T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

SEÇİLEN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN SDSS TARAMASI İLE FOTOMETRİK ANALİZLERİ

Hazırlayan
Seda ACAR

Danışman
Dr.Öğr.Üyesi İnci AKKAYA ORALHAN

Yüksek Lisans Tezi

Haziran 2019
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

SEÇİLEN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN SDSS TARAMASI İLE FOTOMETRİK ANALİZLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Seda ACAR

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi İnci AKKAYA ORALHAN

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2018-8204 kodlu proje ile desteklenmiştir.

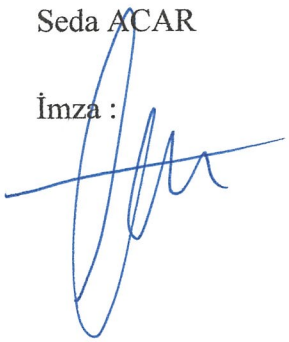
Haziran 2019
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Seda ACAR

İmza :



Seçilen Bazı Açık Yıldız Kümelerin SDSS Taraması ile Fotometrik Analizleri adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Seda ACAR

Danışman

Dr.Öğr.Üyesi İnci AKKAYA ORALHAN

Astronomi ve Uzay Bilimleri ABD Başkanı

Prof. Dr. İbrahim KÜÇÜK

KABUL VE ONAY

Dr. Öğr. Üyesi İnci AKKAYA ORALHAN danışmanlığında **Seda ACAR** tarafından hazırlanan **"Seçilen Bazı Açık Yıldız Kümelerinin SDSS Taraması ile Fotometrik Analizleri"** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Astronomi ve Uzay Bilimleri** Anabilim Dalında **yüksek lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

21/ Haziran / 2019

JÜRİ:

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi İnci AKKAYA ORALHAN .....

Üye : Prof. Dr. İbrahim KÜÇÜK .....

Üye : Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK .....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 25/06/2019 tarih ve 2019/36-50 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

25/06/2019

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgi ile bana faydalı olabilmek için elinden gelenin fazlasını sunan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen kıymetli danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi İnci AKKAYA ORALAHAN'a;

Bu süreç içerisinde her ihtiyacım olduğunda engin bilgileri ile benden desteğini esirgemeyen sayın hocam Dr.Öğr.Üyesi Nurten FİLİZ AK'a;

Bu tez çalışmasının yürütülmesi ve hazırlanması aşamasındaki teknik desteklerinden dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FYL-2018-8204);

Çalışmalarım ve hayatım boyunca hep arkamda duran, maddi manevi destekleri ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme, özellikle sevgili annem Nihal ACAR'a ve babam Metin ACAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Seda ACAR

Haziran 2019, Kayseri

SEÇİLEN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN SDSS TARAMASI İLE FOTOMETRİK ANALİZLERİ

Seda ACAR

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2019
Danışman: Dr.Öğr.Üyesi İnci AKKAYA ORALHAN

ÖZET

SDSS ve *GAIA* verilerini kullanarak NGC 6791 kümesinin ve çok az çalışılmış olan Teutsch 144 kümesinin temel ve fiziksel parametreleri hesaplanmıştır. Teutsch 144 kümesi için ayrıca *San Pedro Martir* gözlem evinden alınan *CDD UBV*(*RI*)$_C$ fotometrik verileri ile elde edilen renk-kadir ve renk-renk diyagramları da kullanılmıştır. Farklı renk-kadir diyagramları ile elde edilen sonuçların literatür ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Küme üyeliklerini belirlerken Gauss karışım modeli kullanılmıştır. NGC 6791 ve Teutsch 144 kümelerinin radyal yoğunluk profilinden elde edilen limit yarıçapları sırası ile 5 yay dakikası ve 1.5 yay dakikası olarak hesaplanmıştır. Kümelerin kızarma değerleri, NGC 6791 için E(*g-r*) = 0.09±0.06 ve E(G_{BP}-G_{RP}) = 0.15±0.12 kadir Teutsch 144 kümesi için E(*B-V*) = 0.80±0.11, E(*g-r*) = 0.77±0.11 ve E(G_{BP}-G_{RP}) = 1.15±0.15 kadir olarak renk-renk diyagramlarından SK82 sıfır yaş ana kolu yardımı ile hesaplanmıştır. Hesaplanan kızarma değerleri, kümelerin renk-kadir diyagramlarında PARSEC eş yaş çizgilerini fit etmek için kullanılmıştır. Her iki küme için çizdirilen farklı renk-kadir diyagramlarından yaş, uzaklık ve uzaklık modülü elde edilmiştir. Elde edilen yaş ve uzaklık değerleri, NGC 6791 kümesi için, *SDSS* filtrelerinden 7.10±1.14 Gyıl ve 4.50±0.20 kpc, *GAIA* filtrelerinden 7.08±0.86 Gyıl ve 4.57±0.21 kpc ve Teutsch 144 kümesi için, CCD *UBV*(*RI*)$_C$ filtrelerinden 0.52±0.07 Gyr ve 2.54±0.15 kpc, *SDSS* filtrelerinden 0.63±0.14 Gyıl ve 2.02±0.14 kpc ve *GAIA* filtrelerinden 0.63±0.26 Gyıl ve 2.34±0.16 kpc olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Açık yıldız kümeleri; temel parametrelerin belirlenmesi, Fotometri; *UBV*(*RI*)$_C$, *SDSS*, *GAIA*

PHOTOMETRIC ANALYSES OF SELECTED OPEN CLUSTERS USING SDSS

Seda ACAR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, June 2019
Supervisor: Assist.Prof.Dr. İnci AKKAYA ORALHAN

ABSTRACT

We present fundamental parameters of galactic open cluster NGC 6791 and poorly studied galactic open cluster Teutsch 144 using *SDSS* and *GAIA DR2* database. We also use CDD $UBV(RI)_C$ photometric data observed at the *San Pedro Martir Observatory* to obtain different color-magnitude and color-color diagrams for Teutsch 144. The result obtained with different color-magnitude diagrams were compared with literature. Gaussian Mixture Model was used to determine clusters membership.

The clusters of Teutsch 144 and NGC 6791 diameters are estimated as 1.5 arcmin and 5 arcmin by using King Profile. The redding of clusters has been obtained as $E(B\text{-}V)$ = 0.80±0.11, $E(g\text{-}r)$ = 0.77±0.11 ve $E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ = 1.15±0.15 mag for Teutsch 144 and $E(g\text{-}r)$ = 0.09±0.06 ve $E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ = 0.15±0.12 mag for NGC 6791 from color-color diagrams by using SK82 zero age main sequence. The redding values have used for fitting the PARSEC isochrones with the diagrams. The mean distance module, distance and the age of these clusters derived from color-magnitude diagrams. The obtained age and distance values for the NGC 6791 cluster were 7.10 ± 1.14 Gyr and 4.50 ± 0.20 kpc from *SDSS* filters, 7.08 ± 0.86 Gyr and 4.57 ± 0.21 kpc from *GAIA* filters and the Teutsch 144 cluster were calculated as 0.52 ± 0.07 Gyr and 2.54 ± 0.15 kpc from CCD $UBV(RI)_C$ filters 0.63 ± 0.14 Gyr and 2.02 ± 0.14 kpc from *SDSS* filters and 0.63 ± 0.26 Gyr and 2.34 ± 0.16 kpc from *GAIA* filters.

Keys words: Open clusters; fundamental parameters, Photometry; $UBV(RI)_C$, *SDSS*, *GAIA*

İÇİNDEKİLER

SEÇİLEN BAZI AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN SDSS TARAMASI İLE FOTOMETRİK ANALİZLERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK iii
KABUL VE ONAY iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR VE SİMGELER x
TABLOLAR LİSTESİ xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ xiv
GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

1.1 Genel Bilgiler ve Literatür Özeti 2
1.2 Sloan Dijital Gökyüzü Taraması 9
1.3 GAIA Uzay Teleskopu 13

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1 Fotometrik Gözlemler, Veriler ve İndirgeme Teknikleri 17
2.2 Kümelere ait SDSS ve GAIA verilerinin elde edilmesi 19
2.3 Fotometrik Hatalar 21
2.4 Küme Üyeliklerinin Belirlenmesi 26
2.5 Radyal Yoğunluk Profili 31
2.6 Renk Artığı 32

2.7 Renk-Kadir diyagramları.....34

3. BÖLÜM

BUGULAR

3.1 Teutsch 144.....37

3.2 NGC 6791.....41

4. BÖLÜM

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1 Tartışma-Sonuç ve Öneriler.....45

5. Kaynakça.....50

ÖZGEÇMİŞ.....61

KISALTMALAR VE SİMGELER

Sembol	Anlamı	Birimi
$\mathbf{Z_{\odot}}$	Güneş'in ağır element bolluğu	(dex)
Z	Ağır element bolluğu	(dex)
(U-B)	U-B renk indeksi	(kadir)
(B-V)	B-V renk indeksi	(kadir)
(R-I)	R-I renk indeksi	(kadir)
(V-I)	V-I renk indeksi	(kadir)
(u-g)	u-g renk indeksi	(kadir)
(g-r)	g-r renk indeksi	(kadir)
(g-i)	g-i renk indeksi	(kadir)
(g-z)	g-z renk indeksi	(kadir)
(G_{BP}-G_{RP})	G_{BP}-G_{RP} renk indeksi	(kadir)
E(B-V)	(B-V) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)
E(R-I)	(R-I) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)
E(V-I)	(V-I) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)
E(u-g)	(u-g) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)
E(g-r)	(g-r) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)
E(g-i)	(g-i) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)
E(g-z)	(g-z) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)

$E(G_{BP}-G_{RP})$	**(**G_{BP}-G_{RP}) renk indeksine ait renk artığı	(kadir)
$(V-Mv)_0$	Uzaklık modülü	(kadir)
M_V	Mutlak Kadir	(kadir)
R_{GC}	Galaksi merkezine olan uzaklığı	(kpc)
z	Galaksi düzleminden itibaren olan uzaklık	(kpc)
d	Güneş-Küme arasındaki uzaklık	(kpc)
X	Galaksi merkezli kartezyen koordinat sisteminde X-doğrultusu	(kpc)
Y	Galaksi merkezli kartezyen koordinat sisteminde Y-doğrultusu	(kpc)
l	Galaktik boylam	(derece)
b	Galaktik enlem	(derece)
A	Yaş	(Gyıl)
Log A	Logaritmik yaş	(A/yıl)
$R_\odot$	Güneş-Galaksi Merkezi Uzaklığı	(kpc)

Kısaltma	**Anlamı**
SDSS	Sloan Digital Sky Survey= Sloan Dijital Gökyüzü Taraması
GAIA	Global Astrometric Interferometer for Astrophysics
2MASS	The Two Micron All Sky Survey - İki Mikron Tüm Gökyüzü Taraması
PPMXL	A Proper Motion Catalog Combining USNO-B and 2MASS - USNO-B ve 2MASS Öz Hareketlerinin Birleştirimiş Kataloğu

SPM	San Pedro Martir
IRAF	Image Peduction and Analysis Facility
SK	Schimidht-Kaler
MS	Ana kol
DM	Distance Modulus - Uzaklık Modülü
SYAK	Sıfır Yaş Ana Kolu
AYK	Açık Yıldız Kümeleri
Teutsch 144	Teu 144
WEBDA	Base Données Amas

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Keşfedilen kümeler 7
Tablo 1.2. *GAIA DR2* de bulunan verilerin bir kısmının istatiksel sayımları 16
Tablo 2.1. Teu144 için UBV(RI)$_C$ filtrelerindeki poz süreleri..... 18
Tablo 2.2. Gözlenen standart yıldızlar 19
Tablo 2.3. Simbad'dan alınan kümelerin merkezi koordinatları 21
Tablo 2.4. Teu 144 kümesinin *UBV*(*RI*)$_C$ ve *GAIA* filtrelerindeki ortalama fotometrik hataları..... 24
Tablo 2.5. Teu 144 kümesinin *SDSS* filtrelerindeki ortalama fotometrik hataları..... 24
Tablo 2.6. NGC 6791 kümesinin *SDSS* ve *GAIA* filtrelerindeki ortalama fotometrik hataları……26
Tablo 2.7. SK82'nin (*U-B*)-(*B-V*) renk indeksleri 33
Tablo 3.1. Teu 144 kümesi için renk artıkları..... 38
Tablo 3.2. Teu 144 açık yıldız kümesinin hatalarıyla birlikte yaş ve uzaklık değerleri . 41
Tablo 3.3. NGC 6791 kümesinin renk artık değerleri..... 42
Tablo 3.4. NGC 6791 kümesinin hatalarıyla birlikte yaş ve uzaklıkları..... 43
Tablo 4.1. Elde edilen parametrelerin literatür ile karşılaştırması. GB Güneş bolluğudur. 48
Tablo 4.2. Elde edilen parametrelerin literatür ile karşılaştırması. a, Frinchaboy et al. [79] makalesinden alınmış değerdir. 49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. NGC 6705 kümesinin WEBDA görüntüsü....4
Şekil 1.2. M67 ve NGC188 Açık Yıldız Kümeleri için HR Diyagramı 8
Şekil 1.3. *SDSS* 2.5 m ayna çaplı Ritchey-Chrétien teleskobu 10
Şekil 1.4. UBVRI-ugriz fotometrik sistemi geçirgenlik eğrileri 11
Şekil 1.5. NGC 6791 kümesinin *SDSS* görüntüsü 12
Şekil 1.6. Teutcsh144 kümesinin *CCD* görüntüsü (SPM) 12
Şekil 1.7. GAIA Uzay Teleskopu 14
Şekil 1.8. *G, G_{BP}, G_{RP}* filtrelerinin geçirgenlikleri 15
Şekil 2.1. Teu 144 için https://www.aavso.org (AAVSO) (18.3′x17.23′)'tan alınan görüntü. Kırmızı alan ile gösterilen görüntü SPM gözlem evinin dedektörünün gördüğü alandır. (7.4′x9.3′). 17
Şekil 2.2. CrossID sorgulama ekranı 20
Şekil 2.3. SIMBAD-VizieR veri tabanı 21
Şekil 2.4. Teu 144 kümesinin fotometrik hataların dağılımları 23
Şekil 2.5. NGC 6791 kümesinin *SDSS* ve *GAIA* filtrelerindeki fotometrik hataların dağılımları 25
Şekil 2.6.Teu 144 kümesine ait öz hareket dağılımı. Mavi renk ile gösterilen P>0.7 büyük yıldızlardır……...28
Şekil 2.7. Teu 144 kümesinin P>0.7 için çizdirilen renk-kadir diyagramı 29
Şekil 2.8. NGC 6791 kümesine ait öz hareket dağılımı. Mavi renk ile gösterilen P>0.9 büyük yıldızlardır. 30
Şekil 2.9. NGC6791 kümesinin P>0.9 için çizdirilen renk-kadir diyagramı 30
Şekil 2.10. Teu 144 kümesinin radyal yoğunluk profili 31
Şekil 2.11. NGC 6791 kümesinin radyal yoğunluk profili 32
Şekil 2.12. Teu 144 kümesinin renk-renk diyagramı. Kırmızı sürekli çizgi SK82 kolunu, koyu siyah noktalar kümenin üye yıldızlarını, gri noktalar alan yıldızlarını temsil etmektedir.....34
Şekil 2.13. Teu 144 kümesinin hesaplanan uzaklık ve kızarma değeri. Siyah noktalar küme üyesi yıldızları, gri noktalar küme alan yıldızlarını, kırmızı noktalar teorik eş yaşı temsil etmektedir.....35

Şekil 2.14. Teu 144 kümesinin *V*-(*B*-*V*) diyagramı Kırmızı sürekli çizgi teorik eş yaş çizgisini, koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir. 36
Şekil 3.1. Teu 144 kümesi için renk-renk diyagramı. Kırmızı sürekli çizgi SK82 SYAK kolunu, koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye olan ve üye olmayan yıldızları göstermektedir. 38
Şekil 3.2. Teu 144 kümesinin *V*-(*B*-*V*), *V*-(*R*-*I*), *V*-(*U*-*B*), *V*-(*V*-*I*), *G*-(G_{BP}-G_{BP}) diyagramları. Kırmızı sürekli çizgi Z= +0.015'deki PARSEC eşyaş çizgisini temsil etmektedir. Koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir. 39
Şekil 3.3. Teu 144 kümesi için *r*-(*g*-*r*), *r*-(*g*-*i*), *r*-(*g*-*z*), *r*-(*u*-*g*) diyagramları. Kırmızı sürekli çizgi Z= +0.015'deki PARSEC eşyaş çizgisini temsil etmektedir. Koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir. 40
Şekil 3.4. NGC 6791 kümesinin renk-renk diyagramı Sürekli kırmızı çizgi SK82 SYAK, koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir. 42
Şekil 3.5. NGC 6791 kümesi için *r*-(*g*-*r*), *r*-(*g*-*i*), *r*-(*g*-z), *r*-(*u*-*g*), *G*-(G_{BP}-G_{BP}) diyagramları. Kırmızı sürekli çizgi Z= +0.036'daki PARSEC eşyaş çizgisini temsil etmektedir. Koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir. 44

GİRİŞ

Tez çalışmasında, açık yıldız kümelerinin *Sloan Dijital Gökyüzü Taraması* (*SDSS;Sloan Digital Sky Survey*)'ndan *u, g, r, i, z* filtreleriyle alınan veriler ile kümelerin temel ve fiziksel parametreleri olan, renk artıkları, uzaklık modülleri, yaşları ve uzaklıkları elde edilmiştir.

SDSS veri tabanında gözlenen kümeler üzerinden küme seçimi yapılmıştır. Küme üyelikleri Gaussian karışım metodu ile belirlenmiştir. Kümelerin limit yarı çapı King profil [1] yardımı ile elde edilmiştir. Renk artıkları, Schmidt-Kaler, (SK82) [2] sıfır yaş anakolunun (*U-B*)-(*B-V*) iki renk diyagramının Karaali vd. [3] ait dönüşümleri kullanılarak (*u-g*)-(*g-r*) iki renk diyagramına dönüşümü sağlandıktan sonra kızarma eğrilerine göre çakıştırılmasından elde edilmiştir. Teutsch 144 (Teu 144) kümesi için metal bolluğu Güneş bolluğunda alınmıştır. NGC 6791 kümesi için metal bolluğu +0.38 [4] olarak kabul edilmiştir. Yaşları, uzaklıkları ve uzaklık modülleri, Bressan et. al. [5] eşyaş eğrileri kullanılarak kümelerin renk kadir diyagramları ile çakıştırılmasından eldesi sağlanmıştır.

Bu çalışmada, incelenen NGC 6791 ve Teu 144 kümelerin literatüre ait parametreleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Yine bu çalışmada San Pedro Martir Ulusal Gözlemevi (SPM)'den alınan $UBV(RI)_C$ verileri, *GAIA DR2* [6] kataloğundan alınan G_{BP}, G, G_{RP}, verileri kullanılmıştır. Böylelikle incelenen küme için aynı analiz sürecinde birden çok renk-kadir diyagramının kullanılması ve bunların karşılaştırılması elde edilen parametrelerin (yaş, uzaklık, kızarma gibi) homojenliğini ve daha güvenilir olmasını sağlamıştır.

1. BÖLÜM

1.1 Genel Bilgiler ve Literatür Özeti

Yıldız kümeleri, iyi karışmış bir moleküler buluttan kabaca eş zamanda oluşan ve karşılıklı çekimsel kuvvetle bir arada duran yıldız topluluklarıdır. Bu nedenle kümedeki yıldızlar yaklaşık olarak aynı yaş ve kimyasal bileşime sahiptirler. Bir yıldız kümesi üyesi olan yıldızlar, göreceli olarak daha küçük alanlar kapladıkları için üye yıldızların Güneş'e olan uzaklıkları aynı kabul edilmektedir. Yıldız kümeleri iki farklı gruptan oluşmaktadır. Bunlardan birisi açık yıldız kümeleri diğeri ise küresel yıldız kümeleridir.

Küresel yıldız kümeleri Samanyolu'nun Halo bölgesinde bulunurlar ve yıldızların dağılımları neredeyse simetriktir. Genellikle gaz, toz ve genç yıldız içermezler ve yaşlı yıldız gruplarıdır. Açık yıldız kümeleri (AYK) ise küresel kümelere nazaran daha fazla saçılma gösteren genç yıldız topluluklarıdır. Galaktik disk içinde bulunurlar ve bu sebeple kimi zaman galaktik kümeler olarak da adlandırılırlar.

Yıldız kümeleri ilk keşiflerinden bu yana birkaç sınıflandırılma kalıbına girmiştir. Bunlardan ilki 1915 yılında Melotte [7] tarafından oluşturulmuştur ve sınıflandırma şekli:

Sınıf 1, NGC6205 (M13) gibi küresel kümelerin bulunduğu grup,

Sınıf 2, NGC2287 gibi belirli bir görünüme sahip dağınık kümelerin bulunduğu grup,

Sınıf 3, küçük, dağınık ve belirli bir dağılıma sahip olmayanların bulunduğu grup,

Sınıf 4, Pleiades ve Hyades gibi kümelerin bulunduğu grup,

olmak üzere dört ana sınıfa ayırmıştır. Shapley [8,9] kümelenmeye dayalı (yoğunluklarına göre) bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Sınıflandırma şu şekildedir:

a grubu, rasgele yıldız dağılımının bulunduğu grup,

b grubu, yıldız oymaklarının bulunduğu grup,

c grubu, çok dağınık ve düzensiz kümelerin bulunduğu grup (Hyades gibi kümelerin bulunduğu grup),

d grubu, dağınık kümelerin bulunduğu grup,

e, f, g grubu, bu üç grup yoğun kümeler olarak adlandırılmıştır. Ve bu gruplar zenginliklerine göre üçe ayrılmıştır. Her bir grubun temsilcisi olarak M38, M37 ve NGC2477 gösterilmiştir.

Shapley ayrıca bu sınıflandırmalara ek olarak açık yıldız kümelerin iki ayrı grup olarak değerlendirmiştir. Bunlardan ilki Pleiades gibi erken tayf türü (A, B gibi) ana kol yıldızlarının bulunduğu grup diğeri ise Hyades gibi geç tayf türü yıldızlara sahip olan kümelerin bulunduğu gruptur [8, 9]. Shapley'in yapmış olduğu gruplandırma Trumpler tarafından geliştirilmiştir [10]. Trumpler, uzaklıktan bağımsız olarak tespit edilebilir açık bir kümenin belirli özelliklerini tanımlayan bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Böylelikle daha önceki sistemlerin sorunlarının da ortadan kalkmasını sağlamıştır. Örneğin Trumpler "*dağınık kümeler olarak adlandırılan grupların bize yakın olması sebebi ile dağınık görünüyor olabileceğini, ancak diğer kümeler ile aynı mesafeye yerleştirildiklerinde daha yoğun görünebileceğini*" söylemiştir [10]. Trumpler bu tespiti üzerine küme sınıflandırmasını üç başlık üzerinde toplamıştır.

Trumpler bu sınıflandırmasının ilkini kümelerin yoğunlaşmalarına göre yapmıştır ve Romen rakamlarıyla ifade etmiştir:

I; Güçlü merkezi yoğunlaşmaya sahip kümeler

II; Çok az merkezi yoğunlaşmaya sahip kümeler

III; Homojen bir şekilde yoğunlaşma gösteren kümeler

IV; Küme ve alan yıldızlarının ayrılmamış belirgin olmayan yoğunlaşma gösteren kümeler

İkincisini ise kümelerin yıldızlarındaki parlaklık aralıklarına göre yapmış ve 1,2,3 sayıları ile ifade etmiştir:

1; Küme yıldızlarının çoğu neredeyse aynı görünen parlaklığa sahip kümeler

2; Yıldızları orta parlaklığa sahip kümeler

3; Parlak ve sönük yıldızlardan oluşan kümeler

Üçüncü sınıflandırmasını ise kümelerin popülasyonlarına göre yapmış ve p, m, r harfleri ile ifade etmiştir:

p (poor); 50 yıldızdan az olan fakir kümeler

m (medium); 50 ile 100 arası yıldıza sahip orta derece zengin kümeler

r (rich); 100'den fazla yıldıza sahip zengin kümeler

Örneğin NGC 6705 (M11) kümesi "I2r" sınıfındandır, güçlü bir merkezi yoğunlaşmaya sahip, yıldızları orta parlaklıkta ve 100'den fazla yıldıza sahip bir kümedir (bkz. Şekil1.1).



Şekil 1.1. NGC 6705 kümesinin WEBDA görüntüsü

Trumpler'in küme sınıflandırmalarıyla birlikte kümeler üzerine yapılan çalışmalar artmıştır. İlk sınıflandırmadan bu yana açık yıldız kümeleri keşifleri artmış ve kataloglandırılmaya başlanmıştır. Lingå'nın ilk kataloğunda, farklı yazarlar tarafından belirlenen 1212 açık yıldız kümesinin fiziksel parametrelerini içeren bir katalog tanımlamıştır [11]. Mermilliod, 500 açık yıldız kümesi üzerinden, fotometrik, spektroskopik ve diğer karakteristik özellikleri mevcut olan bir veri tabanı (WEBDA; Base Données Amas) oluşturmuştur [12]. Dias et al. [13] tarafından 2002 de yeni bir katalog oluşturmuştur ve içerisine 1537 açık yıldızı kümesini dahil etmiştir. En son ve güncel katalogta ise 2174 açık küme ve olası küme adayları mevcuttur. Bu katalog Lingå [11] ve Mermilliod [12] kataloglarını da kapsamaktadır.

AYK'nin en yaşlı kümesi bile küresel kümelerin en genç kümesinden daha yaşlı değildir ve çoğu kümenin yaşları 1 Gyıl'dan küçüktür. Açık kümelerin metal bolluklar $-0.75<[Fe/H]<+0.25$ dex aralığını kapsamaktadır [14]. Kütleleri 10^2-10^4 $M_\odot$ arasındadır [15, 16]. Galaktik diskteki dev moleküler bulutlardan oluştukları için AYK galaktik diskin yapı taşları olarak kabul edilirler. AYK'nin şu an için kataloglandırılmış küme sayısı 2174 tanedir. Fakat literatürde birçok yazar açık yıldız kümelerin 10^5'lik bir popülasyonunun olduğunu tahmin etmektedir [16, 17].

Becker'in [18] öncü çalışmalarından bu yana AYK, morfolojik, kinematik, kimyasal dağılım ve galaktik yapının şeklini çizmek için kullanılmıştır [19-28]. AYK, aynı moleküler buluttan doğduklarından galaksimizin diskinin özelliklerini ve yıldız evrimlerini analiz etmek için iyi birer çalışma alanı olarak görülmektedir [29]. Çünkü aynı yaş ve kimyasal bolluğa sahip farklı kütlelerdeki yıldızların evrimini göstermektedir. Öyle ki bu kümeler birçok amaç için kullanılmışlardır. Bunlardan bazıları:

i. Yıldız evrim modelleri için,

ii. Moleküler buluttan çekimsel etkiyle birbirine bağlı bir yıldız kümesine giden tüm farklı adımları yönlendiren ve kontrol eden bir yıldız oluşum sürecini ve olası fiziksel mekanizmaları ayrıntılı olarak incelemek için,

iii. Samanyolu'nun spiral kollarının belirlenmesi ve haritalandırılması için galaksinin kinematik özellikler için,

iv. Galaksinin kimyasal bileşimi için,

v. Güneş'in Galaksi merkezine olan uzaklığını hesaplamak için,

vi. Spiral kolların hareketlerini anlamak için,

vii. Gökadanın dönme eğrisini belirlemek için

şeklinde sıralanabilir [29, 30, 31]. Yukarıdaki maddelerde de bahsedildiği gibi AYK birçok konuya ışık tutmaktadır. Böylesine geniş alanları içine alan AYK'nin literatürdeki incelemelerine bakıldığında kümelerin temel ve fiziksel parametrelerine dair bilgi eksikliği oldukça fazladır. En son güncellenen DAML02 [13]'ye ait katalogda açık yıldız kümesi ve olası küme adayları listelenmiştir. Bu kümelerin neredeyse %72'sinin metal bollukları hâlâ bilinmemektedir. Yine aynı katalogda kümelerin temel parametreleri olan yaş, uzaklık ve kızarma değerlerinin yaklaşık %20'sinin değerleri bilinmemektedir [13].

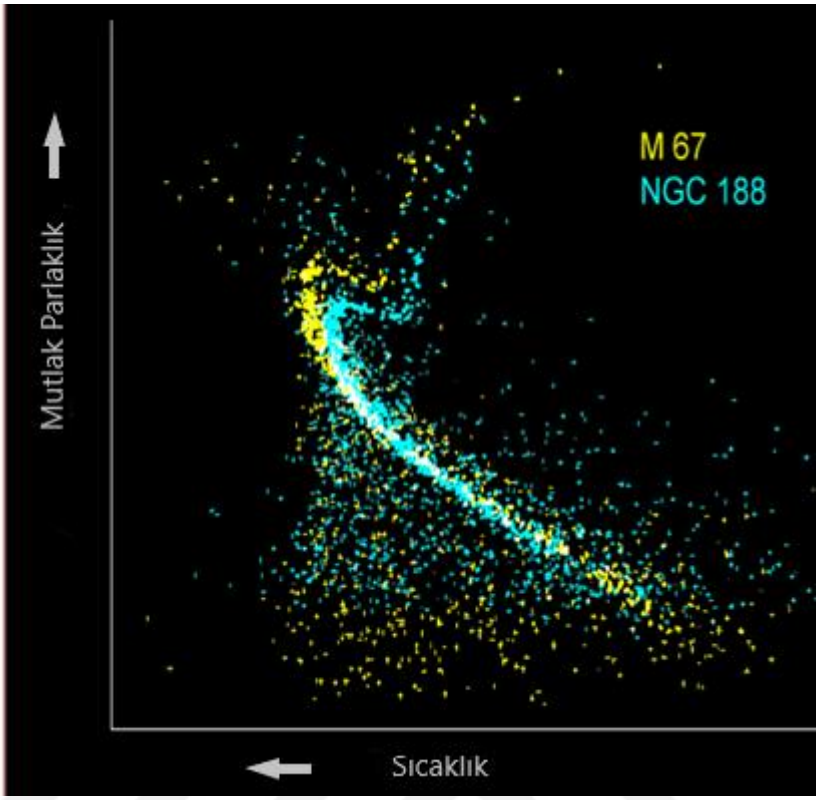
Açık yıldız kümeleri birçok önemli konuya ışık tutmasına rağmen bu konuda literatüre bakıldığında henüz yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. AYK için yaygın olarak kullanılan kaynaklardan biri, İki Mikron Tüm Gökyüzü Taraması (2MASS: The Two Micron All Sky Survey)'dir [32]. Yeni açık yıldız küme adaylarının keşifleri ve açık yıldız kümelerinin fiziksel parametrelerinin hesaplanması (Tadross et. al. [33]; Tadross et al. [34]; Camargo et al. [35]) dahil olmak üzere 2MASS'e bağlı olarak açık yıldız kümeleri hakkında birçok çalışma yapılmıştır.

Yıldızlararası gazın ve tozun galaktik düzleme doğru yoğunlaşması, yeni açık yıldız kümelerin algılanmasını görsel alanda zorlaştırır. Bu nedenlerden dolayı, özellikle kızılötesi bölgede, büyük fotometrik gökyüzü araştırmaları mevcudiyeti açık yıldız küme keşiflerini daha bulunabilir hale getirmektedir. Tablo 1.1'de keşfedilen kümelerin kaynakları ve sayıları birlikte verilmiştir.

Tablo 1.1. Keşfedilen kümeler

Katalog	Yıl	Küme Sayısı	Kaynak
DENIS	2002	2	Reyle & Robin [36]
2MASS	2002	8	Ivanov et al. [37]
2MASS	2003,2003	346	Dutra et al., Bica et al. [38, 39]
USNO-A2.0	2005	8	Drake [40]
GLIMPSE	2005	59	Mercer et al. [41]
2MASS	2006	66	Kronberger et al. [42]
2MASS	2007,2010	1021	Froebrich et al. [43, 44]
2MASS	2008,2010	168	Koposov et al., Glushkova et al. [45, 46]
VVV	2011	96	Borissova et al. [47]
UKIDSS GPS	2012	137	Solin et al. [48]

AYK yıldızlarının çoğu ana kol üzerinde konumlanırlar. Daha kütleli yıldızlar ana koldan ayrılmaya başlar ve kırmızı dev olma yolunda ilerlerler. Ana koldaki bu dönüm noktası kümelerin sahip oldukları yaşları belirlemek için kullanılır. Şekil 1.2'de iki açık yıldız kümesinin HR diyagramında konumları gösterilmiştir. Burada ki NGC188 kümesi M67 kümesine göre daha yaşlıdır ve dönüm noktası daha düşüktür. Kümelerin çizdirilen renk-kadir diyagramlarından, kümelerin ağır element bollukları, yaşları, uzaklık modülleri, uzaklıkları gibi birçok parametreler elde edilebilmektedir. Kümelere ait birden fazla çizdirilen renk kadir diyagramları, elde edilen parametrelerin doğruluğunu artırmaktadır.



Şekil 1.2. M67 ve NGC188 Açık Yıldız Kümeleri için HR Diyagramı [49]

Açık yıldız kümelerinin galaksimizdeki konumlarından dolayı, küme üyesi yıldızlar ile alan yıldızlarının karıştırılması kaçınılmazdır. Bu sebeple üyelik tespiti, küme analizlerinin en temel problemlerinden biri haline gelmektedir. Gözlenen alanda kümeye ait olmayan verileri çıkarabilmek oldukça önemlidir. Kümeye ait olmayan verilerin iyi ve hassas bir analiz ile çıkartılmasının ardından yapılacak olan analizler, kümeye ait hesaplanacak olan diğer parametrelerin doğruluğunu da artırmaktadır. Neyse ki, *GAIA DR2* [6] (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics Data Release 2) verilerini yayınlaması ile kümelere ait üyelik tespiti hassasiyeti artmıştır. Çünkü *GAIA DR2*'nin yüksek hassasiyetli astrometrik ve fotometrik verileri, çok sayıda galaktik açık kümeler için küme üyeliği tanımlamamızı ve daha doğru astrofiziksel parametreler belirlememizi sağlamaktadır [50].

Kümeye ait parametreler belirlenirken farklı yazarlar tarafından farklı yöntemlerin uygulanması homojen olmayan sonuçlara sebep olmaktadır [51]. Bunun yanında iki veya üç filtreli gözlemlerin kullanılması, kümeye ait elde edilen verilerin (yaş, uzaklık gibi) karşılaştırılmasını oldukça güç hâle getirmektedir. Oysa birden çok filtre

aralığında yapılan analizler, kümeye ait çizdirilen renk-kadir diyagramlarının birbiri ile karşılaştırılmasıyla elde edilecek sonuçların doğruluğunu artırmaktadır.

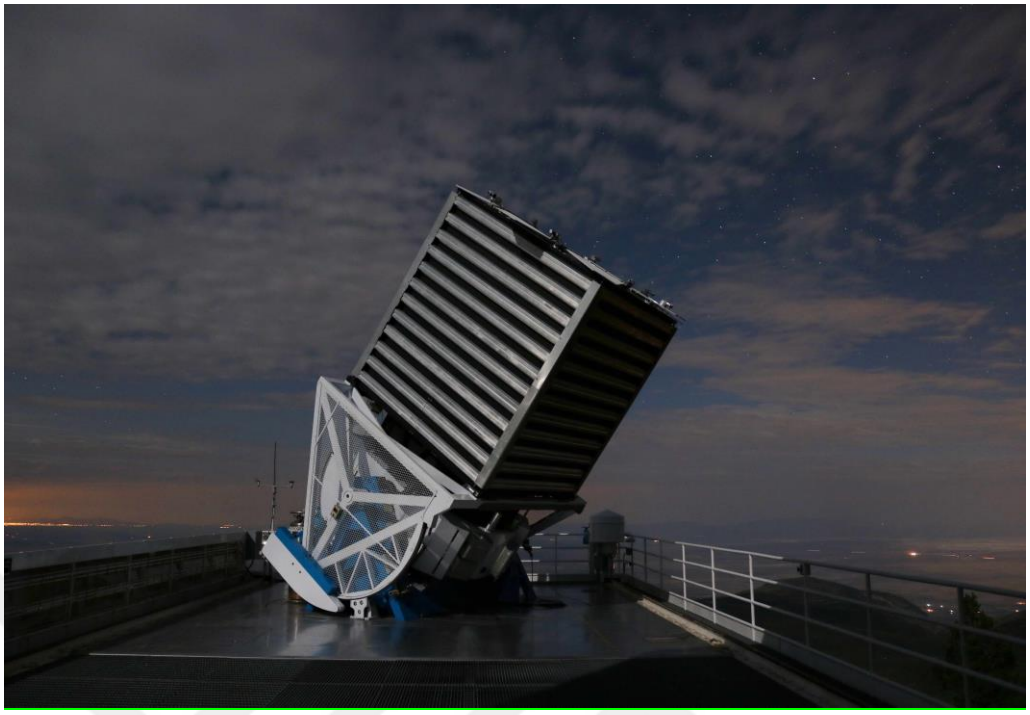
Yıldız evrimlerinde ve galaktik yapının incelenmesinde güçlü bir araç olarak görülen AYK hakkında yeterli çalışmaların olmayışı ve aynı küme için farklı sonuçların oluşu galaksimizin yapısı hakkındaki bilgilerimizin eksik kalmasına sebep olmaktadır. Galaksi yapısındaki bilgimizi arttırmak için bu kümelerin fiziksel parametrelerinin hesaplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışmasındaki temel amaç ise daha önce az çalışılmış ya da hiç çalışılmamış kümelerin temel ve yapısal parametrelerini belirlemektir.

Bu bakımdan bu tez çalışmasında çok sayıda filtreyi içine alan *SDSS* (*u, g, r, i, z*) gözlemlerinin var olması, *GAIA DR2* verilerinin kullanılabilir durumda olması ve bununla birlikte Meksika San Pedro Martir Ulusal Gözlemevinden elde dilen CCD $UBV(RI)_C$ verilerinin de analizlerde karşılaştırma yapılması için kullanılabilir durumda olması oldukça geniş bir filtre aralığında analiz yapmamızı mümkün kılmıştır. Aynı zamanda tüm verilerin aynı analiz sürecinden geçirilmiş olması elde edilen sonuçların homojenliğini ve güvenirliğini artırmıştır. Detaylar Yöntem ve Materyal kısmında verilmiştir.

1.2 Sloan Dijital Gökyüzü Taraması

Alfred P. Sloan Vakfı'nın desteklemesi ile başlatılan bir gökyüzü tarama programıdır. *Sloan Dijital Gökyüzü Taraması* (*SDSS: Sloan Digital Sky Survey*), en basit anlamıyla tüm gökyüzünün dörtte birlik bir alanının içinde kalan cisimlerin, konumlarını ve mutlak parlaklıklarını belirleyen bir gökyüzü tarama programıdır. *SDSS*, bugüne kadar yapılmış olan herhangi bir gökyüzü haritalandırmasından yüzlerce kez daha büyük gökyüzü haritalandırması oluşturmak için tasarlanmıştır [52].

New Mexico eyaletinde, Apache Point Gözlemevi'nde bulunan 2.5 m ayna çaplı f/5 odak oranına sahip Ritchey-Chretien alt-azimut teleskobu kullanılmaktadır (bkz. Şekil 1.3) [53] . Teleskop, beş filtrede (*u, g, r, i, z*) gözlem yapmak üzere fotometrik kamera ve 3800 − 9200 (Å) dalga boyu aralığında fiber beslemeli, 1500 − 3000 çözünürlüklü tayfçeker ile çalışmaktadır [54]. 2000-2008 yılları arasında SDSS I ve SDSS II olarak tüm gökyüzünü tarayarak görevini tamamlamıştır [55].



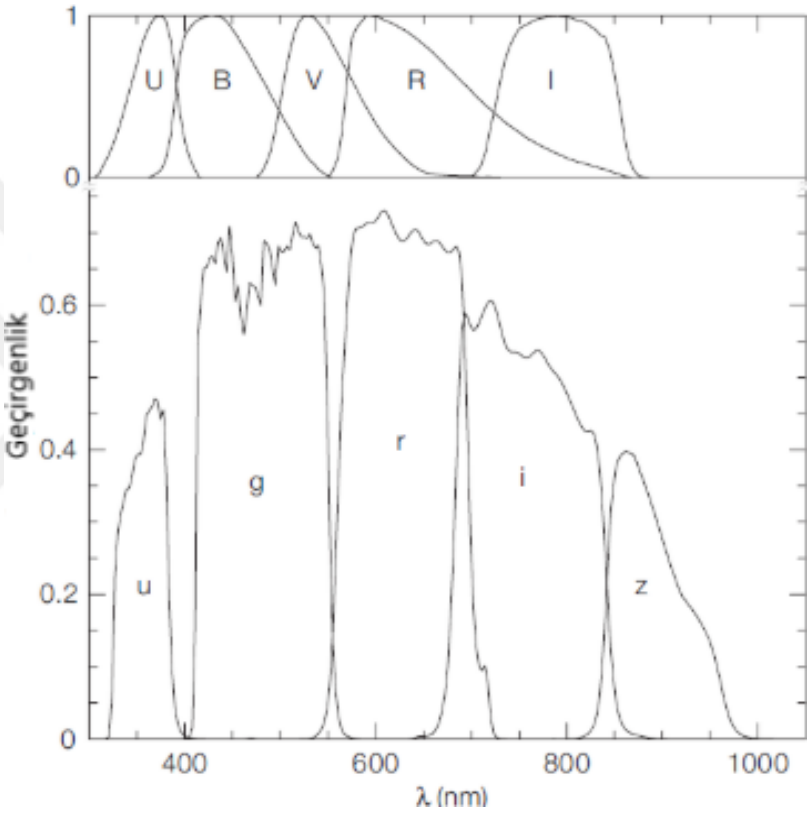
Şekil 1.3. SDSS 2.5 m ayna çaplı Ritchey-Chrétien teleskobu [56]

SDSS I ve II'nin tamamlanması ile teleskop, üçüncü nesil SDSS III olarak yeniden şekillendirilmiştir. 2008-2014 yılları arasında sürdürülen SDSS III, her biri farklı bilimsel alana odaklanan dört farklı (BOSS, SEGUE-2, APOGEE ve MARVELs) tarama programıyla yürütülmüştür [57].

SDSS III tamamlanması ile SDSS'in en yeni nesli olan SDSS IV (2014-2020) göreve başlamıştır. SDSS IV, SDSS I-II-III gibi çeşitli bilimsel alanlara odaklanan, üç farklı (APOGEE-2, eBOSS, MANGA) tarama programı ile yürütülmektedir [58].

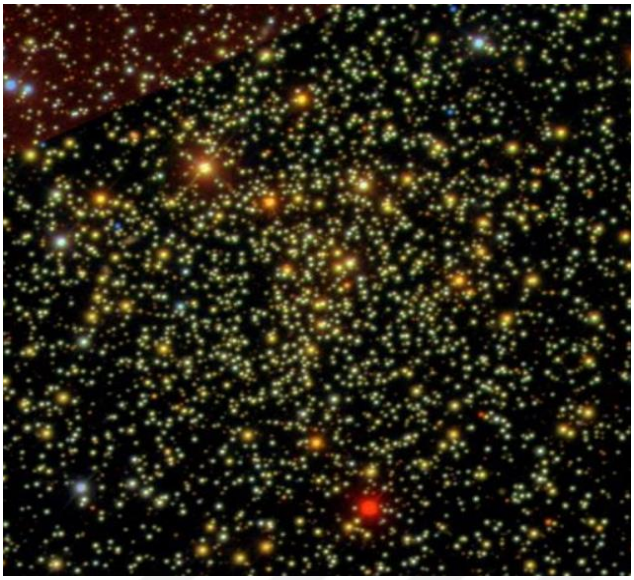
SDSS'in kullandığı filtrelerin geçirgenlikleri ve Jhonson-Couisins bandları Şekil 1.4'de gösterilmiştir. Bilindiği üzere fotometrik sistemde filtreler üç genel başlık altında sınıflandırılır. Bunlardan ilki dar band (narrow band) ve dalga boyu aralığı 70 Å'dan düşük olan, ikincisi orta band (intermediate band) ve dalga boyu aralığı 70 Å ile 400 Å aralığında olan ve üçüncüsü ise geniş band (wide band) ve dalga boyu aralığı 400 Å ile 1000 Å aralığında olan banddır. $UBV(RI)_C$ bandları geniş band aralığındadır. *U* bandının maksimumu 3500 Å, duyarlı olduğu dalga boyu aralığı; yakın morötesi ve görsel bölgenin mor tarafıdır. *B* bandının maksimumu 4300 Å ve *V* bandının ise 5500 Å'dur. 6800 Å merkezli R_C ve 8000 Å merkezli I_C bandları, Cousins tarafından geliştirilmiş olup görsel bölgenin kızılötesi tarafında kullanılmaktadır. Bu bandlara ek olarak çok

geniş band (ultrawide band) aralığı da tanımlanmaktadır ve bu band aralığının dalga boyu aralığı 1000 Å'dan büyüktür. Bu band aralıkları *SDSS* ve *HIPPARCOS* gibi gökyüzü tarama programlarında kullanılmaktadır. *u, g, r, i, z* filtrelerinin merkezi dalga boyları sırası ile 3543, 4770, 6231, 7625 ve 9134 Å, band genişlikleri 1000 Å üzerinde ve çok geniş band olarak sınıfındadırlar. *u, g, r, i, z, UBV*$(RI)_C$ sistemine göre daha geniş dalga boyu aralıklarını kapsamaktadır.



Şekil 1.4. UBVRI-ugriz fotometrik sistemi geçirgenlik eğrileri [59]

SDSS 'den alınmış NGC 6791 açık yıldız kümesinin görüntüsü Şekil 1.5'te ve *SPM*'den alınmış Teu 144 kümesinin görüntüsü ise Şekil 1.6'da gösterilmiştir. Şekil 1.5 NGC 6791 kümesinin oldukça fazla popülasyona sahip bir küme olduğu görülürken, Şekil 1.6'da ise Teu 144 kümesinin daha az popülasyona sahip bir küme olduğu görülmektedir. Her iki küme için de küme çapları belirlenirken bu oranlar dikkate alınmıştır.



*Şekil 1.5***.** NGC 6791 kümesinin *SDSS* görüntüsü
[52]

Büyük araştırmalardan biri olan *SDSS*'ten elde edilen verilerin, açık yıldız kümelerine ait yapılacak çalışmalara çok büyük katkıları olacaktır. Çünkü *SDSS*, devam eden optik araştırmalar arasında en geniş ve mevcut yıldız parlaklıklarının en homojen veri tabanıdır. Yine de bugüne kadar *SDSS*'i kullanarak açık yıldız kümelerinin temel parametrelerinin belirlenmesi adına sadece birkaç çalışma bulunmaktadır [60].



*Şekil 1.6***.** Teutcsh144 kümesinin *CCD* görüntüsü
(SPM)

SDSS, astronomik soruların büyük bir yelpazesine hitap edebilecek kadar geniş ve yeterli veri toplamaktadır ki bu yelpaze içerisinde açık yıldız kümelerine ait yeni analizlerin elde edilmesi de galaksimizin evrimine ait bazı soru işaretlerinin çözülmesine yardımcı olacaktır. Açık yıldız kümelerine ait yapılan çalışmalarda *SDSS* veri tabanının henüz çok fazla kullanılmamış olması, bu çalışmada yapılmış olan analizlerin önemini daha da artırmaktadır.

1.3 GAIA Uzay Teleskopu

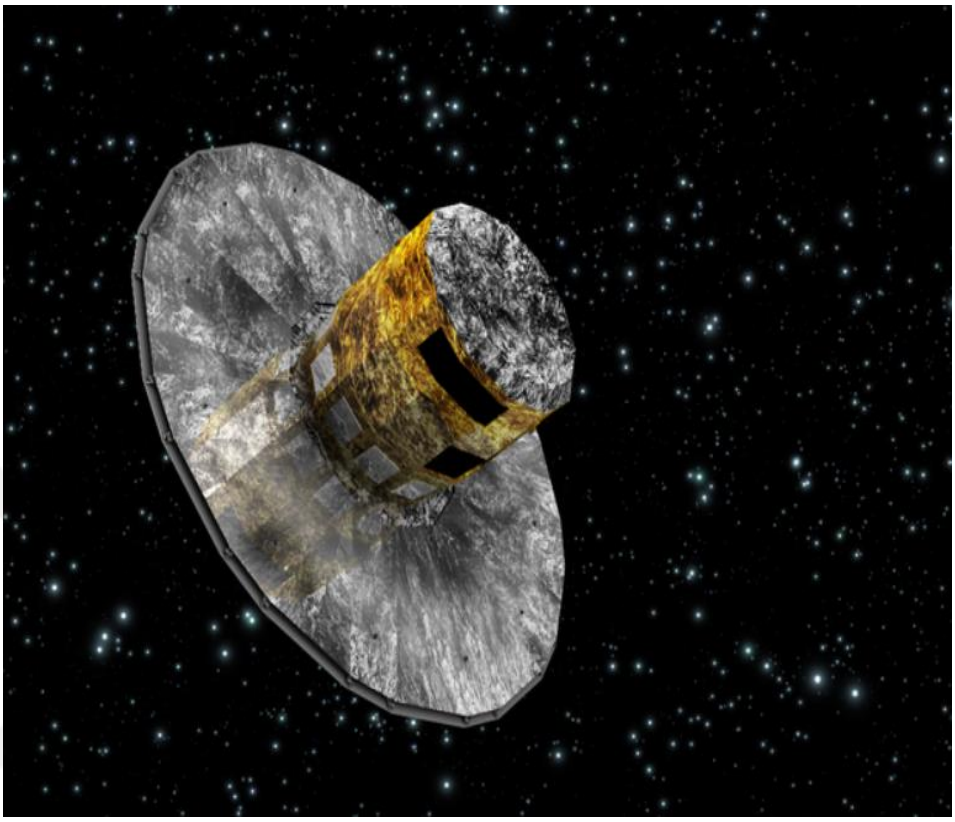
Ulaşılabilir açısal doğruluğun iyileştirilmesi, yıldızsal öz hareket, yıldız sapmaları, trigonemetrik yıldız paralaksının keşfine yol açmıştır. Dünya'nın atmosferinin rahatsız edici etkilerini yenme güçlüğü, mutlak paralakslara göre ölçülen değeri düzeltme ihtiyacı ve sistematik hataları kontrol etme zorluğu gibi etkenlerden dolayı, yer tabanlı, paralaks ölçümleri alınması konusunda zorlanılmıştır. Yer tabanlı paralaksların mevcut olduğu yıldızların sayısı 8000'in üzerindedir [61, 62]. Bu durum 1997'de *Avrupa Uzay ajansının (ESA), Hipparcos* uydusu ile 117.955 objeye kadar mili-yaysaniyesi (″) hassasiyetle mutlak paralaksları ölçülmesi ile artmıştır [63].

Yine *ESA*'nın iş birliği ile *GAIA* uydusunun uzaya gönderilmesi sonucunda, yıldızların paralaksları ve öz hareketleri daha yüksek hassasiyetlerle ölçülmüş ve veri sayısı arttırılmıştır.

GAIA, Avrupa Uzay Ajansı'na ait olan, 2013 yılında göreve başlayan ve 2022'ye kadar faaliyet göstermesi beklenen bir uzay teleskobudur (bkz. Şekil 1.7). *GAIA*, büyük bir hassasiyetle yıldızların hareketlerini, uzaklıklarını, gökyüzündeki konumlarını ölçmek için tasarlanmıştır [64]. Dünya'dan olan uzaklığı yaklaşık 1.5 milyon km olan *GAIA*, ilk bilimsel verisini temmuz 2014'te almaya başlamıştır. İlk veri seti olan *DR1* kataloğu, 14 aylık (Temmuz 2014-Eylül 2015) bir süreci kapsamaktadır [65].

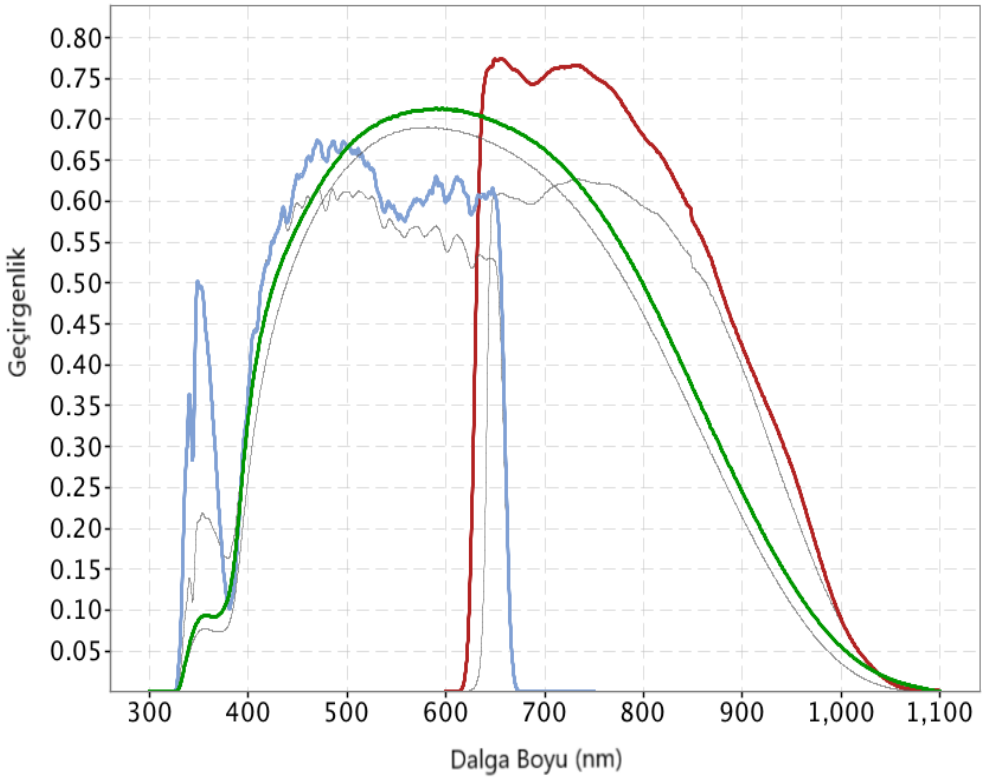
GAIA'nın, 25 Nisan 2018'de *DR2*'nin verileri yayınlaması ile katalogda bulunan veriler kullanılabilir hâle gelmiştir. *GAIA*'nın *DR2* kataloğu, 22 aylık (25 Temmuz 2014-23 Mayıs 2016) bir süreci kapsamaktadır. Bu katalogda *G* parlaklığı 21 kadirden daha parlak 1.3 milyar kaynak için gökyüzündeki sağ açıklık ve dik açıklık verileri, öz hareket verileri ve paralaks verileri mevcuttur (bkz. Tablo1.2) [66]. *GAIA*'ya ait olan

DR2 taraması; astrometri, fotometri, radyal hızlar, astrofiziksel parametreler olan etkin sıcaklık, yarıçap, parlaklık gibi verileri kapsamaktadır (bkz. Tablo 1.2) [66].



*Şekil 1.7***.** GAIA Uzay Teleskopu [67]

Şekil 1.8 de gösterilen yeşil çizgi *G* bandını, mavi çizgi G_{BP} ve kırmızı çizgi G_{RP} bandını temsil etmektedir. *G* bandı, yakın morötesi (330 nm) ve yakın kızılötesi (1050 nm) dalga boyu aralığını kapsamaktadır. Diğer iki bandın (G_{BP}, G_{RP}) kapsadıkları dalga boyu aralıkları sırasıyla 330-680 nm, 630-1050 nm'dir [68]. *GAIA DR2* kataloğu, *G* bandı için 1.7 milyar astronomik cismin fotometrik gözlemlerini, 1.3 milyar cismden fazlası için de G_{BP}, G_{RP} bandlarından alınmış gözlemleri içermektedir (bkz. Tablo 1.2).



Şekil 1.8. G, G_{BP}, G_{RP} filtrelerinin geçirgenlikleri [68]

Öz hareket verileri içeren kataloglar her seferinde derinlik ve hassasiyet geliştirilerek kullanıma açılmıştır. Örneğin PPMX kataloğu, on sekiz milyon yıldız için *r* bandında 15 kadire kadar 2-10 mas/yıl tipik bir hassasiyetle öz hareket verileri içermektedir [69]. Buna karşın *GAIA DR2* kataloğu ise *G* bandında 15 kadire kadar 0.06 mas/yıl hassasiyetle 1.3 milyar kaynak için öz hareket verileri barındırmaktadır [66]. Daha önce de bahsedildiği gibi *GAIA DR2* kataloğu, bir kümenin üye yıldızlarını ayırt edebilecek kadar hassas paralaks ve öz hareket verilerini içermektedir. Bu sebepten çalışmamızda, kümeye ait olası üyeleri tespit etmek için *GAIA DR2* verileri kullanılmıştır.

Tablo 1.2. GAIA DR2 de bulunan verilerin bir kısmının istatiksel sayımları [66]

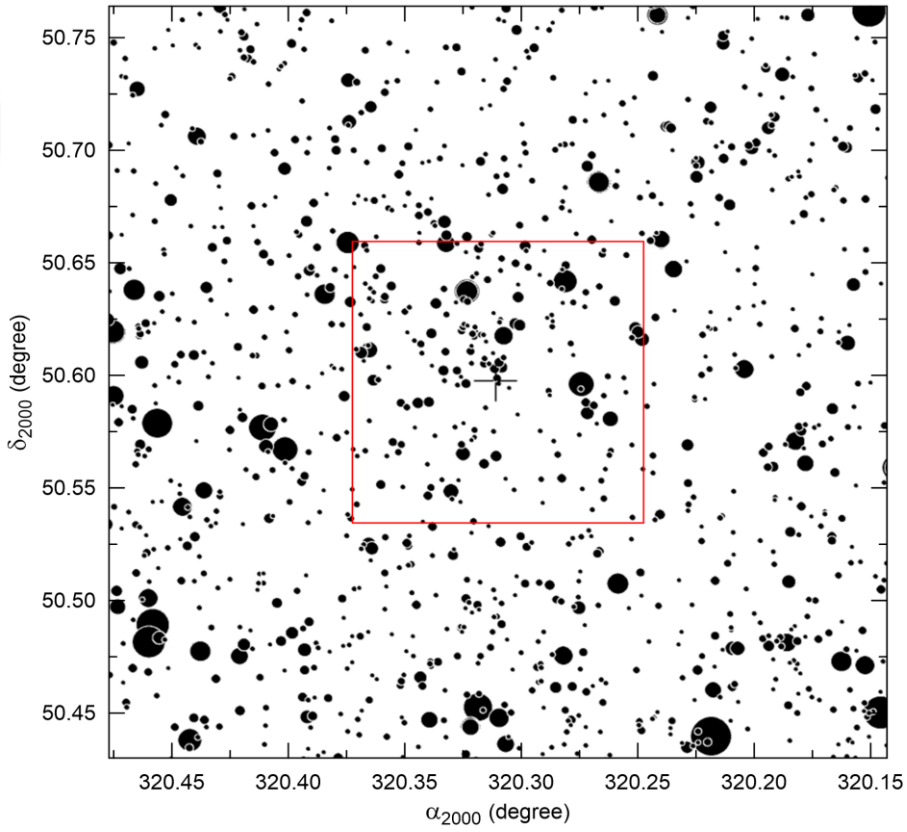
Veri	**Veri sayısı**
Toplam	1.692.919.135
Konum, paralaks, öz hareket	1.331.909.727
G-band (330-1050nm)	1.692.919.135
G_{BP} -band (330-680nm)	1.381.964.755
G_{RP} -band (630-1050nm)	1.383.551.713
T_{eff}	161.497.595
A_G	87.733.672
$E(G_{GB}-G_{RP})$	87.733.672
Yarıçap	76.956.778
Parlaklık	76.956.778

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1 Fotometrik Gözlemler, Veriler ve İndirgeme Teknikleri

Teu 144 kümesinin *CCD UBV*$(RI)_C$ gözlemleri, Sierra San Pedro Martir (SPM) gözlemevinden, ESOPO CCD dedektörü ile 0.84 m'lik f/13 Ritchey-Chretien teleskobuyla yapılmıştır.



Şekil 2.1. Teu 144 için https://www.aavso.org (AAVSO) (18.3′x17.23′)'tan alınan görüntü. Kırmızı alan ile gösterilen görüntü SPM gözlem evinin dedektörünün gördüğü alandır. (7.4′x9.3′).

ESOPO dedektörü, (2048x4608 13.5-µm kare piksel e2v CCD42-90) 1.7e-/ADU kazanca, 3.8e- okuma gürültü oranına ve 2x2 bininge sahiptir. Teu 144 kümesi için Johnson'nın *UBV* ve Cousins'in *RI* filtreleri ile uygun poz süreleri verilerek gözlemler 0.84 m'lik f/13 Ritchey-Chretien teleskobu ile yapılmıştır. Filtrelere poz süreleri verilirken dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Örneğin U bandında yaşanan problem, bandın kısa dalga boyu tarafındaki sınırının filtre ve dedektör tarafından değil, atmosfer tarafından belirlenmesidir. Gözlemevinin yüksekliği ve diğer atmosferik koşullar atmosferin ne kadar morötesi (UV) ışığı bloke ettiğini belirler. Bu nedenle, orijinal *UBV* sistemindeki *U* bandı parlaklığını belirlemek oldukça güçtür. Sık kullanılan CCD çipleri de *U* bandında verimli çalışmaz. Bundan dolayı uygun sinyal/gürültü (S/N) oranlarına ulaşabilmek için uzun poz süreleri vermek gerekir. Yine aynı şekilde astmosferik sönümleme, *B* bandında band boyunca dalga boyu ile değişir. Bu değişim *B* bandında çok hızlıdır. Bu sebeple farklı renkteki yıldızların belli band içindeki atmosferik sönümleme miktarları farklı olur. Atmosferin görsel bölgeye uyguladığı sönümleme miktarı, görsel bölgenin en fazla kısa dalga boylarında etkili olmasından dolayı *B* bandı için sönümleme katsayısı da fazla olur. Bu sebeple filtreler için verilen poz süreleri de değişkenlik gösterir. Küme için $UBV(RI)_C$ filtrelerine verilen poz süreleri Tablo 2.1'de verilmiştir. Flat görüntüleri gece başlangıcında ve bitişinde alınmıştır ve bias görüntüleri küme gözlemleri arasında alınmıştır.

Tablo 2.1. Teu144 için $UBV(RI)_C$ filtrelerindeki poz süreleri

Filtre	Poz süresi (s)
U	30, 900
B	30, 400
V	10, 200
R	6,120
I	6,120

Gözlenen küme için Landolt standart yıldızları, (*B-V*) değerleri, gözlemlerin yerel Julian tarihi, ölçüm sayıları ve hava kütlesi Tablo 2.2'de verilmiştir. Verilerin indirgenmesi Açıklık ve PSF tekniği ile IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) programındaki genel indirgeme teknikleri ve paketleri kullanılarak Raul Michel MURILLO (Meksika Üniversitesi, Astronomi Enstitüsü, Meksika) tarafından gerçekleştirilmiştir.

*Tablo 2.2***.** Gözlenen standart yıldızlar

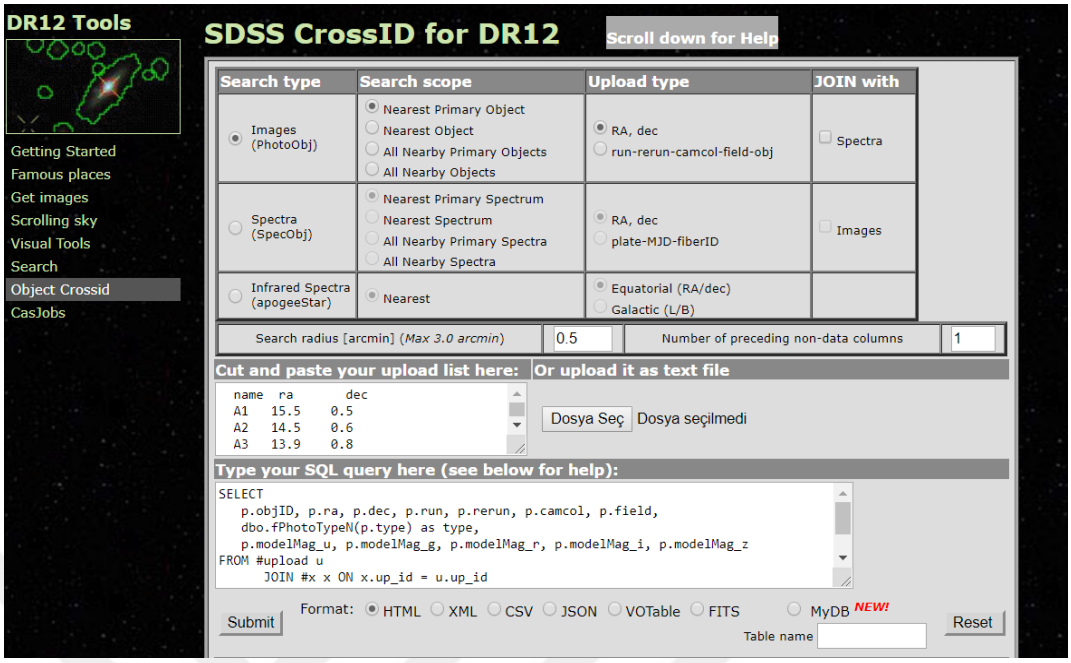
HJD	**(B-V)**	**Hava kütlesi**	**Standart alanları**
2455458	-0.318–1.773	1.314-1.401	G26 7B L09, G26 7C L09, G93-48 0108 CL13, G93 48A L09, GD246 0067 CL13

2.2 Kümelere ait SDSS ve GAIA verilerinin elde edilmesi

Bu çalışmada seçilen kümelere ait gözlemlerde SDSS veri tabanından, Apache Point Observaory'deki 2.5 m'lik teleskop kullanılarak elde edilen *u, g, r, i, z* filtresi ile alınan görüntüler kullanılmıştır. *u, g, r, i, z* filtreleri için parlaklık limitleri sırasıyla, 22.0, 22.2, 22.2, 21.3, 20.5 kadirdir.

SDSS veri tabanından kümeye ait *u, g, r, i, z* parlaklıklarının alınması *SQL* sorgusu ile gerçekleştirilmiştir. En kaba tabir ile *SQL* sorgusu, istenilen objenin sağ açıklık ve dik açıklığını verip istenilen bilgiye yönelik bir sorgulama ile çalışır. Bu tez çalışması ise Teu 144 kümesi için *SQL* sorgusu, CrossID eşleştirmesi yapılması için yazılmıştır. CrossID eşleştirmesi, *SPM* den Teu 144 kümesi için alınan veriler ile *SDSS* veri tabanında kümeye ait bulunan verilerin eşleştirilmesidir.

Bu eşleştirmeyi yaparken Şekil 2.2'de gösterilen sayfa ve aşağıdaki şema içerisinde gösterilen *SQL* sorgusu birlikte kullanarak Teu 144 kümesi için *u, g, r, i, z* parlaklıkları alınmıştır.



Şekil 2.2. CrossID sorgulama ekranı [70]

```
SELECT    p.objID, p.ra, p.dec, p.run, p.rerun, p.camcol, p.field,
dbo.fPhotoTypeN(p.type) as type,    p.psfMag_u, p.psfMagErr_u,
p.psfMag_g,p.psfMagErr_g, p.psfMag_r,p.psfMagErr_r, p.psfMag_i, p.psfMagErr_i,
p.psfMag_z, p.psfMagErr_z,

FROM #upload u

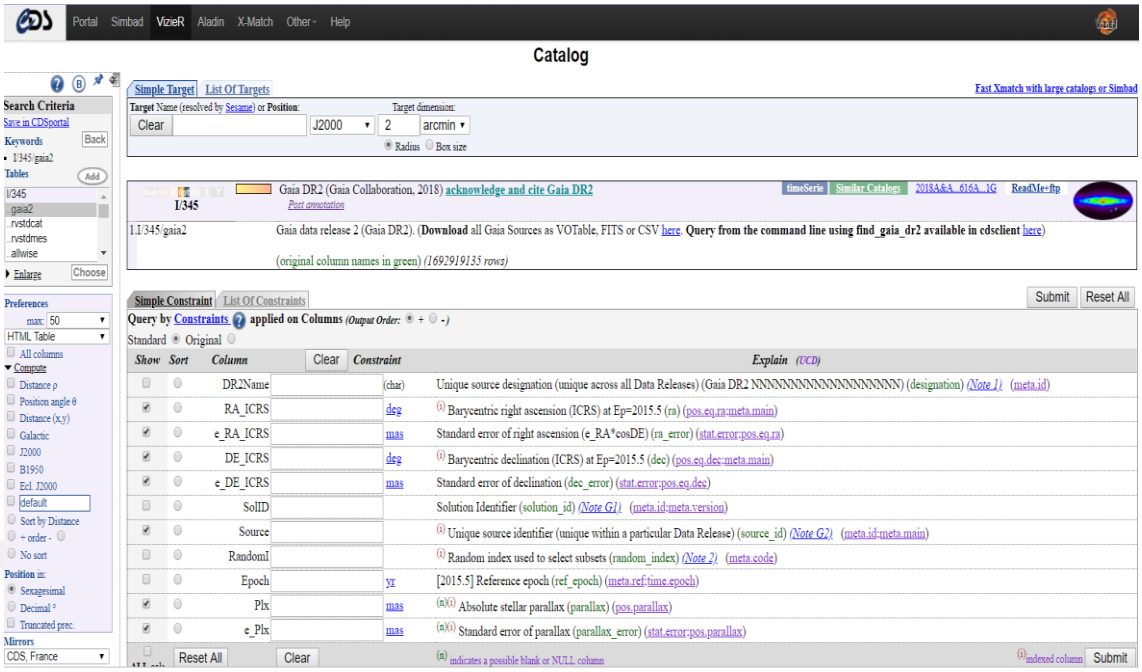
JOIN #x x ON x.up_id = u.up_id

JOIN PhotoTag p ON p.objID = x.objID

ORDER by x.up_id
```

Buradaki *SQL* sorgusu ile NGC 6791 kümesi için de *SDSS* veri tabanından *u*, *g*, *r*, *i*, *z* parlaklıkları elde edilmiştir.

Kümeler için ayrıca G_{BP}, G_{RP}, *G* filtreleri ile alınan görüntüler ve öz hareket verileri kullanılmıştır. *GAIA* DR2 verileri, SIMBAD-VizieR'den (bkz. Şekil 2.3) elde edilmiştir [71].



Şekil 2.3. SIMBAD-VizieR veri tabanı [71]

Teu 144 kümesi için merkezi koordinatlardan (bkz. Tablo 2.3) itibaren 5 yay dakikası aralığında, NGC 6791 kümesi için 20 yay dakikası aralığında kalan yıldızlar için veriler elde edilmiştir. Ayrıca bu aralıkta kalan yıldızlar için küme çapları belirlenmiştir (bkz. Şekil 2.8. Şekil 2.9).

Tablo 2.3. Simbad'dan alınan kümelerin merkezi koordinatları

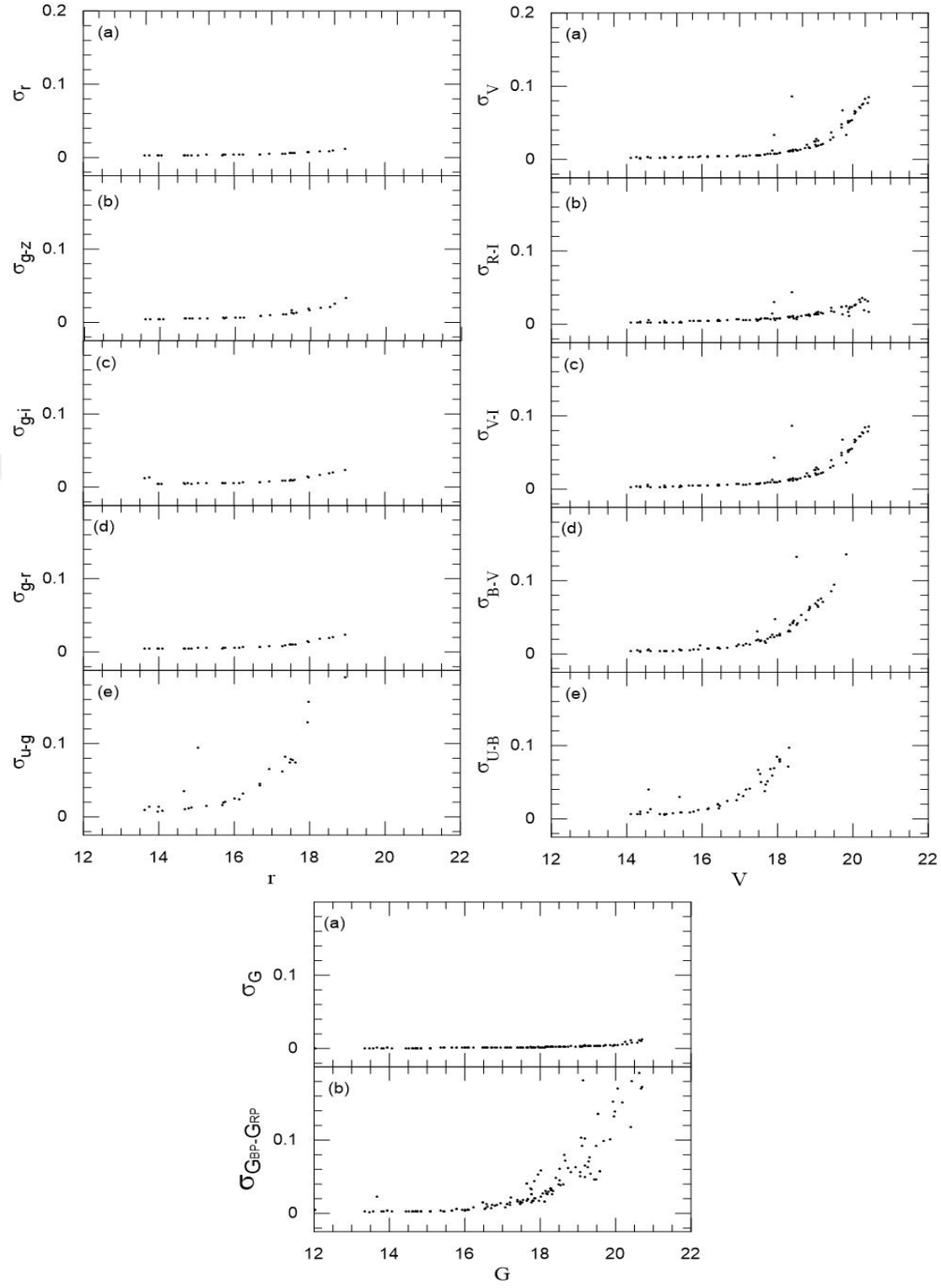
Küme	**α_{2000} (h m s)**	**δ_{2000} (° ' ")**
Teu144	21 21 44	+50 36 36
NGC6791	19 20 53	+37 46 18

2.3 Fotometrik Hatalar

Teu 144 kümesi için elde edilen *SDSS*, *CCD UBV(RI)*$_C$ ve *GAIA* verilerinin fotometrik hataları, NGC 6791 kümesi için *SDSS* ve *GAIA* verilerinin fotometrik hataları, her iki küme için de her parlaklıktaki veriler için elde edilmiştir.

Şekil 2.4'de Teu 144 kümesi için *V* değerine karşılık (*U-B*), (*V-I*), (*B-V*), (*R-I*) renklerinin hataları, *r* değerine karşılık (*u-g*), (*g-r*), (*g-i*), (*g-z*) renklerinin hataları, *G*

değerine karşılık (G_{BP}-G_{RP}) renk hata değerleri, *V* gözlemsel değere karşılık *V* hata değeri, *r* gözlemsel değere karşılık *r* hata değeri ve *G* gözlemsel değere karşılık *G* hata değerleri verilmiştir. Tablo 2.4 ve Tablo 2.5'de *GAIA*, *SDSS* ve $UBV(RI)_C$ için ortalama hata değerler verilmiştir. Renk indekslerinde, genelde sönük değerlere gidildikçe hatalar düzgün bir şekilde artmaktadır. Fakat bazı grafikler için durum bu şekilde değildir ve belli bir değerden sonra çok fazla saçılmalar görülmektedir. Saçılmaların görüldüğü bu noktalar hata değerlerinin üst sınırı olarak kabul edilmiştir. Analizler bu üst sınırların altında kalan yıldızlar için yapılmıştır. Teu 144 kümesi için hata sınırı değerleri (*U*-*B*),(*V*-*I*), (*B*-*V*), (*R*-*I*), (*u*-*g*), (*g*-*r*), (*g*-*i*), (*g*-*z*), (G_{BP}-G_{RP}) için sırasıyla 0.09, 0.05, 0.05, 0.02, 0.09, 0.02, 0.01, 0.03, 0.04 kadir şeklinde tespit edilmiştir.



Şekil 2.4. Teu 144 kümesinin fotometrik hataların dağılımları

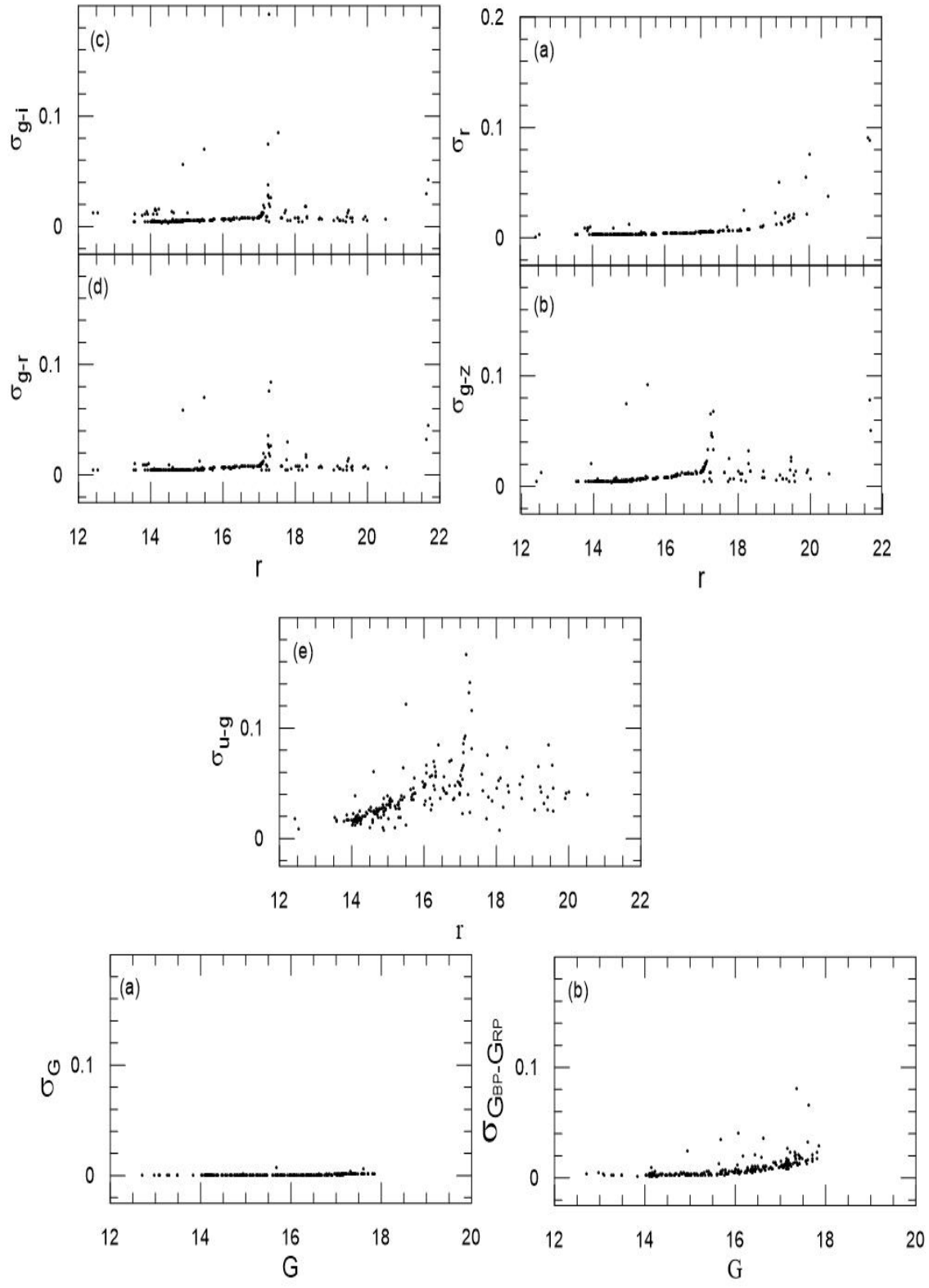
Tablo 2.4. Teu 144 kümesinin $UBV(RI)_C$ ve *GAIA* filtrelerindeki ortalama fotometrik hataları

V	σ_V	σ_{R-I}	σ_{V-I}	σ_{B-V}	σ_{U-B}	G	σ_G	σ_{BP-RP}
14~15	0.002	0.003	0.003	0.004	0.011	12~13	0.000	0.005
15~16	0.002	0.003	0.003	0.005	0.010	13~14	0.000	0.005
16~17	0.004	0.005	0.005	0.008	0.020	14~15	0.000	0.002
17~18	0.008	0.008	0.010	0.020	0.050	15~16	0.001	0.004
18~19	0.010	0.012	0.018	0.046	0.080	16~17	0.001	0.009
19~20	0.030	0.017	0.030	0.080	-	17~18	0.001	0.021
20~21	0.073	0.020	0.070	-	-	18~19	0.002	0.039
						19~20	0.004	0.090
						20~21	0.009	0.186

*Tablo 2.5***.** Teu 144 kümesinin *SDSS* filtrelerindeki ortalama fotometrik hataları

r	σ_r	σ_{u-g}	σ_{g-r}	σ_{g-i}	σ_{g-z}
13~14	0.003	0.010	0.004	0.009	0.004
14~15	0.003	0.015	0.004	0.004	0.004
15~16	0.003	0.031	0.005	0.005	0.006
16~17	0.004	0.041	0.007	0.006	0.007
17~18	0.006	0.091	0.011	0.010	0.013
18~19	0.009	0.226	0.020	0.019	0.024

Şekil 2.5'de NGC 6791 kümesi için r değerine karşılık (*u-g*), (*g-r*), (*g-i*), (*g-z*) renklerinin hataları, *G* değerine karşılık (G_{BP}-G_{RP}) renk hata değerleri, *r* gözlemsel değere karşılık *r* hata değeri ve *G* gözlemsel değere karşılık *G* hata değerleri verilmiştir.



*Şekil 2.5***.** NGC 6791 kümesinin *SDSS* ve *GAIA* filtrelerindeki fotometrik hataların dağılımları

Tablo 2.6'da *GAIA* ve *SDSS* için ortalama hata değerleri verilmiştir. NGC 6791 kümesi için hata sınırı değerleri (*u-g*), (*g-r*), (*g-i*), (*g-z*), (G_{BP}-G_{RP}) için sırasıyla 0.07, 0.01, 0.01, 0.02, 0.03 kadir şeklinde tespit edilmiştir. Bu hata sınırından düşük olan veriler ile analizler yapılmıştır.

Tablo 2.6. NGC 6791 kümesinin *SDSS* ve *GAIA* filtrelerindeki ortalama fotometrik hataları

r	σ_r	σ_{u-g}	σ_{g-r}	σ_{g-i}	σ_{g-z}	G	σ_G	σ_{BP-RP}
12~13	0.002	0.012	0.004	0.013	0.009	11~12	0.0028	0.0210
13~14	0.006	0.041	0.007	0.010	0.006	12~13	0.0005	0.0040
14~15	0.003	0.020	0.004	0.005	0.005	13~14	0.0004	0.0025
15~16	0.003	0.030	0.005	0.005	0.006	14~15	0.0004	0.0034
16~17	0.004	0.050	0.006	0.006	0.009	15~16	0.0006	0.0050
17~18	0.005	0.071	0.010	0.010	0.015	16~17	0.0008	0.0094
18~19	0.010	0.387	0.016	0.364	0.380	17~18	0.0013	0.0167
19~20	0.022	0.914	0.265	0.307	0.623			
20~21	0.057	1.436	0.599	1.766	1.734			
21~22	0.090	1.200	0.223	0.213	0.250			
22~23	0.216	1.130	0.797	0.775	0.917			

2.4 Küme Üyeliklerinin Belirlenmesi

Açık yıldız kümelerinin astrofizik çalışmalarında doğru üyelik tespiti yapmak önem taşımaktadır. Kullanılan matematiksel modellerin gözlenen alandaki iki popülasyonu ayırt etmesi için verilerin kalitesi oldukça önemlidir. Doğru bir üyelik tespiti yapılması, sonrasında yapılacak analiz süreçlerini de etkilemektedir. Son birkaç yılda hem kinematik hem de fotometrik veriler kullanılarak üyelik belirlemede birçok ilerleme kaydedilmiştir [72, 73]. Dahası, benzeri görülmemiş doğrulukta astrometrik veri, *GAIA* uydusundan ilk veri yayınlanması ile kullanışlı hâle gelmiştir [65]. *GAIA DR2* kataloğunun kullanıma açtığı paralaks ve öz hareket verileri, bir kümenin olası üyelerini tam olarak ayırt edebilecek kadar hassastır [66]. Bu sebeple her iki küme içinde *GAIA DR2* den alınan öz hareket değerleri kullanılmıştır.

Küme üyeliği belirlenirken Teu 144 kümesi detaylı olarak anlatılmıştır. NGC 6791 kümesinin üyelikleri belirlenirken de aynı yol ve yöntem izlenmiştir. Kümelere ait grafikler Şekil 2.6 ve Şekil 2.8'de verilmiştir.

Teu 144 kümesine ait üye yıldızlar, literatürdeki üyelik yöntemi kullanılarak kümenin öz hareketleri incelenmesi sonucunda belirlenmiştir (Sariya et al. (2012) [74]; Sanders (1971) [75]; Yadav et. al. 2013 [76]). Python'nun scikit-learn kütüphanesinden GaussianMixture (GM) fonksiyonu kullanılarak üyelik (P) hesaplaması yapılmıştır. Bunun için *GAIA DR2*'den alınan öz hareket değerleri kullanılmıştır.

GaussianMixture fonksiyonunun arka planında Denklem 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 işletilmektedir. Φ_c, küme yıldızlarını Φ_f, alan yıldızlarını temsil etmektedir.

$$\Phi_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{(\sigma_c^2+\epsilon_{xi}^2)(\sigma_c^2+\epsilon_{yi}^2)}}\, x\ exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(\mu_{xi}-\mu_{xc})^2}{\sigma_c^2+\epsilon_{xi}^2}+\frac{(\mu_{yi}-\mu_{yc})^2}{\sigma_c^2+\epsilon_{yi}^2}\right]\right\} \quad (2.1)$$

μ_{xi}, μ_{yi} kümenin öz hareket değerlerini, μ_{xc}, μ_{yc} kümenin öz hareketlerinin merkezini, σ_c, küme üyesi yıldızların içsel öz hareket dağılımını, ϵ_{xi}, ϵ_{yi} gözlemsel hataları temsil etmektedir.

$$\Phi_f = \frac{1}{2\pi\sqrt{(1-\gamma^2)}\sqrt{\left(\sigma_{xf}^2+\epsilon_{xi}^2\right)\left(\sigma_{yf}^2+\epsilon_{yi}^2\right)}}$$

$$\text{x}\ exp\left\{-\frac{1}{2(1-\gamma^2)}\left[\frac{(\mu_{xi}-\mu_{xf})^2}{\sigma_{xf}^2+\epsilon_{xi}^2}-\frac{2\gamma(\mu_{xi}-\mu_{xf})(\mu_{yi}-\mu_{yf})}{\sqrt{\left(\sigma_{xf}^2+\epsilon_{xi}^2\right)\left(\sigma_{yf}^2+\epsilon_{yi}^2\right)}}+\frac{(\mu_{yi}-\mu_{yf})^2}{\sigma_{yf}^2+\epsilon_{yi}^2}\right]\right\} \quad (2.2)$$

μ_{xf}, μ_{yf} alan yıldızlarının öz hareketlerinin merkezini, σ_{xf}, σ_{yf} küme üyesi yıldızların içsel öz hareket dağılımını ve γ, korelasyon katsayısını temsil etmektedir.

$$\gamma = \frac{(\mu_{xi}-\mu_{xf})(\mu_{yi}-\mu_{yf})}{\sigma_{xf}\sigma_{yf}} \quad (2.3)$$

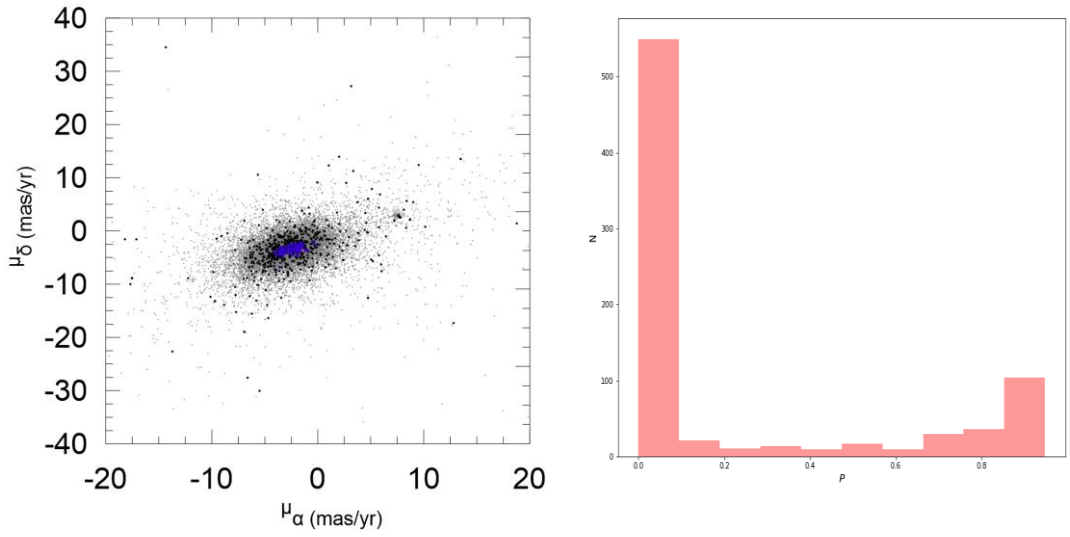
Yıldızların dağılımını hesaplamak için Denklem 2.4 kullanılmıştır. Burada P, üyelik için olası değeri temsil etmektedir.

$$\Phi = (n_c \Phi_c^v) + (n_f \Phi_f^v) \tag{2.4}$$

$$P(i) = \frac{\Phi_c(i)}{\Phi(i)} \tag{2.5}$$

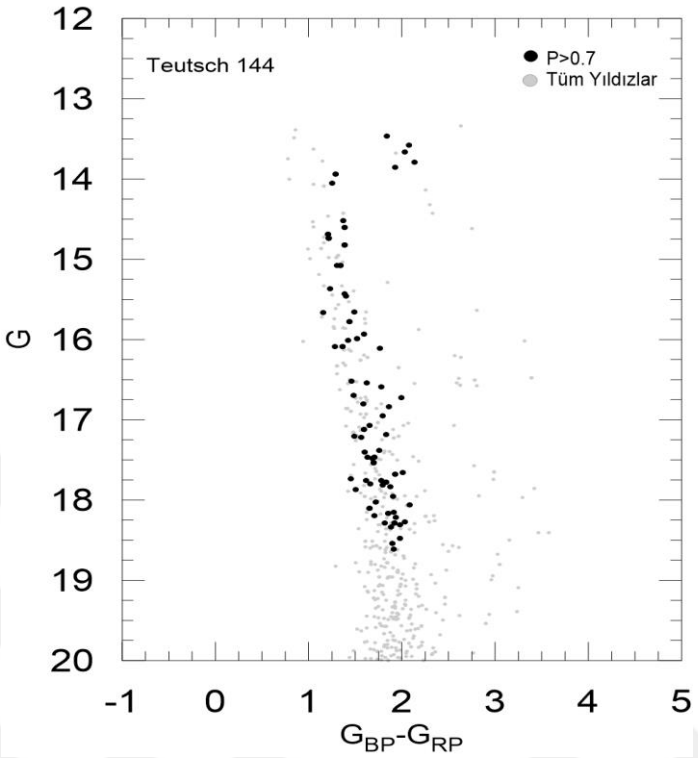
Sonuç olarak, küme alanında kalan yıldızlara GM uygulanması ile kümelere ait üyelik hesaplanması ile Şekil 2.6'daki grafikler elde edilmiştir. Aynı yöntem ve işlemler ile NGC 6791 kümesi için elde edilen grafikler Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

GAIA DR2'den kümelere ait sağ açıklığa ve dik açıklığa göre öz hareket verileri kullanılarak Şekil 2.6'daki dağılım elde edilmiştir (soldaki şekil). Buradaki "μ_α" ve "μ_δ" sağ açıklığa ve dik açıklığa göre öz hareket verileridir. Şekil 2.6'da mavi renk ile gösterilen yıldızlar üye olma olasılığı p>0.7 olan yıldızlardır. Koyu siyah renk ile gösterilen yıldızlar CCD *UBV(RI)$_C$*, *SDSS* ve *GAIA* ile oluşturulan tek veri setinde bulunan tüm yıldızlardır. Gri tonda gösterilen yıldızlar ise *GAIA DR2'*den Teu 144 kümesinin merkezi koordinatlarından itibaren 15 yay dakikası aralığında alınan tüm yıldızlardır. Sağdaki şekil ise olası üyelerin histogramına aittir.



Şekil 2.6. Teu 144 kümesine ait öz hareket dağılımı. Mavi renk ile gösterilen P>0.7 büyük yıldızlardır.

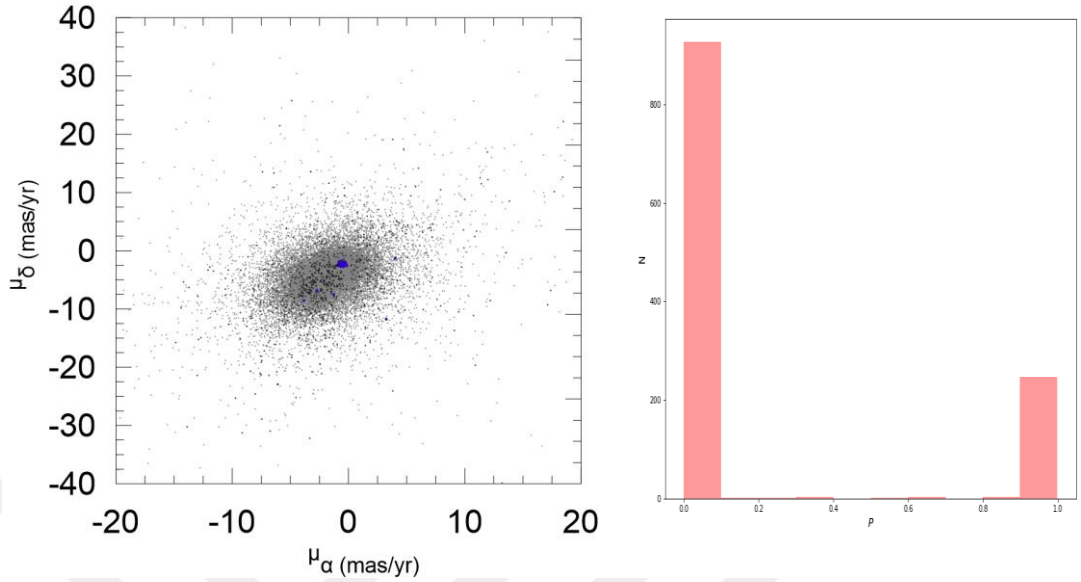
Şekil 2.7'de P>0.7 için G-(G_{BP}-G_{RP}) renk-kadir diyagramı elde edilmiştir. Koyu siyah noktalar P>0.7 yıldızlarını, gri noktalar üye olamayan yıldızları temsil etmektedir.



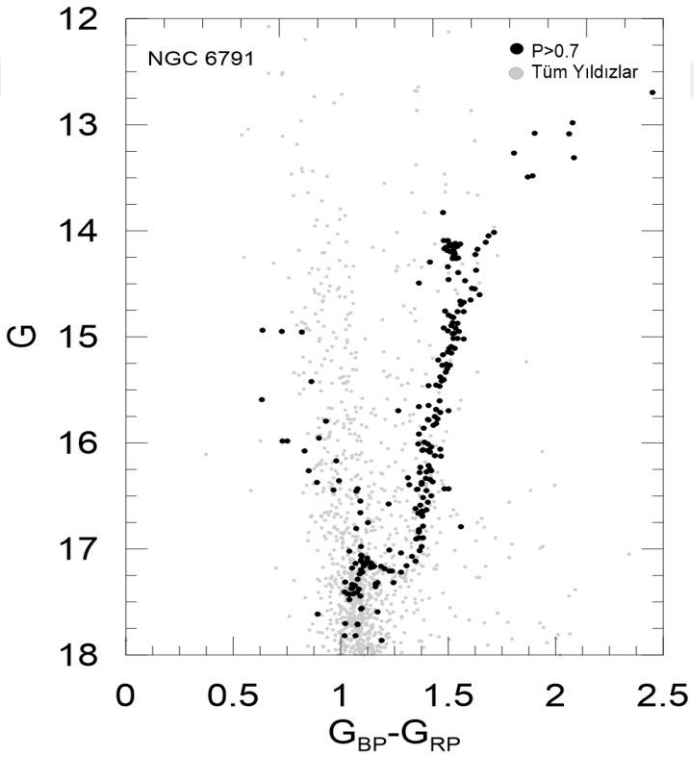
Şekil 2.7. Teu 144 kümesinin P>0.7 için çizdirilen renk-kadir diyagramı

Aynı işlemler NGC 6791 kümesi içinde uygulanmıştır. Şekil 2.8'deki sağ şekilde de görüldüğü gibi kümeye ait P değeri 0.9 olarak hesaplanmıştır. P>0.9 olan değerler Şekil 2.8'de (soldaki şekil) mavi renk ile gösterilmiştir. Üyelik hesaplanması ardından çizdirilen G-(G_{BP}-G_{RP}) grafiği Şekil 2.9'de gösterilmiştir.

Teu144 kümesi için P>0.7, NGC 6791 kümesi için P>0.9 değerleri dikkate alınarak kümelere ait çizdirilen renk-kadir diyagramlarında (bkz. Şekil 2.7 ve Şekil 2.9) ana kol oldukça belirgin bir şekilde görülmektedir. Kümelere ait bu tez çalışmasında elde edilen diğer parametreler P değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.8. NGC 6791 kümesine ait öz hareket dağılımı. Mavi renk ile gösterilen P>0.9 büyük yıldızlardır.

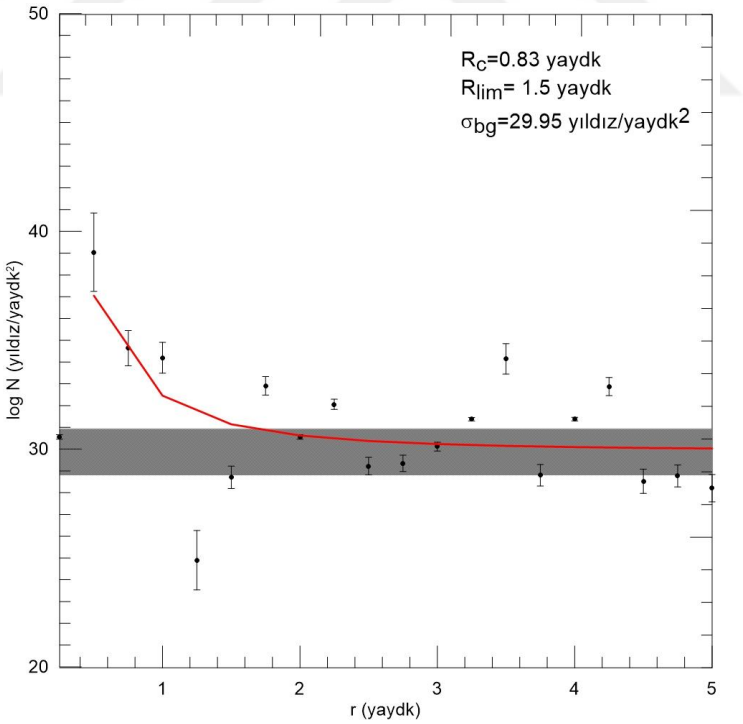


Şekil 2.9. NGC6791 kümesinin P>0.9 için çizdirilen renk-kadir diyagramı

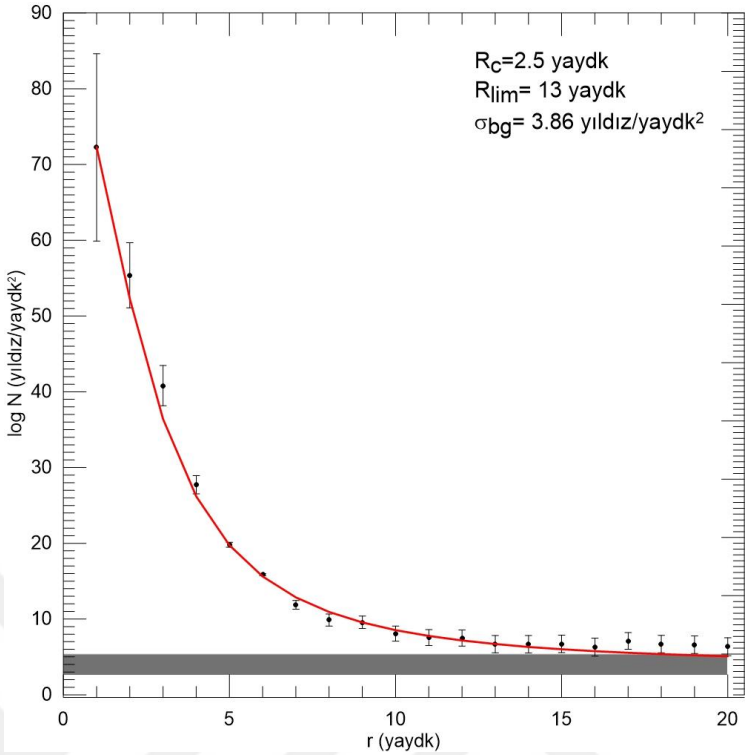
2.5 Radyal Yoğunluk Profili

En muhtemel küme üyelerini tanımlamak ve alan yıldızı kirlenmesini en aza indirmek için yıldız sayımlarını kullanarak radyal yoğunluk profillerinden kümelenme yarıçapları elde edilmiştir. Bunun için üç parametreli King profili kullanılmıştır. King profili; $\sigma(R) = \sigma_{bg} + \sigma_{ok}/(1+(R/R_{core})^2)$ eşitliği ile tanımlanırken; σ_{bg}, σ_{ok} *ve* R_{core} ise sırasıyla arka plan yıldız sayı yoğunluğunu, kümenin merkezi yüzey sayı yoğunluğunu ve kümenin çekirdek yarıçapını temsil etmektedir.

GAIA DR2'den alınan veriler ile Teu 144 kümesinin ve NGC 6791 kümesinin radyal yoğunluk profili (bkz. Şekil 2.10, Şekil 2.11) oluşturulmuştur. Şekil 2.10 ve Şekil 2.11'de gösterilen kırmızı sürekli çizgi King profilini temsil etmektedir. Teu 144 kümesinin limit yarıçapı 1.5 yay dakikası, çekirdek yarıçapı ise 0.83 yay dakikası olarak elde edilmiştir. NGC 6791 kümesinin limit yarıçapı 13 yay dakikası, çekirdek yarıçapı 2.5 yay dakikası olarak elde edilmiştir.



*Şekil 2.10***.** Teu 144 kümesinin radyal yoğunluk profili



*Şekil 2.11***.** NGC 6791 kümesinin radyal yoğunluk profili

2.6 Renk Artığı

Yıldızlararası ortamın neden olduğu etkilerden biri ışığın kırmızılaşmasıdır. Mavi ışık kırmızıya nazaran daha çok saçılma göstermektedir. Bu sebeple yıldızlararası kızarma, gözlenen cismin daha uzakta görünmesine yol açmaktadır. Renk artığının iyi bir biçimde belirlenememesi durumunda, kümeyle fiziksel bağı bulunmayan yıldızların küme üyesi olarak tanımlanma olasılığı artmaktadır. Bu sebeple kümelere ait kızarma değerleri için farklı filtreler aralığında çalışmıştır ve kızarma değerleri elde edilmiştir.

Renk artığı hesaplanırken kümeye ait gözlemsel verilerin renk-renk diyagramının çizdirilmesinden faydalanılmaktadır. Kümelere ait yıldızlararası kızarma belirlenirken iki renk diyagramında hem dev hem de cüce yıldızlar olmak üzere oldukça geniş renk indekslerini içine almasından dolayı Schmidht-Kaler (SK82) tarafından hazırlanan kuramsal Sıfır Yaş Ana Kolu (SYAK) kullanılmıştır [2]. SK82 (*U*-*B*)-(*B*-*V*) renk indeksi Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7. SK82'nin (*U-B*)-(*B-V*) renk indeksleri [2]

SYAK				Dev yıldızlar	
$(B-V)_0$	**$(U-B)_0$**	**$(B-V)_0$**	**$(U-B)_0$**	**$(B-V)_0$**	**$(U-B)_0$**
-0.33	-1.19	0.01	0.02	0.77	0.39
-0.33	-1.17	0.05	0.05	0.86	0.56
-0.32	-1.15	0.08	0.08	0.94	0.70
-0.32	-1.14	0.15	0.10	1.00	0.84
-0.31	-1.12	0.20	0.10	1.07	1.01
-0.30	-1.08	0.25	0.09	1.16	1.16
-0.265	-0.95	0.30	0.03	1.27	1.39
-0.24	-0.84	0.35	0.00	1.50	1.81
-0.205	-0.71	0.44	-0.02	1.53	1.83
-0.17	-0.58	0.52	0.02	1.56	1.87
-0.15	-0.50	0.58	0.06	1.58	1.88
-0.135	-0.43	0.63	0.12		
-0.11	-0.34	0.68	0.20		
-0.075	-0.20	0.74	0.30		
-0.02	-0.02				

Kızarma değeri olan E(*B-V*) değerini, SK82 SYAK'nın *U-B*'de 0.72E(*B-V*)+0.05E(*B-V*)^2 kadar ve *B-V*'de kızarma değeri E(*B-V*) kadar kaydırılması ile elde edilmiştir. Aynı yöntemle kümelerin E(*g-r*) kızarma değerlerinin hesaplanabilmesi için SK82 SYAK'nin (*U-B*), (*B-V*) renklerinin (*u-g*), (*g-r*) sistemine dönüşümü sağlanmıştır. Bu dönüşüm için gerekli olan katsayılar Bilir, Karaali vd. [3] çalışmasından alınmıştır. Katsayılar Denklem 2.6 ve 2.7'de verilmiştir.

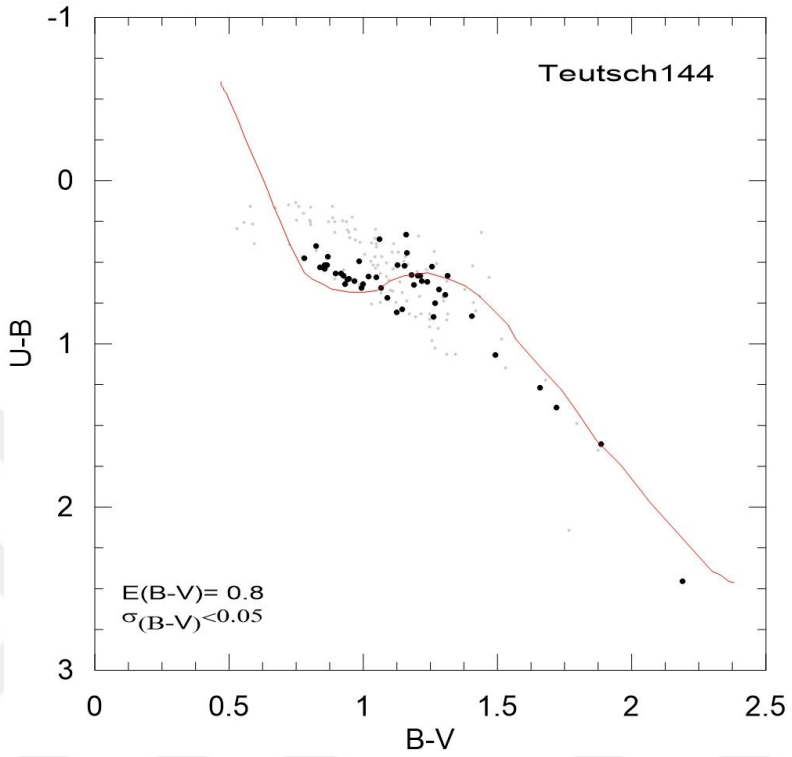
$$u-g = 0.779*(U-B)+0.775*(B-V)+0.801 \quad (2.6)$$

$$g-r = 1.023*(B-V)+0.016*(U-B)-0.187 \quad (2.7)$$

Tez çalışmasında kullanılan her bir filtrenin renk artıklarını hesaplamak için kullanılan katsayılar *SDSS* sistemi için $A_u/A_V = 1.574$, $A_g/A_V = 1.189$, $A_r/A_V = 0.877$, $A_i/A_V = 0.673$, $A_z/A_V = 0.489$ şeklindedir [77] ve *GAIA* filtrelerinden elde edilen renkler için A_G/A_V=0.8592, $E(G_{BP}–G_{RP}) = E(B–V)/0.775$ dönüşümünden faydalanılmıştır [78].

Şekil 2.12'de Teu 144 kümesi için elde edilen renk kadir diyagramı gösterilmektedir. Kümenin kızarma değeri, kuramsal SK82 SYAK'nın 0.8 kadir kadar kaydırılması ile

elde edilmiştir. Her iki küme için de elde edilen renk artıkları detaylı olarak Bulgular bölümünde Tablo 3.1 ve Tablo 3.4'te verilmiştir.



Şekil 2.12. Teu 144 kümesinin renk-renk diyagramı. Kırmızı sürekli çizgi SK82 kolunu, koyu siyah noktalar kümenin üye yıldızlarını, gri noktalar alan yıldızlarını temsil etmektedir.

2.7 Renk-Kadir diyagramları

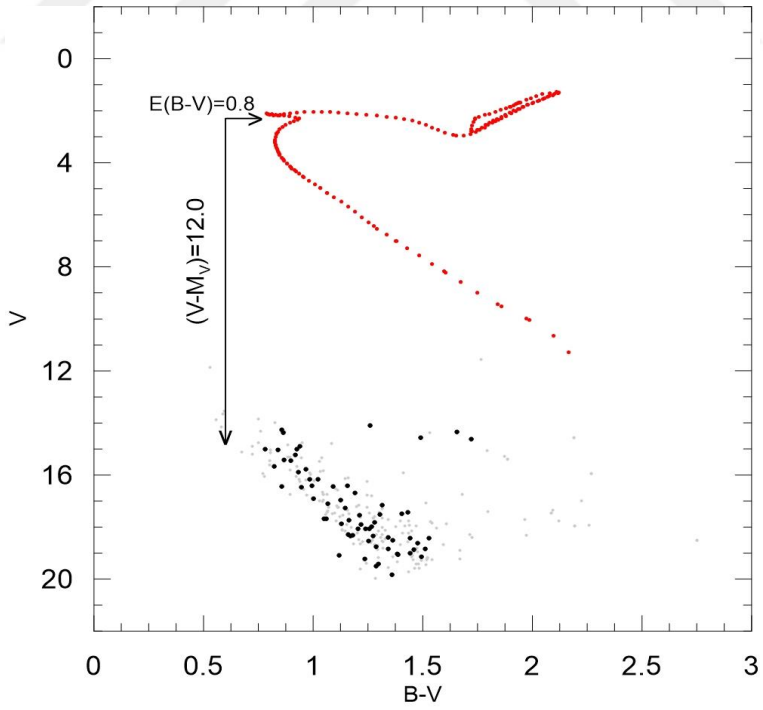
Yıldız kümesinin yaşını belirlemek, yıldız evrimlerine katkı sağlayan en önemli olgudur. Belirlenen küme yaşları modern astrofiziğin temel taşlarını oluşturmakla kalmaz ayrıca Samanyolu'nun yıldız oluşum tarihçesini ve diğer galaksileri de anlamamıza yardımcı olur.

Kümelere ait uzaklık ve uzaklık modülünü belirlemek için öncelikle kümelere ait metal bolluklarını belirlemek gerekmektedir. Fotometrik inceleme ile metal bollukları belirlemek oldukça güçtür. Bu sebeple Teu 144 kümesi için metal bolluğu, güneş bolluğunda $Z_{\odot}$=0.0152 kabul edilmiştir. NGC 6791 kümesi için ise metal bolluğu olan Z değeri 0.036 olarak Frinchaboy [79] makalesinden alınmıştır.

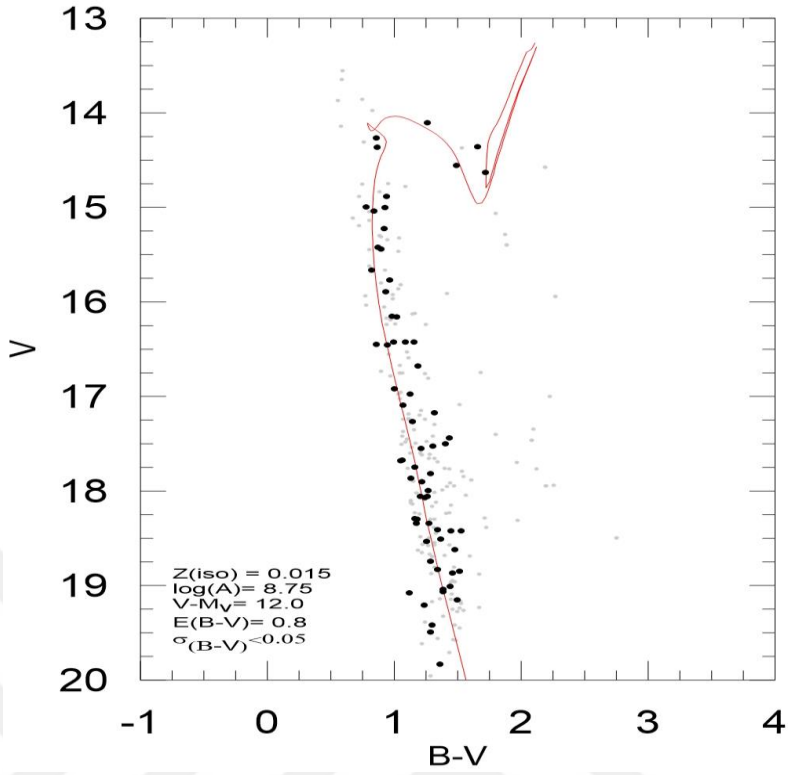
Açık yıldız kümelerinin yaş ve uzaklıklarını belirlemede en fazla kullanılan yöntem renk-kadir diyagramlarıdır. Bu tez çalışmasında uzaklık ve yaş belirleme, teorik eşyaş verileri ile gözlemsel verilerin uygun bir eşleştirilmesi yapılarak sağlanmıştır. Teorik eşyaş eğrileri için, belirlenen Z bolluğuna göre, Bressan'a ait *Johson-Cousins, GAIA* ve *SDSS* fotometrisindeki eşyaş eğri verileri alınmıştır [5].

Tablo 3.1 ve Tablo 3.3'deki renk artıkları dikkate alınarak mutlak kadir ekseninde (V-M_V)+3.1E(B-V) kadar, renk ekseninde ise renk artığı kadar kaydırma yapılarak kümelere ait uzaklık modülü hesaplanmıştır. Yaş tayini, gözlemsel ana kolun dönüm noktası ile teorik eşyaş eğrilerinin iyi fit edilmesi ile hesaplanmıştır.

Şekil 2.13'de kümenin verileri ile log(A) yaşı 8.75 olan teorik eş yaş eğrisi gösterilmiştir. Kümenin hesaplanan uzaklık modülü 12 kadir olarak bulunmuştur. Hesaplanan uzaklık değeri kadar mutlak kadir ekseninde, renk artığı değeri kadar renk ekseninde kaydırma yapılarak kümeye eşyaş fit edilmiştir ve elde edilen diyagram Şekil 2.14'de gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Teu 144 kümesinin hesaplanan uzaklık ve kızarma değeri. Siyah noktalar küme üyesi yıldızları, gri noktalar küme alan yıldızlarını, kırmızı noktalar teorik eş yaşı temsil etmektedir.



Şekil 2.14. Teu 144 kümesinin *V*-(*B*-*V*) diyagramı Kırmızı sürekli çizgi teorik eş yaş çizgisini, koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir.

Her iki küme için de Padova eşyaş eğrileri, hesaplanan renk artık değerleri dikkate alınarak kümelerin renk-parlaklık diyagramları olan *r*-(*g*-*r*), *r*-(*g*-*i*), *r*-(*g*-*z*), *r*-(*u*-*g*), *V*-(*B*-*V*), *V*-(*R*-*I*), *V*-(*U*-*B*), *V*-(*V*-*I*) diyagramlarına sırasıyla fit edilmiştir. Aynı işlem hem NGC 6791 kümesi için hem de Teu 144 kümesi için uygulanmıştır. Her iki küme için de *G*-(G_{BP}-G_{RP}) renk-kadir diyagramı kullanılmıştır. Kümelerin Güneş'e olan uzaklıkları $d(pc) = 10^{0.2[(V_0-M_0)+5]}$ bağıntısı ile elde edilmiştir. Çizdirilen renk-kadir diyagramlarında yaş tayini, uzaklık ve uzaklık modülü tayin edilmiştir. Elde edilen renk kadir diyagramları Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.5'te gösterilmiş olup elde edilen yaş, uzaklık ve uzaklık modülleri bulgular bölümünde detaylı olarak Tablo 3.2 ve Tablo 3.4'te verilmiştir.

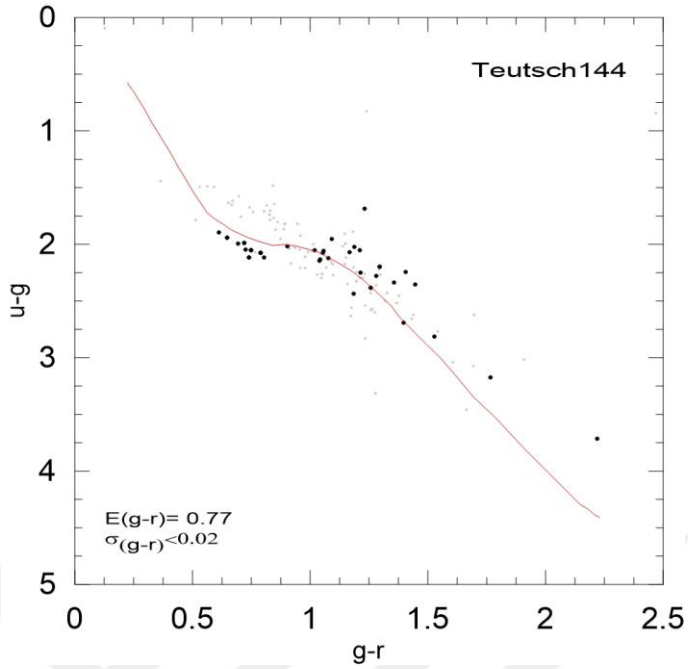
3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 Teutsch 144

Teu 144 açık yıldız kümesi için radyal yoğunluk profili ve küme üyelikleri tespitinde *GAIA DR2* kataloğu kullanılmıştır. Uzaklık, yaş ve uzaklık modülü için çizdirilen renk kadir diyagramları için CCD $UBV(RI)_C$, *GAIA DR2* ve *SDSS* verileri kullanılmıştır.

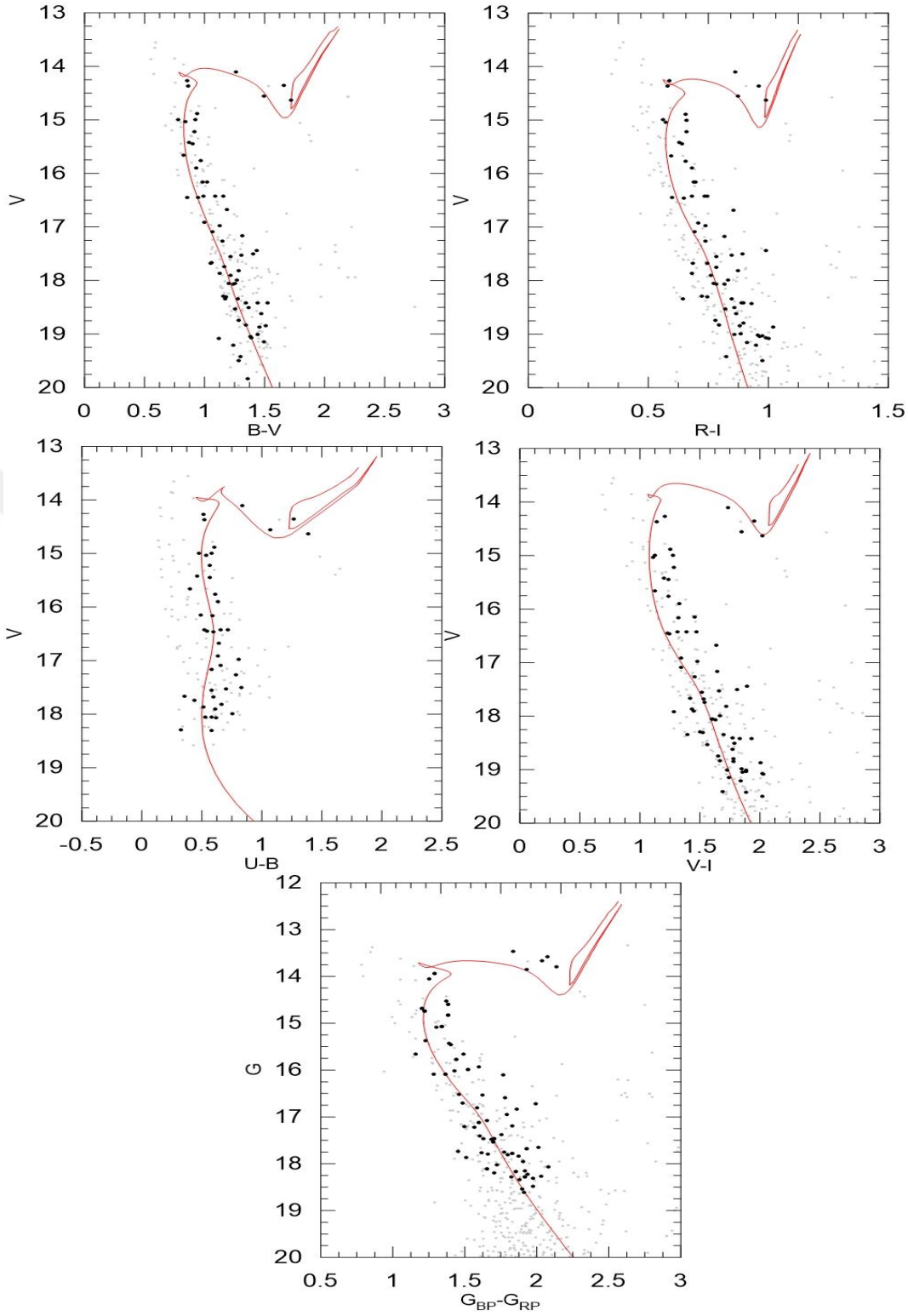
Teu 144 kümesi için *SDSS* parlaklıkları ve SPM'den alınan CCD $UBV(RI)_C$ parlaklıkları kullanılarak kümeye ait kızarma değerleri olan $E(B\text{-}V)= 0.8\pm0.11$ kadir ve $E(g\text{-}r)= 0.77\pm0.11$ kadir olarak Şekil 2.10 ve Şekil 3.1'den elde edilmiştir. SK82 SYAK ile hesaplanan kızarma değerlerinin kendi içinde uyumlu olduğu görülmüştür. Kümeye ait elde edilen renk artıkları Tablo 3.1'de verilmiştir. Şekil 3.2 ve 3.3'te kümeye ait çizdirilen renk-kadir diyagramları gösterilmiştir. Görüldüğü gibi Teu 144 kümesinin gözlemsel verileri ile teorik eşyaş eğrileri iyi bir şekilde fit edilmiştir. Çizdirilen her bir renk-kadir diyagramından elde edilen yaş, uzaklık ve uzaklık modülleri hata değerleri ile birlikte Tablo 3.1'de verilmiştir.



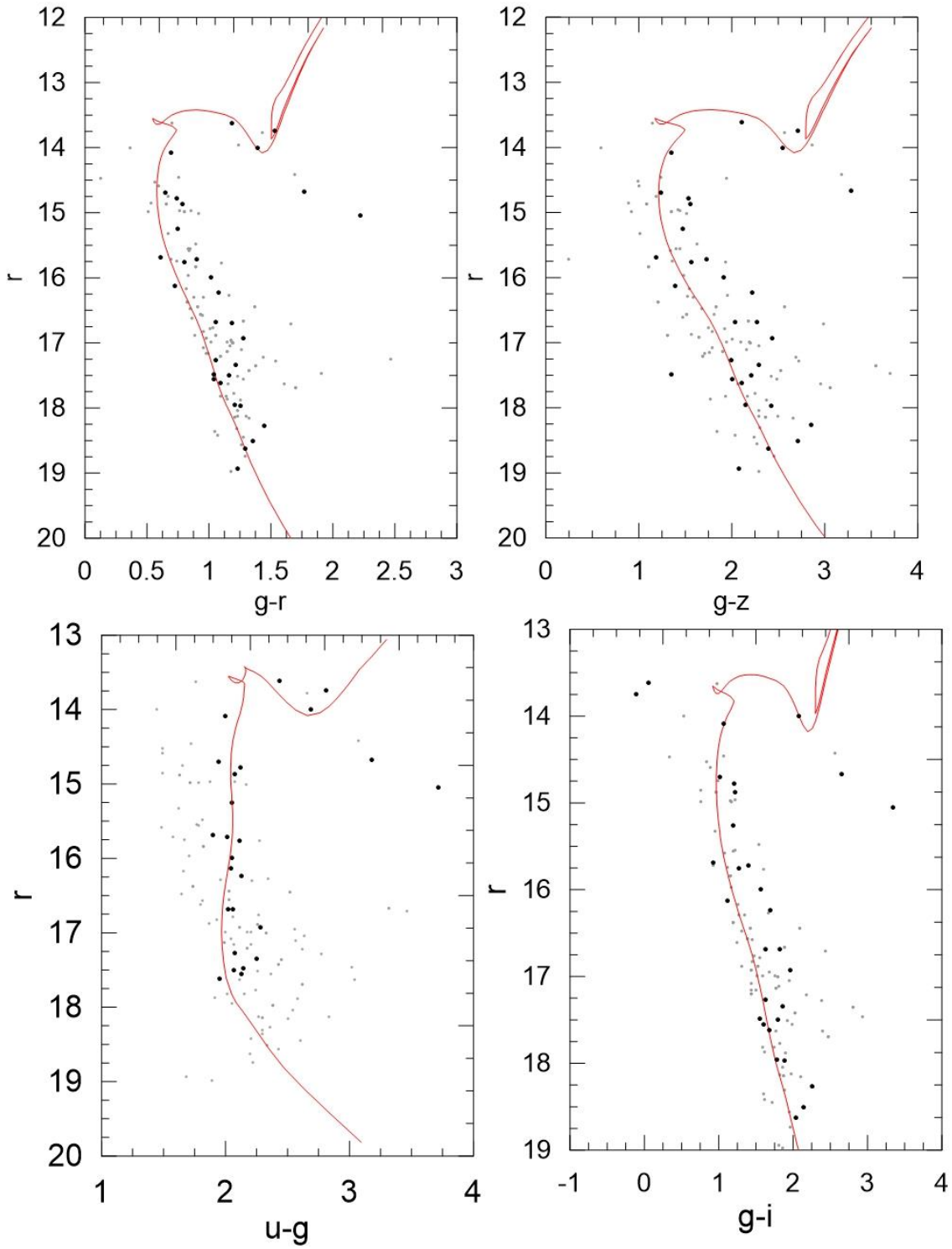
Şekil 3.1. Teu 144 kümesi için renk-renk diyagramı. Kırmızı sürekli çizgi SK82 SYAK kolunu, koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye olan ve üye olmayan yıldızları göstermektedir.

Tablo 3.1. Teu 144 kümesi için renk artıkları

Küme	**Teutsch 144**		
E(B-V)	0.80±0.11	**E(g-r)**	0.77±0.10
E(V-I)	1.10±0.14	**E(g-i)**	1.28±0.18
E(U-B)	0.55±0.04	**E(u-g)**	0.95±0.13
E(R-I)	0.56±0.08	**E(g-z)**	1.75±0.20
E(G_{BP}-G_{RP})	1.15±0.15		



Şekil 3.2. Teu 144 kümesinin *V*-(*B*-*V*), *V*-(*R*-*I*), *V*-(*U*-*B*), *V*-(*V*-*I*), *G*-(G_{BP}-G_{BP}) diyagramları. Kırmızı sürekli çizgi Z= +0.015'deki PARSEC eşyaş çizgisini temsil etmektedir. Koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir.



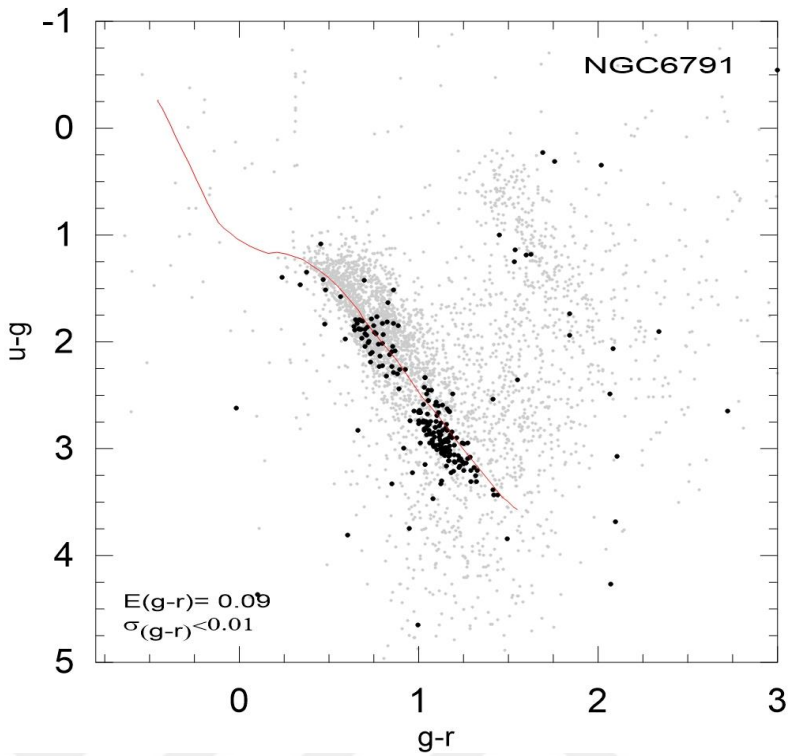
Şekil 3.3. Teu 144 kümesi için *r*-(*g*-*r*), *r*-(*g*-*i*), *r*-(*g*-*z*), *r*-(*u*-*g*) diyagramları. Kırmızı sürekli çizgi Z= +0.015'deki PARSEC eşyaş çizgisini temsil etmektedir. Koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir.

*Tablo 3.2***.** Teu 144 açık yıldız kümesinin hatalarıyla birlikte yaş ve uzaklık değerleri

Renk	$(V-M_v)_0$	d [kpc]	$Log(A)_{fit}$	A_{fit} [Gyıl]
(B-V)	12.00±0.15	2.51±0.18	8.75±0.05	0.56±0.07
(U-B)	12.10±0.15	2.63±0.18	8.65±0.10	0.45±0.12
(R-I)	12.00±0.10	2.51±0.12	8.80±0.10	0.63±0.16
(V-I)	12.00±0.10	2.51±0.12	8.65±0.15	0.45±0.18
$(G_{BP}-G_{RP})$	11.85±0.15	2.34±0.16	8.80±0.15	0.63±0.26
(g-r)	11.50±0.20	2.00±0.15	8.80±0.10	0.63±0.16
(g-z)	11.50±0.20	2.00±0.18	8.80±0.10	0.63±0.16
(g-i)	11.60±0.15	2.09±0.14	8.80±0.10	0.63±0.16
(u-g)	11.50±0.10	2.00±0.09	8.80±0.05	0.63±0.08

3.2 NGC 6791

GAIA DR2 kataloğu kullanılarak NGC 6791 kümesi için radyal yoğunluk profili elde edilmiş ve kümenin üye yıldızları ile alan yıldızları ayrımı yapılmıştır. Uzaklık, yaş ve uzaklık modülü parametrelerini elde etmek için yararlanılan renk-kadir diyagramları için *GAIA DR2* ve *SDSS* verileri kullanılmıştır. Kümenin kızarma değeri olan E(*g-r*) = 0.09±0.06 kadir olarak Şekil 3.4'ten elde edilmiştir. Kümeye ait hesaplanan renk artığı değerleri hatalarıyla birlikte Tablo 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.4. NGC 6791 kümesinin renk-renk diyagramı Sürekli kırmızı çizgi SK82 SYAK, koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir.

Tablo 3.3. NGC 6791 kümesinin renk artık değerleri

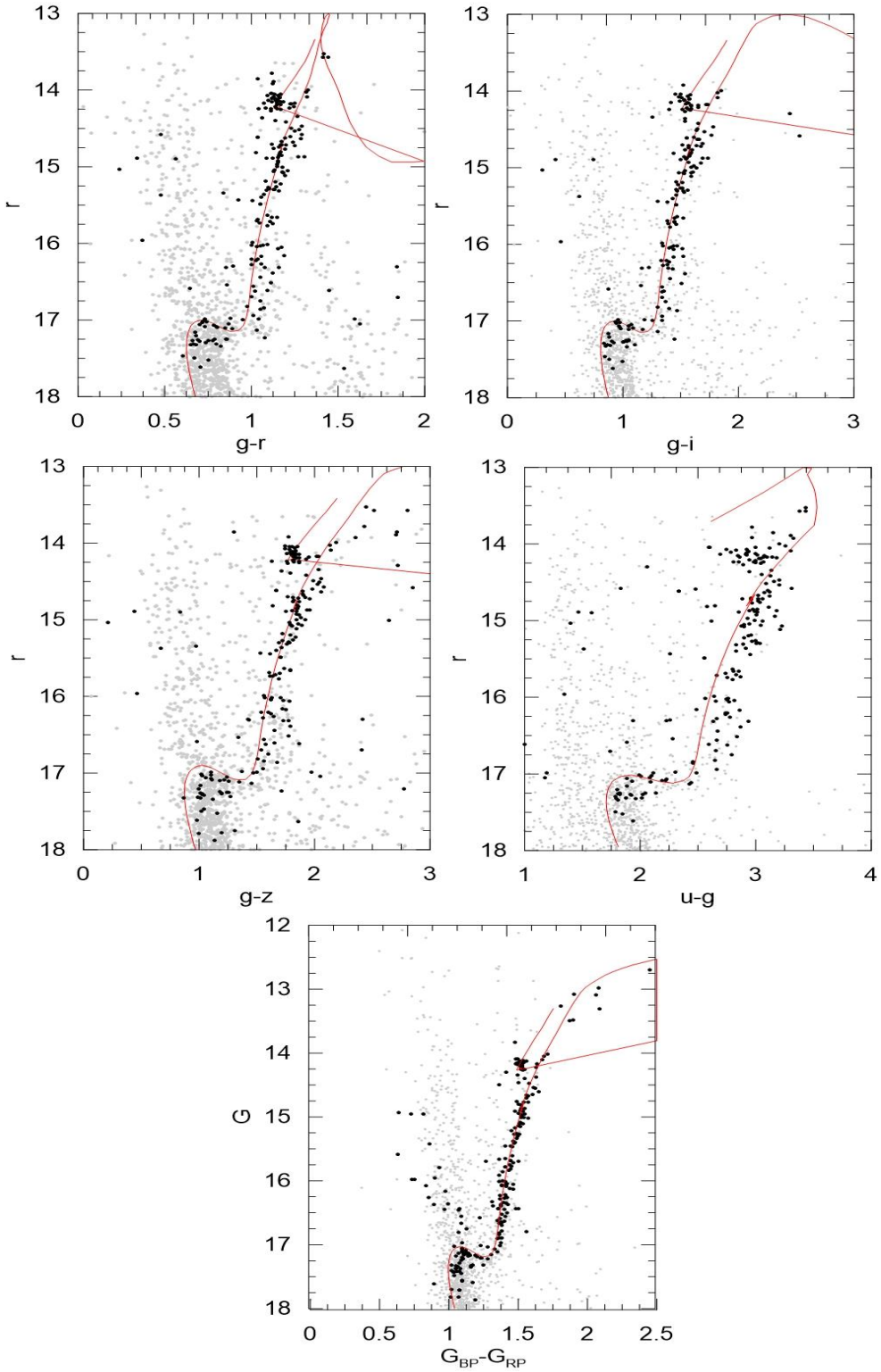
Küme	**NGC 6791**
E(u-g)	0.11±0.08
E(g-r)	0.09±0.06
E(g-i)	0.14±0.09
E(g-z)	0.20±0.13
E(G_{BP}-G_{RP})	0.15±0.12

Kümeye ait renk-kadir diyagramları olan *r*-(*g*-*r*), *r*-(*g*-*i*), *r*-(*g*-*z*), *r*-(*u*-*g*) ve *G*-(G_{BP}-G_{RP}) Şekil 3.5'te verilmiştir. Elde edilen diyagramlarda görüldüğü gibi teorik eşyaş eğrileri gözlemsel *SDSS* ve *GAIA DR2* kataloğundan alınan veriler ile oldukça uyumludur. Her

bir diyagramdan elde edilen yaş, uzaklık ve uzaklık modülü değerleri hatalarıyla birlikte Tablo 3.4'te detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 3.4. NGC 6791 kümesinin hatalarıyla birlikte yaş ve uzaklıkları

Renk	$(V-M_v)_0$	d [kpc]	$Log(A)_{fit}$	A_{fit} [Gyıl]
(g-r)	13.30±0.10	4.57±0.05	9.85±0.05	7.08±0.86
(g-z)	13.30±0.10	4.57±0.21	9.80±0.05	6.31±0.77
(g-i)	13.30±0.10	4.57±0.21	9.85±0.05	7.08±0.86
(u-g)	13.20±0.15	4.37±0.30	9.90±0.10	7.94±2.06
$(G_{BP}-G_{RP})$	13.30±0.10	4.57±0.21	9.85±0.05	7.08±0.86



Şekil 3.5. NGC 6791 kümesi için *r*-(*g*-*r*), *r*-(*g*-*i*), *r*-(*g*-*z*), *r*-(*u*-*g*), *G*-(G_{BP}-G_{BP}) diyagramları. Kırmızı sürekli çizgi Z= +0.036'daki PARSEC eşyaş çizgisini temsil etmektedir. Koyu siyah ve gri noktalar sırasıyla üye ve üye olmayan yıldızları göstermektedir.

4. BÖLÜM

4.1 Tartışma-Sonuç ve Öneriler

Bu tez çalışmasında seçilen kümelere ait geniş bir renk indeksi aralığında analiz yapılıp sonuçların literatüre kazandırılması hedeflenmiştir. Seçilen kümelere ait *u, g, r, i, z* ve G_{BP}, G_{RP}, G verileri kullanılarak renk-renk ve renk-kadir diyagramlarından faydalanılarak her bir küme için renk artığı, uzaklık, uzaklık modülü ve yaş hesabı yapılmıştır. Teu 144 kümesi için ayrıca *SPM*'den alınan CCD $UBV(RI)_C$ parlaklıkları ile kümeye ait kızarma, uzaklık, uzaklık modülü ve yaş hesabı yapılmıştır. Yine aynı kümeler için *GAIA DR2* verileri kullanılarak küme üyeliği, limit yarıçap ve çekirdek yarıçapı hesaplanmıştır.

Literatüre bakıldığında henüz Teu 144 kümesine ait *SDSS* fotometrisi, *GAIA* fotometrisi ve *CCD* $UBV(RI)_C$ fotometirisi ile bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. WEBDA veri tabanında da kümeye ait bir bilgiye rastlanılmamıştır. Tadross [80], çalışmasında kümeye ait limit yarıçap belirlerken radyal yoğunluk profilini kullanmıştır. Yaş, uzaklık ve uzaklık modülünü hesaplarken ise eşyaş eğrilerini kullanmıştır. Elde ettiği değerler, kümenin limit yarıçapı için 5 yay dakikası, kızarma değeri için 0.73 kadir, yaş değeri için 800 Myr ve son olarak uzaklık modülü değerini ise 11.8 kadir olarak hesaplamıştır. Bu tez çalışmasında ise limit yarıçapı 1.5 yay dakikası, E(*B-V*) değeri 0.8±0.11 kadir, E(*g-r*) değeri 0.77±0.11 kadir, (G_{BP}-G_{RP}) değeri 1.15±0.15 kadir olarak bulunmuştur. Elde edilen üç farklı kızarma değerinin kendi içerisinde uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Kümenin CCD $UBV(RI)_C$ fotometrisinden elde edilen uzaklık modülü ve yaş değeri sırası ile 12.00±0.15 kadir ve 0.52±0.13 Gyıl olarak, *GAIA* fotometrisinden elde edilen uzaklık modülü ve yaş değeri sırası ile 11.53±0.16 kadir ve 0.63±0.14 Gyıl olarak ve *SDSS* fotometrisinden elde edilen uzaklık modülü ve yaş değeri sırası ile 11.85±0.15 kadir ve 0.63±0.26 Gyıl olarak hesaplanmıştır.

Tespit edilen yaş değerleri ile kümenin orta yaşlı bir küme olduğu görülmüştür. Ve literatürle karşılaştırma yapıldığında E(*B*-*V*) değeri hata sınırları içerisinde uyumludur.

Bu tez çalışmasında geniş renk indeksleri içerisinde çizdirilen renk-kadir diyagramları ile bulunan yaş ve uzaklık değerlerinin birbirleri ile oldukça uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Teu 144 kümesine ait çalışmalar sadece *JHK* band aralığında olup yakın kızıl ötede çalışılmıştır. CCD $UBV(RI)_C$, *SDSS*, *GAIA* verileri kullanılarak yapılan analizler ilk kez bu çalışmada yapılmıştır ve ilk sonuçlar elde edilmiş olup literatüre kazandırılmıştır. Kümeye ait hesaplanan parametreler ile literatür karşılaştırması Tablo 4.1'de detaylı olarak verilmiştir.

Bilindiği üzere yaşlı açık yıldız kümeleri galaksimizin yaşı için bir alt sınır koymaktadır. NGC 6791 kümesi galaksimizde bilinen en yaşlı ve metal bolluğu en fazla olan açık yıldız kümelerinden birisidir. Bu kümenin yaşı, genç küresel küme yaş aralığında olmasına rağmen, Galaksi'nin Halo'suna göre daha gençtir. Açık yıldız kümelerinin çoğunun yaşı, 1Gyr'dan küçük olmasına rağmen NGC 6791 kümesi için durum farklıdır. Bu küme açık yıldız kümelerinin en yaşlı kümelerinden biridir ve literatürdeki çalışmalarda hesaplanan yaşı neredeyse 12 Gyıl'dır [81]. Kinman'ın [82] çalışmasından bu yana açıkça görülüyor ki NGC 6791 zengin metal bolluğuna sahip bir açık yıldız kümesidir. Hem 8 Gyıl yaşında olması hem de Güneş'in 2 katı daha fazla metal bolluğuna sahip olması bu kümenin galaktik açık yıldız kümeleri arasından en çok farklılık gösteren kümelerden biri olmasına neden olmuştur. Literatüre bakıldığında bu kümenin kökeninin nereye dayandığı konusunun tartışmalı olduğu ve bunun üzerine birkaç teorinin geliştirildiği görülmektedir. Bu teorilerden birincisi kümenin iç disk kökenli olabileceğidir. Teoriye göre, yıldız oluşumunun etkin olduğu ve metal zenginleştirmenin hızlı olduğu galaktik yapının şişkin bölgesine çok yakın olan iç disk, yüksek yoğunluklu bir bölgedir [83] ve NGC 6791'in sahip olduğu özellikler 8 Gyıl önce bu bölgede oluştuğunu daha sonra şu an bulunduğu konuma göç ettiğini göstermektedir. İkinci teori, galaksi dışı kaynaklı olabileceği ile ilgilidir ve NGC 6791'in Samanyolu tarafından yutulan bir cüce eliptik galaksinin kalıntısı olabileceğini iddia etmektedir [84]. Üçüncü teori ise, küresel kümenin etkisine bağlı kökenli olabileceğini ileri sürmektedir [85].

NGC 6791 kümesi üzerine literatürde çok sayıda optik fotometrik çalışma [81] ve yakın-IR [86] çalışmaların olduğu görülmektedir. Literatürdeki çalışmalarda NGC 6791 kümesi için metal bolluğu +0.19 ile +0.40 aralığında bulunmuştur [87, 88]. Renk-kadir

diyagramlarından eşyaş oturtma tekniği ile elde edilen yaş, 7 ile 12 Gyıl aralığını [81, 84] kapsarken uzaklığın 4.2 ile 4.6 kpc [81, 86] aralığını kapsadığı görülmüştür.

Bu tez çalışmasında kümeye ait metal bolluğu hesabı yapılmamıştır. Ancak kümeye ait yaş uzaklık ve uzaklık modülü hesaplanabilmesi adına *SDSS* filtreleri ile hesaplanmış metal bolluğu Frinchaboy [79] makalesinden +0.38 olarak alınmıştır. NGC 6791 kümesinin *GAIA* için elde edilen kızarma değeri (G_{BP}-G_{RP})=0.15±0.12 kadir *SDSS* için elde edilen kızarma değeri E(g-r)=0.09±0.06 kadir olarak hesaplanmıştır. *SDSS* (*u, g, r, i, z*) filtreleri ve *GAIA* (G, G_{BP}, G_{RP}) filtreleri kullanılarak eşyaş oturtma tekniği ile yaş ve uzaklık hesabı yapılmıştır. NGC 6791 kümesi için *GAIA* fotometrisi ile bulunan uzaklık modülü ve yaş değerleri sırasıyla 13.30±0.10 kadir ve 7.08±0.86 Gyıl, *SDSS* fotometrisi ile bulunan uzaklık modülü ve yaş değerleri sırasıyla 13.30±0.12 kadir ve 7.10±1.14 Gyıl'dır. Literatürde hesaplanmış olan diğer parametreler ile karşılaştırma yapılabilmesi adına, Tablo 4.2'de literatürdeki değerlerle bu tez çalışmasında bulunan değerler detaylı olarak verilmiştir.

Bu çalışmada, her iki küme için de çizdirilen renk-kadir diyagramlarından, bu kümelere ait elde edilen parametrelerin kendi aralarında hata sınırları içerisinde (bkz. Tablo 1 ve Tablo 2) oldukça uyumlu olduğu görülmüştür.

*Tablo 4.1***.** Elde edilen parametrelerin literatür ile karşılaştırması. GB Güneş bolluğudur.

Küme	E(B-V)	V_0-M_v	d(kpc)	[Fe/H]	Z	LogAge	Age(Gyr)	Eşyaş	Fotometri	Referans
	0.8±0.11	12.00±0.15	2.54±0.15	-	0.015	8.71±0.10	0.52±0.13	Bressan et al. [5]	CCD $UBV(RI)_C$	Bu tez
	0.77±0.11	11.53±0.16	2.02±0.14	-	0.015	8.80±0.09	0.63±0.14	Bressan et al. [5]	SDSS	Bu tez
Teutsch 144	1.15±0.15	11.85±0.15	2.34±0.16	-	0.015	8.80±0.15	0.63±0.26	Bressan et al. [5]	GAIA	Bu tez
	0.70±0.10	11.79	2.28±0.33	-	GB	-	0.80±0.10	Girardi et al. [89]	2MASS JHKs	Bonatto & Bica [90]
	0.73	11.8	1.704±0.079	-	GB	-	0.8	?	2MASS JHKs	Tadross et al. [80]
	0.6	11.74	1.76±0.12	-	GB	9	1	Girardi et al. [89]	2MASS JHKs	Bukowiecki et al. [91]

Tablo 4.2. Elde edilen parametrelerin literatür ile karşılaştırması. a, Frinchaboy et al. [79] makalesinden alınmış değerdir.

Küme	E(B-V)	V_0-M_v	d(kpc)	[Fe/H]	Z	LogAge	Age(Gyr)	Eşyaş	Fotometri	Referans
	0.09±0.06	13.3±0.12	4.50±0.20	0.38[a]	0.036[a]	9.85±0.06	7.10±1.14	Bressan et al. [5]	SDSS	Bu tez
	0.15±0.12	13.30±0.10	4.57±0.21	0.38[a]	0.036[a]	9.85±0.05	7.08±0.86	Bressan et al. [5]	GAIA	Bu tez
	0.14±0.04	13.07±0.04	-	0.4±1.0	-	-	8.0	Yi et al. [92]	JHK	Carney, Lee, & Dodson [86]
NGC 6791	0.13-0.14	13.05±0.05	-	-	0.030	-	8.0-9.0	Bertelli et al. [93], Girardi et al. [94]	BVI	G. Carraro, L. Girardi and C. Chiosi [95]
	0.09±0.04	13.45	-	0.39±0.05	0.046	-	8.0	Girardi et al. [96]	BVI	Carraro et. al. [84]

5. KAYNAKÇA

[1] Bonatto, C., Bica, E., 2009, Probing the age and structure of the nearby very young open clusters NGC 2244 and NGC 2239, **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, n**o. 394, pp. 2127-2140.

[2] Schmidt-Kaler, T., 1982, «Numerical data and functional relationships in science and technology,» **Springer,Berlin,** pp. 14-16,.

[3] Tunçel, S., Bilir, S., Karaali, S., «Absolute magnitudes for late-type dwarf stars for Sloan photometry,» **Astronomische Nachrichten,** 2005.

[4] Frinchaboy, M. P., Thompson, B.,Jackson, K.M., O'Connell, J., et al.,, «The Open cluster chemical analysis and mapping survey: Local galactic metallicity,» *The Astrophysical Journal Letters,* p. 7, 2013.

[5] Bressan, A., Marigo, P., Girardi, L., Salasnich, B., Dal Cero, C., Rubele, S., Nanni, A.,, «PARSEC: stellar tracks and isochrones with the PAdova and TRieste Stellar Evolution Code,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Societ***y*, no. 427, pp. 127-145, 2012.

[6] Brown, A.G.A., Vallenari, A.,Prusti, T.,de Bruijne, J.H.J.,Babusiaux, C.,Bailer-Jones., C.A.L.,, «Gaia Data Release 2. Summary of the contents and survey properties,» **Astronomy & Astrophysics**, 2018.

[7] Melotte, P. J.,, «A catalogue of star clusters shown on Franklin-Adams chart plates,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, 1915.

[8] Shapley, H.,, «Studies based on the colors and magnitudes in stellar clusters,» **The Atrophysical Journal**, no. 49, pp. 311-336, 1919.

[9] Shapley, H., «Globular clusters and the structure of the galactic system,» **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, no. 30, pp. 42-54, 1918.

[10] TRUMPLER, R. J.,, «Preliminary results on the distances, dimensions and space distribution of open star clusters, lick observatory bulletins., Berkeley,» **University of California Press,** no. 420, pp. 154-188., 1930.

[11] Lyng˚a, G.,, «Computer-based catalogue of open cluster data,» **5th ed., Technical report (Observatoire de Strasbourg, Centre de Donn´ee Stellaires, Strasbourg)**, 1987.

[12] Mermilliod, J.C., **Bull. Inform**. *CDS*, no. 40, p. 115, 1992.

[13] Dias, W.S., Alessi, B.S., Moitinho, J.R., & L´epin, J.D.R.,, «New catalogue of optically visible open clusters and candidates,» **Astronomy & Astrophysics,** cilt 389, pp. 871-873, 2002.

[14] İ. Akkaya Oralhan, Yazar, Açık Yıldız Kümelerinin Fotometrik İncelenmesi. [Performance]. Doktora Tezi, İÜ-FBE2012, 2012.

[15] J. Lucie, Yazar, Orbits of open clusters. [Performance]. Masaryk University,Faculty of Science, 2013.

[16] Piskunov,A. E., Schilbach, E., Kharchenko, N.V., Röser, S., Scholz. R-D.,, «Tidal radii and masses of open clusters,» **Astronomy & Astrophysics,** no. 447, pp. 165-172, 2008.

[17] Bonatto, C., Kerber, L. O., Bica, E., & Santiago, B. X., «Probing disk properties with open clusters,» **Astronomy & Astrophysics,** no. 446, pp. 121-135, 2006.

[18] Becker, W., *Urban & Spatial Planning of Serbia*, no. 20, p. 16, 1964.

[19] van den Bergh S., McClure R. D.,, «Galactic distribution of the oldest open clusters,» **Astronomy & Astrophysics,** no. 88, pp. 360-362, 1980.

[20] Janes K. A., Tilley C., Lynga G.,, «PROPERTIES OF THE OPEN CLUSTER SYSTEM,» **The Astrophysical Journal**, no. 95, p. 3, 1988.

[21] Alfaro, E. J., Cabrera-Cano, J., Delgado, A. J.,, «Topography of the galactic disk: Z-Structure and large-scale star formation,» **The Atrophysical Journal**, no. 378, pp. 106-118, 1991.

[22] Dias, W. S., L´epine, J. R. D.,, **The Astrophysical Journal,** no. 629, p. 825, 2005.

[23] Magrini L., Sestito P., Randich S., Galli D.,, «The evolution of the Galactic metallicity gradient from high-resolution spectroscopy of open clusters,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 494, pp. 95-108, 2009.

[24] L´epine J. R. D., et al.,, «Overlapping abundance gradients and azimuthal gradients related to the spiral structure of the Galaxy,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,** no. 417, pp. 698-708, 2011.

[25] Oliveira A. F., Monteiro H., Dias W. S., Caetano T. C.,, «Fitting isochrones to open cluster photometric data,» **Astronomy & Astrophysics, no**. 557, p. A14, 2013.

[26] Camargo, D., Bica, E., Bonatto, C.,, «Towards a census of the Galactic anticentre star clusters – III. Tracing the spiral structure in the outer disc,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,** cilt 432, p. 3349–3360, 2013.

[27] Heiter U., Soubiran C., Netopil M., Paunzen E., «On the metallicity of open clusters,» ***A&A*, no. 561,** p. A93, 2014.

[28] Costado,M. T., Alfaro, E. J., Gonzalez, M., Sampedro, L.,, «Analysis of the kinematic structure of the Cygnus OB1 association,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,** pp. 1-10, 2018.

[29] Landin, N. R., Ventura, P., D'Antona, F., Mendes, L. T. S., Vaz L. P. R.,, **Astronomy & Astrophysics,** no. 456, p. 269, 2006.

[30] V´azquez-Semadeni, E., Zamora-Avil´es, M., Galv´an-Madrid, R., & Forbrich, J.,, «Molecular cloud evolution - VI. Measuring cloud ages,» **Monthly Notices of the**

Royal Astronomical Society, no. 479, pp. 3254-3263, 2018.

[31] Jacques, P. V.,, «A guided map to the spiral arms in the galactic disk of the Milky Way,» **Astronomy & Astrophysics**, 2017.

[32] Dutra, C. M.s.,, «New infrared star clusters in the southern milky way with 2MASS,» **Astronomy&Astrophsics,** no. 400, pp. 533-539, 2003.

[33] Tadross, A.,, «A catalogue of previously unstudied Berkeley clusters,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,** no. 389, pp. 285-291, 2008.

[34] Tadross, A. L.,, «An investigation of 11 previously unstudied open star clusters,» *New Astronomy,* no. 14, pp. 200-205, 2009.

[35] Camargo, D., Bonatto, C. ve Bica, E.,, «Astrophysical parameters of 14 open clusters projected close to the galactic plane,» *Astronomy & Astrophysics,* no. 508, pp. 211-220, 2009.

[36] Reyl´e, C., & Robin, A.C.,, «Search for star clusters close to the Galactic plane with DENIS,» **Astronomy & Astrophysics**, cilt 384, pp. 403-407, 2002.

[37] Ivanov, V. D.,Borissova, J.,Pessev, P., Ivanov, G. R.,and Kurtev R.,, «Discovery of new Milky Way star clusters candidates in the 2MASS point source catalog,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 394, pp. L1-L4, 2002.

[38] Dutra, C.M., Bica, E., Soares, J., & Barbuy, B.,, «New infrared star clusters in the southern Milky Way with 2MASS,» **Astronomy & Astrophysic**s, no. 400, pp. 533-539, 2003.

[39] Bica, E., Dutra, C.M., & Barbuy, B., «A catalogue of infrared star clusters and stellar groups,» **Astronomy & Astrophysics**, cilt 397, no. 1, 2003a.

[40] Drake, A.J.,, «Cluster candidates from the USNO-A2.0 catalogue,» **Astronomy & Astrophysics,** no. 435, pp. 545-550, 2005.

[41] Mercer,E. P., et al.,, «New star clusters discovered in the GLIMPSE survey,» *The* **Astrophysical Journal,** no. 635, 2005.

[42] Kronberger, M., Teutsch, P., Alessi, B., et al.,, **Astronomy & Astrophysics**, no. 384, p. 403, 2006.

[43] Froebrich, D., Scholz, A., & Raftery, C.L.,, «A systematic survey for infrared star clusters with |b| <20° using 2MASS,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,** no. 374, pp. 399-408, 2007.

[44] Froebrich, D., Schmeja, S., Samuel, D., & Lucas, P.W.,, «Old star clusters in the FSR catalogue,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Societ***y,* no. 409, pp. 1281-1288, 2010.

[45] Koposov, S.E., Glushkova, E.V., & Zolotukhin, I.Yu.,, «Automated search for Galactic star clusters in large multiband surveys,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 486, pp. 771 - 777, 2008.

[46] Glushkova, E. V., Koposov, S. E., Zolotukhin, I. Yu., Beletsky, Yu. V., Vlasov, A. D., Leonova, S. I.,, «Automated search for star clusters in large multiband surveys: II. Discovery and investigation of open clusters in the galactic plane,» **Astronomy Letters,** no. 36, pp. 75-85, 2010.

[47] Borissova, J., Bonatto, C., Kurtev, R., Clarke, J. R. A., Peñaloza, F., Sale, S. E.,Minniti, D.,Alonso-García, J., Artigau, E., Barbá, R., Bica, E., Baume, G. L., Catelan, M., Chenè, A. N., Dias, B.,Folkes, S.L., et. al.,, «New Galactic star clusters discovered in the VVV survey,» **Astronomy & Astrophysics,** no. 532, p. A131, 2011.

[48] Solin, O., Ukkonen, E., & Haikala, L.,, «Mining the UKIDSS galactic plane survey: star formation and embedded clusters,» **Astronomy & Astrophysics**, cilt 542, p. A3, 2012.

[49] LebretonMarie-Jo, Y., Montalbán, G., Montalbán, J.,, «How accurate are stellar ages based on stellar models ? I. The impact of stellar models uncertainties,» *EAS*

Publications Series, no. TBA, 2018.

[50] Dias,W. S., Monteiro,H., Lepine, J. R. D., Prates, R. , Gneiding, C. D., and Sacchi,M.,, «Astrometric and photometric study of Dias 4, Dias 6, and other five open clusters using ground-based and Gaia DR2 data,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,** no. 481, pp. 3887-3901, 2018.

[51] Moitinho, A.,, «Observational properties of the open cluster system of the milky way and what they tell us about our galaxy,» **International Astronomical Union**, no. 266, pp. 106-116, 2010.

[52] «The Sloan Digital Sky Survey,» [Çevrimiçi]. Available: **https://skyserver.sdss.org/dr12/en/tools/chart/navi.aspx**. [Erişildi: 2 Mayıs 2019].

[53] James E. Gunn, Walter A. Siegmund, Edward J. Mannery et. al,, «THE 2.5 m Telescope of The Sloan Digital sky survey,» **The Astronomical Journal**, no. 131, pp. 2332-2359, 2006.

[54] Gunn, J. E. et. al.,, «The Sloan Digital Sky Survey Photometric Camera,» **The Atrophysical Journal,** no. 116, pp. 3040-3081, 1998.

[55] Donald, G., York, J., Adelman, J. E., Anderson,, JR., Scott, F. A., et. al.,, «The Sloan Digital Sky Survey: Technical summary,» **The Atrophysical Journal,** no. 120, pp. 1579-1587, 2000.

[56] «The Sloan Digital Sky Survey: Mapping the Universe,» [Çevrimiçi]. Available: **https://www.sdss.org/.** [Erişildi: 2 Mayıs 2019].

[57] Daniel J. Eisenstein, David H. Weinberg, Eric Agol, Hiroaki Aihara, Carlos Allende Prieto et. al., «SDSS-III: Massive spectroscopic surveys of the distant universe,» **The Astronomical Journal**, no. 144, p. 72, 2011.

[58] Michael R. Blanton, Matthew A. Bershady, Bela Abolfathi, et. al., «Sloan Digital Sky Survey IV: mapping the Milky Way, nearby galaxies, and the distant

universe,» **The Astronomical Journal,** no. 154, p. 28, 2017.

[59] Verdoes Kleijn, G.A., Kuijken, K.H.,Valentijn, E.A., Boxhoorn, D.R., Begeman, K.G., Deul, E.D., Helmich, E.M., &Rengelink, R.,, «Monitoring the photometric behavior of OmegaCAM,» **Experimental Astronomy**, no. 35, pp. 103-130, 2012.

[60] Hendy, Y.H.M.,, «Photometric and astrometric study of open cluster FSR 814 (Koposov 36) using SDSS/2MASS/PPMXL/Gaia DR2,» **NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics,** pp. 180-186, 2018.

[61] van Altena, W. F., Lee, J. T., Hoffleit, E. D.,, «The general catalogue of trigonometric [stellar] parallaxes,» **New Haven, CT: Yale University Observatory, |c1995, 4th ed.,** 1995.

[62] Finch, C. T., Zacharias, N.,, «VizieR Online Data Catalog: URAT parallax Cctalog (UPC) (Finch+, 2016),» **VizieR On-line Data Catalog: I/333. Originally published** *in: URAT Parallax Catalog (2016),* 2016.

[63] ESA, «The Hipparcos and TYCHO catalogues. astrometric and photometric star catalogues derived from the ESA Hipparcos Space Astrometry Mission,» 1997.

[64] «European Space Agency,» [Çevrimiçi]. Available: h**ttp://sci.esa.int/gaia**/. [Erişildi: 17 Aralık 2018].

[65] Prusti T.,de Bruijne J. H. J.,Brown A. G. A., et al.,, «The Gaia mission,» **Astronomy & Astrophysic***s*, no. 595, p. A1, 13 Eylül 2016.

[66] Brown A.G.A.,Vallenari A., Prusti T.,de Bruijne J.H.J., Babusiaux C.,Bailer-Jones C.A.L. et. al., «Gaia Data Release 2. summary of the contents and survey properties,» **Astronomy & Astrophysics**, 2018.

[67] «European Space Agency,» 24 Nisan 2007. [Çevrimiçi]. Available: **http://sci.esa.int/gaia/40924-gaia-spacecraf**t/. [Erişildi: 26 Mayıs 2019].

[68] «European Space Agency,» [Çevrimiçi]. Available:

https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/iow_20180316. [Erişildi: 26 Mayıs 2019].

[69] Röser, S., Schilbach, E., Schwan, H., Kharchenko, N. V., Piskunov, A. E., Scholz, R. -D.,, «PPM-Extended (PPMX) - a catalogue of positions and proper motions,» **Astronomy and Astrophysics,** no. 488, pp. 401-408, 2008.

[70] «Sloan Digital Sky Survey,» [Çevrimiçi]. Available: **https://skyserver.sdss.org/dr12/en/tools/crossid/crossid.aspx.** [Erişildi: 25 Mayıs 2018].

[71] Zacharias, N., Finch, C.T., Girard, T.M. et al.,, «Vizier,» 2012. [Çevrimiçi]. Available: **http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR.**

[72] Dias W. S., Monteiro H. , Caetano T. C., Lépine J. R. D. , Assafin M., and Oliveira A. F., «Proper motions of the optically visible open clusters based on the UCAC4 catalog,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 564, p. A79, 2014.

[73] Krone-Martins, A. and Moitinho, A., «UPMASK: unsupervised photometric membership assignment in stellar clusters,» **Astronomy & Astrophysics,** no. 561, p. A57, 2014.

[74] Sariya D. P., Yadav R. K. S., Bellini A. , «Proper motions and membership probabilities of stars in the region of globular cluster NGC6809,» **Astronomy & Astrophysics,** no. 543, p. A87, 2012.

[75] Sanders, W. L.,, «An improved method for computing membership probabilities in open clusters,» **Astronomy & Astrophys,** no. 14, pp. 226-232, 1971.

[76] Yadav R. K. S., Sariya P. Devesh, Sagar R., «Proper motions and membership probabilities of stars in the region of open cluster NGC 3766,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,** no. 430, pp. 3350-3358, 2013.

[77] Deokkeun, A. et. al.,, «Galactıc Globular And Open Clusters in The Sloan Dıgıtal Sky Survey. I. Crowded-Fıeld Photometry And Cluster Fıducıal Sequences In Ugriz,» ***T*he Astrophysical Journal Supplement Seri*es,** no. 179, pp. 326-354,

2008.

[78] Bragaglia, A., Fu, X., Mucciarelli, A., Andreuzzi, G., Donati, P., «The chemical composition of the oldest nearby open cluster Ruprecht 147,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 619, p. A176, 2018.

[79] Frinchaboy P. M. et al.,, «The Open cluster chemical analysis and mapping survey: Local galaktic metallicity gradient with APOGEE using SDSS DR10,» **The Astrophysical Journal Letters**, no. 777, p. L1, 2013.

[80] El-Bendary R., Tadross A. L.,, «Fundamental parameters of some new discovered open star clusters,» %1 içinde **1st Arab Conference on Astronomy and Geophysics,** Egypt, 2008.

[81] Stetson, P. B., Bruntt, H., Grundahl F.,, «Homogeneous photometry. III. A star catalog for the open cluster NGC 6791,» **Publications of the Astronomical Society of the Pacific, n**o. 115, pp. 413-447, 2003.

[82] Kinman, T. D.,, «The star cluster NGC 6791,» **Astrophysical Journal, n**o. 142, p. 655, 1965.

[83] Bensby, T., Feltzing, S., Johnson, J. A., Gould, A., Adén, D., Asplund, M., Meléndez, J., Gal-Yam, A., Lucatello, S., Sana, H., Sumi, T., Miyake, N., Suzuki, D., Han, C., Bond, I., & Udalski, A., «Signatures of an intermediate-age metal-rich bulge population,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 512, p. A41, 2010.

[84] Carraro, G., Villanova S., Demarque, P., McSwain, M. V., Piotto, G., Bedin L.,, «NGC 6791: An exotic open cluster or the nucleus of a tidally disrupted galaxy?,» **The Astrophysical Journal,** no. 643, pp. 1151-1159, 2006.

[85] Vande, P. D., Garnier, T. P, Ferreras, I., Mignani, R. P., Cropper, M.,, «A kinematic study of open clusters: implications for their origin,» **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, n**o. 407, p. 2109–2121, 2010.

[86] Carney, B. W., Lee, J.-W., & Dodson, B.,, «Infrared photometry of NGC 6791,» **The Astronomical Journal, n**o. 129, pp. 656-668, 2005.

[87] Carraro, G., Chiosi, C., Bressan, A., & Bertelli, G., «Five old open clusters: NGC 2682, NGC 2243, Berkeley 39, NGC 188 and NGC 6791,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 103, p. 375, 1994.

[88] Carraro G., Chiosi C., Bressan A., Bertelli G.,, «The Age, extinction, and distance of the old, metal-rich open cluster NGC 6791,» **The Atrophysical Journal**, no. 117, p. 1360, 1999.

[89] Girardi, L., Bertelli, G., Bressan, A., et al.,, «Theoretical isochrones in several photometric systems,» **Astronomy & Astrophysics**, no. 195, p. 391, 2002.

[90] Bonatto, C., Bica E.,, «The wide variety of evolutionary stages among 34 unstudied Teutsch open clusters,» **A&A,** no. 521, p. A74, 2010.

[91] Bukowiecki Ł., Maciejewski, G., Konorski, P., Strobel, A., «Open Clusters in 2MASS Photometry. I. Structural and Basic Astrophysical Parameters,» *Acta Astronomica*, no. 61, pp. 231-246, 2011.

[92] Yi, S., Kim, Y.-C., & Demarque P.,, «The Y2 stellar evolutionary tracks,» **The Astrophysical Journal Supplement Series,** no. 144, pp. 259-261, 2003.

[93] Bertelli G., Bressan A., Chiosi C., Fagotto F., Nasi E.,, «Theoretical isochrones from models with new radiative opacities,» **Astronomy and Astrophysics Suppl**, no. 106, pp. 275-302, 1994.

[94] Girardi L., Bressan A., Chiosi C.,, «Stellar Evolution: what should be done.,» %1 içinde *3***2nd Liège International Astrophysical Colloquium,** Lie`ge, 1996.

[95] Carraro G., Girardi L. and Chiosi C., **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society ,** cilt 309, pp. 430-442, 1999.

[96] Girardi, L., Bressan, A., Bertelli, G., & Chiosi, C.,, «Evolutionary tracks and

isochrones for low- and intermediate-mass stars: From 0.15 to 7 Msun, and from Z=0.0004 to 0.03,» **Astronomy and Astrophysics Supplement, c**ilt 141, pp. 371-383, 2000.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Seda ACAR
Uyruğu: Türkiye (TC)
Doğum Tarihi ve Yeri: 2 Kasım 1993, ORDU
Medeni Durumu: Bekâr
e-mail: acarseda.1240@gmail.com
Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Talas/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimler Enstitüsü	2019
Lisans	EÜ Fen F. AUBB	2015
Lise	Anadolu ML. Otomasyon, Ordu	2011

YABANCI DİL

İngilizce

KATILDIĞI TOPLANTILAR

1. 20. Ulusal Astronomi Kongresi, 5-9 Eylül 2016, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
2. 21. Ulusal Astronomi Kongresi, 3-7 Eylül 2018, Erciyes Üniversitesi, Kayseri