



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN
KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ**

Seza TAHMAZOĞLU SIR

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ömer Lütfi DEĞİRMENCİ

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 27.06.2016

Bornova-İZMİR

2016

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN
KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ**

Seza TAHMAZOĞLU SIR

Tez Danışmanı : Prof. Dr.Ömer Lütflü DEĞİRMENCİ

Astronomi Ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 27 / 06 / 2016

Bornova-İZMİR

2016

Seza TAHMAZOĞLU SIR tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Açık Kümelerinin Karakteristik Özellikleri” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 27.06.2016 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

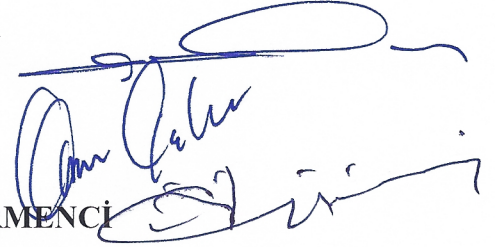
Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr.Faruk SOYDUGAN

Raportör Üye : Doç.Dr.Ömür ÇAKIRLI

Üye : Prof. Dr. Ömer Lütfi DEĞİRMENCI



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Açık Yıldız Kümelerinin Karakteristik Özellikleri" başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlamasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

27/06/2016

Seza TAHMAZOĞLU SIR

ÖZET

AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

SİR TAHMAZOĞLU, Seza

Yüksek Lisans Tezi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Ömer Lütfi DEĞİRMENCİ

Haziran 2016 , 69 sayfa

Bu tezde WEBDA da verileri bulunan 443 açık yıldız kümesinden seçtiğim en yakın (Hyades, Coma Berenices, Pleiades), en uzak (Arp Madore 2, Tombaugh 2, Shorlin 1), en genç (NGC 6618, IC 1590, Berkeley 7) ve en yaşlı (Berkeley 17, NGC 2509, King 2) açık yıldız kümelerinin CCD, CMD'leri oluşturulmuştur. CCD ve CMD'lerin kuramsal modellerle karşılaştırılması ile söz konusu kümelerin kızıllaşma miktarları, uzaklık modülleri ve uzaklıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Açık Küme, Hyades, Coma Berenices, Arp Madore 2, Tombaugh 2, Shorlin 1, NGC 6618, IC 1590, Berkeley 7, Berkeley 17, NGC 2509, King 2, CCD, CMD



ABSTRACT

CHARACTERISTIC PROPERTIES OF OPEN CLUSTERS

SIR TAHMAZOĞLU, Seza

MSc in Astronomy and Space Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Ömer Lütü DEĞİRMENCİ

June 2016, 69 pages

In this thesis, we constructed CCD and CMD's of the closest (Hyades, Coma Berenices, Pleiades), the furthest (Arp Madore 2, Tombaugh 2, Shorlin 1), the youngest (NGC 6618, IC 1590, Berkeley 7) and the oldest (Berkeley 17, NGC 2509, King 2) open clusters selected from among 443 clusters which their data are available in WEBDA.

With the comparison of CCD and CMD's with the theoretical ones we try to obtain the reddenings, the distance moduli and the distances of the clusters in question.

Keywords: Open cluster, Açık Küme, Hyades, Coma Berenices, Arp Madore 2, Tombaugh 2, Shorlin 1, NGC 6618, IC 1590, Berkeley 7, Berkeley 17, NGC 2509, King 2, CCD, CMD



TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince yüksek sabrını ve anlayışını ve her türlü yardımını benden esirgemeyerek yakından ilgilenen kıymetli danışmanım Prof. Dr. Ömer Lütfi DEĞİRMENCİ'ye çok teşekkür ederim.

Manevi ve maddi olarak benden desteğini esirgemeyen, yüreklendiren sevgili eşim Abdullah SIR'a, kızım Berrunaz SIR ve oğlum Emir Berk SIR'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1.GİRİŞ	1
2.AÇIK YILDIZ KÜMELERİN RENK RENK VE RENK PARLAKLIK DİYAGRAMLARI	5
2.1. CCD ve CMD'lerinin Oluşturulmasında Karşılaşılan Zorluklar	8
2.2. CCD Ve CMD Kullanılarak Uzaklık Ve Yaş Tayini	10
2.3. H_{β} – M_v ilişkisi	12
3. AÇIK YILDIZ KÜMELERİ	14
3.1. En Yakın Küme Örnekleri	16
3.1.1. Hyades kümesi	16
3.1.2. Pleiades kümesi	19
3.1.3. Coma Berenices kümesi	22
3. 2. En Uzak Küme Örnekleri	25
3.2.1. Arp Madore 2 kümesi	25

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.2. Tombaugh 2 kümesi	28
3.2.3. Shorlin 1 kümesi	33
3.3. En Genç Küme Örnekleri	36
3.3.1. NGC 6618 kümesi	37
3.3.2. IC 1590 kümesi	39
3.3.3. Berkeley 7 kümesi	41
3.4. En Yaşlı Küme Örnekleri	43
3.4.1. Berkeley 17 kümesi	44
3.4.2. NGC 2509 kümesi	47
3.4.3. King 2 kümesi	50
4. $H_{\beta} - M_V$ İLİŞKİSİ İLE UZAKLIK HESAPLAMALARI	55
4.1. Hyades Kümesi	55
4.2. Coma Berenices Kümesi	56
4.3. Pleiades Kümesi	56
4.4. IC 1590 Kümesi	57
5. SONUÇLAR	58
KAYNAKLAR DİZİNİ	63
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Safya</u>
2.1. Hyades kümesinin renk – parlaklık diyagramı (CMD)	6
2.2. δ Lyr kümesinin renk – parlaklık diyagramı	7
2.3. Arp – Madore 2 kümesinin renk – renk diyagramı (CCD)	11
2.4. $H\beta$ – M_v ilişkisi	13
3.1. Açık yıldız kümelerinin galaktik boylama göre dağılımı	15
3.2. Açık ve küresel yıldız kümelerinin yaşlarının fonksiyonu olarak galaktik düzlemde uzaklıkları	15
3.3. Hyades kümesine ilişkin elde edilen uzaklık modülü değerleri	17
3.4. Hyades'in renk – renk diyagramı	18
3.5. Hyades'in renk – parlaklık diyagramı	18
3.6. Pleiades kümesine ilişkin farklı yöntemlerle elde edilen uzaklık modülü değerleri	20
3.7. Pleiades kümesine ilişkin farklı yöntemlerle elde edilen uzaklık değerleri	21
3.8. Pleiades'in renk – renk diyagramı	21
3.9. Pleiades'in renk – parlaklık diyagramı	22
3.10. Coma Berenices'in renk – renk diyagramı	24
3.11. Coma Berenices'in renk – parlaklık diyagramı	24
3.12. Arp Madore – 2'nin renk – parlaklık diyagramı	26

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

	<u>Safya</u>
3.13. Arp Madore - 2 nin renk – renk diyagramı	27
3.14. Arp Madore - 2 nin renk – parlaklık diyagramı	28
3.15. Tombaugh 2'nin renk – parlaklık diyagramı	29
3.16. Tombaugh 2'nin renk – renk diyagramı	30
3.17. Tombaugh 2'nin renk – parlaklık diyagramı	31
3.18. Tomaugh 2A kümesinin renk – parlaklık diyagramı	32
3.19. Tomaugh 2B kümesinin renk – parlaklık diyagramı	32
3.20. Tomaugh 2C kümesinin renk – parlaklık diyagramı	33
3.21. Shorlin 1'nin renk – renk diyagramı	35
3.22. Shorlin 1'nin renk – parlaklık diyagramı	36
3.23. NGC 6618 (M 17)'nin renk - renk ve renk - parlaklık diyagramları	37
3.24. NGC 6618 kümesinin renk-renk diyagramı	38
3.25. NGC 6618 renk- parlaklık diyagramı	38
3.26. IC 1590 kümesinin renk- renk diyagramı	40
3.27. IC 1590 kümesinin renk- parlaklık diyagramı	40
3.28 Be 7'nin renk - parlaklık (a) ve renk – renk (b) diyagramları	41
3.29. Berkeley 7 kümesinin renk- renk diyagramı	42

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

	<u>Safya</u>
3.30. Berkeley 7 kümesinin renk- parlaklık diyagramı	43
3.31. Be 17'nin CMD'si ve en iyi eş yaş çizgi fiti	45
3.32. Berkeley 17 kümesinin renk- renk diyagramı	46
3.33. Berkeley 17 kümesinin renk- parlaklık diyagramı	46
3.34 NGC 2509'un renk-parlaklık ve renk-renk diyagramları	48
3.35. NGC 2509 kümesinin renk- renk diyagramı	49
3.36. NGC 2509 kümesinin renk- parlaklık diyagramı	49
3.37. King 2'nin renk-parlaklık diyagramı	51
3.38. King 2'nin renk – parlaklık diyagramı	52
3.39. King 2'nin renk - renk diyagramı	52
3.40. King 2'nin renk - renk diyagramı	53
3.41. King 2 kümesinin renk- parlaklık diyagramı	54
5.1. Bu çalışmada elde edilen renk artıklarının WEBDA verileri ile karşılaştırması.	60
5.2. Bu çalışmada elde edilen uzaklık modüllerinin WEBDA verileri ile karşılaştırması	60
5.3. Hyades, Coma Berenices, Pleiades ve IC 1590 kümeleri için β - Mv ilişkisi ile elde edilen uzaklık değerlerinin WEBDA'da verilenler ile karşılaştırması	62



ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
2.1. $\beta - M_v$ ilişkisi	13
3.1. En Yakın Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri	16
3.2. En Uzak Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri	25
3.3. Tamaugh 2 küme bölgesindeki olası üç kümenin elde edilen özellikleri	31
3.4. En Genç Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri	36
3.5. En Yaşlı Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri	43
3.6. King 2'nin CMD diyagramı fit edilen eş yaş eğrilerinin parametreleri ...	50
4.1. $\beta - M_v$ ilişkisi katsayıları	55
4.2. Hyades kümesinin değerleri	55
4.3. Coma Berenices kümesinin değerleri	56
4.4. Pleiades kümesinin değerleri	57
4.5. IC1590 kümesinin değerleri	57
5.1. Tez kapsamında seçilen kümelere ilişkin bu çalışmada elde edilen ve WEBDA'da verilen değerler	58
5.2. Dört kümenin $\beta - M_v$ ilişkisi ile belirlenen uzaklıklarının, CMD yöntemiyle elde edilen ve WEBDA'da verilen değerler ile karşılaştırması	59



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
-----------------	-----------------

RÖ	Gözlenen renk ölçeği
----	----------------------

$(RÖ)_0$	Beklenen renk ölçeği
----------	----------------------

E	Renk artığı
---	-------------

A_v	Toplam Sönükleştirme
-------	----------------------

<u>Kısaltmalar</u>	
--------------------	--

CCD	Renk-renk diyagramı
-----	---------------------

CMD	Renk-parlaklık diyagramı
-----	--------------------------

HR	Hertzsprung-Russell diyagramı
----	-------------------------------

WEBDA	Gökadamızdaki ve Magellan bulutsularındaki yıldız kümelerinin veri tabanı
-------	---

1. GİRİŞ

Yıldız kümeleri çok sayıda yıldız içeren sistemlerdir. Bir yıldız kümesi, aynı anda ve aynı yıldızlararası maddeden oluşmuş, bizden aynı uzaklıkta bulunan çekimsel olarak birbirine bağlı yıldızların oluşturduğu bir gruptur. Yıldız kümeleri evrendeki gökadalara yapısı ve evrimini anlamamızı sağlar. Bu durum, yıldızların evrim kuramının anlaşılmasında yıldız kümelerinin kullanımından ileri gelir. Kümelerin renk - parlaklık diyagramları (CMD), yıldız evrim modellerini test etmek için kullanılır. Yıldız modellerinin kullanımı küme içindeki farklı evrim durumunda olan yıldızları (örneğin RR Lyrae yıldızları ve Cepheid'ler), anlamamızı sağlar. Ayrıca gökadamızın yapısı ve evriminin belirteci olarak kullanabileceğimiz küme yaşlarının belirlenmesini sağlar. Yıldız kümeleri, yıldızlarını tek tek gözleyemediğimiz uzak gökadalara da anlamamıza yardımcı olur. Bu durumda kümenin elde edilen özellikleri bu gökadalara yapısı oluşumu ve evrimini anlamak için kullanılır. Böylece yıldız kümelerini çalışmak astofiziksel araştırmada önemlidir.

Yıldız kümeleri adından anlaşıldığı üzere yıldız topluluğudur. Bunlar alana bakıldığında yıldız sayısı yoğunluğundaki ani artışla kendini gösterir. Kümelerin özellikleri esas olarak ev sahibi gökadaya bağlıdır. Yıldız kümeleri gökadamızın üç bileşeninde (halo, disk ve şişim (bulge) bölgesi) bulunurlar.

Yıldız kümelerinin ilk kataloğu Charles Messier tarafından 1784 yılında hazırlanmıştır. Bu katalogta yer alan 103 cisimden 30 kadarı küresel yıldız kümesi, bir o kadarı da açık yıldız kümesi, geriye kalanlar ise gaz bulutları ve gökadalardır. Bundan sonra daha büyük bir katalog Amerikan gökbilimci John Louis Emil Dreyer tarafından 1888 yılında “Yıldız Kümeleri ve Bulutların Yeni Kataloğu” (NGC adıyla hazırlanmıştır. Bu katalogta yer alan cisimlerin sıra numaraları; katalogun kısa adı olan NGC'nin arkasına yazılarak gösterilir (NGC11, NGC124 vb.).

Gökadamızdaki yıldız kümeleri görünüşlerine göre üç türe ayrılır: ‘Küresel Kümeler’, ‘Açık Kümeler’ ve ‘OB oymakları’.

Görünüşleri küresel geometriye sahip olan kümeler küresel kümeler olarak adlandırılır. Bunlar gökadamızda ilk olduğu varsayılan yaşlı kümelerdir. Küresel küme yıldızları, Güneş ile karşılaştırıldığında metalce çok fakir olan Öbek 2 yıldızları olarak bilinir. Küresel kümelerin büyük çoğunluğu halo ve şişimi içeren gökada merkezi etrafındaki küresel bir hacim içine dağılmıştır. Bunlar 50-100 pc lik bir çap içinde 10^4 - 10^5 yıldız içerir. Tipik yıldız yoğunluğu en yoğun çekirdek bölgesinde 10^3 yıldız/pc³, en az yoğun bölgelerde ise 0.5 yıldız/pc³ civarındadır. Bu cisimlerin yaşları yaklaşık 10-15 milyar yıldır. Yaşları ile uyumlu olarak küresel küme yıldızlarının kütleleri Güneş'in kütlesinden küçüktür. Küresel kümeler Öbek 2 yıldızlarının evrimini çalışmak için en ideal yerlerdir. Shapley 1915'de, RR Lyrae yıldızlarının yardımıyla küresel kümelerin gökada dağılımını ortaya koymuştur. Bu da gökadamızın gerçek boyutlarını anlamamızı sağlamıştır (Shapley 1918). Böylece bu cisimler gökadamızın yapısını anlamamızı sağlar. Küresel kümelerin parlaklıklarının ısıtma fonksiyonu σ , yaklaşık olarak $1^{m.3}$ lik dağılıma sahip bir Gauss ısıtma fonksiyonu gösterir (van den Bergh & Lafontaine 1984). Bu özellik ev sahibi gökadayı bakmaksızın küresel kümelerin temel yapısıdır.

Yıldız kümelerinin açık kümeler olarak isimlendirilmesi de onların görünüşünden gelir. Bunlar çevresindeki alana göre daha yoğun yıldız içeren bölgelerdir. Bu kümeler gökadamızın disk bölgesinde bulunur. Küme yıldızları genç yıldızlar olan Öbek I yıldızlarıdır. Açık kümelerin gökada dağılımı ve bunların ilk detaylı çalışması Trumpler (1930) tarafından yapılmıştır. Açık kümeler, molekül bulutunda yeni doğmuş bir yıldızın yaşı olan 10^6 yıldan disk kadar yaşlı olan birkaç 10^9 yıla değişen çok geniş bir yaş aralığına sahiptir. Günümüzde sarmal kollar yıldız oluşumunun olduğu temel yerler olduğundan çok genç yıldız kümeleri genellikle bu bölgelerde bulunur. Becker (1963), gökadamızdaki genç açık kümelerin dağılımı ile NGC 1232'nin sarmal yapısı arasındaki benzerliğe dikkat çekmiştir. Yaşlı kümeler tercihli bir yerde bulunmazlar. Gökadamızda 2100 tane açık küme bilinmektedir ve bunlardan yaklaşık yarısı en az bir fotometrik sistemde gözlenmiştir (WEBDA). Bu kümeler 5 pc lik çap içinde 50-1000 yıldız içerir. Tipik sayı yoğunluğu 0.1-10 yıldız/pc³ tür. Küresel kümelerdeki gibi bir çekirdek bölgesine sahip değildirler ve aslında bu kümelerin merkezini belirlemek zordur. Açık yıldız kümeleri düşük ve orta

kütleli yıldızlar içerdiğinden yıldızların evrimini çalışmak için ideal yerlerdir. Orta kütleli yıldızlar yıldız rüzgarları yoluyla yıldızlararası ortamın kimyasal zenginliğinden sorumludur. Düşük kütleli yıldızlar uzun zaman ölçeklerinde kütlelerini kaybetmemelerinden ötürü önemlidir. Açık yıldız kümeleri gökada diskinde bulunduklarından galaktik kümeler olarak da bilinirler. Bunlar Trumpler (1930) ve Ruprecht (1966) tarafından görüşlerine göre sınıflandırılmışlardır. Sınıflamada, kümenin merkezi yoğunlaşmasını gösteren I'den IV'e kadar romen rakamı, kümede bulunan yıldızların parlaklık dağılımının biçimini gösteren 1'den 3'e kadar olan sayıları ve kümenin zenginliğini gösteren p, m, r harflerinin kombinasyonlarını kullanmışlardır. I, en kuvvetli merkezi yoğunlaşmaya sahip kümeyi gösterirken IV ise merkezi yoğunlaşmanın olmadığını gösterir. 1 sayısı tüm yıldızların eşit parlaklığa sahip olduğunu; 2 sayısı, yıldız parlaklıklarının büyük bir aralık üzerinde eşit dağılıma sahip olduğunu ve 3 sayısı da birkaç tane parlak yıldız olduğunu ancak yıldızların çoğunun sönük olduğunu söyler. Harfler kümede bulunan yıldız sayısını göstermek için kullanılır: Yıldız sayısı 50'den az ise p (poor), 50-100 yıldız arası m (moderate), 100 yıldızdan fazla ise r (rich). Bu sınıflama uzaklığa bağlıdır. Ayrıca açık kümeler H-R diyagramına göre de sınıflandırılırlar (Trumpler 1925, 1930). Bu sınıflamada geç tür devlerin göreceli sayılarını göstermek için 1 ile 3 arasındaki sayılar kullanılır. Örneğin dev içermeyen sadece anakol yıldızları bulunan kümeler için 1, çok az dev ve çok sayıda anakol yıldızı içerenler için 2, parlak üyelerinin çoğunun dev olduğu kümeler için 3 kullanılır. Küçük harfler anakoldaki tayf türünü gösterecek şekilde benzer olarak kullanılır. Bu kriter uzaklığa bağlı değildir ve bu yüzden daha iyi bir galaktik küme sınıflamasıdır.

Üçüncü sınıf OB oymaklarıdır. Bu cisimler kütleli O ve B yıldızlarını içerir. Bunlar yıldız oluşum bölgelerine çok yakın bulunduğundan sarmal kolların mükemmel göstergesidir. O türü yıldız içeren çoğu açık küme OB oymağının çekirdeği olarak görülür. Bunlar bağlı sistemler değildir.

Yıldız kümeleri astronomide büyük öneme sahiptirler. Kümelerin, aynı kimyasal yapıya sahip, homojen bir gaz bulutundan oluştuklarına inanılır. Böylece küme yıldızları durumunda, yıldızların evrim basamağını belirleyen üç bağımsız parametreden (yaş, kimyasal yapı ve kütle) ikisini (yaş ve kimyasal yapı)

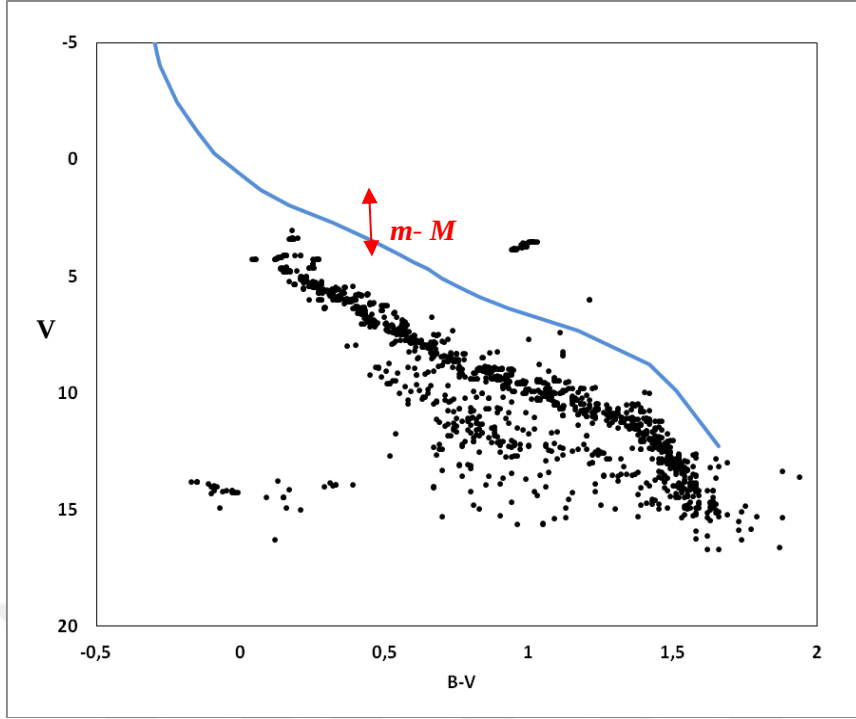
sabitleştirilmiş olur. Dolayısıyla, küme yıldızlarının gözlemleri ve modellemeleriyle aynı kimyasal yapı ve yaşa sahip olan yıldızların evrimine kütlenin nasıl etki yaptığı anlaşılabilir. Kümelerin renk-renk (CCD) ve renk-parlaklık (CMD) diyagramlarının kuramsal modeller ile karşılaştırması ile kümeye ilişkin bir çok parametreye ulaşılabilir. Böylece yıldızlararası kızıllaşma ve sönükleştirme ve bu yolla yıldızların öz renkleri, kümenin uzaklığı ve evrim modelleriyle karşılaştırarak da metal bolluğu ve yaşı belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada açık yıldız kümelerinin CCD ve CMD'lerinin kuramsal modellerle karşılaştırılması temelinde onların kızıllaşma parametreleri ile uzaklıklarının belirlenmesi ele alınacak ve örnek uygulama olarak en yakın, en uzak, en genç ve en yaşlı gruplardan seçilen üçer adet açık yıldız kümesinin kızıllaşma miktarları ve uzaklıkları belirlenmeye çalışılacaktır.

2. AÇIK YILDIZ KÜMELERİN RENK - RENK VE RENK - PARLAKLIK DİYAGRAMLARI

Farklı fotometrik sistemler yardımıyla kümelerin renk – renk (CMD) ve renk – parlaklık (CMD) diyagramları oluşturulabilir. Küme yıldızlarının uzayın aynı bir bölgesinden ve aynı zamanda oluştukları varsayılır ve bu varsayım çok hatalı değildir. Bu nedenle bir kümeye ilişkin özellikle CMD'deki yapı kümenin yaşıyla doğrudan ilişkilidir. Eğer küme oldukça genç ise büyük kütleli yıldızların evrimleşerek anakoldan ayrılmaları için yeterince zaman geçmemiş olacağından diyagramda, en sönük ve kırmızı yıldızlardan en mavi ve parlak olanlara kadar son derece uzun bir anakol görülecektir. Küme yaşlandıkça anakolun mavi ucunda yer alan en büyük kütleli yıldızlar anakoldan ayrılarak devler bölgesine doğru evrimleşecekler. CMD'de anakolun devler bölgesine doğru döndüğü bu noktaya “anakol dönme noktası” denir. Küme ne kadar yaşlı ise anakol dönme noktası da kırmızı uca doğru o oranda kaymış olur. Böylece yaşlı kümelerin CMD'lerinde çok daha kısa bir anakol ile karşılaşırız.

CMD, aslında, kuramsal HR diyagramının gözlemsel karşılığıdır. HR diyagramında yatay eksen sıcaklık ve düşey eksen ise ısıtma veya salt parlaklıktır. Sıcaklığın, uygun bir renk ölçeği ile temsil edilebileceğini biliyoruz. Pratik olarak hepsi bizden aynı uzaklıkta varsayılan küme yıldızlarının ısıtmalarını ise gözlenen parlaklıkla temsil edebiliriz. Bu nedenle bir gözlemsel CMD'nin yatay ekseninde renk ölçeği, düşey ekseninde ise görünür parlaklık yer alır. Bir kümenin gözlenen CMD'nda anakolu, uzaklığı iyi bilinen bir kümenin gözlenen anakolu ile ya da kuramsal anakol ile karşılaştırabiliriz. Kuramsal anakol, ilgili fotometrik sistemde kızıllaşmaya uğramamış sıfır yaş anakolunu verir. Açık yıldız kümesi Hyades'in CMD'ı, kuramsal model ile Şekil 2.1'de karşılaştırılmıştır. Gözlenen ve kuramsal anakollar arasındaki düşey fark kümenin $m - M$ uzaklık modülünü verir.

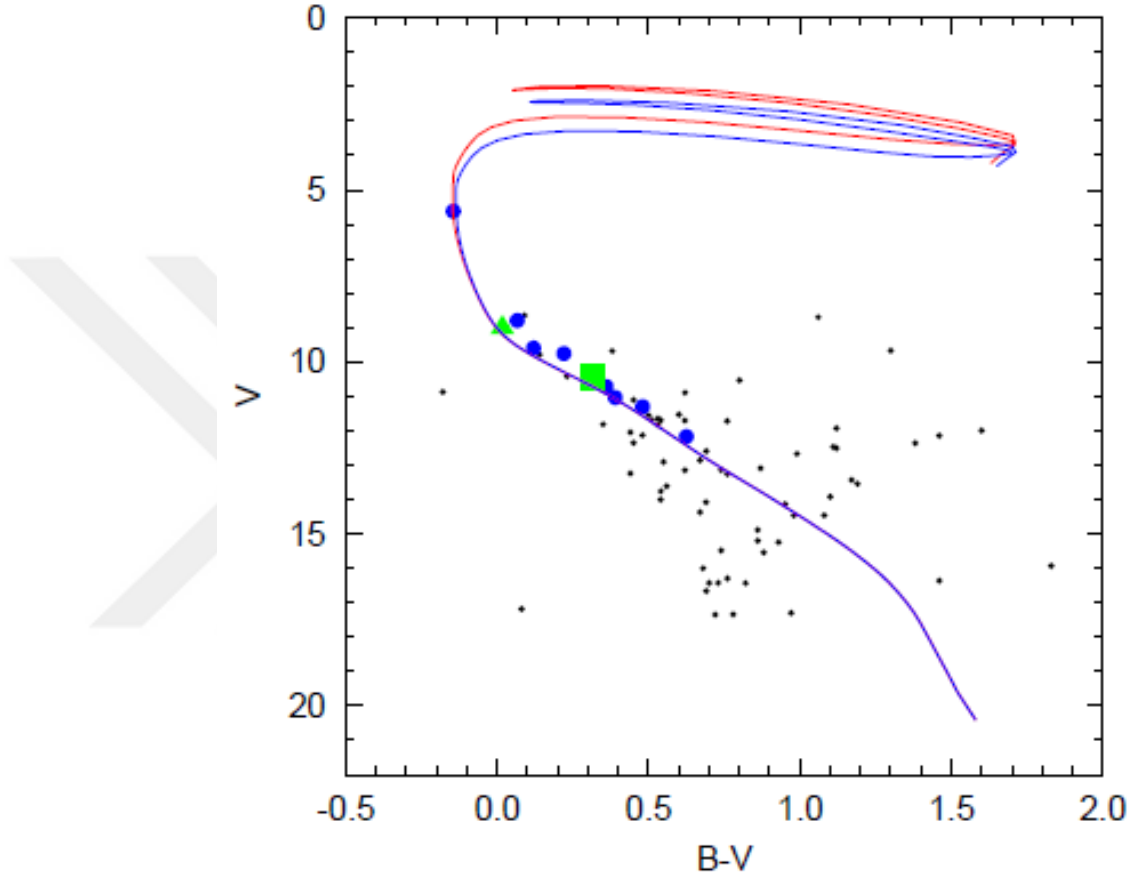


Şekil 2.1. Hyades kümesinin renk – parlaklık diyagramı (CMD). Sürekli mavi çizgi, Güneş'in kimyasal bolluğu için kuramsal anakolu temsil etmektedir. Gözlenen ve kuramsal anakollar arasındaki düşey fark (gözlenen m – kuramsal M) yani kümenin uzaklık modülü kırmızı ok ile belirtilmiştir. Hyades verileri WEBDA'dan, kuramsal eğri ise Cox & Pilachowski (2000)'den alınmıştır.

Söz konusu fotometri olunca işin içerisine uzaklığa da bağlı olarak kızıllaşma ve sönükleşme girmektedir. Yani bir kümenin yıldızlarına ilişkin yapılan fotometride hem gözlenen parlaklıklar yıldızlararası sönükleştirme yasasına uygun olarak olması gerekenden daha sönüktür hem de gözlenen renk ölçekleri yine yıldızlararası kızıllaşma nedeniyle olması gerekenden daha kırmızıdır.

Bu nedenle kuramsal anakol hem yatay eksen boyunca hem de düşey eksen boyunca uygun miktarda kaydırılarak gözlenen anakola karşılaştırılır. Yatay eksen boyunca kaydırma miktarı renk artığını ve düşey eksen boyunca yapılan kaydırma miktarı da gözlenen uzaklık modülünü ($m - M = -5 + 5\log d + A_v$) verir. Burada r kümenin uzaklığı, A_v ise toplam sönükleştirme miktarıdır. Diğer önemli bir parametre metal bolluğudur ve farklı metal bollukları için kuramsal modeller mevcuttur. Bu nedenle farklı metal bolluklu modeller denenerek

gözlenen ve kuramsal anakolların en iyi uyumu araştırılmalıdır. Metal bolluğunun belirlenmesinde eş yaş çizgilerinin kullanılması daha yaygın bir yöntemdir ve bu yolla kümenin hem metal bolluğu hem de yaşı belirlenebilir. δ Lyr kümesinin CMD'nda, $(y, z) = (0.3, 0.017)$ kimyasal bolluğu varsayılarak fit edilen farklı iki eş yaş çizgisi Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. δ Lyr kümesinin renk – parlaklık diyagramı. Sürekli çizgiler eş yaş çizgileri olup $(y, z) = (0.3, 0.017)$ kimyasal bolluğu içindir. Kırmızı çizgi 25 milyon, mavi çizgi ise 32 milyon yıl yaşa karşılık gelmektedir. Kümenin en olası üyeleri büyük sembollerle gösterilmişlerdir. Şekil Kıran et al. (2015)'den alınmıştır.

2.1. CCD ve CMD'lerinin Oluşturulmasında Karşılaşılan Zorluklar

Bir kümeye ilişkin CCD ve CMD'lerinin oluşturulması sırasında karşılaşılan sınırlamaları şöyle sıralayabiliriz:

- 1) Gözlemsel yanılğı ve hatalar,
- 2) Yetersiz gözlem,
- 3) Küme üyesi olan ve olmayan yıldızların ayırt edilmesi.

Uzaklık ve yaş belirlemesi astrofiziğin sorunlu iki önemli konusunu oluşturmaktadır. Bu amaçla CMD'nın kullanılmasında fotometrik gözlemlerin duyarlılığı önem kazanmaktadır. Bugün ulaşılan teknolojiyle m mag mertebesinde duyarlı gözlemler yapılabilmektedir.

Diğer bir sorun kümeye ilişkin CMD'da yeterli sayıda veri olmaması durumunda ortaya çıkar. Böylesi yetersiz data ile yapılan uzaklık ve yaş tahminleri oldukça hatalı olabilir.

Bu yöntemde karşılaşılabilecek asıl sorun gerçekte küme üyesi olmayan geri ve ön zemindeki yıldızların da küme üyesiymiş gibi diyagrama eklenmesiyle ortaya çıkar. Bu yıldızların gerek metal bollukları, gerekse uzaklıkları ve dolayısıyla kızıllaşma miktarları küme yıldızlarından oldukça farklı olabilir. Bu durum hem yatay eksen boyunca hem de düşey eksen boyunca saçılmış bir anakol ve anakol dışında gelişi güzel dağılıma sahip bir diyagram görünümünün ortaya çıkmasına yol açar. Şekil 2'de küçük sembollerle gösterilen yıldızların küme üyesi olup olmadıkları bu nedenle şüphelidir ve denetlenmek zorundadır.

Küme üyesi yıldızların belirlenebilmesinde kullanılan bir kaç kriter vardır. Hepsinden önce küme bölgesinin yıldız yoğunluğu bakımından civarındaki alanın yıldız yoğunluğundan daha yüksektir. Bu nedenle küme merkezinden dışa doğru yoğunluk dağılımı incelenerek kümenin sınırı belirlenebilir ve bu sınır içerisine

düşen yıldızlar küme üyeliği yüksek yıldızlar olarak alınabilir. Bu ölçüt tam olarak yıldızların küme üyeliğini garanti etmez. Çünkü söz konusu yıldız kümeden daha uzak ya da daha yakın bir alan yıldızı da olabilir.

Bu ilk ölçütten sonra küme bölgesindeki yıldızların kızıllaşmalarına bakılabilir. Küme üyeleri bizden yaklaşık olarak eşit uzaklıkta olacağından özellikle çok yaygın olmayan küme üyesi yıldızların hepsi hemen hemen eşit kızıllaşmaya sahip olmalıdırlar. Bu ölçüt ile çok farklı kızıllaşmaya sahip olan yıldızlar elenebilir.

Diğer bir ölçüt küme üyesi yıldızların hemen hemen aynı kimyasal bileşime sahip olması gereğidir. Bu nedenle yıldızların tayfları alınarak bolluk analizleri yapılır ve çok farklı kimyasal bileşime sahip olanlar bu yolla belirlenebilir.

Küme üyeliği için asıl belirleyici ölçüt ise kinematik gözlemlere dayanır. Kümenin bir bütün olarak sahip olduğu uzay hızı üye yıldızları tarafından da sağlanmalıdır. Bu nedenle küme bölgesindeki yıldızların uzay hızlarının analizi yapılarak olası üyeler daha sağlıklı bir şekilde belirlenebilir.

2.2. CCD ve CMD Kullanılarak Uzaklık ve Yaş Tayini

Bu yöntemde ilk olarak renk artığı yani kızıllaşma miktarı belirlenir. Bunun için kümenin CCD'ı kullanılır. Örnek olarak, açık yıldız kümesi Arp - Madore'ye ilişkin (U-B) - (B-V) renk – renk diyagramı Şekil 2.3'te gösterilmiştir. Güneş bollukları için kızıllaşmamış yıldızların kuramsal anakolu düz çizgiyle gösterilmiştir. Yatay ve düşey doğrultularda uygun miktarlarda kaydırma yapılarak kuramsal anakol ile gözlenen anakolun en iyi çakışması sağlanır. Bu şekilde düşey ve yatay doğrultuda yapılan kaydırma miktarları sırasıyla $E(U-B)$ ve $E(B-V)$ renk artıklarını verir. Kızıllaşmaya uğramış bir yıldızın özgün renk ölçeği

$$(R\ddot{O})_0 = R\ddot{O} - E \quad (2.1)$$

Bağıntısıyla verilir. Burada $R\ddot{O}$ yıldızın gözlenen renk ölçeğini, $(R\ddot{O})_0$ beklenen renk ölçeğini ve E de renk artığını yani kızıllaşma miktarını göstermektedir.

UBV sisteminde (2.1) ifadesinin karşılığı

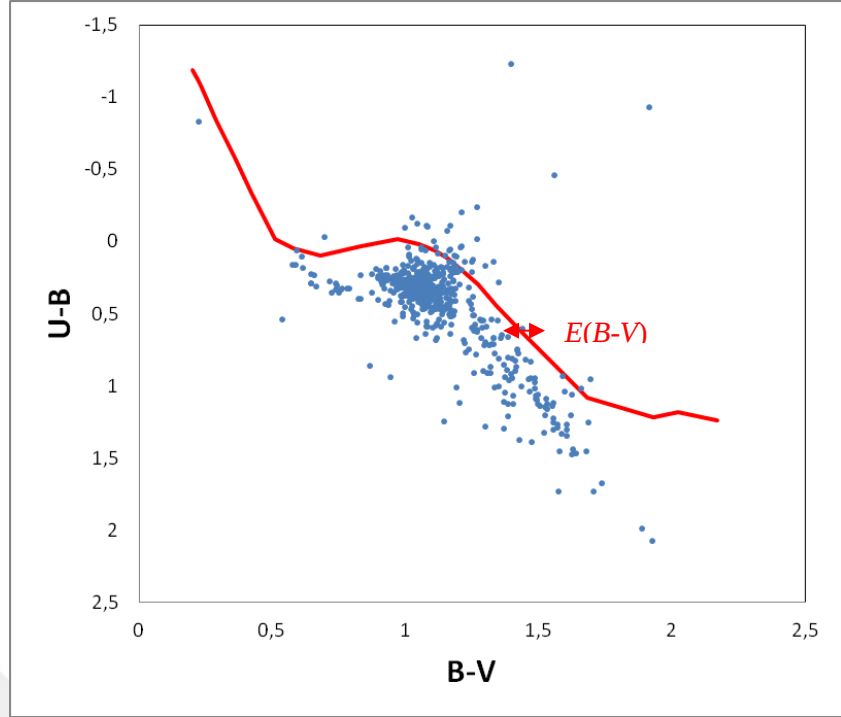
$$(U - B)_0 = (U - B) - E(U-B) \quad (2.2a)$$

$$(B - V)_0 = (B - V) - E(B-V) \quad (2.2b)$$

şeklindedir. Renk artıkları bu şekilde belirlendikten sonra, görsel parlaklıktaki toplam sönükleştirme A_v değeri

$$A_v \cong 3.1 E(B-V) \quad (2.3)$$

bağıntısından hesaplanır.



Şekil 2.3. Arp – Madore 2 kümesinin renk – renk diyagramı (CMD). Sürekli kırmızı çizgi Güneş’in kimyasal bolluğu için kuramsal anakolu temsil etmektedir. Gözlenen ve kuramsal kollar arasındaki yatay fark ($E(B-V)$ renk artığı) kırmızı ok ile belirtilmiştir. Kümenin verileri WEBDA’dan, kuramsal eğri ise Cox & Pilachowski (2000)’den alınmıştır.

$E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD’nda kuramsal anakol yatay eksen boyunca $E(B-V)$ kadar kaydırılır, düşey eksen boyunca kaydırma miktarı (bkz. Şekil 1) ise kümeye ilişkin $m - M$ uzaklık modülünü verir. Uzaklık modülü ve toplam sönmükleştirme değerleri kullanılarak kümenin d uzaklığı

$$m - M = -5 + 5 \log d + A_v \quad (2.4)$$

bağıntısından (uzaklık modülü bağıntısı) hesaplanır.

2.3. $H\beta - M_v$ İlişkisi

Crawford fotometrik sistemi (Crawford, 1960) ile birlikte kullanılan ve ilk kez Fernie (1965) tarafından tanımlanan β ölçeği; Hidrojenin $H\beta$ ($\lambda 4681$ Å) çizgisine merkezlenmiş biri dar, diğeri geniş iki filtre ile tanımlanan bir renk ölçeğidir. β ölçeği ya da parametresi aynı zamanda $H\beta$ çizgi şiddetinin de bir ölçüsünü oluşturur. Fernie (1965), β parametresinin $2.5 \leq \beta \leq 2.88$ arasındaki değerleri ile salt parlaklık M_v arasında geçerli olan bir ilişki ortaya koymuştur. Söz konusu $\beta - M_v$ ilişkisi Çizelge 2.1’de verilmiş ve grafik olarak Şekil 2.4’te gösterilmiştir. Gözlemler ile β parametresi ve m_v görünür parlaklığı elde edilen bir yıldızın önce $\beta - M_v$ ilişkisinden salt parlaklığı tahmin edilir ve görünür parlaklık yardımıyla da $m_v - M_v$ uzaklık modülü belirlenmiş olur.

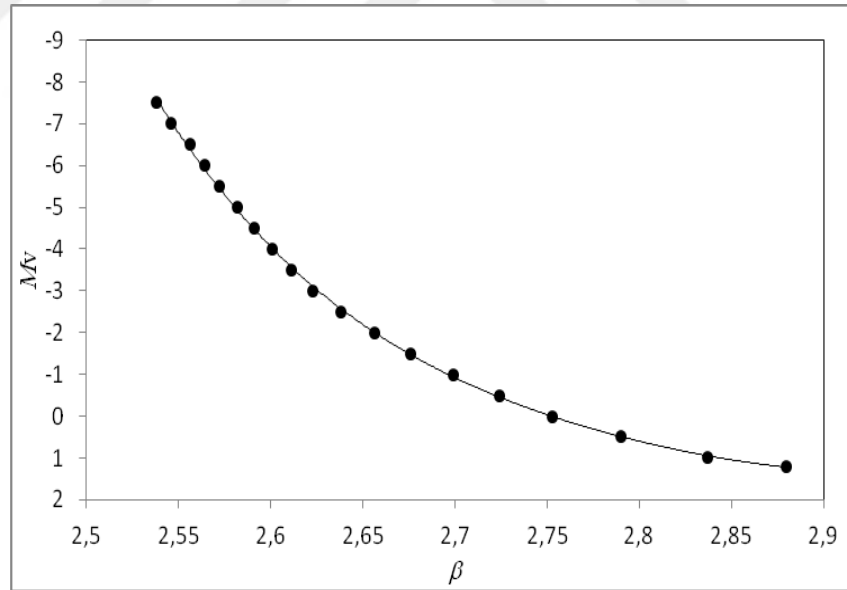
Şekil 2.4 incelendiğinde, β ölçeğinin 0.4 kadirlik aralığına karşılık M_v salt parlaklığının yaklaşık 9 kadir değiştiği görülür. Buna göre 0.01 duyarlıkla elde edilebilecek bir β ölçeği değeri ile yaklaşık 0.2 kadir duyarlığına sahip bir salt parlaklık elde edilebilir. Bu hata değeri eğrinin daha dik olduğu kısımlarında çok daha büyük iken nispeten yatay olduğu ($\beta > 2.8$ mag) bölgede çok daha küçüktür.

Bu yöntemle küme yıldızlarının m_v ve β ölçekleri gözlenerek her bir yıldız için bir M_v ve uzaklık modülü elde edilebilir. Özellikle duyarlığın daha yüksek olduğu $\beta > 2.8$ mag bölgesindeki yıldızların gözlemleri yardımıyla ve onların ortalaması alınarak küme için bir ortalama uzaklık modülü ve böylece bir ortalama uzaklık değeri elde edilir.

Bu çalışmada incelediğimiz kümelerden β ölçeği gözlemleri mevcut olanlar durumunda $\beta > 2.85$ mag koşulunu sağlayan yıldızların gözlemlerini kullanarak her bir yıldız için salt parlaklık ve uzaklık modülü değerlerini hesapladık. Elde edilen uzaklık modülü değerlerinin ortalamasını söz konusu kümenin uzaklık modülü olarak aldık ve bunu kullanarak da kümenin uzaklığını belirledik.

Çizelge 2.1. $\beta - M_v$ ilişkisi (Femie 1965'ten alınmıştır).

β	M_v		β	M_v
2.538	-7.5		2.638	-2.5
2.546	-7		2.656	-2
2.556	-6.5		2.676	-1.5
2.564	-6		2.699	-1
2.572	-5.5		2.724	-0.5
2.582	-5		2.753	0
2.591	-4.5		2.79	0.5
2.601	-4		2.837	1
2.611	-3.5		2.880	1.2
2.623	-3		-	-

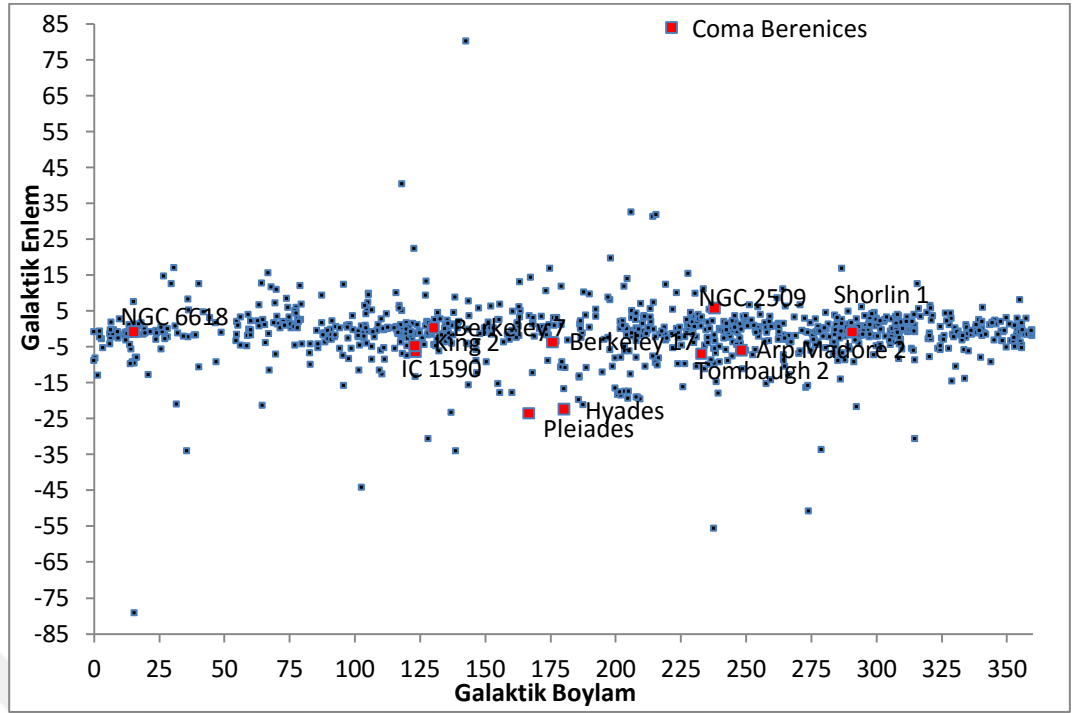
Şekil 2.4. $\beta - M_v$ ilişkisi.

3. AÇIK YILDIZ KÜMELERİ

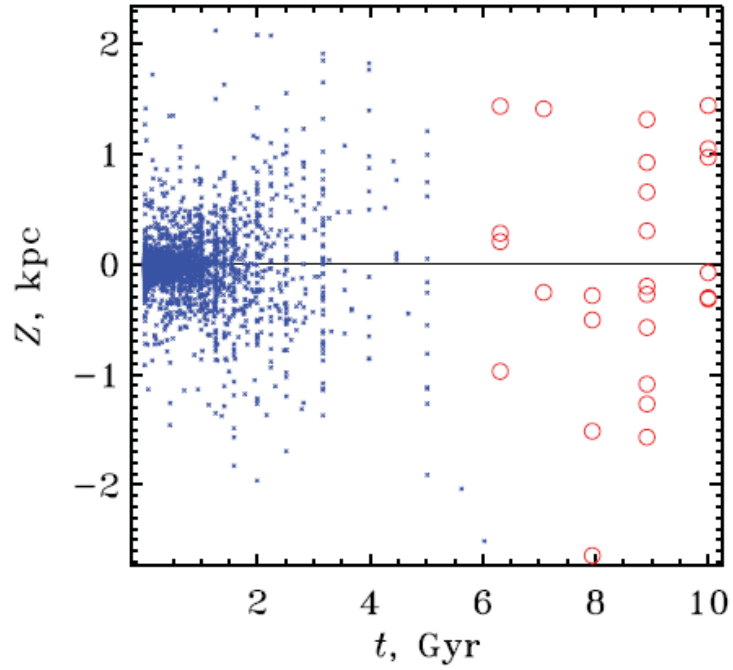
Bir açık yıldız küme kataloğu olan WEBDA adresinde 970 kümeye ilişkin veriler yer almaktadır (<http://www.univie.ac.at/webda/>). Halen, çeşitli kataloglarda (Subramaniam et al. (1995), Loktin (1997), Bica et al. (2001), Snell et al. (2002), Reylé & Robin (2002), Dias et al. (2002), Bica et al. (2003), Chen et al. (2003), Porras et al. (2003), Frinchaboy et al. (2004), Kharchenko et al. (2004), Kharchenko et al. (2007), Kharchenko et al. (2013)) toplamda 2000 civarında açık küme tanımlanmıştır (Zhu, 2009). Tüm gökadamız içerisinde ise toplamda 27000 - 100000 arasında açık yıldız kümesi olduğu tahmin edilmektedir.

Açık yıldız kümelerinin dağılımı Şekil 3.1’de verilmiştir. Kızılöte kümeler çoğunlukla $b = 0^\circ$ düzlemine yakın bulunurlar. Optik kümeler ise daha kalın bir disk içindedirler. Kümelerin sayı dağılımı galaktik boylam aralığı boyunca düzgün değildir. Ayrıca farklı yaş gruplarındaki kümeler farklı dağılım gösterirler.

Kharchenko et al. (2012), açık yıldız kümelerinin galaktik düzlemde olan uzaklıklarının (z), onların yaşlarının (t) fonksiyonu olarak çizdirildiğinde, yaşları 2 milyar yıla kadar olan açık kümelerin çok sıkı bir şekilde galaktik düzlem üzerinde dar bir şerit etrafında toplandıklarını, daha yaşlı kümelere doğru gidildiğinde ise galaktik düzlemde olan uzaklığa ilişkin yükseklik ölçeğinin hızla artarak küresel kümelerinkiyle aynı seviyelere çıktığını ifade etmiştir. Bu durum, Karchenko et al. (2012)’den alınan Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Açık yıldız kümelerinin galaktik boylama göre dağılımı. Siyah daireler WEBDA'da verilen kümeler, kırmızı kare noktalar bu çalışmada seçilen kümeleri gösterir.



Şekil 3.2. Açık (noktalar) ve küresel (içi boş daireler) yıldız kümelerinin, yaşlarının fonksiyonu olarak galaktik düzlemden uzaklıkları (Karchenko et al. 2012'den alınmıştır).

Bu çalışmada açık yıldız küme kataloğu WEBDA'dan seçilen bazı kümelerin kızıllaşma miktarları ile uzaklıkları belirlenmiştir. Örnek açık kümeler katalogda yer alan en yakın, en uzak, en genç ve en yaşlı kümeler arasından ve her gruptan üçer adet olacak şekilde seçilmiştir.

3.1. En Yakın Küme Örnekleri

Bu grupta seçilen örnek kümeler; Hyades, Pleiades ve Coma Berenices açık yıldız kümeleridir. Bu kümelere ilişkin WEBDA'da verilen genel özellikler Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

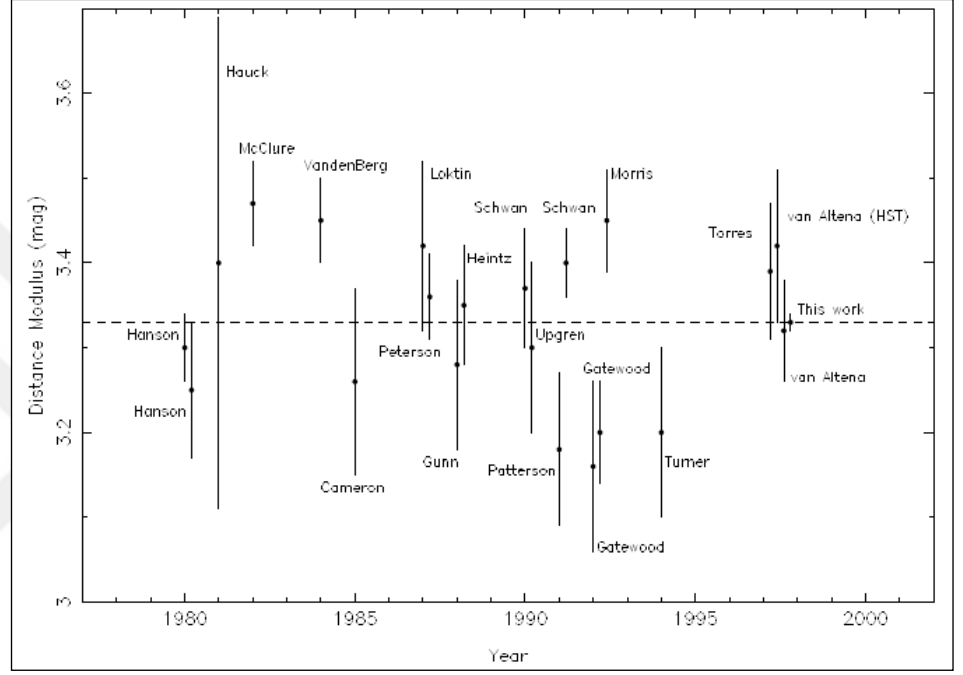
Çizelge 3.1. En Yakın Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri (veriler WEBDA'dan alınmıştır).

Parametre	Hyades	Pleiades	Coma Ber
Sağ Açıklık (2000) (sa, dk, s)	04 26 54	03 47 00	12 25 06
Dik Açıklık (2000) (°, ', ")	+15 52 00	+24 07 00	+26 06 00
Galaktik Boylam (°)	180.064	166,571	221.353
Galaktik Enlem (°)	-22.343	-23.521	84.025
Uzaklık (pc)	45	150	96
Kızıllaşma $E(B-V)$ (mag)	0.010	0.030	0.013
Uzaklık Modülü (mag)	3.30	5.97	4.95
log Yaş (yıl)	8,896	8.131	8.652
Metal bolluğu	+0.17	-	-

3.1.1. Hyades kümesi

Hyades, en yakın açık küme olup aynı zamanda en çok incelenen kümelerden biridir ve Hyades süper kümesinin bir üyesidir. Kümenin uzaklığına ilişkin bir çalışmalarında Brown & Perryman (1997), kümeye ilişkin önceki yıllarda verilen uzaklık modülü değerlerini derlemiş ve Şekil 3.3'te gösterildiği gibi bir grafik ile vermişlerdir. Kendi çalışmalarında da kümenin uzaklık modülünü $m-M = 3.33 \pm 0.01$ mag, uzaklığını 46.34 ± 0.27 pc ve yaşını da 625 ± 50 Myr olarak elde etmişlerdir.

Brandt & Huang (2015), dönmeyi hesaba katmayan eş yaş çizgilerini kullanarak kümenin yaşı için 650 milyon yıl değerini elde etmişlerdir. Ancak bu eş yaş çizgileri anakolun tamamını iyi bir şekilde fit etmediğinden daha sonra yıldızların dönmesini de hesaba katan eş yaş çizgilerini ve $[Fe/H] = 0.12$ dex değerini kullanarak küme yaşını 800 milyon yıl olarak belirlemişlerdir. Dahası bu eş yaş çizgisi anakolun tamamını çok iyi bir şekilde temsil etmiştir.

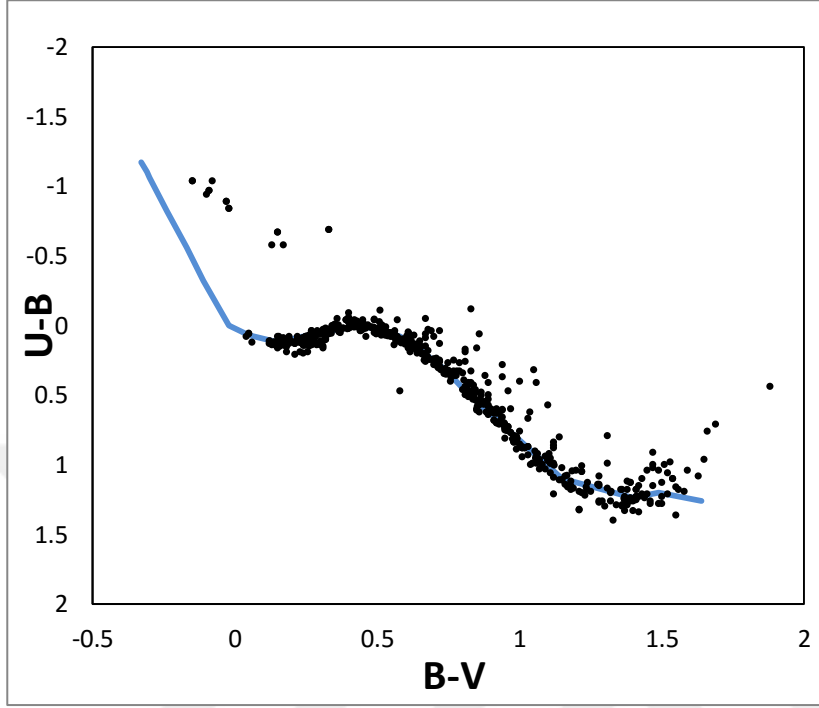


Şekil 3.3. Hyades kümesine ilişkin elde edilen uzaklık modülü değerleri (Brown & Perryman, 1997).

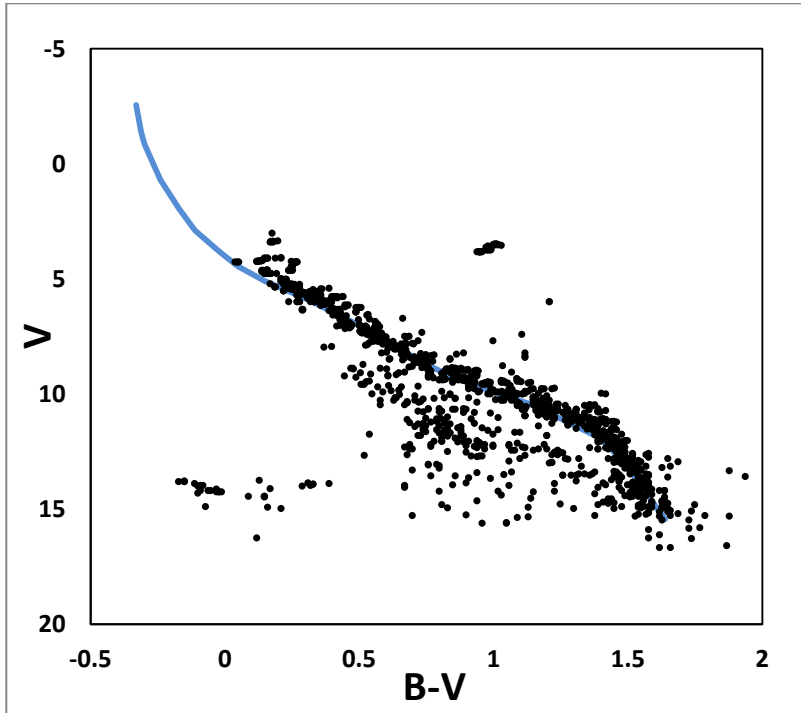
Hyades açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 1337 yıldıza ilişkin UBV parlaklıkları verilmektedir. Kümenin CCD'ı Şekil 3.4'te verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.02$ mag ve $E(B-V) = 0$ mag ile elde edilmiştir. Taylor & Joner (2002), sistemin renk artığı için $E(B-V) = 0.0012$ mag değerini vermişlerdir. Böylece Hyades'in B-V renginde hemen hemen hiç kızıllaşma olmadığını söyleyebiliriz. Bununla birlikte U-B renginde anlamlı sayılabilecek bir kızıllaşma söz konusudur.

Hyades için $E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.5'te verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 3.15$ mag değeri ile

elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri 42.66 pc değerinde bir uzaklık değerine karşılık gelmektedir.



Şekil 3.4. Hyades'in renk – renk diyagramı.



Şekil 3.5. Hyades'in renk – parlaklık diyagramı.

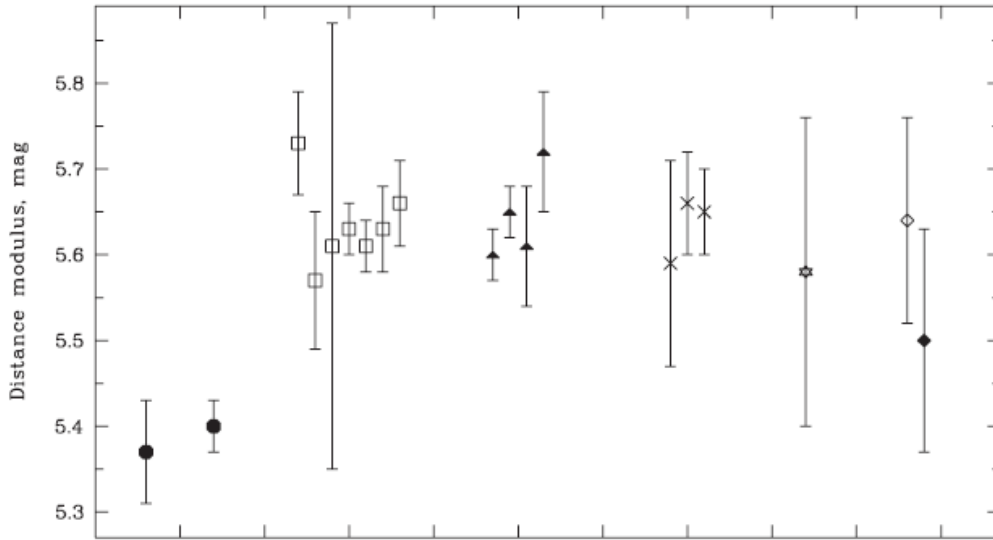
3.1.2. Pleiades kümesi

Pleiades açık kümesi en yakın ikinci küme olup “Seven Sister” (yedi kız kardeş) ya da Ülker takım yıldızı olarak da bilinir. Hipparcos Kataloğu 1997 yılında yayınlanmış ve buradaki verilere dayanarak van Leeuwen (1999) tarafından kümenin uzaklık modülü 5.37 ± 0.07 mag olarak belirlenmiştir. Ancak daha önce elde edilen uzaklık değerleriyle uyumlu olmayan bu değer sonraki yıllarda başka yöntemlerle de desteklenmemiştir. Van Leeuwen (2009), Hipparcos verilerine yeni bir indirgeme yöntemi uygulayarak uzaklık modülü için 5.40 ± 0.03 mag değerini ve diğer yöntemlerle elde edilen uzaklık modülü değerlerinin ağırlıklı ortalamasını alarak da 5.63 ± 0.02 mag değerini elde etmiştir. Schilbach & Röser (2012), klasik hareketli küme yöntemini kullanarak uzaklık modülü için 5.64 ± 0.13 mag değerini elde etmişlerdir. Bu değer Narayanan & Gould (1999)’un tamamen kinematik bir yöntem uygulayarak elde ettikleri 5.58 ± 0.18 mag değeri ile uyumludur. Schilbach & Röser (2012), kümenin dönme ve genişlemesini de hesaba katan hareketli küme yöntemini uygulayarak da uzaklık modülü için 5.50 ± 0.13 mag değerini elde etmişlerdir. Kümeye ilişkin olarak farklı yöntemlerle elde edilen uzaklık modülü değerleri, Schilbach & Röser (2012)’dan alınan Şekil 3.6’da grafik olarak gösterilmiştir. Melis et al. (2014), VLBI verilerini kullanarak kümenin trigonometrik ıraksımına dayanan uzaklığını 136 ± 1.2 pc olarak elde etmişlerdir. Kümeye ilişkin önceki yıllarda elde edilen uzaklık değerleri Melis et al. (2014)’den alınan Şekil 3.7’de grafik olarak gösterilmiştir. Grafikten de görüleceği üzere kümenin uzaklığı için verilen değerler 118 – 140 pc aralığında değişmektedir.

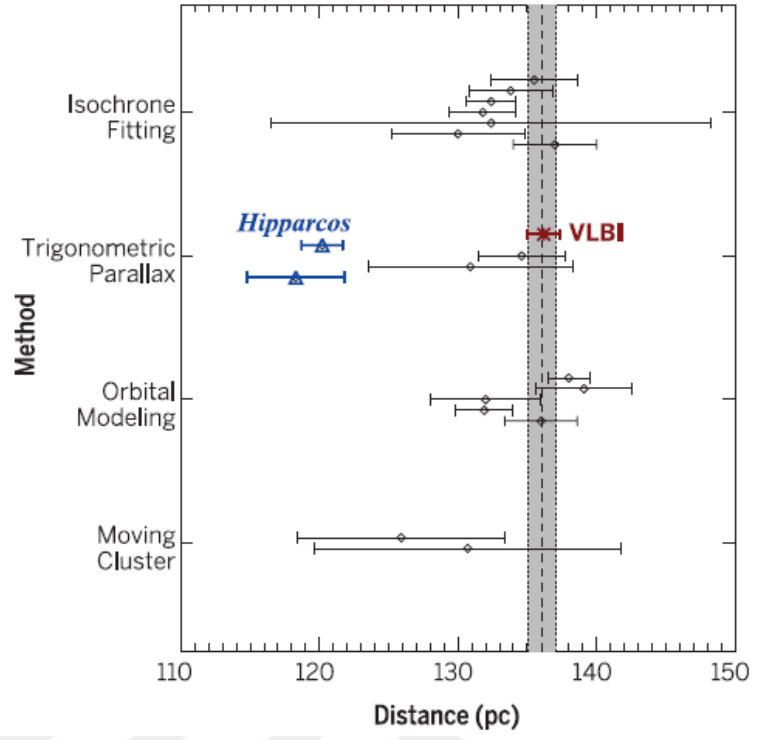
Dahm (2015), Pleiades küme üyesi kahverengi cücelerin tayf analizlerinden yola çıkarak ve Melis et al. (2014) tarafından verilen uzaklık değerini kullanarak kümenin yaşını 112 ± 5 Myr olarak belirlemiştir. Ona göre kahverengi cücelerin fotosferlerindeki manyetik aktivite etkisi de hesaba katıldığında küme için 100 Myr civarında bir yaş değeri elde edilebileceğini ifade etmiştir.

Pleiades açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 887 yıldıza ilişkin UBV parlaklıkları verilmektedir. Kümenin CCD'ı Şekil 3.8'de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.025$ mag ve $E(B-V) = 0.035$ mag ile elde edilmiştir. Bu değer, An et al. (2007) tarafından verilen $E(B-V) = 0.032$ mag değeri ile uyum içerisindedir.

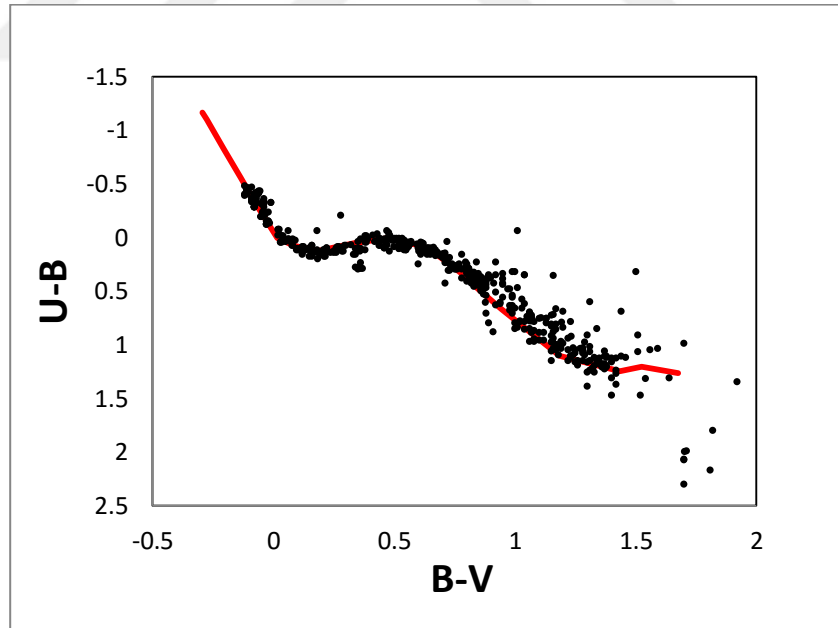
Pleiades için $E(B-V)$ renk artışı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.9'da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 5,8$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri 137.7 pc değerinde bir uzaklık değerine karşılık gelmektedir. Bu değer Melis et al. (2014) tarafından verilen uzaklık değeri (136 ± 1.2 pc) ile de oldukça uyumludur.



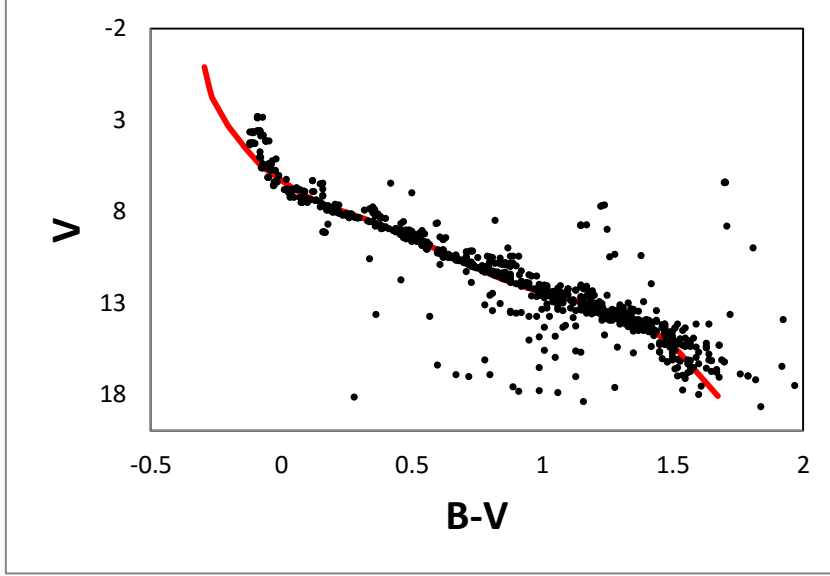
Şekil 3.6. Pleiades kümesine ilişkin farklı yöntemlerle elde edilen uzaklık modülü değerleri.



Şekil 3.7. Pleiades kümesine ilişkin farklı yöntemlerle elde edilen uzaklık değerleri.



Şekil 3.8. Pleiades'in renk – renk diyagramı.



Şekil 3.9. Pleiades'in renk – parlaklık diyagramı.

3.1.3. Coma Berenices kümesi

Odenkirchen et al. (1998), Coma Berenices'in bölgesinde 1200 kare derecelik alan içinde Hipparcos, Tycho ve ACT kataloglarında yer alan astrometrik ve fotometrik verilerin analizini yaparak kümenin belli parametrelerini elde etmişlerdir. Kümenin uzaklığını 87.7 ± 2.5 pc, uzaklık modülünü 4.71 ± 0.06 mag, yaşını 500 ± 50 Myr olarak tahmin etmişlerdir. Metal bolluğunu belirlemek için kümenin tayfsal olarak anormallik göstermeyen üyelerini kullanan Odenkirchen et al. (1998), kümenin ortalama metal oranı için $[Fe/H] = -0.062$ dex değerini elde etmişlerdir. Bu değer literatürde verilen -0.065 dex (Boesgaard, 1989) ve -0.052 dex (Friel & Boesgaard, 1992) değerleri ile uyumludur.

Coma Berenices açık yıldız kümesi, Hyades kümesinden daha uzak ve Pleiades kümesinden de daha yakın olup, Melotti 111 olarak da bilinir. Coma Berenices kümesi daha uzak olmasına rağmen Hyades kümesinden gençtir. Genç Coma Berenices kümesinin üyeleri daha yüksek sıcaklığa ve parlaklığa sahiptir. Küme gökyüzünde yaklaşık 100 deg^2 lik alan kaplar fakat merkezi kısmı sadece

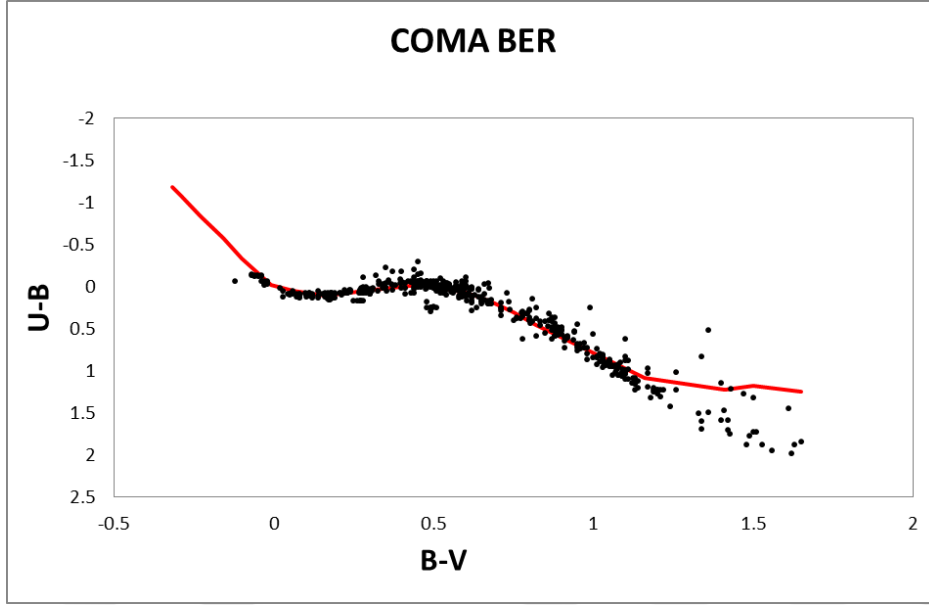
25 deg^2 dir (Melnikov & Eislöffel, 2012). Bu kümenin ilk detaylı çalışması Trumpler (1938) tarafından yapılmıştır. Küme daha sonra çeşitli araştırmacılar tarafından (Artyukhina 1955; Deluca & Weis 1981; Bounatiro & Arimoto 1993; Odenkirchen et al. 1998) ve yıldız popülasyonu açısından incelenmiştir.

Melnikov & Eislöffel (2012), Coma Berenices açık kümesinin I - (R - I) diyagramını, Baraffe et al. (1998) tarafından verilen güneş metal bolluğuna sahip eş yaş eğrileriyle karşılaştırmışlardır. Bu yazarlar, 500 Myr'lık bir eş yaş eğrisi kullanarak kümenin üyelerini alan yıldızlarından ayırt etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada küme merkezi etrafında 22,5 deg^2 lik bir alanı incelemiş ve kümenin 82 üyesini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada kümenin uzaklık modülünü $m - M = 4.73$ mag, uzaklığını da $d = 88$ pc olarak belirlemişlerdir.

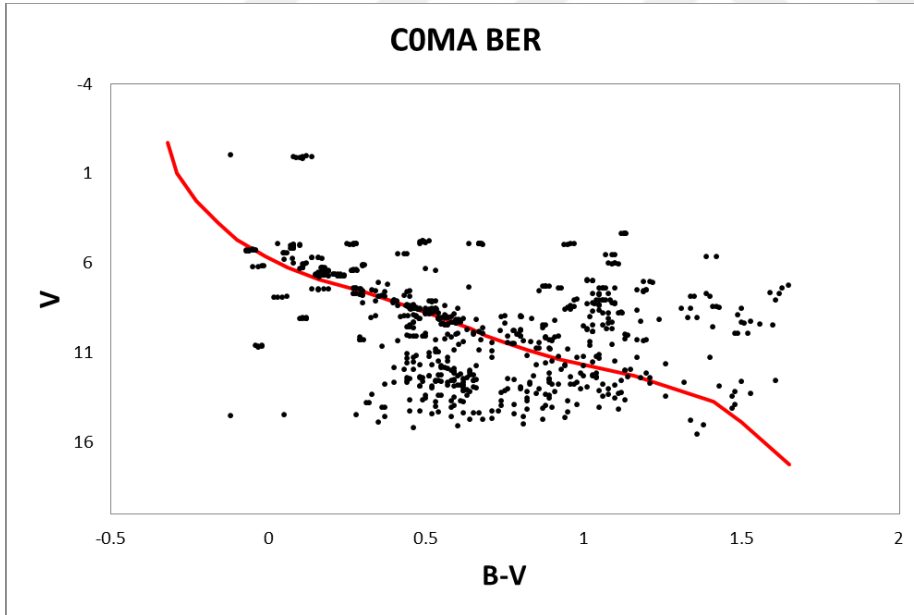
Kılıçoğlu et al. (2014), Coma Berenices kümesinin yaşını 450 Myr, uzaklığını 96 pc, kızıllaşma miktarını 0.013 mag ve metal oranını da 0.07 olarak vermiştir (bu değerleri Simbad ve WEBDA kataloglarından almışlardır.)

Coma Berenices açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 707 yıldızla ilişkin UBV parlaklıkları verilmektedir. Kümenin, U-B ve B-V renk ölçekleri elde edilebilen 544 yıldızına ilişkin ölçekler kullanılarak oluşturulan CCD'ı Şekil 3.10'da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.008$ mag ve $E(B-V) = 0.01$ mag değerleri ile elde edilmiştir. Elde edilen kızıllaşma değeri WEBDA'da verilen $E(B-V) = 0.013$ mag değeri ile uyum içerisindedir.

Coma Berenices için $E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.11'de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 4.95$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri $d = 96.4$ pc değerinde bir uzaklığa karşılık gelmektedir. Bu değer, Melnikov & Eislöffel (2012) ve Odenkirchen et al. (1998) tarafından verilen, sırasıyla 88 pc ve 87.7 ± 2.5 pc'lik uzaklık değerlerinden yaklaşık %10 daha büyüktür.



Şekil 3.10. Coma Berenices'in renk – renk diyagramı.



Şekil 3.11. Coma Berenices'in renk – parlaklık diyagramı.

3.2. En Uzak Küme Örnekleri

Bu grupta seçilen örnek kümeler; Arp Madore 2, Tombaug 2 ve Shorlin 1 açık yıldız kümeleridir. Bu kümelere ilişkin WEBDA'da verilen genel özellikler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

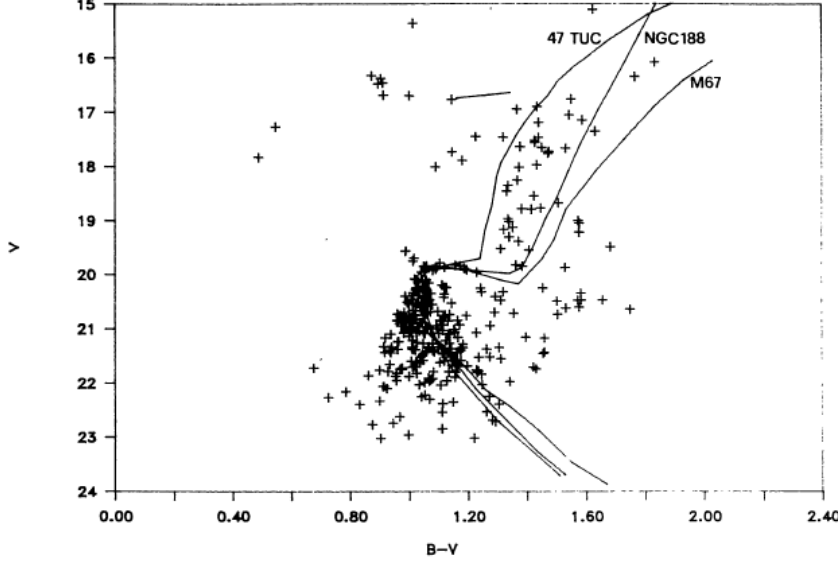
Çizelge 3.2. En Uzak Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri (veriler WEBDA'dan).

Parametre	Arp Madore 2	Tombaugh 2	Shorlin 1
Sağ Açıklık (2000) (sa,	07 38 46	07 03 05	11 05
Dik Açıklık (2000) (°, ',	-33 50 36	-20 49	-61 13
Galaktik Boylam (°)	248.125	232.832	290.63
Galaktik Enlem (°)	-5.876	-6.880	-00.903
Uzaklık (pc)	13341	13260	12600
Kızılilaşma $E(B-V)$ (mag)	0.570	0.08	1.6
Uzaklık Modülü (mag)	17.39	15.86	20.46
log Yaş (yıl)	9.335	9.01	-
Metal bolluğu	-	-0.36	-

3.2.1. Arp Madore 2 kümesi

Arp Madore 2 kümesi gökada diskinin dış kısmında yer alan orta yaşlı bir kümedir. AM-2 UK-SRC mavi gökyüzü araştırmasında Madore & Arp (1979) tarafından keşfedilmiştir. ESO 368-SC7 ve IAU 0737-337 olarak isimlendirilmiştir. Gratton & Ortolani (1988), kümenin renk - parlaklık diyagramını Şekil 3.12'de gösterildiği gibi elde etmişlerdir. Kızılilaşmasını $E(B-V) = 0.56 \pm 0.05$ mag, uzaklık modülünü 16.4 ± 0.5 mag, gökada merkezinden olan uzaklığını 14.2 ± 1.6 kpc, gökada düzleminde olan uzaklığını ise 0.9 ± 0.2 kpc olarak hesaplamışlardır.

Ortolani et al. (1995), kümenin kıızılaşmasını $E(B-V) = 0.44$ mag, uzaklık modülü 15.46 mag ve uzaklığını ise 12.4 kpc olarak hesaplamışlardır. Düşük metal oranına sahip bir küme olup, $[Fe/H] = -0.3$ 'tür.

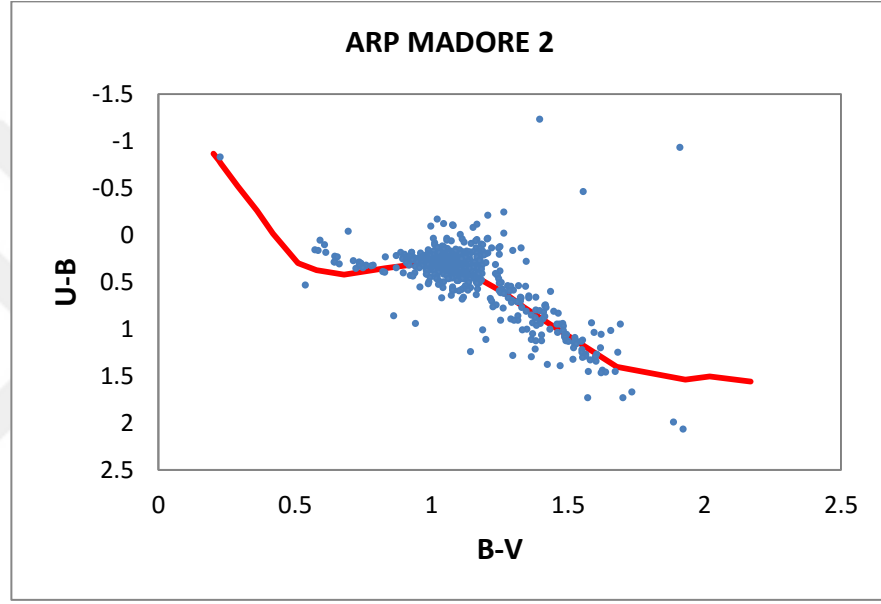


Şekil 3.12. Arp Madore – 2'nin renk – parlaklık diyagramı (Gratton ve Ortolani, 1988). Anakol ve dönme noktasını belirlemek için bilinen kümelerin eğrileri kullanılmıştır.

Lee (1997), kümenin 1276 yıldızının UBVI filtrelerinde CCD fotometrisini yapmıştır. CMD'sinde anakolun dönme noktasının koordinatları için $(B-V) = 1.05$ mag ve $V = 19.5$ mag değerlerini elde etmiştir. Kıızılaşmasını üç farklı yöntem kullanarak hesaplamıştır: $(U-B) - (B-V)$ diyagramı kullanılarak $E(B-V) = 0.56 \pm 0.03$ mag, kırmızı dev bölgesinin (clump) renginden $E(B-V) = 0.58 \pm 0.03$ mag ve son olarak da kıızılaşması bilinen en yakın cisim (Bochum 15) kullanılarak $E(B-V) = 0.54 \pm 0.16$ mag olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması $E(B-V) = 0.57 \pm 0.03$ mag'dır. Metal oranı için $[Fe/H] = -0.51 \pm 0.12$ dex değeri elde edilmiştir. Zeitschrift für AstrophysikMs ve kırmızı dev bölgesinin ısıtması kullanılarak kümenin uzaklığı 8.87 ± 0.65 kpc olarak hesaplanmış ve yaşı da 5 ± 1 Gyr olarak tahmin edilmiştir.

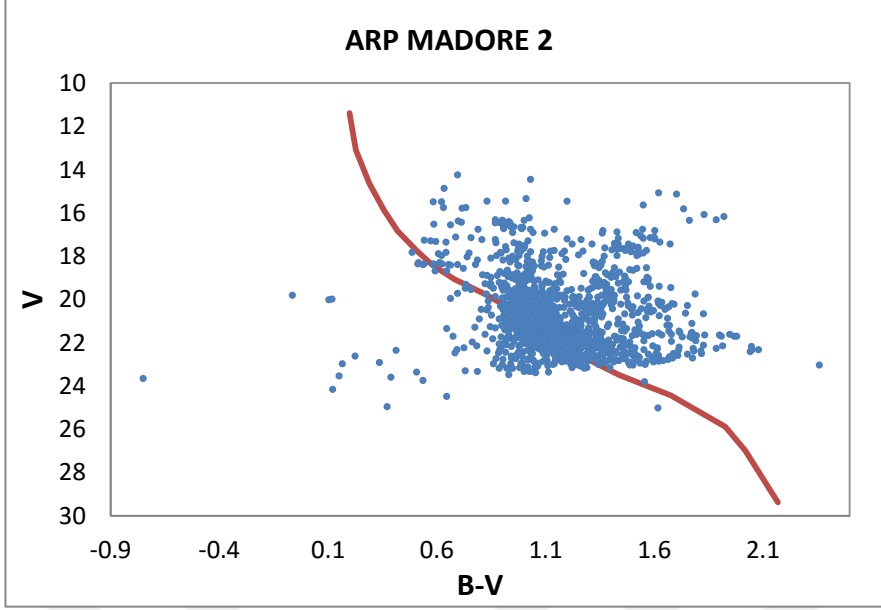
Bellazzini et al. (2004), AM_2 ve Tom 2 kümelerinin fiziksel olarak Canis Major gökadasıyla ilişkili olduğunu, yaş ve metal içeriği olarak da benzer olduklarını söylemişlerdir.

Arp Madore 2 açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanından alınan 575 yıldıza ilişkin veriler kullanılarak kümenin CCD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.13'te verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.32$ mag ve $E(B-V) = 0.53$ mag değerleri ile elde edilmiştir.



Şekil 3.13. Arp Madore 2'nin renk – renk diyagramı

Arp Madore 2 için $E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin WEBDA veri tabanından yer alan 1586 yıldıza ilişkin verileri kullanılarak CMD'si oluşturulmuş ve Şekil 3.14'te verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 17.1$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri, 12647 pc değerinde bir uzaklık değerine karşılık gelmektedir.



Şekil 3.14. Arp Madore - 2 nin renk – parlaklık diyagramı

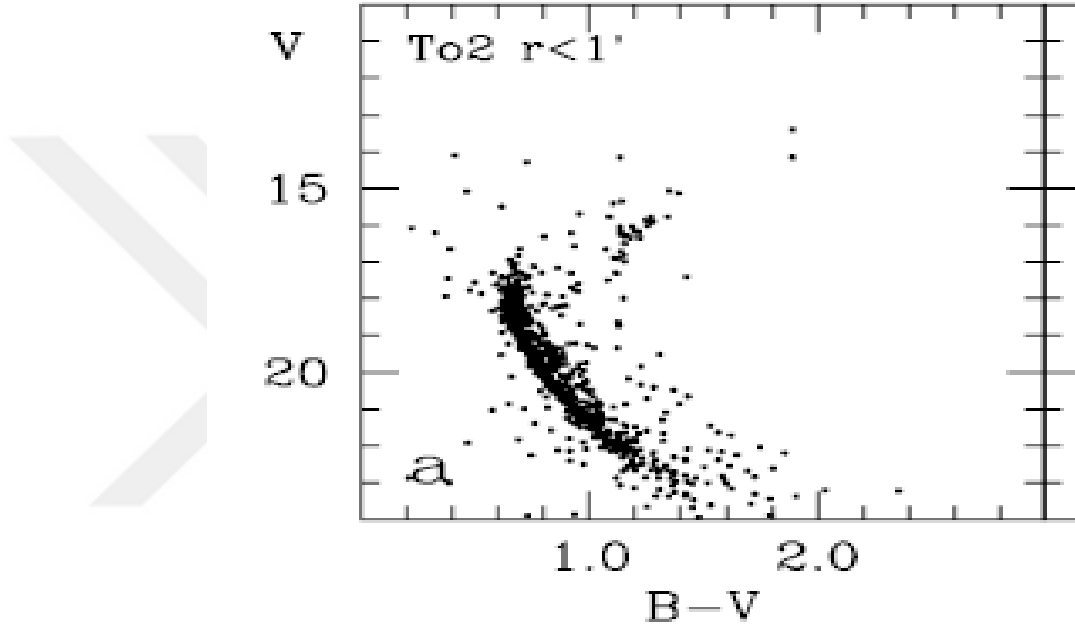
3.2.2. Tombaugh 2 kümesi

Bu küme ilk kez Tombaugh (1938) tarafından keşfedilmiş ilk CMD'ı ise Adler & Janes (1982) tarafından elde edilmiştir. B, V, I parlaklıkları Kubiak et al. (1992) tarafından Las Campanas'daki 1 ve 2.5 m lik teleskoplarla ölçüldüğünden CMD'ı oldukça kalitelidir. $E(V-I) = 0.4$ mag ve metal bolluğunun da Güneşinkinin $1/10$ 'u kadar olduğunu varsayan Kubiak et al. (1992), kümenin uzaklığını 6.3 ± 0.9 kpc ve yaşını da 4 Gyr olarak hesaplamışlardır. Villanova et al. (2010), tayf ve fotometri kullanarak kümenin yaşını 2 Gyr olarak elde etmişlerdir. Onlar, uzaklık modülünü 15.1 mag, kızıllaşma miktarını $E(B-V) = 0.25$ mag ve metal oranını da $[Fe/H] = -0.32$ dex olarak vermişlerdir.

Bu küme galaktik merkezden 12 ile 16 kpc arasındaki bir bölgede bulunmaktadır. Monoceros halkası ve Canis Major (CMa) yüksek yoğunluk bölgesi ile bağlantılı olabilir. Kümenin gökada dışı kökenli olduğu ve Samanyolu tarafından toplandığı düşünülmektedir. Örneğin Frinchaboy et al. (2004), bu kümenin Monoceros akıntısının bir parçası olduğu ve olasılıkla çözülmemiş bileşen bir gökadadan kaynaklandığını önermiştir. Bu kümenin gökada dışı

kökenli olup olmadığı veya basit bir normal gökada diskindeki açık küme olup olmadığı konuları halen tartışılmaktadır.

Andreuzzi et al. (2011), kümenin uzaklık modülünün 14.5 - 14.7 mag arasında, kızıllaşmanın 0.3 - 0.4 mag arasında ve yaşının da 1.6 - 1.8 Gyr arasında olduğunu tahmin etmiştir. Kümenin, Andreuzzi et al. (2011) tarafından oluşturulan CMD'ı Şekil 3.15'te verilmiştir.

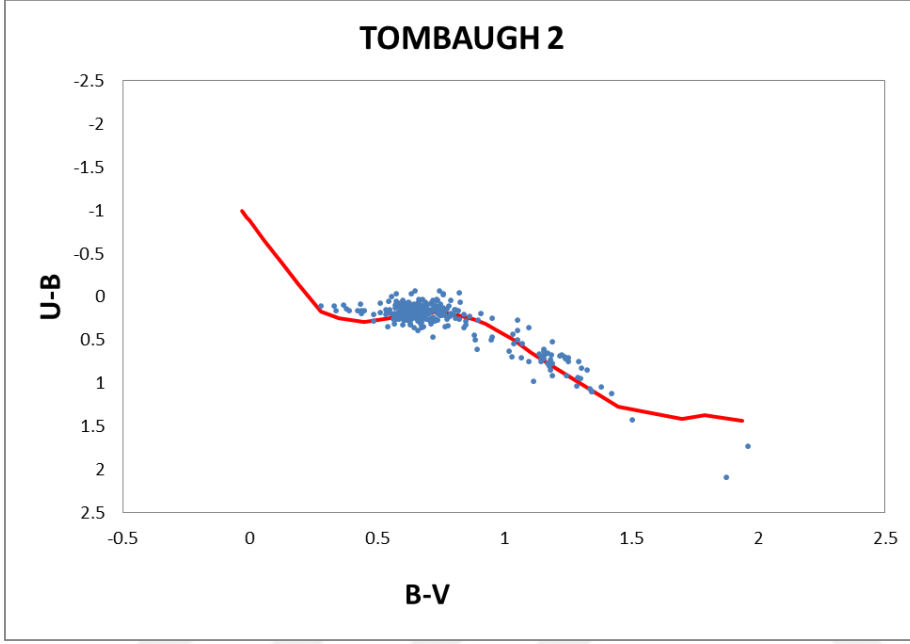


Şekil 3.15. Tombaugh 2'nin renk – parlaklık diyagramı (Andreuzzi et al., 2011).

Frinchaboy et al. (2008), yüksek çözünümlü tayflar kullanarak bu kümeye ait yıldızların dikine hız ve bolluk analizlerini yapmışlardır. Kullandıkları örnekler için en iyi fit sonucu olarak kümenin yaşını 2 Gyr, kızıllaşma miktarını $E(B-V) = 0.3$ mag, uzaklık modülünü 14.5 mag ve uzaklığını da 7.9 kpc olarak elde etmiş ve tayfsal yoldan belirledikleri kızıllaşma miktarının, yakın kızılöte çalışmasında bulunan $E(B-V) = 0.24 \pm 0.12$ mag değeriyle uyumlu olduğunu vurgulamışlardır.

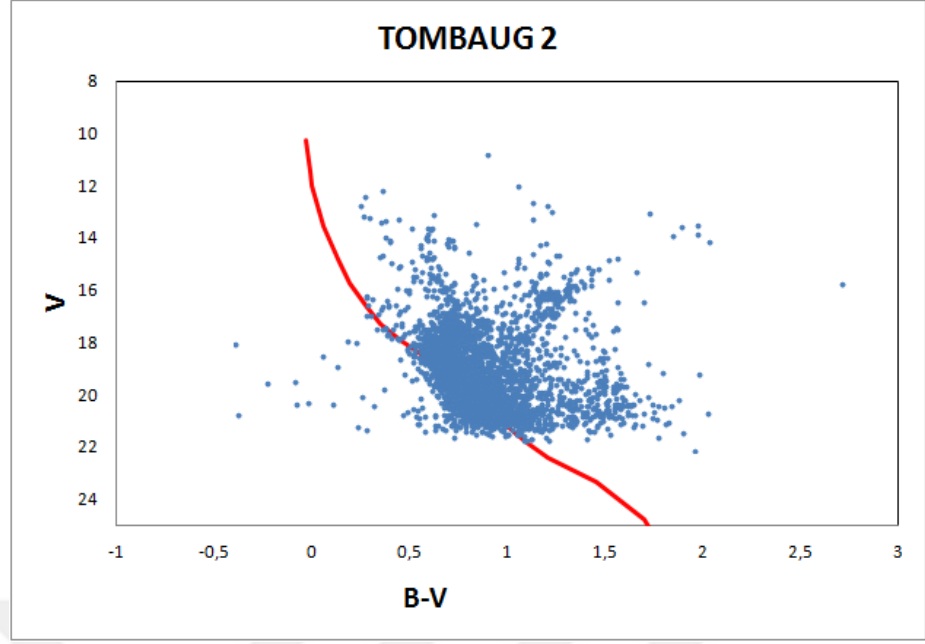
Tombaugh 2 açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 3602 yıldızla ilişkin UBV parlaklıkları verilmektedir. U-B ve B-V verileri olan yıldız sayısı 292 olup bu yıldızlar kullanılarak kümenin CCD'ı oluşturulmuş ve

Şekil 3.16’da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.2$ mag ve $E(B-V) = 0.3$ mag değerleri ile elde edilmiştir. Elde edilen kızıllaşma miktarı, Frinchaboy et al. (2008) tarafından yüksek çözünürlüklü tayflardan elde edilen 0.3 mag değeri ile aynıdır. Bununla birlikte, kümenin kızıllaşması için WEBDA’da $E(B-V) = 0.08$ mag değeri verilmektedir.



Şekil 3.16. Tombaugh 2’nin renk – renk diyagramı.

Tombaugh 2 için $E(B-V)$ renk artışı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD’ı oluşturulmuş ve Şekil 3.17’de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 16$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri $d = 10.47$ kpc uzaklığına karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA’da, sırasıyla, 15.86 mag ve 13.26 kpc değerleri verilmektedir. Sonuç olarak, kümenin bizim elde ettiğimiz uzaklık değeri WEBDA’da verilen değerden küçük fakat literatürde verilenlerden ise büyüktür.

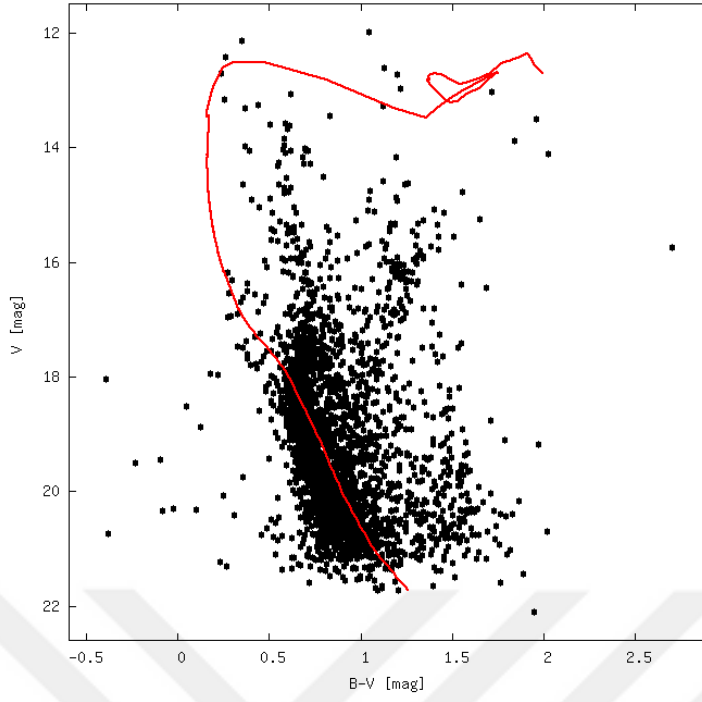


Şekil 3.17. Tombaugh 2'nin renk – parlaklık diyagramı.

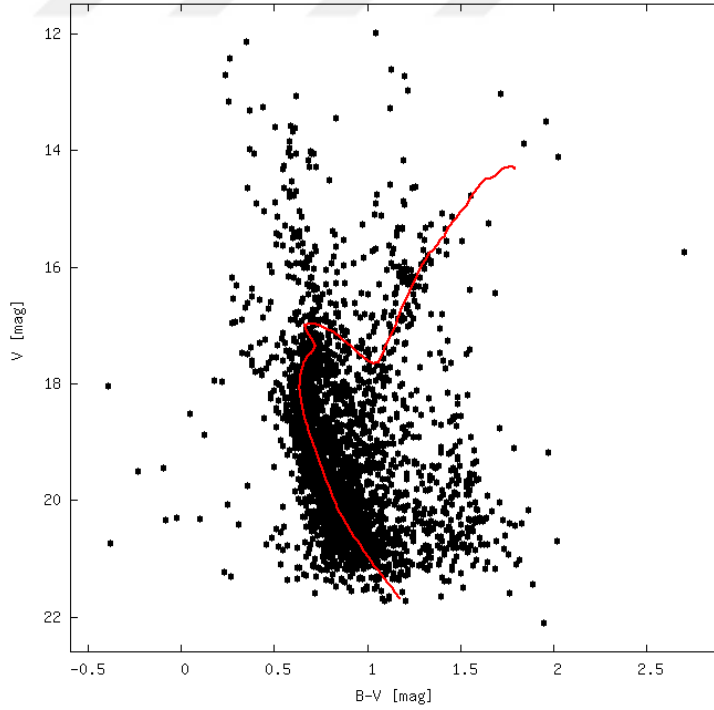
Şekil 3.17 dikkatle incelendiğinde Tombaugh 2 küme bölgesinde muhtemelen üç farklı küme olduğunu tahmin etmekteyiz. Genova eş yaş çizgileri kullanılarak, güneş kompozisyonu varsayımı altında bu kümeler temsil edilmiştir. Söz konusu kümelerin eş yaş çizgileri, kümelerin uzaklıklarına göre, sırasıyla, Şekil 3.18, 19 ve 20'de gösterilmiştir. Bu üç küme en yakından uzağa doğru sırasıyla Tombaugh 2A, Tombaugh 2B ve Tombaugh 2C şeklinde isimlendirilmiş ve elde edilen özellikleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Tombaugh 2 küme bölgesindeki olası üç kümenin elde edilen özellikleri.

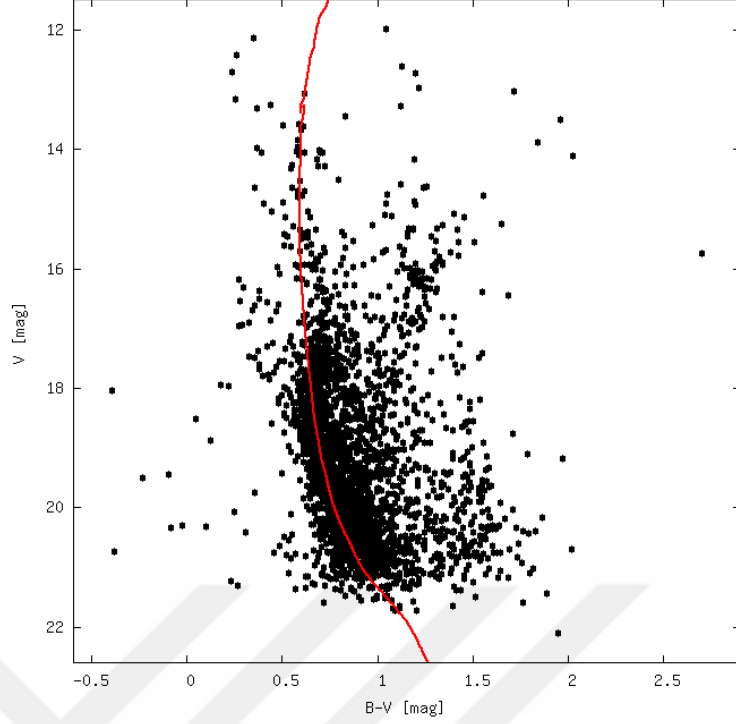
Küme	$m - M$	$E(B - V)$	A_v	d (kpc)	$\log t$ (yıl)
Tombaugh 2A	14.2	0.3	0.6	4.57	8.1
Tombaugh 2B	14.5	0.22	0.66	5.86	9.3
Tombaugh 2C	16.5	0.87	2.61	6.0	6.8



Şekil 3.18. Tomaugh 2 kümesinin renk – parlaklık diyagramı ve Tomaugh 2A bileşeninin Genova eş yaş çizgisi.



Şekil 3.19. Tomaugh 2 kümesinin renk – parlaklık diyagramı ve Tomaugh 2B bileşeninin Genova eş yaş çizgisi.



Şekil 3.20. Tomaugh 2 kümesinin renk – parlaklık diyagramı ve Tomaugh 2C bileşeninin Genova eş yaş çizgisi.

Söz konusu olası üç kümeden kızıllaşması en yüksek olan $E(B-V) = 0.87$ mag ile Tombaugh 2C'dir. Bu nedenle Tombaugh 2B ile Tombaugh 2C arasında yoğun bir yıldızlararası ortam olduğunu söyleyebiliriz.

3.2.3. Shorlin 1 kümesi

Shorlin et al. (2004), Shorlin küme bölgesinde yer alan Wolf-Rayet yıldızlarından WR38 ve WR38a yıldızlarının fotoelektrik incelemesini yaptıkları çalışmalarında küme bölgesindeki yıldızların da UBV gözlemlerini yapmışlar ve CCD ve CMD diyagramlarını oluşturarak kümenin renk artıklarını $E(B-V) = 0.26$ mag, $E(U-B) = 0.19$ mag şeklinde ve uzaklık modülünü de $m-M = 11.99 \pm 0.27$ mag olarak elde etmişlerdir. Bu değer küme için $d = 2.5 \pm 0.3$ kpc uzaklık değerine karşılık gelmektedir. Shorlin et al. (2004), aynı bölgede farklı kızıllaşma miktarlarına sahip ve uzaklık modülü daha büyük olan bir grup yıldız belirlemişlerdir. Bu yıldızlar WR38 ve WR38a yıldızlarıyla ilişkili görünmektedir. Bu yıldızlar için $E(B-V) = 1.6$ mag ve $m-M = 15.8 \pm 0.25$ mag'dır.

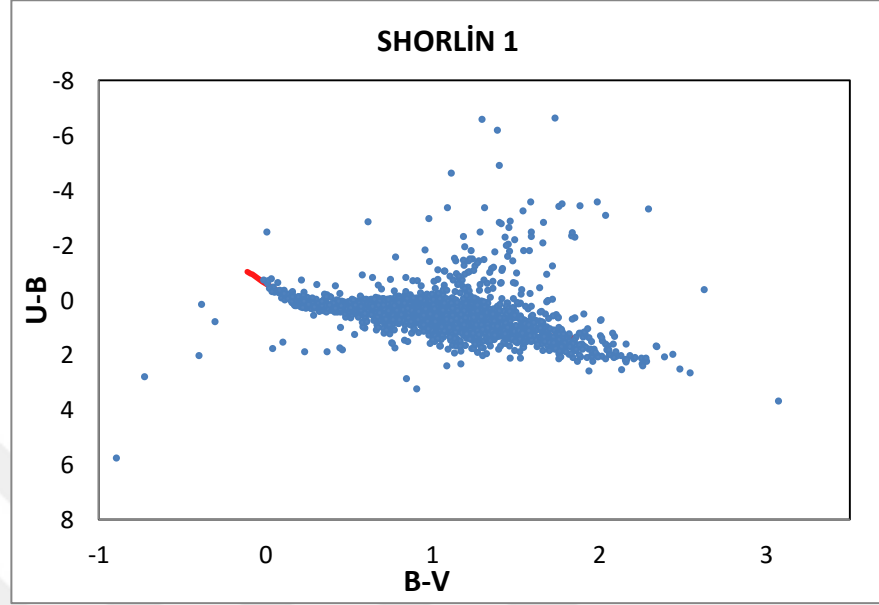
Uzaklık modülünün bu değeri 14.5 ± 1.6 kpc değerinde bir uzaklığa karşılık gelmektedir.

WEBDA da verilen $E(B-V) = 1.6$ mag değeri, Shorlin 1 kümesine ilişkin değil, aynı doğrultuda ama daha uzakta olan başka bir grup yıldızla ilişkin değerdir (bkz. Shorlin et al., 2004).

Carraro & Costa (2009), WR38 ve WR38a yıldızlarının bulunduğu bölgedeki yıldızlara ilişkin yaptıkları otomatik gözlemler sonucunda oluşturdukları renk-renk diyagramlarında bölgedeki yıldızların fotometrik özellikleri bakımından üç gruba ayırdıklarını belirtmişlerdir. Onlara göre Grup A yıldızları için $E(B-V) = 0.25$ mag, $m-M = 12.0$ mag ve $d = 2.5 \pm 1.5$ kpc, Grup B yıldızları için $E(B-V) = 0.52$ mag, $m-M = 14.0$ mag ve $d = 6.0 \pm 2.0$ kpc ve Grup C yıldızları için de $E(B-V) = 1.45$ mag, $m-M = 15.5$ mag ve $d = 12.7 \pm 3.0$ kpc'dir. Grup C daha önce Shorlin et al. (2004) tarafından WR38 ve WR38a yıldızları ile aynı bölgeye düşen ve Shorlin kümesinden oldukça uzak başka bir grup yıldızı göstermektedir. Carraro & Costa (2009), Grup A yıldızlarının Carina-Sagittarius koluna ait genç alan yıldızları olduklarını belirtmişlerdir. Bu daha önce Shorlin et al. (2004) tarafından da idda edilmiştir. Carraro & Costa (2009), Grup B yıldızlarının muhtemelen Carina koluna ait olduklarını belirtmiştir. Farklı uzaklıklara sahip üç farklı gruptan yıldızlar aynı bölgede bulunduklarından bu bölgenin fotometrik diyagramları oldukça karmaşık görünmektedir. En iyisi bölge yıldızlarının uzay hızlarını elde ederek grupları ayrı ayrı incelemektir. Grup C yıldızları CMD de bariz bir şekilde fark edilebilmektedir. Fakat Grup A ve Grup B yıldızları arasındaki ayrım belirsizdir. Biz diyagramlarımızda daha ziyade Grup A ve Grup B yıldızlarını dikkate aldık. Dolayısıyla bizim verdiğimiz sonuçlar bu iki grup için ortalama değerleri ifade etmektedir.

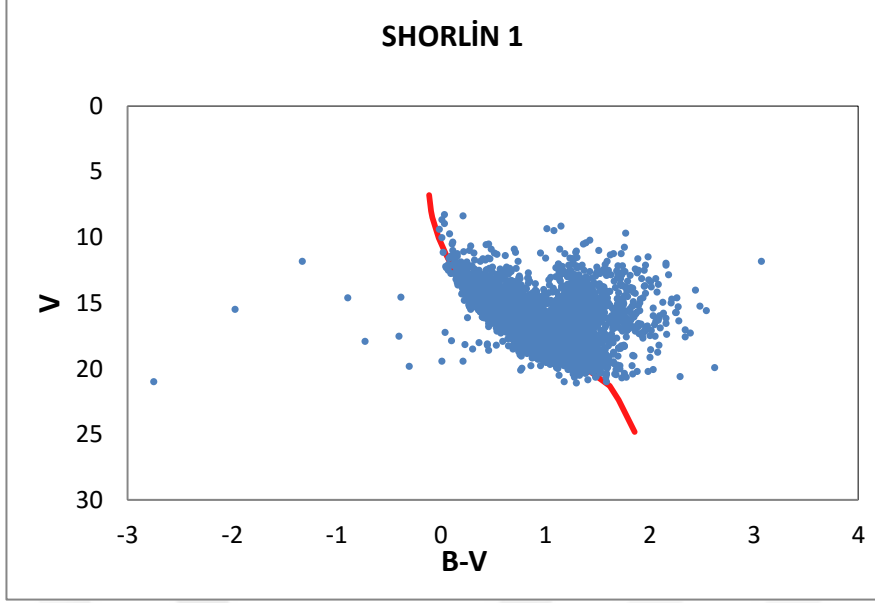
Shorlin 1 açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 7554 yıldızla ilişkin UBV parlaklıkları verilmektedir. Bu yıldızlar kullanılarak kümenin CCD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.21'de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.15$ mag ve $E(B-V) = 0.22$ mag değerleri ile elde edilmiştir. Elde edilen kızıllaşma miktarı, daha ziyade Carraro & Costa (2009) tarafından Grup A yıldızları için elde edilen 0.25 mag değeri ile

uyuşmaktadır. Tekrar belirtmek gerekirse kümenin kızıllaşması için WEBDA'da verilen $E(B-V) = 1.6$ mag değeri, Grup C yıldızlarını temsil etmektedir.



Şekil 3.21. Shorlin 1'nin renk – renk diyagramı.

Shorlin 1 için $E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.22'de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 12.5$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri $d = 2.33$ kpc değerinde bir uzaklık değerine karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA'da, sırasıyla, 20.46 mag ve 12.6 kpc değerleri verilmektedir. Sonuç olarak, küme için elde ettiğimiz uzaklık değeri, Carraro & Costa (2009) tarafından Grup A yıldızları için elde edilen değerle uyumludur. WEBDA'da verilen uzaklık değeri ise Grup C'yi temsil etmektedir.



Şekil 3.22. Shorlin 1'nin renk – parlaklık diyagramı

3.3. En Genç Küme Örnekleri

Bu grupta seçilen örnek kümeler; NGC 6618, IC 1590 ve Berkeley 7 açık yıldız kümeleridir. Bu kümelere ilişkin WEBDA'da verilen genel özellikler Çizelge 3.4'de listelenmiştir.

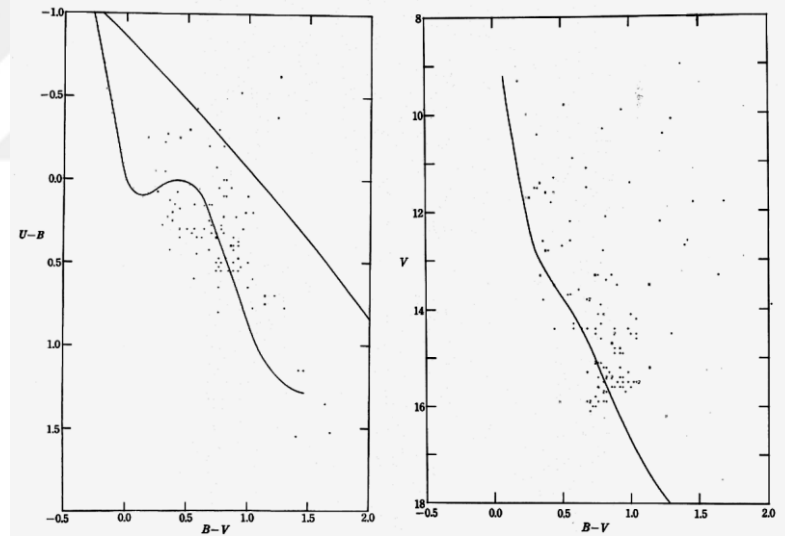
Çizelge 3.4. En Genç Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri (veriler WEBDA'dan).

Parametre	NGC 6618	IC 1590	Berkeley 7
Sağ Açıklık (2000) (sa, dk, s)	18 20 47	00 52 48	01 54 12
Dik Açıklık (2000) (°, ', ")	-16 10 18	56 37 00	62 22 00
Galaktik Boylam (°)	15.095	123.123	130.138
Galaktik Enlem (°)	-0.746	-6.243	0.376
Uzaklık (pc)	1300	2940	2570
Kızılilaşma $E(B-V)$ (mag)	1.51	0.32	0.80
Uzaklık Modülü (mag)	15.25	13.33	14.53
log Yaş (yıl)	6.00	6.54	6.60

3.3.1. NGC 6618 kümesi

M 17 salma bulutsusu (NGC 6618), optikçe parlak HII bölgesi (S 45) olup, aynı zamanda en kuvvetli radyo kaynaklarından (W 38) biridir. Uzaklığı 0.76 ile 2.9 kpc arasında verilmiştir (Johnson 1973). Ogura & Ishida (1976), M17 alanındaki 700 yıldızın UBV fotometrisini yapmış ve Şekil 3.23'te verilen CCD ve CMD eğrileri yardımıyla bulutsunun kızıllaşması için $E(B-V) = 0.34$ mag, uzaklık modülü için $m - M = 10.5$ mag. ve uzaklığı için de $d = 1.3$ kpc değerlerini elde etmişlerdir.

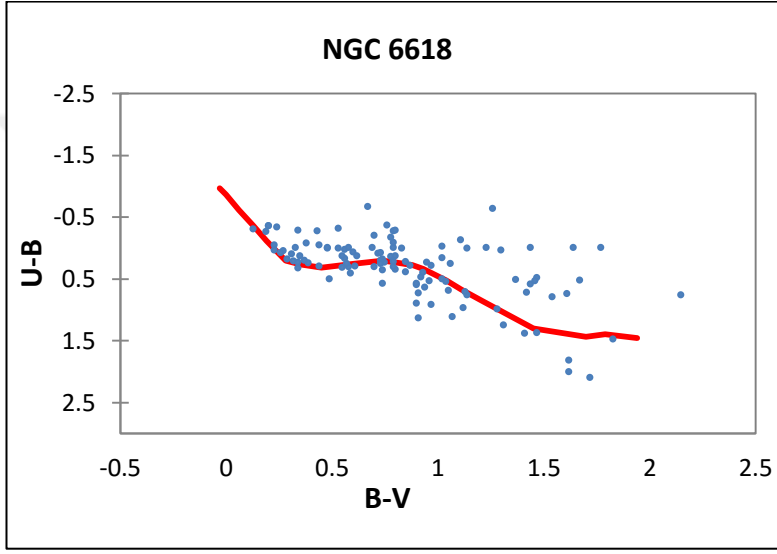
Hanson et al. (1997), kümenin JHK fotometrisini ve tayfını çalışmışlardır. Kümenin, kütleleri 5 - 20 M_{sun} arasında değişen genç yıldızlardan oluştuğunu söylemişlerdir. Yüksek kütleli O yıldızları kullanılarak kümenin uzaklığını 1.3 ± 0.4 kpc olarak hesaplamışlardır.



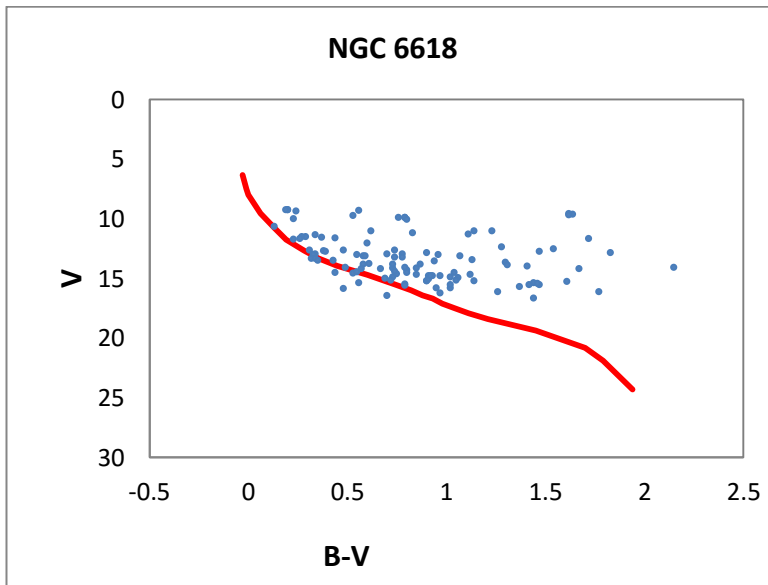
Şekil 3.23. NGC 6618 (M 17)'nin renk - renk ve renk - parlaklık diyagramları (Ogura & Ishida 1976).

NGC 6618 açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 113 yıldıza ilişkin UBV parlaklıkları verilmektedir. Bu yıldızlar kullanılarak kümenin CCD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.24'te verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.22$ mag ve $E(B-V) = 0.3$ mag değerleriyle elde edilmiştir.

NGC 6618 in $E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.25'te verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 12$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri $d = 1.66$ kpc'lik bir uzaklığa karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA'da, sırasıyla, 15.25 mag ve 1.3 kpc değerleri verilmektedir. Sonuç olarak, bizim elde ettiğimiz uzaklık değeri, Ogura & Ishida (1976) ve Hanson et al. (1997) tarafından verilen değerden %27 daha büyüktür.



Şekil 3.24. NGC 6618 kümesinin renk-renk diyagramı



Şekil 3.25. NGC 6618 renk- parlaklık diyagramı

3.3.2. IC 1590 kümesi

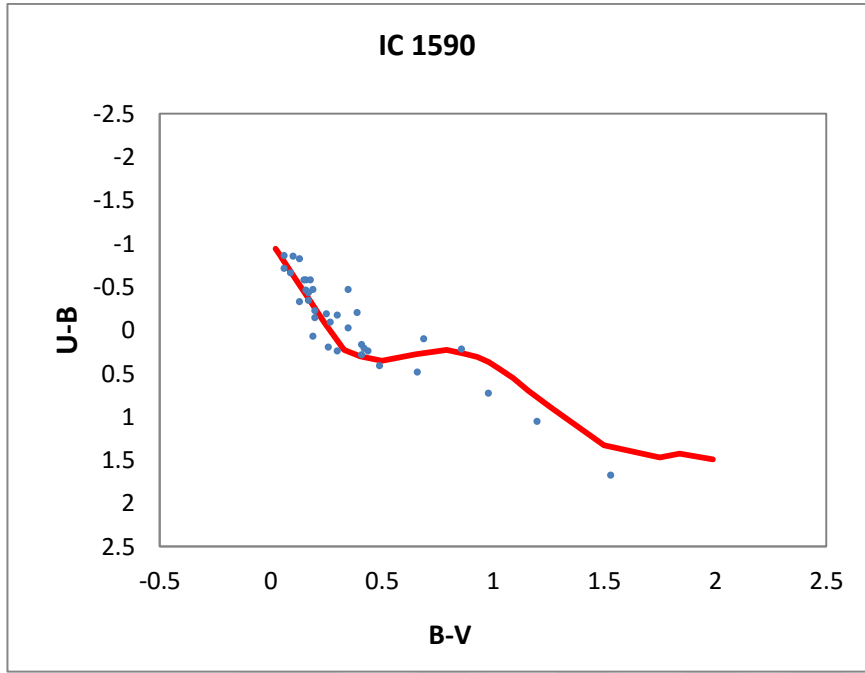
O türü Trapezium sistemi ADS 719 veya HD 5005 yıldız grubunu içeren ön tür bir galaktik kümedir. Küme NGC 281 bulutsusunda gömülü olup parlak bir HII bölgesindedir. Daha çok mikrodalga ve radyo bölgesinde çalışılmıştır. Guetter & Turner (1997), NGC 281 bulutsusunda gömülü olan genç galaktik küme IC 1590'daki 279 yıldızın fotoelektrik ve CCD fotometrisini çalışmıştır. NGC 281 bulutsusu doğrultusunda değişken bir kızıllaşma mevcuttur. 0.66 kpc'e kadar çok küçük bir kızıllaşmaya sahip bir bölge ve 2.0 – 2.2 kpc aralığında ise artan bir kızıllaşma dikkati çekmektedir. Anakol öncesi yıldızlara sahip olan IC 1590 kümesi ise $E(B-V) = 0.32$ mag değerindeki kızıllaşmasıyla diğer bölgelerden hemen ayırt edilebilmektedir. Guetter & Turner (1997), kümenin uzaklık modülü için $m - M = 12.34 \pm 0.11$ mag ve uzaklığı için de 2.94 ± 0.15 kpc değerlerini vermiş ve kümenin yaşını da 3.5 ± 0.2 Myr olarak tahmin etmişlerdir.

Sharma et all. (2012), IC1590'nin çokrenk ışıkölçümünü yapmışlardır. Uzaklığını 2.81 kpc kabul ederek izdüşümsel çapını 6.5 pc ve çekirdek yarıçapını da optik verilerden 1.4 ± 0.3 pc, 2MASS verilerinden ise 1.6 ± 0.2 pc olarak belirlemişlerdir. Onlar, kümenin kızıllaşmasının $0.32 - 0.52$ mag aralığında değiştiğini, yaşının ise en fazla 4 Myr civarında olduğunu söylemişlerdir.

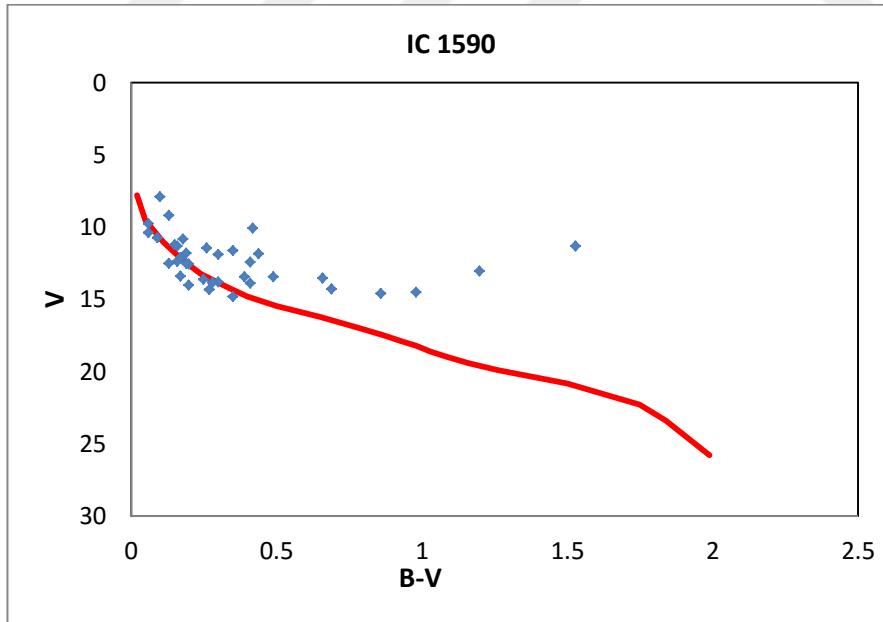
IC 1590 açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 36 yıldızla ilişkin UBV parlaklıkları verilmektedir. Bu yıldızlar kullanılarak kümenin CCD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.26'da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.25$ mag ve $E(B-V) = 0.35$ mag ile elde edilmiştir.

IC 1590 için $E(B-V)$ renk artışı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.27 'de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 13.5$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri $d = 3.1$ kpc değerinde bir uzaklık değerine karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA'da,

sırasıyla, 13.33 mag ve 2.94 kpc değerleri verilmektedir. Görüldüğü üzere bizim elde ettiğimiz sonuçlar ile WEBDA'da verilen değerler oldukça uyumludur.



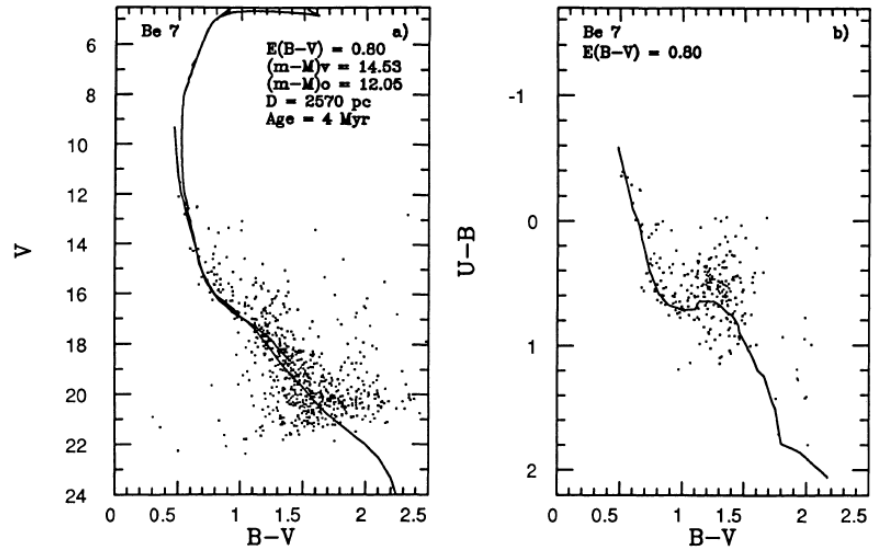
Şekil 3.26.IC 1590 kümesinin renk- renk diyagramı



Şekil 3.27.IC 1590 kümesinin renk- parlaklık diyagramı

3.3.3. Berkeley 7 kümesi

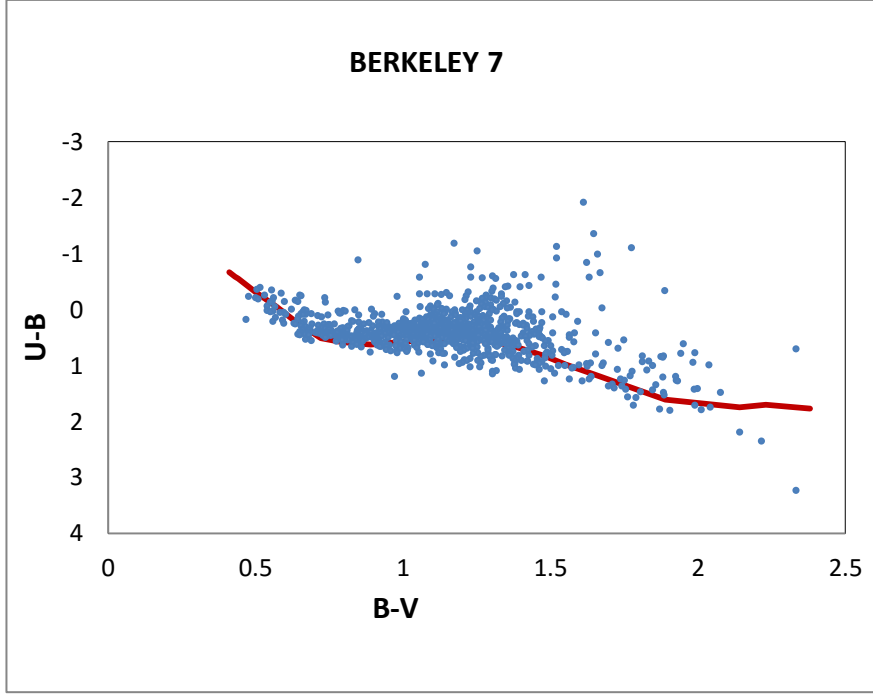
Berkeley 7 (Be 7) kümesinin ilk fotometrik çalışması Phelps & Janes (1994) tarafından yapılmıştır. Kümenin kızıllaşmasını $E(B-V) = 0.80$ mag, gözlenen uzaklık modülünü $m - M = 14.53$ mag, gerçek uzaklık modülünü $m - M = 12.05$ mag ve uzaklığını ise 2.57 kpc olarak belirlemişlerdir. Kümenin CMD'na, SK 82 Zeitschrift für AstrophysikMS modelini fit ederek (bkz. Şekil 3.28) küme yıldızlarının henüz anakoldan evrimleşmediklerini bu nedenle yaşının belirsiz olduğunu ancak ~ 4 Myr yaşında olabileceğini söylemişlerdir.



Şekil.3.28 Be 7'nin renk - parlaklık (a) ve renk - renk (b) diyagramları. Zeitschrift für AstrophysikMS ve 4 milyon yıllık eş yaş çizgisi de çizdirilmiştir (Phelps & Janes, 1994).

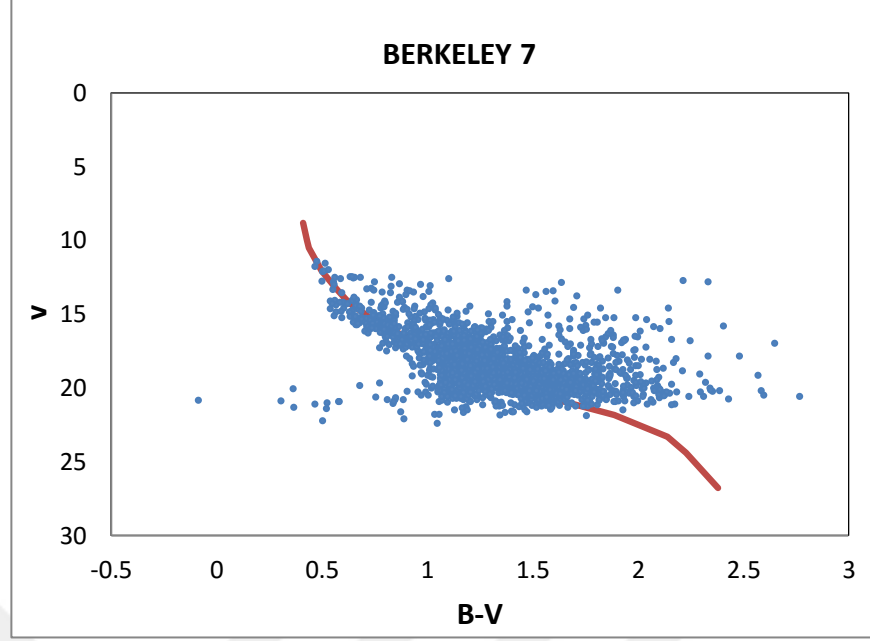
Lata et al. (2014), Be 7'nin UBVRI CCD gözlemlerini 104 cm teleskopla yapmışlardır. Onlar kümenin kızıllaşmasını $E(B-V) = 0.74 \pm 0.05$ mag, uzaklık modülünü 14.4 ± 0.1 mag ve uzaklığını da 2.64 kpc olarak vermişlerdir. Metal bolluğu için $z = 0.02$ değerini belirlemiş ve kümenin 12.58 milyon yıllık eş yaş çizgisiyle temsil edilebileceğini belirtmişlerdir. Yaş için verdikleri bu değer, Phelps & Janes (1994)'ın verdiği değerden (4 milyon yıl) oldukça farklıdır.

WEBDA veri tabanında Berkeley 7 açık yıldız kümesinin 2255 yıldızına ilişkin B – V renk ve V parlaklıkları 1019 yıldızının da U – B ve B – V renkleri verilmektedir. Bu yıldızlar kullanılarak kümenin CCD’ı oluşturulmuş ve Şekil 3.29’da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.53$ mag ve $E(B-V) = 0.74$ mag ile elde edilmiştir.



Şekil 3.29.Berkeley 7 kümesinin renk- renk diyagramı

Berkeley 7’nin $E(B-V)$ renk artışı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD’ı oluşturulmuş ve Şekil 3.30 ’da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 14.5$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri $d = 2.86$ kpc’lik bir uzaklığa karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA’da, sırasıyla, 14.53 mag ve 2.57 kpc değerleri verilmektedir. Bu değerler bizim elde ettiğimiz değerlerle uyum içindedir.



Şekil 3.30. Berkeley 7 kümesinin renk- parlaklık diyagramı

3.4. En Yaşlı Küme Örnekleri

Bu grupta seçilen örnek kümeler; Berkeley 17, NGC 2509 ve King 2 açık yıldız kümeleridir. Bu kümelere ilişkin WEBDA'da verilen genel özellikler Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. En Yaşlı Bazı Açık Yıldız Kümelerin Genel Özellikleri (veriler WEBDA'dan).

Parametre	Berkeley 17	NGC 2509	King 2
Sağ Açıklık (2000) (sa, dk, s)	05 20 36	08 00 48	00 51 00
Dik Açıklık (2000) (°, ', ")	30 36 00	-19 03 06	58 11 00
Galaktik Boylam (°)	175.646	237.840	122.874
Galaktik Enlem (°)	-3.648	5.848	-4.688
Uzaklık (pc)	2700	912	5750
Kızılama $E(B-V)$ (mag)	0.70	0.15	0.31
Uzaklık Modülü (mag)	14.33	10.26	14.76
log Yaş (yıl)	10.08	9.90	9.78
Metal bolluğu	-0.33	-	

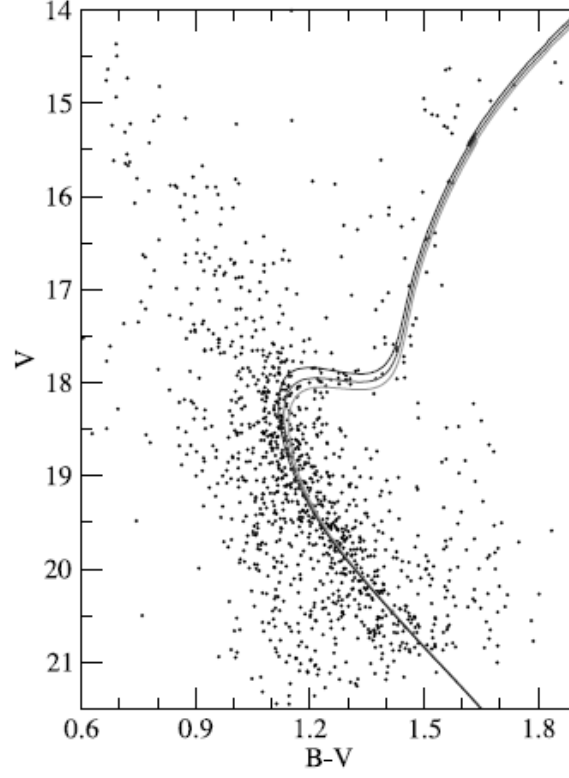
3.4.1. Berkeley 17 kümesi

Kaluzny (1994), Berkeley 17 (Be 17)'nin BVI CCD fotometrisini 2.1 metrelik teleskopla yapmıştır. Kümenin 9 Gyr yaşında olan NGC 6791'den daha yaşlı ve metalce daha fakir olduğunu söylemiştir. Uzaklık modülü için $m-M > 15$ mag değerini vermiş ve uzaklığını $d = 4.4$ kpc olarak belirlemişlerdir. Küme Galaktik düzleme yakındır. Kümenin anakolunun dönme noktasının koordinatları $V \sim 17.8$ mag ve $B - V \sim 1.20$ mag şeklindedir.

Phelps (1997), kümenin BVI CCD fotometrisini yapmıştır. Farklı çalışmalardaki eş yaş çizgileri kullanılarak metalliği için $-0.30 \leq [Fe/H] \leq 0.00$, kızıllaşmasını $0.52 \leq E(B-V) \leq 0.68$ aralığında, uzaklık modülünü $m - M = 12.15 \pm 0.10$ mag, uzaklığını $d = 2.7 \pm 0.1$ kpc, küme çapını ~ 10 pc, minimum kütesinin $400 M_{\text{sun}}$, yaşını ise 10 - 13 Gyr olarak hesaplamış ve bu yaşla Be 17'nin o zamana değin keşfedilmiş en yaşlı küme olduğunu vurgulamıştır.

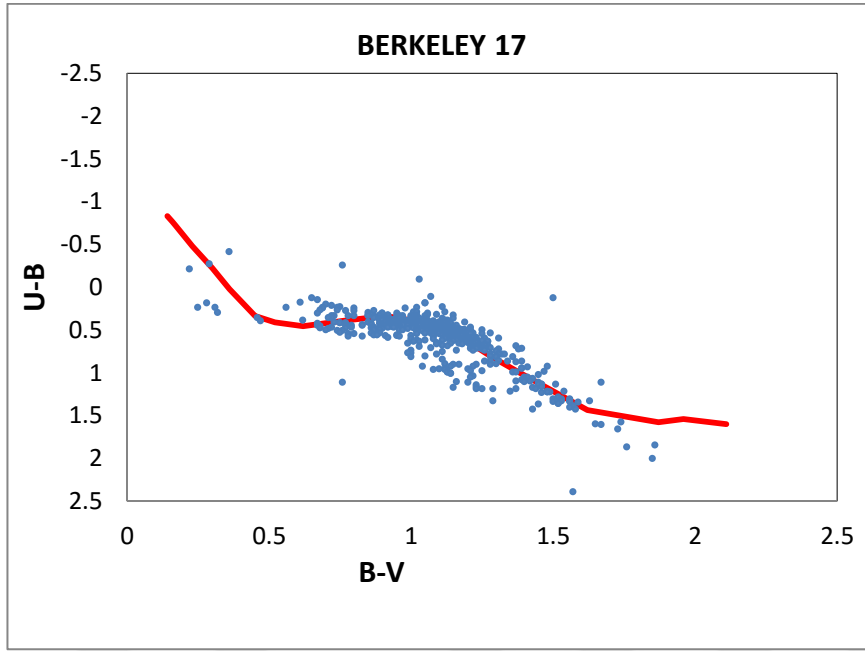
Bragaglia et al. (2006), kümenin BVI CCD fotometrisini yapmışlardır. Sentetik renk-parlaklık diyagramı kullanarak küme yaşını 8.5 - 9.0 Gyr, kızıllaşma değerini $E(B-V) = 0.60 - 0.62$ olarak uzaklık modülünü $m - M = 12.2$ mag olarak hesaplamışlardır. Metalliğinin 0.008 - 0.01 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Kümenin gökadamızın ilk oluşum evresinde tekparça (monolithic) çökmesiyle veya ilk parça (fragment) toplanmasıyla oluştuğu düşünülmektedir.

Krausberg & Chaboyer (2006), kümenin UBVI CCD fotometrisini çalışmışlardır. Onlar Şekil 3.31'de verildiği gibi kümenin CMD diyagramını oluşturup, anakol dönüş noktalarının konumlarını tespit etmiş ve kümenin yaşını 10.0 ± 1.0 Gyr olarak belirlemişlerdir.



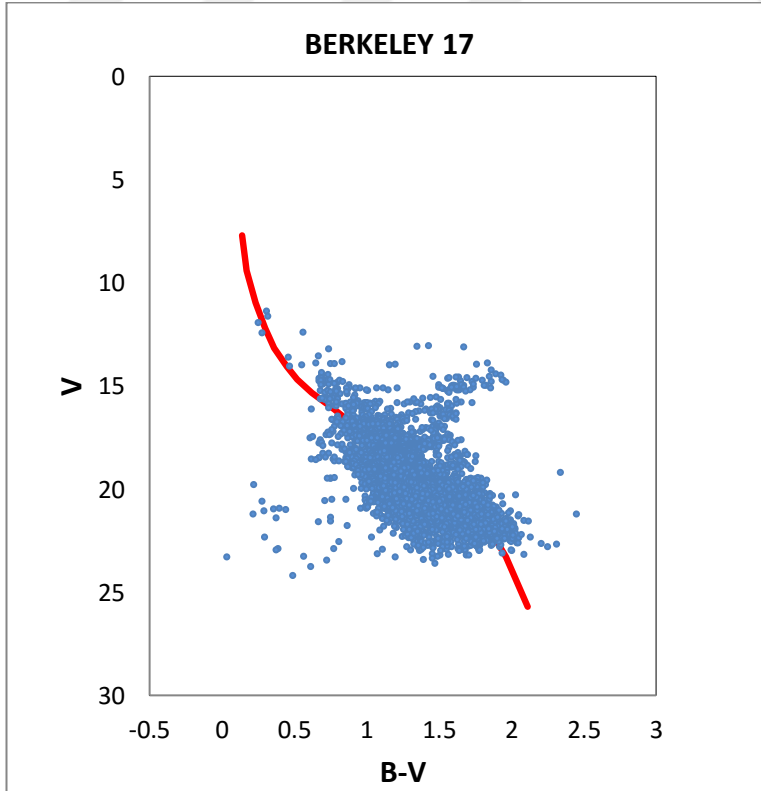
Şekil.3.31. Be 17'nin CMD'si ve en iyi eş yaş çizgi fiti. $E(B-V) = 0.57$ mag, $m - M = 14.10$ mag varsayılarak ve $[Fe/H] = -0.30$ kullanılarak 9, 10 ve 11 Gyr eş yaş çizgileri geçirilmiştir (Krausberg & Chaboyer, 2006).

WEBDA veri tabanında Berkeley 17 açık yıldız kümesinin 4480 yıldızına ilişkin $B - V$ renk ve V parlaklıkları 663 yıldızının da $U - B$ ve $B - V$ renkleri verilmektedir. Bu yıldızlar kullanılarak kümenin CCD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.32'de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.36$ mag ve $E(B-V) = 0.47$ mag ile elde edilmiştir.



Şekil 3.32.Berkeley 17 kümesinin renk- renk diyagramı

Berkeley 17'nin $E(B-V)$ renk artışı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.33'te verilmiştir.



Şekil 3.33.Berkeley 17 kümesinin renk- parlaklık diyagramı

Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 13.4$ mag değeri ile elde edilmiştir. Uzaklık modülünün bu değeri $d = 2.5$ kpc'lik bir uzaklığa karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA'da, sırasıyla, 14.33 mag ve 2.7 kpc değerleri verilmektedir.

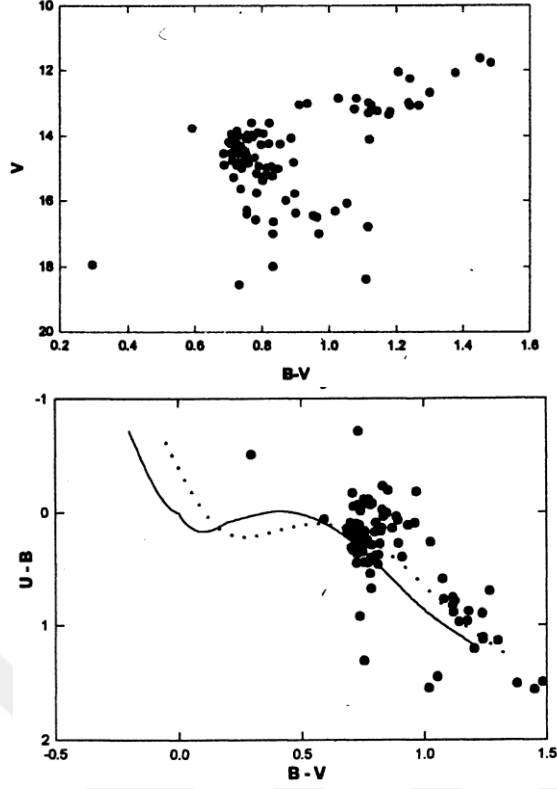
3.4.2. NGC 2509 kümesi

Melotte (1915), kümeyi NGC 2509 (OCI 630, Mel 81) olarak tanımlamıştır. Küme gökadamızın Orion kolu üzerinde Puppis takım yıldızı doğrultusunda bulunur. Sujatha & Babu (2003) kümenin UBVR CCD fotometrisini yapmışlar ve CCD ve CMD diyagramlarını Şekil 3.34'de verildiği gibi oluşturmuşlardır. Uzaklık modülünü 9.8 ± 0.04 mag alarak kümenin uzaklığını 912 ± 15 pc, yaşını da ~ 8 Gyr olarak belirlemişlerdir. Bununla birlikte anakoldan dönme noktasının konumu ($B-V = 0.57$ mag), 5 Gyr yaşına karşılık gelmektedir.

Carraro & Costa (2007), kümenin V ve I bandında CCD fotometrisini yapmışlardır. Renk artığı için $E(V-I) = 0.08 \pm 0.05$ mag ve uzaklık modülü için de $m - M = 12.50 \pm 0.10$ mag alarak kümenin Güneş' ten uzaklığını 2.90 kpc, galaktik merkezden uzaklığını 10.30 pc ve yaşını da 1.2 Gyr olarak hesaplamışlardır.

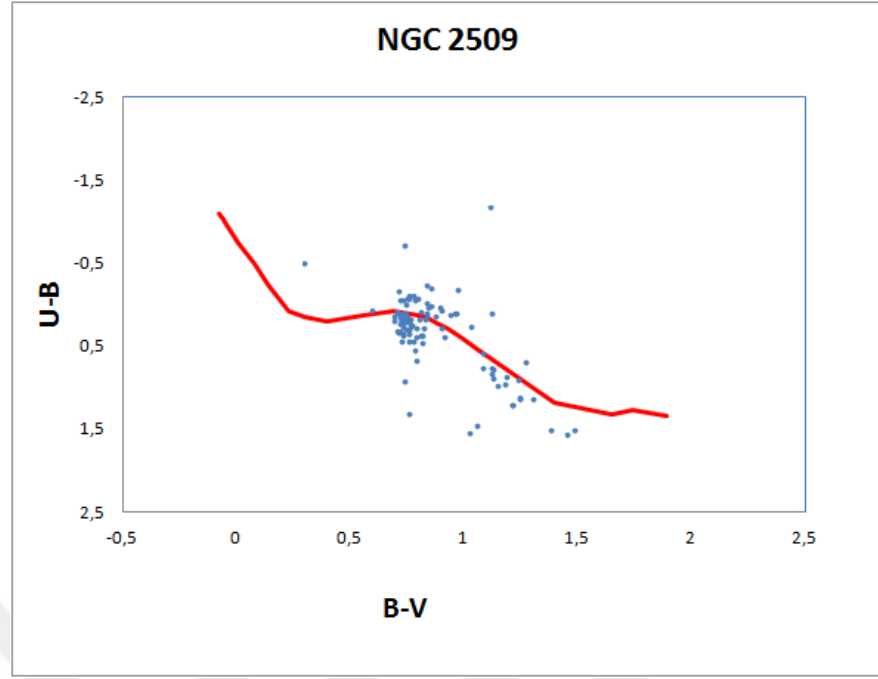
Kümeyi çalışan yazarlar yaşı için farklı değerler vermişlerdir. Örneğin Sujatha & Babu (2003) küme yaşını 8 Gyr olarak verirken Ahumada (2000), $E(B-V) = 0.22$ alarak 1 Gyr değerini vermişlerdir. Tadross (2005), küme yaşının 1.6 veya 6.1 Gyr olduğunu söylemiş ancak $E(B-V) = 0.0$ gibi şüpheli değer kullanmıştır.

NGC 2509 açık yıldız kümesine ilişkin olarak WEBDA veri tabanında 96 yıldızla ilişkin UBVR parlaklıkları verilmektedir. Kümenin CCD'yi Şekil 3.35'de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.1$ mag ve $E(B-V) = 0.25$ mag değerleri ile elde edilmiştir.

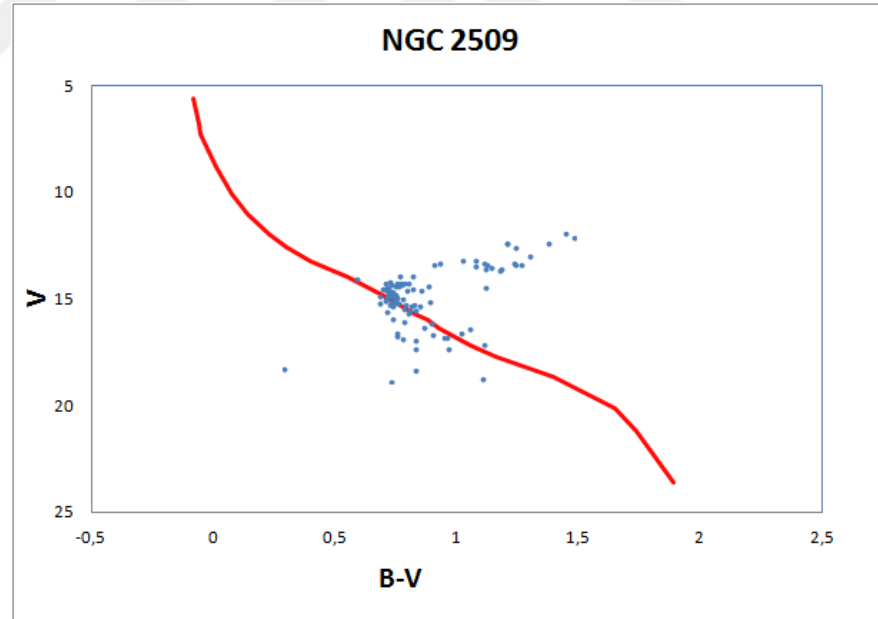


Şekil 3.34 NGC 2509'un renk-parlaklık ve renk-renk diyagramları. Düz çizgi kızılaşmamış yıldızlar için olan anakolu, noktali çizgi ise kızıllaşma çizgisine paralel kaydırılan noktaların anakolunu gösterir (Sujatha & Babu (2003)'den alınmıştır).

NGC 2509 için $E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD'ı oluşturulmuş ve Şekil 3.36'da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 11.3$ mag değeri ile elde edilmiştir. Bu değer $d = 1.29$ kpc'lik bir uzaklığa karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA'da, sırasıyla, 10.26 mag ve 0.9 kpc değerleri verilmektedir.



Şekil 3.35. NGC 2509 kümesinin renk- renk diyagramı



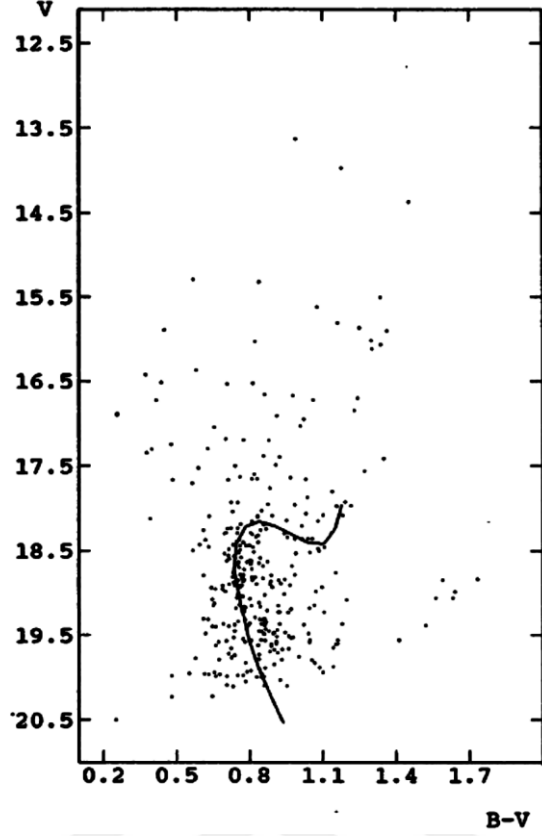
Şekil 3.36. NGC 2509 kümesinin renk- parlaklık diyagramı

3.4.3. King 2 kümesi

King 2 yoğun bir yıldız alanında bulunan sönük bir kümedir. Kaluzny (1989), King 2'nin BV sisteminde CCD fotometrisini yapmıştır. Metalliğini 0.0017 - 0.0169 aralığında alarak kümenin kıızılaşmasını $0.23 \leq E(B-V) \leq 0.50$ mag, uzaklık modülünü $15.0 \leq m - M \leq 16.0$ mag, yaşını ise $4 \leq t \leq 6$ Gyr aralığında belirlemiştir. CM diyagramında kümenin anakolu $V = 18.25$ de dönme noktasına sahiptir. Altdev kolunun $B - V = 1.2$ mag değerine kadar uzandığı görülür. $(V, B-V) = (16.0, 1.38)$ konumunda yer alan yıldız grubu kırmızı dev kolu olarak tanımlanmıştır. Farklı metallilik oranları için farklı yaşlar hesaplamıştır. Kaluzny (1989), farklı eş yaş çizgilerine ilişkin parametreleri Çizelge 3.6'daki gibi ve CMD'sini de Şekil 3.37'deki gibi vermiştir. Şekildeki düz çizgi $z = 0.01$, $E(B-V) = 0.31$ mag ve $m - M = 15.2$ mag değerleri alınarak çizdirilen 5 Gyr eş yaş çizgisidir. Kaluzny (1989)'ye göre kümenin Güneş'ten uzaklığı 7.5 kpc, gökada düzleminden uzaklığı 0.7 kpc ve gökada merkezine uzaklığı ise 14 kpc'tir.

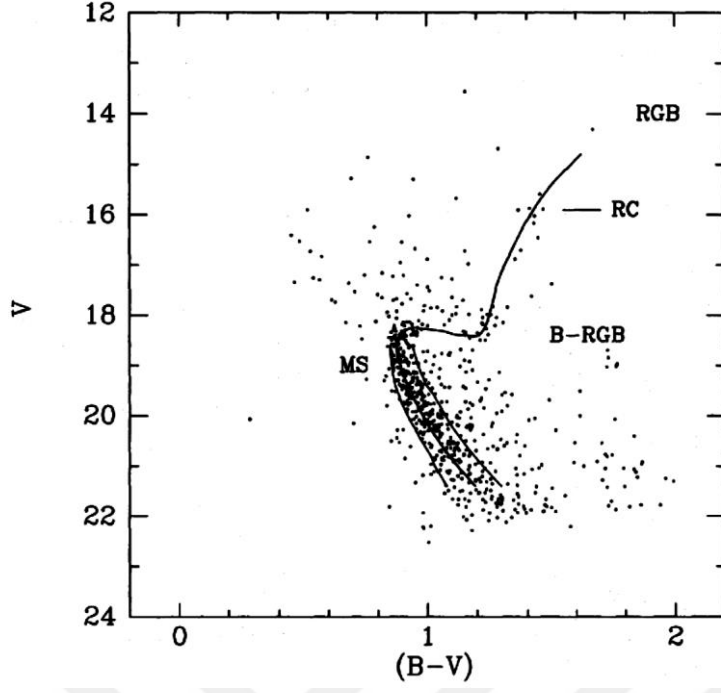
Çizelge: 3.6 King 2'nin CMD diyagramına fit edilen eş yaş eğrilerinin parametreleri (Kaluzny, 1989).

z	Age (Gyr)	$E(B-V)$	$(m-M)_V$
0.0169	5	0.25	15.1
0.0169	6	0.23	15.0
0.0100	5	0.31	15.2
0.0100	6:	0.29:	15.1:
0.006	5	0.38	15.4
0.006	6:	0.43:	15.3:
0.003	4	0.47	15.8
0.003	5:	0.43:	15.6:
0.0017	4	0.50	16.0

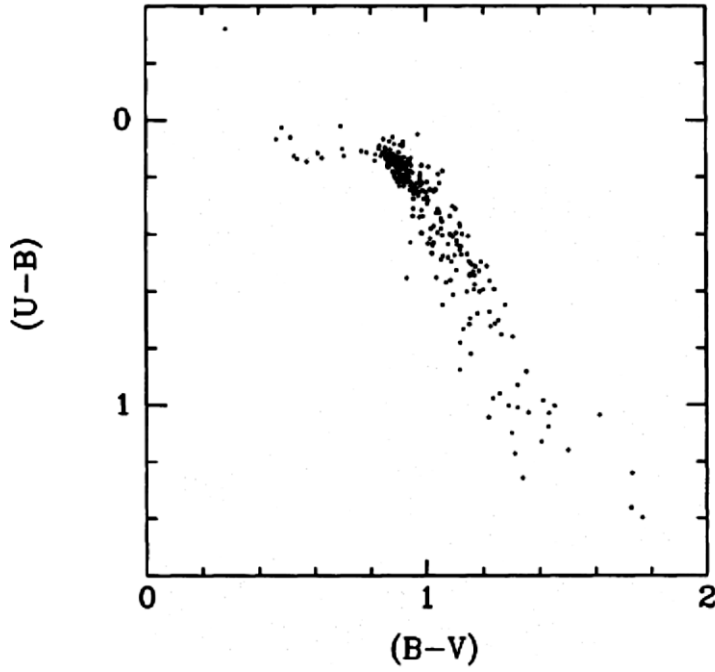


Şekil.3.37. King 2'nin renk-parlaklık diyagramı (Kaluzny 1989).

Aparicio et al. (1990), 3.5 metrelik teleskop kullanarak King 2'nin Johnson-Cousins UBVR CCD fotometrisini yapmışlardır. CM diyagramında anakol yıldızlarının $V = 18.2$ mag değerinde de kesildiği ve aynı parlaklık ve renk ölçeği $B - V$ 'nin 1.2 - 1.3 mag aralığında kırmızı dev kolunun (RGB) başladığı görülür. $V = 16$ mag, $B - V = 1.5$ mag konumunda çekirdeğinde He yakan küçük bir kırmızı yıldız grubu vardır. Kümenin Aparicio et al. (1990)'dan alınan CMD ve CCD'si sırasıyla Şekil 38 ve 39'da verilmiştir. CM diyagramındaki diğer tüm yıldızlar olasılıkla alan yıldızlarıdır. Kümenin kızıllaşmasını değişen kızıllaşma yasasını kullanarak $E(B-V) = 0.31 \pm 0.02$ mag, sabit kızıllaşma yasasını kullanarak da $E(B-V) = 0.32 \pm 0.02$ mag olarak hesaplamışlardır. Metalliğini Güneş benzeri alarak kümenin uzaklık modülünü değişen ve sabit kızıllaşma yasaları için, sırasıyla, $m - M = 13.8$ mag ve 13.75 mag olarak ve yaşını da 6.10^9 yıl olarak hesaplamışlardır.



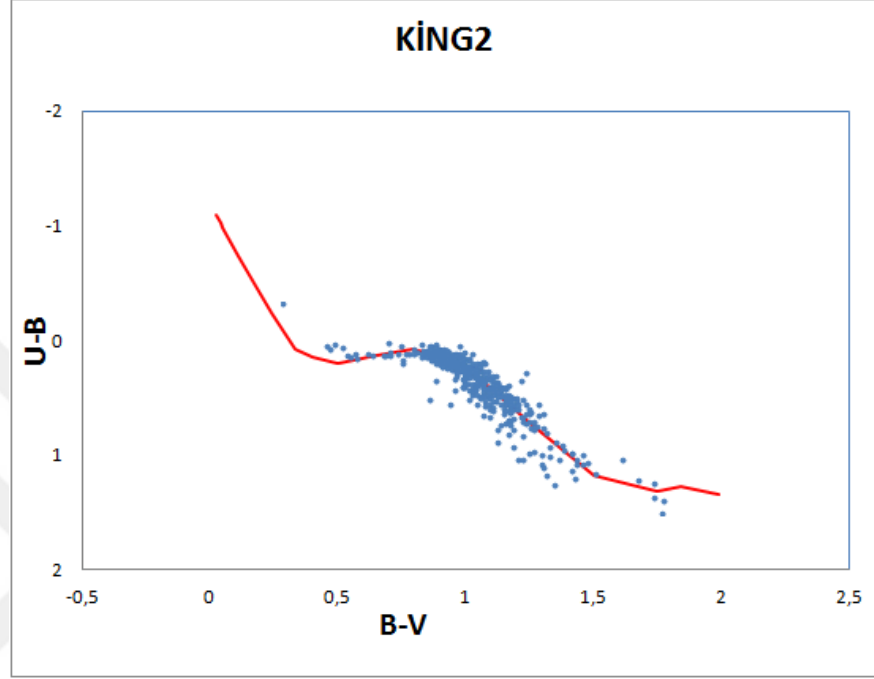
Şekil. 3.38. King 2'nin renk – parlaklık diyagramı (Aparicio et al. ,1990).



Şekil. 3.39. King 2'nin renk - renk diyagramı (Aparicio et al., 1990).

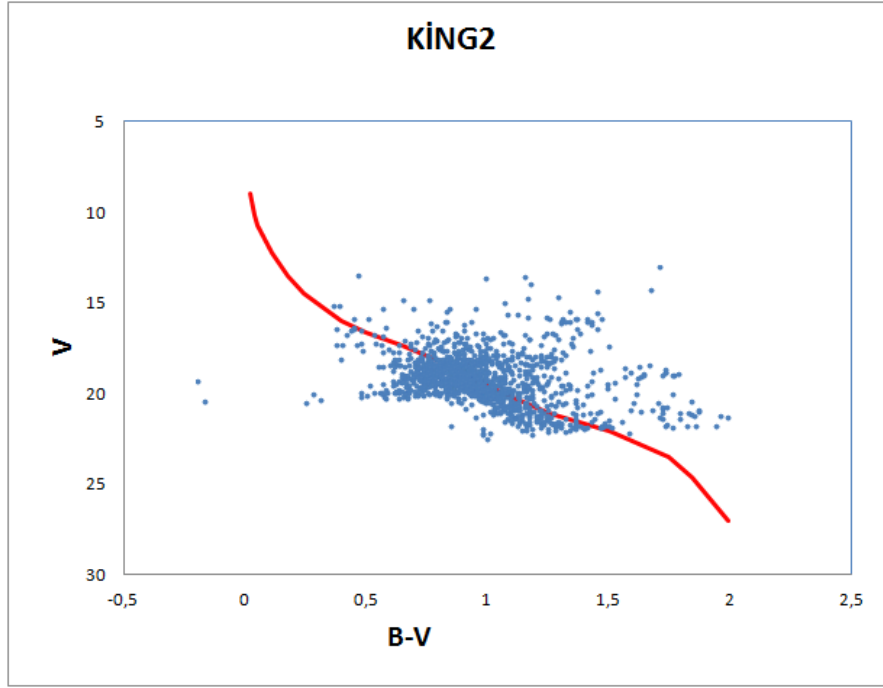
WEBDA veri tabanında King 2 açık yıldız kümesinin 1299 yıldızına ilişkin $B - V$ renk ve V parlaklıkları 516 yıldızının da $U - B$ ve $B - V$ renkleri verilmektedir. Bu yıldızlar kullanılarak kümenin CCD'ı elde edilmiş ve

Şekil 3.40’da verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum $E(U-B) = 0.10$ mag ve $E(B-V) = 0.35$ mag ile elde edilmiştir.



Şekil 3.40.King 2 kümesinin renk- renk diyagramı

King 2 için $E(B-V)$ renk artığı bu şekilde belirlendikten sonra kümenin CMD’ı oluşturulmuş ve Şekil 3.41’de verilmiştir. Kuramsal anakol ile gözlemsel anakol arasındaki en iyi uyum uzaklık modülünün $m - M = 14.7$ mag değeri ile elde edilmiştir. Bu değer $d = 5.37$ kpc’lik bir uzaklığa karşılık gelmektedir. Uzaklık modülü ve uzaklık için WEBDA’da, sırasıyla, 14.76 mag ve 5.75 kpc değerleri verilmektedir.



Şekil 3.41.King 2 kümesinin renk- parlaklık diyagramı

4. H_β - M_v İLİŞKİSİ İLE UZAKLIK HESAPLAMALARI

Bu grupta seçilen örnek kümeler; Hyades, Pleiades, Coma Berenices ve IC 1590 açık yıldız kümeleridir.

4.1. Hyades kümesi

Hyades açık yıldız kümesine ait WEBDA' dan 7 yıldıza ilişkin H_β parametreleri ile V parlaklıkları alınmıştır. Bölüm 2.3.'de elde edilen $\beta - M_v$ bağıntısının katsayı değerleri Çizelge 4.1 'de verilmiştir. Söz konusu katsayılar ile kümenin $H_\beta \geq 2.85$ olan yıldızlarına ilişkin hesaplanan salt parlaklık ve uzaklık modülleri Çizelge 4.2'dir . Hyades açık kümesinin uzaklık modülü $m_v - M_v = 3.33$ mag. olarak bulunmuştur. Bu değer renk-parlaklık diyagramından elde edilen uzaklık modülü $m-M = 3.15$ mag. değeri ile karşılaştırıldığında uyumun çok iyi olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1. $\beta - M_v$ ilişkisi katsayıları

Katsayı değerleri	
a =	-464.7398
b =	5245.1248
c =	-22233.9899
d =	41963.5760
e =	-29758.4027

Çizelge 4.2. Hyades kümesinin değerleri

No	H_β	V	$M_v(\text{teo})$	$V-M_v$	Ref
108	2.852	4.69	1.059	3.632	3
169	2.853	4.12	1.066	3.055	3
82	2.856	4.79	1.086	3.704	1
47	2.857	4.80	1.093	3.708	4
54	2.867	4.22	1.155	3.066	6
104	2.870	4.27	1.172	3.099	1
56	2.889	4.30	1.262	3.038	8

4.2. Coma Berenices kümesi

Coma Berenices açık kümesinin WEBDA ‘ dan 10 yıldıza ilişkin H_β parametreleri ile V parlaklıkları alınmıştır. Çizelge 4.1’de verilen katsayı değerleri kullanılarak kümenin söz konusu yıldızlarına ilişkin salt parlaklıkları ve uzaklık modülleri hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Coma Berenices kümesinin uzaklık modülü $m_v - M_v = 5.01$ mag. olarak elde edilmiştir. Söz konusu kümenin renk-parlaklık diyagramından bulunan uzaklık modülü $m-M = 4.95$ mag. değeri ile karşılaştırıldığında uyumun çok iyi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. Coma Berenices kümesinin değerleri

No	H_β	V	$M_v(\text{teo})$	$V-M_v$	Ref
10	2.860	6.03	1.114	4.916	1,3,5,166,465,480
62	2.876	6.27	1.206	5.060	1,3,5,166,480
68	2.853	6.66	1.068	5.594	3,5,10,166,465
139	2.857	6.70	1.095	5.608	3,5,10,50,166,465
144	2.856	6.53	1.088	5.445	1,3,5,10,50,166,480
145	2.847	6.64	1.025	5.610	3,5,10,50,166,233,465,480
146	2.851	5.29	1.054	4.240	3,5,10,42,50,233
160	2.906	5.45	1.316	4.137	1,3,5,10,50
183	2.886	6.29	1.252	5.036	1,3,5,10,166,465,480
387	2.903	5.78	1.309	4.471	1,10,284

4.3. Pleiades kümesi

Pleiades açık kümesinin WEBDA ‘ dan 20 yıldıza ilişkin ($H_\beta \leq 2.909$ olan yıldızlar) H_β değerleri ile V parlaklıkları alınmıştır. Çizelge 4.1 ‘de verilen katsayılar kullanılarak kümenin söz konusu yıldızlarına ilişkin hesaplanan salt parlaklıkları ve uzaklık modülleri Çizelge 4.4’ de verilmiştir. Pleiades kümesinin uzaklık modülü $m_v - M_v = 6.12$ mag. olarak elde edilmiştir. Bu değerler renk-parlaklık diyagramından elde edilen uzaklık modülü $m-M = 5.80$ mag. değeri ile karşılaştırıldığında uyumun çok iyi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.4. Pleiades kümesinin değerleri

No	H _β	V	M _v (teo)	V-M _v	Ref
1425	2.862	7.76	1.125	6.636	2
2866	2.867	6.92	1.155	5.765	2
717	2.869	7.17	1.166	6.004	2
652	2.872	8.03	1.183	6.847	3
3316	2.874	7.73	1.193	6.537	1
1876	2.875	6.95	1.198	5.752	2
1431	2.877	6.82	1.209	5.612	5
2289	2.88	7.97	1.223	6.747	2
3306	2.88	6.5	1.223	5.277	3
232	2.881	8.05	1.228	6.822	3
153	2.882	7.51	1.232	6.278	1
1397	2.891	7.25	1.269	5.981	2
804	2.892	7.84	1.273	6.567	2
2220	2.894	7.52	1.280	6.240	2
801	2.899	6.84	1.296	5.545	1
1375	2.899	6.29	1.296	4.995	3
1380	2.899	6.99	1.296	5.695	2
2488	2.905	7.54	1.311	6.229	2
1028	2.907	7.36	1.315	6.045	3
1084	2.909	8.13	1.319	6.811	2

4.4. IC1590 kümesi

IC 1590 açık kümesinin WEBDA ‘ dan 1 yıldız için H_β değeri ve V parlaklığı alınmıştır. Çizelge 4.1 ‘de verilen katsayı değerleri kullanılarak kümenin söz konusu yıldızına ilişkin hesaplanan salt parlaklık ve uzaklık modülü Çizelge 4.5’ de verilmiştir. IC 1590 kümesinin elde edilen uzaklık modülü $m_v - M_v = 12.78$ mag. ile renk-parlaklıktan elde edilen uzaklık modülü $m - M = 13.50$ mag. değeri karşılaştırıldığında uyumun çok iyi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.5. IC1590 kümesinin değerleri

No	Ref	H _β	V	M _v (teo)	V-M _v
248	549	2.583	7.911	-4.8717	12.7827

5. SONUÇLAR

Seçilen 12 açık yıldız kümesine ilişkin CCD ve CMD grafikleri oluşturulmuş ve anakolların çakıştırılması yöntemi uygulanarak kızıllaşma ve uzaklık modülleri elde edilmiştir. Küme üyeliği konusunda ayrıca bir çalışma yapılmadığından dolayı her bir küme için WEBDA'da verilen bütün yıldızlar diyagramlarda gösterilmiştir. Bu diyagramlardaki kimi yıldızların küme üyesi olmayabileceği unutulmamalıdır. Anakolların çakıştırılması deneme ve yanılma yolu ile yapılmış ve en iyi çakışmaya bu yolla karar verilmiştir. Söz konusu 12 kümeye ilişkin olarak elde edilen kızıllaşma, uzaklık modülü ve uzaklık değerleri, WEBDA değerleri ile karşılaştırmalı olarak Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Son olarak Hyades, Coma Berenis, Pleiades ve IC 1590 açık yıldız kümelerinin $\beta - M_v$ ilişkisi kullanılarak elde edilen uzaklık modülü ve uzaklık değerlerinin, söz konusu kümelerin CMD'lerinden elde edilen ve WEBDA'da verilen değerler ile karşılaştırması Çizelge 5.2'de verilmiştir,

Çizelge 5.1. Tez kapsamında seçilen kümelere ilişkin bu çalışmada elde edilen ve WEBDA'da verilen değerleri.

	Küme adı	Bu Çalışma				WEBDA			
		$E(U-B)$	$E(B-V)$	$m-M$	d (pc)	$E(B-V)$	$m-M$	d (pc)	logt
En yakın	Hyades	0,02	0	3,15	42,66	0,010	3,30	45	8,896
	Pleiades	0,025	0,035	5,8	137,7	0,030	5,97	150	8,131
	Coma Ber	0,008	0,01	4,95	96,4	0,013	4,95	96	8,652
En uzak	Arp Madore 2	0,32	0,53	17,1	12647	0,570	17,39	13341	9,335
	Tombaugh 2	0,2	0,3	16	10471	0,08	15,86	13260	9,01
	Shorlin 1	0,15	0,22	12,5	2333	1,6	20,46	12600	-
En genç	NGC 6618	0,22	0,3	12	1660	1,51	15,25	1300	6,00
	IC 1590	0,25	0,35	13,5	3090	0,32	13,33	2940	6,54
	Berkeley 7	0,53	0,74	14,5	2858	0,8	14,53	2570	6,60
En yaşlı	Berkeley 17	0,36	0,47	13,4	2500	0,7	14,33	2700	10,08
	NGC 2509	0,1	0,25	11,3	1290	0,15	10,26	912	9,90
	King 2	0,1	0,35	14,7	5370	0,31	14,76	5750	9,78

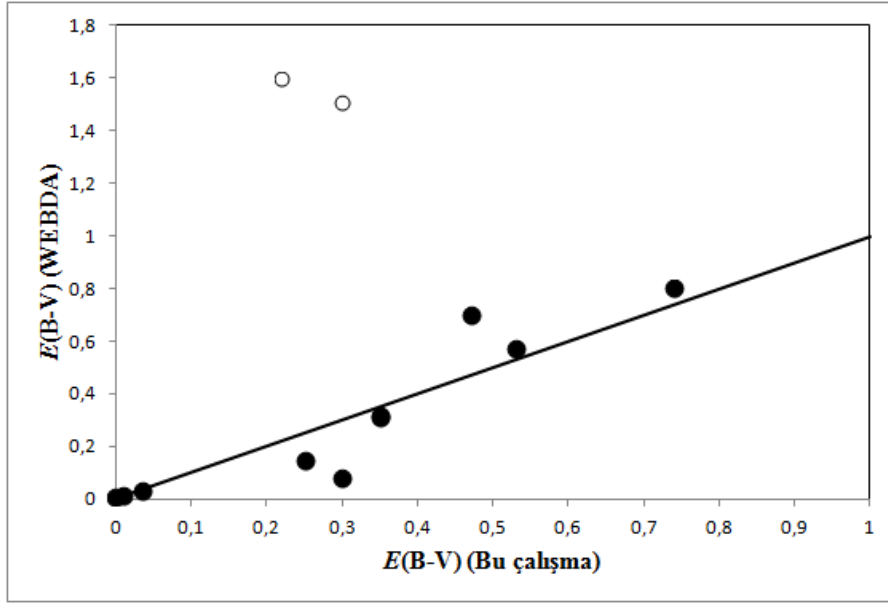
Çizelge 5.2. Dört kümenin $\beta - M_V$ ilişkisi ile belirlenen uzaklıklarının, CMD yöntemiyle elde edilen ve WEBDA'da verilen değerler ile karşılaştırması.

Küme	$m-M$			d (pc)		
	$\beta - M_V$ ilişkisinden	CMD'den	WEBDA'dan	$\beta - M_V$ ilişkisinden	CMD'den	WEBDA'dan
Hyades	3,3	3,15	3,3	45	42,66	45
Coma Ber.	5,01	4,95	4,95	99	96,4	96
Pleiades	6,12	5,8	5,97	157	137,7	150
IC 1590	12,78	13,5	13,33	2218	30 90	2940

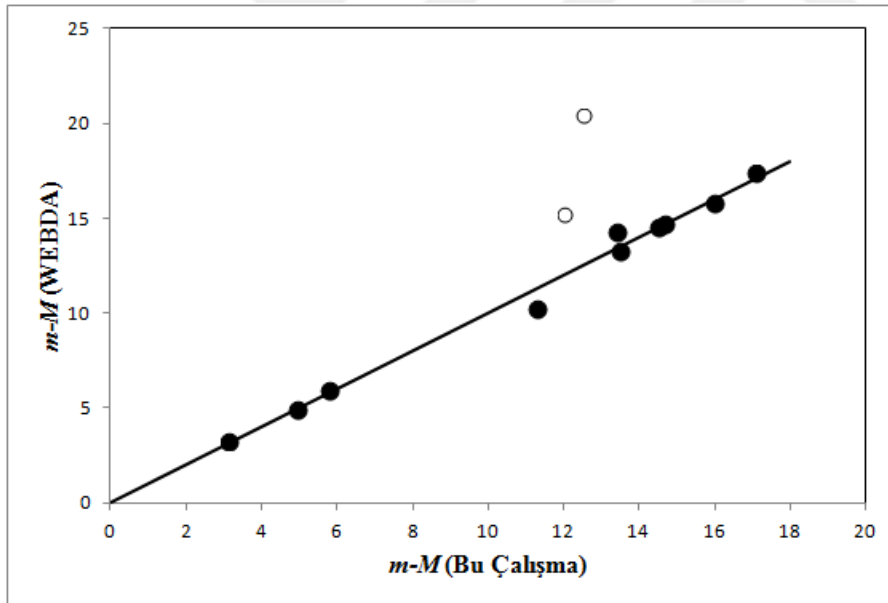
Bu çalışmada elde edilen renk artıklarının WEBDA'da verilenlerle karşılaştırması Şekil 5.1'de verilmiştir. Shorlin 1 ve NGC 6618 kümeleri için WEBDA'da verilen değerler bizim elde ettiklerimizden oldukça büyüktür. Bu iki kümeyi hariç tuttuğumuzda diğer kümeler için elde edilen kızıllaşma miktarlarının, WEBDA verileriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Shorlin 1 kümesi en uzak kümeler arasında iken NGC 6618 ise en genç kümeler arasındadır. Shorlin 1 kümesi için WEBDA'da verilen değer aslında bu kümeye ilişkin olmayıp, aynı bölgede fakat çok daha uzakta yer alan bir grup yıldız ilişkindir (Shorlin et al., 2004). Carraro & Costa (2009), bölgede yer alan yıldızların aslında üç farklı gruba ait olduklarını ifade etmiş ve bu grupları Grup A, Grup B ve Grup C olarak belirtmişlerdir. Bizim verdiğimiz kızıllaşma değeri Grup A ve Grup B'yi birlikte temsil eden değer iken WEBDA'da verilen değer ise literatürde Grup C için verilen değer ile uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Ogura & Ishida (1976), M17 (NGC 6618) alanındaki 700 yıldızın UBV fotometrisini yapmış ve NGC 6618 salma bulutsusu bölgesinin kızıllaşması için $E(B-V) = 0.34$ mag, değerini elde etmiştir. Bizim elde ettiğimiz değer de Ogura & Ishida (1976) tarafından elde edilen ile uyumludur. Bununla birlikte küme bölgesi için WEBDA'da, muhtemelen hatalı olarak, $E(B-V) = 1.51$ mag değeri verilmektedir.

Kızıllaşma değerlerine paralel olarak elde ettiğimiz uzaklık modülleri de WEBDA'da verilenler ile Şekil 5.2'de karşılaştırılmıştır. Shorlin 1 ve NGC 6618 için yukarıda söylenilen durum bu karşılaştırma için de geçerlidir. Bu iki küme hariç tutulduğunda elde edilen uzaklık modüllerinin WEBDA verileriyle son derece uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 5.1. Bu çalışmada elde edilen renk artıklarının WEBDA verileri ile karşılaştırması. Shorlin 1 ve NGC 6618 kümeleri içi boş daireler ile gösterilmiştir.



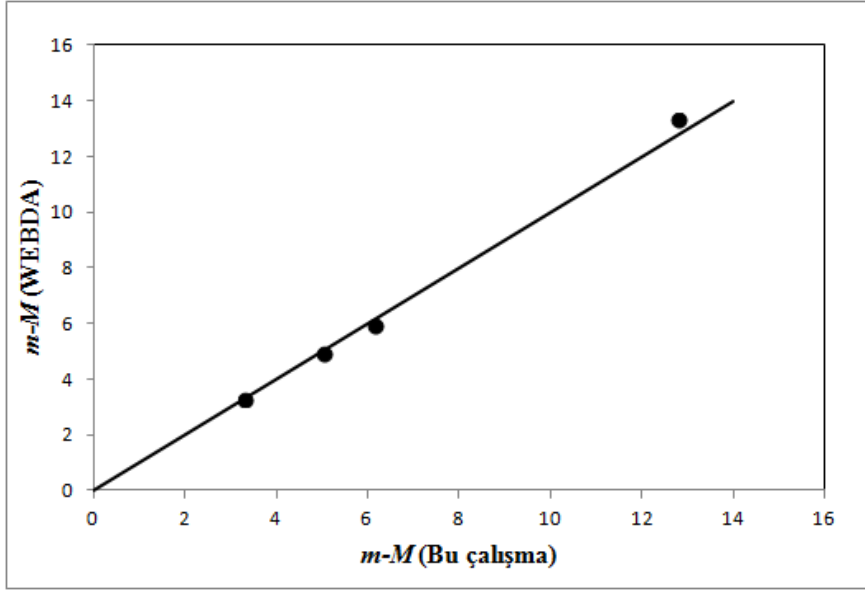
Şekil 5.2. Bu çalışmada elde edilen uzaklık modüllerinin WEBDA verileri ile karşılaştırması. Shorlin 1 ve NGC 6618 kümeleri içi boş daireler ile gösterilmiştir.

Kümelerin uzaklıklarının belirlenmesinde, daha doğrusu yıldızların mutlak parlaklıklarının belirlenmesinde, yararlı bir yöntem de H_β fotometrisidir. B0 – A1 yıldızları için bu fotometride tanımlanan β parametresi ile mutlak parlaklık arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Bununla birlikte dar band ışık ölçüm nispeten

parlak yıldızlar için uygun olduğundan uzak ve sönük yıldızlardan oluşan kümeler için yöntem başarısız kalmaktadır. Tez kapsamında incelediğimiz 12 kümeden yalnızca dört tanesinde yeterli miktarda H_β fotometrisi yapılmıştır. WEBDA'dan alınan bu veriler kullanılarak söz konusu yıldızların uzaklık modülleri $\beta - M_v$ ilişkisi ile elde edilmiştir. Çizelge 5.2'de verilen uzaklık modüllerinin WEBDA verileriyle karşılaştırması Şekil 5.3'te gösterilmiştir. Uyum son derece güçlüdür. Bununla birlikte B0 – A1 yıldızları için geçerli olan $\beta - M_v$ ilişkisinin duyarlılığının ancak $\beta > 2.8$ mag koşulunu sağlayan yıldızlar (A0 – A1 yıldızları) için istenen düzeyde olduğunu belirtmek gerekir. Başka bir deyişle B türü yıldızlar için $\beta - M_v$ ilişkisi istenen duyarlığa sahip değildir.

Tombaugh 2 kümesine ilişkin olarak WEBDA'da 3263 yıldızın (V, B – V) verileri varken (B – V, U – B) verileri olan yıldız sayısı yalnızca 292'dir. Kümeye ilişkin bu verilerle oluşturulan CMD'da yalnızca tek bir küme varsayımı ile uzaklık modülü $m - M = 16$ mag olarak elde edilmiştir. Kümenin verileri mevcut olan 292 yıldız ile oluşturulan CCD'da ise kızıllaşma miktarı $E(B - V) = 0.3$ mag olarak belirlenmiştir. Şekil 3.17'den de anlaşılacağı üzere renk artığı ve uzaklık modülünün bu değerleri 3263 yıldızın tamamını temsil etmekten uzaktır. Bu nedenle, Tombaugh 2 bölgesinde gözlenen yıldızların üç farklı gruba (küme) dahil oldukları varsayılmış ve söz konusu olası üç kümeye ilişkin parametreler ayrı ayrı belirlenmiş ve Çizelge 3.3'te verilmiştir. Tombaugh 2 için önerdiğimiz üç farklı küme önerimizin fotometri, tayf ve astrometrik gözlemler ile araştırılması gerekmektedir.

Bizim çalışmamız kümelerin fotometrisine ve bu yolla elde edilen küme CCD ve CMD'larına dayanmaktadır. Burada en büyük belirsizlik, diyagramlara dahil edilen yıldızların küme üyesi olup olmadıkları konusunda yatmaktadır. Bu bağlamda bir kümeye ilişkin böylesi bir çalışmada farklı yöntemler kullanılarak küme bölgesinde yer alan yıldızların küme üyesi olup olmadıklarının denetlenmesi, sağlıklı sonuç alınabilmesi için zorunlu görünmektedir. Bu durum en iyi Shorlin 1 ve Tombaugh 2 kümelerinde açıkça görülmektedir.



Şekil 5.3. Hyades, Coma Berenices, Pleiades ve IC 1590 kümeleri için β - M_v ilişkisi ile elde edilen uzaklık değerlerinin WEBDA'da verilenler ile karşılaştırması.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adler D. S. and Janes K. A.**, 1982, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 94, 905
- Ahumada, J. A.**, 2000, Stellar Clusters and Associations: Convection, Rotation, and Dynamos. Proceedings from ASP Conference, 198, 43
- Andreuzzi , G., Bragaglia,A., Tosi,M., Marconi,G.**, 2011, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 412, 1265
- Aparicio, A., Bertelli, G., Chiosi, C., Garcia-Pelayo, J. M.**, 1990, Astronomy and Astrophysics, 240, 262
- Artyukhina, N.M.**, 1955, Trudy Gosudarstvennogo Astronomicheskogo Instituta, 26, 3
- Baraffe, I., Chabrier, G., Allard, F., Hauschildt, P. H.**, 1998, Astronomy and Astrophysics, 337, 403
- Becker W.**, 1963, Zeitschrift für Astrophysik, 58, 202
- Bellazzini,M., Ibata,R., Monaco,L., Martin,N., Irwin,M.J., and Lewis, G.F.**, 2004, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 354, 1263
- Bica E., Dutra C.M., Barbay B.**, 2003, Astronomy and Astrophysics, 397, 177
- Bica E., Santiago B.X., Dutra C.M., Dottori H., de Oliveira M.R., Pavani D.**, 2001, Astronomy and Astrophysics, 366, 827
- Boesgaard, A.M.**, 1989, The Astrophysical Journal, 336, 798.
- Bounatiro, L., and Arimoto, N.**, 1993, Astronomy and Astrophysics, 268, 829

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Bragaglia, A., Tosi, M., Andreuzzi, G., Marconi, G.,** 2006, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 368, 1971
- Brandt, T. D. and Huang, Chelsea X.,** 2015 The Astrophysical Journal, 807, 24
- Brown, A.; Perryman, M. A. C.,** 1997, American Astronomical Society, 191st AAS Meeting, Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 29, p.1339
- Carraro, G. and Costa, E.,** 2007, Astronomy and Astrophysics, 464, 573
- Carraro, G. and Costa, E.,** 2009, Astronomy and Astrophysics, 493, 71-78
- Chen L., Hou J.L., Wang J.J.,** 2003, Astronomical Journal 125, 1397
- Crawford, D.L.,** 1960, Astrophysical Journal, 132, 66C
- Cox, A. N. and Pilachowski, C. A.,** 2000, Physics Today, 53, 77.
- Dahm, S. E.,** 2015, The Astrophysical Journal, 813, 108.
- Deluca, E. E., and Weis, E. W.,** 1981, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 93, 32
- Dias W.S., Alessi B.S., Moitinho A., Lépine J.R.D.,** 2002, Astronomy and Astrophysics 389, 871
- Fernie, J. D.,** 1965, Astronomical Journal, 70, 575
- Friel, E.F. and Boesgaard, A.M.,** 1992, The Astrophysical Journal, 387, 170.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Frinchaboy P. M., Majewski S. R., Crane J. D., Reid I. N., Rocha-Pinto H. J., Phelps R. L., Patterson R. J., Muñoz R. R., 2004, The Astrophysical Journal, 602, L21**
- Frinchaboy, P. M., Marino, A. F., Villanova, S., et al., 2008, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 391, 39**
- Gratton, R.G. and Ortolani, S., 1998, Astronomy and Astrophysics, 342, 299**
- Guetter, H.H. and Turner, D.G., 1997, Astronomical Journal, 113, 2116**
- Hanson, M. M., Howarth, I. D., Conti, P. S., 1997, The Astrophysical Journal, 489, 698**
- Johnson, H. M., 1973, The Astrophysical Journal 182, 497**
- Kaluzny, J., 1989, Acta Astronomica, 39, 13**
- Kaluzny, J., 1994, Acta Astronomica, 44, 247**
- Kharchenko, N. V., Piskunov, A. E., Röser, S., Schilbach, E., and Scholz, R.-D., 2004, Astronomische Nachrichten, 325, 740**
- Kharchenko, N. V., Piskunov, A. E., Röser, S., Schilbach, E., and Scholz, R.-D., 2012, Advancing the Physics of Cosmic Distances Proceedings IAU Symposium No. 289, Richard de Grijs, ed.**
- Kharchenko, N. V., Piskunov, A. E., Schilbach, E., Röser, S., and Scholz, R.-D., 2013, Astronomy and Astrophysics, 558, A53**
- Kharchenko, N. V., Scholz, R.-D., Piskunov, A. E., Röser, S., and Schilbach, E., 2007, Astronomische Nachrichten, 328, 889**

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kılıçoğlu,T., Monier, R., Gebran,M.,Fossati,H.,** 2014, Proceedings of the Annual meeting of the French Society of Astronomy and Astrophysics. Eds.: J. Ballet, F. Martins, F. Bornaud, R. Monier, C. Reylé, pp.479-482
- Kiran, E., Harmanec, P., Degirmenci, Ö. L., Wolf, M., Nemravová, J. Slechta, M. Koubský, P.,** 2016, Astronomy and Astrophysics, 587, 127
- Krausberg, Z. A. C., and Chaboyer, B.,** 2006, Astronomical Journal, 131, 156
- Kubiak M., Kaluzny J., Krzeminski W., Mateo M.,** 1992, Acta Astronomica, 42,155
- Lata, S., Pandey, A.K., Sharma, S., Bonatto, C., Yadav. R. K.,** 2014, New Astronomy, 26, 77.
- Lee,M.G.,**Astronomical Journal, 1997, 113,729
- Loktin A.V.,** 1997, Astron. Astrophys. Trans. 14, 181
- Madore,B.F. and Arp,H.C.,** 1979, The Astrophysical Journal,227,L103
- Melis, C., Reid, M. J., Mioduszewski, A. J., Stauffer, J. R., and Bower, G. C.,** 2014, Sci, 345, 1029.
- Melnikov, S. and Eislöffel, J.,** 2012, Astronomy and Astrophysics, 544, A111
- Melotte,** 1915, Mem. RAS, 60, 181
- Moitinho, A.,** 2009, Proceedings IAU Symposium No. 266, 106
- Narayanan, V. and K.; Gould, A.,** 1999, Astrophysical Journal, 523, 328
- Odenkirchen, M., Soubiran, C., and Colin, J.,** 1998, New A, 3, 583-599

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Ogura, K. and Ishida, K.,** 1976, Publications of the Astronomical Society of Japan 28, 35
- Ortolani, S., Bica, E., and Barbuy, B.,** 1995, Astronomy and Astrophysics, 300, 726
- Phelps, R. L. & Janes, K. A.,** 1994, The Astrophysical Journal, 90, 31.
- Phelps, R. L.,** 1997, The Astrophysical Journal, 483, 826
- Porras A., Christopher M., Allen L., Di Francesco J., Megeath S.T., Myers P.C.,** 2003, Astronomical Journal 126, 1916
- Reylé C. and Robin A.C.,** 2002, Astronomy and Astrophysics 384, 403
- Ruprecht J.,** 1966, Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia, 17, 33
- Schilbach, E. and Röser, S.,** 2012, Astronomy and Astrophysics, 537A., 129
- Shapley, H.,** 1918, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 30, 42
- Sharma, S., Pandey, A. K., Pandey, J. C., Chauhan, N., Ogura, K., Ojha, D. K., Borrissova, J., Mito, H., Verdugo, T., Bhatt, B.C.,** 2012, Publications of the Astronomical Society of Japan, 64, 107
- Shorlin, S. L., Turner, D. G., Pedreros, M. H.,** 2004, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific 116, 170
- Snell R.L., Carpenter J.M., Heyer M.H.,** 2002, The Astrophysical Journal 578, 229

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Subramaniam A., Gorti U., Sagar R., Bhatt H.C., 1995, Astronomy and Astrophysics, 302, 86

Sujatha, S. and Babu, G. S. D., 2003, Bulletin of the Astronomical Society of India, 31, 9

Tadross, A. L., 2005, Journal of the Korean Astronomical Society, 38, 357

Taylor, B.J. and Joner, M.D., 2002, Bulletin of the American Astronomical Society, 34, 655

Tombaugh C., 1938, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 50, 171

Trumpler, R. J., 1925, The Publications of the Astronomical Society of the Pacific 37, 307

Trumpler, R. J., 1930, Lick Observatory Bulletin, 14, 154

Trumpler, R. J., 1938, Lick Observatory Bulletin, 18, 167

Van den Bergh, S. & Lafontaine, A., 1984, Astronomical Journal 89, 1822

van Leeuwen, F., 1999, Astronomy and Astrophysics, 341, L71.

van Leeuwen, F., 2009, Astronomy and Astrophysics, 497, 209V

Villanova S., Randich S., Geisler D., Carraro G., Costa E., 2010, Astronomy and Astrophysics, 509, A102

Zhu, Z., 2009, Research in Astronomy and Astrophysics, Vol 9, No. 2, 1285.

ÖZGEÇMİŞ

Seza TAHMAZOĞLU SIR 08.09.1977 tarihinde Ordu, Ünye’de doğdu. Lisans öğrenimine 1995 yılında Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri bölümünde başladı. 2001 yılından beri Milli Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda Matematik öğretmeni olarak görevini sürdürmektedir.