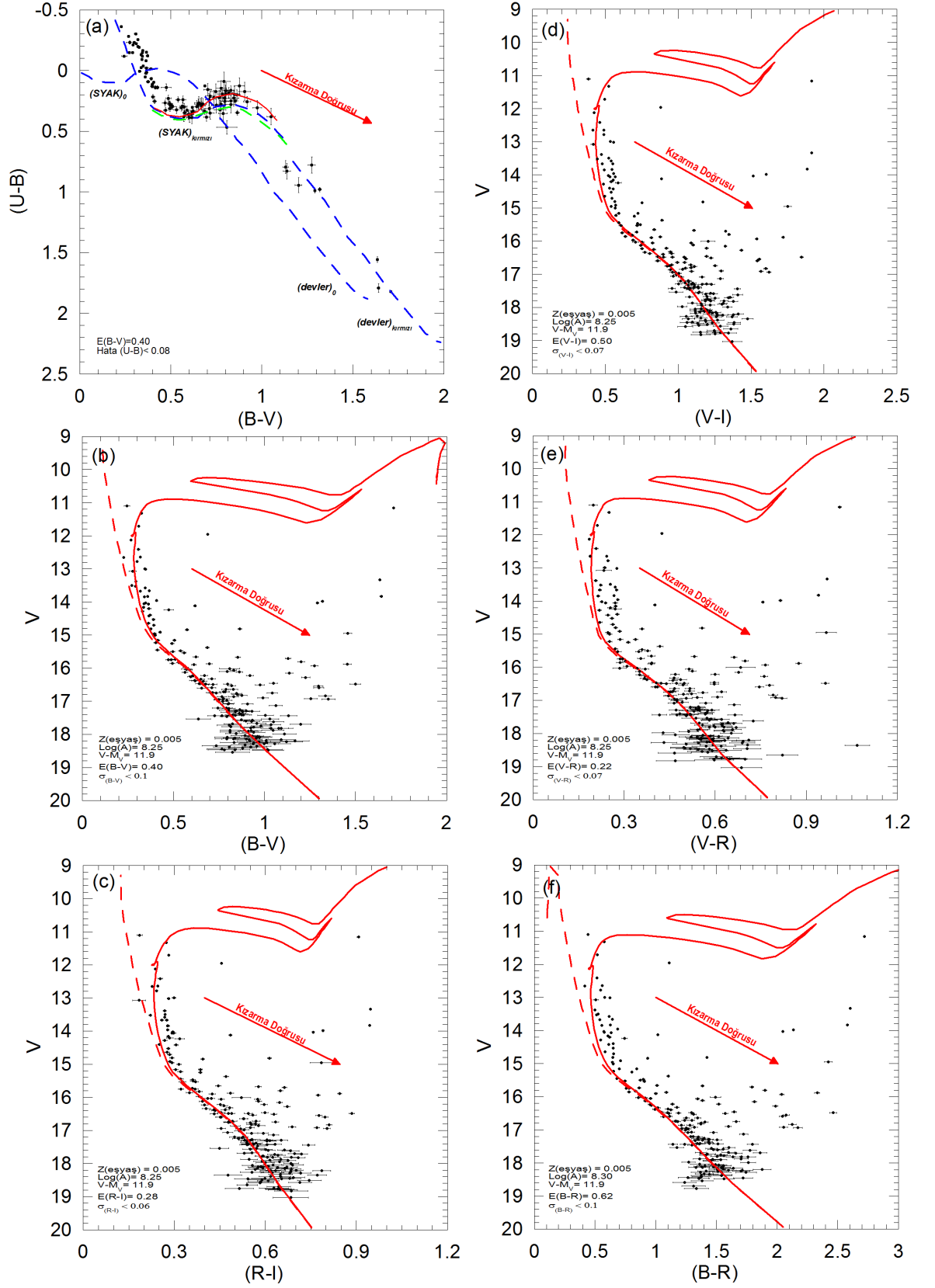
NGC 436 açık yıldız kümesinin ($l = 126^{\circ}.11$, $b = -3^{\circ}.91$), $\sigma_{(U-B)} < 0.08$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-5’de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 436 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V)=0.40\pm0.07$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-14’den de görüleceği gibi, Pandey ve diğ. (2003) ve Huestemandia ve diğ.’ne (1991) ait $E(B-V) = 0.48$ ve Phelps ve Janes (1994)’e ait $E(B-V) = 0.50$ değeri ile hata sınırları içerisinde uyum vardır.

Tablo Ek-12: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta(0.6)$	[Fe/H]	Z
0.40	0.010	-0.090	0.100	0.119	-0.55	0.0050

Şekil Ek-5’de Hyades anakolu üzerinde $0.50 < (B-V) < 1.10$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.40$ ($\langle B-V \rangle = 0.80$) değerinde hesaplanan eğri için mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.10 ve 0.119 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artığından kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.55, +0.005) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-12’de verilmiştir.

NGC 436 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.28\pm0.05$, $E(V-I)=0.50\pm0.09$, $E(V-R)=0.22\pm0.04$, $E(B-R)=0.62\pm0.11$ ’dir.



Şekil Ek-5: NGC 436 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

NGC 436 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-5’de verilmiştir. $Z = +0.005$ ağır element bolluğu ve 5 renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-13’de listelenmiştir. NGC 436 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.90 \pm 0.05$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 2.40 \pm 0.05$ kpc’dir. Tablo Ek-14’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Pandey ve diğ.’ne (2003) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.34, 2.94]$ ve Huestemandia ve diğ.’ne (1991) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.06, 2.60]$ değerleri ile uygunluk göstermektedir. Phelps ve Janes’e (1994) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.55, 3.24]$ değeri, bu tez çalışmasına $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.90, 2.40]$ değerinden büyüktür.

Tablo Ek-13: NGC 436 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyl]
E(B-V)=0.40±0.07 [Fe/H]=-0.55±0.15 Z=0.005±0.002					
(B-V)	11.90±0.09	2.40±0.10	---	8.25±0.20	0.18±0.10
(R-I)	11.90±0.20	2.40±0.22	---	8.25±0.20	0.18±0.10
(V-I)	11.90±0.10	2.40±0.11	---	8.25±0.10	0.18±0.05
(V-R)	11.90±0.10	2.40±0.11	---	8.25±0.15	0.18±0.07
(B-R)	11.90±0.10	2.40±0.11	---	8.30±0.20	0.20±0.12
Ortalama	11.90±0.05	2.40±0.05		8.26±0.07	0.18±0.03

NGC 436 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.26 \pm 0.07$ ($\langle A \rangle = 0.18 \pm 0.03$ Gyl) değeri ile genç yaşa sahiptir. Tablo Ek-14’den görüleceği gibi, kümenin yaşı, Pandey ve diğ.’ne (2003) ait $\text{Log } A = 7.78$ (60 Myıl) ve Huestemandia ve diğ.’ne (1991) ait $\text{Log } A = 7.62$ (42 Myıl) ve Phelps ve Janes’e (1994) ait $\text{Log } A = 7.80$ (63 Myıl) değerlerinden daha gençtir.

Tablo Ek-14: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.40	-0.55	0.005	11.90	2.40	8.26	Tez
0.48	---	---	12.34	2.94	7.78	Pandey (2003)
0.48	---	---	12.06	2.60	7.80	Huestamendia (1991)
0.50	---	---	12.55	3.24	7.62	Phelps (1994)

2. NGC 1798

NGC 1798 açık yıldız kümesinin ($l = 160^\circ.70$, $b = 4^\circ.85$), $\sigma_{(U-B)} < 0.07$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-6'da verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 1798 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V)=0.47\pm0.07$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-17'den de görüleceği gibi, Maciejewski ve diğ.'ne (2007) ait $E(B-V) = 0.37$ ve Park ve diğ.'ne (1999) ait $E(B-V) = 0.51$ değeri ile hata sınırları içerisinde uyumludur.

Tablo Ek-15: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.31	0.041	-0.046	0.087	0.111	-0.50	0.006

Kümenin metal bolluğu tayini için, Şekil Ek-6'da Hyades anakolu üzerinde $0.70 < (B-V) < 0.90$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.31$ ($\langle B-V \rangle = 0.78$) değeri için elde edilen eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.087 ve 0.111 olarak ölçülmüştür. $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerlerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.50,+0.006) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-15'de verilmiştir. Park ve Lee (1999), (U-B)-(B-V) iki renk diyagramında NGC 1798 küme yıldızlarının [Fe/H]= -0.47 metal bolluğuna ait Padova eşyaş eğrisi ile uyumlu olduğunu gösterdi. Bu bolluk değeri NGC 7198 için bulunan [Fe/H] = -0.50 değeri ile örtüşmektedir.

Şekil Ek-6'dan görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrileri ile karşılaştırılmasından 17 tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

NGC 1798 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla $E(R-I)=0.32\pm0.05$, $E(V-I)=0.59\pm0.08$, $E(V-R)=0.26\pm0.04$, $E(B-R)=0.73\pm0.10$ şeklindedir.

NGC 1798 kümesinin beş renk indeksinde renk kadir diyagramları Şekil Ek-6'da verilmiştir. $Z=+0.006$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan

uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-16’da listelenmiştir. NGC 1798 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 12.70\pm0.04$, ortalama uzaklığı ise $\langle d\rangle = 3.47\pm0.06$ kpc’dir. Tablo Ek-17’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Maciejewski ve diğ.’ne (2007) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.75, 3.55]$ değeri ile oldukça uyumlu iken, Park ve Lee (1999)’ye ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [13.10, 4.20]$ değerinden küçüktür.

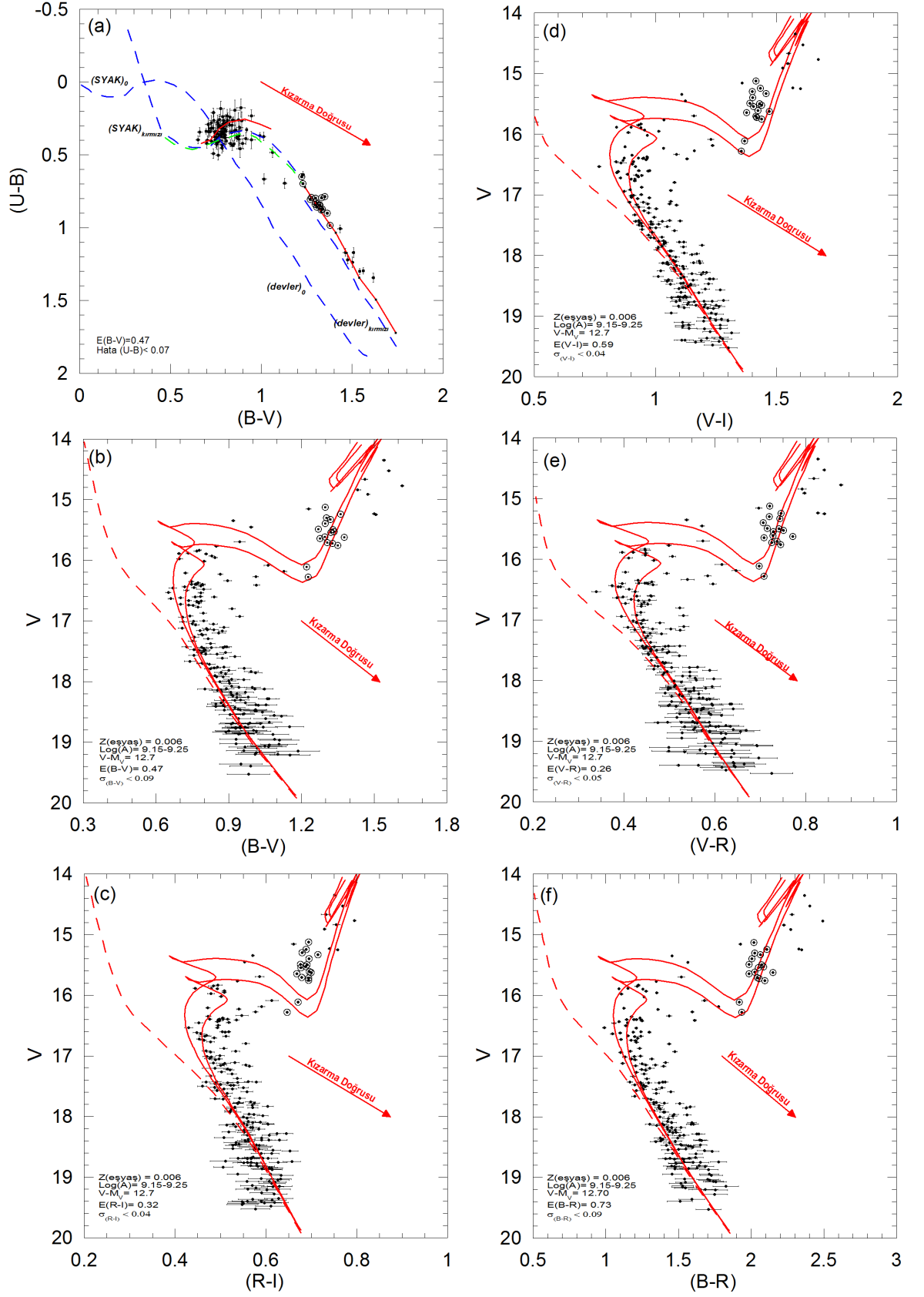
Tablo Ek-16: NGC 1798 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyıl]
$E(B-V)=0.47\pm0.07$ $[Fe/H]=-0.50\pm0.14$ $Z=0.006\pm0.002$					
(B-V)	12.70 ± 0.07	3.47 ± 0.12	9.15-9.25	9.25 ± 0.05	1.78 ± 0.22
(R-I)	12.70 ± 0.15	3.47 ± 0.24	9.15-9.25	9.25 ± 0.10	1.78 ± 0.46
(V-I)	12.70 ± 0.15	3.47 ± 0.24	9.15-9.25	9.25 ± 0.10	1.78 ± 0.46
(V-R)	12.70 ± 0.05	3.47 ± 0.08	9.15-9.25	9.25 ± 0.05	1.78 ± 0.22
(B-R)	12.70 ± 0.10	3.47 ± 0.16	9.15-9.25	9.25 ± 0.05	1.78 ± 0.22
Ortalama	12.70 ± 0.04	3.47 ± 0.06		9.25 ± 0.03	1.78 ± 0.12

NGC 1798 kümesi $\langle\text{Log } A\rangle = 9.25\pm0.03$ ($\langle A\rangle = 1.78\pm0.12$ Gyıl) değeri ile orta yaş değerinde bir kümedir. Tablo Ek-17’den görüleceği gibi, kümenin yaşı Maciejewski ve diğ.’ne (2007) ait $\text{Log } A = 9.20$ (1.58 Gyıl) ve Park ve Lee’ye (1999) ait $\text{Log } A = 9.15$ (1.41 Gyıl) yaş değerleri ile uyumludur.

Tablo Ek-17 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.47	-0.50	0.006	12.70	3.47	9.25	Tez
0.37	---	---	12.75	3.55	9.20	Maciejewski (2007)
0.51	-0.47	0.006	13.10	4.20	9.15	Park (1999)



Şekil Ek-6: NGC 1798 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

3. NGC 1857

NGC 1857 açık yıldız kümesinin ($l = 168^\circ.40$, $b = 1^\circ.26$), $\sigma_{(U-B)} < 0.10$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-7’de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 1857 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V)=0.47\pm0.08$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-20’den de görüleceği gibi, Babu’ya (1989) ait $E(B-V) = 0.49$ değeri ile uyumludur.

Tablo Ek-18: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.33	0.036	-0.034	0.07	0.088	-0.36	0.008

Şekil Ek-7’de Hyades anakolu üzerinde $0.60 < (B-V) < 0.90$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.33$ ($\langle B-V \rangle = 0.80$) değeri için hesaplanan eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.07 ve 0.088 olarak ölçülmüştür. $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.36, +0.008) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-18’de verilmiştir.

NGC 1857 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.32\pm0.05$, $E(V-I)=0.59\pm0.10$, $E(V-R)=0.26\pm0.04$, $E(B-R)=0.73\pm0.12$ ’dir.

NGC 1857 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-7’de verilmiştir. $Z = +0.008$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-19’da listelenmiştir. NGC 1857 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.98\pm0.04$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 2.49\pm0.05$ kpc’dir. Tablo Ek-20’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı, Babu’ya (1989) ait $[(V-M)_0, d(kpc)] = [13.15, 4.27]$ değerinden küçüktür.

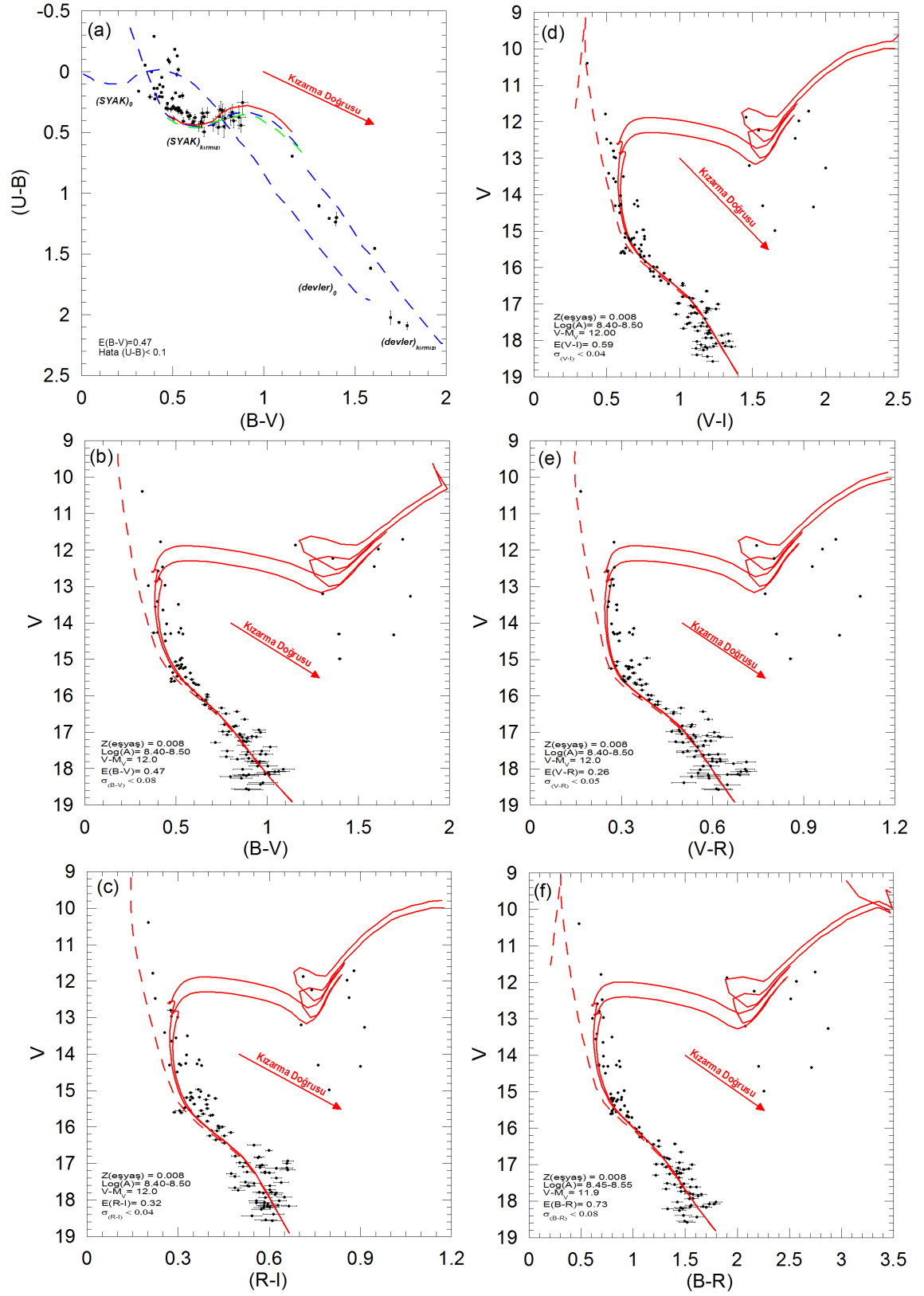
Tablo Ek-19: NGC 1857 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyl]
E(B-V)=0.47±0.08 [Fe/H]=-0.36±0.12 Z=0.008±0.002					
(B-V)	12.00±0.07	2.51±0.08	8.40-8.50	8.50±0.10	0.32±0.08
(R-I)	12.00±0.20	2.51±0.23	8.40-8.50	8.50±0.15	0.32±0.13
(V-I)	12.00±0.10	2.51±0.12	8.40-8.50	8.50±0.10	0.32±0.08
(V-R)	12.00±0.10	2.51±0.12	8.40-8.50	8.50±0.10	0.32±0.08
(B-R)	11.90±0.10	2.40±0.11	8.45-8.55	8.55±0.10	0.35±0.09
Ortalama	11.98±0.04	2.49±0.05		8.51±0.05	0.32±0.04

Tablo Ek-20: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.47	-0.36	0.008	11.98	2.49	8.50	Tez
0.49	---	---	13.15	4.27	7.85	Babu (1989)

NGC 1857 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.51 \pm 0.05$ ($\langle A \rangle = 0.32 \pm 0.04$ Gyl) değeri ile genç yaşa sahiptir. Tablo Ek-20'den görüleceği gibi, kümenin yaşı, Babu'ya (1989) ait $\text{Log } A = 7.85$ ($A = 0.71$ Gyl) yaş değerinden daha genç olmakla birlikte her iki yaş değeri de gençtir.



Şekil Ek-7: NGC 1857 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

4. NGC 7142

NGC 7142 açık yıldız kümesinin ($l = 105^{\circ}.35$, $b = 9^{\circ}.48$), ait $\sigma_{(U-B)} < 0.10$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-8’de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 7142 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V) = 0.35 \pm 0.08$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri, Tablo Ek-23’den de görüleceği gibi, Crinklaw ve Talbert’e (1991) ait $E(B-V) = 0.35$ değeri ile bire bir aynıdır.

Tablo Ek-21: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.50	0.030	-0.02	0.05	0.056	-0.16	0.013

Şekil Ek-8’de Hyades anakolu üzerinde $0.60 < (B-V) < 1.0$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.50$ ($\langle B-V \rangle = 0.85$) değeri için hesaplanan eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.05 ve 0.056 olarak ölçülmüştür. Normalize edilmiş $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu sırasıyla, ([Fe/H], Z) = (-0.16, +0.013) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-21’de verilmiştir.

Şekil Ek-8’den görüleceği gibi, iki-renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrileri ile karşılaştırılmasından yedi tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

İki-renk ve renk-kadir diyagramlarında kare sembolleri ile gösterilen 12 yıldız mavi mücadeleci adayları olarak sınıflandırılmıştır.

NGC 7142 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.24 \pm 0.06$, $E(V-I)=0.44 \pm 0.10$, $E(V-R) = 0.20 \pm 0.04$, $E(B-R)=0.55 \pm 0.12$ ’dir.

NGC 7142 kümesinin beş renk indeksine ait renk-kadir diyagramları Şekil Ek-8’de verilmiştir. Z = +0.013 ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-22’de listelenmiştir. NGC 7142 kümesinin ortalama

uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.60\pm0.05$, ortalama uzaklığı ise $\langle d\rangle = 2.10\pm0.05$ kpc'dir. Tablo Ek-23'den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Crinklaw ve Talbert'e (1991) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.40, 1.91]$ değeri ile hata sınırı içerisinde uyumludur.

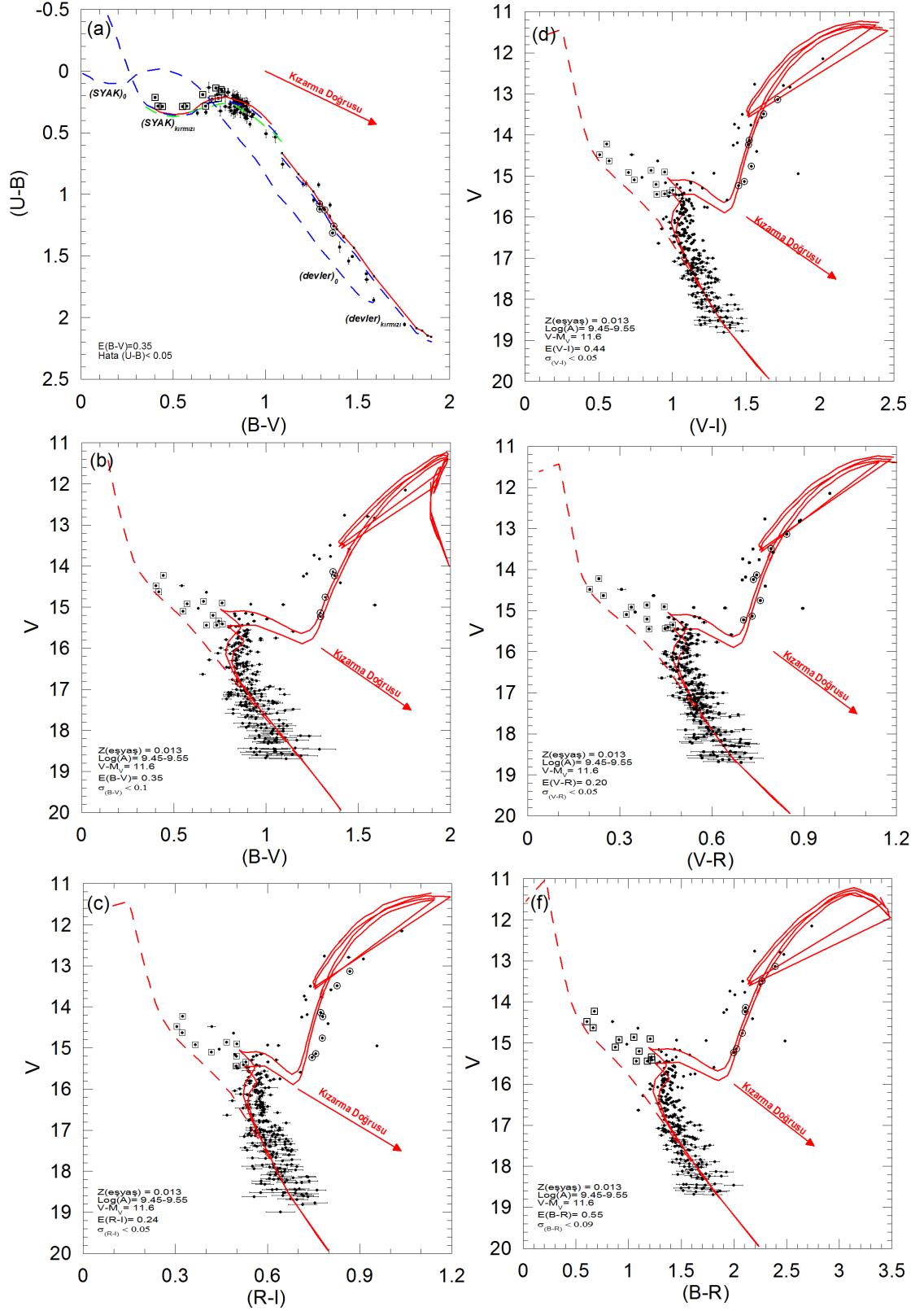
Tablo Ek-22: NGC 7142 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyl]
E(B-V)=0.35±0.08 [Fe/H]=-0.16±0.12 Z=0.013±0.004					
(B-V)	11.60±0.11	2.10±0.11	9.45-9.55	9.55±0.15	3.55±1.46
(R-I)	11.60±0.20	2.10±0.19	9.45-9.55	9.55±0.15	3.55±1.46
(V-I)	11.60±0.10	2.10±0.10	9.45-9.55	9.55±0.15	3.55±1.46
(V-R)	11.60±0.10	2.10±0.10	9.45-9.55	9.55±0.15	3.55±1.46
(B-R)	11.60±0.10	2.10±0.10	9.45-9.55	9.55±0.10	3.55±0.92
Ortalama	11.60±0.05	2.10±0.05		9.55±0.06	3.55±0.57

NGC 7142 kümesi için yaş değeri $\langle\text{Log } A\rangle = 9.55\pm0.06$ ($\langle A\rangle = 3.55\pm0.57$ Gyl)'dır. Tablo Ek-23'den görüleceği gibi, kümenin yaşı Crinklaw ve Talbert'e (1991) ait $\text{Log } A = 9.54$ ($A = 3.47$ Gyl) yaş değeri ile oldukça uyumludur.

Tablo Ek-23: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.35	-0.16	0.013	11.60	2.10	9.55	Tez
0.35	-0.10	0.015	11.40	1.91	9.54	Crinklaw (1991)



Şekil Ek-8: NGC 7142 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

GALAKSİMİZİN ÜÇÜNCÜ ÇEYREĞİNDE BULUNAN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN TEMEL GÖZLEMSEL PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

1. Be 73

Be 73 açık yıldız kümesinin ($l = 215^{\circ}.28$, $b = -9^{\circ}.42$), ait $\sigma_{(U-B)} < 0.09$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-9'da verilmiştir. SK82 anakolunun Be 73 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V) = 0.28 \pm 0.06$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-26'dan da görüleceği gibi, Hasegawa ve diğ.'ne (2007) ait $E(B-V) = 0.26$ değeri ile oldukça uyumlu iken, Ortolani ve diğ.'ne (2005) ait $E(B-V) = 0.10$, Carraro ve diğ.'ne (2005) ait $E(B-V) = 0.12$, Carraro ve diğ.'ne (2007) ait $E(B-V) = 0.11$ değerlerinden büyüktür.

Tablo Ek-24: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.32	0.038	-0.012	0.050	0.064	-0.21	0.012

Şekil Ek-9'da Hyades anakolu üzerinde $0.50 < (B-V) < 0.70$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.32$ ($\langle B-V \rangle = 0.60$) değeri için elde edilen kümeyi temsil eden ortalama eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.05 ve 0.064 olarak ölçülmüştür. Normalize edilmiş $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.21, +0.012) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-24'de verilmiştir.

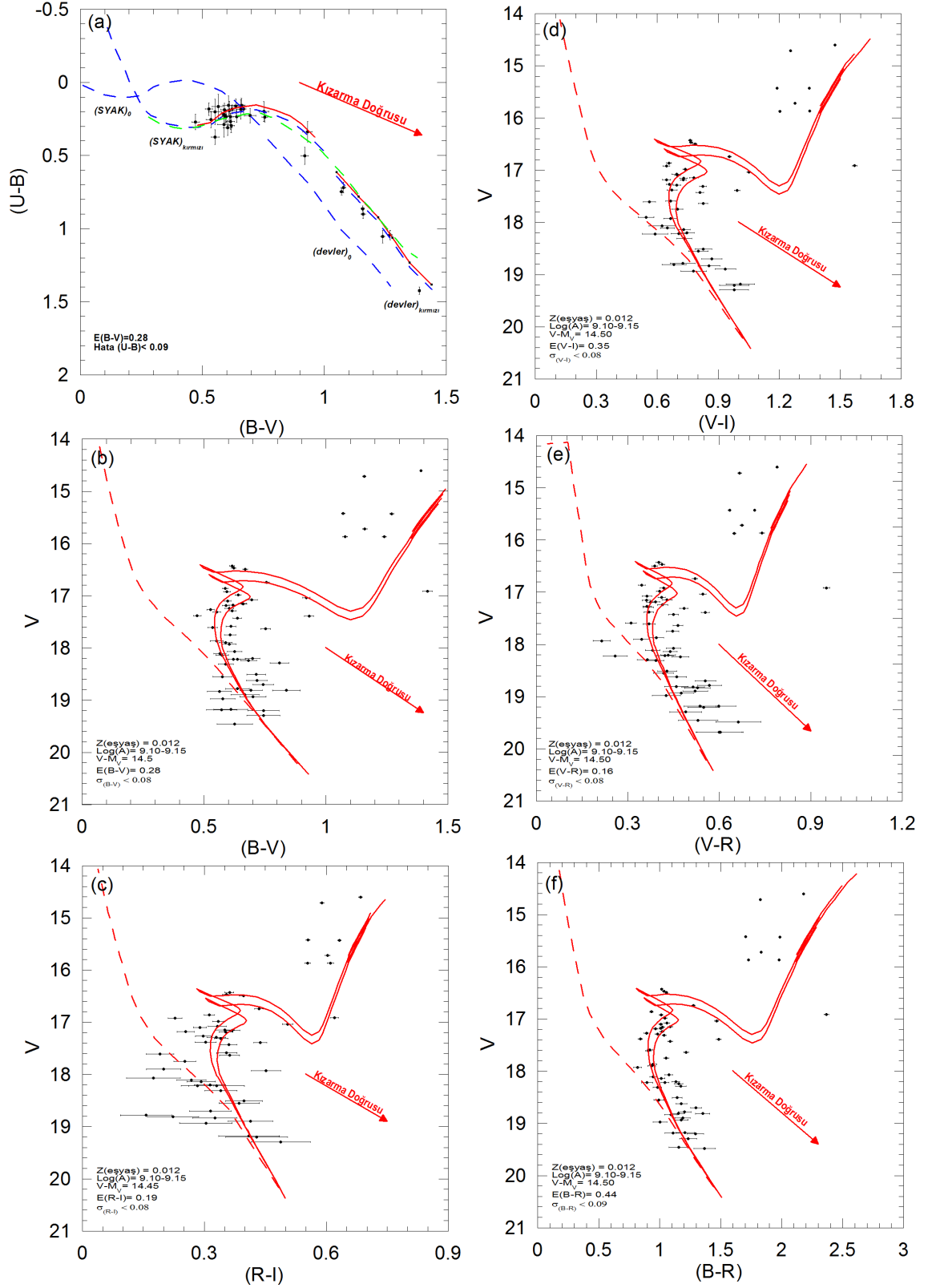
Carraro ve diğ. (2007), Be 73'e ait iki dev yıldızın VLT yüksek çözünürlüklü tayf çalışmasından bu kümenin metal bolluğunu [Fe/H] = -0.22 (Z = +0.011) olarak vermektedir. Bu değer bu tez çalışmasına ait fotometrik tespit ile oldukça uyumludur.

Be 73 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I) = 0.19 \pm 0.04$, $E(V-I) = 0.35 \pm 0.08$, $E(V-R) = 0.16 \pm 0.04$, $E(B-R) = 0.44 \pm 0.10$ şeklindedir.

Be 73 kümesinin beş renk indeksi için renk-kadir diyagramları Şekil Ek-9'da verilmiştir. $Z = +0.012$ ağır element bolluğu ve 5 beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-25'de listelenmiştir. Be 73 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 14.50 \pm 0.03$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 7.93 \pm 0.11$ kpc'dir. Tablo Ek-26'dan da görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Hasegawa ve diğ.'ne (2007) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [14.63, 8.43]$ ve Ortolani ve diğ.'ne (2005) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [14.20, 6.80]$ değerlerine nispeten yakın iken, Carraro ve diğ.'ne (2005, 2007) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [14.93, 9.70]$ değerlerinden küçüktür.

Tablo Ek-25: Be73 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyıl]
$E(B-V)=0.28 \pm 0.06$ $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.21 \pm 0.12$ $Z = 0.012 \pm 0.003$					
(B-V)	14.50 ± 0.04	7.94 ± 0.15	9.10-9.15	9.15 ± 0.05	1.41 ± 0.17
(R-I)	14.45 ± 0.10	7.76 ± 0.36	9.10-9.15	9.15 ± 0.10	1.41 ± 0.37
(V-I)	14.50 ± 0.10	7.94 ± 0.37	9.10-9.15	9.15 ± 0.05	1.41 ± 0.17
(V-R)	14.50 ± 0.10	7.94 ± 0.37	9.10-9.15	9.15 ± 0.05	1.41 ± 0.17
(B-R)	14.50 ± 0.05	7.94 ± 0.18	9.10-9.15	9.15 ± 0.05	1.41 ± 0.17
Ortalama	14.50 ± 0.03	7.93 ± 0.11		9.15 ± 0.02	1.41 ± 0.08



Şekil Ek-9: Be 73 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

Be 73 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 9.15 \pm 0.02$ ($\langle A \rangle = 1.41 \pm 0.08$ Gyl) gibi bir orta yaşa sahiptir. Tablo Ek-26'dan görüleceği gibi, kümenin yaşı, Carraro ve diğ.'ne (2005, 2007)'ne ait $\text{Log } A = 9.18$ ($A = 1.51$ Gyl) değerleri ile uyumlu iken, Hasegawa ve diğ.'ne (2007) ait $\text{Log } A = 9.34$ (2.19 Gyl) ve Ortolani ve diğ.'ne (2005) ait $\text{Log } A = 9.36$ (2.29 Gyl) değerlerinden nispeten gençtir.

Tablo Ek-26 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	(V-M _V) ₀	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.28	-0.21	0.012	14.50	7.93	9.15	Tez
0.10	---	0.008	14.50	6.80	9.36	Ortolani (2005)
0.12	---	0.008	14.83	9.70	9.18	Carraro (2005)
0.11	-0.22	0.011	15.30	11.48	9.18	Carraro (2007)
0.26	---	0.008	14.63	8.43	9.34	Hasegawa (2008)

2. Haf 04

Haf 04 açık yıldız kümesinin ($l = 227^{\circ}.94$, $b = -3^{\circ}.59$), $\sigma_{(U-B)} < 0.09$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-10'da verilmiştir. SK82 anakolunun Haf 04 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artışı $E(B-V) = 0.47 \pm 0.09$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artışı değeri Tablo Ek-29'dan da görüleceği gibi, Hasegawa ve diğ.'ne (2007) ait $E(B-V) = 0.32$ değerinden büyüktür.

Tablo Ek-27: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle (B-V)_0 \rangle$	$(U-B)_0$	$\langle (U-B)_{0,EM} \rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.28	0.054	0.004	0.050	0.084	-0.33	0.009

Şekil Ek-10'da Hyades anakolu üzerinde $0.50 < (B-V) < 0.90$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.28$ ($\langle B-V \rangle = 0.75$) değeri için hesaplanan eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.05 ve 0.084 olarak ölçülmüştür. Normalize edilmiş $\delta_{0.6}$ morötesi artışı değeri için kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.33, +0.009) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-27'de verilmiştir

Haf 04 kümesinin beş renk indeksine ait renk artışı değerleri $E(B-V)$ renk artışı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.32 \pm 0.06$, $E(V-I)=0.59 \pm 0.11$, $E(V-R)=0.26 \pm 0.05$, $E(B-R)=0.73 \pm 0.14$ şeklindedir.

Haf 04 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-10'da verilmiştir. Z = +0.009 ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-28'de listelenmiştir. Haf 04 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle (V-M_V)_0 \rangle = 13.22 \pm 0.05$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 4.39 \pm 0.10$ kpc'dir. Tablo Ek-29'dan da görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Hasegawa ve diğ.'ne (2007) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [13.16, 4.29]$ değerlerine oldukça yakındır.

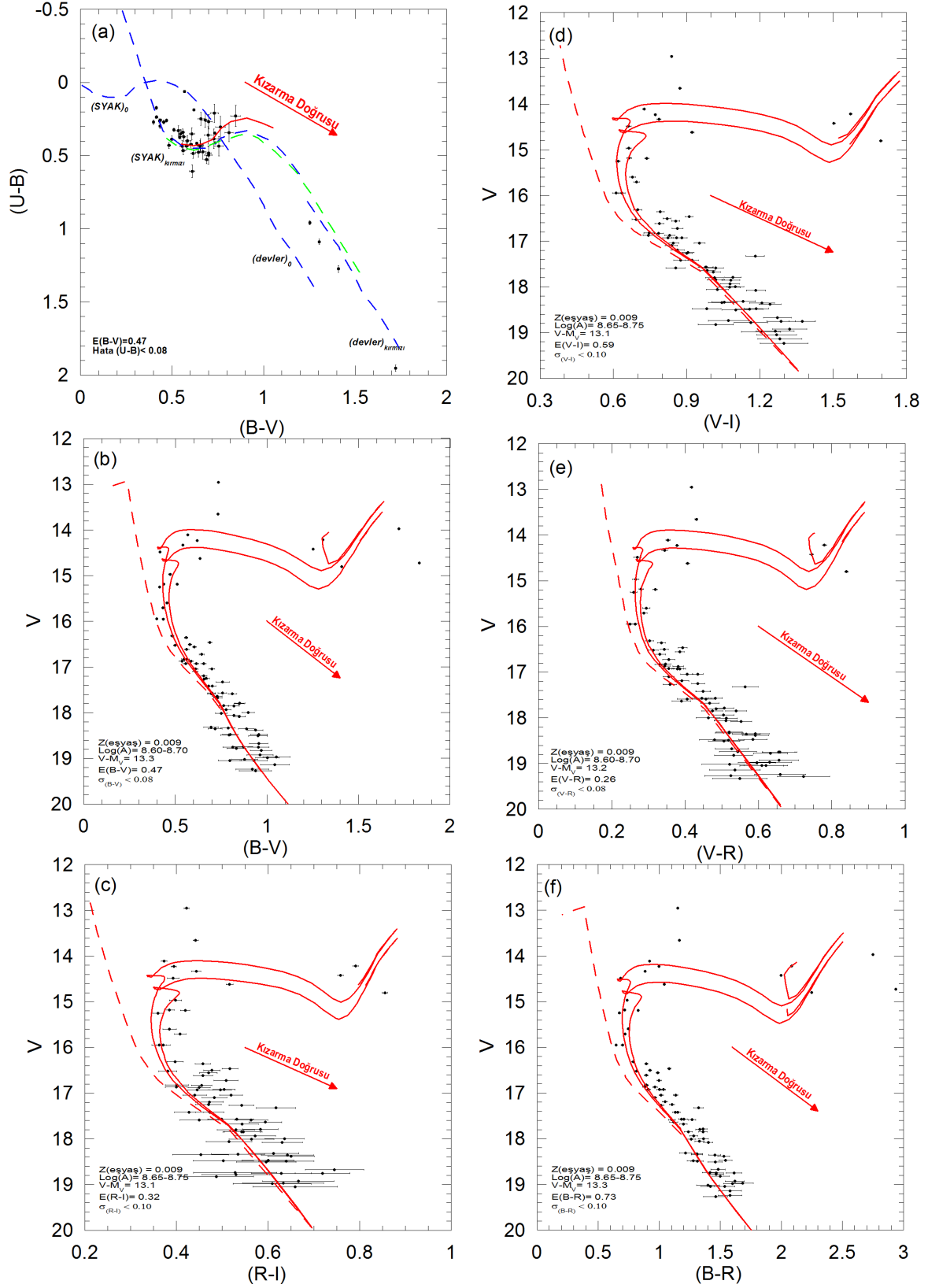
Tablo Ek-28: Haf 04 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	$\text{Log}(A)_{\text{fit}}$	A_{fit} [Gyl]
E(B-V)=0.47±0.09 [Fe/H]=-0.33±0.12 Z= 0.009±0.002					
(B-V)	13.30±0.09	4.57±0.19	8.60-8.70	8.60±0.10	0.40±0.10
(R-I)	13.10±0.15	4.17±0.29	8.65-8.75	8.65±0.10	0.45±0.12
(V-I)	13.10±0.10	4.17±0.29	8.65-8.75	8.65±0.10	0.45±0.12
(V-R)	13.20±0.10	4.37±0.20	8.60-8.70	8.60±0.10	0.40±0.10
(B-R)	13.30±0.05	4.57±0.21	8.65-8.75	8.65±0.10	0.45±0.12
Ortalama	13.22±0.05	4.39±0.10		8.63±0.04	0.42±0.05

Haf 04 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.63 \pm 0.04$ ($\langle A \rangle = 0.42 \pm 0.05$ Gyl) değeri ile genç yaşa sahiptir. Tablo Ek-29'dan görüleceği gibi, kümenin yaşı, Hasegawa ve diğ.'ne (2007) ait $\text{Log } A = 9.11$ (1.30 Gyl) değerine göre nispeten gençtir.

Tablo Ek-29: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.47	-0.33	0.009	13.22	4.39	8.63	Tez
0.32	---	0.008	13.16	4.29	9.11	9.11



Şekil Ek-10: Haf 04 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

3. NGC 2215

NGC 2215 açık yıldız kümesinin ($l = 215^\circ.99$, $b = -10^\circ.10$), $\sigma_{(U-B)} < 0.08$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-11'de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 2215 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artışı $E(B-V)=0.23\pm0.07$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artışı değeri Tablo Ek-32'den de görüleceği gibi, Becker ve diğ.'ne (1976) ait $E(B-V) = 0.30$ değeri ile hata sınırları içerisinde uyumludur.

Tablo Ek-30: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.37	0.022	-0.056	0.078	0.095	-0.40	0.008

Şekil Ek-11'de Hyades anakolu üzerinde $0.50 < (B-V) < 1.0$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.37$ ($\langle B-V \rangle = 0.60$) değeri için hesaplanan eğriden ölçülen mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.078 ve 0.095 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artışı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.40, +0.008) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-30'da verilmiştir.

NGC 2215 kümesinin beş renk indeksine ait renk artışı değerleri $E(B-V)$ renk artışı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.16\pm0.05$, $E(V-I)=0.29\pm0.08$, $E(V-R) = 0.13\pm0.04$, $E(B-R) = 0.36\pm0.10$ şeklindedir.

NGC 2215 kümesinin beş renk indeksinde renk kadir diyagramları Şekil Ek-11'de verilmiştir. $Z = +0.008$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-31'de listelenmiştir. NGC 2215 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 9.60\pm0.03$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 0.83\pm0.01$ kpc'dir. Tablo Ek-32'den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Becker ve diğ.'ne (1976) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [9.63, 0.84]$ değeriyle neredeyse aynıdır.

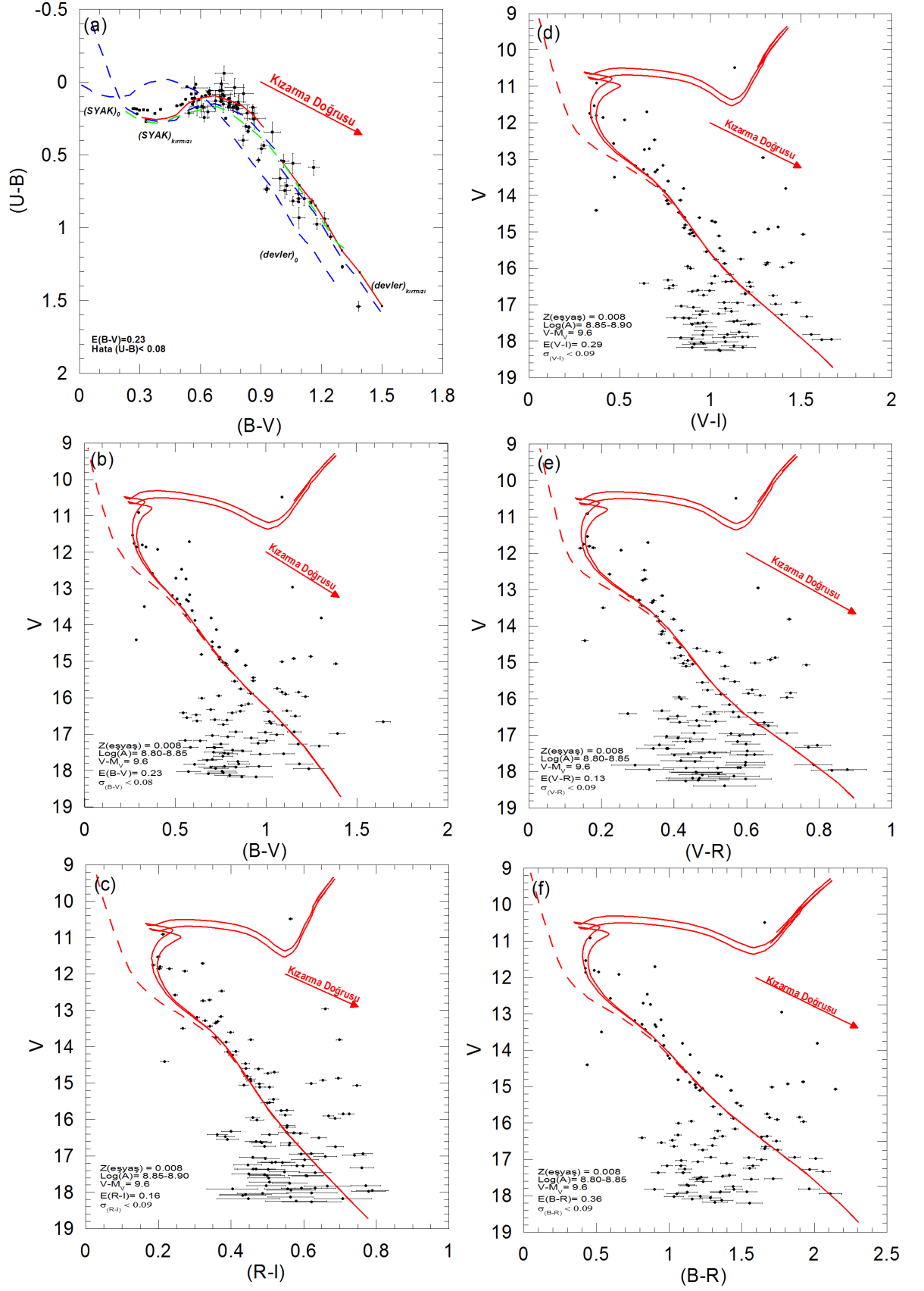
Tablo Ek-31: NGC 2215 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	$\text{Log}(A)_{\text{fit}}$	A_{fit} [Gyl]
$E(B-V)=0.23\pm0.07$ $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.40\pm0.12$ $Z=0.008\pm0.002$					
(B-V)	9.60 ± 0.07	0.83 ± 0.03	8.80-8.85	8.80 ± 0.05	0.63 ± 0.08
(R-I)	9.60 ± 0.10	0.83 ± 0.04	8.85-8.90	8.85 ± 0.10	0.71 ± 0.18
(V-I)	9.60 ± 0.10	0.83 ± 0.04	8.85-8.90	8.85 ± 0.10	0.71 ± 0.18
(V-R)	9.60 ± 0.05	0.83 ± 0.02	8.80-8.85	8.80 ± 0.05	0.63 ± 0.08
(B-R)	9.60 ± 0.05	0.83 ± 0.02	8.80-8.85	8.80 ± 0.10	0.63 ± 0.16
Ortalama	9.60 ± 0.03	0.83 ± 0.01		8.81 ± 0.03	0.64 ± 0.05

NGC 2215 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.81\pm0.03$ ($\langle A \rangle = 0.64\pm0.05$ Gyl) bir genç yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Becker ve diğ.'ne (1976) ait $\text{Log } A = 8.37$ ($A = 0.23$ Gyl) değerinden bir miktar büyük olmakla birlikte, her iki değeri de genç bir yaş değerine işaret etmektedir.

Tablo Ek-32: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

$E(B-V)$	$[\text{Fe}/\text{H}]$	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.23	-0.40	0.008	9.60	0.83	8.81	Tez
0.30	---	---	9.63	0.84	8.37	Becker (1976)



Şekil Ek-11: NGC 2215 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

4. Rup 01

Rup 01 açık yıldız kümesinin ($l = 223^{\circ}.99$, $b = -9^{\circ}.69$), $\sigma_{(U-B)} < 0.07$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-12’de verilmiştir. SK82 anakolunun Rup 01 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V)=0.17\pm0.06$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-35’den de görüleceği gibi, Piatti ve diğ.’ne (2008) ait $E(B-V)= 0.25$ değerine yakındır.

Şekil Ek-12’de Hyades anakolu üzerinde $0.40 < (B-V) < 0.80$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.38$ ($\langle B-V \rangle = 0.55$) değeri için mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.060 ve 0.070 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.25, +0.011) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-33’de verilmiştir.

Tablo Ek-33: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle (B-V)_0 \rangle$	$(U-B)_0$	$\langle (U-B)_{0,EM} \rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	$[Fe/H]$	Z
0.38	0.018	-0.042	0.060	0.070	-0.25	0.011

Şekil Ek-12’den görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrileri ile karşılaştırılmasından bir tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

Rup 01 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.12\pm0.04$, $E(V-I)=0.21\pm0.07$, $E(V-R) = 0.10\pm0.03$, $E(B-R) = 0.27\pm0.10$ şeklindedir.

Rup 01 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-12’de verilmiştir. $Z = +0.011$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-34’de listelenmiştir. Rup 01 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle (V-M_V)_0 \rangle = 10.85\pm0.04$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 1.48\pm0.03$ kpc’dir. Tablo Ek-35’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Piatti ve diğ.’ne (2008) ait $[(V-M)_0, d(kpc)] = [10.88, 1.50]$ değeri ile uyumludur.

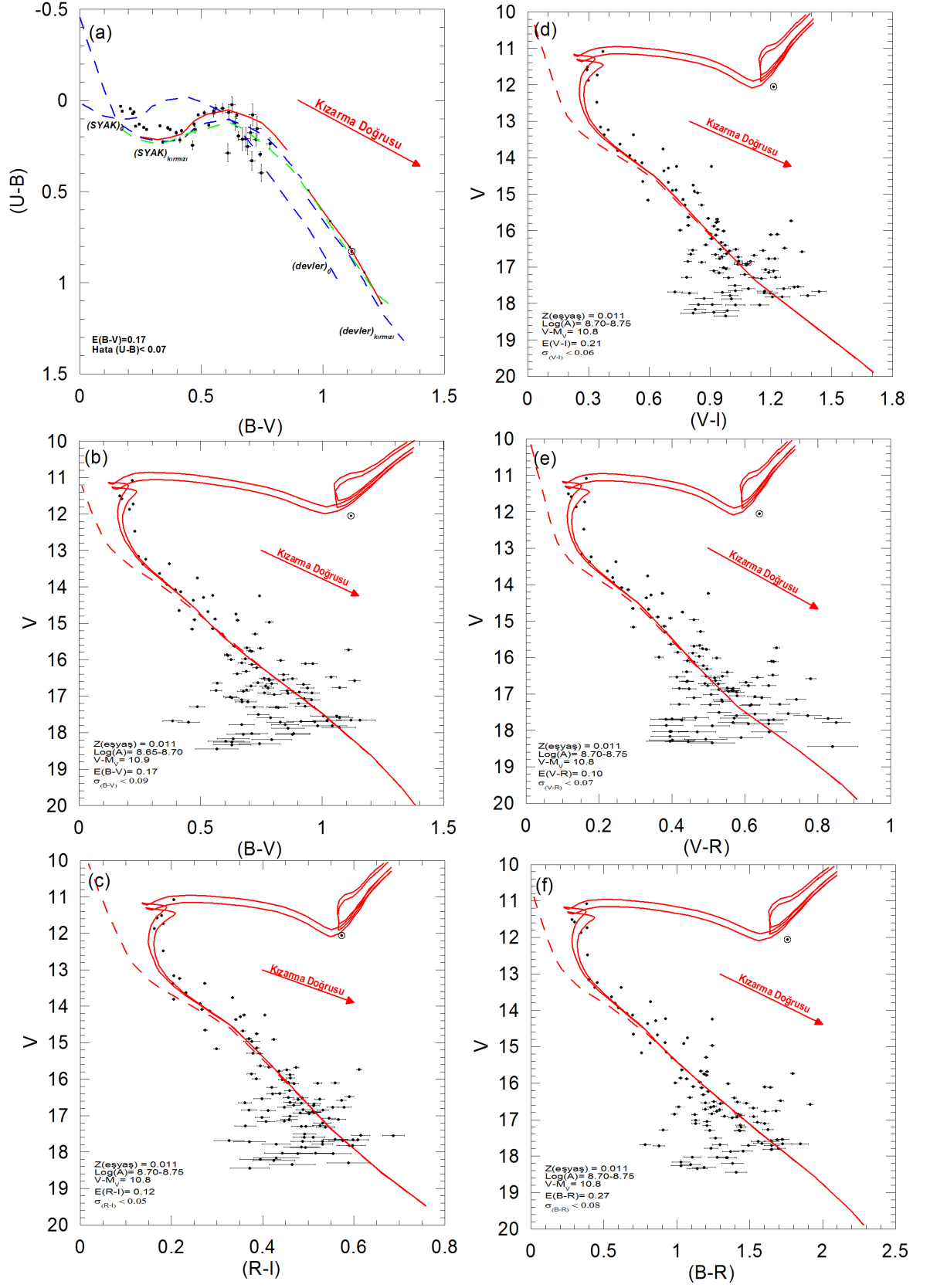
Tablo Ek-34: Rup 01 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	$\text{Log}(A)_{\text{fit}}$	A_{fit} [Gyl]
$E(B-V)=0.17\pm0.06$ $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.25\pm0.12$ $Z=0.011\pm0.003$					
(B-V)	10.90 ± 0.05	1.51 ± 0.04	8.65-8.70	8.65 ± 0.05	0.45 ± 0.05
(R-I)	10.80 ± 0.15	1.45 ± 0.10	8.70-8.75	8.70 ± 0.10	0.50 ± 0.13
(V-I)	10.80 ± 0.15	1.45 ± 0.10	8.70-8.75	8.70 ± 0.10	0.50 ± 0.13
(V-R)	10.80 ± 0.10	1.45 ± 0.07	8.70-8.75	8.70 ± 0.05	0.50 ± 0.06
(B-R)	10.80 ± 0.10	1.45 ± 0.07	8.70-8.75	8.70 ± 0.10	0.50 ± 0.13
Ortalama	10.85 ± 0.04	1.48 ± 0.03		8.68 ± 0.03	0.48 ± 0.04

Rup 01 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.68\pm0.03$ ($\langle A \rangle = 0.48\pm0.04$ Gyl) değerinde genç bir yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Piatti ve diğ.'ne (2008) ait $\text{Log } A = 8.40$ ($A = 0.25$ Gyl) değerinden bir miktar büyüktür.

Tablo Ek-35: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.17	-0.25	0.011	10.85	1.48	8.68	Tez
0.25	---	0.008	10.88	1.50	8.40	Piatti (2005)



Şekil Ek-12: Rup 01 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

5. Be 35

Be 35 açık yıldız kümesinin ($l = 212^{\circ}.60$, $b = +5.35$), $\sigma_{(U-B)} < 0.05$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-13’de verilmiştir. SK82 anakolunun Be 35 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V)=0.11\pm0.07$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-38’den de görüleceği gibi, Hasegawa ve diğ.’ne (2008) ait $E(B-V) = 0.10$ değeri ile uyum içindedir.

Tablo Ek-36: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta(0.6)$	[Fe/H]	Z
0.49	0.024	-0.025	0.049	0.052	-0.13	0.014

Şekil Ek-13’de Hyades anakolu üzerinde $0.40 < (B-V) < 0.80$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.49$ ($\langle B-V\rangle = 0.60$) değeri için hesaplanan eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.049 ve 0.052 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.13, +0.014) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-36’da verilmiştir.

Şekil Ek-13’den görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.’ne (2008)’ne ait eşyaş eğrilerinin karşılaştırılmasından 9 tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

Be 35 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.08\pm0.05$, $E(V-I)=0.14\pm0.08$, $E(V-R)=0.06\pm0.04$, $E(B-R)=0.17\pm0.10$ şeklindedir.

Be 35 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-13’de verilmiştir. Z = +0.014 ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-37’de listelenmiştir. Be 35 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 13.50\pm0.04$, ortalama uzaklığı ise $\langle d\rangle = 5.01\pm0.10$ kpc’dir. Tablo Ek-38’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Hasegawa ve diğ.’ne (2008) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [13.82, 5.81]$ değerinden bir miktar küçüktür.

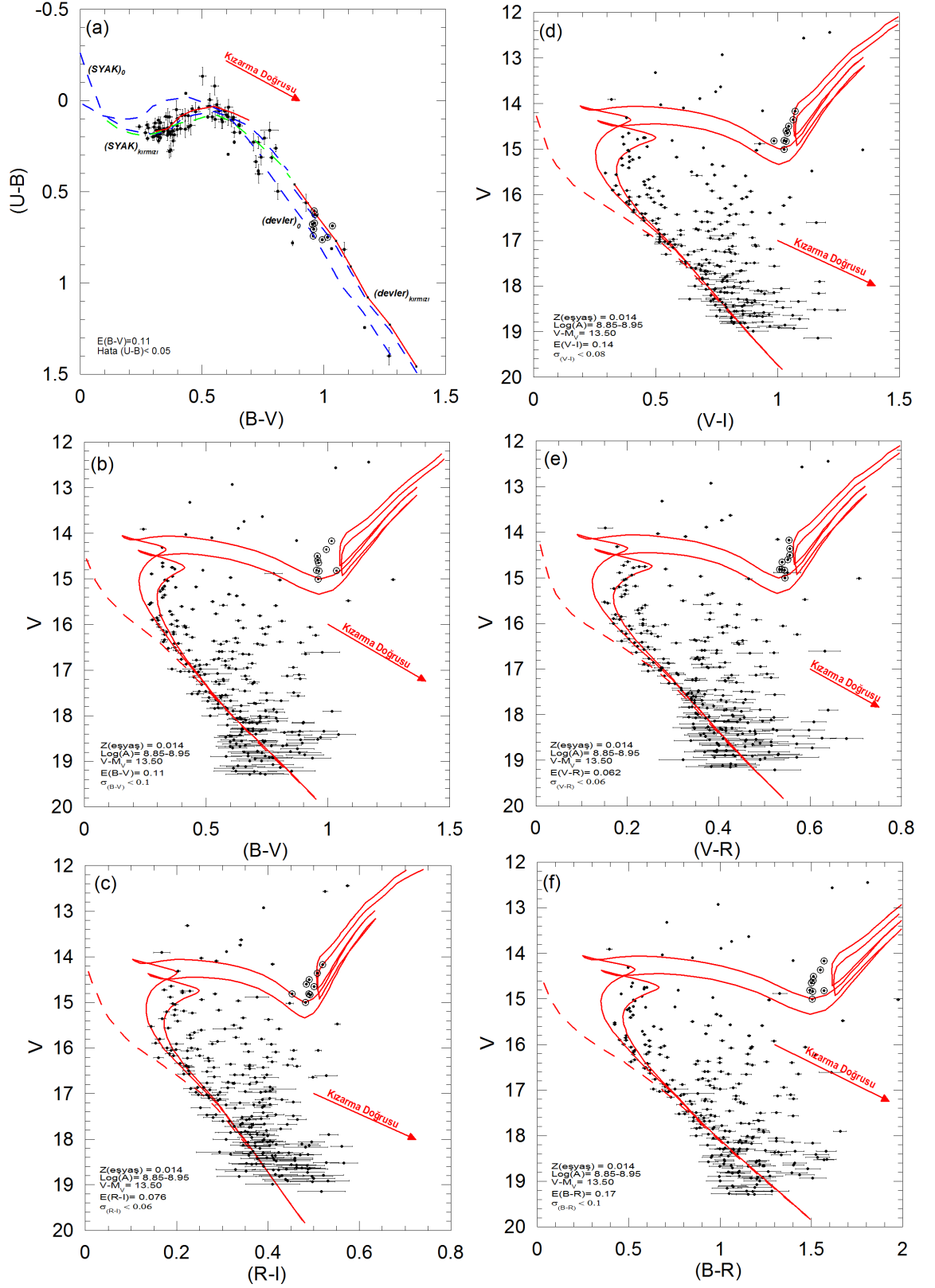
Tablo Ek-37: Be 35 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	$\text{Log}(A)_{\text{fit}}$	A_{fit} [Gyıl]
$E(B-V)=0.11\pm0.07$ $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.13\pm0.12$ $Z = 0.014\pm0.004$					
(B-V)	13.50 ± 0.07	5.01 ± 0.15	8.85-8.95	8.95 ± 0.10	0.89 ± 0.23
(R-I)	13.50 ± 0.15	5.01 ± 0.35	8.85-8.95	8.95 ± 0.15	0.89 ± 0.37
(V-I)	13.50 ± 0.10	5.01 ± 0.23	8.85-8.95	8.95 ± 0.10	0.89 ± 0.23
(V-R)	13.50 ± 0.10	5.01 ± 0.23	8.85-8.95	8.95 ± 0.05	0.89 ± 0.11
(B-R)	13.50 ± 0.10	5.01 ± 0.23	8.85-8.95	8.95 ± 0.05	0.89 ± 0.11
Ortalama	13.50 ± 0.04	5.01 ± 0.10		8.95 ± 0.03	0.89 ± 0.06

Be 35 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.95\pm0.03$ ($\langle A \rangle = 0.89\pm0.06$ Gyıl) değerinde genç bir yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Hasegawa ve diğ.'ne (2008) ait $\text{Log } A = 9.05$ ($A = 1.12$ Gyıl) değerinden bir miktar gençtir.

Tablo Ek-38: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

$E(B-V)$	$[\text{Fe}/\text{H}]$	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.11	-0.13	0.014	13.50	5.01	8.95	Tez
0.10	---	0.008	13.82	5.81	9.05	Hasegawa (2008)



Şekil Ek-13: Be 35 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

6. Be 37

Be 37 açık yıldız kümesinin ($l = 217^{\circ}.23$, $b = +5.94$), $\sigma_{(U-B)} < 0.05$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-14'de verilmiştir. SK82 anakolunun Be 37 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V) = 0.05 \pm 0.05$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-41'den de görüleceği gibi, Hasegawa ve diğ.'ne (2008) ait $E(B-V) = 0.00$ ve Tadross ve diğ.'ne (2008) ait 0.12 değerleri ile hata sınırları içerisinde uyumludur.

Tablo Ek-39: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.40	0.01	-0.020	0.030	0.036	-0.05	0.017

Şekil Ek-14'de Hyades anakolu üzerinde $0.40 < (B-V) < 0.70$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.40$ ($\langle B-V\rangle = 0.45$) değeri için hesaplanan eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.030 ve 0.036 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.05, +0.017) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-39'da verilmiştir.

Şekil Ek-14'den görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrileri ile karşılaştırılmasından sekiz tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

Be 37 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.03 \pm 0.03$, $E(V-I)=0.06 \pm 0.06$, $E(V-R)=0.03 \pm 0.03$, $E(B-R)=0.08 \pm 0.08$ şeklindedir.

Be 37 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-14'de verilmiştir. $Z = +0.017$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-40'da listelenmiştir. Be 37 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 13.60 \pm 0.02$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 5.25 \pm 0.06$ kpc'dir. Tablo Ek-41'den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Hasegawa ve

diğ.'ne (2008) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [13.75, 5.62]$ ve Tadross'a (2008) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [13.40, 4.79]$ değeri ile uyumludur.

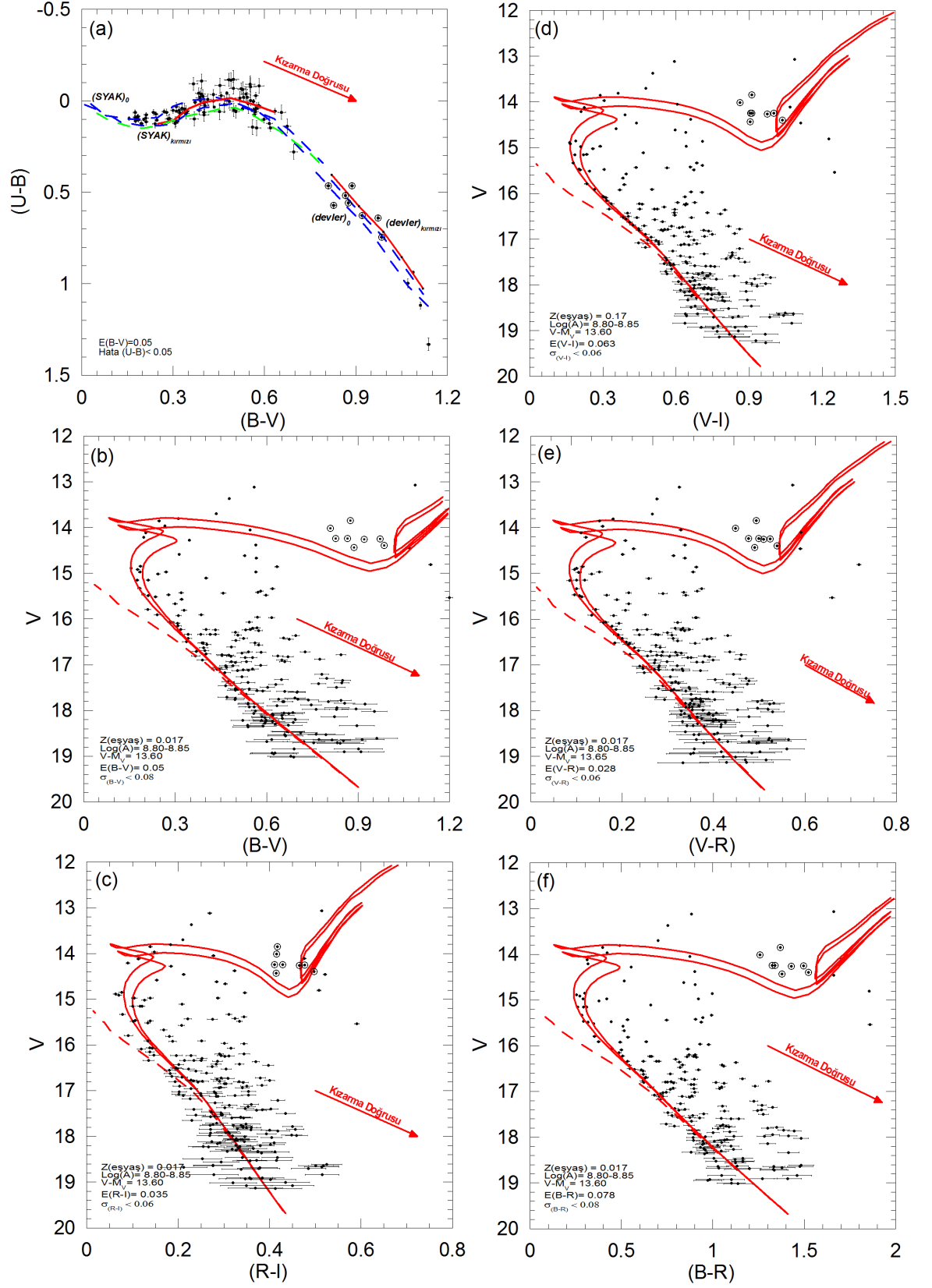
Tablo Ek-40: Be 37 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyıl]
E(B-V)=0.05±0.05 [Fe/H]=-0.05±0.08 Z = 0.017±0.003					
(B-V)	13.60±0.03	5.25±0.07	8.80-8.85	8.80±0.05	0.63±0.07
(R-I)	13.60±0.10	5.25±0.24	8.80-8.85	8.80±0.05	0.63±0.08
(V-I)	13.60±0.10	5.25±0.24	8.80-8.85	8.80±0.10	0.63±0.16
(V-R)	13.65±0.10	5.37±0.25	8.80-8.85	8.80±0.05	0.63±0.08
(B-R)	13.60±0.05	5.25±0.12	8.80-8.85	8.80±0.05	0.63±0.08
Ortalama	13.60±0.02	5.25±0.06		8.80±0.02	0.63 ±0.06

Be 37 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.80 \pm 0.02$ ($\langle A \rangle = 0.63 \pm 0.06$ Gyıl) bir genç yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Hasegawa ve diğ.'ne (2008) ait $\text{Log } A = 9.20$ ($A = 1.58$ Gyıl) değerinden oldukça genç iken, Tadross'a (2008) ait $\text{Log } A = 8.95$ ($A = 0.89$ Gyıl) değerinden nispeten gençtir.

Tablo Ek-41 : Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.05	-0.05	0.017	13.60	5.25	8.75	Tez
0.00	---	0.008	13.75	5.62	9.20	Hasegawa (2008)
0.12	---	---	13.40	4.79	8.95	Tadross (2008)



Şekil Ek-14: Be 37 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

7. Haf 08

Haf 08 açık yıldız kümesinin ($l = 227^\circ.53$, $b = +1.34$), $\sigma_{(U-B)} < 0.06$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-15’de verilmiştir. SK82 anakolunun Haf 08 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artışı $E(B-V) = 0.32 \pm 0.07$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artışı değeri Tablo Ek-44’den de görüleceği gibi, Moffat ve diğ.’ne (1975) ait $E(B-V)=0.36$ ve Carraro ve diğ.’ne (2007) ait $E(B-V)=0.24$ değeri ile hata sınırları içerisinde uyumludur. Fenkart ve diğ.’ne (1972) ait $E(B-V) = 0.00$ değeri bu çalışma ve literatür değerleri ile uyumlu değildir.

Tablo Ek-42: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.44	0.00	-0.080	0.080	0.093	-0.39	0.008

Şekil Ek-15’de Hyades anakolu üzerinde $0.60 < (B-V) < 0.90$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.44$ ($\langle B-V \rangle = 0.76$) değeri için hesaplanan eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.080 ve 0.093 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artışı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.39, +0.008) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-42’de verilmiştir.

Haf 08 kümesinin beş renk indeksine ait renk artışı değerleri $E(B-V)$ renk artışı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.22 \pm 0.04$, $E(V-I)=0.40 \pm 0.08$, $E(V-R)=0.18 \pm 0.04$, $E(B-R)=0.50 \pm 0.10$ şeklindedir.

Haf 08 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-15’de verilmiştir. $Z = +0.008$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-43’de listelenmiştir. Haf 08 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.88 \pm 0.04$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 2.38 \pm 0.04$ kpc’dir. Tablo Ek-44’den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı, Moffat ve diğ.’ne (1975) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.04, 1.62]$ değeri ile kıyaslandığında uzaklık modülü ve uzaklık değerleri bir miktar büyüktür. Carraro ve diğ.’ne (2007) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.07, 2.60]$ değeri ile kıyaslandığında ise uzaklık modülü ve uzaklık değerleri hemen

hemen uyumludur. Fenkart ve diğ.'ne (1972) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.10, 1.67]$ değerinden ise büyüktür.

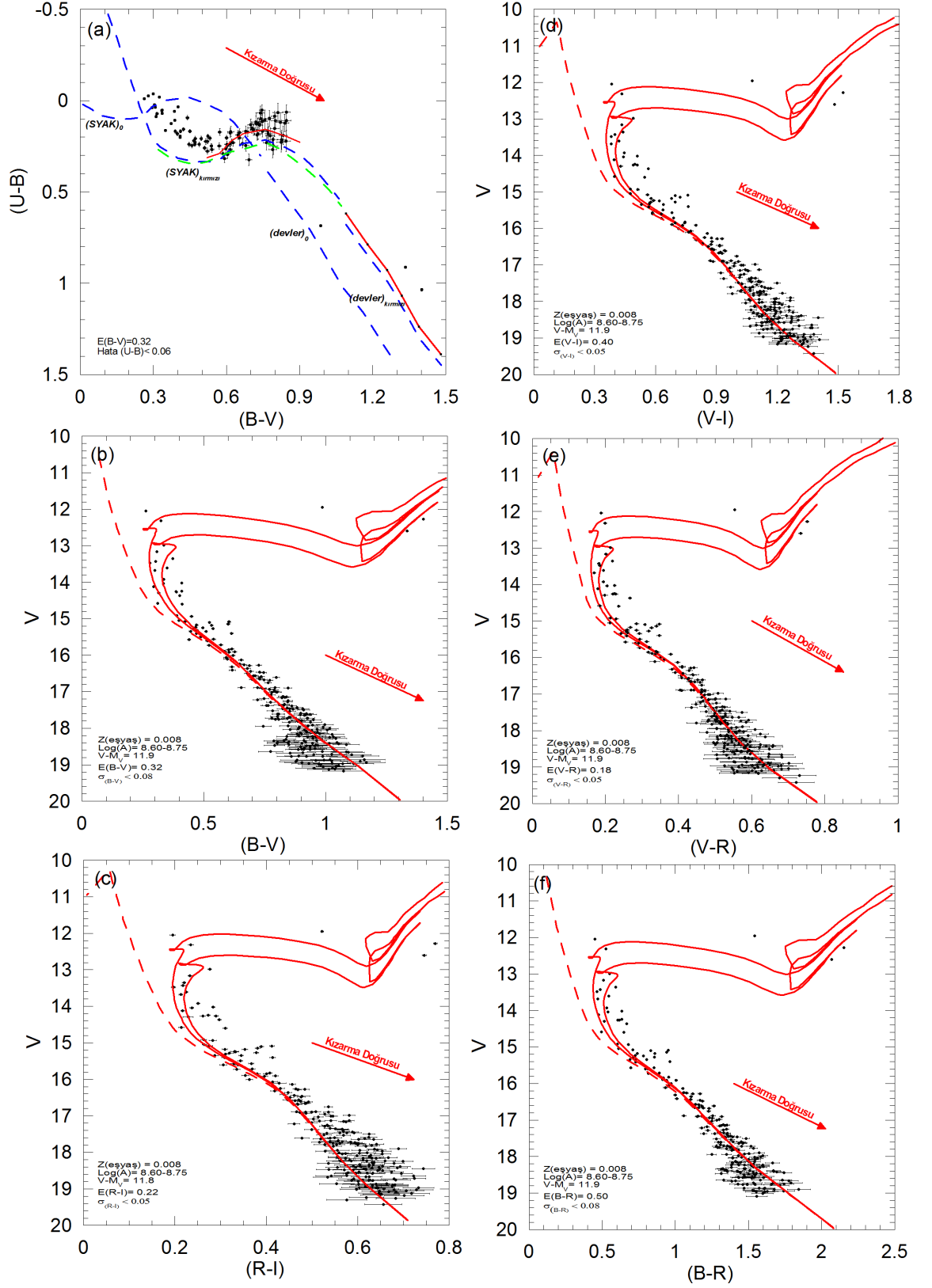
Tablo Ek-43: Haf08 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyıl]
E(B-V)=0.32±0.07 [Fe/H]=-0.39±0.12 Z = 0.008±0.002					
(B-V)	11.90±0.06	2.40±0.07	8.60-8.75	8.75±0.10	0.56±0.15
(R-I)	11.80±0.10	2.30±0.11	8.60-8.75	8.75±0.15	0.56±0.23
(V-I)	11.90±0.10	2.40±0.11	8.60-8.75	8.75±0.10	0.56±0.15
(V-R)	11.90±0.10	2.40±0.11	8.60-8.75	8.75±0.10	0.56±0.15
(B-R)	11.90±0.10	2.40±0.11	8.60-8.75	8.75±0.10	0.56±0.15
Ortalama	11.88±0.04	2.38±0.04		8.75±0.05	0.56 ±0.07

Haf 08 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.75 \pm 0.05$ ($\langle A \rangle = 0.56 \pm 0.07$ Gyıl) bir genç yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Carraro ve diğ.'ne (2007) ait $\text{Log } A = 8.70$ ($A = 0.50$ Gyıl) değeri ile uyumludur. Moffat ve diğ. (1975) bir yaş değeri vermemiştir. Fenkart ve diğ.'ne (1972) ait $\text{Log } A = 8.75$ ($A = 0.56$ Gyıl) değeri, bu tez çalışmasında bulunan değer ile aynıdır.

Tablo Ek-44: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.32	-0.39	0.008	11.88	2.38	8.75	Tez
0.00	---	---	11.10	1.67	8.75	Fenkart (1972)
0.36	---	---	12.20	1.62	---	Moffat (1975)
0.24	---	---	12.80	2.60	8.70	Carraro (2007)



Şekil Ek-15: Haf 08 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

8. Ki 23

Ki 23 açık yıldız kümesinin ($l = 215^{\circ}.53$, $b = +7.20$), $\sigma_{(U-B)} < 0.07$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-16'da verilmiştir. SK82 anakolunun Ki 23 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V)=0.03\pm0.02$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-47'den de görüleceği gibi, JHK fotometrisi analizine dayanan Tadross ve diğ.'ne (2009) ait $E(B-V) = 0.16$ değerinden oldukça küçüktür.

Tablo Ek-45: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.44	0.00	-0.040	0.040	0.046	-0.11	0.015

Şekil Ek-16'da Hyades anakolu üzerinde $0.40 < (B-V) < 0.60$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.44$ ($\langle B-V \rangle = 0.47$) değeri için hesap edilen mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.040 ve 0.046 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.11, +0.015) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-45'de verilmiştir.

Şekil Ek-16'dan görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin karşılaştırılmasından dokuz tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

Ki 23 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri, $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.02\pm0.01$, $E(V-I)=0.04\pm0.03$, $E(V-R)=0.02\pm0.01$, $E(B-R)=0.05\pm0.03$ 'dir.

Ki 23 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-16'dan verilmiştir. Z = +0.015 ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-46 listelenmiştir. Ki 23 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 12.40\pm0.02$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 3.02\pm0.03$ kpc'dir. Tablo Ek-47'den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Tadross ve diğ.'ne (2008) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.60, 3.11]$ değeri ile uyumludur.

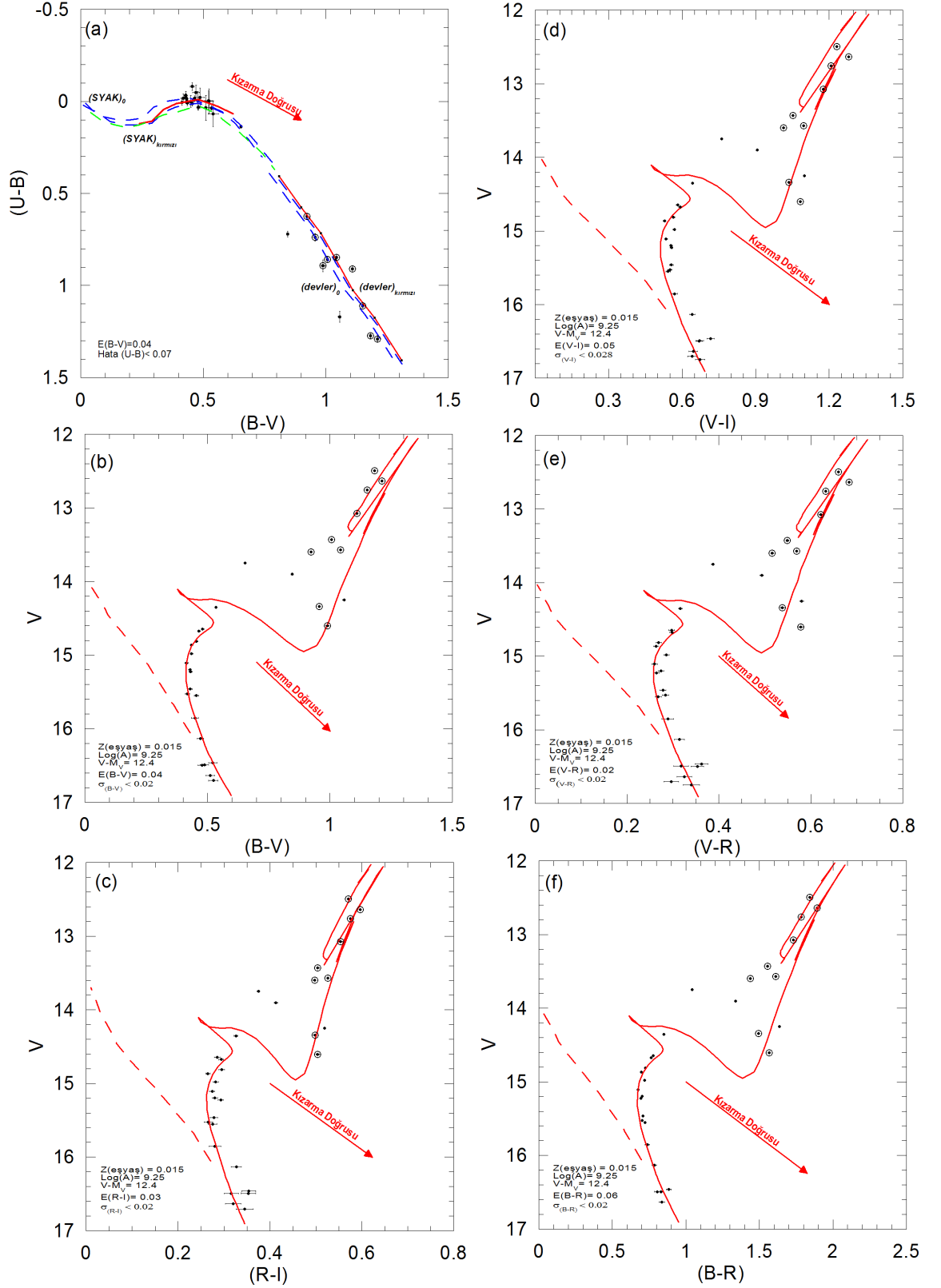
Tablo Ek-46: Ki 23 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	$\text{Log}(A)_{\text{fit}}$	A_{fit} [Gyıl]
$E(B-V)=0.03\pm0.02$ $[\text{Fe}/\text{H}]=-0.11\pm0.11$ $Z = 0.015\pm0.004$				
(B-V)	12.40 ± 0.04	3.02 ± 0.05	9.25 ± 0.03	1.78 ± 0.13
(R-I)	12.40 ± 0.10	3.02 ± 0.14	9.25 ± 0.05	1.78 ± 0.22
(V-I)	12.40 ± 0.10	3.02 ± 0.14	9.25 ± 0.05	1.78 ± 0.22
(V-R)	12.40 ± 0.05	3.02 ± 0.07	9.25 ± 0.03	1.78 ± 0.13
(B-R)	12.40 ± 0.05	3.02 ± 0.07	9.25 ± 0.03	1.78 ± 0.13
Ortalama	12.40 ± 0.02	3.02 ± 0.03	9.25 ± 0.02	1.78 ± 0.07

Ki 23 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 9.25\pm0.02$ ($\langle A \rangle = 1.78\pm0.07$ Gyıl) bir yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Tadross ve diğ.'ne (2009) ait $\text{Log } A = 8.95$ ($A = 0.89$ Gyıl) değerinden nispeten yaşlıdır.

Tablo Ek-47: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

$E(B-V)$	$[\text{Fe}/\text{H}]$	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	$\text{Log}(A)$	Kaynak
0.03	-0.11	0.015	12.40	3.02	9.25	Tez
0.16	---	---	12.60	3.11	8.95	Tadross (2009)



Şekil Ek-16: Ki 23 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

9. NGC 2186

NGC 2186 açık yıldız kümesinin ($l = 215^\circ.53$, $b = +7.20$), $\sigma_{(U-B)} < 0.07$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-17’de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 2186 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artışı $E(B-V)=0.26\pm0.07$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artışı değeri Tablo Ek-50’den de görüleceği gibi, Moffat ve diğ.’ne (1975) ait $E(B-V) = 0.31$ ve Lata ve diğ.’ne (2010) ait $E(B-V) = 0.27$ değerleri ile hata sınırları içerisinde uyumludur.

Tablo Ek-48: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.44	0.00	-0.080	0.080	0.093	-0.39	0.008

Şekil Ek-17’de Hyades anakolu üzerinde $0.50 < (B-V) < 1.00$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.44$ ($\langle B-V \rangle = 0.47$) değeri için hesap edilen mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.080 ve 0.093 olarak ölçülmüştür. Normaliz edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artışı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.39, +0.008) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-48’de verilmiştir

NGC 2186 kümesinin beş renk indeksine ait renk artışı değerleri, $E(B-V)$ renk artışı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.18\pm0.05$, $E(V-I)=0.33\pm0.09$, $E(V-R)=0.15\pm0.04$, $E(B-R)=0.41\pm0.11$ şeklindedir.

NGC 2186 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-17’de verilmiştir. $Z = +0.015$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-49’da listelenmiştir. NGC 2186 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 11.40\pm0.03$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 1.91\pm0.03$ kpc’dir. Tablo Ek-49’dan da görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı, Moffat ve diğ.’ne (1975) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [11.31, 1.83]$ değerine yakın, Lata ve diğ.’ne (2010) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.16, 2.70]$ değerinden küçüktür.

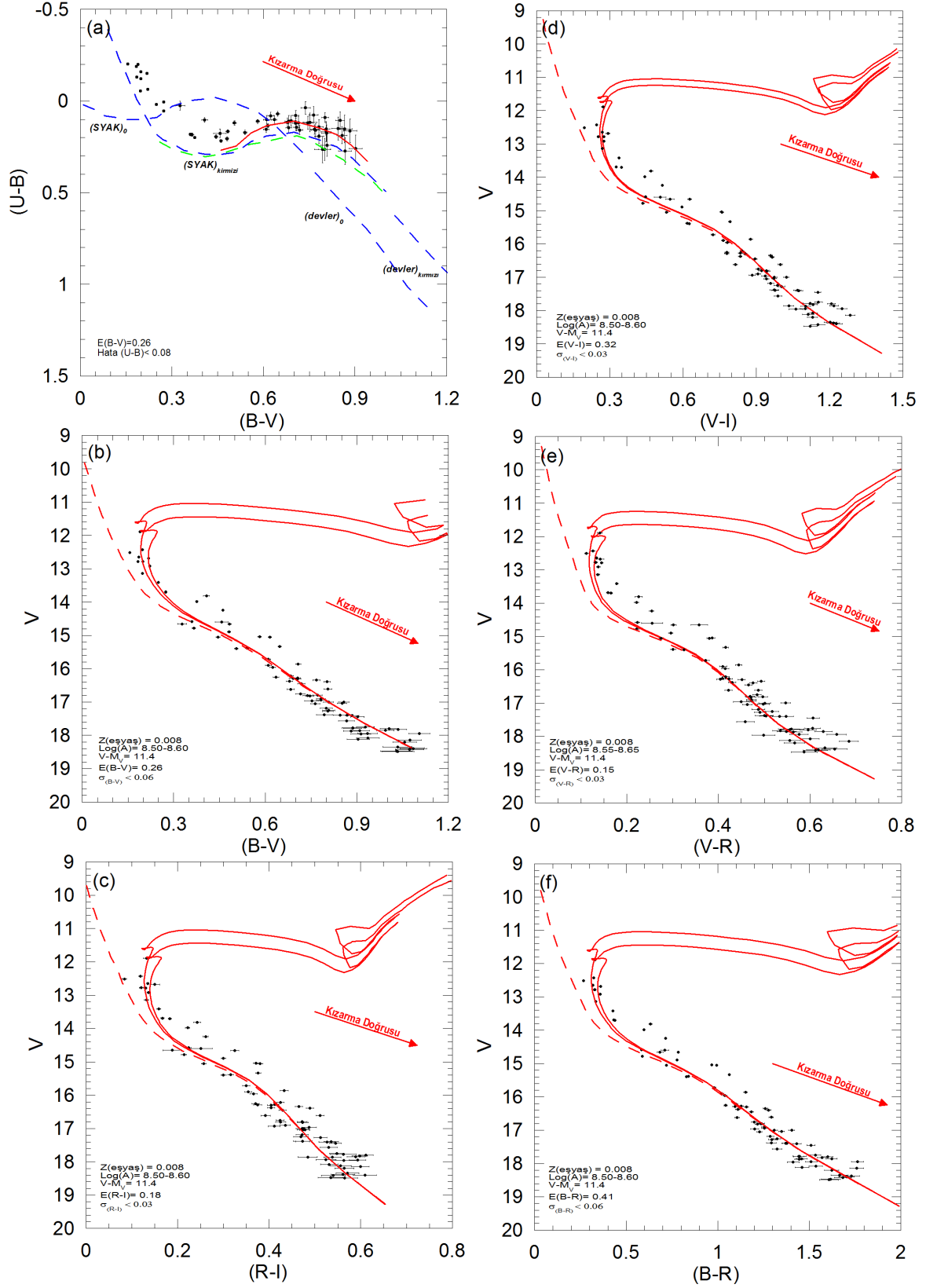
Tablo Ek-49: NGC 2186 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	$\text{Log}(A)_{\text{fit}}$	A_{fit} [Gyıl]
E(B-V)=0.26±0.07 [Fe/H]=-0.39±0.12 Z = 0.008±0.002					
(B-V)	11.40±0.03	1.91±0.03	8.50-8.60	8.50±0.10	0.32±0.08
(R-I)	11.40±0.15	1.91±0.13	8.50-8.60	8.50±0.15	0.32±0.13
(V-I)	11.40±0.15	1.91±0.13	8.50-8.60	8.50±0.15	0.32±0.13
(V-R)	11.40±0.10	1.91±0.09	8.55-8.65	8.55±0.10	0.35±0.09
(B-R)	11.40±0.10	1.91±0.09	8.50-8.60	8.50±0.10	0.32±0.08
Ortalama	11.40±0.03	1.91±0.03		8.51±0.05	0.32 ±0.04

NGC 2186 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.51 \pm 0.05$ ($\langle A \rangle = 0.32 \pm 0.04$ Gyıl) genç bir yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Lata ve diğ.'ne (2010) ait $\text{Log } A = 8.30$ ($A = 0.20$ Gyıl) değeri ile uyumludur.

Tablo Ek-50: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.26	-0.39	0.008	11.40	1.91	8.51	Tez
0.31	---	---	11.31	1.83	---	Moffat (1975)
0.27	---	---	12.16	2.70	8.30	Lata (2010)



Şekil Ek-17: NGC 2186 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

10. NGC 2304

NGC 2304 açık yıldız kümesinin ($l = 192^\circ.207$, $b = +8.897$), $\sigma_{(U-B)} < 0.08$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-18’de verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 2304 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V) = 0.03 \pm 0.03$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-53’den de görüleceği gibi, Ann ve diğ.’ne (2002) ait $E(B-V) = 0.10$ ve Lata ve diğ.’ne (2010)’ne ait $E(B-V) = 0.10$ değerine göre küçüktür. Hasegawa ve diğ. (2008) bu küme için $E(B-V) = 0.40$ gibi oldukça büyük bir kızarma değeri vermiştir.

Tablo Ek-51: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle(B-V)_0\rangle$	$(U-B)_0$	$\langle(U-B)_{0,EM}\rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.37	0.002	-0.050	0.052	0.062	-0.20	0.012

Şekil Ek-18’de Hyades anakolu üzerinde $0.30 < (B-V) < 0.60$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle(B-V)_0\rangle = 0.37$ ($\langle B-V \rangle = 0.40$) değeri için hesaplanan eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.052 ve 0.062 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ([Fe/H], Z) = (-0.20, +0.012) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-51’de verilmiştir

Şekil Ek-18’den görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin karşılaştırılmasından dört tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

NGC 2304 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri, $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.02 \pm 0.02$, $E(V-I)=0.04 \pm 0.04$, $E(V-R) = 0.02 \pm 0.02$, $E(B-R)=0.05 \pm 0.05$ şeklindedir.

NGC 2304 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-18’de verilmiştir. $Z = +0.012$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artığı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.’ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-52’de listelenmiştir. NGC 2304 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 12.79 \pm 0.02$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 3.61 \pm 0.03$ kpc’dir.

Tablo Ek-53'den de görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Ann ve diğ.'ne (2002) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [13.00, 3.98]$ değerine yakın, Lata ve diğ.'ne (2010) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [13.24, 4.44]$ değerinden küçüktür. Hasegawa ve diğ.'ne (2008) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [12.73, 3.55]$ değeriyle de oldukça uyumludur.

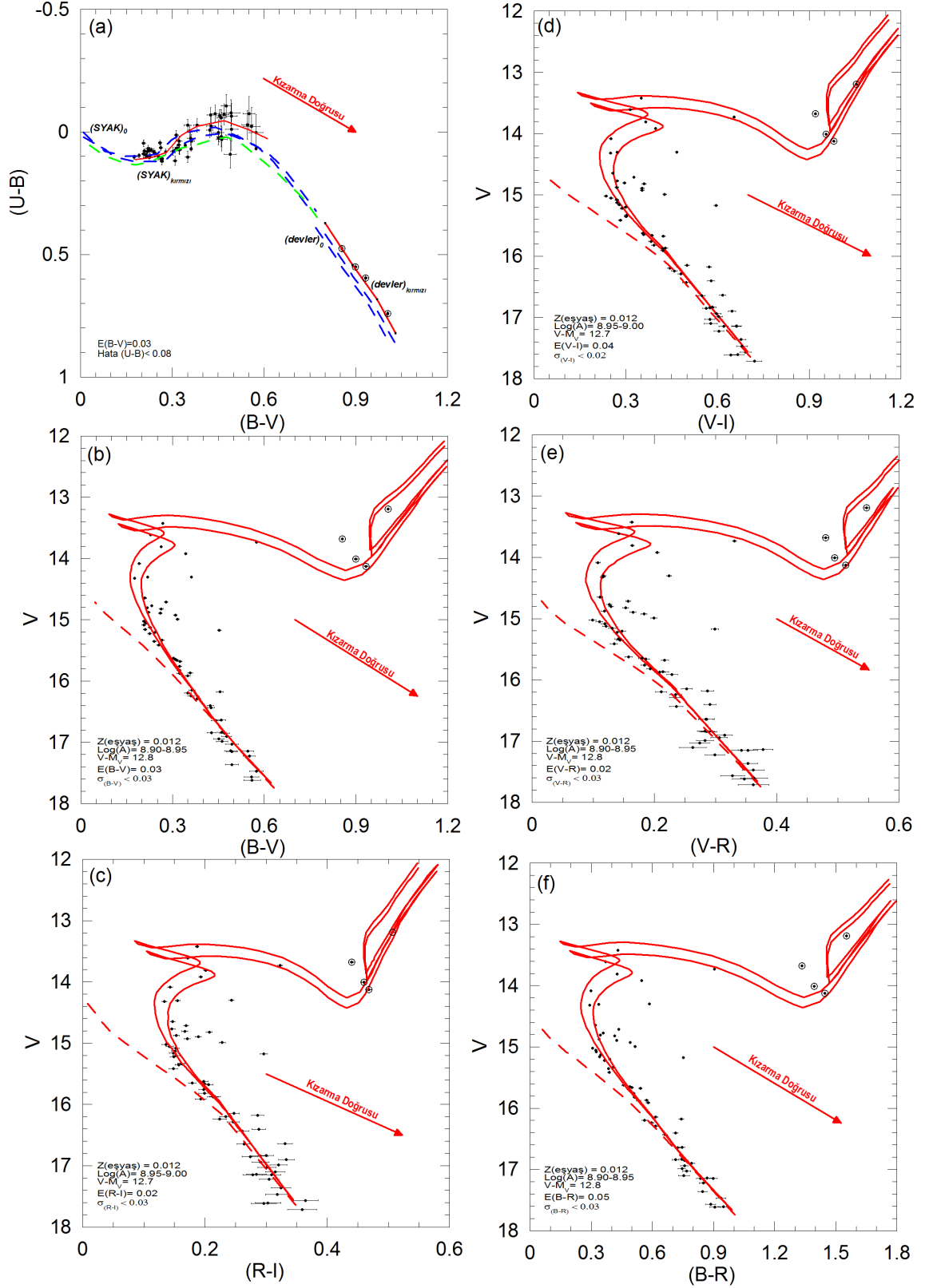
Tablo Ek-52: NGC 2304 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyıl]
E(B-V)=0.03±0.03 [Fe/H]=-0.20±0.11 Z = 0.012±0.003					
(B-V)	12.80±0.02	3.63±0.03	8.90-8.95	8.95±0.03	0.89±0.06
(R-I)	12.70±0.10	3.47±0.16	8.95-9.00	9.00±0.05	1.00±0.12
(V-I)	12.70±0.05	3.47±0.08	8.95-9.00	9.00±0.03	1.00±0.07
(V-R)	12.80±0.10	3.63±0.17	8.90-8.95	8.95±0.05	0.89±0.11
(B-R)	12.80±0.05	3.63±0.08	8.90-8.95	8.95±0.03	0.89±0.06
Ortalama	12.79±0.02	3.61±0.03		8.97±0.02	0.93 ±0.03

Tablo Ek-53: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.03	-0.20	0.012	12.79	3.61	8.97	Tez
0.10	-0.32	---	13.00	3.98	8.90	Ann (2002)
0.40	---	0.008	12.73	3.55	9.11	Hasegawa (2008)
0.10	---	---	13.55	4.44	8.80	Lata (2010)

NGC 2304 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.97 \pm 0.02$ ($\langle A \rangle = 0.93 \pm 0.03$ Gyıl) bir yaşa sahiptir. Kümeye ait bu yaş değeri, Ann ve diğ.'ne (2002) ait $\text{Log } A = 8.90$ ($A = 0.79$ Gyıl) ve Lata ve diğ.'ne (2010) ait $\text{Log } A = 8.80$ ($A = 0.63$ Gyıl) değerinden bir miktar büyüktür. Hasegawa ve diğ.'ne (2008) ait $\text{Log } A = 9.11$ ($A = 1.30$ Gyıl) değerinden de küçüktür.



Şekil Ek-18: NGC 2304 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

11. NGC 2360

NGC 2360 açık yıldız kümesinin ($l = 229^{\circ}.807$, $b = -1.426$), $\sigma_{(U-B)} < 0.06$ olan yıldızların (U-B), (B-V) iki renk diyagramı Şekil Ek-19'da verilmiştir. SK82 anakolunun NGC 2360 küme yıldızları ile karşılaştırılmasından renk artığı $E(B-V) = 0.09 \pm 0.06$ olarak elde edilmiştir. Bu renk artığı değeri Tablo Ek-56'dan da görüleceği gibi, Eggen (1968)'e ait $E(B-V) = 0.07$ değeri ile hata sınırları içerisinde uyumludur.

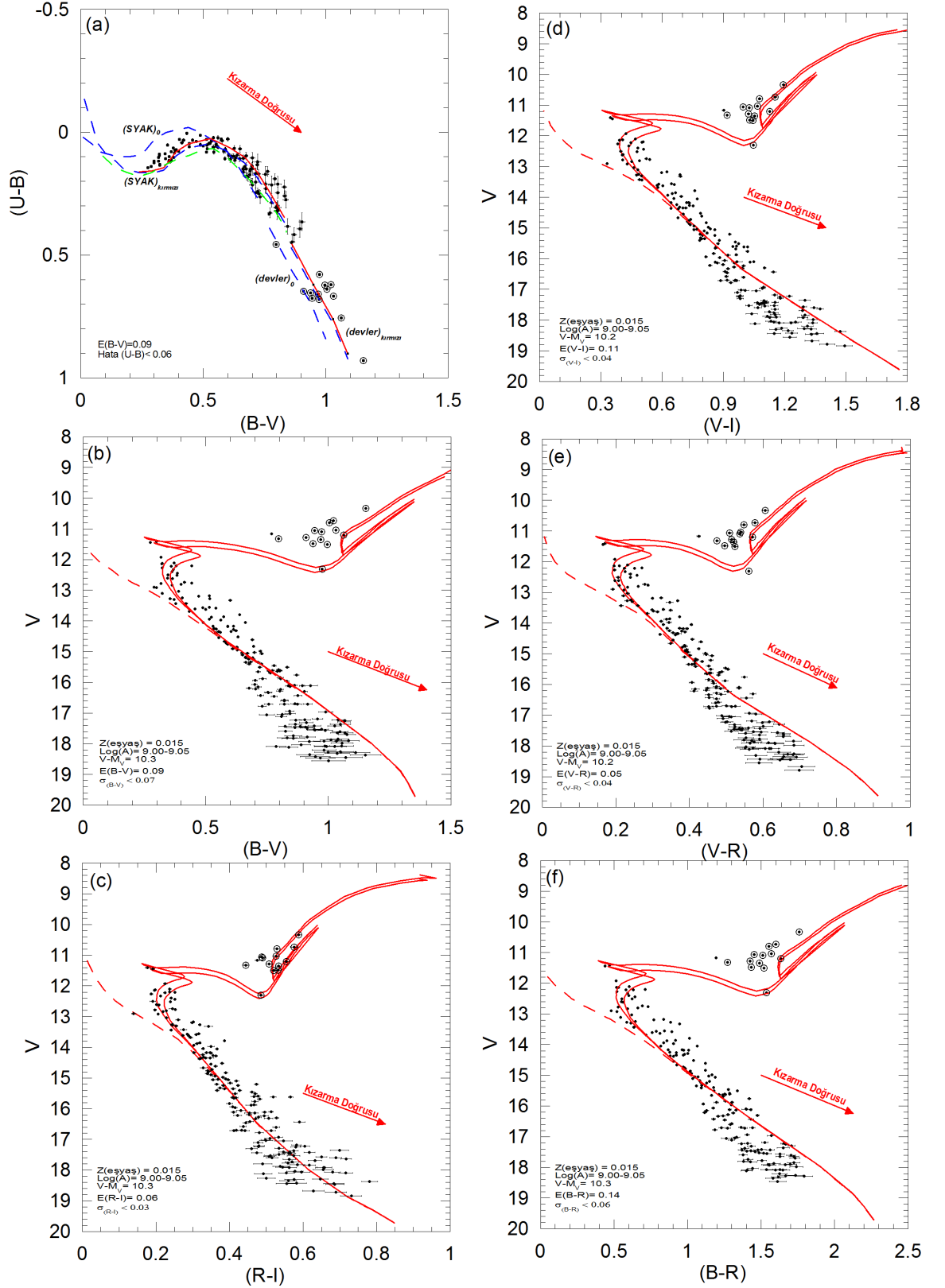
Tablo Ek-54: Başlık bilgisi Tablo 4.1 ile aynıdır.

$\langle (B-V)_0 \rangle$	$(U-B)_0$	$\langle (U-B)_{0,EM} \rangle$	$\delta(U-B)_0$	$\delta_{0.6}$	[Fe/H]	Z
0.44	0.000	-0.040	0.040	0.046	-0.11	0.015

Şekil Ek-19'da Hyades anakolu üzerinde $0.30 < (B-V) < 0.60$ aralığındaki F tayf türü yıldızların $\langle (B-V)_0 \rangle = 0.44$ ($\langle B-V \rangle = 0.54$) değeri için hesap edilen eğriden mor ötesi artıkları $\delta(U-B)$ ve $\delta_{0.6}$ sırasıyla, 0.040 ve 0.046 olarak ölçülmüştür. Normalize edilen $\delta_{0.6}$ morötesi artığı değerinden kümenin metal ve ağır element bolluğu ($[Fe/H]$, Z) = (-0.11, +0.015) olarak hesaplanmış ve Tablo Ek-55'de verilmiştir.

Şekil Ek-19'dan görüleceği gibi, iki renk ve renk-kadir diyagramlarında SK82 anakolu ve Marigo ve diğ.'ne (2008)e ait eşyaş eğrilerinin karşılaştırılmasından 13 tane KY/KD adayı sınıflandırılmıştır.

NGC 2360 kümesinin beş renk indeksine ait renk artığı değerleri, $E(B-V)$ renk artığı değerinden dönüştürülmüş olup sırasıyla, $E(R-I)=0.06 \pm 0.04$, $E(V-I)=0.11 \pm 0.07$, $E(V-R)=0.05 \pm 0.03$, $E(B-R)=0.14 \pm 0.09$ şeklindedir.



Şekil Ek-19: NGC 2360 kümesinin iki-renk ve renk-kadir diyagramları. Sembollerin anlamları Şekil 4.5 ile aynıdır.

NGC 2360 kümesinin beş renk indeksinde renk-kadir diyagramları Şekil Ek-19'da verilmiştir. $Z = +0.015$ ağır element bolluğu ve beş renk indeksine ait renk artışı değerleri dikkate alınarak, Marigo ve diğ.'ne (2008) ait eşyaş eğrilerinin renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından ölçülen kümenin uzaklık modülleri, hesaplanan uzaklıkları ve yaşları Tablo Ek-55'de listelenmiştir. NGC 2360 kümesinin ortalama uzaklık modülü $\langle(V-M_V)_0\rangle = 10.25 \pm 0.02$, ortalama uzaklığı ise $\langle d \rangle = 1.12 \pm 0.01$ kpc'dir. Tablo Ek-56'dan da görüleceği gibi, kümenin uzaklık modülü ve uzaklığı Eggen'a (1968) ait $[(V-M)_0, d(\text{kpc})] = [10.30, 1.15]$ değeri ile uyumludur. NGC 2360 kümesi $\langle \text{Log } A \rangle = 8.97 \pm 0.02$ ($\langle A \rangle = 0.93 \pm 0.03$ Gyl) bir yaşa sahiptir.

Tablo Ek-55: NGC 2360 kümesinin temel parametreleri

Renk	$(V-M_V)_0$	d [kpc]	Log(A) Aralık	Log(A) _{fit}	A _{fit} [Gyl]
E(B-V)=0.09±0.06 [Fe/H]=-0.11±0.11 Z = 0.015±0.004					
(B-V)	10.30±0.05	1.15±0.03	9.00-9.05	9.05±0.05	1.12±0.14
(R-I)	10.30±0.10	1.15±0.05	9.00-9.05	9.05±0.08	1.12±0.23
(V-I)	10.20±0.05	1.10±0.03	9.00-9.05	9.05±0.05	1.12±0.14
(V-R)	10.20±0.05	1.10±0.03	9.00-9.05	9.05±0.05	1.12±0.14
(B-R)	10.30±0.05	1.15±0.03	9.00-9.05	9.05±0.05	1.12±0.14
Ortalama	10.25±0.02	1.12±0.01		9.05±0.02	1.12 ±0.07

Tablo Ek-56: Küme parametrelerinin literatür ile karşılaştırılması

E(B-V)	[Fe/H]	Z	$(V-M_V)_0$	d(kpc)	Log(A)	Kaynak
0.09	-0.11	0.015	10.25	1.12	9.05	Tez
0.07	---	---	10.30	1.15	---	Eggen (1968)

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : İnci AKKAYA ORALHAN
Doğum Yılı-Yeri : Şubat, 1980 -Kayseri
Yazışma Adresi : Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, Kayseri
Telefon : 0 352 207 66 66 / 33259
Faks : 0 352 437 49 33
e-posta : iakkaya@erciyes.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Doktora, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri, Astronomi ve Uzay Bilimleri, 2012
 Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri, Fizik, 2006
 Lisans, ERCİYES ÜNİVERSİTESİ, Fen Edebiyat, Fizik, 2003

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Arş.Gör., 2004-Halen

YAYINLARI

SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan makaleler

- 1) İnci AKKAYA ve diğ., 2010, "CCD UBVRI Photometry of the Galactic Open Clusters: Be 89, Ru 135, and Be 10, RevMex, 46, 385-430.
- 2) İbrahim KÜÇÜK ve İnci AKKAYA, 2010, "TTauri Stars in The Taurus Auriga Molecular Cloud", RevMex, 46, 109-114.
- 3) İnci AKKAYA and İbrahim KÜÇÜK, 2005, "Synthetic H-R diagram of low mass stars and the efficiency of transformation tables in determining open cluster ages", Astronomical and Astrophysical Transactions, 24, 497-506.

Diğer yayınlar

- 1) İnci AKKAYA, Yüksel KARATAŞ and William J. Schuster, "CCD UBVRI Photometry of The Galactic Open Clusters: Be89, Ru135 and Be10", 6th. Sreac Meeting, 28-30 September 2009, Belgrade, Serbia.
- 2) İbrahim KÜÇÜK, İsmail YUSİFOV, İnci AKKAYA ve Mikail SARIKAYA, "Erciyes Üniversitesi Radyo Dizge Teleskopları: Teknik Özellikler", Union Radio Science International (URSI)-Türkiye, Bilimsel Kongresi, sayfa 265-268, 20-22 Ekim 2008, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- 3) İnci AKKAYA, Yüksel KARATAŞ ve William J. Schuster, "Açık Yıldız Kümelerinin CCD UBVRI Fotometrisi: NGC 6631, Be 89, Ru 135, Be 10", 16.Ulusal Astronomi Kongresi, sayfa 804-815, 8-12 Eylül 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- 4) İnci AKKAYA ve İbrahim KÜÇÜK, "Taurus Auriga Molekül Bulutundaki T Tauri Yıldızlarının Kütle Fonksiyonları ve Yaş Tayini", 15. Ulusal Astronomi Kongresi, SAYFA 61, 28 AĞUSTOS-1 Eylül 2006, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.

- 5) İnci AKKAYA ve İbrahim KÜÇÜK, "Küçük Kütleli Yıldızların Sentetik Renk-Kadir Dyagramı ve Dönüşüm Tablolarının Etkinliği", 14. Ulusal Astronomi Kongresi, Sayfa 68, 31 Ağustos-4 Eylül 2004, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

PROJELER

- 1) Erciyes Üniversitesi Araştırma Projesi FBA-11-3283, Araştırmacı, Çok Amaçlı CCD Kamera, 2010-2012.
- 2) Erciyes Üniversitesi Yüksek Lisans Tez Projesi, FBY-10-3296, Araştırmacı, 2MASS Fotometrisi Kullanılarak Bazı Galaktik Açık Yıldız Kümelerinin Temel Fiziksel Parametrelerinin Belirlenmesi, 2010-2012.
- 3) Erciyes Üniversitesi Yüksek Lisans Tez Projesi, FBT-05-36, "Yıldız Kümelerinin Başlangıç Kütle ve Işıma Gücü Fonksiyonları", 2005-2007.
- 4) Erciyes Üniversitesi DPT Projesi, "Radyo Gözlemevi Projesi", DPT-2007K120820, Araştırmacı, 2007-2009.
- 5) Erciyes Üniversitesi Araştırma Projesi, FBA-09-984, Araştırmacı, "Galaksimizdeki Açık Yıldız Kümelerinin CCD Tekniği Kullanılarak UBVRİ Gözlemleri", 2009.
- 6) Erciyes Üniversitesi Araştırma Projesi, FBA-09-770, Araştırmacı, "Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nde Optik Teleskop Kurulumu ve Seçilmiş Çift Yıldızların Fotometrik Gözlemleri ve Analizi", 2009.
- 7) Erciyes Üniversitesi Araştırma Projesi FBA-09-788, Araştırmacı, "OB Bileşenli Erken Tür Çift Yıldızların Işık Eğrisi Analizi ve Fiziksel Parametrelerinin Belirlenmesi", 2009.

KAZANDIĞI BURSLAR

Meksika Hükümeti tarafından verilen bir yıllık araştırma bursu. Mart 2007 – Mart 2008. Universidad Nacional Autonoma de Mexico Observatorio Astronomico Nacional Ensenada MEXICO.

KATILDIĞI TOPLANTILAR

- 1) 13. Ulusal Astronomi Kongresi, 2-6 Eylül 2002, Antalya.
- 2) 1. Temel Bilimler Yaz Okulu, "Astronomide Matematik Yöntemler", 25-29 Ağustos 2003, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul
- 3) 14. Ulusal Astronomi Kongresi, 31 Ağustos-4 Eylül 2004, Kayseri.
- 4) III. Temel Bilimler Yaz Okulu "Linux ve Matematik" 29 Ağustos - 03 Eylül 2005, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.
- 5) 15. Ulusal Astronomi Kongresi, 28 Ağustos-1 Eylül 2006, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.
- 6) 30th International School for Young Astronomers (ISYA 2008), 1-22 Temmuz 2008, İstanbul.
- 7) VI. Temel Bilimler Lisansüstü Yaz Okulu, "İraf & Tayfsal İndirgeme", 11-17 Ağustos 2008, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.
- 8) International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM 2008), 25-29 Ağustos 2008, Antalya.
- 9) URSI-Türkiye'2008, 20-22 Ekim 2008, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- 10) 6th. Sreac Meeting, 28-30 September 2009, Belgrade, Serbia.
- 11) 16. Ulusal Astronomi Kongresi, 2010, Çukurova Üniversitesi, Adana.