



T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü



# BAZI AÇIK KÜMELERİN FOTOMETRİK İNCELEMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Savaş TEMEL

Astronomi ve Uzay Bilimleri  
Genel Astronomi Ana Bilim Dalı

İzmir  
2024

T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü

# BAZI AÇIK KÜMELERİN FOTOMETRİK İNCELEMESİ

Adı SOYADI: Savaş TEMEL

Danışman: Prof. Dr. Ömer Lütfi DEĞİRMENCİ

Anabilim Dalı Adı: Astronomi ve Uzay Bilimleri  
Programın Adı: Genel Astronomi Tezli Yüksek Lisans

İzmir  
2024

**ÖZET****BAZI AÇIK KÜMELERİN FOTOMETRİK İNCELEMESİ**

TEMEL, Savaş

Yüksek Lisans Tezi, Astronomi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer Lütfi Değirmenci

Eylül 2024, 49 sayfa

Bu tez çalışmasında Alpha Persei, Pleiades, Hyades, Melotte 111, NGC 4755, NGC 1502 ve NGC 6823 açık yıldız kümeleri incelenmiştir. UBV fotometrisi ve  $\beta$  renk ölçeği kullanılarak bu kümelere ait kızıllaşma, toplam yıldızlararası soğurma, uzaklık modülleri, yaklaşık uzaklıklar ile yaşları belirlendi. Veri sayısı 50'nin üzerinde olan ilk beş kümenin kütle fonksiyonu iki farklı yöntemle (bkz. Bölüm 1.2) belirlendi. Kullanılan veriler, WEBDA veri tabanı üzerinden alındı.

Açık yıldız kümeleri astrofizik açıdan oldukça önemlidirler. Küme yıldızlarından çıkan ışık bize ulaşmaya kadar hemen hemen aynı yıldızlararası ortamdandır, onların bize olan uzaklıkları hemen hemen aynıdır ve gözlenen yıldızlar hemen hemen aynı yaşadılar. Üstelik çağdaş gözlem teknolojisi (CCD) ile alan yıldızlarına kıyasla, tek seferde çok sayıda yıldızın gözlemi yapılabilir. Bu bağlamda, açık yıldız kümeleri, ilk paragrafta bahsi geçen parametreleri belirlemek adına oldukça kullanışlıdır.

Tez konusu açık yıldız kümelerine ilişkin literatür bilgisine Bölüm 2'de, kullanılan yöntem ve temel varsayımlara ise Bölüm 3'te yer verilmiştir. Her bir kümeye ilişkin bulgular küme başlıkları altında Bölüm 4'te sunulmuştur. Literatür ile ayrışmanın önemli görüldüğü birtakım sonuçlar da yine bu bölümde verilmiştir. Genel sonuçlar ve tartışma kısmı Bölüm 5'te verilmiştir. Tez çalışmasına konu olan kümelerin incelenmesi sonucunda elde edilen tüm veriler de bir tablo halinde bu bölümde listelenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Işıkölçüm, açık yıldız kümeleri, kütle fonksiyonu, uzaklık, uzaklık modülü, kızıllaşma, yıldızlararası soğurma, eş-yaş eğrisi.

**ABSTRACT****PHOTOMETRIC INVESTIGATION OF SOME OPEN CLUSTERS**

TEMEL, Savaş

Master Thesis, Department of Astronomy

Thesis Advisor: Prof. Dr. Ömer Lütfi Değirmenci

September 2024, 49 pages

In this thesis, the open star clusters Alpha Persei, Pleiades, Hyades, Melotte 111, NGC 4755, NGC 1502 and NGC 6823 were analyzed. Using UBV photometry and  $\beta$  color index, the reddening, total interstellar absorption, distance moduli, approximate distances and ages of these clusters were determined. The mass functions of the first five clusters having more than 50 data were determined by two different methods (see Section 1.2). The data used were obtained from the WEBDA database.

Open star clusters are very important in astrophysics. Light from cluster stars passes through almost the same interstellar medium until it reaches us, their distances to us are almost the same, and the observed stars are almost the same age. Moreover, with modern observing technology (CCD), many more stars can be observed at one time than field stars. In this context, open star clusters are very useful for determining the parameters mentioned in the first paragraph.

The literature on open star clusters is presented in Chapter 2, while the methodology and basic assumptions are presented in Chapter 3. The findings for each cluster are presented under cluster headings in Chapter 4. Some results where divergence with the literature is considered important are also presented in this section. General conclusions and discussion are given in Chapter 5. All the data obtained as a result of the examination of the clusters subject to the thesis study are also listed in a table in this chapter.

**Key words:** Photometry, open stellar clusters, mass function, distance, distance modulus, reddening, interstellar absorption, isochrone.

**İÇİNDEKİLER**

1. GİRİŞ.....	1
1.1 Fotometrinin anlam ve önemi.....	1
1.2 Amaç ve kapsam.....	5
2. GENEL BİLGİLER.....	6
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	8
4. BULGULAR .....	10
4.1 Alpha Persei.....	10
4.2 Pleiades.....	16
4.3 Hyades (Melotte 25) .....	21
4.4 Melotte 111 (Coma Ber).....	26
4.5 NGC 4755.....	31
4.6 NGC 1502.....	38
4.7 NGC 6823.....	40
5. GENEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	43
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	46
TEŞEKKÜR .....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	49

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.1 Hız bileşenlerinin gösterimi.....	1
1.1.2 Elektromanyetik tayf ve birtakım özellikleri.....	2
4.1.1 Alpha Persei açık yıldız kümesinin Webda üzerinden alınan görüntüsü .....	10
4.1.2 Alpha Persei açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı .....	10
4.1.3 Alpha Persei açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı .....	11
4.1.4 Alpha Persei açık yıldız kümesinin parlaklık-beta diyagramı.....	12
4.1.5 Alpha Persei açık yıldız kümesinin HR diyagramı .....	13
4.1.6 Alpha Persei açık yıldız kümesinin kütle dağılımı.....	13
4.1.7 Alpha Persei açık yıldız kümesinin eş-yaş eğrisi .....	15
4.2.1 Pleiades açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü .....	16
4.2.2 Pleiades açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı .....	16
4.2.3 Pleiades açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı .....	17
4.2.4 Pleiades açık yıldız kümesinin parlaklık-beta diyagramı.....	17
4.2.5 Pleiades açık yıldız kümesinin HR diyagramı.....	18
4.2.6 Pleiades açık yıldız kümesinin kütle dağılımı .....	19
4.2.7 Pleiades açık yıldız kümesinin eş-yaş eğrisi.....	20
4.3.1 Hyades açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü .....	21

4.3.2 Hyades açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı.....	22
4.3.3 Hyades açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı.....	22
4.3.4 Hyades açık yıldız kümesinin parlaklık-beta diyagramı .....	23
4.3.5 Hyades açık yıldız kümesinin HR diyagramı .....	23
4.3.6 Hyades açık yıldız kümesinin kütle dağılımı .....	24
4.3.7 Hyades açık yıldız kümesinin eş-yaş eğrisi.....	25
4.4.1 Melotte 111 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü .....	26
4.4.2 Melotte 111 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı .....	26
4.4.3 Melotte 111 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı .....	27
4.4.4 Melotte 111 açık yıldız kümesinin parlaklık-beta diyagramı.....	27
4.4.5 Melotte 111 açık yıldız kümesinin HR diyagramı .....	28
4.4.6 Melotte 111 açık yıldız kümesinin kütle dağılımı .....	29
4.4.7 Melotte 111 açık yıldız kümesinin eş-yaş eğrisi .....	30
4.5.1 NGC 4755 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü .....	31
4.5.2 NGC 4755 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı .....	31
4.5.3 NGC 4755 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı .....	32
4.5.4 NGC 4755 açık yıldız kümesinin parlaklık-beta diyagramı.....	32
4.5.5 NGC 4755 açık yıldız kümesinin c- $\beta$ diyagramı .....	33
4.5.6 NGC 4755 açık yıldız kümesinin HR diyagramı .....	34

4.5.7 NGC 4755 açık yıldız kümesinin kütle dağılımı .....	35
4.5.8 NGC 4755 açık yıldız kümesinin eş-yaş eğrisi .....	36
4.6.1 NGC 1502 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü .....	38
4.6.2 NGC 1502 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı .....	38
4.6.3 NGC 1502 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı .....	39
4.6.4 NGC 1502 açık yıldız kümesinin parlaklık-beta diyagramı.....	39
4.7.1 NGC 6823 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü .....	40
4.7.2 NGC 6823 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı .....	40
4.7.3 NGC 6823 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı .....	41
4.7.4 NGC 6823 açık yıldız kümesinin parlaklık-beta diyagramı.....	41
4.7.5 NGC 6823 açık yıldız kümesinin $c - \beta$ diyagramı .....	42
5.1 Yıldızların anakol ömürlerinin kütle ile değişimi .....	43
5.2 Pleiades ve Hyades açık yıldız kümelerine ait eş-yaş eğrileri .....	44

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1.1 U, B, V filtreleri ile görünür ışığın dalgaboyu değerleri.....	3
1.1.2 u, b, v, y, $\beta$ filtrelerinin dalgaboyu değerleri.....	4
4.1.1 Alpha Persei için Salpeter modeli yardımıyla bulunan parametreler .....	14
4.1.2 Alpha Persei için eş-yaş eğrisi yardımıyla bulunan parametreler .....	15
4.2.1 Pleiades için Salpeter modeli yardımıyla bulunan parametreler .....	19
4.2.2 Pleiades için eş-yaş eğrisi yardımıyla bulunan parametreler .....	20
4.3.1 Hyades için Salpeter modeli yardımıyla bulunan parametreler .....	24
4.3.2 Hyades için eş-yaş eğrisi yardımıyla bulunan parametreler .....	25
4.4.1 Melotte 111 için Salpeter modeli yardımıyla bulunan parametreler .....	29
4.4.2 Melotte 111 için eş-yaş eğrisi yardımıyla bulunan parametreler .....	30
4.5.1 NGC 4755 için Salpeter modeli yardımıyla bulunan parametreler .....	36
4.5.2 NGC 4755 için eş-yaş eğrisi yardımıyla bulunan parametreler .....	37
5.1 Tez kapsamında yer alan kümelere ait genel sonuçlar .....	45

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$\beta$	Beta
U, B, V	Johnson fotometrik sistemine ait filtreler
u, v, b, y	Strömgen fotometrik sistemine ait filtreler
$(V - M_V)$	Fotometrik uzaklık modülü
$(V - M_V)_0$	Gerçek uzaklık modülü
$E(B-V), E(U-B)$	Renk artıkları
$(B-V), (U-B)$	Renk ölçekleri
$m$	Kadir biriminde parlaklık
$A_V$	Toplam soğurma
$T_{eff}$	Etkin sıcaklık
V	Görsel parlaklık
$M_V$	Görsel salt parlaklık
$M_b$	Bolometrik salt parlaklık
$M$	Kütle
$\odot$	Güneş
$t_{ms}$	Anakol ömrü
$\xi(M)$	Kütle fonksiyonu
$\log \phi(M_V)$	Gözlenen ısıtma fonksiyonu
$\log \psi(M_V)$	Orijinal ısıtma fonksiyonu
$M_{L,B}$	Anakol dönme noktasına ilişkin bolometrik parlaklık
$M_{L,\odot}$	Anakol dönme noktasına ilişkin kütle

$z$	Metal bolluğu
$N$	Yıldız sayısı
$c_0$	Kuramsal ZAMS $c$ değeri
$\beta_0$	Kuramsal ZAMS $\beta$ değeri
$^\circ$	Derece
$L$	Işıtma (Luminosity)

### Kısaltmalar

PDMF	Günümüz kütle fonksiyonu (Present Day Mass Function)
IMF	Orijinal kütle fonksiyonu (Initial Mass Function)
NGC	New general catalog
pc	Parsek
Myr	Milyon yıl
$d$	Uzaklık (distance)
HR	Hertzburg-Russell
ZAMS	Sıfır yaş anakolu (Zero Age Main Sequence)
TAMS	Nükleer yanma sonu anakolu (Terminal Age Main Sequence)
BC	Bolometrik düzeltme (Bolometric Correction)
ILF	Orijinal ışıtma fonksiyonu (Initial Luminosity Function)
PDLF	Günümüz ışıtma fonksiyonu (Present Day Luminosity Function)
nm	Nanometre

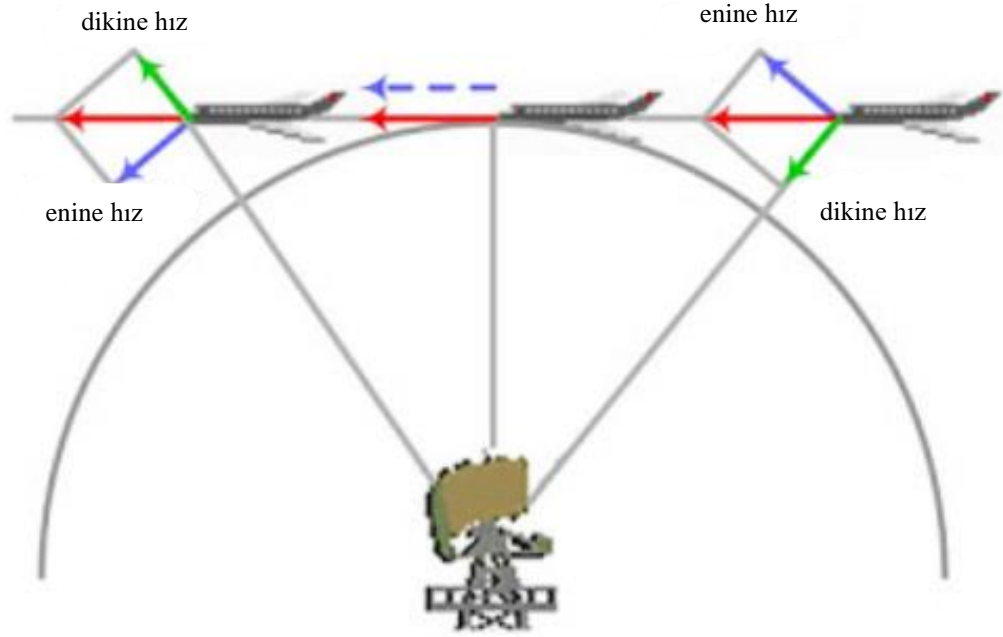
## BAZI AÇIK KÜMELERİN FOTOMETRİK İNCELEMESİ

### 1. GİRİŞ

#### 1.1. Fotometrinin anlam ve önemi

Astronomi biliminde çeşitli teknikler kullanılır. Bu çalışma kapsamında fotometrik süreçler ön planda tutulmuştur. Bununla birlikte fotometriden bahsederken tayfölcüm ve astrometri kavramlarına değinmekte fayda vardır.

En kaba tabirle astrometri, gök cisimlerinin konum ve hareket bilgilerini anlamlandırmamızı sağlar. Örneğin aynı topluluğa ait yıldızların konum ve hareketleri incelendiğinde sadece uzaklık değil, uzaydaki hızlarının da birbiriyle uyumlu olması gerekir. Uzay hızının iki bileşeni vardır. Bunlar dikine hız ve enine hızdır. Dikine hız bakış doğrultusundaki; enine hız ise gökyüzü düzleminde ve dikine hıza dik doğrultudaki hızdır. Aşağıdaki Şekil 1.1.1 <https://bilsenbesergil.blogspot.com/p/radyal-hz-radial-velocity.html> adresinden alınmış olup kırmızı ok ile uzay hızı gösterilmektedir.

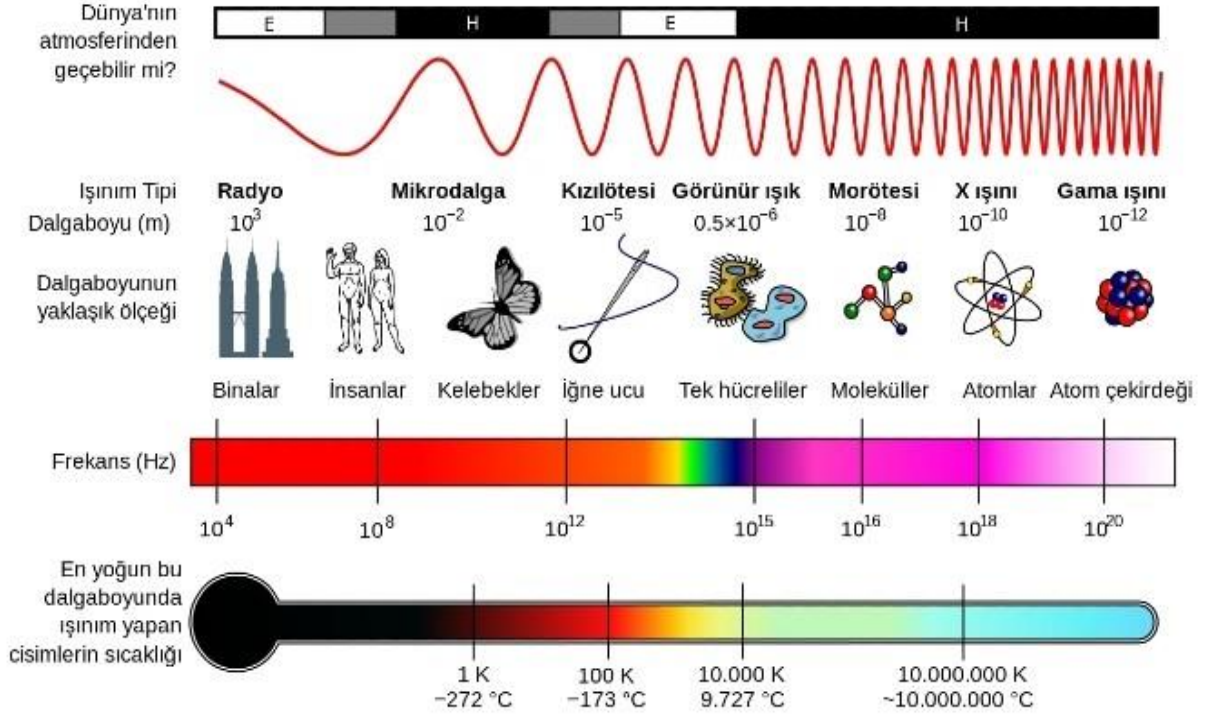


Şekil 1.1.1: Radar tarafından izlenen bir uçağa ait hız bileşenlerinin gösterimi.

Gök cisimlerinin de aynı şekilde hız bileşenleri vardır. Aynı topluluğa ait olduğu düşünülen yıldızların, gerçekten topluluk üyesi olup olmadıklarını doğrulamak için hız bileşenlerine bakılır. Bu tez çalışması adına veri azaltma işlemi uygulanırken, Şekil 1.1.1'deki hareket biçimine bağlı olarak, küme üyesi olduğu düşünülen yıldızların, hesaplanan üyelik olasılıklarının mümkün olduğu kadar yüksek olmasına özen gösterildi.

Tayfölcüm ise en basit tabirle, ışığın bir prizmadan geçirilmesi olarak düşünülebilir. Böylece ışık renklerine ayrılır. Ancak bu renkler tayfın (spektrum) sadece görünür bölgesine aittir. Aşağıda, <https://tua.gov.tr/tr/blog/havacilik-ve-teknoloji/dalgalar-ve-elektromanyetik-tayf-spektrum> adresinden alınmış olan Şekil 1.1.2 görülmektedir. Buna göre görünür ışık,

elektromanyetik tayfin sadece küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Yıldızlar tayfin her bölgesinden ışınım yayar. Bir yıldızla ilgili ulaşılmak istenen bilgiler, o yıldızın tayfında bulunur. O halde tayf analizi yapmak iyi bir fikir olarak görünmektedir.



Şekil 1.1.2: Elektromanyetik tayfin atmosfer geçirgenliği, dalgaboyu, frekans ve sıcaklık gibi çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılması. Atmosfer geçirgenliğinde E, evet ve H, hayır anlamına gelir. Frekans ile birim zamandaki dalga sayısı ifade edilir. Sıcaklıklar Kelvin (K) ve Celcius (°C) birimlerinde verilmiştir.

Bununla birlikte tayf analizi yapmak sanıldığı kadar kolay değildir. Yukarıdaki şekle göre karşılaşılan ilk sorun, tayfin tamamının Yer atmosferinden geçemeyecek oluşudur. Günümüzde bu sorun uzay teleskoplarıyla çözülebilir görünse de bu teknoloji 20. yüzyılın ürünüdür ve yer merkezli teleskoplar hala daha ucuz ve erişilebilir durumdadır. Üstelik uzay teleskopları genellikle kendine has görevlerde kullanılmaktadır ve bu görevlere ait gözlemler, istenilen fotometrik hedeflerle uyumlayabilir. Bu tip sorunlar aşılsa bile tayfin tamamını elde etmek için çok büyük ve maliyetli bir teleskop gereklidir. Böyle teleskoplar yalnızca sınırlı sayıda üretilebilir ve yapım süreleri çok uzundur. Ayrıca teleskop büyüdükçe daha karmaşık hale gelir ve bu durum bakım masraflarını da artırır.

O halde tayfin tamamını incelemek yerine sadece belirli bir bölümünü inceleyerek çeşitli astrofiziksel sonuçlara ulaşılabilir mi? Cevap kesinlikle evet olup fotometrinin önemi bu noktada ortaya çıkar. İşlevsel ve kullanışlı bir fotometrik gözlemin daha ulaşılabilir olan yer merkezli teleskoplarla yapılabilmesi, tayfin gözlenen bölümünün mümkün mertebe atmosferden geçebilmesi ve elde edilen verilerin kuramsal değerlerle karşılaştırılabilmesi gerekmektedir. Kuramsal değerlerle karşılaştırma yapıldığında, istenilen astrofiziksel değerlere ulaşılabilir. Bu tez çalışmasında UVB (Johnson-Morgan) ile UVBY- $\beta$  (Strömgren-beta) fotometreleri kullanılmıştır.

- i. UBV ışıkölçüm (fotometri) sistemi; U (Ultraviole), B (Blue), V (Visual = Görsel) olmak üzere üç adet filtreye sahiptir. Filtrelerin isimleri, söz konusu filtrenin konumlandığı tayf bölgesine göre verilmiştir. V filtresi insan gözünün en hassas olduğu dalgaboyu aralığını da kapsamaktadır. UBV sistemi görünür ışığın tamamını kapsamaz (bkz. Çizelge 1.1.1) ancak yıldızların genel özelliklerini belirlemek için oldukça kullanışlıdır. Aşağıdaki çizelgede filtrelerin geçirgenlik eğrilerinin maksimumlarına ilişkin dalgaboyları ile filtrelerin geçirgenlik aralıkları (genişlik) nm (nanometre) cinsinden verilmiştir. Bunlar yaklaşık değerler olup gözlem koşullarına ve filtrenin yapısına bağlı olarak sapma gösterebilirler. UBV filtrelerinin genişlikleri yaklaşık 100 nm olduğundan UBV sistemi bir geniş bant fotometrik sistem olarak değerlendirilir.

Çizelge 1.1.1: UBV fotometrisine ait filtreler ve görünür ışık için nanometre cinsinden yaklaşık dalgaboyu değerleri.

Filtre	Maksimum duyarlılık (nm)	Dalgaboyu aralığı (nm)
U	350	300-400
B	440	400-500
V	550	500-600
Görünür ışık	-----	350-750

UBV sistemi ile gözlenen açık yıldız kümelerine ilişkin olarak kızıllaşma miktarı, uzaklık modülü ve uzaklık gibi parametrelere kolaylıkla ulaşılabilir. Bunlara ulaşmak için kuramsal veriler ile kümelere ait gözlenen veriler kıyaslanır. Ayrıca anakol yıldızlarına ait başka verilerin kalibrasyonundan faydalanılarak, incelenen küme yıldızlarının, etkin sıcaklık ve ısıtma gibi çeşitli astrofiziksel verileri hakkında da yaklaşık bilgiler elde edilebilir.

- ii. uvby fotometrisi ve  $\beta$  ölçeği; u, v, b, y filtreleri en fazla 30 nm'lik genişliğe sahiptir. Bu nedenle orta bant fotometrik sistemi olarak değerlendirilir. Dalgaboyu aralığının UBV sisteminden daha küçük olması nedeniyle, uvby fotometrisi ile UBV sistemine göre kıyaslandığında, gözlenen yıldızlara ait daha fazla astrofiziksel detay ortaya çıkarılabilir. Bununla birlikte bant daraldıkça astrofiziksel açıdan anlamlı gözlem sonuçlarına ulaşmak giderek zahmetli ve maliyetli olmaktadır.  $\beta$  ölçeği ise hidrojenin H $\beta$  çizgisine merkezlenmiş biri dar, diğeri orta bant iki filtre ile elde edilen parlaklıkların farkı yani bir anlamda renk ölçeğidir. Her iki filtrenin ortalama dalgaboyları hemen hemen aynı olduğundan ve bant genişlikleri de, sırasıyla 3 ve 13 nm olduğundan  $\beta$  ölçeği yıldızlararası kızıllaşmadan hemen hemen etkilenmeyen bir ölçektir. Bu nedenle uvby ışık ölçüm sistemiyle birlikte uvby $\beta$  sistemi olarak kullanılır. [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2446/mod\\_resource/content/1/Hafta11\\_Fotometrinin\\_Temelleri.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2446/mod_resource/content/1/Hafta11_Fotometrinin_Temelleri.pdf) adresinden alınmış olan Çizelge 1.1.2'de bahsi geçen filtreler için dalgaboylarının yaklaşık değerleri nm cinsinden verilmiştir.

Tablo 1.1.2: u, b, v, y,  $\beta$  filtrelerine ait yaklaşık dalgaboyu değerleri.

<b>Filtre</b>	<b>Merkezi dalgaboyu (nm)</b>	<b>Dalgaboyu genişliği (nm)</b>
<b>u</b>	350	30
<b>b</b>	411	19
<b>v</b>	467	18
<b>y</b>	547	23
<b><math>\beta</math> (orta bant)</b>	485	13
<b><math>\beta</math> (dar bant)</b>	485	3

## 1.2. Amaç ve kapsam

Tez kapsamında Alpha Persei, Pleiades, Hyades, NGC 4755, Melotte 111, NGC 1502, NGC 6823 açık yıldız kümelerine ait WEBDA'dan alınmış fotometrik veriler kullanılarak söz konusu kümelerin kızıllaşma miktarları, toplam soğurma katsayıları, uzaklık modülü ve dolayısıyla uzaklık değerlerinin elde edilmesi, mümkün olan kümeler için şimdiki zaman (PDMF) ve başlangıç kütle fonksiyonlarının (IMF) belirlenmesi ve elde edilen tüm bu sonuçların literatürden elde edilenler ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Kuramsal veriler, UBV için Sung ve ark. (2013)'den, ubvy $\beta$  için Crawford ve Barnes (1974) ile Crawford (1978)'den alınmıştır. Kütle fonksiyonlarının belirlenmesinde iki farklı yol izlenmiştir.

- i. HR diyagramında, gözlemi yapılan yıldızların, etkin sıcaklık ve ışıma değerlerine göre noktalanması. Diyagram üzerinde anakol üzerinde eş kütle çizgilerinin çizdirilerek her bir kütle aralığındaki yıldız sayılarının belirlenmesi.
- ii. Salpeter (1955) yöntemi. Salpeter (1955), ilk olarak kümenin ışıma fonksiyonunu elde etmiş ve uygun model yardımıyla ışıma fonksiyonunu kümenin kütle fonksiyonuna dönüştürmüştür. Işıtmaların, kütleyle dönüştürülmesinde Eker ve ark. (2018) tarafından verilen kalibrasyon çizelgesi kullanılmıştır.

Kümeler belirlenirken farklı koordinat ve uzaklıklarda bulunmalarına, her bir kümedeki yıldızların seçimi için küme üyeliğiyle ilgili olasılık değerinin %50 ve üzeri olmasına, ilgili diyagramlarda kuramsal eğriye temas eden veya eğrinin konumlanmasını belirleyen yıldızların seçiminde küme olasılık değerlerinin %90 ve üzeri olmasına dikkat edilmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Crawford ve Barnes (1974),  $ubvy-\beta$  fotometrik çalışmasında Alpha Persei'nin uzaklık modülünü  $(V - M_V)_0 = 6^m.1$  ve uzaklığını da 166 parsek (pc) olarak vermişlerdir. Söz konusu çalışmada kümenin kızıllaşması için  $E(B-V) = 0^m.08$  ortalama değeri kullanılmıştır. Dservitis ve ark. (1994), Vilnius yedi renk fotoelektrik gözlemlerinden ortalama  $E(B-V) = 0^m.07 \pm 0^m.04$  bulmuştur. Aynı çalışmada  $(V - M_V)_0 = 6^m.24 \pm 0^m.06$  bulunarak  $177 \pm 5$  pc uzaklık hesaplanmıştır. Stauffer ve ark. (1999)'a göre kümenin yaşı  $90 \pm 10$  milyon yıl (myr)' dir. Pena ve Sareyan (2006)'ya göre  $ubvy-\beta$  fotometrisiyle  $(V - M_V)_0 = (6.45 \pm 0.45)$  kadir olarak bulunmuş ve ortalama uzaklık 195 pc olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada logaritmik yaş (log age) 7.68 olarak bulunmuştur (yaklaşık 48 myr). WEBDA'ya göre log age = 7.854 (yaklaşık 71 myr), uzaklık modülü  $6^m.61$ , kızıllaşma miktarı ise  $E(B-V) = 0^m.09$ 'dur.

Floor Van Leeuwen (1983), beş farklı gözlemevinden ulaştıkları veriler neticesinde Plaides kümesinin uzaklığı için  $130 \pm 5$  pc ve uzaklık modülü için de  $5.57 \pm 0.08$  kadir değerlerini elde etmişlerdir. Kızıllaşma 0.012 hesaplanarak uzaklık 128 pc olarak verilmiştir. Söz konusu çalışmada kümenin uzaklığı için Turner (1979) ve Jones (1981) tarafından, sırasıyla, 129 ve 134 pc değerlerinin verildiği ve yaş için de Golay ve Mauron (1982) tarafından 100 myr değerinin verildiği belirtilmiştir. WEBDA'ya göre ise kümenin yaşı log age = 8.131 (yaklaşık 135 myr)'dir. WEBDA'da kızıllaşma, uzaklık ve uzaklık modülü, sırasıyla,  $0^m.03$ , 150 pc ve  $5^m.97$  şeklinde verilmiştir. Yakın tarihli bir çalışmada Elsanhoury ve ark. (2022) uzaklık için  $120.30 \pm 1.00$  pc değerini vermiştir. Aynı çalışmada uzaklık için Galli ve ark. (2017) ve Elsanhoury ve Nouh (2019)'un, sırasıyla, 134 ve  $135.00 \pm 1.60$  pc değerlerini verdikleri belirtilmiştir. Cossage ve ark. (2018) küme yaşını yaklaşık 110 – 160 myr aralığında bulmuştur. Bu aralığın belirlenmesi, dönme etkisine bağlı olarak kuramsal eğrinin grafik üzerinde konumlanmasının değişmesine bağlıdır.

Hyades için Yunn ve ark. (1982), uzaklık, uzaklık modülü ve kızıllaşma için, sırasıyla, 43 pc,  $3^m.17$  ve  $0^m.00$  değerlerini vermiştir. Elsanhoury ve ark. (2022)'nin çalışmasında küme uzaklığı  $51.00 \pm 0.16$  pc olarak elde edilmiştir. Aynı çalışmada Elsanhoury ve Nouh (2019) ve Lodieu ve ark. (2019)'nin küme uzaklığı için, sırasıyla,  $47.00 \pm 0.20$  ve  $47.03 \pm 0.20$  pc verdikleri belirtilmiştir. WEBDA'ya göre Pleiades'in uzaklık, uzaklık modülü, kızıllaşma ve log age değerleri, sırasıyla, 45 pc,  $3^m.30$ ,  $0^m.01$  ve 8.896 (yaklaşık 787 myr)'dir. Cossage ve ark. (2018), küme yaşını yaklaşık 580 – 740 myr aralığında bulmuştur.

Melotte 111 için Guerrero ve ark. (2015)'nin çalışmasında uzaklık, uzaklık modülü, kızıllaşma ve log age için, sırasıyla, 87 pc,  $4^m.70$ ,  $0^m.00$  ve 8.78 (yaklaşık 602 myr) değerleri verilmiştir. WEBDA'da ise bu parametreler için, sırasıyla, 96 pc,  $4^m.95$ ,  $0^m.013$  ve 8.652 (yaklaşık 449 myr) değerleri verilmiştir.

NGC 4755 için Shobbrook (1984) tarafından 1.9 kpc uzaklık, 11m.4 değerinde uzaklık modülü ve  $0^m.38$  değerinde bir kızıllaşma verilmiştir. Sanner ve ark. (2001), kümenin uzaklık, uzaklık modülü, kızıllaşma ve yaşı için, sırasıyla,  $2100 \pm 200$  pc,  $11^m.6 \pm 0^m.2$ ,  $0^m.36 \pm 0^m.02$ ,  $10 \pm 5$  myr değerlerini vermişlerdir. Bonatto ve ark. (2006), aynı parametreler için, sırasıyla,  $1.8 \pm 0.1$  kpc,  $11^m.3 \pm 0^m.1$ ,  $0^m.22 \pm 0^m.03$ ,  $14 \pm 2$  myr değerlerini vermiştir. WEBDA'da verilen

değerler ise, sırasıyla, 1976 pc,  $12^m.68$ ,  $0^m.388$  ve yaklaşık 16 myr' dir. Lyra ve ark. (2006), kümenin ortalama uzaklık  $V - (B-V)$  ve  $U - (U-B)$  renk-parlaklık diyagramlarından elde edilen uzaklıkların ortalaması), uzaklık modülü, kızıllaşma ve yaşı için, sırasıyla,  $2040 \pm 250$  pc,  $11^m.60 \pm 0^m.30$ ,  $0^m.33 \pm 0^m.03$  ve yaklaşık 13 - 16 myr değerlerini vermişlerdir.

NGC 6823 açık yıldız kümesinin uzaklık, uzaklık modülü, kızıllaşma aralığı ve parlak anakol yıldızlarının yaşı için Sagar ve Joshi (1981) tarafından, sırasıyla,  $3.5 \pm 0.5$  kpc,  $12^m.7 \pm 0^m.3$ ,  $0^m.60 - 1^m.16$  ve 5 myr değerleri elde edilmiştir. Ann ve ark. (1982) ise sırasıyla; 2228 pc,  $14^m.46$ ,  $0^m.85$  ve 3 myr değerlerini vermişlerdir. Guetter (1992)'in aynı parametreler için verdiği değerler, sırasıyla,  $2.1 \pm 0.1$  kpc,  $11^m.6 \pm 0^m.1$ ,  $0^m.64 - 1^m.07$  ve 7 myr şeklinde iken WEBDA'da ise 1893 pc,  $14^m.01$ ,  $0^m.845$  ve yaklaşık 7 myr değerleri verilmektedir. Pena ve ark. (2003), ortalama uzaklığı  $3177 \pm 579$  pc, ortalama uzaklık modülünü  $12^m.475 \pm 0^m.414$ , ortalama kızıllaşmayı  $0^m.854 \pm 0^m.170$  şeklinde elde etmişlerdir. Aynı çalışmada küme için genel bir yaş tayini yapılmış ve birkaç milyon yıl olarak belirlenmiştir. Lata ve ark. (2023) değişen yıldızların küme olasılıkları üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında kümenin ortalama uzaklığını 2 kpc olarak kullanmışlardır. Aynı çalışmada kızıllaşma aralığı olarak Rangval ve ark. (2017)' den  $0^m.7 - 1^m.1$  değerleri kabul edilmiş, uzaklık modülü  $11^m.753$  hesaplanmıştır. Ayrıca yüksek olasılıklı değişen yıldızların yaşı yaklaşık 2 myr bulunarak küme yaşının Bica ve ark. (2008) tarafından 2 - 7 myr aralığında tahmin edildiği belirtilmiştir.

NGC 1502 için Tripathi ve ark. (2013), uzaklık, uzaklık modülü, kızıllaşma ve yaş için sırasıyla  $1047 \pm 115$  pc,  $10^m.10 \pm 0^m.15$ ,  $0^m.68 \pm 0^m.05$  ve yaklaşık  $10.0 \pm 0.1$  myr değerlerini vermişlerdir. Topasna ve ark. (2018)'de ise aynı sırayla  $1117^{+96}_{-89}$  pc,  $10^m.24 \pm 0^m.18$ ,  $0^m.76$  ve 5 myr değerleri sunulmuştur. WEBDA'ya göre aynı parametrelerin değerleri, sırasıyla 821 pc,  $11^m.92$ ,  $0^m.759$  ve yaklaşık 11 myr şeklindedir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Her bir küme için UBV sistemindeki renk-renk, renk-parlaklık diyagramları ile V parlaklıkları ve  $\beta$  ölçeği ile oluşturulan V- $\beta$  diyagramları oluşturulmuştur. Söz konusu diyagramlarda kullanılan veriler WEBDA veri tabanından alınmıştır. Her bir diyagramda anakol yıldızları için geçerli kuramsal eğriler uygun miktarlarda kaydırılarak gözlemler ile en iyi uyum (fit) elde edilmeye çalışılmıştır (anakolların çakıştırılması yöntemi). Toplam soğurma için  $Av = 3.1 \times E(B - V)$  ifadesinden elde edilen değer V -  $M_V$  fotometrik uzaklık modülünden çıkarılarak gerçek uzaklık modülü  $(V - M_V)_0$  elde edilmiş ve son olarak da

$$(V - M_V)_0 = -5 + 5 \log d \quad (1)$$

İfadesi yardımıyla kümenin  $d$  uzaklığı belirlenmiştir. Alternatif olarak uvby $\beta$  sisteminde V- $\beta$  diyagramından da fotometrik uzaklık modülü belirlenmiştir. Bu yolla elde edilen fotometrik uzaklık modülünden UBV sisteminden bulunan toplam soğurma katsayısı,  $Av$ , çıkarılarak alternatif mutlak uzaklık modülü elde edilmiştir.

Kütle fonksiyonu için iki farklı yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde ilk olarak Bressan ve ark. (2012) ve Claret (2004)'de verilen evrim yollarını kullanarak etkin sıcaklık-ışıtma diyagramının (HR diyagramı) kuramsal anakol bandı (ZAMS ve TAMS çizgileri) oluşturuldu. Sonra Claret (2004) anakoluna ilişkin eş kütle aralıkları belirlendi. Kümenin HR diyagramını oluşturabilmek için yıldızların etkin sıcaklık ve ışıtma değerlerinin belirlenmesi gerekir. Bunun için Eker ve ark. (2018) tarafından 509 yıldızın gözlenen değerlerinden yararlanılarak anakol yıldızları için elde ettikleri kalibrasyon çizelgesi kullanılarak etkin sıcaklık için  $\log T_{eff} = f((B - V)_0)$  şeklinde, renk ölçeğine bağlı bir fonksiyon elde edilerek kullanıldı. Küme yıldızlarının ışıtmalarını hesaplamak için ilk önce her bir yıldızın bolometrik düzeltmesi (BC) belirlenmelidir. Bu amaçla yıldızlar  $M_V = 0^m.86$  dan daha parlak ve daha sönük olanlar şeklinde, yani diğer bir ifadeyle ön tür ve geri tür yıldızlar olarak iki gruba ayrıldı ve her bir grup için yine Eker ve ark. (2018)'nin kalibrasyon çizelgesi kullanılarak  $BC = g(M_V)$  şeklinde, görsel salt parlaklığa bağlı fonksiyonlar elde edilerek kullanıldı. Bu aşamada Güneş'in bolometrik salt parlaklığı  $4^m.74$  kabul edildi. Sonuç olarak küme yıldızlarının ışıtma değerleri, Güneş'in ışıtması cinsinden,

$$\log L/L_{\odot} = -0.4(M_b - M_{b,\odot}) \quad (2)$$

Bağıntısı ile belirlendi. Böylece, her bir küme yıldızı için elde edilen etkin sıcaklık ve ışıtma değerleri kullanılarak kümenin HR diyagramı oluşturuldu. Son olarak Claret (2004) anakolunda belirlenen eş kütle aralıklarındaki yıldızlar sayılarak söz konusu kümeye ilişkin PDMF oluşturuldu.

Kütle fonksiyonunu belirlemek için uyguladığımız ikinci yöntem Salpeter (1955)'in uyguladığı yöntemdir. Bu yöntemde ilk olarak kümenin şimdiki zaman ışıtma dağılımı fonksiyonu (PDLF) belirlenir. Daha sonra PDLF, uygun bir dönüşüm ile kümenin orijinal ışıtma dağılımı fonksiyonuna (ILF) dönüştürülür. Son olarak da ILF'den uygun bir kütle-ışıtma bağıntısı yardımıyla kümenin orijinal kütle fonksiyonuna (IMF) dönüşüm sağlanır. PDLF ile

ILF arasındaki dönüşüm ilişkisi, esas itibariyle, kümenin anakol dönme noktasının konumuna bağlıdır. Anakol dönme noktası, gözlemi yapılan yıldızlardan daha büyük bir kütle değerine sahipse PDLF  $\approx$  ILF kabul edilir. Diğer taraftan eğer küme yıldızları arasında, anakol dönme noktasının işaret ettiğinden daha büyük kütleli olanlar var ise bu durumda gözlenen ışıma fonksiyonu  $\phi(M_V)$  ile orijinal ışıma fonksiyonu  $\psi(M_V)$  arasındaki dönüşüm formülü Salpeter (1955) tarafından

$$\log \phi(M_V) = \log \psi(M_V) + 0.4(M_B - M_{L,B}) + \log \left( \frac{M}{M_L} \right) \quad (3)$$

Şeklinde verilmiştir. Burada  $M_{L,B}$  ve  $M_L$  sırasıyla anakol dönme noktasına ait bolometrik parlaklık ve kütle değerini ifade etmektedir. Bu çalışmada kümelere ilişkin  $M_{L,B}$  ve  $M_L$  değerlerini belirlemek için her bir kümeye ilişkin kuramsal eş yaş eğrilerinden faydalanılmıştır. Son olarak ILF'den IMF'ye dönüşüm için yine Salpeter (1955) tarafından verilen

$$\psi(M_V) = \xi(M) \times \frac{d \log M}{dM_V} \quad (4)$$

Dönüşüm formülü kullanılmıştır. Burada  $\xi(M)$  söz konusu kümenin orijinal kütle fonksiyonudur. Bu noktada  $d \log M / dM_V$  değerlerini elde etmek için Eker ve ark. (2018)'nin kalibrasyon çizelgesini kullanarak oluşturduğumuz kütle-ışıma bağıntısı kullanılmıştır. Bu yöntemde parlaklıktan kütleye ulaşıldığı için, HR diyagramında TAMS'a yakın yıldızların kütleleri beklenenden daha büyük çıkmaktadır. Bu durum Miller ve Scalo (1979) çalışmasındaki anakol parlamasına işaret etmektedir. Onların da belirttiği gibi kütle fonksiyonu hesaplanırken söz konusu anakol parlaması dikkate alınarak gözlenen ışıma değerleri uygun bir şekilde düzeltilmelidir. Bu nedenle, özellikle yaşlı kümelerin kütle fonksiyonlarının belirlenmesinde yukarıda anlatılan birinci yöntemin daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Hesaplanan mutlak uzaklık modülü ve kızıllaşma değerleri WEBDA üzerindeki modülde kullanılarak her bir kümenin eş yaş eğrileri çizdirildi. Elde edilen eş yaş eğrilerinin dönme noktaları tespit edilerek (3) numaralı bağıntıda gerekli olan  $M_{L,B}$  ışıma değeri ve Eker ve ark. (2018)'nin kalibrasyon çizelgesi kullanılarak türetilen  $\frac{M}{M_\odot} = h(M_V)$  fonksiyonu yardımıyla da  $M_{L,\odot}$  kütle değerleri tespit edilmiştir.  $M_L$  kütle değeri kullanılarak bu kütleyle sahip bir yıldızın anakol ömrü  $t_{ms} = 10^{10} \times \left( \frac{M_L}{M_\odot} \right)^{-2.5}$  bağıntısı ile hesaplandı. Yukarıda anlatıldığı şekliyle küme için elde edilen yaş değeri (log age),  $t_{ms}$  ile karşılaştırılarak bir anlamda kümenin evrim durumu konusunda nicel değerlendirme yapma şansı elde edilir.

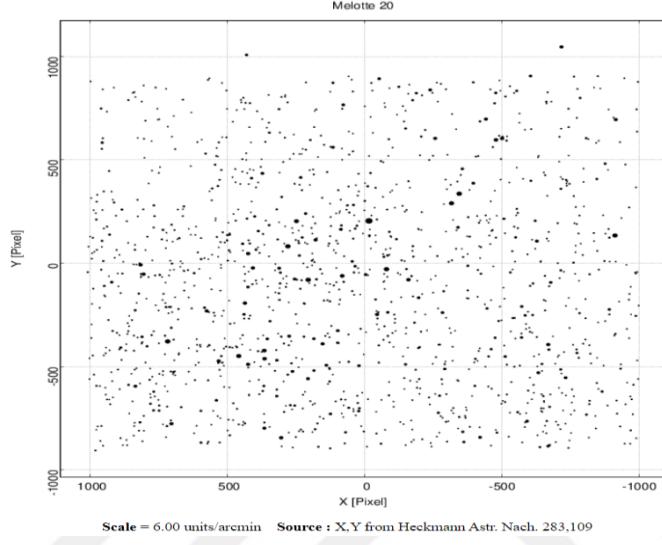
Eker ve ark. (2018)'in kalibrasyon çizelgesinden yararlanarak bu sefer bolometrik salt parlaklığın fonksiyonu olarak kütle değerlerini veren  $\log M = z(M_B)$  türetildi. Elde edilen bu fonksiyon, yukarıda ifade edildiği üzere kütle fonksiyonunu elde etmek için kullanılan Salpeter yönteminde gerekli olan ışıma fonksiyonundan, kütle fonksiyonuna dönüşüm için kullanılmıştır.

Sonraki bölümde her bir küme için yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar ayrı ayrı ele alınarak sunulmuştur.

## 4. BULGULAR

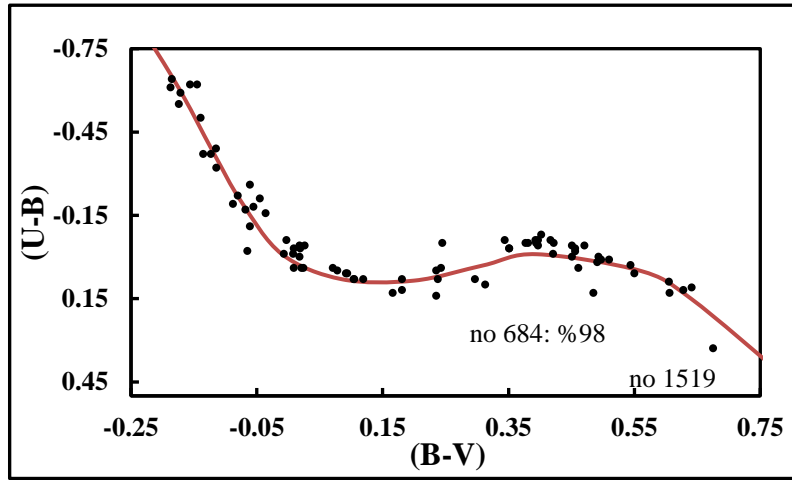
### 4.1. Alpha Persei

Küme merkezinin koordinatları WEBDA'da galaktik boylam ile enlem olmak üzere, sırasıyla,  $146^{\circ}.568$  ve  $-5^{\circ}.862$  şeklinde verilmekte olup, küme bölgesine ilişkin WEBDA'dan alınan görüntü Şekil 4.1.1'de verilmiştir. Bu kümeye ait verilere ulaşmak için [https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl\\_page.cgi?cluster=alpha+per](https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=alpha+per) adresi ziyaret edilebilir. Bu adres kümenin WEBDA üzerindeki ana sayfasıdır.



Şekil 4.3.1: Alpha Perse açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü

Kümenin WEBDA'dan alınan UBV verileri ile renk-renk diyagramı oluşturulmuş ve Sung ve ark. (2013)'ten alınan kuramsal renk-renk ana kolu, yatay ve dikey doğrultuda uygun miktarda kaydırılarak gözlemlere uydurulmuştur (anakolları çakıştırma yöntemi). Elde edilen renk-renk diyagramı, kuramsal eğriyle beraber Şekil 4.1.2'de gösterilmiştir.

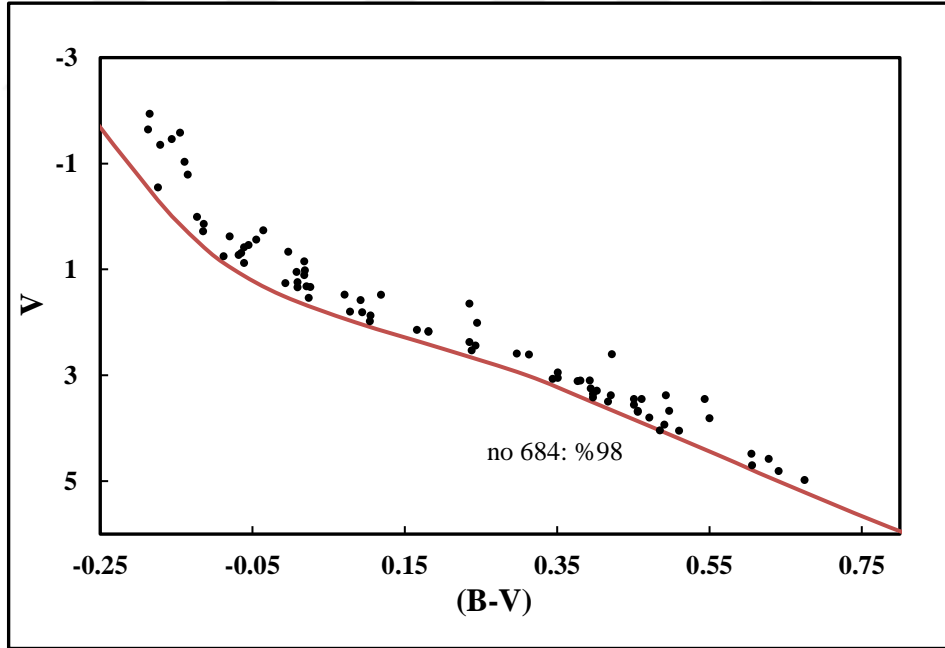


Şekil 4.1.4: Alpha Persei açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı. Noktalar gözlemleri ve sürekli çizgi ise kuramsal eğriyi göstermektedir. Kuramsal eğri Sung ve ark. (2013)'ten alınmıştır. WEBDA'daki sırası 684 olan yıldızın dikine hız verilerine göre üyelik olasılığı grafikte belirtilmiştir. 1519 nolu yıldızın olasılık bilgisi yoktur.

Renk-renk diyagramına göre  $E(B-V) = 0^m.095$  ve  $E(U-B) = 0^m.070$  olup, toplam soğurma  $A_V = 0^m.295$  elde edilir.

Anakol çakıştırması yapılırken farklı ışıtmaya sahip yıldızların kuramsal eğri ile en iyi uyumu sağlamalarına özen gösterilmiştir. Her ne kadar 684 nolu yıldız küme anakolundan bir miktar ayrılmış gibi görünse de üyelik olasılığı %98'dir ve sonraki grafiklerde daha iyi anlaşılacağı üzere (bkz. Şekil 4.1.3 ve Şekil 4.1.5), kuramsal eğrilerin gözlemler ile çakıştırılması işleminde kullanılmak için oldukça uygundur. Şekil 4.1.2'deki sapmanın nedeni gözlemsel saçılma olabilir. Olasılık bilgisi olmayan 1519 nolu yıldız ise sonraki grafiklerde anakol bandından ayrılmamaktadır.

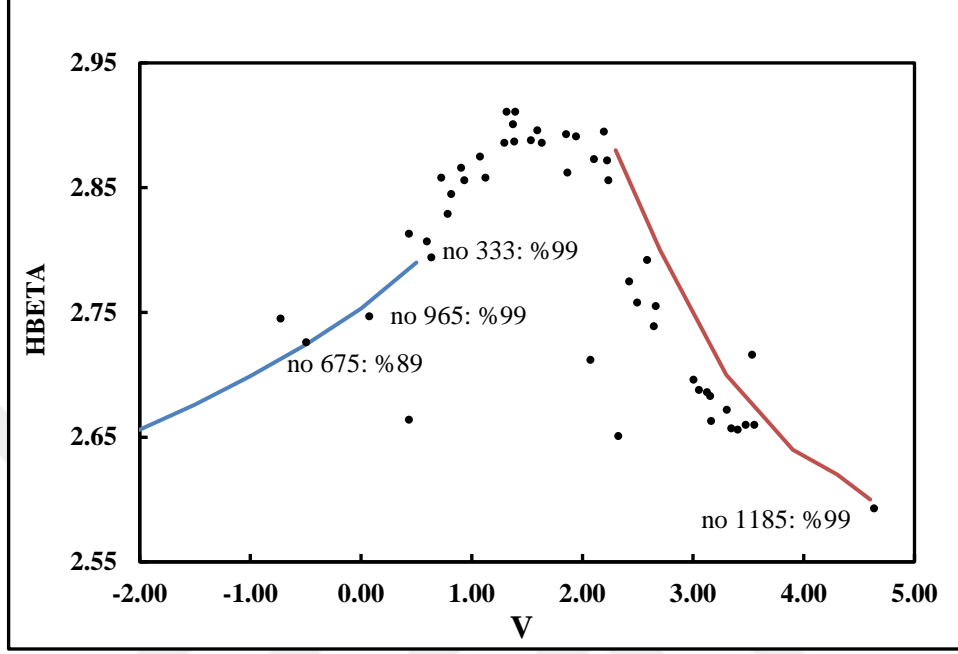
Renk-parlaklık diyagramından kümenin fotometrik uzaklık modülü ( $V - M_V$ ) =  $6^m.90$ , mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 6^m.61$  ve kümenin uzaklığı ise  $d \approx 209$  pc olarak belirlenmiştir. Kümenin renk-parlaklık diyagramı Şekil 4.1.3'te gösterilmiştir. Renk-renk diyagramında olduğu gibi kuramsal eğri hem yatay hem de düşey doğrultuda uygun miktarlarda kaydırılarak küme anakolu ile en iyi uyuma sağlanmaya çalışılmıştır. Bilindiği üzere yıldızların evrimleri onların kütleleri ile orantılı bir hızda ilerler. Büyük kütleli yıldızlar daha hızlı evrimleşerek anakoldan daha önce ayrılmaya başlarlar. Bu nedenle renk-parlaklık diyagramında yıldızların anakoldan ayrılma noktaları kümenin yaşı ile ilişkilidir. Şekil 4.1.3'te Alpha Persei kümesinin büyük kütleli yıldızlarının anakoldan hafifçe ayrılmaya başladıkları görülmektedir.



Şekil 4.1.5: Alpha Persei açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı.

Alternatif bir renk-parlaklık diyagramı olarak V- $\beta$  diyagramı kullanıldı.  $\beta$  parametresi özellikle yakın cisimler için yıldızlar arası kızıllaşmadan hemen hemen hiç etkilenmeyen bir renk ölçөгüdür. Bu durum gözlemsel astronomi açısından önemli bir avantaj sağlar. Kümenin V- $\beta$  diyagramı Şekil 4.1.4'te verilmiştir. Şekildeki sürekli çizgiler kuramsal eğriler olup mavi renkli olan ön tayf türünden yıldızlar için, kırmızı renkli olan da geri tayf türünden yıldızlar

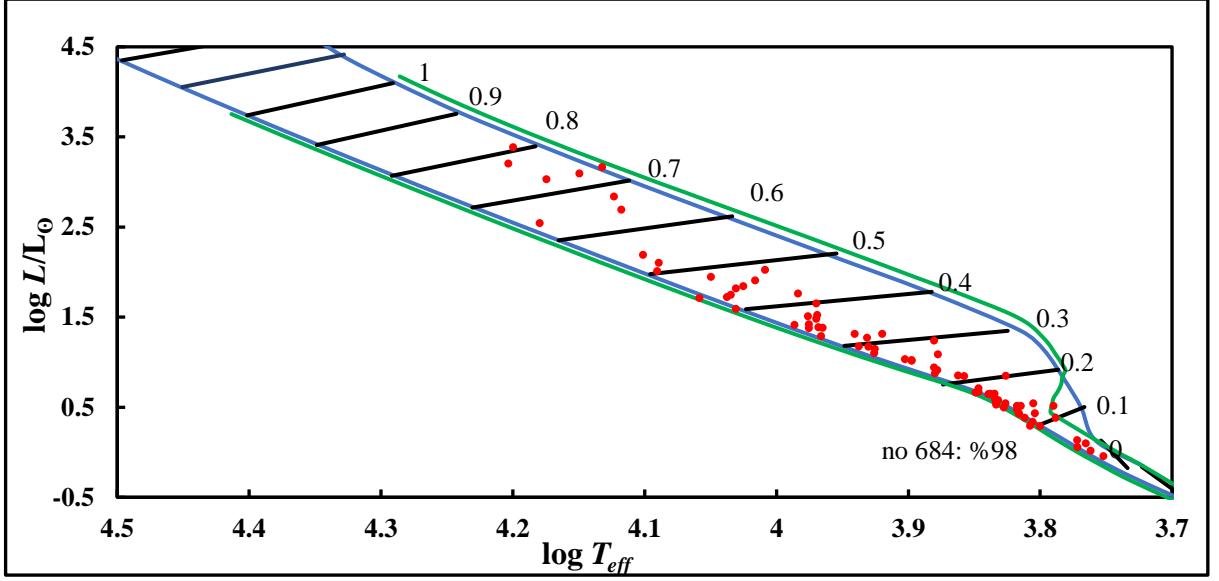
içindir. Ön ve geri tayf türleri için olan kuramsal eğriler, sırasıyla Crawford (1978) ile Crawford ve Barnes (1974)'ten alınmıştır. Kuramsal eğrinin Şekil 4.1.4'teki kaydırma miktarından kümenin fotometrik uzaklık modülü  $V - M_v = 6^m.85$ , mutlak uzaklık modülü  $(V - M_v)_0 = 6^m.56$  ve uzaklığı da  $d \approx 205$  pc olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.1.4: Alpha Persei açık yıldız kümesinin V -  $\beta$  diyagramı.

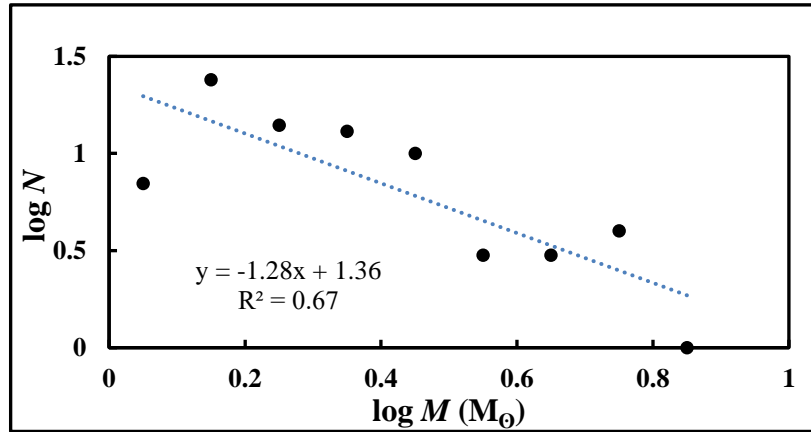
Ne yazık ki, V -  $\beta$  diyagramında yıldızları ifade eden siyah noktaların dağılımı yeterince homojen değildir. Bu nedenle anakollar çakıştırılırken yüksek üyelik olasılığı bulunan yıldızların kuramsal eğri ile uyumlu bir hizalama göstermesine dikkat edilmiştir.

Alpha Persei kümesine ilişkin HR diyagramı Şekil 4.1.5'te gösterilmiştir. Kümenin gözlenen (B-V) renk ölçekleri ve V parlaklıkları Eker ve ark. (2018)'de verilen kalibrasyon çizelgesi yardımıyla ve yukarıda elde edilen renk artığı ve mutlak uzaklık modülü kullanılarak, sırasıyla, etkin sıcaklık ve ısıtma değerlerine dönüştürülmüştür. Bu aşamada Güneş'in bolometrik salt parlaklığı olarak  $4^m.74$  değeri kullanılmıştır. Şekil 4.1.5'te yeşil ile gösterilen ZAMS ve TAMS çizgileri Bressan (2012), mavi olanlar ise Claret (2004) evrim yollarından alınmıştır. Siyah çizgiler ise Claret (2004) ZAMS ve TAMS modelleri için elde edilen eş kütle çizgileridir. Logaritmik eş kütle değerleri grafik üzerinde belirtilmiştir.



Şekil 4.1.5: Alpha Persei açık kümesinin HR diyagramı. Kırmızı noktalar küme yıldızlarını gösterirken yeşil ve mavi renkli sürekli çizgiler, sırasıyla, Bressan (2012) ve Claret (2004)'den alınan kuramsal ZAMS ve TAMS eğrilerini, siyah çizgiler ise Claret (2004) modellerinden elde edilen eş kütle çizgilerini göstermektedir. Logaritmik ölçekte kütle değerleri grafik üzerinde belirtilmiştir. Yatay eksen mutlak sıcaklığı ifade eder.

Alpha Persei'nin PDMF'si belirlenirken anakol yıldızlarının sayı dağılımlarının elde edilmesinde ilk olarak Şekil 4.1.5'te gösterilen eş kütle aralıkları kullanılmıştır. Kümenin, Şekil 4.1.7'de verilen eş yaş çizgisinden de anlaşılacağı üzere anakol dönme noktasına karşılık gelen kütle değeri  $M_{L,0} \approx 15.82$  olup, gözlemi yapılan küme üyesi yıldızların kütlelerinden büyüktür (bkz. Çizelge 4.1.1). Başka bir deyişle gözlenen bütün küme yıldızlarının kütlesi kümenin dönme noktası kütlelerinden küçüktür. Böylesi durumlarda, Salpeter (1955)'in de ifade ettiği gibi, PDMF üzerinde herhangi bir düzeltmeye ihtiyaç duyulmaksızın elde edilen kütle dağılım fonksiyonu söz konusu kümenin orijinal kütle fonksiyonu olarak kullanılabilir. Yani Alpha Persei açık yıldız kümesi için  $IMF \approx PDMF$ 'dir. Alpha Persei kümesi için elde ettiğimiz kütle dağılım grafiği şekil 4.1.6'da gösterilmiştir. Grafik  $\log M$  cinsinden eş aralıklardaki yıldız sayımlarını ifade etmekte ve yatay eksen söz konusu eş  $\log M$  aralıklarının orta noktaları kullanılmıştır. Buna göre kümenin IMF'si



Şekil 4.1.6: Alpha Persei açık yıldız kümesinin kütle dağılımı. Kesikli çizgi doğrusal eğilim çizgisidir. Buna ait kütle fonksiyonu ve  $R^2$  uyumluluğu grafik üzerinde yazmaktadır. Yatay eksen Güneş kütlesi birimindedir.

$$\log \xi(M) = -1.28 \log M + 1.36 \quad (5)$$

şeklindedir. Dağılımın eğimi -1.28 olup karşılaştırma olarak Salpeter (1955) tarafından yakın yıldızlara ilişkin olarak elde edilmiş -1.35 değerine yakındır.

Eğer kümenin kütle fonksiyonu, önceki kesimde anlatılan Salpeter yöntemiyle elde edilecek olunursa bu durumda (5) ile verilen bağıntının karşılığı olarak

$$\log \xi_V(M) = -1.23 \log M + 2.32 \quad (6)$$

ve

$$\log \xi_b(M) = -1.18 \log M + 2.30 \quad (7)$$

bağıntıları elde edilmektedir. Burada  $\xi_V$  ve  $\xi_b$  terimlerindeki V ve b indisleri, kütle değerlerinin, sırasıyla, görsel ve bolometrik salt parlaklıklardan elde edildiği durumlara karşılık gelmektedir. Her iki durumda da kütle-ışıtma bağıntıları için Eker (2018)'de verilen kalibrasyon çizelgesi kullanılmıştır. Salpeter yöntemi ile elde edilen eğim değerlerinin (5) bağıntısındaki eğim değerinden farklı çıktığına dikkat edilmelidir. Bununla birlikte V - M ilişkisinin doğrudan kütle sayımı ile daha iyi uyum gösterdiğini söyleyebiliriz. Alpha Persei kümesine ilişki kütle fonksiyonu verileri Çizelge 4.1.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1: Alpha Persei için gözlenen yıldızların, mutlak görsel parlaklıklarına ait aralık orta değerleri ile N gözlem sayılarının da yer aldığı çeşitli değerler.

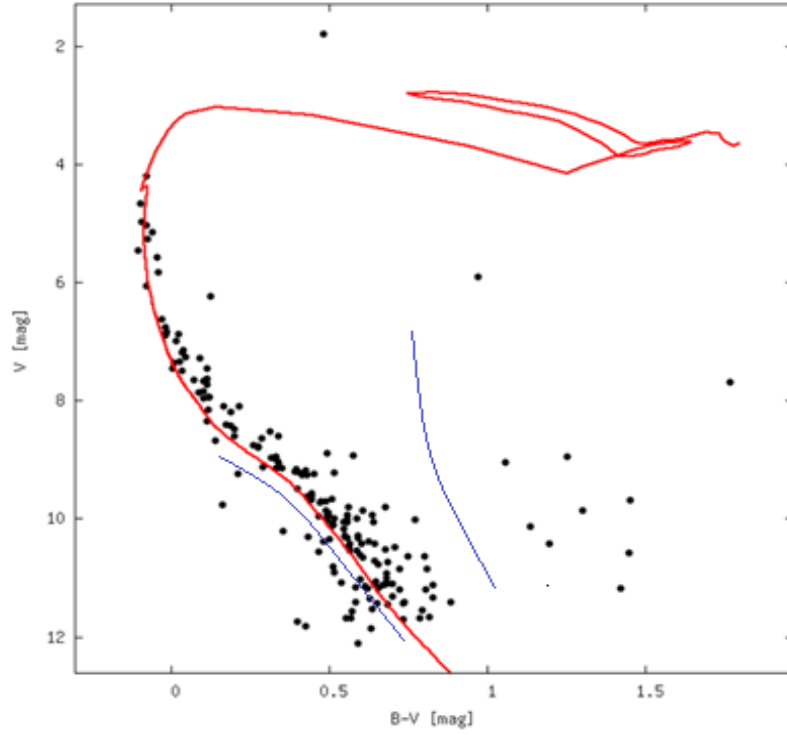
Görsel Salt Parlaklık Aralığı	Aralık Orta Değeri (M <sub>v</sub> )	N	Log N	M (M <sub>⊙</sub> )	log M	BC	M <sub>B</sub>
4 - 5	4.5	7	0.845	1.096	0.040	-0.077	4.423
3 - 4	3.5	22	1.342	1.371	0.137	-0.004	3.496
2 - 3	2.5	11	1.041	1.684	0.226	0.021	2.521
1 - 2	1.5	17	1.230	2.065	0.315	-0.025	1.475
0 - 1	.5	14	1.146	2.630	0.420	-0.435	0.065
0 - (-1)	-0.5	2	0.301	3.626	0.559	-1.047	-1.547
(-1) - (-2)	-1.5	6	0.778	5.492	0.740	-1.559	-3.059

Alpha Persei kümesine ilişkin 4.1.5'te verilen HR diyagramında, içerisinde yıldız bulunan en büyük kütle aralığı (logaritmik ölçekte) 0.8 – 0.9'dir. Bu aralığın aralık orta değeri  $\log M = 0.85$  olup, buna karşılık gelen anakol ömrü ise yaklaşık 75 milyon yıldır (Myr). Kümenin yaşı için WEBDA'da yaklaşık 71 Myr değeri verilmektedir. WEBDA'nın eş yaş çizgileri modülü kullanılarak kümenin eş yaş çizgisi elde edilmiş ve Şekil 4.1.7'de gösterilmiştir. Eş yaş çizgisi

uyumundan elde edilen uzaklık modülü değeri kümenin renk – parlaklık diyagramı yolu ile elde ettiğimiz mutlak uzaklık modülü ile çok iyi bir uyum sağlamaktadır. Mutlak uzaklık modülünün bu değeri kümenin uzaklığı için  $d \approx 209$  pc değerini vermektedir.

Çizelge 4.1.2: Alpha Persei açık yıldız kümesinin eş yaş çizgisi ile elde edilen parametreleri

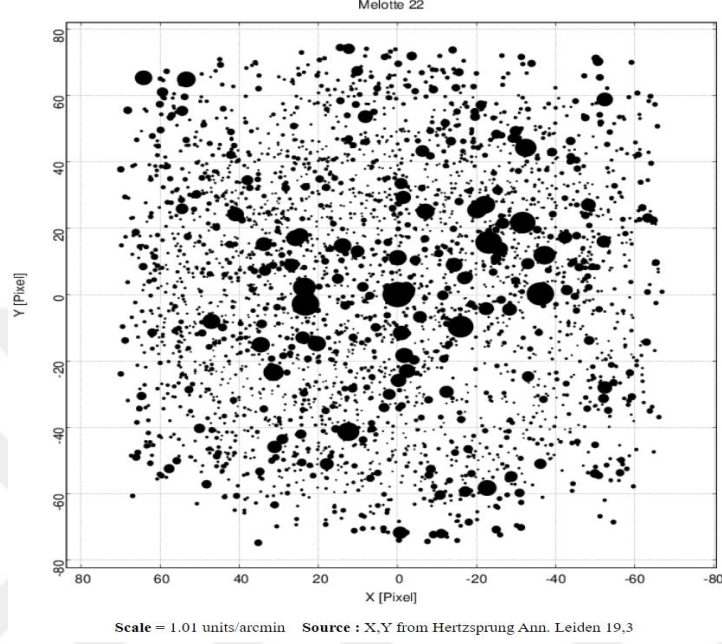
Parametre	Değer
Uzaklık modülü ( $V - M$ )	$6^m.61$
Kızıllaşma $E(B-V)$	$0^m.095$
Yaş $t$ (Myr)	71
Metal bolluğu ( $z$ )	0.019 (Geneva)



Şekil 4.1.7: Alpha Persei için WEBDA'nın eş yaş çizgi modülünde Geneva evrim modeli ile üretilen eş yaş eğrisi (kırmızı renk ile belirtilmiş sürekli çizgi). Gözlem veri seti (daireler) Mitchell (1960)'a aittir. Eş yaş çizgisinin her iki tarafında yer alan sürekli mavi çizgiler Mitchell (1960)'dan uyarlanmış olup, öz hareket dağılımının farklılaştığı bölgeleri göstermektedir. Mavi çizgiler dışında kalan yıldızlar Mitchell (1960) tarafından küme üyesi olmayan geri zemin (yakın veya uzak) yıldızları olarak ifade edilmişlerdir.

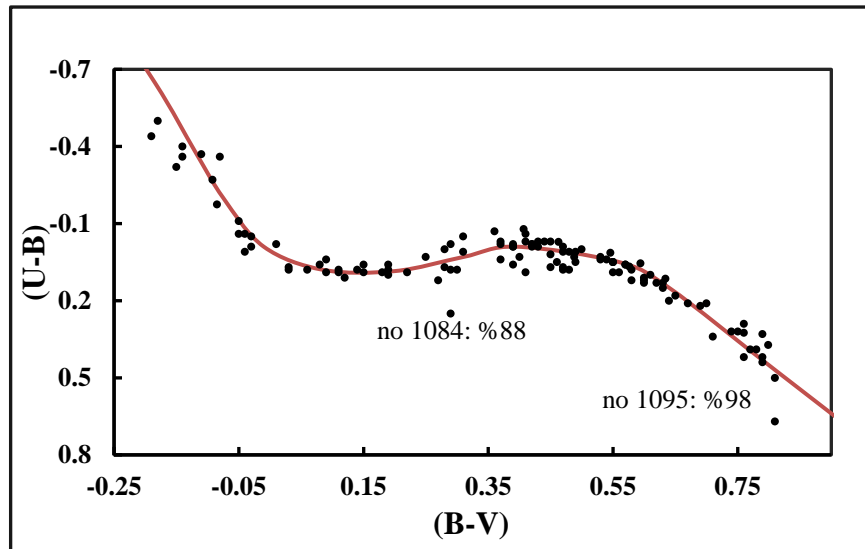
## 4.2. Pleiades

Küme merkezinin koordinatları WEBDA'da, galaktik boylam ve enlem olmak üzere, sırasıyla,  $166^{\circ}.571$  ve  $-23^{\circ}.521$  şeklinde olup, küme bölgesine ilişkin WEBDA'dan alınan görüntü Şekil 4.2.1'de verilmiştir. Bu kümeye ait verilere ulaşmak için kümenin WEBDA üzerindeki ana sayfası olan [https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl\\_page.cgi?cluster=pleiades](https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=pleiades) adresi ziyaret edilebilir.



Şekil 4.2.1: Pleiades açık yıldız kümesinin WEBDA'dan alınan görüntüsü.

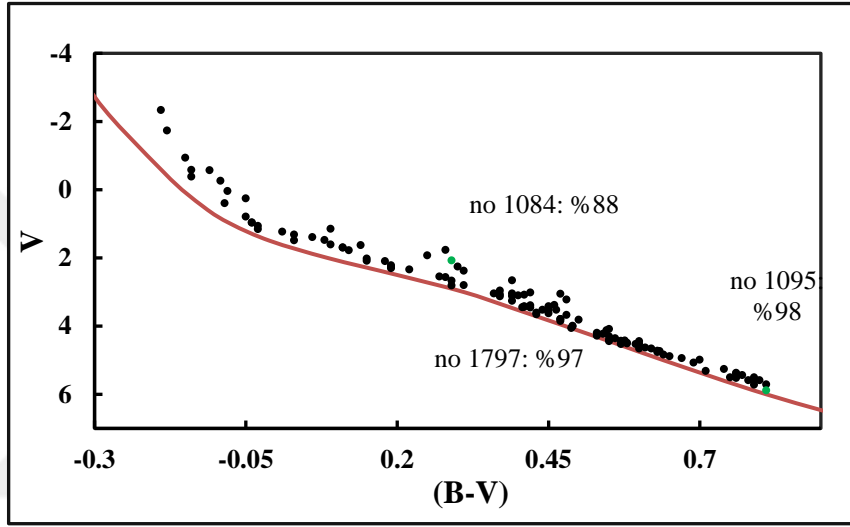
Kümenin WEBDA'dan alınan UBV verileri ile renk-renk diyagramı oluşturulmuş ve Sung ve ark. (2013)'ten alınan kuramsal renk-renk ana kolu, yatay ve dikey doğrultuda uygun miktarda kaydırılarak gözlemlere fit edilmiştir. Fit sonucu Şekil 4.2.2'de gösterilmiştir.



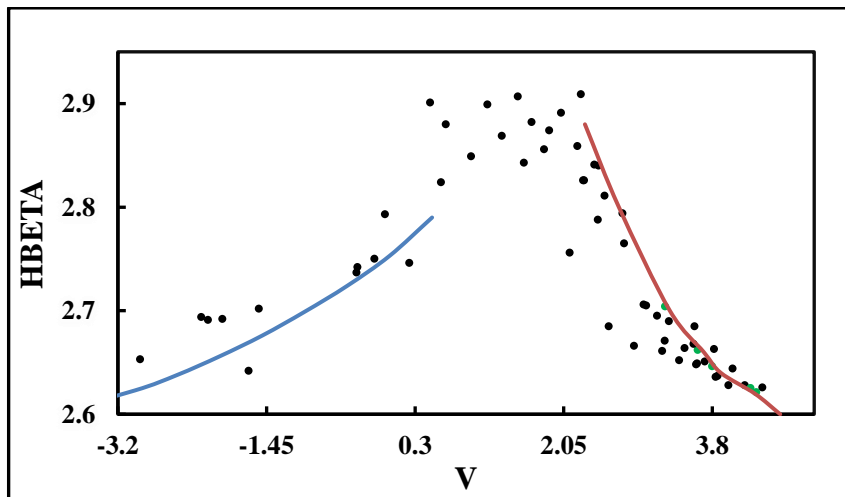
Şekil 4.2.2: Pleiades açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı. Sapma gösteren yıldızların WEBDA sırası ve üye olasılık bilgileri grafik üzerinde belirtilmiştir. Sürekli çizgi kuramsal eğridir.

Renk-renk diyagramına göre  $E(B-V) = 0^m.07$  ve  $E(U-B) = 0^m.04$  olup toplam soğurma  $A_V = 0^m.217$  olarak elde edilir. Kümenin 1084 ve 1095 nolu yıldızları kuramsal eğriden bir miktar sapsmış gözükmemektedir. Ancak bu yıldızların üyelik olasılığı oldukça yüksektir. Üstelik sonraki grafiklerde (ör; bkz. Şekil 4.2.3) anakoldan herhangi bir ayrışma göstermezler.

Kümenin renk-parlaklık diyagramı Şekil 4.2.2’de gösterilmiştir. Grafikte, büyük kütleli yıldızların ZAMS’tan hafifçe ayrışması görülebilir. Renk-parlaklık diyagramından kümenin fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 6^m.25$  ve mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 6^m.03$  olarak, kümenin uzaklığı ise  $d \approx 161$  pc olarak belirlenmiştir. Kümenin Şekil 4.2.4’te verilen  $V - \beta$  diyagramı baz alındığında ise fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 6^m.05$ , mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 5^m.83$  ve uzaklığı da  $d \approx 147$  pc olarak elde edilir.



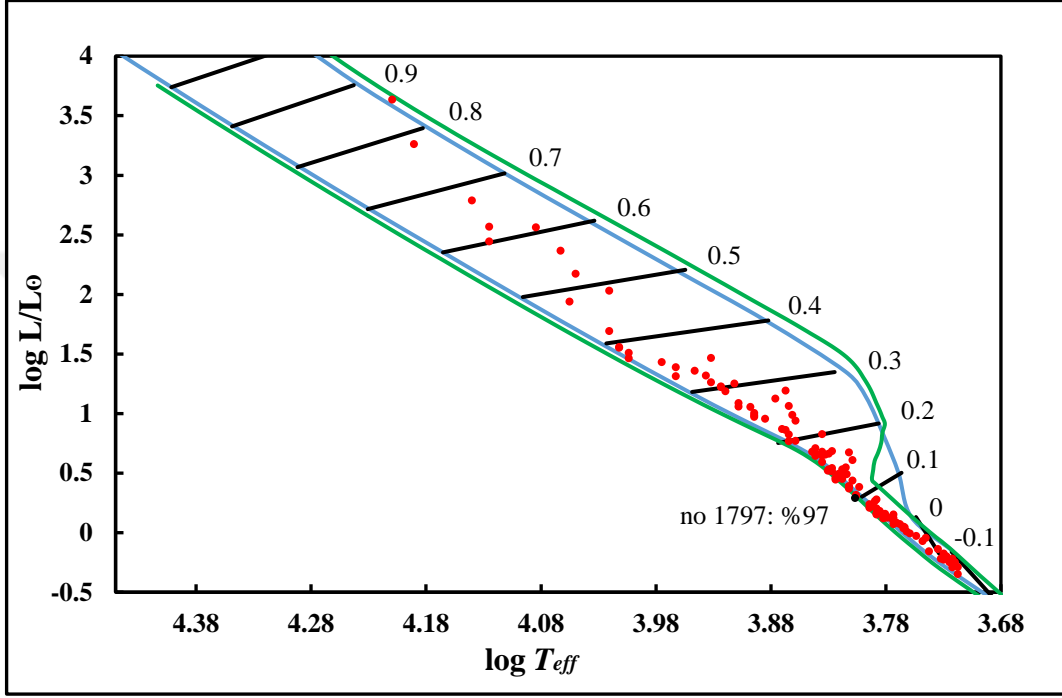
Şekil 4.2.3: Pleiades açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı. Olasılık bilgisi verilen 1797 nolu yıldız ZAMS hizalaması varsayımında kullanıldı. Yeşil noktaların WEBDA sırası ve üyelik olasılıkları grafik üzerinde belirtilmiştir.



Şekil 4.1.4: Pleiades açık yıldız kümesinin  $V - \beta$  diyagramı. Grafiğin sağ alt tarafındaki yeşil noktalar, kuramsal eğrinin hizalanmasında kullanılmıştır. Bunların WEBDA sıralamaları küçükten büyüğe; 25, 338, 708, 1797 ve 3326 şeklindedir. Üyelik olasılıkları aynı sırayla %97, %95, %98, %97 ve %97’dir.

Burada da yıldızları ifade eden siyah noktaların dağılımı yeterince homojen değildir. Bu nedenle yine, yüksek üyelik olasılığı bulunan yıldızların kuramsal eğri ile uyumlu bir hizalama göstermesine dikkat edilmiştir. Ayrıca kümenin ön tayf türünden üyelerinin (mavi renkli kuramsal eğrinin bulunduğu taraf) üyelik olasılıkları hakkında bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle bu yıldızlara, anakolların çakıştırılmasında öncelik verilmemiştir.

Pleiades kümesine ilişkin HR diyagramı Şekil 4.2.5'te gösterilmiştir. Kullanılan yöntem, bir önceki bölümde anlatılan ile aynıdır.

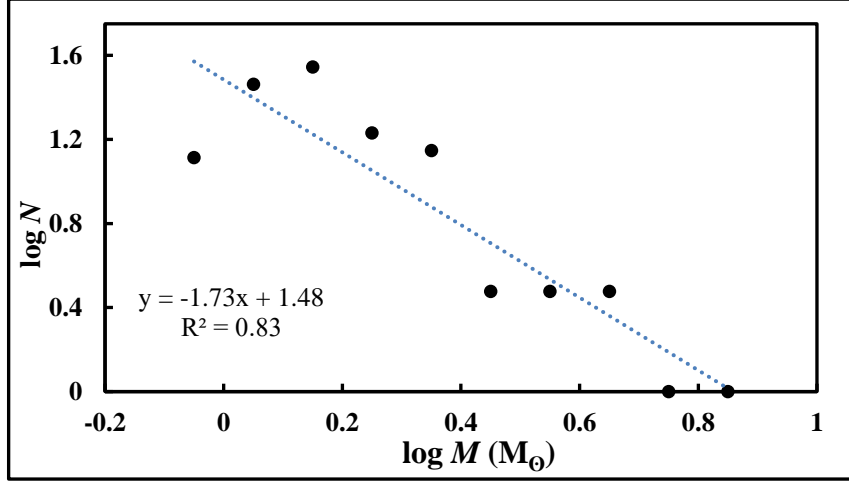


Şekil 4.2.5: Pleiades açık yıldız kümesinin HR diyagramı. Siyah renkli daire ile gösterilen yıldızın WEBDA sırası ve üyelik olasılığı grafik üzerinde belirtilmiştir. İşaretlemelere dair açıklamalar aynıdır (bkz. Şekil 4.1.5).

HR diyagramına göre gözlenen en yüksek ışıtmalı yıldızın noktalandığı yer, varsayılan anakol dönme noktasının belirteceğinden daha küçük bir kütle değerinde olmalıdır. Diğer bir ifadeyle Salpeter (1955)'e göre nicel olarak  $M_V > M_{L,B}$  olacağından PDMF  $\approx$  IMF olmalıdır. Kümeye ilişkin PDMF grafiği Şekil 4.2.6'da gösterilmiştir. Eğilim çizgisi ve uyumluluk grafik üzerinde belirtilmiştir. Buna göre kümenin PDMF'si

$$\log \xi(M) = -1.73 \log M + 1.48 \quad (8)$$

şeklindedir. HR diyagramı yöntemiyle elde edilen kütle fonksiyonunun eğimi -1.73 olmaktadır. Salpeter (1955) yöntemi ile aşağıda elde edilen eğim değerleri Salpeter (1955) tarafından güneş civarındaki yıldızlar için elde ettiği değerden biraz daha uzak çıkmıştır.



Şekil 4.2.6: Pleiades açık yıldız kümesinin kütle dağılımı.

Pleiades kümesinin ısıtma ve kütle fonksiyonlarına ilişkin veriler Çizelge 4.2.1’de verilmiştir. Pleiades kümesine ait anakol dönme noktasının hesaplanan kütle miktarı ( $M_L = 11.745 M_\odot$ ) gözlenen yıldızların hesaplanan kütlelerinden daha büyüktür. Bu nedenle kümenin başlangıç kütle fonksiyonu yerine gözlenen kütle fonksiyonu kullanılabilir. kütle başına yıldız sayıları ile gözlenen sayılar birbirine eşittir. Buna göre küme için Salpeter yöntemiyle elde edilen IMF fonksiyonu, kütle – ısıtma bağıntısı için görsel salt parlaklıkların ve bolometrik salt parlaklıkları kullanılması durumunda sırasıyla,

Çizelge 4.2.1: Pleiades kümesine ilişkin ısıtma ve kütle fonksiyonu parametreleri.

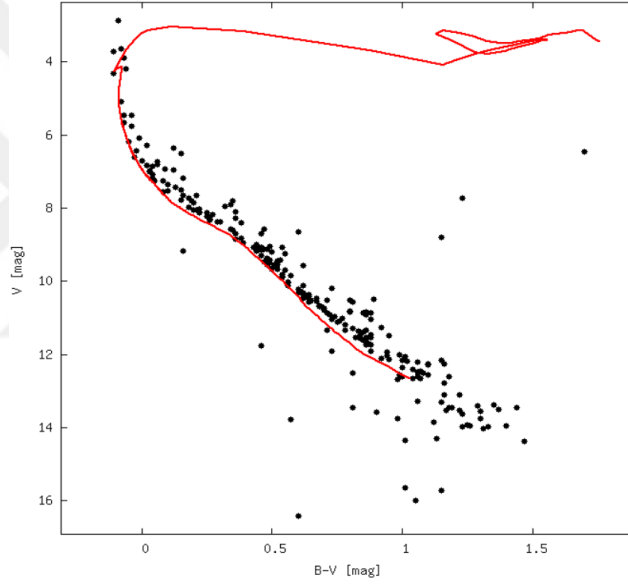
Aralık Orta Değeri ( $M_v$ )	$N$	$\text{Log } N$	$M (M_\odot)$	$BC$	$M_B$
5.5	15	1.176	0.870	-0.205	5.295
4.5	28	1.447	1.096	-0.077	4.423
3.5	31	1.491	1.371	-0.004	3.496
2.5	17	1.230	1.684	0.021	2.521
1.5	15	1.176	2.065	-0.025	1.475
0.5	6	0.778	2.630	-0.435	0.065
-0.5	5	0.699	3.626	-1.047	-1.547
-1.5	1	0.000	5.492	-1.559	-3.059
-2.5	1	0.000	8.928	-2.114	-4.614

$$\log \xi_v(M) = -1.99 \log M + 2.54 , \quad (9)$$

$$\log \xi_b(M) = -1.99 \log M + 2.54 . \quad (10)$$

şeklinde elde edilir.

Pleiades kümesine ilişkin 4.2.5'te verilen HR diyagramında, içerisinde yıldız bulunan en büyük kütle aralığı (logaritmik ölçekte) 0.8 – 0.9'dir. Bu aralığın aralık orta değeri  $\log M = 0.85$  olup, buna karşılık gelen anakol ömrü ise yaklaşık 75 milyon yıldır. Kümenin yaşı için WEBDA'da yaklaşık 135 Myr değeri verilmektedir. WEBDA'nın eş yaş çizgileri modülü kullanılarak kümenin eş yaş çizgisi elde edilmiş ve Şekil 4.2.7'de gösterilmiştir. Eş yaş çizgisinin üretildiği parametreler Çizelge 4.2.2'de sunulmuştur. Elde edilen uzaklık modülü değeri, kümenin renk – parlaklık diyagramı yolu ile elde ettiğimiz mutlak uzaklık modülüyle iyi bir uyum sağlamaktadır. Mutlak uzaklık modülünün bu değeri kümenin uzaklığı için  $d \approx 161$  pc değerini vermektedir.



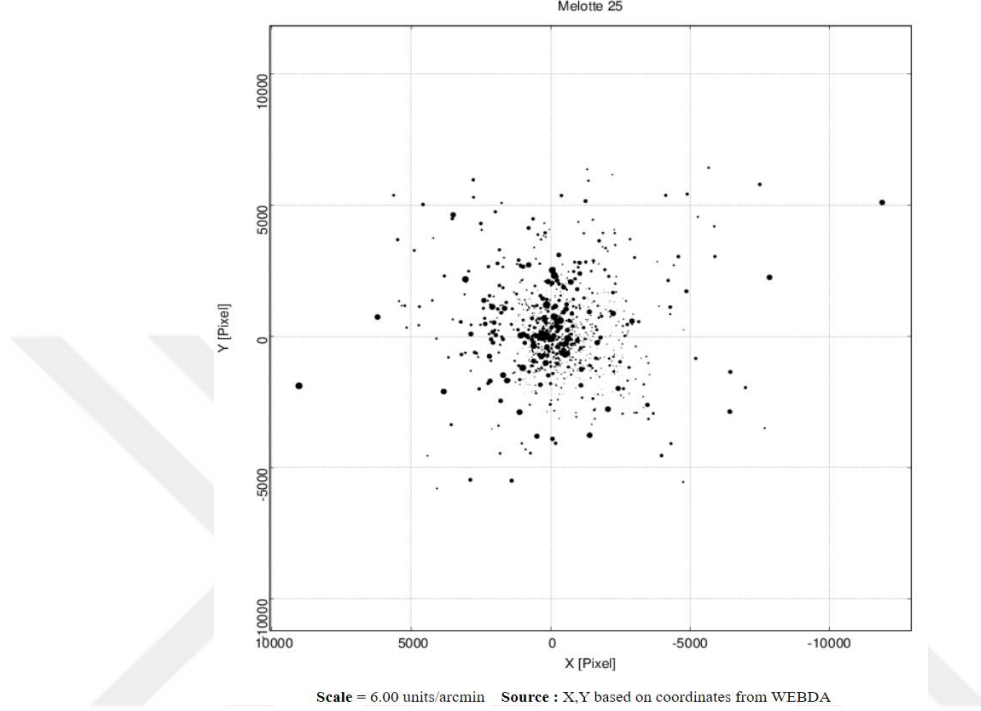
Şekil 6.2.7: Pleiades için WEBDA'nın eş yaş çizgi modülünde Geneva evrim modeli ile üretilen eş yaş eğrisi (sürekli çizgi). Gözlem veri seti (daireler) Johnson ve Mitchell (1958)'e aittir. Anakol bandından ayrılmış yıldızlar muhtemelen geri zemin yıldızlarıdır.

Çizelge 4.2.2: Pleiades açık yıldız kümesinin eş yaş çizgisi ile elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
Uzaklık modülü ( $V - M_v$ )	$6^m.03$
Kızıllaşma $E(B-V)$	$0^m.07$
Yaş $t$ (Myr)	100
Metal bolluğu ( $z$ )	0.019 (Geneva)

### 4.3. Hyades (Melotte 25)

Küme merkezinin galaktik boylam ve enlemi WEBDA'da, sırasıyla,  $180^{\circ}.064$  ve  $-22^{\circ}.343$  şeklinde verilmiş olup, küme bölgesine ilişkin WEBDA'dan alınan görüntü Şekil 4.3.1'de verilmiştir. Kümeye ait verilere ulaşmak için kümenin WEBDA üzerindeki ana sayfası olan [https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl\\_page.cgi?cluster=hyades](https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=hyades) adresi ziyaret edilebilir.

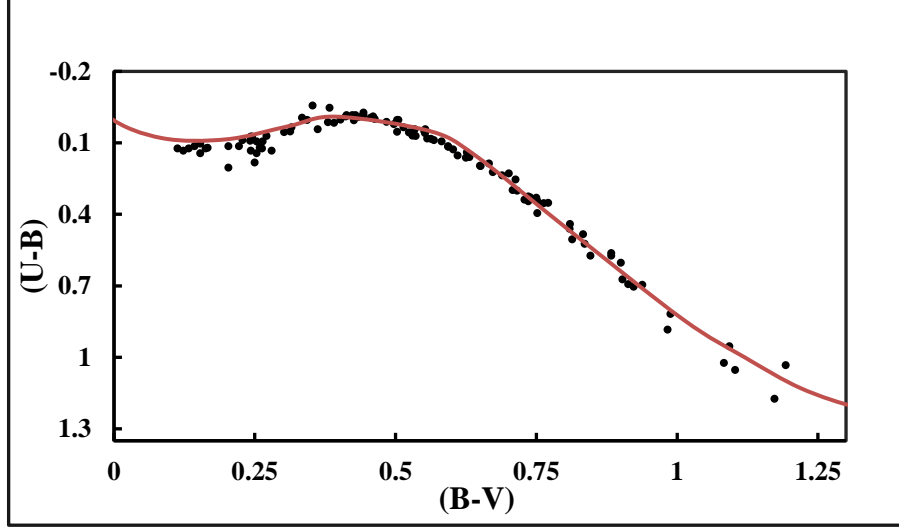


Şekil 4.3.1: Hyades açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü.

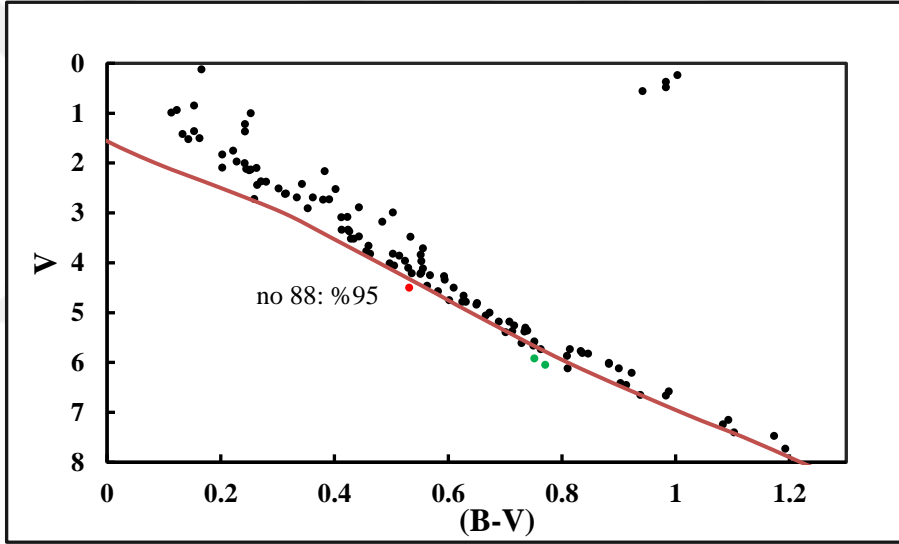
Kümenin renk-renk diyagramı kuramsal eğri ile birlikte Şekil 4.3.2'de gösterilmiştir. Renk-renk diyagramına göre  $E(B-V) = 0^m.007$  ve  $E(U-B) = 0^m.006$  olup, toplam soğurma  $A_V = 0^m.022$  şeklinde elde edilir. Renk – renk diyagramından da görüleceği üzere WEBDA veri tabanında kümeye üye ön tayf türünden yıldız bulunmamaktadır.

Kümenin renk-parlaklık diyagramı da diğer kümelerle aynı yöntemle çizilmiştir ve Şekil 4.3.3'te gösterilmiştir. Renk-parlaklık diyagramından kümenin fotometrik uzaklık modülü ( $V - M_V$ ) =  $3^m.30$  ve mutlak uzaklık modülü ( $V - M_V$ )<sub>0</sub> =  $3^m.28$  olarak, kümenin uzaklığı ise  $d \approx 45$  pc olarak belirlenmiştir. Kümenin Şekil 4.3.4'te verilen  $V - \beta$  diyagramı baz alındığında ise fotometrik uzaklık modülü ( $V - M_V$ ) =  $3^m.00$ , mutlak uzaklık modülü ( $V - M_V$ )<sub>0</sub> =  $2^m.98$  ve uzaklığı  $d \approx 39$  pc olarak elde edilir.

Şekil 4.3.4'te verilen  $V - \beta$  grafiğine göre kuramsal eğrinin mavi tarafında hiçbir yıldız bulunmamaktadır. Kuramsal eğrinin kırmızı tarafının alt ucuna yakın konumlanmış yüksek olasılıklı yıldızlar bulunmaktadır. Geri kalan yıldızlardan, kuramsal eğrinin dışında olup da grafiğin sağ alt tarafındakiler, üyelik olasılıkları yüksek olsaydı bile, kuramsal eğriden çok uzak kaldıklarından, hizalama amacıyla kullanılmaları uygun değildir.



Şekil 4.3.2: Hyades açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı.

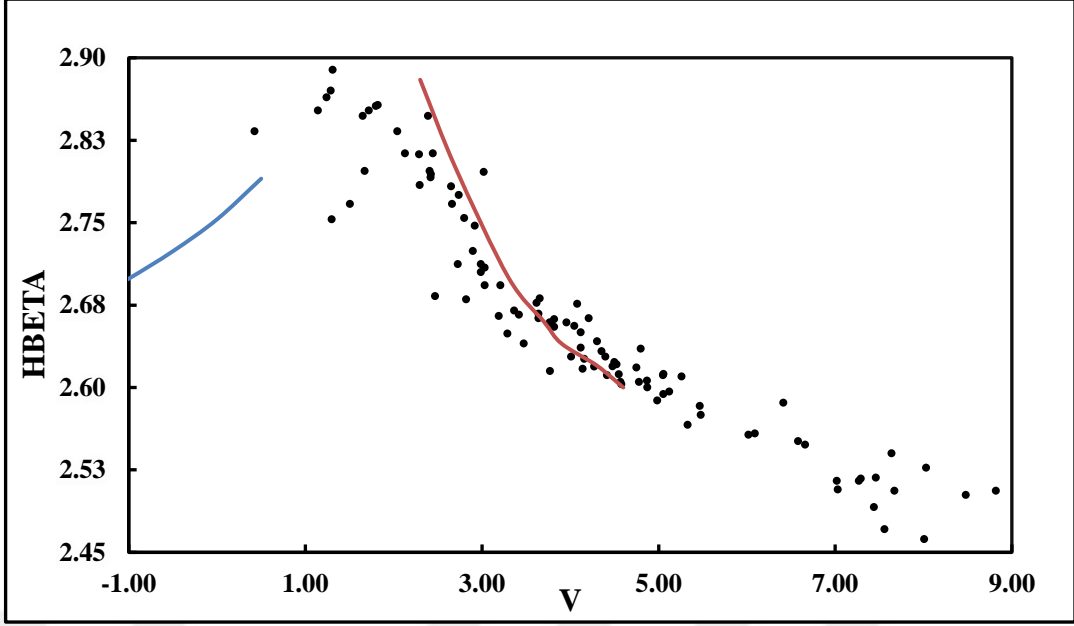


Şekil 4.3.3: Hyades açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı. ZAMS hizalaması için faydalanılan yıldızın WEBDA sırası 88 olup üyelik olasılığı %95'tir ve grafik üzerinde kırmızı renk ile gösterilmiştir. Kuramsal eğrinin altında görünen, yeşil renk ile belirtilmiş 76 ve 145 nolu yıldızların olasılık bilgisi yoktur. Sağ üst tarafta anakoldan ayrışan yıldızların WEBDA sırası küçükten büyüğe olacak şekilde 28, 41, 70 ve 71'dir. Olasılık bilgisi bulunmayan bu yıldızlar eş yaş eğrisi ile yüksek uyuşma göstermektedir (bkz. Şekil 4.3.7).

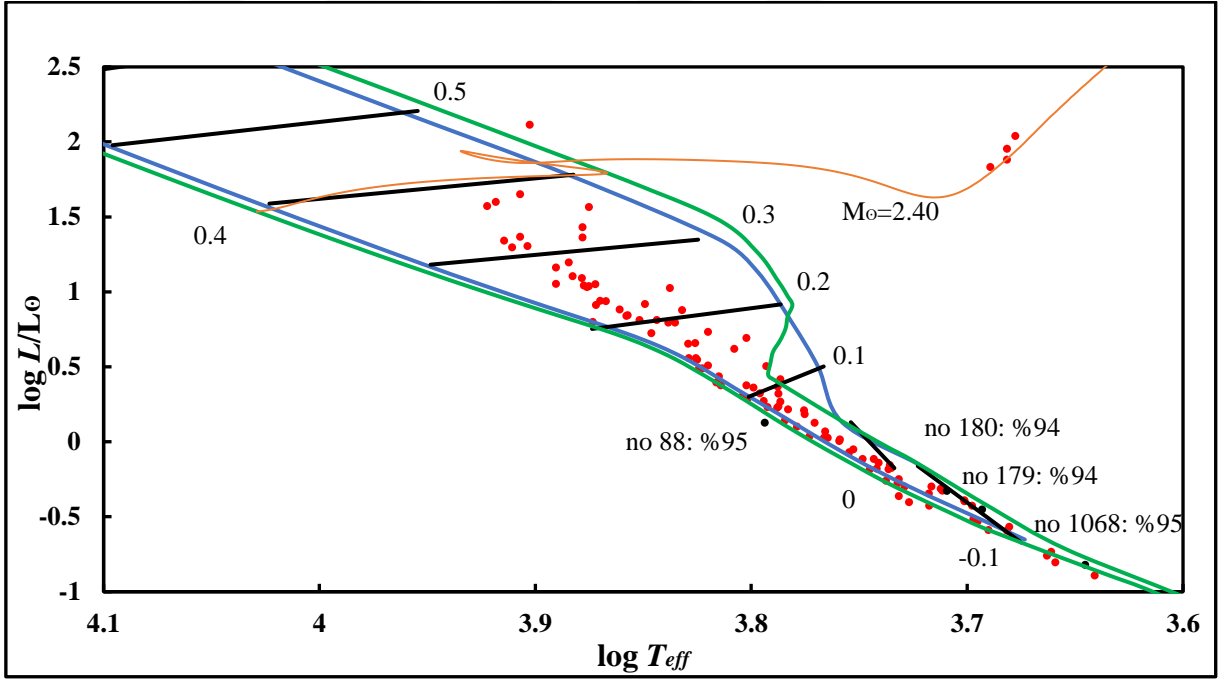
Hyades kümesine ilişkin HR diyagramı Şekil 4.3.5'te gösterilmiştir. Diğer kümeler ile aynı yöntem kullanılarak çizilmiştir. Eş kütle değerleri grafikte belirtilmiştir.

HR diyagramından da görüleceği üzere ZAMS'tan ayrılmalar önceki iki kümeye nazaran daha küçük kütlelerde başlamıştır. Bu da Hyades kümesinin önceki iki kümeye nazaran daha yaşlı olduğunu göstermektedir. Kümenin HR diyagramına göre elde edilen şimdiki zaman kütle fonksiyonu (PDMF) Şekil 4.3.6'da verilmiştir. Buna göre Hyades kümesinin PDMF'si şudur;

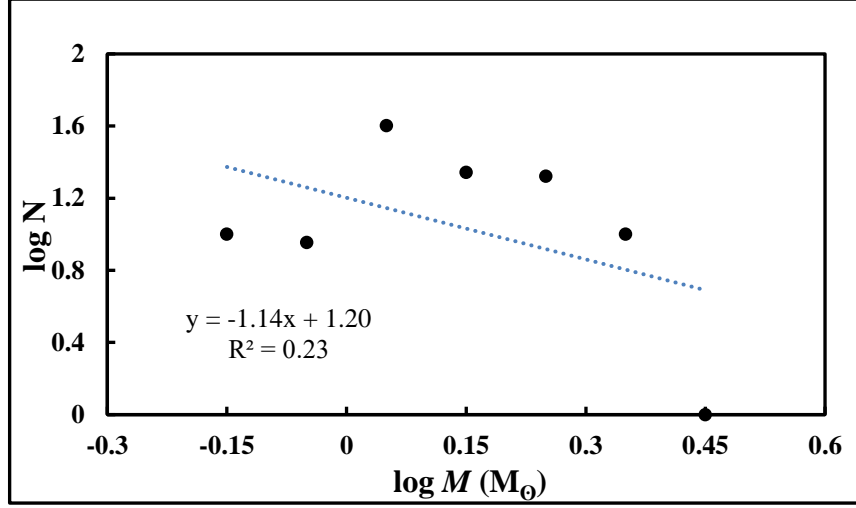
$$\log \xi(M) = -1.14 \log M + 1.20 \quad (11)$$



Şekil 4.3.4: Hyades açık yıldız kümesinin V- $\beta$  diyagramı.



Şekil 4.3.5: Hyades açık yıldız kümesinin HR diyagramı. Siyah renk ile işaretlenmiş yıldızların WEBDA sırası ve üyelik olasılığı grafik üzerinde belirtilmiştir. Sağ üst taraftaki dört adet yıldız daha önce belirtilmiş olup (bkz. Şekil 4.3.3) WEBDA sıralamaları 28, 41, 70 ve 71'dir. Bressen (2012) verileri ile çizilmiş olan turuncu renkli evrim yoluna ait anakol kütlesi  $2.40 M_{\odot}$ 'tir. Bu evrim yolu bahsi geçen 4 adet yıldızın neredeyse üzerinden geçmektedir. Benzer bir durum eş-yaş eğrisinde de (bkz. Şekil 4.3.7) görülmektedir. Yine de bu yıldızları PDMF ve IMF hesabına dahil etmedik çünkü anakoldan fazlasıyla ayrılmış durumda bulunmaktalar. Diğer işaretlemeler öncekiyle aynıdır ( bkz. Şekil 4.1.5).



Şekil 4.3.6 : Hyades açık yıldız kümesinin gözlenen kütle dağılımı.

Elde edilen kütle fonksiyonunun eğimi  $-1.14$ 'tür. Toplam soğurma değeri ( $-0^m.022$ ), bu mesafedeki ( $< 100$  pc) bir kümeden bekleneceği gibi ihmal edilebilecek seviyededir (Crawford, 1978). IMF türetimi için gerekli parametreler Çizelge 4.3.1'de verilmiştir. Kümenin Şekil 4.3.7'de gösterilen eş yaş çizgisinden anakol dönme noktası için  $M_{L,B} = -0.389$  ve  $M_L = 2.850$   $M_{\odot}$  değerleri elde edilmiştir. Buna göre Çizelge 4.3.1'de  $M > M_L$  olan yıldız yoktur ancak son satırda bulunan dört adet yıldızın bir tanesinin hesaplanan kütlesi  $2.93 M_{\odot}$ 'tir. Dolayısıyla, son satırdaki yıldız sayısına (3) numaralı denklem kullanılarak düzeltme uygulanmıştır. Diğer bir ifadeyle PDMF  $\neq$  IMF'dir.

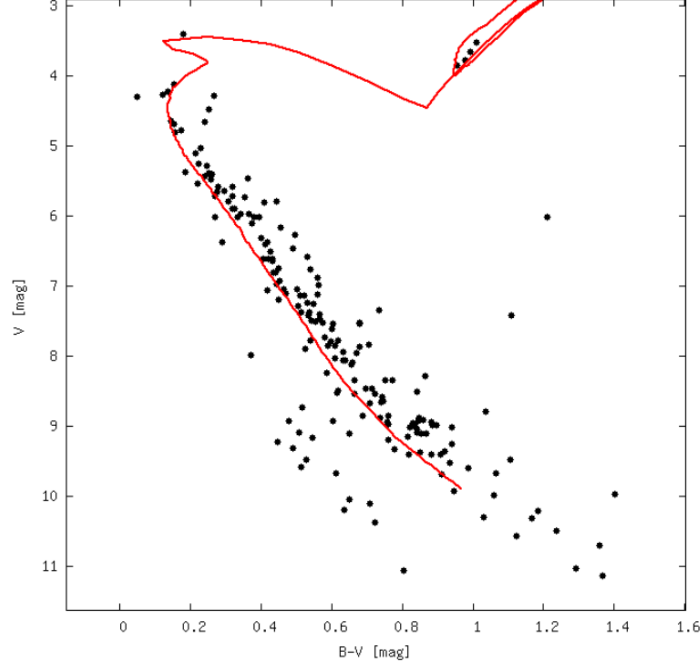
Çizelge 4.3.1: Hyades kümesine ilişkin ışırtma ve kütle fonksiyonu parametreleri.

Aralık Orta Değeri ( $M_V$ )	N	Log N	$M (M_{\odot})$	$BC$	$M_B$	Log N (düzeltilmiş)
7.5	5	0.699	0.673	-0.686	6.814	0.699
6.5	11	1.041	0.721	-0.404	6.096	1.041
5.5	21	1.322	0.870	-0.205	5.295	1.322
4.5	20	1.301	1.096	-0.077	4.423	1.301
3.5	19	1.279	1.371	-0.004	3.496	1.279
2.5	23	1.362	1.684	0.021	2.521	1.362
1.5	10	1.000	2.065	-0.025	1.475	1.000
0.5	4	0.602	2.630	-0.435	0.065	0.456

Kütle – ışıma bağıntısı olarak  $M_V$  ve  $M_b$  parlaklıklarının kullanılması ile elde edilen başlangıç kütle fonksiyonları sırasıyla şunlardır;

$$\log \xi_V(M) = -1.29 \log M + 2.33 , \quad (12)$$

$$\log \xi_b(M) = -1.47 \log M + 2.35 . \quad (13).$$



Şekil 4.3.7: Hyades için WEBDA'nın eş yaş çizgi modülünde Geneva evrim modeli ile üretilen eş yaş eğrisi (sürekli çizgi). Gözlem veri seti (daireler) Johnson ve Knuckles (1955)'e aittir.

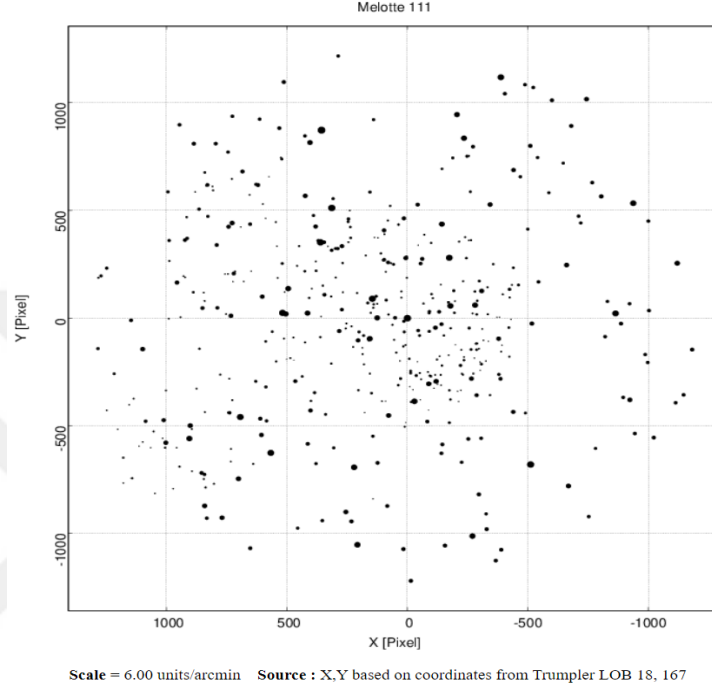
Şekil 4.3.7'de verilen HR diyagramında eş yaş çizgisinin altında kalan yıldızlar ayrı bir bant oluşturuyor gibi görünmektedir. Johnson ve Knuckles (1955)'e göre iki ihtimal vardır; “eğer bu yıldızlar küme üyeleri ise, yalnızca kümenin dış bölgelerinde görülen altcücülerdir. Elbette, yıldızların aslında küme üyesi olmadıklarını, bunun yerine kümenin ötesinde yer alan anakol nesnelere olduklarını varsaymak da mümkündür.” Şekil 4.3.7'deki eş yaş çizgisini oluşturmak için kullanılan parametreler Çizelge 4.3.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.2: Hyades açık yıldız kümesinin eş yaş çizgisini oluşturmada kullanılan parametreler.

Parametre	Değer
Uzaklık modülü ( $V - M$ )	$3^m.28$
Kızıllaşma $E(B-V)$	$0^m.007$
Yaş $t$ (Myr)	708
Metal bolluğu ( $z$ )	0.019 (Geneva)

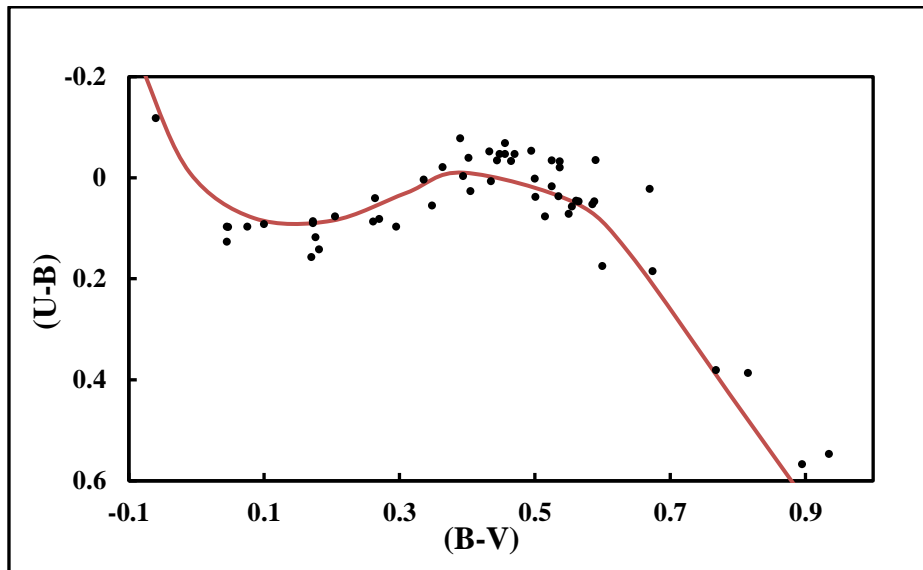
#### 4.4. Melotte 111 (Coma Ber)

Küme merkezinin koordinatları WEBDA'da galaktik boylam ve enlem olmak üzere, sırasıyla,  $221^{\circ}.353$  ve  $84^{\circ}.025$  şeklinde olup, küme bölgesine ilişkin WEBDA'dan alınan görüntü Şekil 4.4.1'de verilmiştir. Bu kümeye ait verilere ulaşmak için kümenin WEBDA üzerindeki ana sayfası olan [https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl\\_page.cgi?cluster=melotte111](https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=melotte111) adresi ziyaret edilebilir.



Şekil 4.4.1: Melotte 111 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü

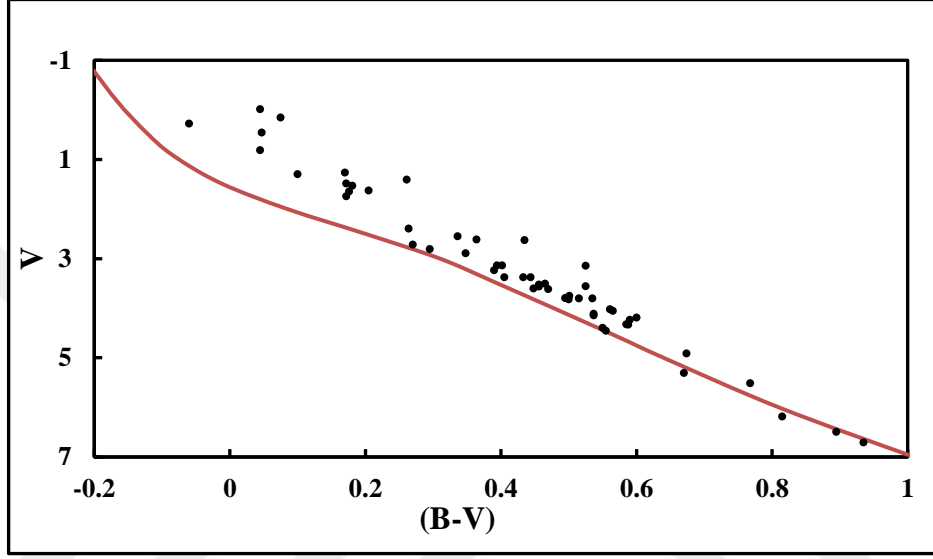
Renk-renk diyagramı, önceki kümeler ile aynı yöntem kullanılarak çizilmiştir ve Şekil 4.4.2'de gösterilmiştir.



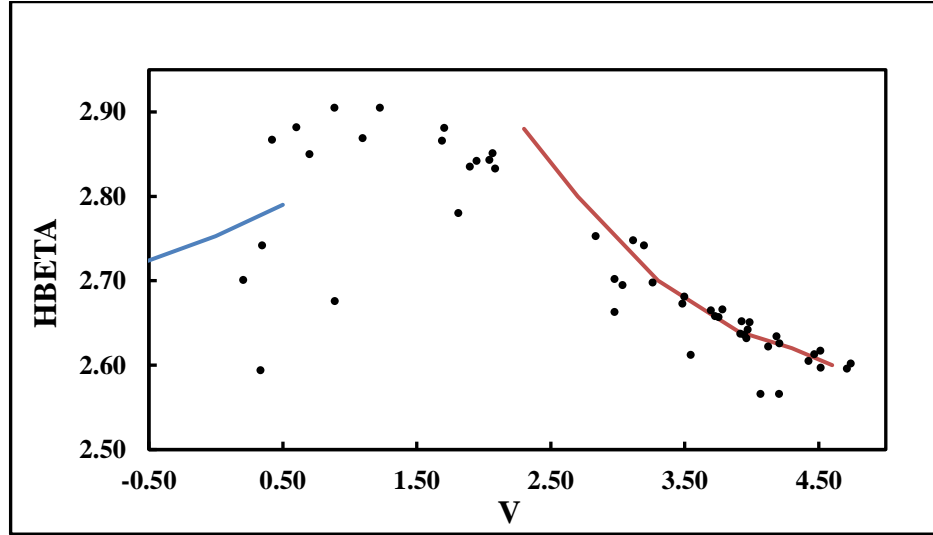
Şekil 4.4.2: Melotte 111 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı

Renk-renk diyagramına göre  $E(B-V) = 0^m.005$  ve  $E(U-B) = 0^m.003$  olup, toplam soğurma  $A_V = 0^m.016$  olarak elde edilir.

Kümenin renk-parlaklık diyagramı da diğer kümelerle aynı yöntemle oluşturulmuş ve Şekil 4.4.3'te gösterilmiştir. Renk-parlaklık diyagramından kümenin fotometrik uzaklık modülü ( $V - M_V$ ) =  $5^m.01$  ve mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 4^m.99$  olarak, kümenin uzaklığı ise  $d \approx 100$  pc olarak belirlenmiştir. Kümenin Şekil 4.4.4'te verilen  $V - \beta$  diyagramı baz alındığında ise fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 4^m.60$ , mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 4^m.58$  ve  $d \approx 83$  pc olarak elde edilir.



Şekil 4.4.3: Melotte 111 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı.

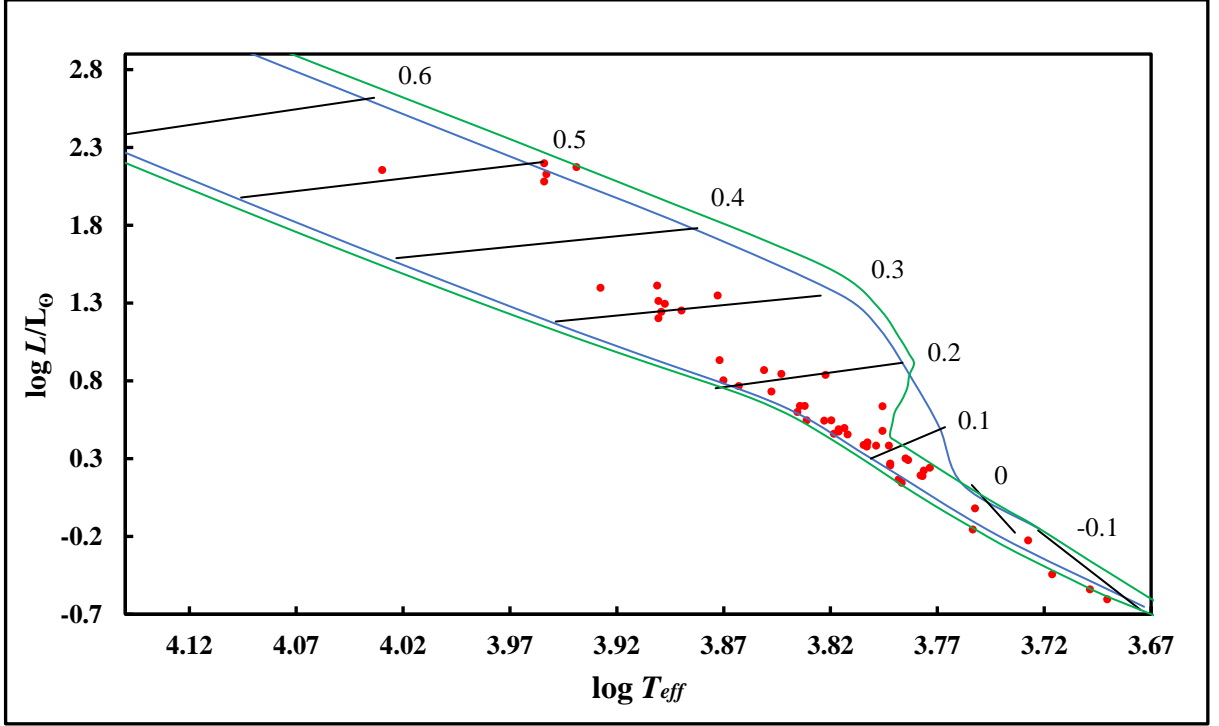


Şekil 4.4.4: Melotte 111 açık yıldız kümesinin V- $\beta$  diyagramı.

WEBDA, bu kümeye ait olabilecek yıldızlarla ilgili herhangi bir olasılık bilgisi sunmamıştır. Bu nedenle veriler kuramsal eğriye uydurulurken mümkün olan en küçük kütleli yıldızları baz alarak ZAMS hizalaması yapıldı (bkz. Şekil 4.4.3 ve Şekil 4.4.5).  $V - \beta$

diyagramında kuramsal eğrinin mavi tarafı hizalama için öncelikli değildir çünkü yeterli sayıda yıldız yoktur ve yıldızlar homojen dağılmamıştır. Hizalama yapılırken kuramsal eğrinin kırmızı tarafı dikkate alınmıştır (bkz. Şekil 4.4.4). V -  $\beta$  diyagramından elde edilen uzaklık değeri, UBV renk – parlaklık diyagramından elde edilenden bir miktar farklıdır. ZAMS hizalanmasının daha uygun görüldüğü (ör; bkz. Şekil 4.4.5), UBV renk – parlaklık diyagramından elde edilen uzaklık değeri daha gerçekçidir.

Melotte 111 kümesine ilişkin HR diyagramı Şekil 4.4.5'te gösterilmiştir. Eş kütle değerleri grafikte belirtilmiştir.



Şekil 4.4.5: Melotte 111 açık yıldız kümesinin HR diyagramı. İşaretlemeler öncekiyle aynıdır (bkz. Şekil 4.1.5).

Bu kümenin anakol dönme noktasına ilişkin kütle değeri, gözlenen yıldızların kütlelerinden büyüktür. PDMF  $\approx$  IMF düşünülebilir. Şekil 4.4.6'daki kütle dağılımına göre kütle fonksiyonu -1.21 eğimini verir. Fonksiyonun kendisi

$$\log \xi(M) = -1.21 \log M + 1.04 \quad (14)$$

Şeklindedir. Salpeter (1955) yönteminde,  $M_V$  ve  $M_B$  değerlerinden hesaplanan kütleler yardımıyla ulaşılan kütle fonksiyonları ise, sırasıyla,

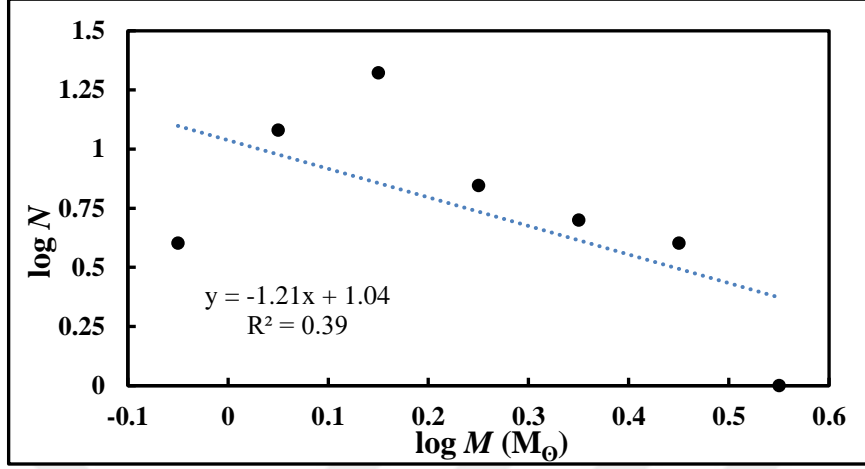
$$\log \xi_V(M) = -0.72 \log M + 1.84 \quad (15)$$

ve

$$\log \xi_B(M) = -0.87 \log M + 1.87 \quad (16)$$

şeklindedir.

Şekil 4.4.7'deki eş yaş çizgisinden kümenin dönme noktası parametreleri  $M_{L,B} = -1^m.064$  ve  $M_L = 3.254 M_\odot$  olarak ölçülmüştür. Kümeye ilişkin Salpeter yöntemi ile elde edilen parametreler Çizelge 4.4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.4.6: Melotte 111 açık yıldız kümesinin gözlenen kütle dağılımı.

Çizelge 4.4.1: Melotte 111 açık yıldız kümesinde, parlaklık fonksiyonundan kütle fonksiyonuna ulaşmak için hesaplanan bazı değerler.

Aralık Orta Değeri (M <sub>v</sub> )	N	Log N	M (M <sub>⊙</sub> )	BC	Log M	Log N (düzeltilmiş)
6.5	3	0.477	0.721	-0.404	-0.142	0.477
5.5	2	0.301	0.870	-0.205	-0.061	0.301
4.5	11	1.041	1.096	-0.077	0.040	1.041
3.5	18	1.255	1.371	-0.004	0.137	1.255
2.5	7	0.845	1.684	0.021	0.226	0.845
1.5	8	0.903	2.065	-0.025	0.315	0.903
0.5	4	0.602	2.630	-0.435	0.420	0.602
-0.5	1	0.000	3.626	-1.047	0.559	0.146

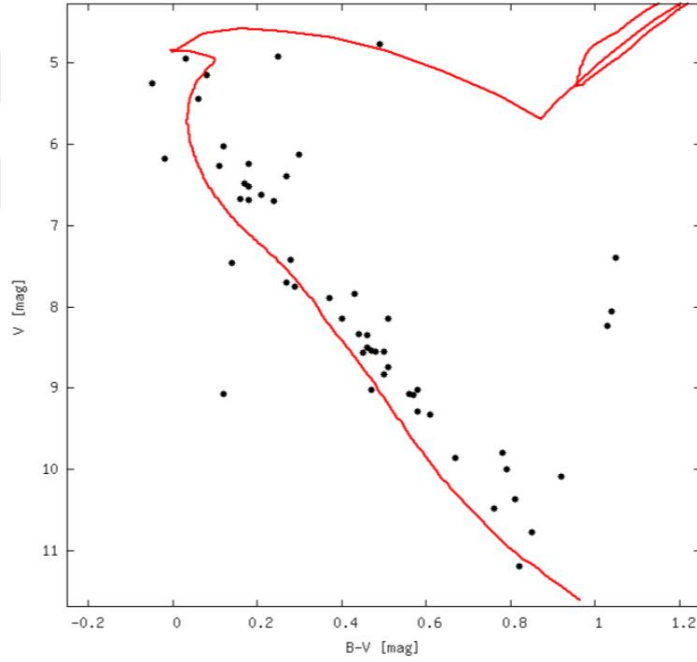
Çizelgeye göre  $M_L$ 'den büyük kütleli yıldız son satırdadır. Bu nedenle Salpeter modeli uygulanırken  $\log N$  için düzeltme, sadece burası için yapılmıştır. Bununla beraber, HR diyagramıyla (bkz. Şekil 4.4.5) elde edilen kütle fonksiyonuna göre yüksek sapma gösteren  $\xi_b$  ve  $\xi_v$  eğimleri ortaya çıkmıştır. Veri sayısı oldukça az olduğundan türetilen kütle

fonksiyonlarına ait eğimleri doğrulamak için daha çok gözlemsel veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

Melotte 111 kümesinin Şekil 4.4.7’de verilen eş yaş çizgisine ilişkin temel parametreler Çizelge 44.2’de sunulmuştur.

Çizelge 4.4.2: Melotte 111 açık yıldız kümesinin eş yaş çizgisi ile elde edilen parametreleri

Parametre	Değer
Uzaklık modülü ( $V - M$ )	$4^m.99$
Kızıllama $E(B-V)$	$0^m.005$
Yaş $t$ (Myr)	501
Metal bolluğu ( $z$ )	0.019 (Geneva)



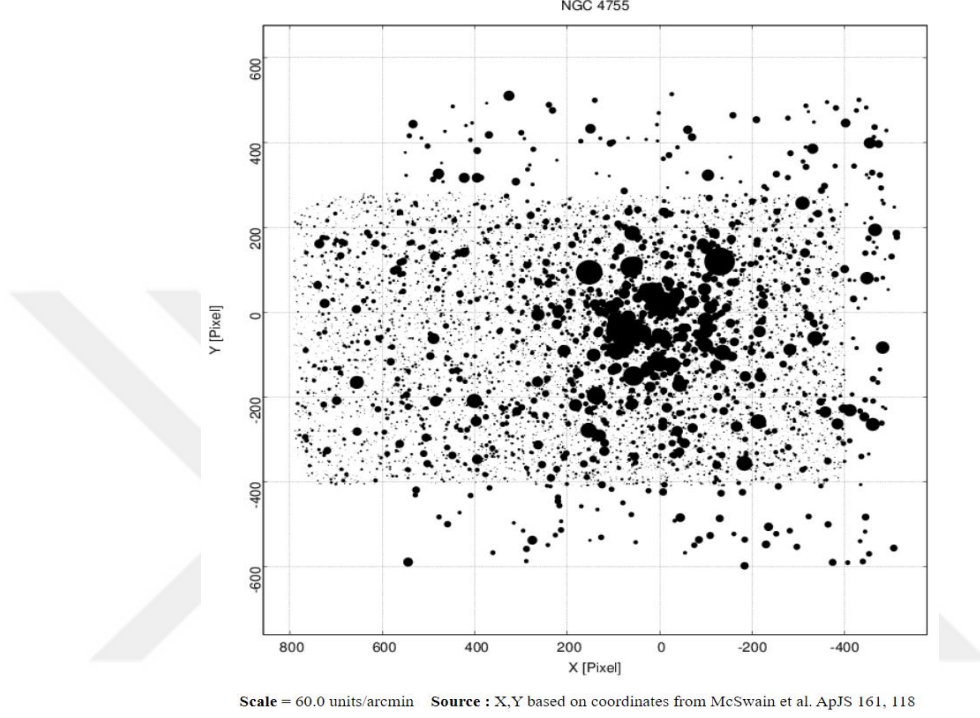
Şekil 4.4.7: Melotte 111 için WEBDA’nın eş yaş çizgi modülünde Geneva evrim modeli ile üretilen eş yaş eğrisi (sürekli çizgi). Gözlem veri seti (daireler) Andruk ve ark. (1995)’e aittir.

Eş yaş eğrisi çizdirilirken varsayılan küme yaşı  $t \approx 501$  myr’dir. WEBDA’ya göre ise kümenin yaşı yaklaşık 449 Myr’dir.

Şekil 4.4.7’deki yıldızların birbirlerine göre hizalanması, iyi bir ZAMS çizgisi oluşturuyor gibi görünmektedir. Grafiğin en tepesinde, anakoldan uzakta konumlanmış iki yıldız, anakoldan ayrılarak kendi evrim yollarına uygun bir süreçten geçiyor olabilir. O halde bu grafikteki yıldızların, anakoldan yüksek sapma gösterenler hariç olmak üzere, küme üyesi olamayacağına dair kesin bir yargıya varılamaz.

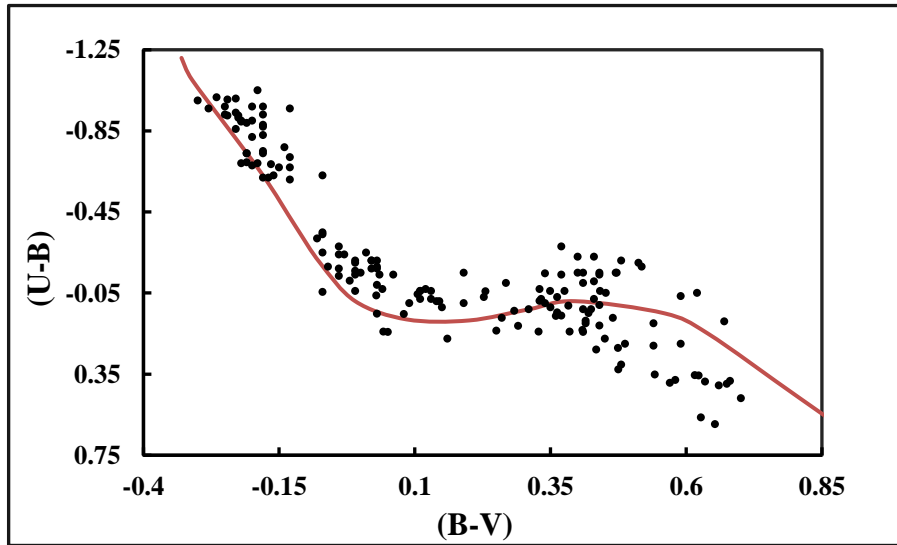
#### 4.5. NGC 4755

Küme merkezinin koordinatları WEBDA'da galaktik boylam ve enlem olmak üzere, sırasıyla,  $303^{\circ}.208$  ve  $2^{\circ}.503$  şeklinde olup, küme bölgesine ilişkin WEBDA'dan alınan görüntü Şekil 4.5.1'de verilmiştir. Bu kümeye ait verilere ulaşmak için kümenin WEBDA üzerindeki ana sayfası olan [https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl\\_page.cgi?cluster=ngc4755](https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=ngc4755) adresi ziyaret edilebilir.



Şekil 4.7.1: NGC 4755 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü.

Kümenin WEBDA'dan alınan UBV verileri ile oluşturulan renk-renk diyagramı kuramsal anakol ile birlikte şekil 4.5.2'de gösterilmiştir.

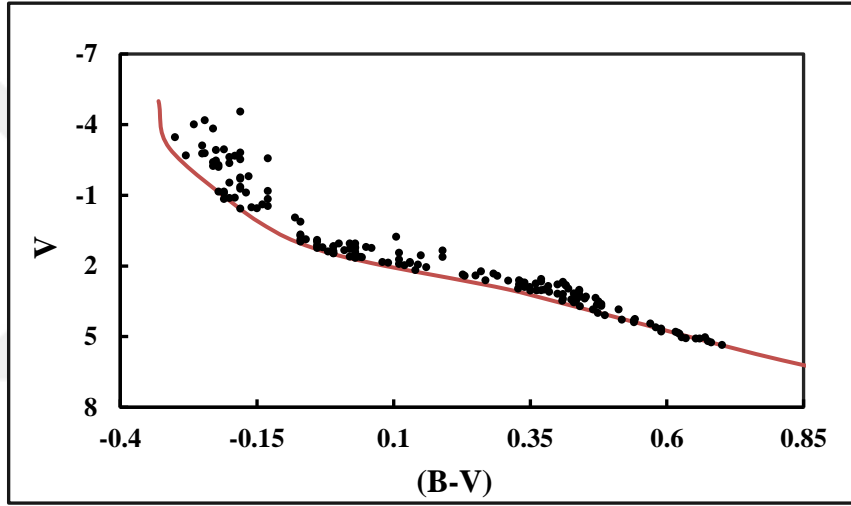


Şekil 4.5.2: NGC 4755 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı.

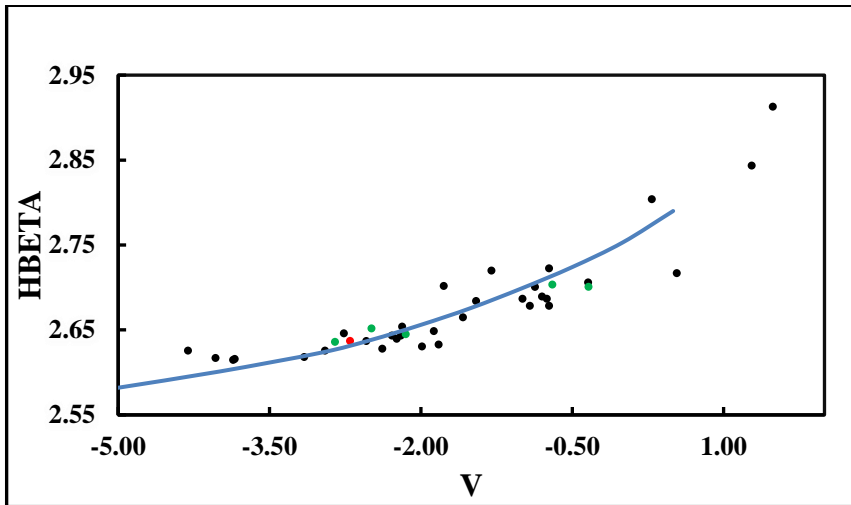
Şekil 4.5.2’de kuramsal sıfır yaş anakolundan oldukça sapma gösteren büyük kütleli yıldızların ileri evrim aşamasında oldukları düşünülmektedir. Kümenin HR diyagramından (bkz. Şekil 4.5.6) da görüleceği üzere söz konusu büyük kütleli yıldızlar ZAMS’tan oldukça ayrılmışlardır.

Renk-renk diyagramına göre  $E(B-V) = 0^m.3$  ve  $E(U-B) = 0^m.27$  olup, toplam soğurma  $A_V = 0^m.93$  olarak elde edilir.

Kümenin renk-parlaklık diyagramı da diğer kümelerle aynı yöntemle çizilmiştir ve Şekil 4.5.3’te gösterilmektedir. Renk-parlaklık diyagramından kümenin fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 13^m.70$  ve mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 12^m.52$  olarak, kümenin uzaklığı ise  $d \approx 3194$  pc olarak belirlenmiştir. Kümenin Şekil 4.5.4’te verilen  $V - \beta$  diyagramı baz alındığında ise fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 13^m.30$ , mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 12^m.12$  ve  $d \approx 2657$  pc olarak elde edilir.



Şekil 4.5.3: NGC 4755 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı.



Şekil 4.5.4: NGC 4755 açık yıldız kümesinin  $V-\beta$  diyagramı. En yüksek olasılıklı 418 nolu yıldız %93 olasılıklı olup kırmızıyla belirtilmiştir. Yeşil renkli yıldızların olasılığı %92 olup WEBDA numaraları küçükten büyüğe olacak şekilde; 9, 115, 201, 213 ve 427’dir.

V- $\beta$  diyagramında kuramsal eğrinin sadece mavi tarafında yıldız bulunmaktadır. Diyagram çizilirken Crawford (1978)'de belirtildiği gibi  $10\Delta\beta$  düzeltmesi yapılmıştır. Ona göre 100 pc'ten uzak yıldız kümelerinde  $\beta$  fotometrisi yapılırken  $V_0$  değerleri  $10\Delta\beta$  kadarlık soğurulmaya uğrar. Düzeltme miktarını hesaplamak için Şekil 4.5.5'te gösterilen kuramsal  $c_0 - \beta_0$  kalibrasyon eğrisinden yararlanılır. Bu grafiği çizmek üzere kullanılan kuramsal veriler ve  $c_0$  değerlerine ulaşmak için yararlanılan aşağıdaki (17) bağıntısı Crawford (1978)'den alınmıştır.

$$(U - B)_0 = -0.94 + 0.86c_0 \quad (17)$$

Kuramsal  $c_0 - \beta_0$  kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak

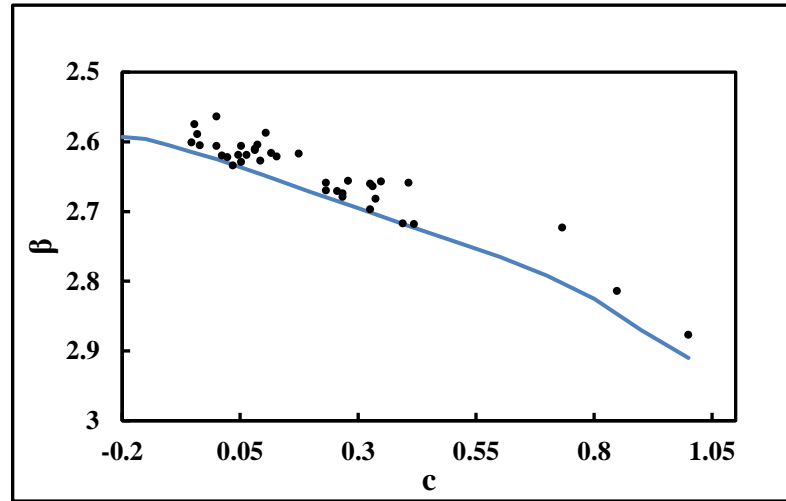
$$\beta_0 \approx 0.23c_0^4 - 0.28c_0^3 + 0.13c_0^2 + 0.21c_0 + 2.63 \quad (18)$$

ilişkisi elde edilir. Kümenin UB $V$  ve  $\beta$  verileri olan ön tür yıldızlarının gözlenen U-B renk ölçekleri ve Renk - renk diyagramından elde edilen  $E(U-B) = 0^m.27$  renk artığı değeri kullanılarak (17) bağıntısı yardımıyla  $c_0$  ve (18) yardımıyla da kuramsal  $\beta_0$  değerleri elde edilir.  $\Delta\beta$  değeri;  $c_0 - \beta_0$  diyagramında  $c_0$  değerine sahip bir yıldızın gözlenen  $\beta$  değerinin, aynı  $c_0$  değerine sahip ZAMS yıldızının (18) ile hesaplanan ZAMS  $\beta_0$  değerinden farkı ( $\Delta\beta = \beta - \beta_0$ ) olarak tanımlanır. Kümeye ilişkin  $c_0 - \beta_0$  diyagramı, kuramsal ZAMS kalibrasyon eğrisi ile birlikte Şekil 4.5.5'te gösterilmiştir.

$\beta_0$  değerleri bu şekilde elde edildikten sonra düzeltilmiş görsel salt parlaklıklar

$$M_V = V_0 + 10(\beta - \beta_0) \quad (19)$$

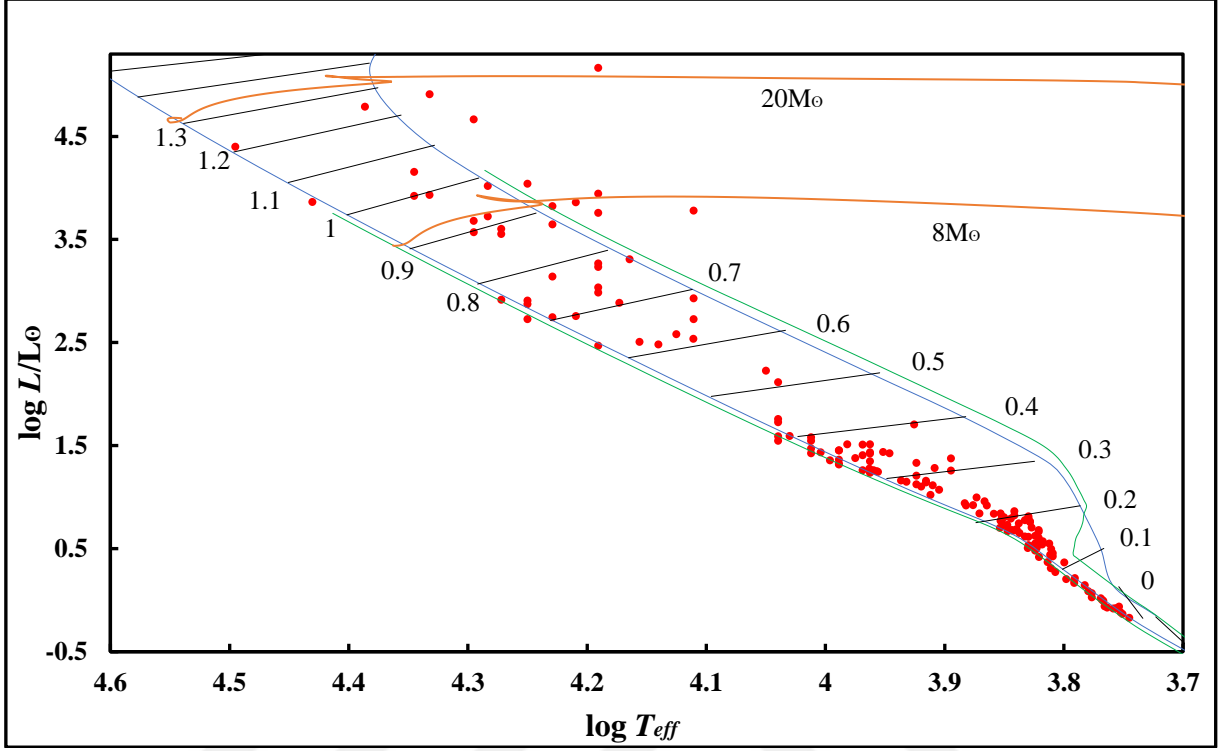
bağıntısı ile hesaplanır.



Şekil 4.5.5: NGC 4755 açık yıldız kümesine ilişkin  $c - \beta$  diyagramı. Mavi renkli sürekli çizgi ile gösterilen kuramsal ZAMS eğrisi Crawford (1978)'den alınmıştır.

Bu kümeye ait fotometrik veriler CCD tekniğiyle elde edilmiştir. CCD tekniği sayesinde daha çok veri bir arada değerlendirilebildi. Örneğin, küme görece uzak olmasına rağmen kadir değeri nicel olarak oldukça büyük olan çok sayıda yıldız hesaplamalarda kullanıldı (bkz. Şekil

4.5.3). Ayrıca Şekil 4.5.6’da verilen HR diyagramında ZAMS’tan oldukça ayrılmış çok sayıda büyük kütleli yıldız bulunmaktadır. Eş kütle çizgilerine ait değerler grafik üzerinde belirtilmiştir.



Şekil 4.5.6: NGC 4755 açık yıldız kümesinin HR diyagramı. Turuncu eğriler Bressan (2012) verileriyle çizdirilmiş evrim yolları olup bu yollara ait anakol kütle değerleri Güneş biriminde grafik üzerinde belirtilmiştir. Diğer işaretlemeler öncekiyle aynıdır (bkz. Şekil 4.1.5)

Küme, görece uzakta ve çok gençtir. Buna rağmen eldeki veriler, belirgin bir anakol bandı oluşturmaktadır ve büyük kütleli yıldızların anakoldan evrimleştikleri görülebilmektedir. Her ne kadar küçük kütleli yıldızların olasılık bilgisi verilmemiş olsa da ZAMS’ın yakınına hizalanmış çok sayıda yıldız, gerçekten küme üyesi olabilir. Şekil 4.5.6’daki turuncu eğrilerden, anakol ömrünü tamamlamış bazı yıldızların başlangıç (initial) durumlarında, hangi kütle aralığında olduklarının tespit edilmesinde faydalanılmıştır. Anakoldaki  $20M_{\odot}$ ’lik bir yıldızın evrim yolunu gösteren turuncu eğrinin en yakınındaki eş kütle çizgisi  $\log 0.3 \approx 19.95 M_{\odot}$ ’tir.  $8M_{\odot}$ ’lik eğri için en yakın eş kütle çizgisi  $\log 0.9 \approx 7.94 M_{\odot}$ ’tir.

Kümenin Şekil 4.5.6’daki eş kütle çizgileri yöntemiyle elde edilen PDMF grafiği Şekil 4.5.7’de ve elde edilen kütle fonksiyonu ise Denklem (20)’de verilmiştir.

$$\log \xi(M) = -1.03 \log M + 1.52 \quad (20)$$

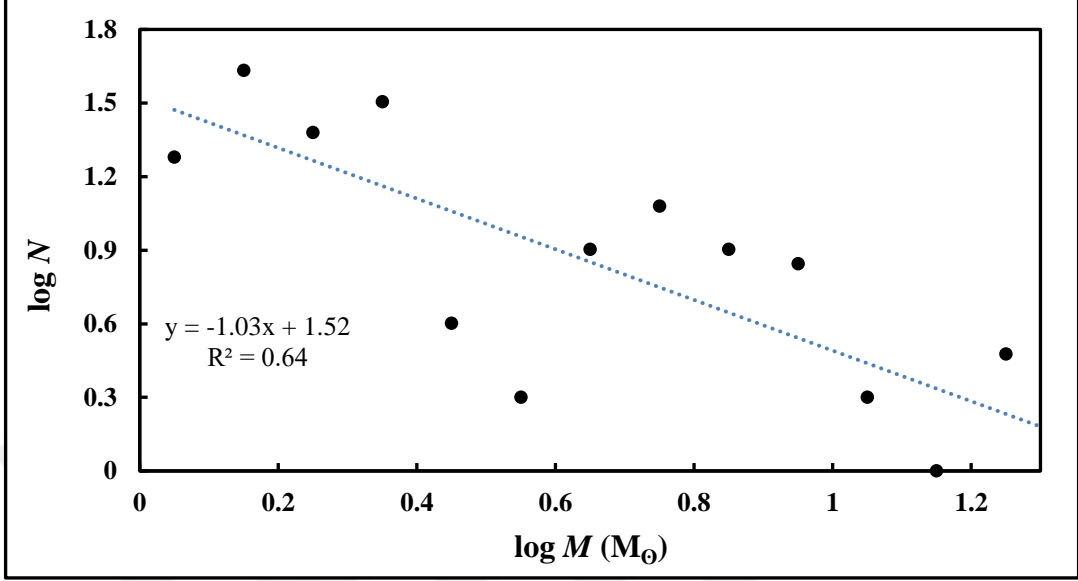
Salpeter yöntemi ile türetilen kütle fonksiyonları ise

$$\log \xi_v(M) = -0.84 \log M + 2.36 \quad (21)$$

ve

$$\log \xi_b(M) = -0.86 \log M + 2.37 \quad (22)$$

şeklinde elde edilir.



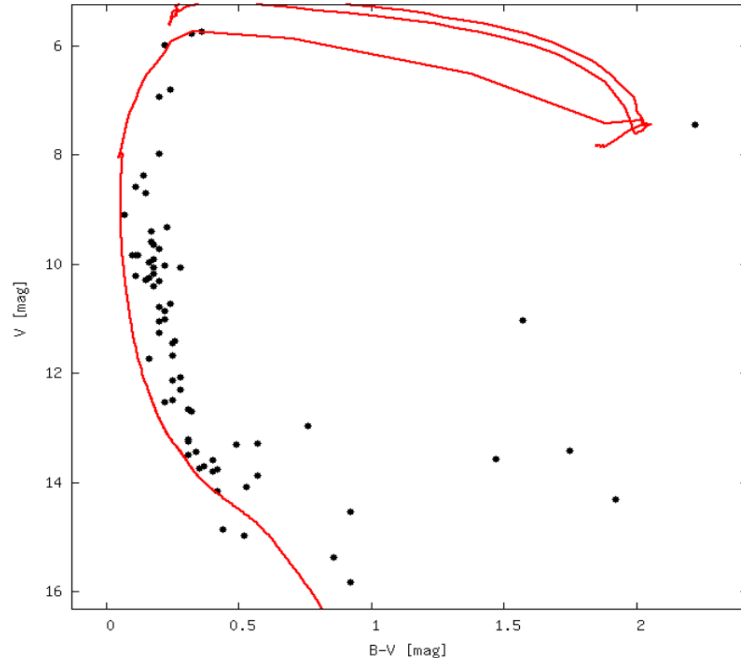
Şekil 4.5.8: NGC 4755 açık yıldız kümesinin kütle dağılımı.

CCD tekniği ve iyi bir ZAMS hizalaması sayesinde, en küçük kütle ile en büyük kütle arasındaki fark, bu tez çalışmasına ait diğer kümelere göre en fazladır. Bu sayede, anakol evrimini tamamlamış büyük kütleli yıldızlar da dahil olmak üzere, anakol bandının mümkün olan en uzun bölümü için kütle fonksiyonu ortaya çıkarıldı. Anakol dönme noktası, gözlenen yıldızlardan daha büyük kütlelidir. Salpeter modelinde hem  $M_V$  (bkz. Denklem 20) hem de  $M_b$  (bkz. Denklem 21) ile hesaplanan kütle değerleri için türetilen kütle fonksiyonlarının eğimleri birbirlerine çok yakındır. Ancak HR diyagramı yöntemiyle hesaplanan eğim ile kıyaslandığında, Salpeter yöntemiyle hesaplanan eğimler oldukça büyük bir ayrışma göstermektedir. Kümenin ön tayf türünden dolayısıyla büyük kütleli çok sayıda yıldızın bulunması nedeniyle bu yıldızlar anakolda epey evrimleşmiş olacaklarından onların parlaklıklarından kütlelerine ulaşılmasındaki hatalar yukarıdaki farklılığın nedeni olabilir. Başka bir deyişle yukarıda elde edilen kütle fonksiyonlarındaki farklılığın, anakol evrimini tamamlamış veya tamamlamakta olan çok sayıda büyük kütleli yıldızın, ısıtma fonksiyonundaki hesaplara dahil edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kümeyle ilişkin eş yaş çizgisi Şekil 4.5.8'de gösterilmiştir. Kuramsal eş yaş çizgisinden dönme noktasına ilişkin  $M_{L,B} = -11^m.11$  ve  $M_L = 66.95 M_{\odot}$  değerleri ölçülmüştür. Salpeter yöntemine ilişkin elde edilen parametreler Çizelge 4.5.1'de ve eş yaş eğrisi ile hesaplanan parametreler Çizelge 4.5.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.5.1: NGC 4755 açık yıldız kümesinde ışınım ve kütle fonksiyonu parametreleri

Aralık Orta Değeri (Mv)	N	Log N	M (M <sub>⊙</sub> )	BC	M <sub>B</sub>
5.5	14	1.146	0.870	-0.205	5.295
4.5	15	1.176	1.096	-0.077	4.423
3.5	40	1.602	1.371	-0.004	3.496
2.5	24	1.380	1.684	0.021	2.521
1.5	31	1.491	2.065	-0.025	1.475
0.5	5	0.699	2.630	-0.435	0.065
-0.5	19	1.255	3.626	-1.047	-1.547
-1.5	12	1.079	5.492	-1.559	-3.059
-2.5	11	1.079	8.928	-2.114	-4.614
-3.5	3	0.477	14.977	-2.831	-6.331
-4.5	1	0.000	25.109	-3.585	-8.085



Şekil 4.5.9: NGC 4755 için Geneva sistemi ile üretilen eş yaş eğrisi. Veri seti Dachs ve Kaiser (1984)'e aittir.

Kümenin yaşı WEBDA'da verilenle hemen hemen aynı olarak  $t \approx 16$  Myr elde edilmiştir. HR diyagramındaki en büyük üç kütle aralığının (logaritmik ölçekte) orta noktası, 1.15, 1.25

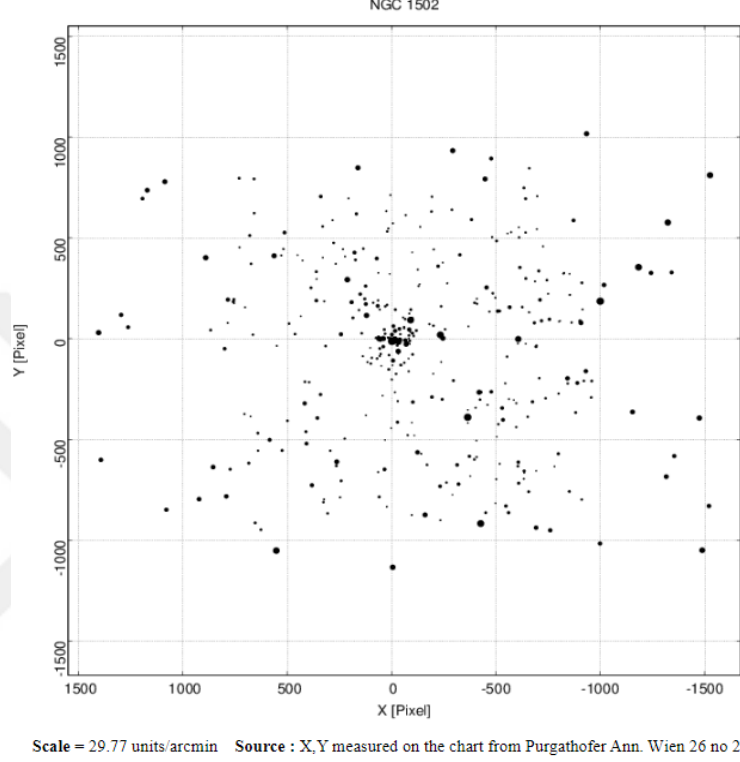
ve 1.35 olup bunlara ilişkin hesaplanan anakol ömrü ise, sırasıyla,  $\approx 13, 7$  ve  $4$  Myr'dir. Ayrıca Şekil 4.5.8'in sağ alt tarafında yer alan dört yıldızın, muhtemelen küme üyesi olmayan geri zemin yıldızları olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.5.2: NGC 4755 açık yıldız kümesinin eş yaş çizgisi ile elde edilen parametreleri

<b>Parametre</b>	<b>Değer</b>
Uzaklık modülü ( $V - M$ )	$12^m.52$
Kızıllaşma $E(B-V)$	$0^m.38$
Yaş $t$ (Myr)	16
Metal bolluğu ( $z$ )	0.019 (Geneva)

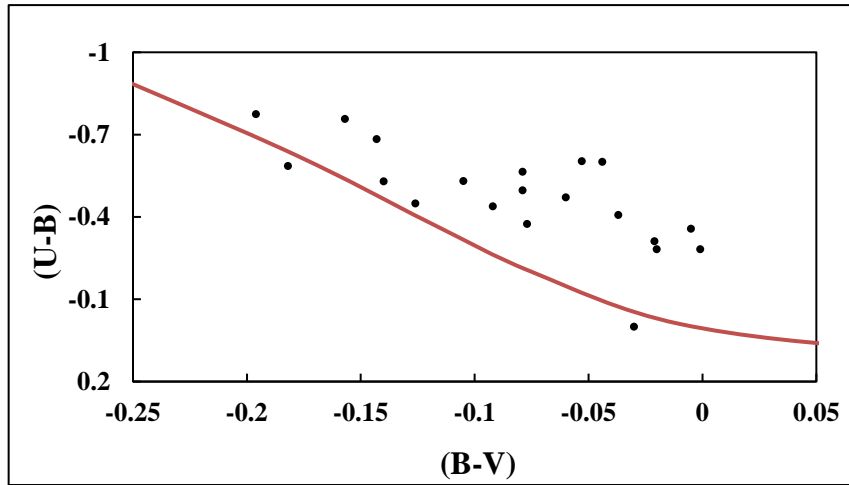
#### 4.6. NGC 1502

Küme merkezinin koordinatları WEBDA'da galaktik boylam ve enlem olmak üzere, sırasıyla,  $143^{\circ}.672$  ve  $7^{\circ}.658$  şeklinde olup, küme bölgesine ilişkin WEBDA'dan alınan görüntü Şekil 4.6.1'de verilmiştir. Kümeye ait verilere ulaşmak için kümenin WEBDA üzerindeki ana sayfası olan [https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl\\_page.cgi?cluster=ngc1502](https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=ngc1502) adresi ziyaret edilebilir.



Şekil 4.6.1: NGC 1502 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü.

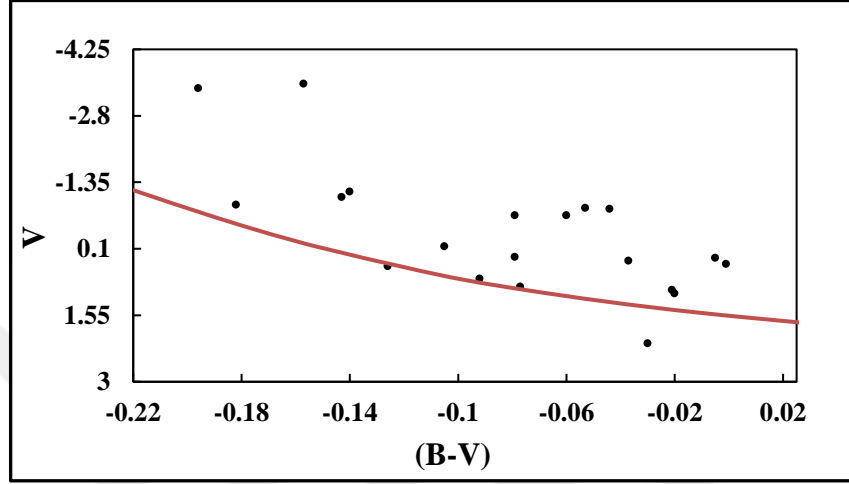
Kümenin renk-renk diyagramı önceki kümelerle aynı yol izlenerek oluşturulmuş ve Şekil 4.6.2'de verilmiştir.



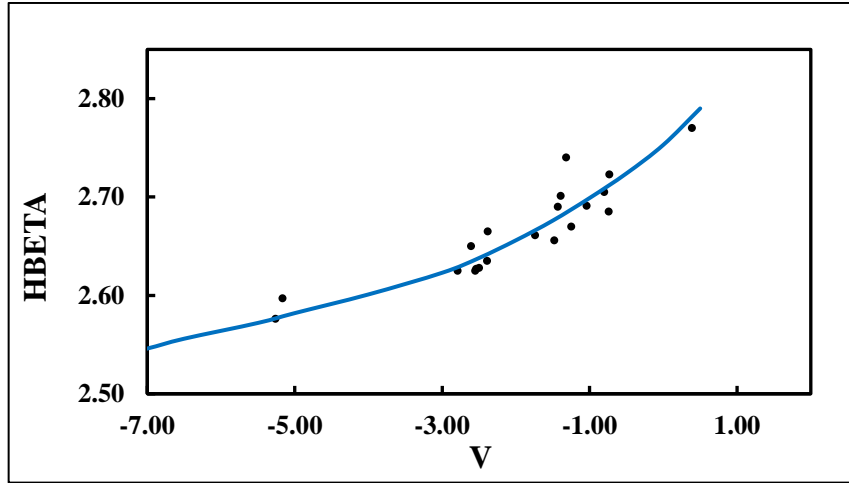
Şekil 4.6.2: NGC 1502 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı.

Renk-renk diyagramına göre  $E(B-V) = 0^m.63$  ve  $E(U-B) = 0^m.25$  olup, toplam soğurma  $A_V = 0^m.397$  olarak elde edilir.

Şekil 4.6.3'te verilen renk-parlaklık diyagramına göre, kümenin fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 12^m.40$  ve mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 10^m.45$  olarak, uzaklığı ise  $d \approx 1229$  pc olarak belirlenmiştir. Kümenin Şekil 4.6.4'te verilen  $V - \beta$  diyagramı baz alındığında ise fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 12^m.20$ , mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 10^m.25$  ve uzaklığı  $d \approx 1120$  pc olarak elde edilir.



Şekil 4.6.3: NGC 1502 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı. Sapma gösteren 42 nolu yıldızın olasılık bilgisi yoktur ve bu yıldız kuramsal eğrinin alt tarafında bulunmaktadır.

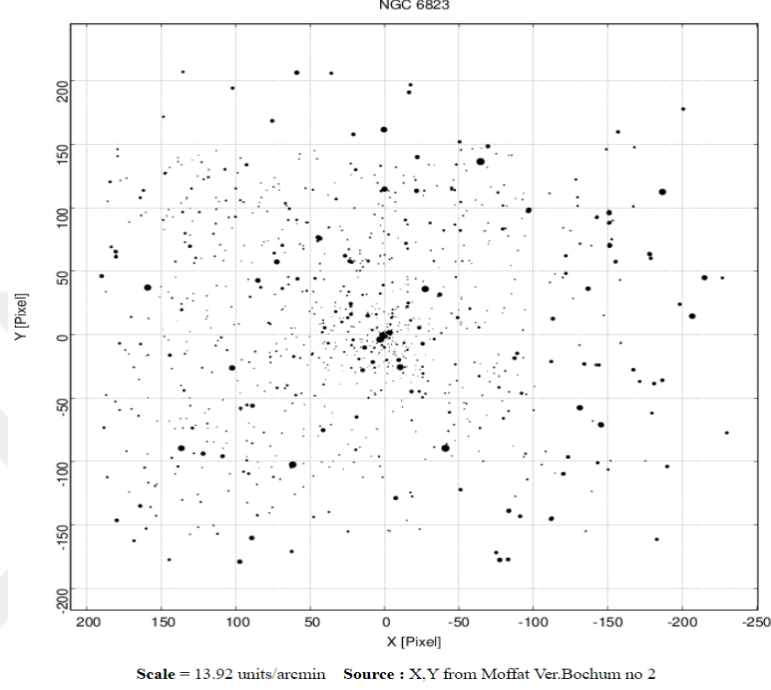


Şekil 4.6.4: NGC 1502 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı.

Verilen grafiklerden anlaşılacağı üzere veri sayısı oldukça azdır (yalnızca 20 adet veri). Bu nedenle  $\beta$  grafiği (bkz. Şekil 4.6.4) ve UBV sistemi kullanılan grafiklerde (bkz. Şekil 4.6.3 ve Şekil 4.6.2) aynı 20 veri kullanıldı. Hesaplanan mutlak görsel parlaklık miktarları nicelik olarak oldukça düşüktür. Kümenin yaşı, WEBDA'da yaklaşık 11 myr olarak verilmiştir. Bu bilgiler ışığında eldeki verilerin büyük kütleli yıldızlara ait olduğunu ve bu yıldızların görece kısa bir zaman sonra anakoldan ayrılacağını ya da belki de birkaçının ayrılmakta olduğunu düşünülebilir.

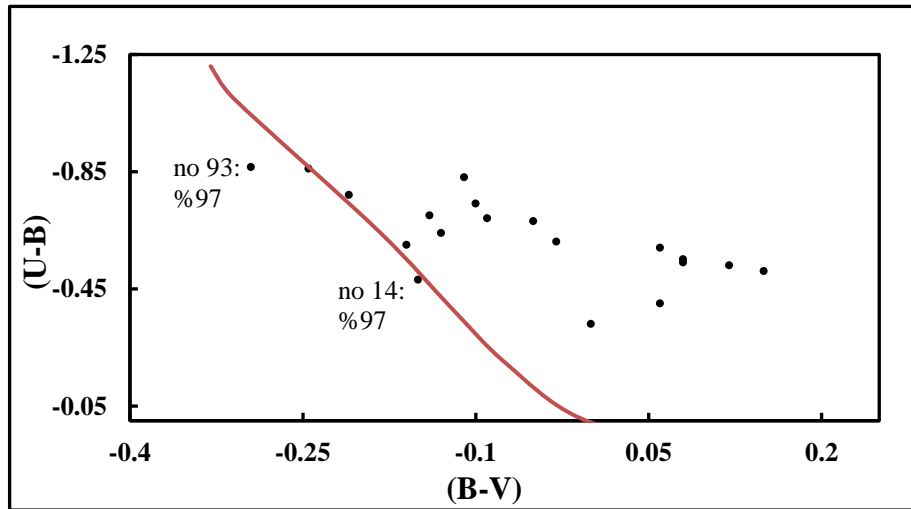
#### 4.7. NGC 6823

Küme merkezinin koordinatları WEBDA'da galaktik boylam ve enlem olmak üzere sırasıyla  $59^{\circ}.402$  ve  $-0^{\circ}.144$  şeklinde olup, küme bölgesine ilişkin WEBDA'dan alınan görüntü Şekil 4.7.1'de verilmiştir. Bu kümeye ait verilere ulaşmak için kümenin WEBDA üzerindeki ana sayfası olan [https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl\\_page.cgi?cluster=ngc6823](https://webda.physics.muni.cz/cgi-bin/ocl_page.cgi?cluster=ngc6823) adresi ziyaret edilebilir.



Şekil 4.7.1: NGC 6823 açık yıldız kümesinin WEBDA üzerinden alınan görüntüsü

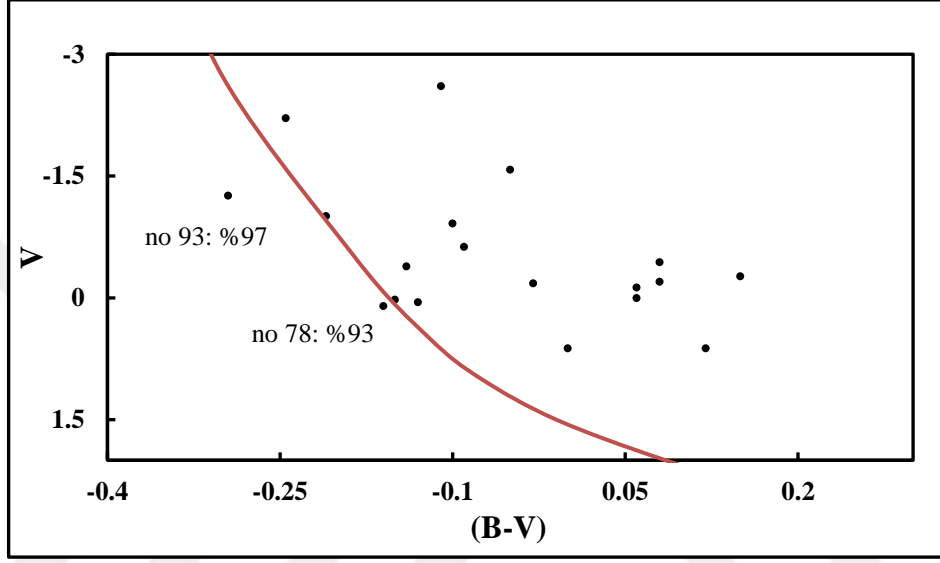
Renk-renk diyagramı Şekil 4.7.2'de verilmiştir. Bu grafikte, renk-parlaklık diyagramında (bkz. Şekil 4.7.3) ve  $\beta$  grafiğinde (bkz. Şekil 4.7.4) birebir aynı veriler kullanılmakla beraber veri sayısı oldukça azdır (yalnızca 18 veri).



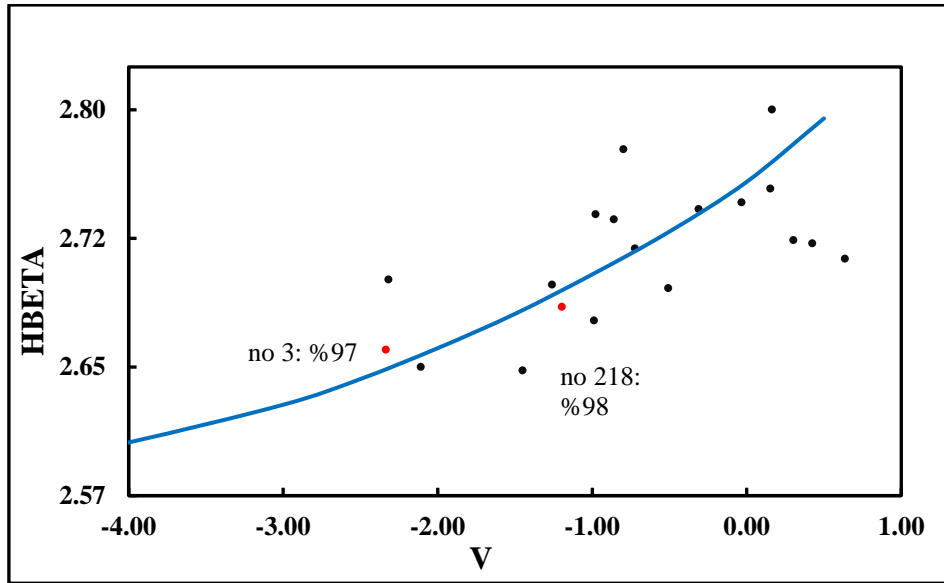
Şekil 4.7.2: NGC 6823 açık yıldız kümesinin renk-renk diyagramı. İki yıldızın WEBDA sırası ve üyelik olasılığı, grafik üzerinde belirtilmiştir. Bu yıldızlardan biri olan no 93 ise önemli ölçüde sapmıştır.

Renk-renk diyagramına göre  $E(B-V) = 0^m.65$  ve  $E(U-B) = 0^m.3$  olup, toplam soğurma  $A_V = 2^m.065$  elde edilir.

Kümenin renk-parlaklık diyagramı da diğer kümelerle aynı yöntemle oluşturulmuş ve Şekil 4.7.3'te gösterilmiştir. Renk-parlaklık diyagramından kümenin fotometrik uzaklık modülü ( $V - M_V$ ) =  $14^m.00$  ve mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 11^m.99$  olarak, kümenin uzaklığı ise  $d \approx 2495$  pc olarak belirlenmiştir. Kümenin Şekil 4.7.4'te verilen  $V - \beta$  diyagramı baz alındığında ise fotometrik uzaklık modülü  $(V - M_V) = 13^m.50$ , mutlak uzaklık modülü  $(V - M_V)_0 = 11^m.49$  ve uzaklığı  $d \approx 1982$  pc olarak elde edilir.

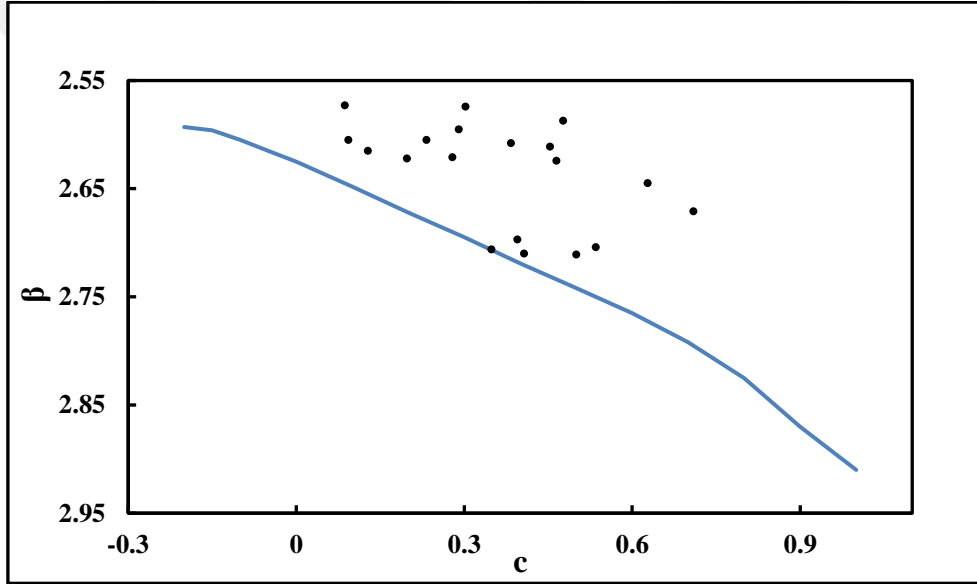


Şekil 4.7.3: NGC 6823 açık yıldız kümesinin renk-parlaklık diyagramı. İki yıldızın WEBDA sırası ve olasılık bilgisi grafik üzerinde belirtilmiştir.



Şekil 4.7.4: NGC 6823 açık yıldız kümesinin  $V - \beta$  diyagramı. İki yıldızın WEBDA sırası ve olasılık bilgisi grafik üzerinde yazılarak kırmızı renk ile belirtilmiştir.

Şekil 4.7.4'ten elde edilen mutlak görsel parlaklık değerlerine, UBV fotometrisinden elde edilen  $A_V$  düzeltmesini uygulamak yeterli olmamaktadır. Küme çok uzaktadır ve eldeki yıldızlara ait veriler yıldızlararası soğurmada oldukça etkilenmektedir. Crawford (1978)'e göre böyle durumlarda  $M_V$  değerlerine  $10\Delta\beta$  düzeltmesi uygulanmalıdır.  $\beta$  grafiğinde (bkz. Şekil 4.7.4) bu düzeltme uygulanmıştır. Düzeltme miktarını hesaplamak için  $c - \beta$  grafiği (bkz. Şekil 4.7.5) çizilmeli ve denklem (19) kullanılmalıdır.  $V - \beta$  diyagramından elde edilen  $M_V$  değerlerine  $10\Delta\beta$  düzeltmesi yapılmazsa, kümenin uzaklığı yaklaşık 4300 pc çıkmaktadır. UBV sistemindeki ölçümlere ait grafiklerde (bkz. Şekil 4.7.2 ve Şekil 4.7.3) varsayılan hizalamalara göre uzaklık ise 2500 pc civarındadır. Veri sayısı az olmasına rağmen,  $10\Delta\beta$  düzeltmesiyle birlikte  $\beta$  ve UBV fotometrisinin sonuçları birbirini az da olsa desteklemektedir.  $\beta$  grafiğinde en yüksek olasılıklı iki yıldızla göre hizalama yapılmıştır ve bu yıldızlar diğer yıldızlara göre ortalanmış görünmektedir. Olasılık bilgileri grafik üzerinde belirtilmiştir. Üstelik  $\beta$  grafiğindeki yıldızların dağılımı görece homojendir. Bu nedenle  $\beta$  fotometrisinden elde edilen  $d \approx 1982$  pc şeklindeki uzaklık değerinin daha doğru olduğu düşünülmektedir.

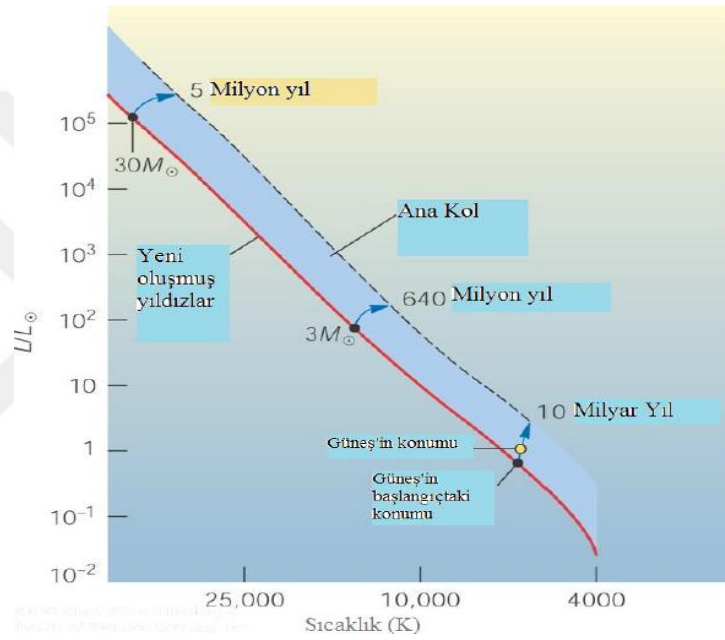


Şekil 4.7.5: NGC 6823 açık yıldız kümesine ait  $c - \beta$  diyagramı. Sürekli çizgiler kuramsal sıfır yaş anakolunu temsil etmekte olup Crawford (1978)'den alınmıştır.

NGC 6823 kümesine ait bütün grafiklerde olasılık bilgisi yüksek olarak belirtilen yıldızların, kuramsal eğrilerle uyuşmasına özen gösterilmiştir. Yine de olasılığı %97 olan 93 nolu yıldızın küme üyesi olmadığı düşünülebilir. Çünkü UBV sistemine ait bütün grafiklerde çok belirgin bir sapma göstermektedir.

## 5. GENEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışılan kümelerdeki HR diyagramlarında, mümkün olduğunca en düşük kütleli yıldızlar arasından, en yüksek olasılıklı olanlar, ZAMS hizalamasını belirlemekte kullanıldı (ör; bkz. Şekil 4.3.5). Oralhan (2012)'nin Doktora tezinden alınan Şekil 5.1'de, anakol bandındaki çeşitli kütle değerlerindeki ZAMS yıldızlarının, TAMS'a gelene kadar olan evrim süreleri belirtilmektedir. Anakol bandı içindeki bir yıldız hidrostatik dengedeysen, çekirdekteki ışıma basıncı yıldızın merkezinden dışarı doğru bir kuvvet oluşturur. Kütleçekim kuvveti ise yıldızın merkezine doğru olup ışımadan kaynaklı olan kuvveti dengeler. Buradan anlaşılacağı gibi, büyük kütleli yıldızlarda kütleçekim kuvveti çok fazladır ve kütle arttıkça yıldızın birim zamandaki ışıma miktarı artar. Böylece kütle arttıkça yıldızın anakol ömrünün kısılacacağı rahatlıkla tahmin edilebilir. Büyük kütleli yıldızlar anakolu çok daha erken terk ederler.



Şekil 5.1: Yıldızların anakol ömürlerinin kütle ile değişimi. Kırmızı çizgi ZAMS, kesikli çizgi TAMS'tır. Yıldız, anakol evrimi boyunca hidrostatik dengesini koruyarak ZAMS'tan, TAMS'a doğru ilerler.

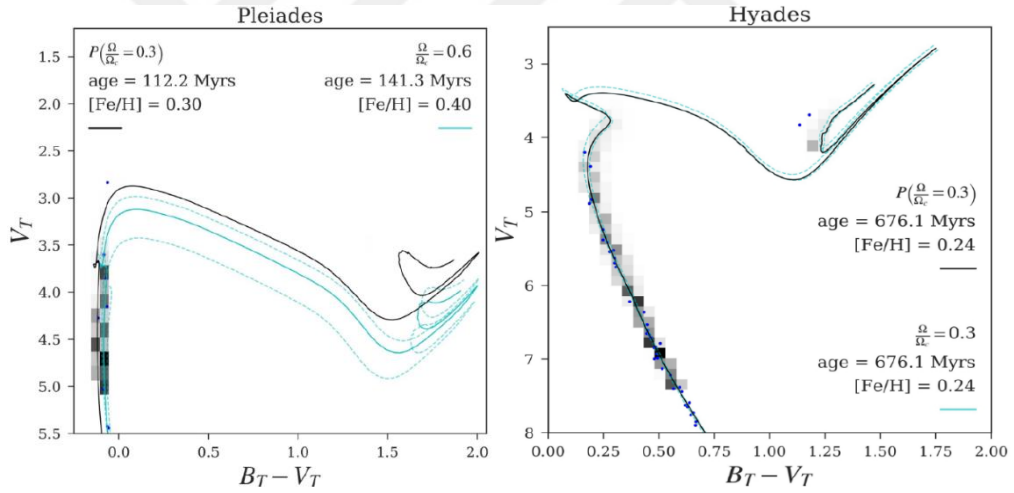
Bir kümenin yıldızları bize eşit uzaklıkta kabul edilebilir. Bu yıldızlar HR diyagramında noktalandığında, yıldızların anakoldan uzaklaşma eğilimlerinin büyük kütlelere doğru hızlandığı görülür. Böylece açık küme gözlemleri sayesinde yıldızların anakol dönme noktaları belirlenebilir. Bu noktaya ait kütle değeri ne kadar büyükse küme o kadar gençtir. Melotte 111 (bkz. Şekil 4.4.5) ile NGC 4755 (bkz. Şekil 4.5.5) kümelerinin anakoldan ayrılma noktaları (dönme noktaları) arasındaki farklılık dikkat çekicidir. Bu kümelerin hesaplanan yaşları sırasıyla 501 ve 16 myr'dir. Eker (2018) kalibrasyonu yardımıyla Melotte 111'in anakol dönme noktasına ait hesaplanan kütle değeri yaklaşık  $3.3 M_{\odot}$  iken NGC 4755 için neredeyse  $67 M_{\odot}$ 'tir.

Görece uzaktaki açık yıldız kümelerinde  $V - \beta$  diyagramı ile elde edilen  $M_V$  değerlerine  $10\Delta\beta$  düzeltmesi (Crawford 1978) yapılması önem taşımaktadır. Örneğin NGC 6823 kümesi için literatürdeki uzaklık miktarları, hata payları da dikkate alınır, yaklaşık olarak 1.8 ile 4 kpc arasında değişmektedir (bkz. Bölüm 2). Eğer bu küme için gerekli düzeltme yapılmazsa, bu çalışmadaki sonuç yaklaşık 4 kpc olacaktı ancak  $10\Delta\beta$  düzeltmesi sayesinde yaklaşık 2 kpc

uzaklıkta olduğu hesaplandı. Yakın zamandaki farklı türden çalışmalar da bu sonucu desteklemektedir (ör; Lata ve ark., 2023).

Açık yıldız kümelerinde anakol dönme noktası belirlenirken kuramsal bir eş yaş çizgisinden yararlanılması önemlidir. Bu durumda kullanılan evrim modelinin kendisi de elde edilen sonuçların doğruluğu üzerinde önemli olmaktadır. Aksi durumda yalnızca gözlem noktaları dönme noktasını tam olarak işaret edemeyebilir. Örneğin Hyades için çizdirilen eş yaş eğrisinde gözlenen en parlak yıldız yaklaşık  $3^m.5$  parlaklığında olup bu değer eş-yaş eğrisi ile hesaplanan değere eşittir (bkz. Şekil 4.3.7). Ancak Alpha Persei için eş-yaş eğrisi ile belirlenen dönme noktasında ve yakınında herhangi bir yıldız bulunmamaktadır. O halde kullanılan yöntem önemlidir. Benzer bir açıklama Oralhan (2012) çalışmasında, Paunzen ve Netopil (2006) ile Paunzen (2010)'a atıfta bulunularak yapılmıştır; "Homojen küme parametreleri elde etme süreci, çok iyi tanımlanmış analiz işlevini, referans eğrilerini (ZAMS ve eş yaş eğrisi gibi) ve ölçümleri kapsamalıdır."

Kuramsal eş yaş eğrileri, dönme parametresini de işin içine katarak yeniden düzenlendiğinde, küme yaşları, dönmenin olmadığı duruma göre, küçük de olsa, farklı birtakım sonuçlar verebilir. (Cossage ve ark., 2018). Aşağıdaki grafik Cossage ve ark. (2018)'den alınmış olup eş yaş eğrilerinin nasıl konumlandıklarını göstermektedir.



Şekil 5.2: Pleiades ve Hyades açık yıldız kümelerine ait eş yaş eğrileri. Turkuaz düz çizgiler dönmenin olmadığı durum ve siyah düz çizgiler dönmenin olduğu durum için çizilmiş olup Cossage ve ark. (2018)'e göre en iyi uyumları göstermektedir. Dönme etkisi dikkate alındığında, Pleiades için hesaplanan yaş, bir miktar eksik çıkar. Ancak Hyades için düz turkuaz ve siyah çizgiler üst üste binmiş görünmektedir. Kesikli turkuaz çizgiler, düz turkuaz çizgilerin hata payı sınırlarını ifade etmektedir. Şekil Cossage ve ark. (2018)'den alınmıştır.

Bu tez çalışmasında, Pleiades ile Hyades kümelerinin anakol dönme noktasını belirten görsel parlaklık değerleri, sırasıyla 3 ve 3.5 kadirdir. Bu değerler Şekil 5.2'deki eş yaş eğrilerinin anakol dönme noktalarıyla tutarlıdır. Bu sonuçla paralel olarak, benzer bir tutarlılık, yaklaşık 100 ve 708 Myr olarak hesaplanan küme yaşlarında da karşımıza çıkmaktadır.

Türetilen kütle fonksiyonları, genellikle Salpeter (1955)'in öngördüğü -1.35'lik eğim değeriyle tutarlıdır. Yalnızca NGC 4755 kümesinde gözlenen yıldızların önemli bir bölümü anakol evrimini tamamlamış veya tamamlamakta olan büyük kütleli yıldızlardan oluşmaktadır.

Bu nedenle Salpeter yöntemi yardımıyla türetilen kütle fonksiyonlarının eğimleri, öngörülen eğim değeri olan -1.35'ten, yaklaşık %40'lık bir sapma göstermektedir (bkz. Bölüm 4.5). Sebebi muhtemelen ısıtma fonksiyonlarından ulaşılan kütle miktarlarının ZAMS kütleleriyle olan uyumsuzluğudur. Ayrıca Melotte 111'deki eğim değerlerindeki sapmanın daha iyi anlaşılması için daha çok gözlemsel veriye ihtiyaç vardır. NGC 1502 ve NGC 6823 kümelerinde yeterli veri olmadığı için kütle fonksiyonu türetilmemiştir.

$E(B-V)$  ile ifade edilen kızıllaşma değerleri için literatürdeki farklılaşma daha fazla olabilmektedir. Örneğin; bu tez çalışmasında Pleiades için  $E(B-V)=0^m.07$  değerini öngördü (bkz. Bölüm 4.2). Bununla beraber literatürde yaklaşık olarak 0.01 ve 0.03 değerlerine de rastlanmaktadır (bkz. Bölüm 2). Ancak bu farklılığın, kümenin uzaklığının belirlenmesinde önemli bir etki yaratmadığı kanaatine varılmıştır. Bu çalışmada Pleiades kümesinin uzaklığı UBV ile  $\beta$  fotometrilerinde yaklaşık olarak sırasıyla 160 ve 147 pc hesaplandı (bkz. Bölüm 4.2). Kümenin literatürde karşılaşılan uzaklıklarının ortalaması ise yaklaşık 135 pc civarındadır (bkz. Bölüm 2).

Tez çalışmasında ele alınan açık yıldız kümelerine ilişkin olarak elde edilen genel sonuçlar Çizelge 5.1'de listelenmiştir.

Çizelge 5.3: Tez kapsamında yer alan yedi adet açık yıldız kümesine ait elde edilen genel sonuçlar.

Parametre	Alpha Persei	Pleiades	Hyades	Melotte 111	NGC 4755	NGC 1502	NGC 6823
$E(B-V)$	$0^m.095$	$0^m.070$	$0^m.007$	$0^m.005$	$0^m.38$	$0^m.63$	$0^m.65$
$E(U-B)$	$0^m.070$	$0^m.040$	$0^m.006$	$0^m.003$	$0^m.27$	$0^m.25$	$0^m.30$
$A_V$	$0^m.295$	$0^m.217$	$0^m.022$	$0^m.016$	$1^m.178$	$1^m.953$	$2^m.015$
$(V - M_V)_{UBV}$	$6^m.9$	$6^m.25$	$3^m.3$	$5^m.01$	$13^m.70$	$12^m.40$	$14^m.00$
$(V - M_V)_0_{UBV}$	$6^m.61$	$6^m.03$	$3^m.28$	$4^m.99$	$12^m.52$	$10^m.45$	$11^m.99$
$d_{UBV}$	209 pc	161 pc	45 pc	100 pc	3194 pc	1229 pc	2495 pc
$(V - M_V)_\beta$	$6^m.85$	$6^m.05$	$3^m.0$	$4^m.60$	$13^m.3$	$12^m.20$	$13^m.50$
$(V - M_V)_0_\beta$	$6^m.56$	$5^m.83$	$2^m.98$	$4^m.58$	$13^m.12$	$10^m.25$	$11^m.49$
$d_\beta$	205 pc	147 pc	39 pc	83 pc	2657 pc	1120 pc	1982 pc
$\xi(M)$ eğim	-1.28	-1.73	-1.14	-1.21	-1.03	-----	-----
$\xi_V(M)$ eğim	-1.23	-1.99	-1.29	-0.72	-0.84	-----	-----
$\xi_\beta(M)$ eğim	-1.18	-1.99	-1.47	-0.87	-0.86	-----	-----
Küme yaşı (Myr)	71	100	708	501	16	-----	-----

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Dzervitis, U., Paupers, O. and Vansevicius, V.,** 1994, Seven-color photoelectric photometry of stars in the Alpha Persei open cluster, *Baltic Astronomy*, 3, Latvia, 13p.
- Stauffer, J.R., Navascues, D.B., Bouvier, J., Morrison, H.L., Harding, P., Luhman, K.L., Stanke, T., Mccaughrean, M., Terndrup, D.M., Allen, L. And Assouad, P.,** 1999, Keck spectra of brown dwarf candidates and a precise determination of the lithium depletion boundary in the Alpha Persei open cluster, *The Astrophysical Journal*, 527, USA, 41p.
- Pena, J.H. and Sareyan, J.P.,** 2006, Uvby- $\beta$  Photoelectric photometry of the open cluster  $\alpha$  Per, *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica*, 42, Mexico, 16p.
- Elsanhoury, W.H., Al-johani, A.S., Fewaty, N.H.E. and Haroon, A.A.,** 2022, Distance determination by magnitude analysis of some open clusters with Gaia era and stellar luminosity function, Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso, 52, Slovakia, 14p.
- Leeuwen, F.V.,** 1983, The Pleiades an astrometric and photometric study of an open cluster, Leiden University, Holland, 140p.
- Crawford, D. L., Barnes, J. V.,** 1974, *Astronomical Journal*, 79, 687.
- Crawford, D. L.,** 1978, *Astronomical Journal*, 83, 48.
- Shobbrook, R.R.,** 2006, Uvby  $\beta$  photometry of southern clusters IV the lower main sequence of NGC 4755, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 206, England, 12p.
- Lyra, W., Moitinho, A., van der Bliek, N.S. and Alves, J.,** 2006, *Astronomy and Astrophysics*, 453, France, 19p.
- Bonatto, C.J., Ortolani, S., and Barbuy. B.,** 2006, Detection of K<sub>s</sub>-excess stars in the 14 myr open cluster NGC 4755, *Astronomy and Astrophysics*, 453, France, 15p.
- Sanner, J., Brunzendorf, J., Will, J.M. and Geffert, M.,** 2001, Photometric and kinematic studies of open star clusters III NGC 4103 NGC 5281 and NGC 4755, *Astronomy and Astrophysics*, 369, France, 17p.
- Guerrero, C.A., Orlov, V.G., Monroy-Rodríguez, M.A. and Fernandes, M.B.,** 2015, Stellar multiplicity of the open cluster Melotte 111, *The Astronomical Journal*, 150, USA, 10p.
- Salpeter, E. E.,** 1955, *Astrophysical Journal*, vol. 121, p.161.
- Sagar, R. and Joshi, U.C.,** 1981, *Astrophysics and Space Science*, 75, UK, 9p.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tripathi, A., Pandey, U.S. and Kumar, B.**, 2013, Photometric study of galactic open cluster NGC 2129 NGC 1502 and King 12, *Bulletin of the Astronomical Society of India*, India, 41, 18p.
- Topasna, G.A., Kaltcheva, N.T. and Paunzen, E.**, 2018, Interstellar polarization and extinction towards the young open cluster NGC 1502, *Astronomy and Astrophysics*, 615, France, 16p.
- Guetter, H.H.**, 1992, Photometric studies of stars in the young open cluster NGC 6823, *The Astronomical Journal*, 103, USA, 7p.
- Ann, H.B., Yu, K.L. and Yun, H.S.**, 1982, *The Journal of The Korean Astronomical Society*, 15, Korea, 7p.
- Pena, J.H., Garcia-Cole, A., Hobart, M.A., de la Cruz, C., Plascencia, J.C. and Peniche, R.**, 2003, *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica*, 39, Mexico, 13p.
- Lata, S., Chen, W.P., Pandey, J.C., Dileep, A., Ai, Z.H., Hojaev, A.S., Panwar, N., Joshi, S., Mondal, S., Biswas, S. and Bhatt, B.C.**, 2023, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 520, UK, 19p.
- Oralhan, İ.A.**, 2012, Açık Yıldız Kümelerinin Fotometrik İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 257s.
- Sung, H., Lim, B., Bessel, M.S., Kim, J.S., Hur, H., Chun, M.Y. and Park, B.G.**, 2013, Sejong Open Cluster Survey Target Selection and Data Analysis, *Journal of The Korean Astronomical Society*, 46, Korea, 21p.
- Mitchell R.I.**, 1960, *Astrophysical Journal* 132, 68, Photometry of the Alpha Persei cluster
- Johnson H.L., Mitchell R.I.**, 1958, *Astrophysical Journal* 128, 31, The color-magnitude diagram of the Pleiades cluster II
- Johnson H.L., Knuckles C.F.**, 1955, *Astrophysical Journal* 122, 209, The Hyades and Coma Berenices star clusters
- Dachs J., Kaiser D.**, 1984, *Astron. Astrophys. Suppl.* 58, 411, UBV photometry of the southern galactic cluster NGC 4755 = Kappa Crucis
- Gossage S., Conroy C., Dotter A., Choi J., Rosenfield P., Cargile P., Dolphin A.**, 2018, Age Determinations of the Hyades Praesepe and Pleiades Via Mesa Models with Rotation, *Astrophysical Journal*, vol. 683, 1.
- Andruk V., Kharchenko N., Schilbach E., Scholz R.D.**, 1995, Photometric survey near the Main Galactic Meridian: 1. Photoelectric stellar magnitudes and colours in the UBV system, *Astron. Nach.* 4, 225.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde elinden gelen en iyi öğrenme-öğretme sürecini oluşturan ve ilerleyebilmem adına bana azami düzeyde sabır gösteren danışman hocam Prof. Dr. Ömer Lütfi Değirmenci'ye teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu süreçte üzerimde emeği olan bölümdeki bütün hocalara ve soru sorduğumda yardımcı olmaya çalışıp bana zaman ayıran herkese teşekkür ederim.

Bana öğrenmeyi ve sorgulamayı öğreterek aydınlanma ışığının yolunu aydınlatması için hiçbir imkânını benden esirgemeyen biricik anneme, öğrenim hayatım boyunca maddi-manevi her türlü desteğini sunan ağabeyime ve benim oğlum başarır, diyen canım babama teşekkürü bir borç bilirim.



**ÖZGEÇMİŞ**

**İsim, soyisim:** Savaş TEMEL

**İletişim:** -----

**Doğum tarihi ve yeri:** -----

**Mezuniyet ve yılı:** Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği (İ.Ö.) – 2009

**İş durumu:** Bakanlığa bağlı okullarda fen bilimleri öğretmenliği (2015 - Günümüz)

