T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Yüksek Lisans Tezi**

# GÜNEŞ CİVARINDAKİ AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİK ANALİZİ

**Seval TAŞDEMİR**

**Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı**

**Astronomi ve Uzay Bilimleri Programı**

**DANIŞMAN**
**Prof. Dr. Selçuk BİLİR**

**Temmuz, 2024**

**İSTANBUL**

Bu çalışma, Tarih girmek için burayı tıklatın. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Astronomi ve Uzay Bilimleri Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi**

Prof. Dr. Selçuk BİLİR(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Prof. Dr. Faruk SOYDUGAN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Fakültesi

Prof. Dr. Tansel AK
İstanbul Üniversite
Fen Fakültesi

**İntihal Programı Beyanı**

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

**Proje Destekleri**

Bu tez, 122F109 numaralı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumunun (TÜBİTAK) projesi ile desteklenmiştir.

**Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri**

# ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimleriyle adım adım çıktığım bu yolculukta benim için adeta bir kutup yıldızı olan, bilgi, tecrübe ve öncül kişiliğiyle her zaman örnek aldığım Sevgili danışmanım Prof. Dr. Selçuk BİLİR'e

Maddi ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olduğunu hissettiren ve açık kümelere dair tüm bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Talar YONTAN'a,

Yolculuklar dostlarla güzeldir ve bu yolculuğu benim için keyifli ve anlamlı kılan GALAKTİK YAPI Çalışma Grubu ailesine,

Yüksek lisans çalışmamda beni destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK 122F109),

Yılların eskitemediği dostluğuyla bu süreçte beni daima destekleyen sevgili dostum Ceyda ŞİŞMAN'a,

Gerek bu süreçte gerek samimi dostluğuyla daima varlığıyla bana güç veren sevgili dostum ve çalışma arkadaşım Deniz Cennet DURSUN'a,

Ve en önemlisi beni bu günlere getiren, yetiştiren Sevgili Annem ve Babama, bilim yolculuğunda bana kılavuz kaptan olan Sevgili ablam Şevval TAŞDEMİR'e ve motivasyon kaynağım olan kardeşim Sema TAŞDEMİR'e,

Tüm samimiyetimle teşekkür ederim.

Temmuz 2024 Seval TAŞDEMİR

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa No**

**ÖNSÖZ** ..... **iv**
**İÇİNDEKİLER** ..... **v**
**ŞEKİL LİSTESİ** ..... **vii**
**TABLO LİSTESİ** ..... **xiii**
**SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ** ..... **xiv**
**ÖZET** ..... **xix**
**SUMMARY** ..... **xxi**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**2. GENEL KISIMLAR** ..... **6**
2.1 *GAIA* UYDUSU ..... 8
2.1.1 *Gaia* Uydusunun Yapısı ..... 10
2.1.2 *Gaia* Uydusunun Bilimsel Görevi ..... 17
2.1.3 Gaia Veri Sürümleri ..... 19
2.2 AÇIK KÜMELER ..... 22
2.2.1 Açık Küme Katalogları ..... 24
2.2.2 Açık Kümelerin Uzay Dağılımları ..... 27
2.2.3 Açık Kümelerin Yıldız ve Galaksi Astrofiziğindeki Önemi ..... 35
2.3 *GAIA* ÇAĞINDA AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİĞİ ..... 38
**3. MALZEME VE YÖNTEM** ..... **43**
3.1 GAIA DR3 VERİ TABANI ..... 43
3.2 AÇIK KÜMELERİN YAPISAL PARAMETRELERİ ..... 47
3.3 AÇIK KÜME YILDIZLARININ TESPİTİ ..... 48
3.4 AÇIK KÜMELERİN ASTROMETRİK PARAMETRELERİNİN TAYİNİ ..... 50
3.5 AÇIK KÜMELERİN ASTROFİZİK PARAMETRELERİNİN TAYİNİ ..... 51
3.6 KİNEMATİK ANALİZLER ..... 54
3.6.1 Uzay Hız Bileşenlerinin Hesabı ..... 54
3.6.2 Oort Sabitlerinin Hesaplanması ..... 57
3.6.3 Güneş'in Uzay Hızı ve Yönelim Noktası ..... 62
3.6.4 Açık Kümelerin Kinematik Popülasyon Türlerinin Belirlenmesi ..... 63
3.7 AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİK YAŞ HESABI ..... 64
3.8 AÇIK KÜME ANALİZLERİNDE GELİŞTİRİLEN PROGRAMLAR ..... 65
**4. BULGULAR** ..... **69**

4.1. AÇIK KÜME DOĞRULTUSUNDAKİ YILDIZ VERİLERİNİN ANALİZLERİ.....69
4.2. AÇIK KÜMELERİN RADYAL YOĞUNLUK PROFİLLERİ .....72
4.3. AÇIK KÜMELERE ÜYE YILDIZLARIN SEÇİMİ.....73
4.4. AÇIK KÜMELERİN ASTROMETRİK PARAMETRELERİ.....74
4.5 AÇIK KÜMELERİN TEMEL ASTROFİZİK PARAMETRELERİNİN TAYİNİ.....77
4.6 AÇIK KÜMELERİN UZAY HIZLARININ TAYİNİ .....79
4.7. AÇIK KÜMELERE GENEL BİR BAKIŞ .....79
4.7.1. Astrometrik Parametreler .....79
4.7.2. Astrofizik Parametreler .....83
4.7.3. İncelenen Açık Kümelerin Uzay Dağılımları.....88
4.8. AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİĞİ .....92
4.8.1 Oort Sabitleri .....93
4.8.2 Yerel Durağanlık Standardı (LSR).....96
4.8.3 Hız-hız Diyagramları.....101
4.8.4 Hız Dispersiyonları.....102
4.8.5 Popülasyon Ayrımı.....107
**5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....109**
5.1 AÇIK KÜME VERİLERİNİN LİTERATÜR İLE KARŞILAŞTIRILMASI.....113
5.1.1 Astrometrik Verilerin Karşılaştırılması.....113
5.1.2 Astrofizik Verilerinin Karşılaştırılması.....115
5.1.3 Radyal Hızların Karşılaştırılması .....118
5.2 KİNEMATİK BULGULARIN LİTERATÜR İLE KARŞILAŞTIRMASI.....120
5.2.1 Oort Sabitleri .....120
5.2.2 LSR Değerleri.....122
5.2.3 Hız Dispersiyonları ve Kinematik Yaş.....126
5.3 KİNEMATİK ANALİZLERİN GELECEĞİ.....128
**KAYNAKLAR.....129**
**EKLER.....147**
**ÖZGEÇMİŞ.....179**

# ŞEKİL LİSTESİ

**Sayfa No**

**Şekil 1.1:** "Ülker" olarak bilinen Pleiades açık kümesi. .....2

**Şekil 1.2:** Charles Messier'in kataloglamış olduğu 110 Messier gök cismi. .....4

**Şekil 1.3**: Geçmişten günümüze gökyüzü gözlemlerinin evrimi. .....4

**Şekil 2.1:** Samanyolu'nun dıştan görünüşünün temsili bir resmi. .....7

**Şekil 2.2:** *Gaia* uydusunun temsili görünümü.....9

**Şekil 2.3:** *Gaia* uydusunun konumu.....10

**Şekil 2.4:** Uydunun farklı iki açıdan şematik görünümü (Gaia işbirliği, 2016a).....11

**Şekil 2.5:** *Gaia* uydusundaki CCD mozaiğinin yerleşim düzeni. .....13

**Şekil 2.6:** Güneş'e yakın bir yıldızın zemin yıldızlarına göre farklı tarihlerde yapılan ölçümleriyle hesaplanan trigonometrik paralaks açısı. .....14

**Şekil 2.7:** HIP 58558 yıldızının $8450 < \lambda$ (Å) $< 8775$ aralığındaki tayfında görülen Ca II tripleti ve diğer ağır elementler (Katz ve diğ., 2019).....15

**Şekil 2.8:** *Gaia* DR3 veri tabanında kullanılan $G$ (yeşil), $G_{BP}$ (mavi) ve $G_{RP}$ (kırmızı) bantlarının duyarlılık fonksiyonları. Gri renkli eğriler uydu için tasarlanan teorik geçirgenlik fonksiyonlarını göstermektedir (Jordi ve diğ., 2010). .....16

**Şekil 2.9:** *Gaia* uydusuyla gerçekleştirilen bilimsel görevler. .....17

**Şekil 2.10:** *Gaia* DR2 veri tabanında radyal hız ölçümleri gerçekleştirilmiş yaklaşık 7.2 milyon yıldızın Galaktik koordinat sistemindeki dağılımları. Galaksi merkezi şeklin merkezinde yer almakta ve Galaktik boylamlar sol tarafa doğru büyümektedir. Şekil üzerindeki bir piksel 0.2 derece kareye karşılık gelmektedir (Katz ve diğ., 2019). .....21

**Şekil 2.11:** ESO'nun Şili'deki La Silla Gözlemevi'ndeki 2.2 m'lik teleskobuyla alınmış Messier 7 açık kümesinin bir görüntüsü.....22

**Şekil 2.12:** Çubuklu spiral bir Galaksi olan Samanyolu'nun temsili bir görüntüsü. Görüntünün merkezinde Galaksi merkezi ve bu merkeze 8 kpc uzaklıkta Güneş'in konumu gösterilmiştir **(**NASA/JPL-Caltech/R.Hurt(SSC/Caltech). .....28

**Şekil 2.13:** Dias ve Lépine'den (2005) seçilen açık kümelerin Galaktik düzlemdeki ($X$ - $Y$) konumları. Soldan sağa doğru, sırasıyla, $t \leq 12$ Myıl, $12 \leq t$ (Myıl) $\leq 20$ ve $t \geq 30$ Myıl olmak üzere gösterilmektedir. Düz çizgi spiral kolların günümüzdeki konumunu temsil etmektedir. En sağda kalan panel 30 Myıl'dan daha yaşlı kümelerin pozisyonunu göstermektedir. Güneş tüm panellerde (0, 7.5) koordinatlarında yer almaktadır. .....29

**Şekil 2.14:** Monteiro ve diğ.'nin (2021) inceledikleri 1,750 açık kümenin, yaşın bir fonksiyonu olarak, Galaktik düzlem üzerindeki konumları (a) ve küme yaşı 50 Myıl'dan küçük 566 açık kümenin bilinen spiral kollar üzerindeki pozisyonları (b). Paneldeki kırmızı artı sembolü Güneş'in Samanyolu içindeki konumunu göstermektedir. .....31

**Şekil 2.15:** Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) çalışmasındaki açık kümelerin Galaktik düzlem üzerindeki dağılımları. Farklı yaşlardaki açık kümeler şeklin sağ tarafında gösterilen renk ölçeğine göre ifade edilmiştir. Şeklin üst panelinde gri alanlar ile gösterilen bölgeler spiral kolları göstermektedir (Reid ve diğ., 2014). Şeklin altında yer alan üç panel çalışmada kullanılan yaş aralıklarındaki açık kümeleri temsil etmektedir. Şekildeki tüm panellerde Güneş (0, 0) koordinatlarında bulunmakta olup Galaksi merkezi yatay eksenlerin sağ tarafında yer almaktadır. .....33

**Şekil 2.16:** Genç, orta ve yaşlı olmak üzere üç farklı yaş grubundaki yaklaşık 2,000 açık kümenin Galaksi merkezine olan uzaklıklarına ($R_{gc}$) ait histogramlar (üst panel). İncelenen açık kümelerin Galaktik düzlemden uzaklıklarının ($Z$) yaşa göre gösterimi (alt panel). Şeklin sağ tarafında yer alan renk ölçeği yıldızların yaşlarını göstermektedir. Çalışmada Güneş'in, Galaksi merkezinden 8.34 kpc uzaklıkta yer aldığı belirtilmiştir (gri kesikli çizgi). .....34

**Şekil 2.17:** Hao ve diğ.'nin (2022) çalışmalarında seçtiği açık kümelerin Galaktik düzlem üzerindeki pozisyonları gösterilmiştir. Mavi renkle gösterilen daireler yaşı $t$ = 20 Myıl'dan genç olan açık kümeleri temsil etmektedir (a). Kırmızı yıldız Galaksi merkezini, kırmızı daire ise Güneş'in konumunu ifade etmektedir. Yaşları $20 < t$ (Myıl) $\leq 200$ (b), $200 < t$ (Myıl) $\leq 1000$ (c) ve $1000 < t$ Myıl (d) aralığında bulunan açık kümeleri temsil etmektedir. .....34

**Şekil 2.18:** Tarricq ve diğ.'nin (2021) incelediği 1,382 açık kümenin Galaktik yörünge hareketleri boyunca Galaktik düzlemden ayrılabilecekleri en büyük uzaklıklar (üst panel) ve yörünge basıklıklarının (alt panel) küme yaşının bir fonksiyonu olarak gösterimi. Panellerdeki turuncu ve mavi çizgiler, sırasıyla, tüm ve yüksek kaliteli açık küme örneklerinin hareketli ortalamalarını temsil etmektedir. .....42

**Şekil 3.1:** *Gaia* DR1, DR2 ve DR3 veri tabanındaki nesnelerin trigonometrik paralaks (üst panel) ve öz hareket bileşenlerinin (sağ açıklık, orta panel; dik açıklık, alt panel) ölçümlerindeki hassasiyetlerin $G$ görünen parlaklığının bir fonksiyonu olarak gösterimi (Gaia işbirliği, 2023). Gelecek iki veri sürümüne ait beklenen hassasiyetler ayrıca gösterilmiştir. .....46

**Şekil 3.2:** Bir yıldızın Samanyolu'ndaki konumu ve uzay hız bileşenlerinin temsili gösterimi. .....55

**Şekil 3.3:** Diferansiyel dönen Galaksi diskinin geometrik gösterimi. .....58

**Şekil 3.4:** Tez çalışmasında incelenen açık kümelerin yapısal ve astrofizik parametrelerinin tayininde kullanılan *istopenpy* analiz paketlerinin algoritması. .....66

**Şekil 4.1:** Trumpler 2 açık kümesinin ekvatoral koordinat sisteminde 50′×50′ yay dakikası boyutlarındaki alan görüntüsü. Şeklin üst kısmı kuzey, sol kısmı da doğu yönünü göstermektedir. ....70

**Şekil 4.2:** Trumpler 2 açık kümesinin *G* bandı için oluşturulan parlaklık histogramı. Kırmızı kesikli çizgi sönük tamlık sınırını göstermektedir. ....71

**Şekil 4.3**: Trumpler 2 açık kümesi için elde edilen yıldız sayı yoğunluk profili ve bu profile fit edilen King (1962) modeli. Siyah eğri King (1962) model fitini, gri yatay band zemin yoğunluğunu, pembe band ise model fitinin ±1σ güvenilirlik sınırını göstermektedir. ....73

**Şekil 4.4:** Trumpler 2 açık kümesi doğrultusundaki yıldızların *Gaia* DR3 kataloğundan alınan astrometrik verilerinin öz hareket uzayındaki konumları. Renk ölçekleri yüksek olasılıklı küme yıldızlarını ($P \geq 0.5$), gri daireler ise üyelik olasılıkları $P < 0.5$ olarak hesaplanan alan yıldızlarını ifade etmektedir. Kesikli mavi çizgiler kümenin medyan öz hareket bileşenlerini temsil eder. Sağ paneldeki siyah artı işareti açık kümenin merkezi ekvatoral koordinatlarını göstermektedir. ....75

**Şekil 4.5:** Trumler 2 açık kümesinin yüksek olasılıklı üye yıldızlarının trigonometrik paralakslarının histogramı. Kırmızı kesikli çizgi dağılıma uygulanan Gauss fitini göstermektedir. ....76

**Şekil 4.6:** Trumpler 2 açık kümesinin $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk-parlaklık diyagramı. Farklı renkler ile gösterilen daireler küme üyesi yıldızların olasılık değerlerini, mavi ve yeşil eş-yaş eğrileri, sırasıyla, kümenin yaşını ve yaştaki belirsizlikleri göstermektedir. Gri renkli daireler kümeye üyelik olasılığı $P < 0.5$'den az olan alan yıldızlarını temsil eder. ....78

**Şekil 4.7:** 422 açık kümenin (a) ekvatoral ($\alpha$, $\delta$) ve (b) Galaktik ($l$, $b$) koordinat sistemlerindeki konumları. Kırmızı eğri Galaktik düzlemi ve yeşil yıldız sembolü Galaksi merkezini temsil etmektedir. ....80

**Şekil 4.8:** 422 açık kümenin VPD üzerindeki konumları (a) ve ekvatoral koordinat sisteminde öz hareket ve uzaklığın bir fonksiyonu olarak gösterimi (b). Kırmızı çarpı sembolü Galaksi merkezini temsil etmektedir. ....81

**Şekil 4.9:** 422 açık kümenin hesaplanan ortalama trigonometrik paralaks histogramı (a) ve rölatif paralaks hatalarının histogramı (b). ....82

**Şekil 4.10:** Tez çalışmasında incelenen açık kümelerin metal bolluğu histogramları: (a) tayfsal yöntemler ile metal bolluğu hesaplanan 196 açık küme, (b) anakol-çakıştırma yöntemiyle metal bolluğu tayin edilen 226 açık küme ve (c) metal bolluğu tayin edilmiş toplam 422 açık kümenin demir bolluğu histogramı. Panellerde gösterilen kesikli çizgiler örneklerin medyan metal bolluklarını göstermektedir. ....84

**Şekil 4.11:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin renk artığı histogramı (alt panel) ve birikimli dağılımı (üst panel). ....86

**Şekil 4.12:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin uzaklık histogramı (alt panel) ve birikimli dağılımı (üst panel). ..... 87

**Şekil 4.13:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin yaş histogramı (alt panel) ve birikimli dağılımı (üst panel). ..... 88

**Şekil 4.14:** Güneş'in Galaktik düzlemden dik uzaklığının hesaplanmasında kullanılan açık kümelerin kümülatif toplamı. Kırmızı çizgi Güneş'in Galaktik düzlemden kuzey Galaktik kutup doğrultusundaki dik uzaklığını göstermektedir. ..... 89

**Şekil 4.15:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin *XYZ* kartezyen koordinat sistemindeki dağılımları. Açık kümelerin uzay dağılımları (a) ve (b) panellerinde renk artıklarının, (c) ve (d) panellerinde ise uzaklıklarının bir fonksiyonu olarak oluşturulmuştur. ..... 90

**Şekil 4.16:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin *XYZ* kartezyen koordinat sistemindeki dağılımları. Açık kümelerin uzay dağılımları (a) ve (b) panellerinde demir bolluklarının, (c) ve (d) panellerinde ise yaşlarının bir fonksiyonu olarak oluşturulmuştur. ..... 91

**Şekil 4.17:** Farklı yaş gruplarına ayrılmış açık kümelerin $V \times R$ düzlemi üzerindeki konumları. Mavi daireler ağırlıklandırılmış veriyi, gri daireler açık kümeleri ve kırmızı çizgi de ağırlıklandırılmış veriye yapılan doğrusal fiti göstermektedir. Panellerdeki yaş gruplarına ait bilgiler her panelin sol üst köşesinde verilmiştir. ..... 94

**Şekil 4.18:** Tez çalışmasındaki 375 açık kümenin $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerine uygulanan hız düzeltmelerinin Galaktik boylama göre gösterimi. Kırmızı ve mavi noktalar bu çalışmada $d$ = 1 kpc için hesaplanan en büyük hız düzeltmelerini belirtmektedir. ..... 95

**Şekil 4.19:** Tez çalışmasında incelenen 375 açık kümenin diferansiyel dönme düzeltmesi yapılmış $U$, $V$ ve $W$ uzay hız bileşenlerine ait histogramlar ve bu histogramlara fit edilen kırmızı renkli Gauss eğrileri. ..... 97

**Şekil 4.20:** Üç farklı yaş grubunda bulunan açık kümelerin diferansiyel dönme düzeltmesi yapılmış $U$, $V$ ve $W$ uzay hız bileşenlerine ait histogramlar ve bu histogramlara fit edilen kırmızı renkli Gauss eğrileri. ..... 98

**Şekil 4.21:** $S^2$'ye karşılık gelen uzay hız bileşenlerinin hız-hız diyagramları. Mavi çizgi hız verilerine yapılan doğrusal fiti göstermektedir. ..... 100

**Şekil 4.22:** Tez kapsamındaki 375 açık kümenin (a-b) uzaklık, (c-d) metal bolluğu ve (e-f) yaş parametrelerine göre değişimlerinin $U_{LSR} \times V_{LSR}$ ve $W_{LSR} \times V_{LSR}$ hız-hız diyagramları üzerindeki konumları. ..... 102

**Şekil 4.23:** Tez kapsamındaki 375 açık kümenin uzay hız dispersiyonlarının yaş ve Galaktik boylam ile değişimleri. ..... 104

**Şekil 4.24:** Tez kapsamındaki 375 açık kümenin hız dispersiyonlarının yaşın bir fonksiyonu olarak değişimi. ..... 105

**Şekil 4.25:** Beş yaş grubundaki açık kümelerin toplam uzay hız dispersiyonları ile yaşları arasındaki ilişki. Siyah çizgi verilere yapılan üstel fiti ve kesikli mavi çizgiler de 2σ içindeki güvenilirlik sınırlarını göstermektedir. ..... 106

**Şekil 4.26:** Tez çalışmasında incelenen 375 açık kümenin *TD/D* × [Fe/H] düzlemindeki konumları. Taralı bölge ince disk popülasyonunu, beyaz bölge de kalın disk popülasyonunu göstermektedir. ..... 108

**Şekil 5.1:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin astrometrik parametrelerinin Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) *Gaia* DR2 verilerinden tayin ettikleri bulgular ile karşılaştırması: (a) ve (b) panellerinde ortalama öz hareket bileşenleri, (c) panelinde kümelere ait ortalama trigonometrik paralaks verileri, (d) panelinde ise ortalama trigonometrik paralakslarından hesaplanan uzaklıklar yer almaktadır. Hata barları yeşil çizgilerle gösterilmiştir. ..... 114

**Şekil 5.2**: Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin astrofizik parametrelerinin Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) *Gaia* DR2 verilerinden tayin ettikleri parametreler ile karşılaştırması: (a) panelinde ortalama renk artıkları (b) panelinde eş-yaş eğrilerinden elde edilen ortalama uzaklıklar, (c) panelinde açık kümelerin ortalama yaşları karşılaştırılmıştır. Çapraz siyah çizgiler eşit değerleri (birebir çizgisi) temsil eder. ..... 116

**Şekil 5.3**: İki çalışmada açık kümelerde radyal hız ölçümü yapılmış yıldız sayılarının küme sırasına göre birikimli dağılımları. Mavi çizgi tez çalışmasını, kırmızı çizgi ise Tarricq ve diğ.'nin (2021) çalışmasındaki yıldız sayısını temsil etmektedir. ..... 119

**Şekil 5.4:** Tez çalışmasında ve Tarricq ve diğ.'nin (2021) kataloğunda eşleşen 348 açık kümenin radyal hız karşılaştırması (üst panel) ve radyal hız farkları (alt panel). Kesikli mavi çizgiler standart sapmayı göstermektedir. Mavi dairelerin boyutları radyal hız ölçümlerinde kullanılmış yıldız sayılarına göre oluşturulmuştur. ..... 119

**Şekil 5.5:** Literatürde farklı gök cisimleri kullanılarak hesaplanan *A* ve *B* Oort sabitlerinin yıllara göre değişimi. Mavi ve kırmızı daireler, sırasıyla, *A* ve *B* katsayılarını, yeşil artı sembolü de tez çalışmasında elde edilen sonuçları göstermektedir. Paneldeki kesikli çizgiler literatürdeki *A* ve *B* sabitlerine yapılan doğrusal fitleri temsil eder. ..... 122

**Şekil 5.6:** Güneş'in gökyüzündeki yönelim noktası Herkül takımyıldızı doğrultusundaki kırmızı çarpı sembolüyle gösterilmiştir. ..... 124

**Şekil 5.7:** Literatürde ve tez çalışmasında verilen LSR uzay hız bileşenleri kullanılarak hesaplanan Güneş'in Galaktik koordinat sistemindeki yönelim doğrultuları. Yeşil daireler ve kırmızı yıldız sembolü, sırasıyla, Tablo 5.2'de verilen LSR değerlerinden ve tez çalışmasındaki açık kümelerden hesaplanmış Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultularını göstermektedir (a). Literatür ve tez çalışmasındaki medyan değerler ile Vega yıldızı ve Jaschek ve Valbousquet'nin (1992) önerdiği Güneş'in yönelim doğrultuları (b). ..... 125

**Şekil 5.8:** Tez çalışmasında elde edilen toplam uzay hız dispersiyonlarıyla küme yaşları arasındaki ilişki (a). Kırmızı daire ve yeşil üçgen sembolleri, sırasıyla, bu çalışma

ile Cox'un (2000**)** kinematik bağıntısından hesaplanan verileri göstermektedir. Siyah eğri verilere uydurulan üstel ifadeyi temsil etmektedir. İki kinematik yaş bağıntısından hesaplanan yaş farkları alt panelde gösterilmiştir (b). .....128

# TABLO LİSTESİ

**Sayfa No**

**Tablo 2.1**: Soubiran ve diğ.'nin (2018) kataloğunda yaşları iyi bilinen açık kümlerin silindirik koordinat sisteminde Galaksi merkezine indirgenmiş uzay hızları ve dispersiyonları. .....41

**Tablo 3.1:** *Gaia* DR3 veri tabanındaki kaynakların istatistiği. .....45

**Tablo 3.2:** İnce disk, kalın disk ve halo popülasyonlarının ait yıldızların Güneş civarındaki oranları ($X$), hız dispersiyonları ($\sigma_U$, $\sigma_V$, $\sigma_W$) ve $V_{asym}$ asimetrik sürüklenme hızıdır (Bensby ve diğ., 2005). .....63

**Tablo 4.1:** Trumpler 2 doğrultusunda tespit edilen 118,599 yıldızın $G$ görünen parlaklığının bir fonksiyonu olarak hesaplanan fotometrik belirsizlikleri. $N$, $G$ parlaklık aralığına düşen yıldız sayılarını, $\sigma_G$, $\sigma_{GBP-GRP}$, sırasıyla, $G$ ve $G_{BP}$-$G_{RP}$ parlaklık ve renk indekslerindeki ortalama belirsizlikleri ifade etmektedir. .....71

**Tablo 4.2:** Farklı yaş gruplarındaki açık küme verilerinden hesaplanan $A$ ve $B$ Oort sabitleri. Burada $N$ küme sayısı, $X$, $Y$, $Z$ açık kümelerin Güneş merkezli kartezyen koordinat sistemindeki medyan uzaklıkları, $dV/dR$ hız gradyenti, $A$ ve $B$ Oort sabitleridir. .....94

**Tablo 4.3:** Farklı yaş gruplarındaki açık kümeler ile tüm açık kümeler için tayin edilmiş LSR değerleri ve korelasyon katsayıları. .....98

**Tablo 4.4:** Farklı yaş gruplarındaki açık kümeler ile tüm açık kümeler için tayin edilmiş LSR değerleri ve korelasyon katsayıları. Tablodaki $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerinin alt indisinde yer alan "1" sayısı diferansiyel dönme düzeltmesi yapılmış hızları göstermektedir. .....99

**Tablo 4.5:** Farklı kriterler altında sınıflanan açık kümelerden hesaplanan Güneş'in uzay hız bileşenleri, Güneş'in toplam uzay hızı ve Güneş'in yönelim doğrultusu. .....101

**Tablo 4.6:** Uzay hız yanlılıklarından arındırılmış 375 açık kümenin uzay hız bileşenleri ve hatalarına ait aralıklar ile medyan hız hataları. .....101

**Tablo 4.7:** Sekiz Galaktik boylam aralığındaki açık kümelerin uzay hız dispersiyonları ve medyan yaşları. .....103

**Tablo 4.8:** Beş yaş grubundaki açık kümelerin medyan yaşları ve uzay hız dispersiyonları. .....105

**Tablo 5.1**: Literatürde farklı gök cisimleri kullanarak hesaplanan $A$ ve $B$ Oort sabitleri. .....121

**Tablo 5.2**: Farklı gök cisimleri kullanarak hesaplanan LSR değerleri. .....123

# SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

**Simgeler** **Açıklama**

**Å** : Angström

***A, B*** : Oort sabitleri (km/sn/kpc)

**AF** : Astrometrik alan

$A_V$ : *V* bandındaki sönümleme miktarı (kadir)

$A_G$ : *G* bandındaki sönümleme miktarı (kadir)

***b*** : Galaktik enlem (derece)

$b_A$ : Güneş doğrultusunun Galaktik enlemi (derece)

***B-V*** : *B-V* renk indeksi (kadir)

**Ca II** : İyonize kalsiyum elementi

***d*** : Güneş'e uzaklık (pc)

***D*** : İnce Disk

***E(B-V)*** : *B-V*'nin renk artığı (kadir)

$E(G_{BP}-G_{RP})$ : $G_B$-$G_R$ renk indeksindeki renk artığı (kadir)

$f_0$ : Merkezi yıldız yoğunluğu

$f_{bg}$ : Zemin yıldız yoğunluğu

**[Fe/H]** : Demir bolluğu (dex)

***G*** : *Gaia G* fotometrik bandı (kadir)

$G_{BP}$ : *Gaia* $G_{BP}$ fotometrik bandı (kadir)

$G_{RP}$ : *Gaia* $G_{RP}$ fotometrik bandı (kadir)

$G_{BP}$-$G_{RP}$ : *Gaia* $G_B$-$G_R$ renk indeksi (kadir)

***H*** : Halo

***l*** : Galaktik boylam (derece)

$l_A$ : Güneş doğrultusunun Galaktik boylamı (derece)

**L2** : Lagrange 2 noktası

**log *g*** **:** Yüzey çekim ivmesi (cgs)

$M_{\odot}$ **:** Güneş kütlesi (kg)

**[M/H]** **:** Ağır element bolluğu

$M_V$ **:** Mutlak parlaklık (kadir)

***R*** **:** Tayfsal çözünürlük

***P*** **:** Bir yıldızın kümeye üyelik olasılığı (%)

***r*** **:** Küme merkezinden uzaklık (dakika)

$r_c$ **:** Kümenin etkin yarıçapı (dakika)

$R_0$ **:** Güneş'in Galaksi merkezine uzaklığı (kpc)

***t*** **:** Yaş (yıl)

$S_{top}$ **:** Toplam uzay hızı (km/sn)

***TD*** **:** Kalın disk

$T_{eff}$ **:** Etkin sıcaklık (K)

$T_P$ **:** Yörünge periyodu (Myıl)

**(*U, V, W*)** **:** Uzay hızı bileşenleri (km/sn)

$(U, V, W)_{\odot}$ **:** Güneş'in uzay hız bileşenleri (km/sn)

***V*** **:** Görünen parlaklık (kadir)

$V_r$ **:** Radyal hız (km/sn)

$V_t$ **:** Teğet hız (km/sn)

$V_{asym}$ **:** Asimetrik sürüklenme hızı (km/sn)

$(X, Y, Z)_{\odot}$ **:** Güneş merkezli Kartezyen koordinat sistemi (pc)

***Z*** **:** Ağır element bolluğu

$Z_{\odot}$ **:** Güneş'in Galaktik düzlemden yüksekliği (pc)

$z_{max}$ **:** Galaktik düzlemden dik uzaklık (pc)

$\alpha_{2000}$ **:** Sağ açıklık (derece)

$\chi$ **:** Ki-kare değeri

$\delta_{2000}$ : Dik açıklık (derece)

$\gamma_V$ : Difüzyon sabiti

$\lambda$ : Dalgaboyu (Å)

$\Delta\lambda$ : Bant genişliği (Å)

$\mu$ : Uzaklık modülü (kadir)

$\mu_\alpha \cos\delta$ : Sağ açıklıktaki öz hareket bileşeni (mas/yıl)

$\mu_\delta$ : Dik açıklıktaki öz hareket bileşeni (mas/yıl)

$v_0$ : Başlangıç hızı (km/sn)

**VPD** : Vektör Nokta Diyagramı (Vector Point Diagram)

$\rho$ : Yıldız yoğunluğu

$\sigma_c$ : Küme üyesi yıldızların gerçek öz hareket dispersiyonu (km/sn)

$(\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W)$ : Uzay hız bileşenlerine ait hız dispersiyonları (km/sn)

$\sigma_{Top}$ : Toplam uzay hız bileşenlerine ait dispersiyon (km/sn)

$\tau$ : Kinematik yaş (Gyıl)

$\varpi$ :Trigonometrik paralaks (mas)

| Kısaltmalar | Açıklama |
|---|---|
| **ASTRO** | **:** Astrometrik Araç |
| **CCD** | **:** Charge Coupled Device |
| **COBE** | **:** Cosmic Background Explorer |
| **COCD** | **:** Catalog of Open Cluster Data (Açık Küme Veri Kataloğu) |
| **CMD** | **:** Colour Magnitude Diagram (Renk-parlaklık diyagramı) |
| **DAML02** | **:** Dias ve ekibinin 2002 yılında oluşturdukları açık küme kataloğu |
| **DIONYSOS** | **:** Disc Optical Near-Infrared Stellar Object Spectroscopy |
| **ESA** | **:** Europen Space Agency |
| **ESO** | **:** Europen Southern Observation |
| **Gaia** | **:** Global Astrometric Interferometer for Astrophysics |
| **Gyıl** | **:** Milyar yıl |
| **HR** | **:** Hertzsprung-Russell |
| **km** | **:** Kilometre |
| **kpc** | **:** Kiloparsek |
| **mas** | **:** Mili yay saniyesi |
| **Myıl** | **:** Milyon yıl |
| **MWSC** | **:** Milkyway star clusters (Samanyolu açık kümeleri) |
| **NGC** | **:** New General Catalogue (Yeni Genel Katalog) |
| **PARSEC** | **:** Padova And Trieste Stellar Evolution Code |
| **pc** | **:** Parsek |
| **PPMXL** | **:** Position and Proper Motion Extended-L |
| **Python** | **:** Python Programlama Dili |
| **RAVE** | **:** Radial Velocity Experiment **(**Radyal Hız Deneyi) |
| **RVS** | **:** Radial Velocity Spectrum (Radyal Hız Tayfçekeri) |
| **SDSS** | **:** Sloan Digital Sky Survey (Sloan Sayısal Gökyüzü Taraması) |

**SIMBAD** **:** Set of Identifications, Measurements and Bibliography for Astronomical Data

**sn** **:** Saniye

**S/N** **:** Sinyal/Gürültü

**UCAC** **:** USNO CCD Astrograph Catalogue

**UPMASK** **:** Yıldız Kümelerinde Denetimsiz Fotometrik Üyelik Ataması (Unsupervised Photometric Membership Assignment in Stellar Clusters)

**VLT** **:** Very Large Telescope (Çok Büyük Teleskop)

**WEBDA** **:** Web Database for Galactic Open Cluster (Açık Kümeler için Ağ Veri Tabanı)

**ZAMS** **:** Zero Age Main Sequence (Sıfır Yaş Anakolu)

**2MASS** **:** Two Micron All-Sky Survey (İki Mikron Gökyüzü Taraması)

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Seval TAŞDEMİR**

**GÜNEŞ CİVARINDAKİ AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİK ANALİZI**

**İstanbul Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Selçuk BİLİR**

Bu tez çalışmasında, Güneş komşuluğunda bulunan açık kümeler kullanılarak Galaksi diskinin kinematik yapısı araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda Güneş merkezli 1.1 kpc yarıçaplı uzay hacmi içinde yer alan 422 açık küme seçilerek kümeler doğrultusundaki yıldızların *Gaia* DR3 kataloğundaki fotometrik, astrometrik ve tayfsal verileri bir arada değerlendirilmiştir. Açık kümelerin astrometrik ve astrofizik parametrelerinin belirlenmesinde *UPMASK* programı kullanılmış ve kümeye üyelik olasılığı 0.5'den büyük yıldızlar dikkate alınarak açık kümelerin ortalama öz hareket bileşenleri, trigonometrik paralaksları ve radyal hızları tayin edilmiştir. Astrofizik parametrelerin tayininde PARSEC eş-yaş eğrileri dikkate alınarak anakol çakıştırma yöntemiyle açık kümelerin renk artığı, uzaklık, metal bolluğu ve yaş parametreleri eş zamanlı tayin edilmiştir. Parametre dejenerasyonluğunu en aza indirebilmek için tayfsal yöntemler ile metal bolluğu tayin edilen 196 açık kümenin demir bollukları literatürden alınmıştır. İncelenen açık kümelerin uzaysal dağılımlarından itibaren Galaktik düzlem üzerindeki yoğunlukları $\Sigma$=111.01 kpc$^{-2}$ ve Güneş'in Galaktik düzlemden dik yüksekliği de $Z_{\odot}$ = +16 pc olarak hesaplanmıştır. Kinematik analizlerde Güneş civarını temsil eden $d$ = 1 kpc içinde bulunan 375 açık kümenin uzay hız bileşenleri *GALPY* yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Kinematik ve astrofizik parametrelerin bir arada değerlendirilmesi neticesinde Oort sabitleri ($A$, $B$) ile yerel

durağanlık standardı (LSR) değerleri küme yaşlarının bir fonksiyonu olarak hesaplanmış ve Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultusu tayin edilmiştir. Bunun yanı sıra, kümelerin uzay hız bileşenlerine ait dispersiyonlarıyla birlikte PARSEC eş-yaş eğrilerinden hesaplanan yaşları dikkate alınarak yeni bir kinematik yaş bağıntısı elde edilmiştir. Tez çalışmasında incelenen, açık kümelerin çok boyutlu analizleri neticesinde, Güneş civarındaki temel kinematik parametreler *Gaia* uydusunun son veri sürümü kullanılarak güncellenmiştir.

Temmuz 2024, 180 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Açık Kümeler, Güneş Civarı, Kinematik

# SUMMARY

## M.Sc. THESIS

### THE KINEMATIC ANALYSIS OF OPEN CLUSTERS IN SOLAR NEIGHBOURHOOD

**Seval TAŞDEMİR**

**İstanbul University**

**Institute of Graduate Studies in Sciences**

**Department of Astronomy and Space Sciences**

**Supervisor: Prof. Dr. Selçuk BİLİR**

In this study, the kinematic structure of the galactic disc was investigated by utilising open clusters in the Solar neighbourhood. A total of 422 open clusters within a spatial volume of 1.1 kpc centred on the Sun were selected for the analyses. The photometric, astrometric and spectroscopic data of the stars in the direction of the open clusters were evaluated together with the *Gaia* DR3 catalogue. The *UPMASK* programme was employed to ascertain the astrometric and astrophysical parameters of the open clusters, while the mean proper motion components, trigonometric parallaxes and radial velocities of the open clusters were determined by considering the stars with a cluster membership of at least 0.5. In the determination of the astrophysical parameters, the colour excess, distance, metallicity and age parameters of the open clusters were determined simultaneously by using the main sequence fitting method, taking into account the PARSEC isochrones. In order to minimise the parameter degeneration, iron abundances of 196 open clusters whose metal abundances were determined by

spectroscopic methods were taken from the literature. From the spatial distribution of the open clusters, the densities on the Galactic plane were calculated as $\Sigma = 111.01$ kpc$^{-2}$ and the distance from the Galactic plane as $Z_{\odot} = +16$ pc. In the kinematic analyses, the space velocity components of 375 open clusters within $d = 1$ kpc representing the vicinity of the Sun were calculated using the *GALPY* software. The combined evaluation of kinematic and astrophysical parameters resulted in the calculation of Oort constants (*A, B*), local standard of rest (LSR) values as a function of cluster ages, and the Solar apex. Furthermore, a new kinematic age relation was obtained by taking into account the dispersions of the space velocity components of the oprn clusters and the ages calculated from the PARSEC isochrones. The results of the multidimensional analyses of the open clusters studied in this thesis have led to the updating of the basic kinematic parameters in the vicinity of the Sun, using the latest data realese of the *Gaia* satellite.

July 2024, 180 pages.

**Keywords:** Open Clusters, Solar Neighbourhood, Kinematic

# 1. GİRİŞ

Gökyüzü her zaman insanın hayal gücünü geliştirmiştir. Eski uygarlıklardan günümüze kadar ilham kaynağı olarak hizmet etmiş, parıldayan yıldızların ötesindeki evren hakkındaki keşfetme arzusunu ateşlemiştir. Gökyüzündeki her parlak nokta bir yıldız olmamakla birlikte galaksilerden yıldız kümelerine ve ötesine uzanan çok çeşitli astronomik nesneler bulunmaktadır. Yıldızlar ve yıldızlar arası ortamdan oluşan farklı tür ve boyutlu galaksiler, merkezlerinde süper kütleli karadelikler, yıldız kümeleri ve bulutsular ile farklı kütlelerdeki trilyonlarca yıldıza ev sahipliği yaparlar. Galaksilerin yapı taşları yıldızlar olup yıldızlar arası ortamdaki moleküler bulutların çökmesiyle oluşan çok sayıda yıldız kümesi zamanla kütleçekimsel etkileşimlerle Galaksi içine dağılır.

Birbirlerine zayıf kütleçekim kuvvetiyle bağlanan yıldızların bir araya gelerek oluşturduğu yıldız kümeleri, yıldızların evrimi ve galaksilerin oluşumuyla evrimine büyüleyici bir bakış açısı sunar. Yıldız kümeleri içerdikleri yıldız sayısı ve biçimlerinden dolayı açık ve küresel kümeler olmak üzere iki gruba ayrılır. Küresel kümeler, milyarlarca yıl yaşında, metalce fakir ve genellikle galaksilerin halo/şişkin bölge bileşenlerinde bulunan yıldız sayı yoğunluğu yüksek, küresel şekilli yapılardır. Açık kümeler ise galaksilerin disk ve spiral kolları boyunca uzanan, genç, metalce zengin ve göreceli olarak daha az yıldıza sahip, yaygın şekilli gök cisimleridir **(**Friel, 2013).

Açık yıldız kümeleri, büyüleyici güzellikleri, bilimsel önemleri ve esrarengiz doğalarıyla çağlar boyunca gökbilimciler için bir hayranlık kaynağı olmuştur. Bu yıldız toplulukları, gece gökyüzüne bakan eski uygarlıklardan en ileri teknolojiyle donanmış günümüz gökbilimcilerine kadar ilgi çekerek ve sayısız nesiller boyunca izleri takip edilerek astronomik keşiflerin tarihsel dokusuna önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Bir zaman kapsülü görevi gören açık kümeler, evrenin sırlarını barındırarak galaksi oluşumunun ilk aşamalarına ve milyarlarca yıl boyunca Samanyolu'nu şekillendiren etkilere dair de bilim insanlarının yolunu aydınlatan bir fener tutmaktadır.

Açık kümeler üzerine yapılan tarihsel araştırmalara göre, insanlara yön bulma rehberi olarak hizmet ettikleri eski uygarlıklar ile ilişkileri ortaya çıkmıştır. Teleskobun icadından önce, gece gökyüzünün gözlemlendiği zamanlarda bile açık kümeler insanların dikkatini çeken göksel mücevherler olarak ortaya çıktılar. Görece parlak ve yakın olan açık kümeler gece gökyüzünde

kolaylıkla fark edilebilmekteydi. Eski topluluklar açık kümeleri gökyüzünün zemininde göze çarpan yıldız desenleri olarak gözlemlediler ve bu parlak yıldız desenlerinden ilham alarak günümüzde mitoloji adını verdiğimizi hikayeleri ürettiler. Buna bir örnek olarak "yedi kız kardeş" ya da "Ülker" olarak bilinen Pleiades (Messier 45) açık kümesi verilebilir (bkz. **Şekil 1.1**).



**Şekil 1.1:** "Ülker" olarak bilinen Pleiades açık kümesi[1].

Bu küme, ismini mitolojideki dev (titan) Atlas ve deniz perisi Pleione'nin yedi kızından almaktadır. Hikâyeye göre Avcı (Orion) kız kardeşleri takip etmektedir ve Zeus, kız kardeşleri korumak için onları yıldızlara dönüştürerek gece gökyüzüne yerleştirmiştir. Avcı buna rağmen hedefinden vazgeçmemiş ve gökyüzündeki bir takımyıldıza dönüşerek yedi kız kardeşi kovalamaya devam etmiştir. Yedi kız kardeşin hikayesi, eski Yunanlıların gece gökyüzünde gözlemledikleri yıldız desenlerini açıklamak için hikayeler üretmeye olan tutkularını yansıtan bir sevgi, koruma ve dönüşümün hikayesidir. Tarih boyunca çeşitli medeniyetler bu nesnelerin farklı görünümünden etkilenerek sözlü ve yazılı edebiyatın birçok alanında açık kümeleri konu olarak işlemişlerdir. Ülker takımyıldızına göksel tanrılar olarak saygı duyan eski Mısırlılardan,

[1] https://hubblesite.org/contents/media/images/2004/20/1562-Image.html?Topic=104-stars-and-nebulas&keyword=pleiades

yıldız kataloglarına yıldızların konumlarını titizlik ile kaydeden Çinli gökbilimcilere kadar, açık kümeler insanlığı büyüleyen bir ilham kaynağına dönüşmüştür.

Teleskobun keşfiyle birlikte modern astronominin doğumuna devrim niteliğinde bir adım atılmıştır. Galileo Galilei gibi öncülerin teleskoplarını gökyüzüne çevirerek açık kümelerin ilk ayrıntılı gözlemlerini yakaladığı dönemde, bu göksel oluşumların doğası ve önemi hakkında tartışmalara ve meraklara yol açarak gelecekteki araştırmaların da önü açılmıştır. Teknolojideki ilerlemeler ve daha güçlü teleskopların geliştirilmesi, açık kümelerin derinlemesine incelenmesine olanak sağlamıştır. Teleskopların sunduğu artan büyütme ve çözünürlük, bu kümelerin gerçek doğasını yıldız toplulukları olarak ortaya çıkardı ve onların sadece bulutsu yapılar olduğu yönündeki eski düşünceyi de ortadan kaldırdı.

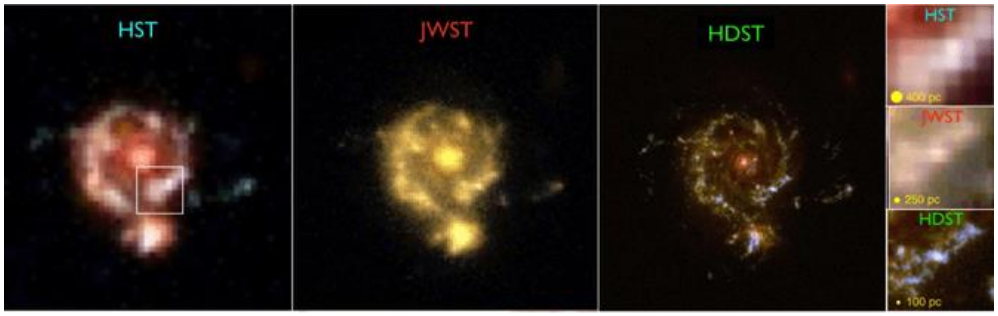
18. yüzyılda William Herschel ve Charles Messier gibi gökbilimcilerin yaptıkları gözlemler, açık kümeleri sistematik olarak gözlemleyip kataloglamaya, bunları ayrı ve bilimsel açıdan farklı ve önemli gök cisimleri olarak tanımaya sevk etti. Charles Messier, kuyruklu yıldızları keşfetme arayışı sırasında çok sayıda açık kümeyi titizlikle kataloglamış ve onları Messier nesneleri olarak sınıflamıştır (Şekil 1.2). Bu kataloglar, William Herschel'in çığır açan keşifleriyle birleştiğinde, açık kümelere ve onların evrenin gizemlerini çözmedeki kritik rollerine ilişkin anlayışın temelini oluşturmuştur (Jones, 1991).

Zamanın akışı insanlığı 20. yüzyılın ortalarına taşırken, açık küme çalışmalarının tarihsel gelişiminde de önemli bir dönem ortaya çıkmıştır. Daha güçlü teleskopların devreye girmesi ve teknolojinin gelişmesiyle paralel olarak gözlem tekniklerinin ve hassasiyetlerinin artması benzeri görülmemiş bir keşif çağını başlatmıştır. Yeni geliştirilen teknik donanımları kullanan gökbilimciler, açık kümelerdeki yıldız evriminin inceliklerini bu dönemde araştırmaya başlamıştır. Modern çağda *Hubble* ve *Gaia* uzay teleskoplarının devreye girmesiyle birlikte kümelerin sönük yıldızlarını içerecek şekilde gözlemler gerçekleştirilmiştir. Uzay tabanlı teleskoplardaki gelişmiş cihazlar, gök bilimcilerin açık kümelerdeki yıldızların konumlarını ve hareketlerini hassas bir şekilde ölçmelerine olanak tanıyarak, açık kümelerin oluşumu, evrimi ve varoluşlarını yöneten karmaşık dinamiklerinin ortaya çıkartılmasında önemli bir rol oynamıştır.



**Şekil 1.2:** Charles Messier'in kataloglamış olduğu 110 Messier gök cismi[2].

Ayrıca, son yıllarda *James Webb* Uzay Teleskobu'nun da devreye girmesiyle açık kümelerin detaylı analizleri için büyük veri setleri sağlanması beklenmektedir (Şekil 1.3). Bu teknolojik gelişmeleri iyileştirilmiş veri analizi teknikleri ve teorik modeller ile birleştiren araştırmacılar, açık kümeler ve Samanyolu'nun evrimi üzerindeki analizlerini derinleştirmektedir.




**Şekil 1.3**: Geçmişten günümüze gökyüzü gözlemlerinin evrimi[3].

[2] https://www.mediastorehouse.com.au/science-photo-library/space/messier-objects-set-6426913.html
[3] https://phys.org/news/2015-04-james-webb-future-high-definition-telescope.html#google_vignette

Açık yıldız kümeleri, yıldızların yaşam döngüsüne bir pencere sunan büyüleyici nesnelerdir. *Gaia* uydusu ve yer tabanlı gözlemevleri gibi ileri teknolojilerin kullanılması sayesinde gökbilimciler bu kümeleri ayrıntılı bir şekilde inceleyebilmektedir. Açık kümeler üzerine yapılan araştırmalar yalnızca yıldızların evrimi konusunda literatürü zenginleştirmek ile kalmayıp aynı zamanda Samanyolu'nun yapısı ve oluşum tarihi hakkındaki araştırmalara da katkıda bulunmaktadır. Açık yıldız kümeleri, yıldız evrimi ve Galaktik dinamikler ile ilgili temel sorulara ışık tutma potansiyelleri nedeniyle yüzyıllardır gökbilimcilerin ilgisini çekmiştir. Galaksiler içindeki açık küme dağılımlarının araştırılması, kimyasal bileşimlerin hassas analizleriyle birleştiğinde, açık kümelerin Galaksi'nin evrimin hem tanığı hem de mimarı olarak nasıl hareket ettiğinin bütünsel bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Bilim insanları, bu kümelerin özelliklerini ve dinamiklerini inceleyerek yıldızların oluşum mekanizmaları, evrimlerini yönlendiren süreçler ve yıldızlar ile çevreleri arasındaki etkileşimler hakkında fikir sahibi olmaktadır. Kümelerin üye yıldızları aynı koşullar altında oluştukları için konum, öz hareket, kimyasal bileşim ve yaş bakımından birbirleriyle benzerlik gösterirken, kütlelerinin farklı olması yıldız evrimi alanında çalışan araştırmacılar için oldukça önemli araçlardır **(**Castro-Ginard, 2020**)**. Açık kümelerin tarihsel serüveni, insan merakıyla astronomik bilginin gelişen sınırları arasındaki sürekli etkileşimi yansıtan dinamik bir yapı olarak varlığını sürdürmekte olup bu yıldız topluluklarının derinliklerine bakıldığında evrenin sınırsız doğasını ve içinde keşfedilmeyi bekleyen birçok gizemi barındırdığı görülmektedir.

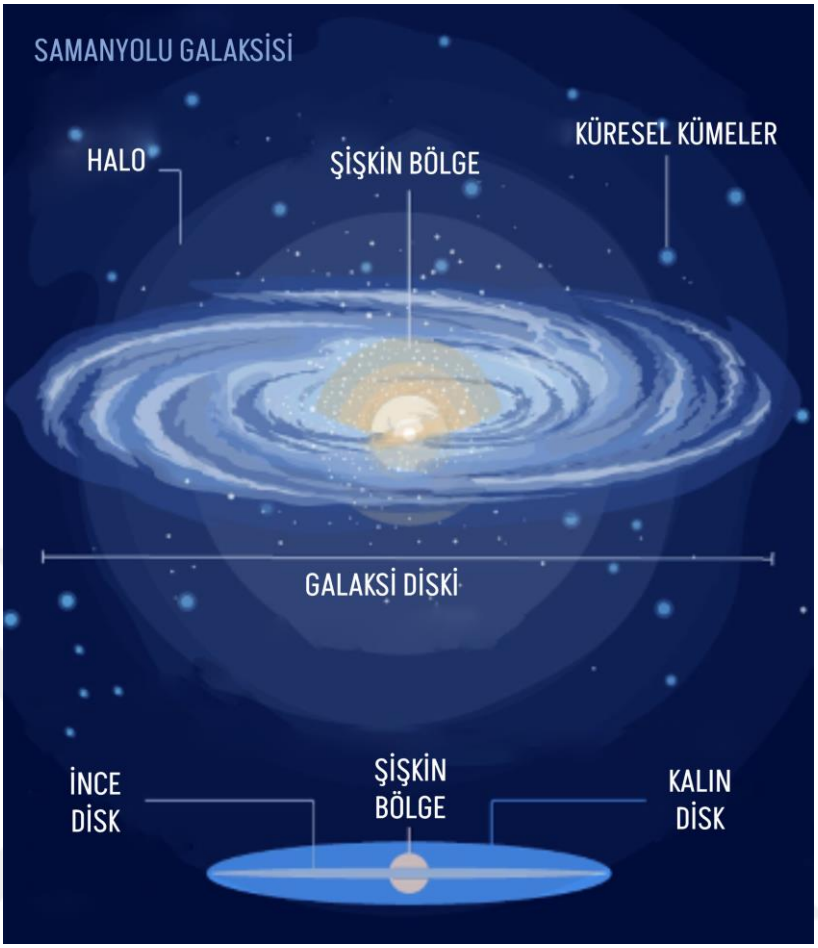
Bu tez çalışmasında, Güneş civarındaki kinematik yapının ve özelliklerin ortaya çıkartılabilmesi için, *Gaia* DR3 verileriyle (Gaia işbirliği, 2023) yapısal ve astrofiziksel parametreleri daha doğru ve duyarlı şekilde belirlenmiş ve Güneş'ten itibaren $d$=1 kpc uzay hacmi içinde bulunan açık kümelerin incelenmesi hedeflenmiştir.

## 2. GENEL KISIMLAR

Kuzey yarım küreden gece gökyüzüne yaz aylarında bakıldığında, bir uçtan diğer uca doğru uzanan parlak yay görünümlü yapı Samanyolu'nun bir parçasıdır. Samanyolu biçimsel olarak SBbc tipi çubuklu bir spiral galaksi olup, 30 kpc uzunluğa ve birkaç kpc kalınlığa sahiptir. Güneş, Samanyolu'nun merkezinden yaklaşık 8 kpc uzaklıkta ve saatte 240 km'lik bir hız ile Galaksi merkezi etrafında çember bir yörüngede hareket etmektedir (Sparke ve Gallagher, 2007). Galaksi'nin yapısı ve evriminin anlaşılmasında Samanyolu'nun temel bileşenleri olan şişkin bölge, yıldızlar arası ortam, ince disk, kalın disk ve halo yapılarının fiziksel özelliklerinin ortaya çıkartılması önemlidir (Şekil 2.1). Galaksi'yi oluşturan bileşenlerin özellikleri farklı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve yapıları hakkında bilgiler elde edilmiştir (Bahcall ve Soneira, 1980**;** Gilmore ve Reid, 1983; Robin ve diğ. 1995; Buser ve diğ., 1998; 1999; Karaali ve diğ., 2004; Bilir ve diğ., 2006a, b; 2008**,** Juric ve diğ. 2008; Freeman, 2012).

Şişkin bölge, Galaksi'nin merkezinden itibaren yaklaşık 2 kpc yarıçapında, basık küre biçimli parlak bir bileşendir. Geniş bir metal bolluğu aralığındaki (-1 < [Fe/H] (dex) < 1) yaşlı ve genç nesnelerden oluşmaktadır. Şişkin bölge, yoğun yıldızlar arası maddenin sebep olduğu sönümlemeden etkilendiğinden, Galaksi'nin bu bileşeni, elektromanyetik tayfın optik dalga boylarında yeterince geçirgen değildir. Kinematik analizler, şişkin bölgedeki yıldızların Galaksi merkezi etrafında ortalama 60 km/sn'lik hızla döndüğünü ve Galaktik düzleme dik doğrultuda ölçülen *W* uzay hız bileşenine ait hız dispersiyonunun da ortalama 120 km/sn olduğunu göstermektedir (Freeman, 2012).

Metalce zengin (-0.5 < [Fe/H] dex) ve genç/orta yaşlı (< 10 Gyıl) yıldızlardan oluşan ince disk bileşeni, Galaktik düzlem etrafında hemen hemen simetrik bir dağılım göstermektedir. Uzaysal dağılımı bakımından yıldızlar arası ortam bileşenini de içine alan ince diskin uzunluk ve yükseklik ölçekleri, sırasıyla, 2-4 kpc ve 200-350 pc aralıklarındadır **(**Bilir ve diğ., 2006a,b; 2008; Yaz Gökçe ve diğ., 2015**).** Galaksi merkezine göre çember yörüngelerde hareket eden ince disk yıldızlarının Güneş civarındaki tipik hızları yaklaşık 220 ile 240 km/sn arasındadır **(**Bovy, 2015**).** Galaksi diskinin araştırılmasında kullanılan en önemli gök cisimleri açık kümelerdir. Özellikle Galaktik düzlem civarında bulundukları için Samanyolu'nun spiral yapısının ortaya çıkartılmasında Galaksi diskinin yapı, oluşum ve evriminin araştırılmasında doğal astrofizik laboratuvarlar olarak kabul edilmektedir.




**Şekil 2.1:** Samanyolu'nun dıştan görünüşünün temsili bir resmi[4].

Gilmore ve Reid'in (1983**)** Güney Galaktik kutup doğrultusundaki SA 141 yıldız alanında gerçekleştirdikleri yıldız sayım yöntemiyle Samanyolu'nun ince disk ile halo bileşenleri arasında uzaysal dağılıma sahip bir bileşen olarak keşfedilen kalın disk, Galaksi diskinin sıcak bileşeni olarak kabul edilmektedir. Galaktik düzleme dik doğrultuda 4 kpc uzaklığa kadar erişebilen kalın diskin uzunluk ve yükseklik ölçekleri, sırasıyla, 2-4 kpc ve 0.5-1 kpc aralıklarındadır (Karaali ve diğ., 2004, Bilir ve diğ., 2006b; 2008). İnce disk yıldızlarına göre daha yaşlı ($8 < t$ (Gyıl) $< 12$) ve metalce daha fakir ($-1.2 <$ [Fe/H] (dex) $< -0.5$) olan kalın disk yıldızlarının Galaksi merkezine göre ortalama dönme hızları 180 km/sn'dir **(**Chiba ve Beers, 2000; Gilmore ve diğ., 2002)**.**

[4] https://www.wired.com/story/the-milky-ways-stars-reveal-its-turbulent-past/

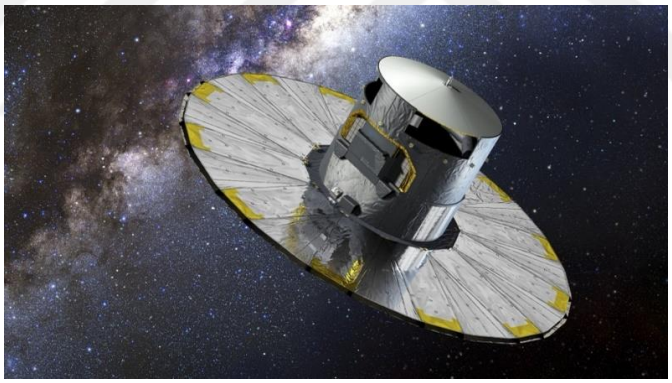
Halo, Galaksi'nin en dış kısmındaki bileşendir. Metalce fakir küresel kümeler ve yaşlı alan yıldızlarından oluşan bu bileşendeki nesneler, Galaksi merkezi etrafında oldukça basık yörüngelerde hareket ederler. Bu nedenle yörüngelerinin Galaktik düzlemle kesişmeleri neticesinde Güneş komşuluğunda Galaksi diskini ziyaret eden az sayıda metalce fakir yıldız bulunmaktadır (Buser ve diğ., 1998; 1999; Şahin ve Bilir, 2020). Galaksi'nin metalce en fakir yıldızları halo popülasyonunun üyeleridir. Samanyolu'nun oluşumuyla hayatlarına başlayan halo yıldızları Galaksi kadar yaşlıdır (Freeman ve Hawthorn, 2002). Galaksi halosu iç ve dış halo olarak iki kısımda incelenir (Carollo ve diğ., 2007). Galaktik haloda yer alan küresel kümelerin incelenmesiyle tüm küresel kümelerin aynı yaşta olmadıkları belirlenerek, halonun çok sayıda metalce fakir cüce galaksilerin bir araya gelerek yığışması sonucunda oluştuğu ileri sürülmüştür (Searle ve Zinn, 1978).

## 2.1 *GAIA* UYDUSU

*Gaia*, (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics), Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından 19 Aralık 2013 tarihinde Soyuz-Fregat roketiyle Dünya'dan 1.5 milyon kilometre uzaklıktaki yörüngeye oturtulan bir uzay teleskobudur. *Gaia* uydusu öncelikli olarak yıldızların kimyasal kompozisyonu ve uzay hareketlerini saptamak suretiyle Samanyolu'nun günümüze kadarki en detaylı ve son derece hassas üç boyutlu bir haritasını oluşturmak üzere tasarlanmıştır. Bu sayede Samanyolu'nun yapısına, oluşumuna ve evrimine dair olan gizeme ışık tutmayı hedeflemektedir. *Gaia* uydusu, Samanyolu ve onu çevreleyen Yerel Grup'taki bir milyardan fazla nesnenin konumlarını, uzaklıklarını ve hareketlerini benzeri görülmemiş bir duyarlılık ile haritalamaktadır. İnsan gözünden yaklaşık 2.5 milyon kat daha sönük nesneleri gözlemleyebilen *Gaia* uydusu, görev süresi içerisinde her bir yıldızı en az 70 kez gözlemlemeyi hedeflemektedir (Gaia işbirliği, 2016a). Galaksi'deki yıldız sayısının neredeyse %1'lik bir kısmını oluşturan *Gaia* uydu verileri, bilim dünyasının evren anlayışınayeni bakış açıları sunmaktadır. Bu yeni bakış açıları sadece Samanyolu'nun kökeni ve bileşimiyle kalmayıp, öte-gezegenler, asteroitler ve değişen yıldızlar da dahil olmak üzere sayısız gök cisminin keşfedilmesine de olanak sağlamaktadır. Galaksi'deki yıldız sayımı Samanyolu'nun geçmişi, bugünü ve geleceğine dair öngörüler sunar ve aynı zamanda yerel grup için de önemli veriler sağlar.

Uydu gözlemleri, birçoğu Dünya benzeri büyüklükte ve ev sahibi yıldızlarının yörüngesinde yaşanabilir bölge içinde bulunan binlerce öte-gezegenin keşfedilmesiyle birlikte

sınıflandırılmasına da olanak sağlamıştır. Bu veriler keşfedilen uzak dünyaların potansiyel yaşanabilirliğini ve Dünya dışı yaşam arayışını incelemeyi amaçlayan gelecekteki görevlerin de önünü açmaktadır. *Gaia* uydusunun gerçekleştirdiği hassas fotometrik, astrometrik ve tayfsal ölçümler temel astrofiziksel olayların anlaşılabilmesinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Gökbilimciler yıldızların hareketlerini ve karanlık maddeyle etkileşimlerini inceleyerek Galaksi oluşumu ve evrimi modellerini geliştirmektedirler. Ayrıca *Gaia* uydusundan sağlanan veriler kütleçekimsel mercekleme olaylarının incelenmesine yardımcı olarak karanlık maddenin dağılımının araştırılmasını ve evrensel kütleçekiminin doğasına ilişkin anlayışın da geliştirilebilmesine fırsat sunmaktadır. Özünde, *Gaia*'nın mirası başlangıçtaki görev hedeflerinin ötesine geçmektedir. *Gaia* uydusundan sağlanan veriler, astrofizikte çığır açan keşiflerin yapılmasına, evrenin keşfedilmesine rehberlik etmeye ve gelecek nesil gökbilimcilere ilham vermeye devam etmektedir. Teknoloji ilerledikçe ve yeni görevler *Gaia*'nın temelleri üzerine inşa edildikçe, uydunun astronomi alanındaki etkisinin önümüzdeki yıllarda da sürmesi beklenmektedir (Şekil 2.2).

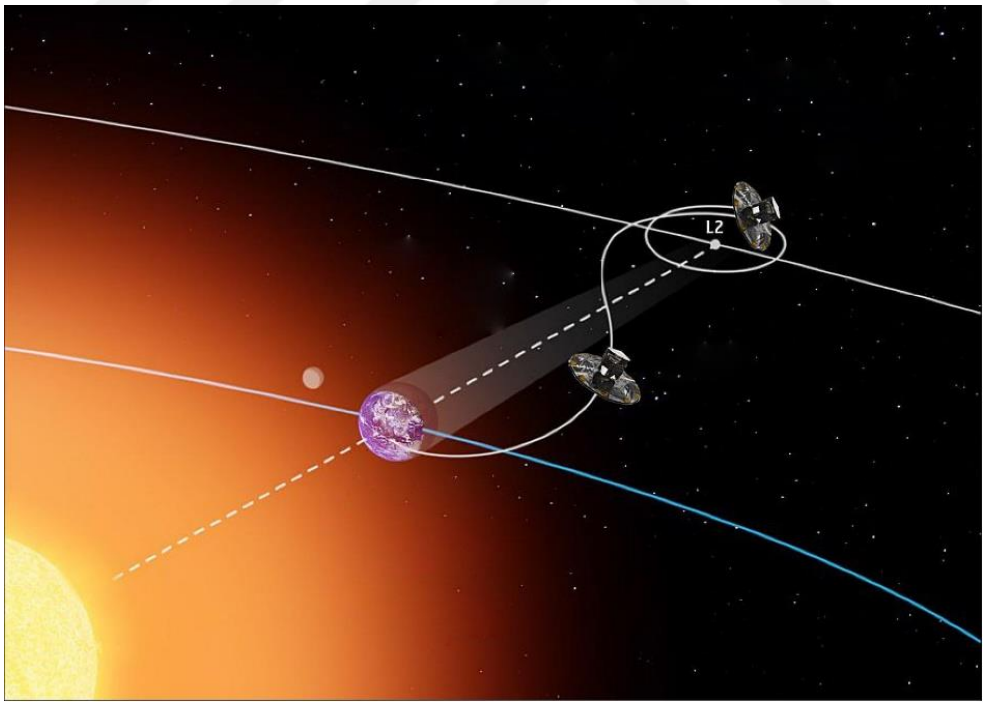


**Şekil 2.2:** *Gaia* uydusunun temsili görünümü.

*Gaia* uydusu gerçekleştirmiş olduğu gözlemleri periyodik zaman aralıklarında Dünya'ya ileterek buradaki araştırmacıların kullanımına sunmaktadır. Bu veri sürümleri Samanyolu'ndaki milyarlarca nesnenin fotometrik, astrometrik ve tayfsal ölçümlerinden oluşan zengin bir veri havuzu oluşturmakta ve her veri sürümü bir öncekinin üzerine inşa edilerek ölçümlerin duyarlılığını arttırarak veri tabanını genişletmektedir. 14 Eylül 2016 tarihinde ilk veri sürümünü yayımlayan *Gaia* uydusunun bugüne kadar *Gaia* DR1 (Gaia işbirliği, 2016b), *Gaia* DR2 (Gaia işbirliği, 2018), *Gaia* EDR3 (Gaia işbirliği, 2021) ve *Gaia* DR3 (Gaia işbirliği, 2023) olmak üzere toplam dört veri sürümü bulunmaktadır.

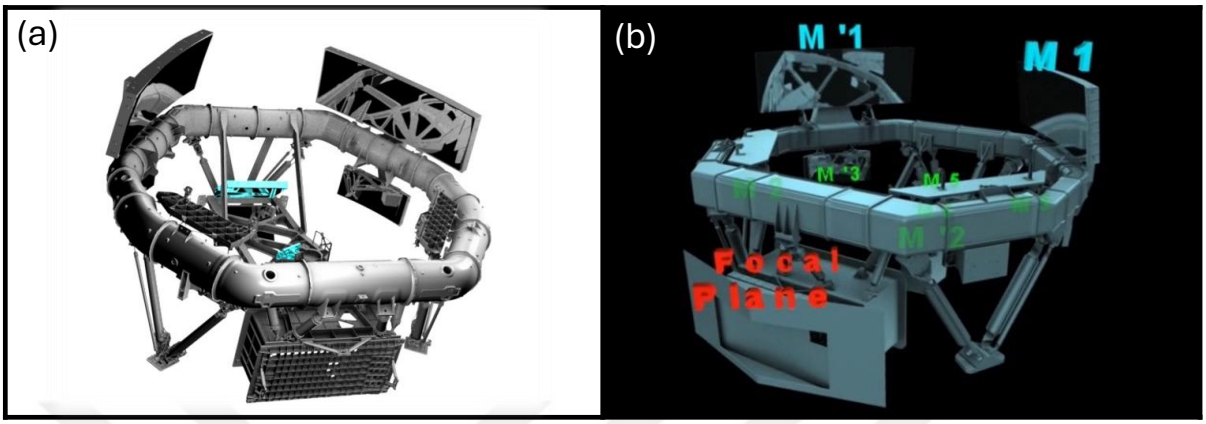
### 2.1.1 *Gaia* Uydusunun Yapısı

Modern uzay teknolojisinin olağanüstü bir başarısı olan *Gaia* uydusu, Samanyolu ve ötesine ilişkin bilimsel anlayışta devrim niteliğinde bir dizi etkileyici teknik özelliğe sahiptir. ESA tarafından 2013 yılında fırlatılan *Gaia*, Dünya'dan yaklaşık 1.5 milyon kilometre uzaklıktaki Güneş-Dünya-Ay sisteminin ikinci Lagrange noktasında (L2) bulunmaktadır (Şekil 2.3). Bulunduğu konum itibariyle yeryüzü atmosferinin olumsuz etkilerinden uzakta, ışık kirliliğinden arınmış bir şekilde Samanyolu'nu gözleyen *Gaia* uydusunun tespit edebildiği gök cisimlerinin parlak ve sönük limit kadirleri üzerinde bir sınırlaması vardır. *Gaia*'nın birincil görevi yıldızların konumlarını, uzaklıklarını ve hareketlerini hassas bir şekilde ölçmektir. Bunu için, belirli bir görünür parlaklık aralığındaki yıldızları gözlemlemek üzere tasarlanmıştır. *Gaia*, görsel bantta (*G*) yaklaşık 3 ile 21 kadir arasındaki Galaktik/Galaksi-dışı kaynakları fotometrik, astrometrik ve tayfsal yöntemler ile en az 70 kez gözlemektedir. Bu da *Gaia* uydusunun Samanyolu'nun yıldız nüfusunun önemli bir bölümünü kapsayan çok sayıda yıldız hakkında yüksek kalitede veri toplamasına olanak tanımaktadır.




**Şekil 2.3:** *Gaia* uydusunun konumu.

*Gaia* uzay teleskobu, 3.5 metre genişliğindedir. Üç kavisli ve üç düz aynadan oluşan teleskop, kaynaktan gelen ışığı 35 m'lik bir mesafe boyunca odaklar (Şekil 2.4a).




**Şekil 2.4:** Uydunun farklı iki açıdan şematik görünümü (Gaia işbirliği, 2016a).

*Gaia* bu eşi benzeri görülmemiş yıldız sayımını yaparken gökyüzünde daha geniş alanları tarayabilmek için farklı yönlere bakan iki özdeş, üç aynalı anastigmat bir teleskop olarak tasarlanmıştır (Gaia işbirliği, 2016a). Her teleskobun 0.7 $m^2$'lik ışık toplama alanı olan birincil aynası bulunmaktadır. Bu iki teleskop ortak bir odak düzleminde olup her teleskop dört özdeş ayna sisteminden oluşur. Bunlar M1'den başlayıp M4'e kadar numaralandırılmış bir dizi ayna grubudur. Ayrıca M5 ve M6 olarak adlandırılan 0.55 × 0.34 m boyutlarındaki iki ek ayna da her iki teleskoptan toplanan ışığın ortak bir odak düzlemine aktarılmasını sağlamaktadır (Şekil 2.4b).

*Gaia* uydusundaki aynaların uzay aracının içindeki sınırlı bir alanda etkin olarak çalışabilmesi hedeflendiğinden aynalar dikdörtgen şeklinde tasarlanmıştır. Fakat boyutları ve biçimleri birbirlerinden farklılık göstermektedir. Birincil M1 ve M'1 aynaları 1.46 × 0.51 m boyutunda ve içbükey olarak konumlandırılırken, ikincil aynalar (M2) dışbükey olup 0.35 × 0.16 m'dir. Buradan yansıyan ışıklar 0.65 × 0.28 m boyutundaki içbükey M3 aynalarına yansıtılır. Optik sistemin diğer parçaları olan 0.19 × 0.07 boyutlarındaki yatay M4 birleştirme aynaları, M5 ve M6 aynalarıyla (boyutlar 0.55 × 0.34 m) sistem tamamlanmaktadır (Şekil 2.4b). Uydudaki tüm aynalar yüksek yansıtıcılığa sahip ve 330 nm civarında geniş bir bant geçişi sağlayan korumalı gümüş elementiyle kaplıdır. Asimetrik optik sapmalar, kırınım görüntülerinde ve dolayısıyla ölçülen yıldız konumlarında küçük ama önemli kromatik kaymalara neden olur. Bu sistematik yer değiştirmeler, yer üstü veri işlemenin bir parçası olarak renk analizi kullanılarak kalibre

edilmiştir (Lindegren ve diğ., 2016). *Gaia* uydusundaki aynalar (M1, M2, M3, M4, M5 ve M6) ile ayrıştırma bileşeninin görevleri aşağıda listelenmiştir:

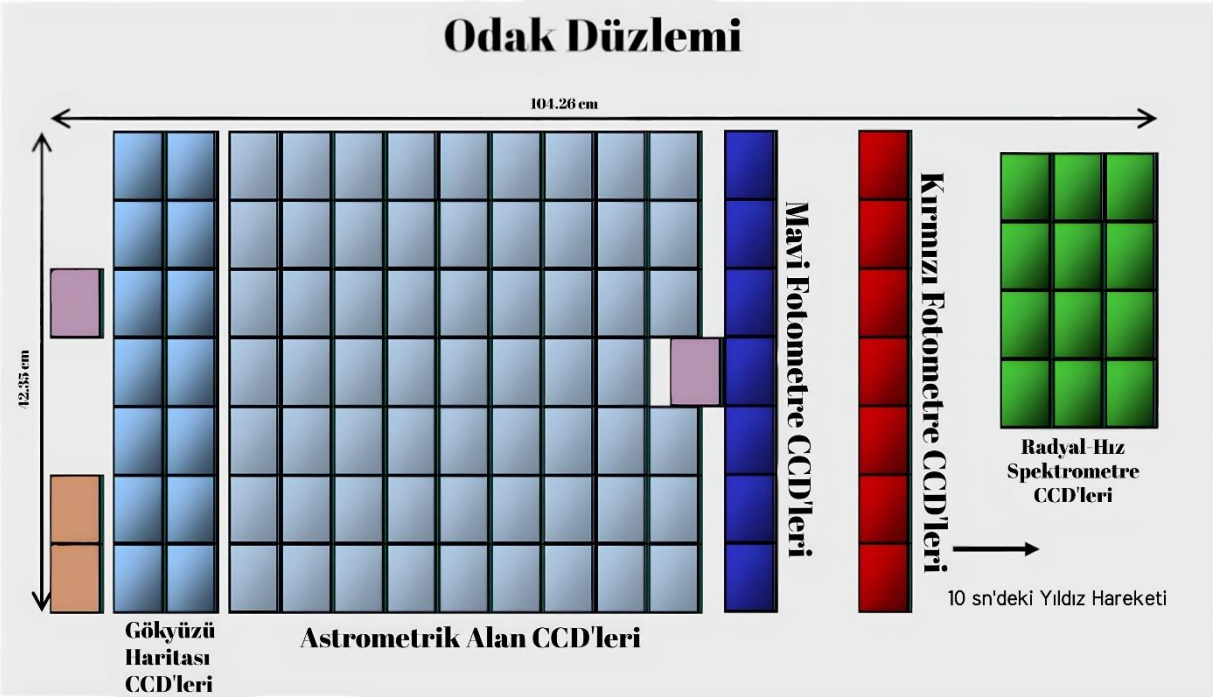
- **M1**: Gökcisminden gelen ışığı toplamak ve odaklamak için kullanılan ana aynadır.
- **M2**: M1'den gelen ışığı toplar ve yoğunlaştırılmasında kullanılır.
- **M3**: M2 aynasından gelen ışığı doğrudan ayrıştırma bileşenlerine yönlendirir. M3 aynası, ışığı iki farklı ayrıştırma bileşenine (BP ve RP) iletir.
- **BP/RP Ayrıştırma Bileşeni**: Bu bileşen, ışığı BP (Blue Photometer) ve RP (Red Photometer) olarak adlandırılan iki farklı dalgaboyuna ayırır.
- **M4**: Ayrıştırılmış ışık M4 aynası sayesinde tayfçekere yönlendirilir.
- **M5** ve **M6**: Bu aynalar ışığı tayfçekerden alır ve CCD kameraya yönlendirir.

Gözlenen kaynağın ışığı, yukarıda belirtilen sırayla bu aynalardan geçer ve her bir ayna, ışığın bir sonraki bileşene yönlendirilmesini sağlar. Bu karmaşık optik sistem, *Gaia* uydusunun yıldızların konumlarını ve özelliklerini son derece hassas bir şekilde ölçmesine imkân verir.

*Gaia* uydusunun bilimsel göreviyle ilişkili üç bilim aracı bulunmaktadır ve bu araçların hepsinde kaynaklardan gelen ışığı kaydetmek için yük eşleme cihazı (Charge-Coupled Device, CCD) gibi dedektörler kullanılmaktadır. Bu gelişmiş odak düzlemi aletleri toplam bir milyar pikselden oluşmuş olup 0.38 $m^2$'lik bir alan kaplayarak şimdiye kadarki en büyük odak düzlemi aletlerini oluşturmaktadır. *Gaia* uydusunun CCD'leri 10 µm × 30 µm piksel boyutuna sahiptir, bu da aletin optik çözünürlüğü ve 35 m'lik etkin odak uzaklığı ile uyumludur. Odak düzleminde, yedi enine ve 17 boyuna tarama şeridinden oluşan mozaik şeklinde düzenlenmiş, toplamda yaklaşık bir milyar piksele ulaşan 106 CCD dedektör bulunur (Şekil 2.5). *Gaia* uydusunun otonom yerleşik işleme sistemi, odak düzleminin sol tarafındaki gökyüzü haritalarına girildikten sonra, yaklaşık 20 kadirden daha parlak herhangi bir kaynağı hız ile tespit eder ve astrometrik, fotometrik ve radyal hız ölçümlerine ayrılmış bir dizi CCD boyunca izler.

*Gaia* uydusundaki CCD'lerin çoğu astrometriye adanmıştır ve Astrometri Alanını (AF) oluşturur, ancak kaynak akıları da AF görüntülerinden elde edilir. Bu akılar *G* bandında (330-1050 nm aralığını kapsayan) *Gaia* geniş bant filtresiyle gözlenir. Bunun yanı sıra *Gaia*, tüm yıldızlar için çok renkli fotometrisini ve yaklaşık 1-7 kadirden daha parlak tüm yıldızlar için de

radyal hız ölçümlerini gerçekleştirmektedir. *Gaia* uydusunun özel fotometrik aracı, görüş alanına giren ışığı dağıtan iki düşük çözünürlüklü yarıksız prizmadan oluşur.

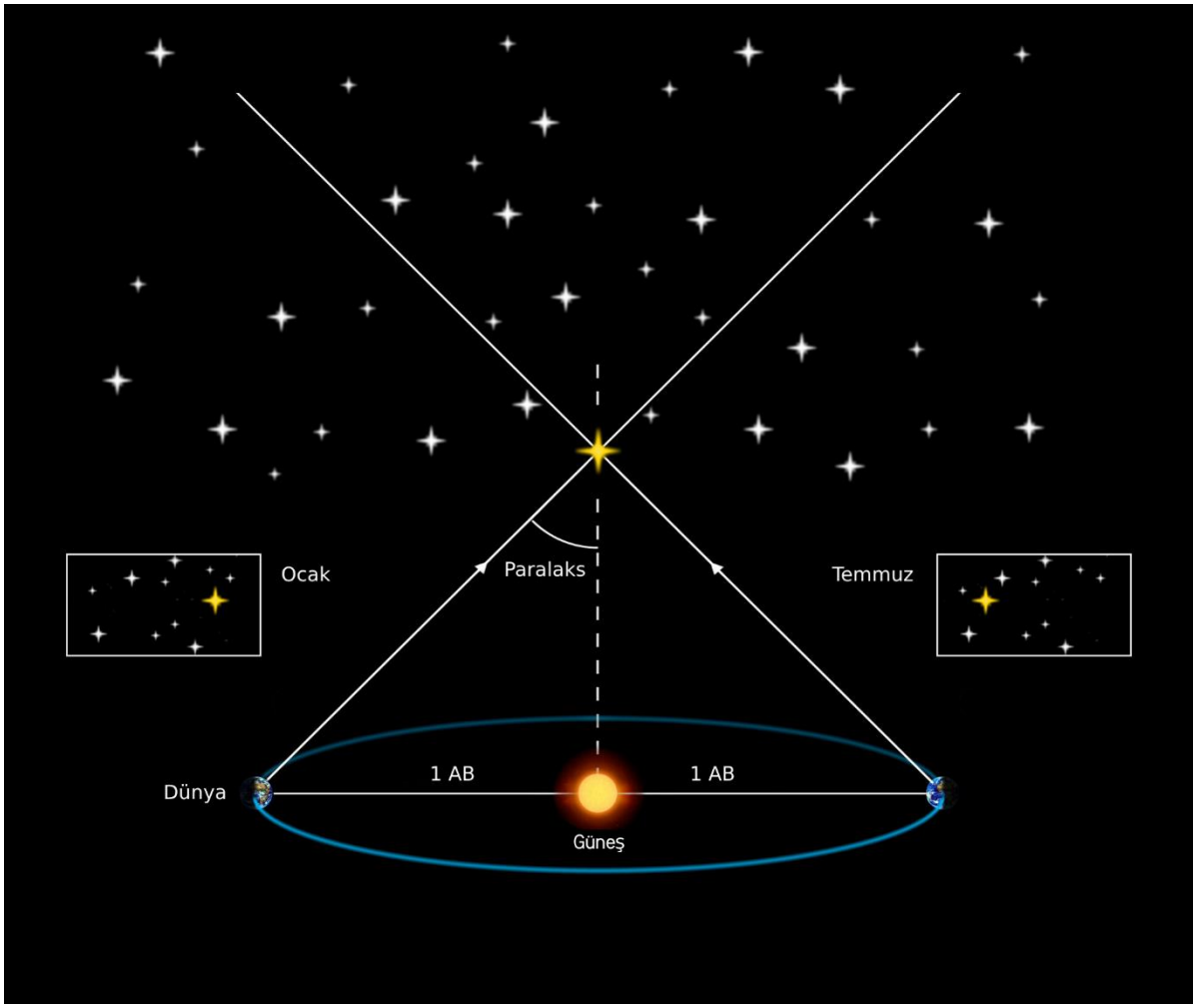



**Şekil 2.5:** *Gaia* uydusundaki CCD mozaiğinin yerleşim düzeni.

Mavi fotometre (BP) 330-680 nm tayfsal aralığı kapsarken, ikinci kırmızı fotometre (RP) de 640-1050 nm aralığında etkindir. Bu filtreler, $G_{BP}$ ve $G_{RP}$, prizma tayfçekerlerindeki entegre akıdan tanımlanır (van Altena, 2012; Gaia işbirliği, 2016a; Brown, 2021). Benzer şekilde, daha parlak nesneler için radyal hız ölçümleri, yaklaşık $R$ = 11,000 çözünürlükte 847-874 nm dar bir dalgaboyu aralığında tayf toplayan yarıksız ızgaralı Radyal Hız Spektrometresi (RVS) ile yapılır. Bu tayfsal bölge, özellikle Ca II üçlüsü olmak üzere güçlü çizgilere ev sahipliği yapar ve bu da çeşitli geç tayfsal sınıflar için birkaç km/sn doğruluk seviyelerinde sağlam radyal hız belirlemelerine izin verir (Cropper ve diğ., 2018). *Gaia* uydusunun üç bilimsel görevi için astrometrik araç (ASTRO) radyal hız spektrometresi (RVS) ve fotometrik araç (BP/RP) kullanılmaktadır.

**Astrometrik araç (ASTRO):** *Gaia* uydusunun bilimsel görevinde kullanılan astrometrik aracı, Samanyolu'nun uçsuz bucaksız genişliği içinde gök cisimlerinin konumlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu gelişmiş araç, uydunun görevi boyunca çok sayıda nesneden duyarlı veri toplayarak gök cisimlerinin uzaklıklarının hesaplanabilmesi için önemli bir parametre olan

trigonometrik paralaks açısını ölçmektedir. *Gaia* uydusu yıldızları farklı zamanlarda tekrar tekrar gözlemleyerek yıldızların alan yıldızlarına göre konumlarındaki değişimin bir sonucu olan trigonometrik paralaks açısını ölçer (Şekil 2.6).

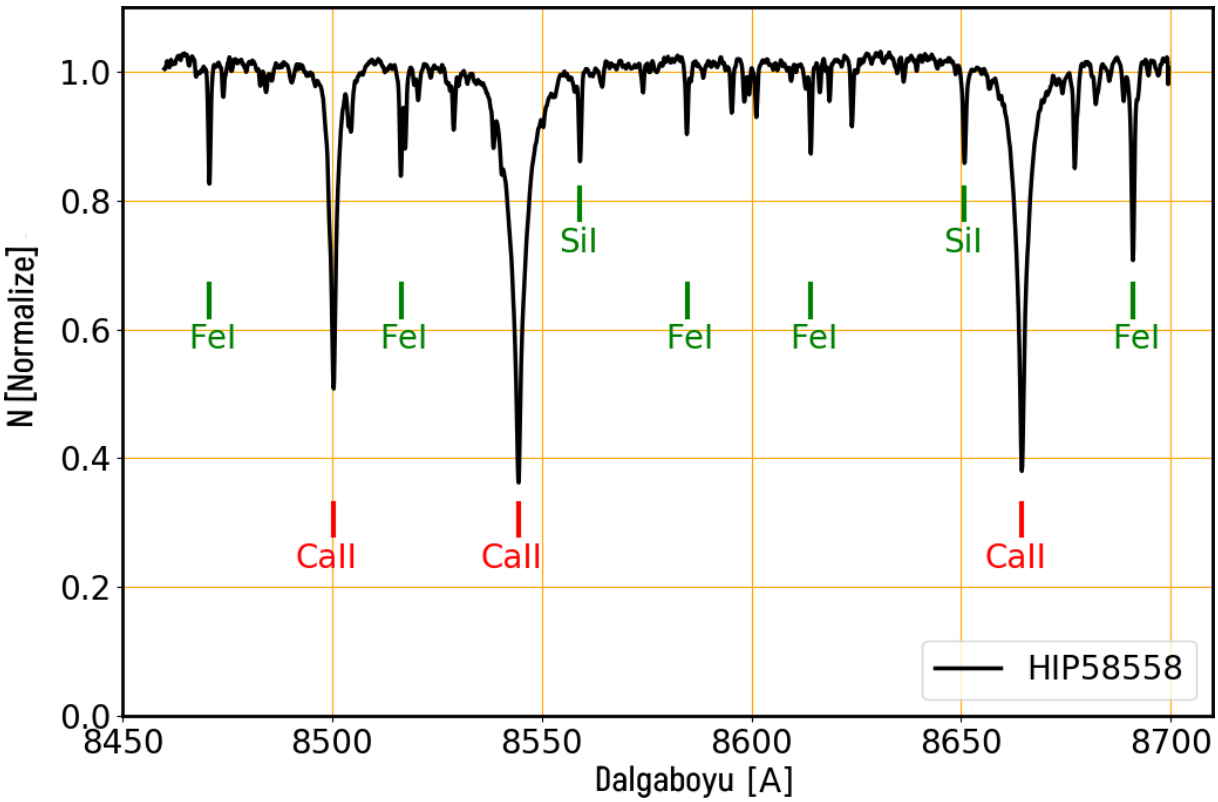



**Şekil 2.6:** Güneş'e yakın bir yıldızın zemin yıldızlarına göre farklı tarihlerde yapılan ölçümleriyle hesaplanan trigonometrik paralaks açısı.

Dolayısıyla, ölçülen paralaks açılarıyla kaynakların uzaklıkları kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Astronominin en temel problemlerinden biri olan uzaklık tayini, *Gaia* uydusu sayesinde Samanyolu içinde trigonometrik paralaks yönteminin uygulanmasıyla hassas bir şekilde gerçekleştirilir.

**Radyal Hız Spektrometresi (RVS):** *Gaia* uydusunun diğer bir önemli bilimsel aracı RVS'dir (Katz ve diğ., 2019). Yüksek çözünürlüklü tayflardaki soğurma çizgilerinde meydana gelen

Doppler kaymasını ölçerek yıldızların radyal hızlarını hassas bir şekilde tayin etmektedir. RVS'nin tayf ölçümü *G* parlaklığı 16 kadirden daha parlak yıldızlara uygulanabilmektedir. Ölçümler Ca II triplet çizgilerinin (8498.02, 8542.09, 8662.14 Å) bulunduğu dalgaboyu aralığında gerçekleştirilmekte olup tayfsal çözümleme gücü $R = \lambda/\Delta\lambda = 11{,}500$'dür (Şekil 2.7).

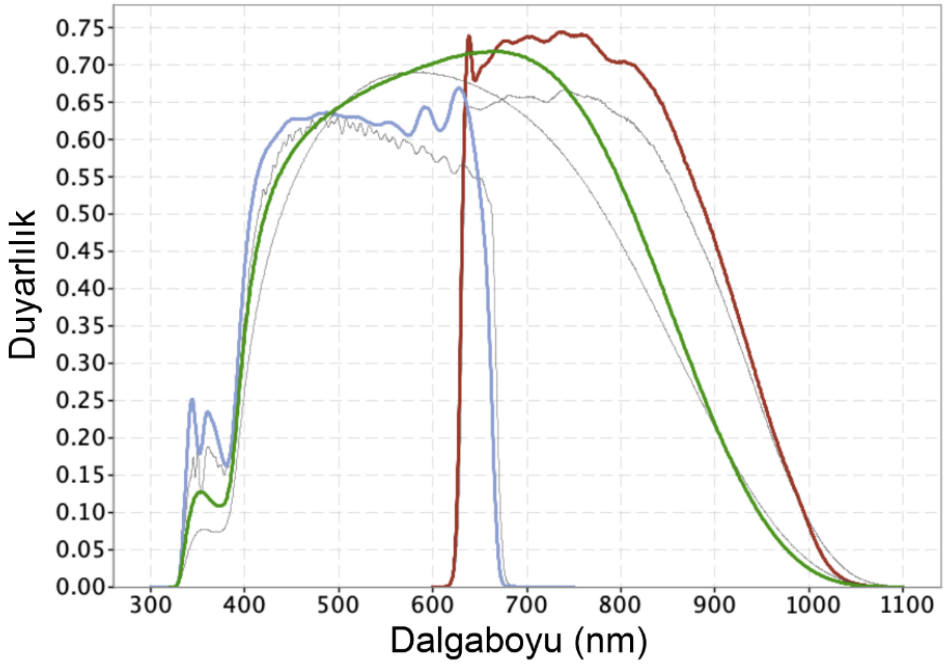



**Şekil 2.7:** HIP 58558 yıldızının 8450 < λ (Å) < 8775 aralığındaki tayfında görülen Ca II tripleti ve diğer ağır elementler (Katz ve diğ., 2019).

*Gaia* uydusunun incelediği yıldızlar doğrultusunda RVS ile gözlem yapılırken, yıldızın tayf çizgilerinde meydana gelen kırmızıya veya maviye kayma değerleri ölçülmek suretiyle yıldızların radyal hızları tayin edilmektedir. Radyal hız verileri sayesinde yıldızların Galaksi içindeki hareketleri ve dinamik yapılarına dair önemli bilgiler elde edilmektedir.

**Fotometrik araç (BP/RP):** *Gaia* uydusunun bilimsel görevleri için en temel araç olan fotometrik araç (BP/RP) üç farklı renk filtresindeki fotometrik sistemden meydana gelmektedir. Gökbilimciler için paha biçilmez bir öneme sahip olan yeşil, mavi ve kırmızı renklerde olan fotometreler, yıldızların renk indekslerini üreterek Samanyolu'na dair yeni bir bakış açısını da

beraberinde getirmektedir. Yıldızların renkleriyle astrofizik özellikleri arasındaki ilişki dikkate alındığında, *Gaia*'nın fotometrik aracı astrofizik çalışmalarda oldukça kullanışlıdır.



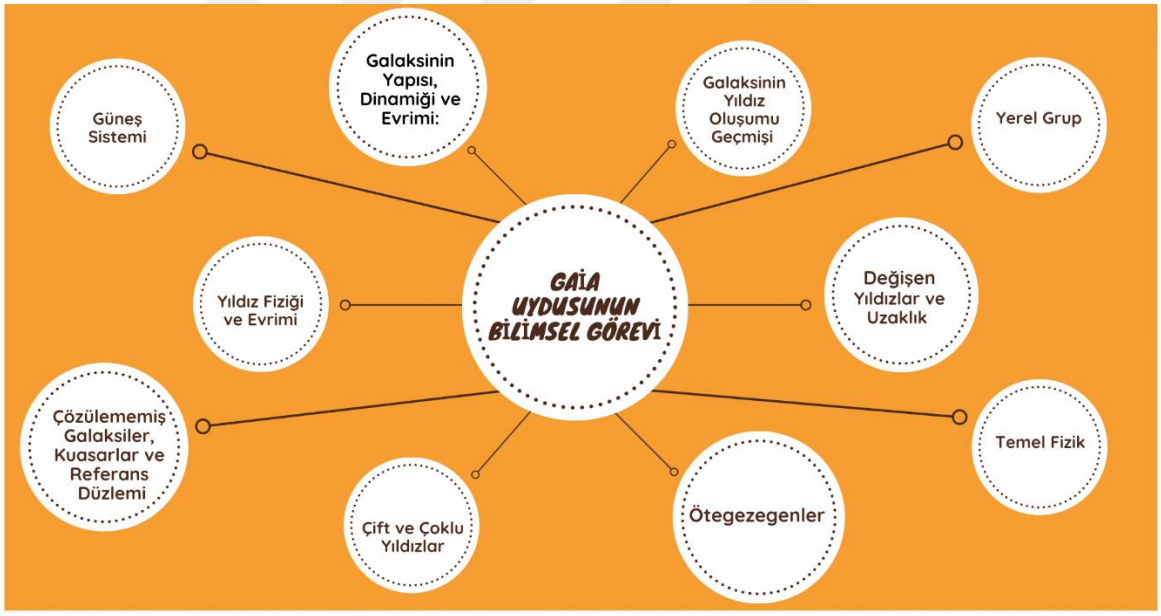

**Şekil 2.8:** *Gaia* DR3 veri tabanında kullanılan *G* (yeşil), $G_{BP}$ (mavi) ve $G_{RP}$ (kırmızı) bantlarının duyarlılık fonksiyonları. Gri renkli eğriler uydu için tasarlanan teorik geçirgenlik fonksiyonlarını göstermektedir (Jordi ve diğ., 2010).

Bu renkler, yıldızların sıcaklıklarından tayfsal özelliklerine, kütlelerine ve kimyasal bileşenlerine kadar uzanan temel astrofizik özellikleri hakkında bilgi vermektedir. *Gaia* uydusunun fotometrik aracından alınan veriler *G* (330-1050 nm; yeşil), $G_{BP}$ (330-680 nm; mavi) ve $G_{RP}$ (630-1050 nm; kırmızı) olmak üzere üç geniş banttan elde edilmektedir (Şekil 2.8). Fotometrik çalışmalarını, 330 ile 1050 nm aralığında geniş bir optik *G* bandında sürdüren *Gaia* Uzay Teleskobu; fotometrik, tayfsal, astrometrik ölçümler ile *G* parlaklık bandı 3 ile 20 kadir aralığında bulunan yıldızların görünen parlaklıklarını, konumlarını, trigonometrik paralakslarını, öz hareketlerini ve radyal hızlarını ölçmektedir. *Gaia* fotometrik sisteminin temel bandı olan *G* filtresiyle görünen parlaklıkları $3 < G < 20$ kadir aralığındaki nesnelerin ölçümleri yeterince hassas gerçekleştirilmektedir; fakat $3 < G < 6$ kadir aralığındaki parlak nesnelerin fotometrik bakımdan doyuma ulaşmaları göz önünde bulundurulduğunda, bu parlak nesnelerin *Gaia* veri tabanında yer almama olasılığı söz konusu olabilir. RVS ve BP/RP araçlarından gelen bu birleşik gözlemler, *Gaia* uydusunun Galaksi'deki yıldızların hareketlerini

ve özelliklerini anlayarak Samanyolu'nun ayrıntılı bir haritasının oluşturulmasına katkıda bulunur.

### 2.1.2 *Gaia* Uydusunun Bilimsel Görevi

*Gaia*, ESA'nın uzay-astrometri görevidir ve başarılı bir şekilde devreye alınmasının ardından 2014 yılının ortalarında bilimsel hedeflerini gerçekleştirmek üzere görevine başlamıştır. Modern astronomi mühendisliğinin ve uluslararası işbirliğinin bir zaferi olan *Gaia* uydusunun bilimsel görevi, Samanyolu'nun kinematik, dinamik ve kimyasal yapısıyla evrimini araştırmaktır (Gaia işbirliği., 2016a). Buna ek olarak, *Gaia*'nın verileri yıldız evrimi ve fiziği, yıldız oluşumu, yıldızların parlaklık değişimi, uzaklık ölçeği, çoklu yıldız sistemleri, öte-gezegenler, Güneş Sistemi cisimleri, galaksiler, kuazarlar ve temel fizik dahil olmak üzere astrofiziğin birçok başlığı üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir (Şekil 2.9).




**Şekil 2.9:** *Gaia* uydusuyla gerçekleştirilen bilimsel görevler.

*Gaia* uydusu, her biri farklı amaçlar için mükemmel şekilde tasarlanmış aletlerden oluşan bir orkestradır. Spektro-fotometre, radyal hız spektrometresi ve fotometrik aletler bu keşif senfonisinin virtüözleridir; öyle ki yıldız tayflarını, hızlarını ve renklerini şaşırtıcı bir hassasiyet ile tespit edebilmektedir. 100'den fazla CCD detektörü içeren bir odak düzlemiyle gökyüzünü araştırmakta olan uydu, bilimsel görevi boyunca $G \approx 20.7$ kadire kadar olan tüm nesneleri en

az 70 kez gözleyecektir. Bu gözlemleri sonucunda gök cisimlerinin mutlak astrometri (konumlar, öz hareketler ve trigonometrik paralakslar), filtrelenmemiş *G* bandında geniş bant fotometri, düşük çözünürlüklü mavi ve kırmızı (spektro-) fotometri (BP ve RP) ve tüm nesneler için $G_{BP}$ ve $G_{RP}$ fotometrik verileri elde edilmektedir.

*Gaia* uydusunun birincil görevi Samanyolu'nun üç boyutlu bir haritasını oluşturmaktır. Bunun için yıldızların trigonometrik paralaks ve öz hareketlerinin yüksek hassasiyetli ölçümünü gerçekleştirmektedir. *Gaia* uydusunun giriştiği bu bilimsel arayış, çığır açıcı olduğu kadar da iddialıdır; çünkü Samanyolu'nun yapısının, oluşumunun ve evriminin ortaya çıkartılmasına yönelik eşsiz bir araştırma sunarak Galaktik arkeoloji çağının da başlamasına katkıda bulunmuştur. (Katz ve diğ., 2018). Astrometrik becerisine ilaveten *Gaia*, her yıldızın parlaklığı, sıcaklığı ve kimyasal kompozisyonu hakkında önemli veriler sağlayan ayrıntılı bir fotometrik araştırma da yürütmektedir. Bu kapsamlı fotometrik veri, yıldız nesnelerinin sınıflandırılması ve evrimlerini belirleyen içsel özelliklerin anlaşılması için kritik öneme sahiptir (Evans ve diğ., 2018). RVS, *Gaia* uydusunun görüş alanındaki yıldızların radyal hızlarını ölçerek Samanyolu'nun kinematik davranışının araştırılması için önemli bir bileşen sunar (Katz ve diğ., 2019). Astronomi dünyasında çığır açan *Gaia* görevinin merkezinde Samanyolu ve ötesindeki bir milyardan fazla nesnenin konum ve hızlarının benzersiz bir şekilde ölçülmesi bulunur. *Gaia* sahip olduğu ekipmanlar ile bir kozmik nüfus sayımı gerçekleştirmektedir. *Gaia* uydusunun bilimsel hedefleri Samanyolu'nun gizemini koruyan yapısal özelliklerini deşifre etmekten yıldızların yaşam döngülerini anlamaya ve uzak öte-gezegen sistemlerini tespit etmeye kadar çok yönlü bir keşif programını kapsamaktadır. *Gaia*, Galaksi'deki görünen ve görünmeyen karanlık maddenin dağılımı ve kinematik analiziyle Samanyolu'nun oluşumu ve evrimine yönelik soruları çözebilmek için tasarlanmıştır. Samanyolu'nu oluşturan yıldızların fiziksel özelliklerini ortaya çıkarmak için ölçümler gerçekleştiren uydunun toplamış olduğu veriler, Galaksi'deki yıldızların sadece %1'ini kapsıyor olsa da geniş bir hacim içindeki bir milyardan fazla nesnenin kapsamlı istatistiksel analiz çalışmalarının yapılmasına olanak sağlamaktadır (Gaia işbirliği, 2016b). *Gaia* uydusunun gözlemleri Galaksi diskindeki yıldızlara ve kümelere, Galaktik merkezden uzaklara ve aynı zamanda halodaki nesnelere ulaşmayı kolaylaştırırken, Güneş komşuluğundaki yıldızlar için de son derece yüksek duyarlılıkta veriler sağlamaktadır. Yıldızlar arası ortamın bir etkisi olan sönükleşme verilerine incelenen yıldızlardan itibaren ulaşılarak Samanyolu'ndaki tozun üç boyutlu dağılım haritasını oluşturmak da mümkündür (Lallement ve diğ., 2022). *Gaia* uydusunun hassas trigonometrik ölçümleri sayesinde

yıldızların uzaklıkları beklenenin çok ötesinde doğru ve duyarlı hesaplanacağından bu verilerin fotomerik ve tayfsal veriler ile birleştirilmesi yıldız doğrultusu için üç boyutlu sönükleşme haritalarının yapılmasına fırsat vermektedir (Sale ve Magorrian, 2018; Green ve diğ., 2019; Lallement ve diğ., 2019; Leike ve diğ., 2020; Guo ve diğ., 2021). Bu şekilde, *Gaia* sadece yıldız içeriğiyle değil, aynı zamanda Samanyolu'ndaki yıldızlar arası maddenin dağılımı hakında da bilgi sağlamaktadır.

*Gaia* uydusunun göreve başlatılmasına yönelik bilimsel gerekçe 2000 yılında titizlikle hazırlanmıştır (Perryman ve diğ., 2001). *Gaia*'yı diğer bilimsel görevlerden ayıran en büyük üstünlük, astrometrik bakımdan şimdiye kadar eşi benzerine ulaşılmamış bir doğruluk ve duyarlılığa sahip olmasıdır. Benzer şekilde, uydunun topladığı fotometrik ve tayfsal veriler göz önünde bulundurulduğunda, son birkaç on yılda gerçekleştirilen yer tabanlı gökyüzü tarama programlarıyla (York ve diğ., 2000; Skrutskie ve diğ., 2006; Steinmetz ve diğ., 2006) elde edilen bulgulardan bile daha fazla katkı sunma potansiyeli barındırmaktadır. *Gaia* uydusunun uzaydaki ortamı, özen ile tasarlanmış tasarımıyla birleştiğinde, doğruluk, hassasiyet, dinamik aralık ve gökyüzü kapsamı gibi benzeri görülmemiş bir özellik kompozisyonu içermektedir.

*Gaia* uydusunun RVS'si tarafından toplanan tayflar özellikle en parlak yıldızlar için oldukça büyük bir sinyal-gürültü oranına (*S/N*) sahiptir. Küresel ölçekte, *Gaia*'nın astrometrik yönü ayırt edici bir özellik olarak durmaktadır; çünkü astrometrik gözlemlerinde yay saniyesinin binde biri (mikro yay saniyesi) hassasiyetinde bir duyarlılığa ulaşmasıyla çok uzaktaki yıldızların uzaklıklarını hesaplanabilir hale getirmiştir. Sonuç olarak, on yıldan uzun bir süre önce oluşturulan bilimsel çerçeve, *Gaia*'nın veri yayımlarının bir dizi derin bilimsel soruyu ele almak için vazgeçilmez gerekliliğiyle son derece alakalı olmaya devam etmektedir (Walton ve diğ., 2014).

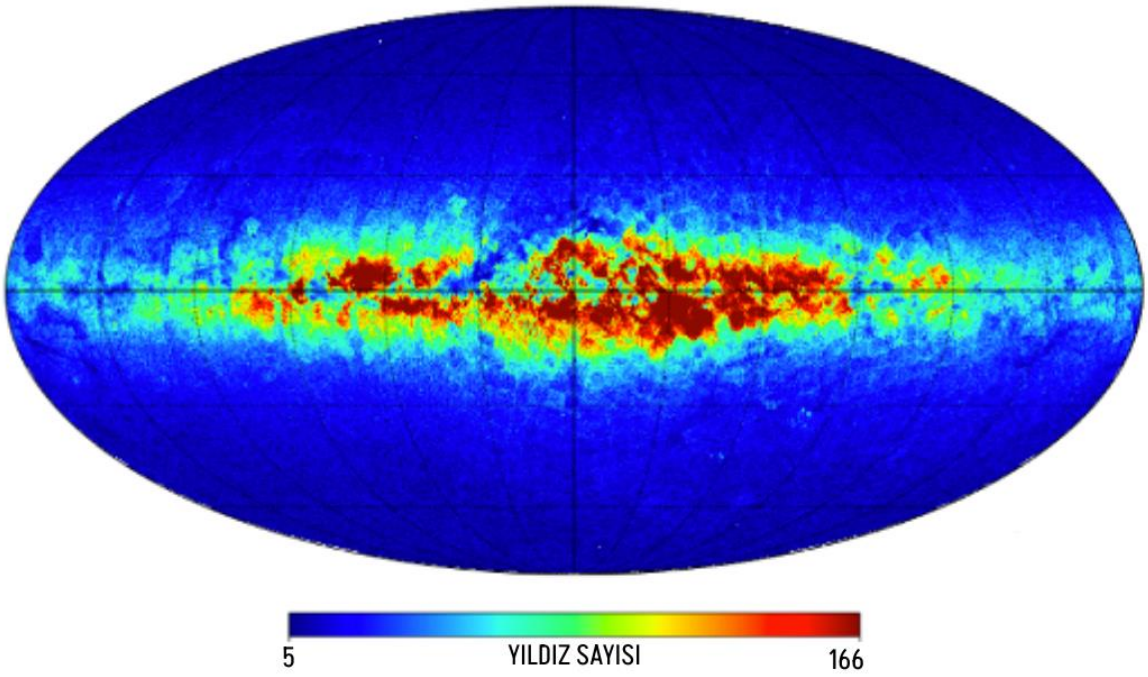
### 2.1.3 Gaia Veri Sürümleri

*Gaia* görevinin bilimsel amacı, yıldızların üç boyutlu uzaysal ve hız dağılımlarını ölçmek, etkin sıcaklık ve yüzey çekim ivmesi gibi astrofiziksel parametrelerini belirlemek, Samanyolu'nun yapısını, oluşumunu ve gelecekteki evrimini anlamaktır. *Gaia*, bu görev kapsamında Samanyolu ve ötesindeki yıldızların konum, hareket ve uzaklıklarını hesaplayarak elde edilen tüm verileri belirli dönemlerde farklı veri sürümleri olarak yayımlamaktadır. Bu bağlamda yayımlanan ilk veri sürümü *Gaia* DR1 olarak isimlendirilmiştir. 14 Eylül 2016 tarihinde

yayımlanan *Gaia* Veri sürümü 1 (DR1), yaklaşık 1.2 milyar nesnenin yüksek hassasiyetli fotometrik ve astrometrik ölçümlerini içermektedir (Gaia işbirliği, 2016b). Bu ilk katalog, *Gaia*'nın faaliyetlerinin ilk 14 ayında toplanan gözlemlere dayanmaktadır. *Gaia* DR1, Samanyolu'nun üç boyutlu haritasını oluşturmak için bir temel atmıştır (Gaia işbirliği, 2016b).

25 Nisan 2018 tarihinde yayımlanan ikinci veri sürümü (DR2) *Gaia* uydusunun 22 aylık gözlemlerine dayanmaktadır (Gaia işbirliği, 2018). Bu veri sürümünde, $3 < G < 21$ kadir gibi geniş bir parlaklık aralığında yaklaşık 1.7 milyar gökcismi için ekvatoral koordinat ve *G* görünür parlaklıklar, yaklaşık 1.3 milyar nesne için trigonometrik paralaks ve öz hareket bileşenlerini kapsayan fotometrik ve astrometrik veriler yer almaktadır. Öz hareket ve trigonometrik paralaks verilerindeki belirsizlikler büyük ölçüde yıldızların parlaklıklarına bağlıdır; öyle ki daha sönük kaynaklar için bile ölçümdeki belirsizlikler trigonometrik paralaksta 1 mas ve öz hareket bileşenlerinde 1 mas/yıl'dan daha küçüktür. Ayrıca *Gaia* DR2, $G = 12$ kadirden daha parlak 7.2 milyon yıldızın radyal hız ölçümlerini içererek kinematik çalışmalar açısından önemli bir veri seti haline gelmiştir; öyle ki Galaksi diskinin kinematiğine dair ilk bulguların literatüre kazandırılmasını sağlamıştır (Soubiran ve diğ., 2018; Katz ve diğ., 2019; Tarricq ve diğ., 2021). *Gaia* DR2 veri tabanında kayıtlı 7.2 milyon yıldızın Galaktik koordinat sistemi üzerindeki dağılımları Şekil 2.10'da gösterilmiştir. Yıldızların büyük çoğunluğu Galaksi merkezi bölgesinde yoğunlaşmaktadır.

*Gaia* uydusunun üçüncü veri sürümünün erken yayımlanan kataloğu (*Gaia* EDR3; Early Data Release) 3 Aralık 2020 tarihinde araştırmacıların kullanımına sunulmuştur. 34 aylık gözlemlerin indirgenmesi sonucunda yaklaşık 1.8 milyar nesne için fotometrik ve astrometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir (*Gaia* EDR3; Gaia işbirliği, 2021). *Gaia* EDR3 kataloğu, *Gaia* DR2'ye kıyasla daha fazla yıldızın daha duyarlı fotometrik verilerini içermektedir. Ayrıca ölçümleri gerçekleştirilen yıldızların konum ve trigonometrik paralakslarındaki belirsizlikleri 0.8 kat azalırken, sönük nesnelerin öz hareket bileşenlerindeki belirsizliklerde 0.5 katlık bir artış gözlenmiştir (Lindegren ve diğ., 2021).

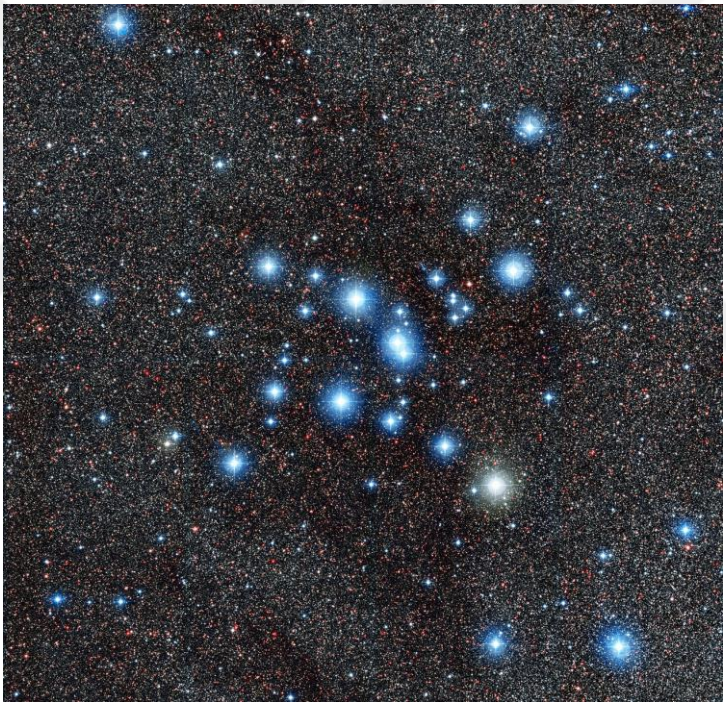



**Şekil 2.10:** *Gaia* DR2 veri tabanında radyal hız ölçümleri gerçekleştirilmiş yaklaşık 7.2 milyon yıldızın Galaktik koordinat sistemindeki dağılımları. Galaksi merkezi şeklin merkezinde yer almakta ve Galaktik boylamlar sol tarafa doğru büyümektedir. Şekil üzerindeki bir piksel 0.2 derece kareye karşılık gelmektedir (Katz ve diğ., 2019).

13 Haziran 2022 tarihinde *Gaia* uydusunun üçüncü veri sürümü olarak yayımlanan *Gaia* DR3, şimdiye kadar ki en güncel veri setini oluşturmaktadır (Gaia işbirliği, 2023). Bu veri sürümünde 1.59 milyar kaynak için kapsamlı nesne sınıflandırmaları yapılmış olup bu nesnelerin özellikleri ve karakteristikleri hakkında veriler sunulmaktadır. Katalogda BP/RP tayflarından elde edilen etkin sıcaklık ($T_{\rm eff}$), yüzey çekim ivmesi (log $g$), metal bolluğu ([M/H]), $G$ bandındaki yıldızlar arası sönükleşme ($A_{\rm G}$) ve uzaklık gibi temel astrofiziksel parametreler 470 milyon nesne için büyük bir hassasiyetle elde edilmiştir. Ayrıca *Gaia* DR3 veri tabanında, 217 milyon yıldızın tayf türünü ve 57 bin yıldızın da emisyon çizgi sınıflaması gerçekleştirilerek bu yıldızların doğal özelliklerine ve evrimsel aşamalarına ışık tutulmuştur. Ayrıca bu veri tabanında $G$ = 14 kadirinden daha parlak yıldızların radyal hızlarıyla birlikte çizgi genişlemesi, $G_{\rm RVS}$ parlaklığı, değişen yıldızlar, Güneş Sistemi nesneleri ve hem tayfçekerden hem de RVS'den elde edilen ve ilk kez yayımlanan tayflar yer almaktadır (Babusiaux ve diğ., 2023).

## 2.2 AÇIK KÜMELER

Dev bir molekül bulutunun çökmesiyle neredeyse eş zamanlı olarak oluşan yıldızların birbirlerine kütleçekimsel kuvvetle bağlı olarak oluşturdukları yıldız toplulukları açık yıldız kümesi olarak bilinmektedir. Galaksi içinde oluştukları konum itibariyle Samanyolu'nun disk bileşeni içinde olduklarından bu nesnelere Galaktik kümeler de denmektedir. Bir açık küme içerisinde kütleleri birbirinden farklı olan fakat yaş, uzaklık, kimyasal bolluk gibi temel astrofizik parametreleri açısından birbirleriyle nispeten benzerlik gösteren onlarca ya da binlerce üye yıldız bulunmaktadır (Friel, 1995). Bu durum açık kümeleri yıldız oluşumu ve evrimleri hakkında bilgiler sağlayan laboratuvarlar haline getirmektedir (Şekil 2.11).



**Şekil 2.11:** ESO'nun Şili'deki La Silla Gözlemevi'ndeki 2.2 m'lik teleskobuyla alınmış Messier 7 açık kümesinin bir görüntüsü[5].

Antik çağlara kadar uzanan köklü bir gözlem geçmişine sahip olan açık kümeler, teleskobun icadından önce de gökbilimcilerin dikkatini çekmeyi başarmış ve bulutlu yıldızlar olarak sınıflandırılmışlardır. Bunun sebebi çıplak gözle bakıldığında tam olarak bir küme gibi görünmemelerinden kaynaklanmaktadır. 17. yüzyılın başlarında teleskobun icadıyla birlikte

[5] https://www.eso.org/public/images/eso1406a/

açık kümelerin sınıflandırılmasında önemli bir değişikliğe gidilmiştir. Galileo Galilei'nin Pleiades ve Hyades kümeleri üzerine yaptığı gözlemler sonucunda söz konusu bulutsu yıldızların aslında yıldız kümeleri olduğu ortaya çıkmıştır.

Galaksi'de küme olarak sınıflanan, açık ve küresel kümeler olarak bilinen iki farklı yıldız topluluğu vardır. Açık kümelere göre çok daha fazla yıldız içeren küresel kümeler, Samanyolu'nun halo ve şişkin bölgesinde yer alırlar. Basık Galaktik yörüngelerde hareket eden küresel kümeler metalce fakir yıldızlardan oluşurken, açık kümeler Galaksi diskinde, çember yörüngelerde ve metalce zengin yıldızlardan meydana gelirler. Açık kümeler Galaksi diskinin farklı uzaklıklarında bulunduklarından Galaksi merkezine yakın olanlar Galaktik çekimsel tedirginliklerden kolaylıkla etkilenerek kısa bir zaman ölçeğinde yıldızlar arası ortama karışırlar. Bu durum çok basık yörüngelerde hareket eden küresel kümeler için geçerli değildir.

Zayıf kütleçekim kuvvetiyle birbirlerine bağlı olan açık kümeler farklı biçimlerde ve farklı boyutlarda bulunabilirler (McKee ve Ostriker, 2007). Genç açık kümeler oluştukları molekül bulutunun toz yapısını çevresinde barındırırken, yaşlı kümelerde toz etkisi görünmez. Çok fazla yıldıza sahip olmadıkları için çoğunlukla yaygın bir görünüme sahip olan açık kümelerin yıldız alanlarında kolaylıkla fark edilmeleri zordur. Yıldız oluşumunun en fazla olduğu yerler Galaktik düzlem civarı ve spiral kollardır. Bu sebeple açık kümeler, spiral kolların yapısının ortaya konmasında çalışılan önemli gök cisimlerindendir. Genç açık kümeler spiral kollarda doğduklarından, ortamdaki yıldızlar arası maddenin geçirgen olmaması nedeniyle çok sayıda keşfedilmemiş açık kümenin olduğu düşünülmektedir. Açık kümeler bir molekül bulutunun çökmesiyle oluştuğundan kümeye üye yıldızların uzaklıkları, kimyasal bollukları ve yaşları birbiriyle benzerdir. Galaksi diskinde yer alan açık kümeler geniş bir yaş aralığında bulunabilir (Lada ve Lada, 2003). NGC 188, 7-8 Gyıl yaşı ile literatürdeki en yaşlı açık kümelerden biriyken (Fornal ve diğ., 2007), SAI25 açık kümesi yaklaşık 1.6 Myıl ile en genç kümelerden biri olarak bilinmektedir (Cantat-Gaudin ve diğ., 2020). Genç açık kümeler çoğunlukla Perseus spiral kolu üzerinde, yaşlı açık kümeler ise Galaksi diskinin sınırlarında bulunurlar.

Gelişen teknolojiyle birlikte uzay tabanlı teleskoplar devreye girmiş ve Galaksi astrofiziğine yönelik çalışmalarda büyük bir artış meydana gelmiştir. *Gaia* uydusunun 2013'te görevine başlamasıyla birlikte iyi bir uzaklık göstergesi olan açık kümelere yönelik araştırmalar da ivme kazanmıştır. Astrometrik ölçümlerdeki hassasiyetin artması ve makine öğrenmesine yönelik yöntemlerin kolaylıkla uygulanabilir hale gelmesi bilinen açık kümelerin astrometrik

parametrelerinin güncellenmesinin yanı sıra, çok sayıda açık kümenin de keşfedilmesine yol açmıştır (Cantat-Gaudin ve diğ., 2020; Dias ve diğ., 2021; Hunt ve Reffert, 2023). Bu yolla kataloglanan açık kümelerin homojen yöntemler ile incelenmesi Galaksi disk yapısının anlaşılmasına katkıda bulunduğu gibi, kümelerin kimyasal kompozisyonlarını içeren tayfsal gözlemlerin bir arada incelenmesi Galaksi diskinin oluşum ve evrimine yönelik kemo-dinamik modellerin sınanmasına da olanak sağlamıştır (Netopil ve diğ., 2022; Magrini ve diğ., 2023). *Gaia* uydusunun uzun dönemli gözlemlerinden hesaplanan astrometrik, fotometrik ve tayfsal gözlemlerin bir arada incelenmesi özellikle açık kümeleri kullanan araştırmacılar için yıldız evriminin yanı sıra, Samanyolu'nun dinamik özelliklerinin anlaşılması açısından da önemlidir.

### 2.2.1 Açık Küme Katalogları

Açık yıldız kümeleri, yıldız evriminin, Samanyolu'nun yapı, oluşum ve evriminin anlaşılmasında kullanılan önemli gök cisimleridir. Yüksek kaliteli yıldız kümesi kataloglarının oluşturulması ve sürdürülmesi, bu alanların çoğunun temelini oluşturan verileri sağladığı için araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Küme verilerinin hassas ve homojen bir biçimde hazırlanmış olması çalışmaların gerçekleştirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Açık küme kataloglarının oluşturulmasında astrometrik, fotometrik ve tayfsal yöntemlerin kullanılmasıyla elde edilen veriler yer almaktadır. Astrometrik yöntemler ile yıldızların konum, uzaklık ve hareketleri, fotometrik yöntemler ile yıldızların elektromanyetik tayfın farklı bölgelerindeki parlaklıkları ve tayfsal yöntemler ile de yıldızların atmosfer model parametreleri ($T_{\rm eff}$, log $g$, [Fe/H], $\xi$) ile radyal hızları tayin edilmektedir. Yer tabanlı teleskoplar ile gerçekleştirilen astrometrik gözlemler Dünya atmosferinin olumsuz etkilerine maruz kaldığı için, elde edilen veriler yay saniyesi mertebesindedir. Günümüzde adaptif optik teknolojisinin kullanılması, atmosferin bozucu etkisini ortadan kaldırılmaktadır (Calia ve diğ., 2010). Bu yöntemin kullanılmasıyla, 589 nm'lik lazerin Dünya atmosferinin yaklaşık 100 km yüksekliğindeki nötral sodyum tabakasında oluşturduğu sahte yıldız görünütüsü incelenerek elde edilen atmosferik türbülans profilinin modellenmesi sonucunda, gözlemler üzerindeki atmosferik etkiler en aza indirilmektedir. Ancak, bu yöntem 4 m'den büyük ve özel ayna sistemine sahip teleskoplarla uygulanabildiğinden astronominin tüm alanlarına hizmet edememektedir. Uydu teknolojisindeki gelişmeler sayesinde elektromanyetik tayfın farklı bölgelerinde gözlemler yapan uzay teleskoplarının 20. yüzyılın sonlarına doğru devreye girmesiyle Dünya atmosferinin gözlemlere etkisi tamamen ortadan kaldırılmıştır. Uzay teleskoplarının yaygın bir şekilde

kullanılmaya başlanmasıyla astrometrik gözlemlerde mili veya mikro yay saniyesi mertebelerine ulaşılabilmektedir (ESA, 1997; Gaia işbirliği, 2016b, 2018). Günümüzden yaklaşık 40 yıl önce açık küme kataloglarına dair ilk çalışma Lynga ve Palous'un (1987) bilinen açık küme verilerini radyal metal bolluğu gradyenti ve Galaksi diskinin diğer özelliklerini araştırmak amacıyla tek bir katalogda derlemesiyle ortaya çıkmıştır (Lynga, 1982; Janes, Tilley ve Lynga, 1988). Takip eden süreçte Galaktik açık kümelerdeki yıldızların yer aldığı bir veri tabanı olan Web Database for Galactic Open Cluster (WEBDA)[6] geliştirilmiştir (Mermilliod, 1996). Yaklaşık 500 açık kümenin yıldızlarını kapsayan veri tabanında kaynaklara ait fotometrik, astrometrik, tayfsal vb. gibi birçok ölçüme ait veriler bulunmaktadır. Zaman içinde farklı gökyüzü tarama programlarının devreye girmesiyle birlikte yeni açık küme katalogları da oluşturulmuştur. Dias ve diğ. (2002) Lynga'nın kataloğunu kullanarak elektromanyetik tayfın optik bölgesinde görünen kümelerin ve yeni açık küme adaylarının bulunduğu Dias Açık Küme Veri Kataloğu, DAML02 ismiyle bilinen bir katalog oluşturmuştur. DAML02 kataloğu Lynga ve Palous (1987) tarafından oluşturulan katalogdan yaklaşık 1.5 kat daha kapsamlı olmakla beraber açık yıldız kümelerine ait katalogların geliştirilmesi ve güncel tutulması açısından da dikkat çekici olmuştur. Johnson ve Morgan (1953) fotometrik sisteminde $V = 14$ kadir görünen parlaklığına kadar olan 2.5 milyondan fazla yıldızın uzay ve yer tabanlı gözlemlerinden elde edilen yüksek hassasiyetli katalogların eşleştirilip ilgili yıldız verilerinin standart sisteme indirgenmesiyle All-Sky kataloğu oluşturulmuştur (Kharchenko, 2001). Derlenmiş katalogda sunulan yıldızlara ait veriler ekvatoral koordinatlar (J2000, epok 1991.25), *HIPPARCOS* sistemindeki öz hareketler ve Johnson ve Morgan (1953) sistemindeki *B* ve *V* parlaklıklarıdır. Bu çalışma neticesinde 520 açık kümenin temel astrofizik parametreleri elde edilerek literatüre kazandırılmıştır. Bu kataloğun kullanılmasıyla açık kümelerin Galaksi içindeki konumlarına bağlı olarak uzunluk ve yükseklik ölçekleri tayin edilmiş ve metal bolluklarıyla Galaksi merkezinden uzaklıkları bir arada değerlendirilerek, Galaksi diski için metal bolluğu gradyent araştırmaları gerçekleştirilmiştir (Chen ve diğ., 2003; Piskunov ve diğ., 2006). Galaksi diski, yıldız oluşumunun günümüzde halen devam ettiği dinamik bir bileşendir. Burada bulunan yoğun gaz ve toz elektromanyetik tayfın optik bölgesinde yapılan gözlemler için ciddi bir problem olan sönükleşme etkisine neden olmaktadır. Açık kümelerin yıldızı oluşum bölgelerinde gömülü olması onların optik bölgede tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmek için yıldızlar arası toz ve gazdan etkilenmeyen bir bölge olan

[6] https://webda.physics.muni.cz

kızılötesi dalgaboyunda gözlem yapılmalıdır. Bu amaç doğrultusunda yer tabanlı ve tüm gökyüzünü içerecek şekilde bir gökyüzü tarama programı 1997 ile 2001 yılları arasında devreye girmiştir. İki Mikron Tüm Gökyüzü tarama programı (2MASS) olarak bilinen bu program, 1.5 metre çapındaki iki özel teleskoptan oluşup, yakın kızılötesi $J$ (1.25 μm), $H$ (1.65 μm) ve $K_s$ (2.16 μm) fotometrik bantlarında gökkürenin %99.998'ini kapsayan 25.4 TB ham görüntüleme verisi toplamıştır (Skrutskie ve diğ., 2006). Yakın kızılötesi bölgede yaklaşık 471 milyon nesne içeren bu nokta yıldız kataloğu (Cutri ve diğ., 2003) Galaksi diskinde yıldızlar arası ortama gömülü olan açık kümelerin ve yıldız oluşum bölgelerinin keşfedilmesinde kritik bir rol oynamıştır. Kharchenko ve diğ. (2013) Samanyolu yıldız kataloğundaki (MWSC) açık kümeleri homojen yöntemler ile analiz ederek kümelerin temel astrofizik parametrelerini tayin etmiştir. Ayrıca küme üyesi yıldızların tespitinde küme alanındaki yıldızların öz hareket bileşenlerini PPXML kataloğundan (Roeser ve diğ., 2010) alarak bu verileri Cutri ve diğ.'nin (2003) nokta yıldız kataloğundaki yakın kızılötesi parlaklıklarıyla eşleştirerek güncel bir veri seti hazırlamıştır.

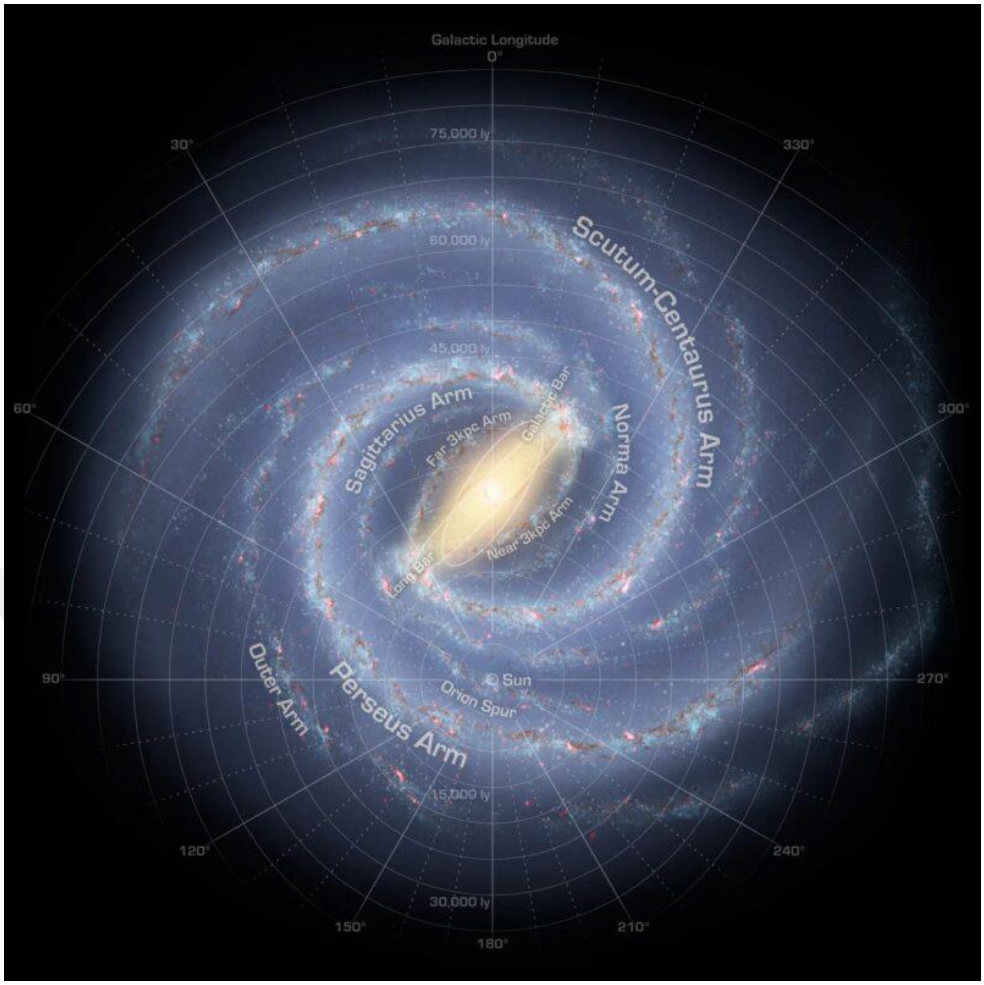
*Gaia* çağının başlaması açık küme verileri açısından önemli bir dönem olmuştur (Perryman ve diğ., 2001; Gaia işbirliği, 2016b). Tek bir uydunun gözlemlerinden elde edilen çok sayıda kaynak için oluşturulan yüksek hassasiyetli fotometrik, astrometrik ve tayfsal veriler içeren kataloglar, homojen bir veri seti sağlamıştır. Verilerin güncel ve homojen olması Galaktik yapı ve yıldız astrofiziği çalışmalarının devamlılığı ve çalışmaların geliştirilebilmesi açısından önemlidir. *Gaia* uydusunun belirli dönemlerinde yayımlamış olduğu veri sürümleri (Gaia işbirliği, 2016b, 2018, 2021, 2023) güncellenmiş ve iyileştirilmiş veriler içerdiğinden, birçok araştırmacı tarafından Galaktik yapı çalışmalarında sıklıkla kullanılan ve güvenilen kataloglar arasında ilk sırada yerini almış durumdadır **(**van Leeuwen, 2017b; Gaia işbirliği, 2018**;** Castro-Ginard ve diğ., 2018, 2019, 2020; Cantat-Gaudin ve diğ., 2018, 2020; Liu ve Pang, 2019; Cantat-Gaudin ve Anders, 2020; He ve diğ., 2022; Dias ve diğ. 2021; Perren ve diğ., 2023; Hunt ve Reffert, 2023; Joshi ve Malhotra, 2023; Huanbin ve diğ., 2023a,b; Chunyan ve diğ., 2023; Zhihong ve diğ., 2023).

Açık kümeler birkaç Myıl'dan yaklaşık 10 Gyıl'a kadar uzanan geniş bir yaş aralığında yer aldıklarından, Galaksi diskinin evriminin incelenmesinde ve yıldız oluşum geçmişinin takip edilmesinde önemli gök cisimleridir. Son yıllarda, *Gaia* uydusunun hassas verileri kullanılarak açık kümelere yönelik araştırmaların sayısında belirgin bir artış meydana gelmiştir (Cantat-

Gaudin, 2022; Castro-Ginard ve diğ., 2022; Chi ve diğ., 2023). Büyük ölçekli araştırmalar ve makine öğrenimi yöntemleri sayesinde Galaksi diskinin daha iyi anlaşılmasına yönelik çalışmalar gerçekleşmiştir (Cantat-Gaudin ve diğ., 2018, 2019; Ryu ve Lee, 2018; Sim ve diğ., 2019; Liu ve Pang 2019; Dias ve diğ., 2021; He ve diğ., 2022; Hao ve diğ., 2022; Castro-Ginard ve diğ., 2022). Ayrıca, astrometrik gözlemlerin duyarlılığının artması küme üyesi yıldızların tespitinde büyük bir kolaylık sağlamış olup, açık kümelerin temel astrofizik parametrelerinin tayininde ve kinematik analizlerinde büyük yol alınmasına olanak sağlamıştır (Dias ve diğ., 2014, 2021; Cantat-Gaudin ve diğ., 2018; Soubiran ve diğ., 2018; Castro-Ginard ve diğ., 2022; Zhong ve diğ., 2022; Yontan ve diğ., 2021, 2022, 2023; Yontan, 2023; Taşdemir ve Yontan, 2023; Yontan ve Canbay, 2023).

### 2.2.2 Açık Kümelerin Uzay Dağılımları

Samanyolu çubuklu yapıda spiral kollara sahip bir galaksidir. Spiral kollar galaksilerin en belirgin yapıları olarak öne çıkmaktadır. Güneş Sistemi, Perseus ve Scutum-Centaurus kollarının arasında bulunmaktadır (Şekil 2.12). Bu durum Samanyolu'nun yapısının araştırılmasını zorlaştırmaktadır. Galaksi'deki spiral kol sayısı, oluşumları ve konumları halen günümüzde cevap aranan sorular arasındadır. Yıldız oluşumu en yoğun olarak Galaksi diskinde ve spiral kollarda meydana gelir. Açık kümeler Galaksi diskinin farklı konumlarında bulunurlar. Lynga (1980) ve van den Bergh (1958) incelediği dört yaşlı açık kümenin Galaksi diskinin dış kısımlarında ve Güneş'ten oldukça uzakta konumlandığını tespit etmiştir. Yapılan çalışmalar yaşlı açık kümelerin Galaksi diskinin radyal olarak dış bölgelerinde ve yüksek Galaktik enlemlerde bulunabileceğini, genç açık kümelerin ise düşük Galaktik enlemlerde ve Galaksi diskinin daha iç kısımlarında yer alabileceğini göstermiştir (Buckner ve Froebrich, 2013). Lynga (1982) açık kümelerin yaşlarına ve metal bolluklarına göre Galaksi diskinin farklı bölgelerinde yer alabileceğini ileri sürmüştür. Ayrıca 50 açık kümenin metal bolluklarına göre Galaktik düzlemdeki dağılımlarını incelediğinde, aynı konumda bulunan kümelerin benzer metal bolluğuna sahip olduğunu göstermiştir.

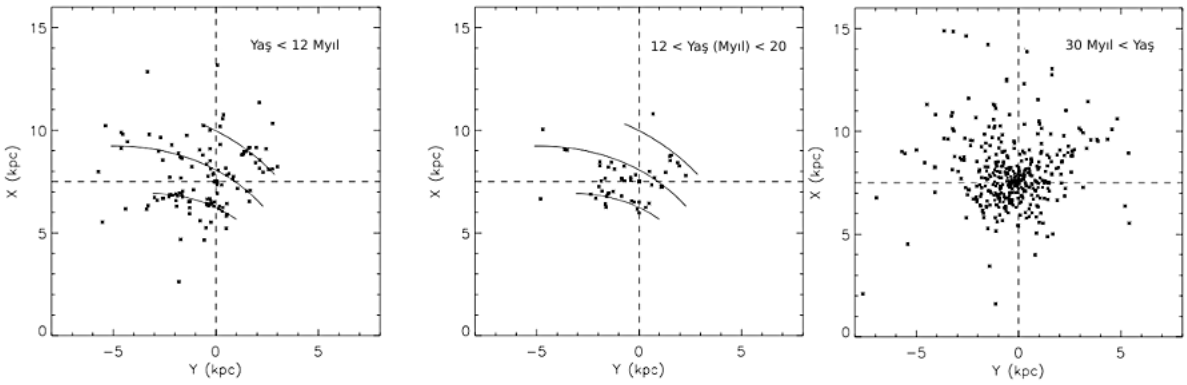



**Şekil 2.12:** Çubuklu spiral bir Galaksi olan Samanyolu'nun temsili bir görüntüsü. Görüntünün merkezinde Galaksi merkezi ve bu merkeze 8 kpc uzaklıkta Güneş'in konumu gösterilmiştir **(**NASA/JPL-Caltech/R.Hurt(SSC/Caltech).

Dias ve Lepine (2005) açık kümelerin Galaksi diskindeki doğum yerlerini küme yaşlarının bir fonksiyonu olarak incelemiş ve Galaksi'nin spiral kollarının dönme hızlarını tayin etmiştir. Araştırmacılar inceledikleri açık kümelerin dağılımlarını $t \leq 12$ Myıl, $12 \leq t$ (Myıl) $\leq 20$ ve $t \geq 30$ Myıl olacak şekilde, üç farklı yaş grubuna göre, Galaksi diski üzerinde incelemiştir (Şekil 2.13). Açık küme yaşları $t = 20$ Myıl'dan daha yaşlı olanların spiral kollardan uzaklaştığı ve kollar arasındaki bölgeyi doldurduğu belirlenmiştir. Genç kümelerin spiral kolların konumu üzerindeki etkisi Şekil 2.13'teki ilk iki panelde bulunan spiral yapıdan görülmektedir. Spiral kollardaki kütleçekimsel kararsızlıklar ve molekül bulutlarının çarpışmaları, bulut oluşumunu ve kümelenmeyi spiral kollar arası bölgelere göre daha verimli bir şekilde etkiler. Yıldız oluşumu spiral kollarda daha fazladır (Elmegreen, 2011). Yıldız oluşumunun yoğun olduğu

spiral kollarda bulunan genç açık kümeler doğdukları bölgeden henüz uzaklaşmamış oldukları için, kollar üzerinde bulunması söz konusudur. Dias ve Lepine (2005) çalışmalarında 12 Myıl'dan daha yaşlı olan kümelerin doğdukları yerden uzaklaştıkları için artık spiral yapıyı takip etmediğini göstermiştir.

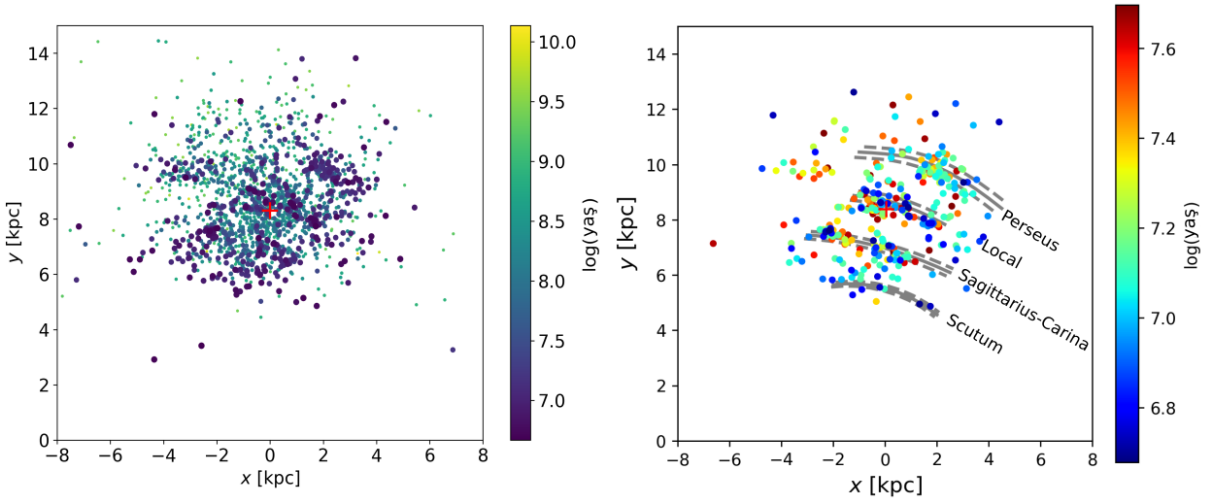
Galaktik düzlemden itibaren 850 pc uzaklık içerisindeki 148 açık kümeyi analiz eden Piskunov ve diğ. (2006), Güneş'in Galaktik düzlemden kuzey Galaktik kutba doğru 22±4 pc uzaklıkta olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca açık kümelerin yükseklik ölçeklerini de hesaplayan Piskunov ve diğ. (2006) Galaktik düzlem üzerindeki yüzey yoğunluğunu 114 $kpc^{-2}$, hacim yoğunluğunu 1015 $kpc^{-3}$ olarak hesaplamış ve bu verilerden itibaren Samanyolu içerisinde birkaç yüz bin açık kümenin bulunabileceğini ileri sürmüştür. Samanyolu'nun merkezine doğru ve Galaktik düzleme yaklaştıkça yıldız sayı yoğunluğunda çift eksponansiyel bir artış olduğu bilinmektedir (Gilmore ve Reid, 1983; Robin ve diğ., 1995; Buser ve diğ., 1998; 1999). Bu durum merkezi bölgede beklenmedik şekilde bir kütleçekimsel tedirginliğe yol açarak birbirine zayıf kuvvetler ile bağlı açık kümelerin Galaksi diskinin sınırlarında bulunan açık kümelere göre çok hızlı bir şekilde yıldızlar arası ortama karışmalarına neden olmaktadır.




**Şekil 2.13:** Dias ve Lépine'den (2005) seçilen açık kümelerin Galaktik düzlemdeki ($X$ - $Y$) konumları. Soldan sağa doğru, sırasıyla, $t \leq 12$ Myıl, $12 \leq t$ (Myıl) $\leq 20$ ve $t \geq 30$ Myıl olmak üzere gösterilmektedir. Düz çizgi spiral kolların günümüzdeki konumunu temsil etmektedir. En sağda kalan panel 30 Myıl'dan daha yaşlı kümelerin pozisyonunu göstermektedir. Güneş tüm panellerde (0, 7.5) koordinatlarında yer almaktadır.

Galaktik düzlemden yüksek Galaktik enlemlere doğru gidildikçe, Galaksi içindeki iç etkileşimlerin sayısında azalma meydana gelir. Roskar ve diğ. (2012)'nin belirttiği gibi, azalan kütleçekimsel etkiden kaynaklanan tedirginlikler, bu bölgelerdeki açık kümelerin yapısal

bütünlüklerini ve yörünge kararlılıklarını uzun süre boyunca korumalarını sağlar. Buna karşın, daha yaşlı kümeler zaman içinde yörüngelerinde önemli değişiklikler geçirerek daha kapsamlı bir dinamik geçmiş sergilerler. Daha büyük kütleli kümelerin küçük kütleli kümelerden daha uzun süre hayatta kaldığı ve zayıf kümelerin büyük olanlardan daha kolay bozulduğu düşünülmektedir (Tadross ve diğ., 2002; Lamers ve Gieles, 2006). Tipik olarak yükseklik ölçeği $H$ = 550 pc'den daha büyük uzaklıklarda olan yaşlı açık kümelerin yıldızlar arası ortama karışmadan hayatta kalma şansları yüksektir. Buna karşılık, daha küçük yükseklik ölçekleri ve nispeten daha kısa dinamik geçmişleriyle sınıflanan genç açık kümeler, oluştukları yıldızlar arası molekül bulutlarının öncüleri olarak hizmet ederler (Martinez-Garcia ve Puerari, 2014). Dolayısıyla, Joshi ve Malhotra'nın (2023) belirttiği gibi, genç açık kümeler Samanyolu'nun karmaşık spiral yapısının ortaya çıkarılmasında önemli gök cisimleridir. *Gaia* çağının başlamasıyla birlikte, *Gaia* DR2 veri tabanındaki hassas trigonometrik paralaks ölçümleri açık kümelerin Galaksi diski içindeki dağılımları hakkında önemli bilgilerin elde edilmesine olanak vermiştir (Cantat-Gaudin ve diğ., 2018; 2020). Monteiro ve diğ. (2021) *Gaia* DR2 veri tabanından seçtikleri 1,750 açık kümenin temel astrofizik parametrelerini belirleyerek, açık kümeleri Galaktik düzlem üzerinde yaşların bir fonksiyonu olarak işaretlemişlerdir (Şekil 2.14). Bu yolla, Güneş civarındaki spiral yapının ortaya çıkartılmasını hedefleyen araştırmacılar örneklerindeki en genç açık kümeleri seçerek ($t \leq 50$ Myıl) bilinen spiral kolları da Galaktik düzlem üzerinde göstermişlerdir. Örneklerinde yer alan 566 genç açık küme Samanyolu'ndaki spiral kolların konumlarını oldukça iyi ifade etmiştir. Özellikle genç kümelerin yerel kolda merkezlenen Sagittarius-Carina kolundan önce geldiği, Perseus kolunun ise arkasında kaldığı tespit edilmiştir (Monteiro ve diğ., 2021).



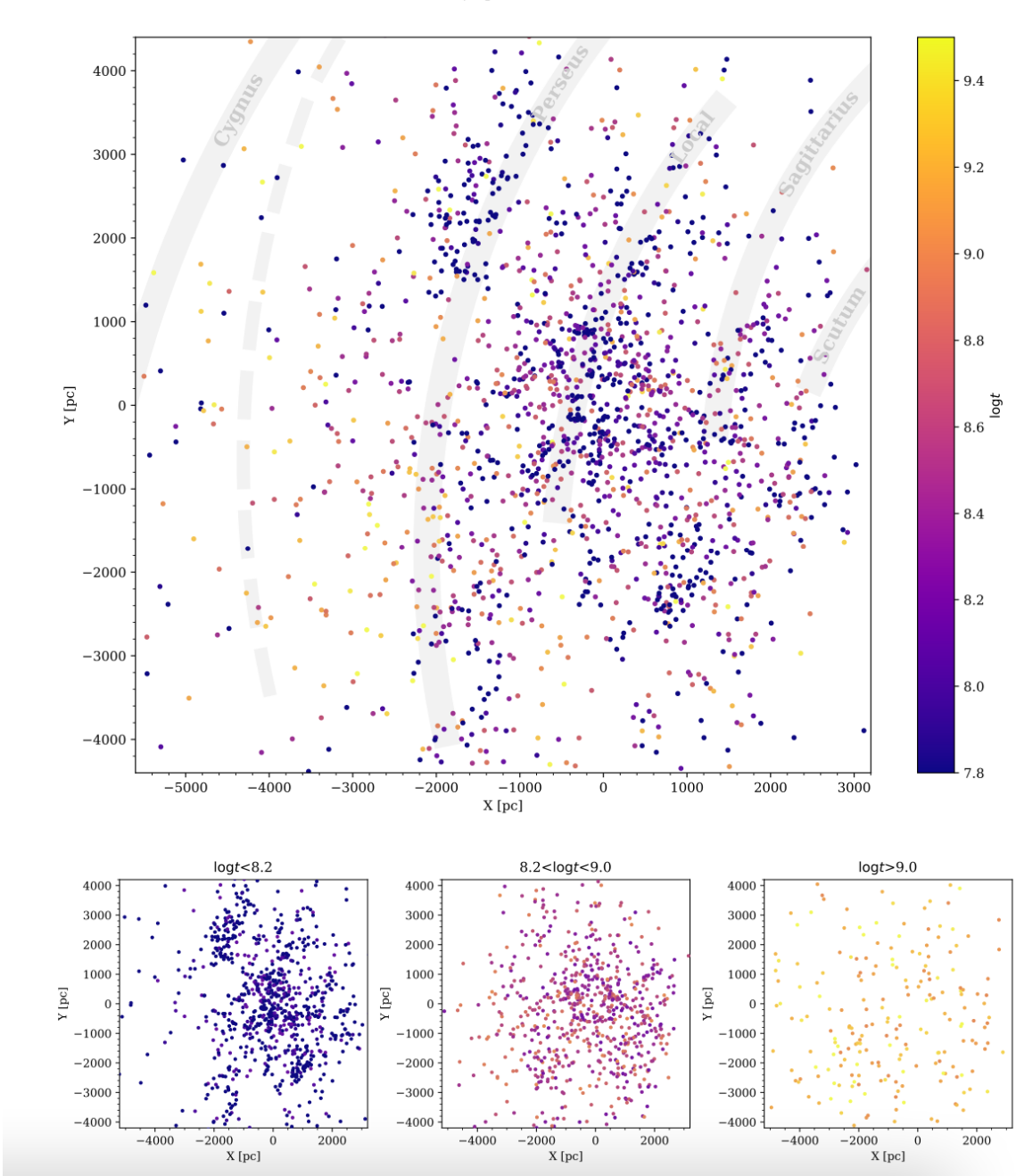

**Şekil 2.14:** Monteiro ve diğ.'nin (2021) inceledikleri 1,750 açık kümenin, yaşın bir fonksiyonu olarak, Galaktik düzlem üzerindeki konumları (a) ve küme yaşı 50 Myıl'dan küçük 566 açık kümenin bilinen spiral kollar üzerindeki pozisyonları (b). Paneldeki kırmızı artı sembolü Güneş'in Samanyolu içindeki konumunu göstermektedir.

Radyal hız verilerinin ilk kez verildiği *Gaia* DR2 kataloğunda listelenen açık kümelerin detaylı bir analizini yapan Hao ve diğ. (2021), açık kümelerin ortalama radyal hızlarını hesaplayarak bu verileri yine kümelerin ortalama olarak tayin edilen öz hareket, uzaklık ve yaş verileriyle bir araya getirmiştir. Bu verilerden hareketle kümelerin Galaktik düzlemden dik uzaklıklarını göz önüne alıp açık kümelerin yükseklik ölçeğini yaşın bir fonksiyonu olarak ifade etmiştir. Bu analizlerin sonucunda araştırmacılar incelenen genç ($t$ = 1.5 Myıl) ve yaşlı ($t$ = 850 Myıl) açık kümelerin yükseklik ölçeklerinin 42 pc'den 180 pc'ye doğru arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca bu araştırmacılar genç açık kümeleri kendi içlerinde yaş bakımından $t \leq 20$ (Myıl) ve $20 < t$ (Myıl) $\leq 100$ olarak iki alt gruba ayırmış ve bu gruplardaki açık kümelerin yükseklik ölçeklerini, sırasıyla, $H$ = 70.5±2.3 pc ve $H$ = 87.4±3.6 pc olarak tayin etmişlerdir. Oluşturdukları açık küme örneğindeki en yaşlı kümeleri analiz ettiklerinde ortalama yaşı 1 Gyıl olan açık kümelerin yükseklik ölçeklerinin büyük değerlerde bulunduğunu saptamışlardır.

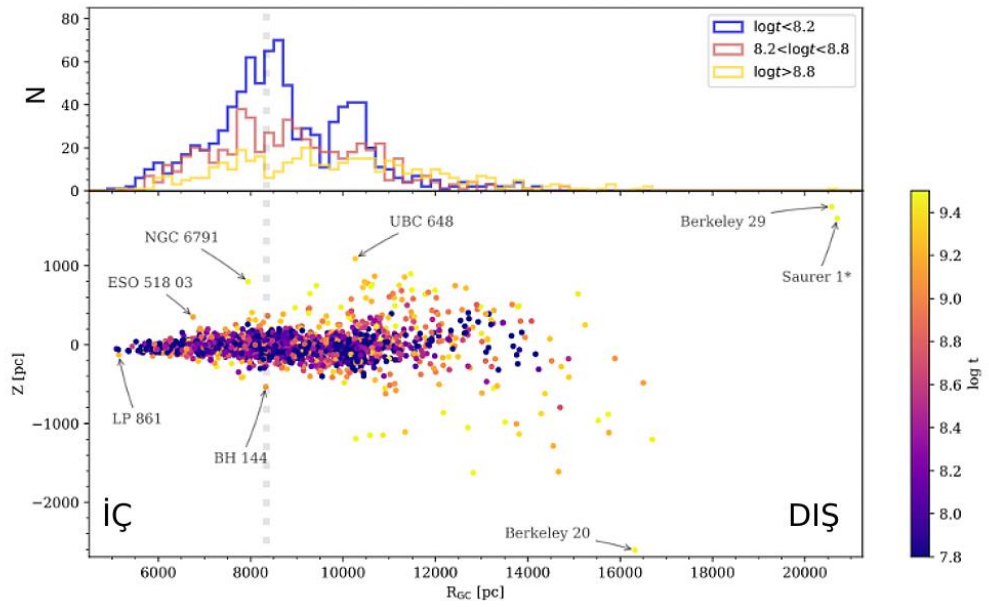
*Gaia* DR2 veri tabanındaki yıldızların astrometrik ve fotometrik verileriyle açık kümelere üyelik olasılıklarını makine öğrenmesi temelli bir yaklaşım kullanarak hesaplayan Cantat-Gaudin ve diğ. (2020), 2,017 açık kümenin bulunduğu bir katalog oluşturmuştur. Bu katalogda yer alan her bir küme için temel astrofizik parametrelerini tayin eden Cantat-Gaudin ve diğ. (2020), açık kümeleri yaşlarına göre 160 Myıl'dan küçük olan genç kümeler (log $t$ < 8.2 Myıl),

yaşları 160 Myıl ile 630 Myıl arasında olan orta yaşlı kümeler ($8.2 < \log t$ (Myıl) $< 8.8$) ve 630 Myıl'dan yaşlı kümeler ($\log t > 8.8$ Myıl) olarak üç gruba ayırmıştır (Şekil 2.15). Açık kümelerin uzaysal dağılımını oluşturan araştırmacılar, kümeleri Galaksi merkezine göre radyal ve Galaktik düzleme dik doğrultudaki konumlarına göre incelemişlerdir (Şekil 2.16). Cantat-Gaudin ve diğ. (2020) genç ve orta yaş grubunda bulunan kümelerin Galaktik düzlemden en fazla 250 pc uzaklığa erişebildiklerini, yaşlı açık kümelerin ise 250 pc uzaklığın ötesine uzandıklarını belirlemişlerdir. Ayrıca bu araştırmacılar Galaksi diskinin sınırlarında bulunan yaşlı açık kümelerin Galaktik düzlemden $Z = 1.5$ kpc uzaklığa ulaşabildiklerini göstererek Galaksi'deki burulma etkisinin önemli bir kanıtını da ortaya koymuştur.

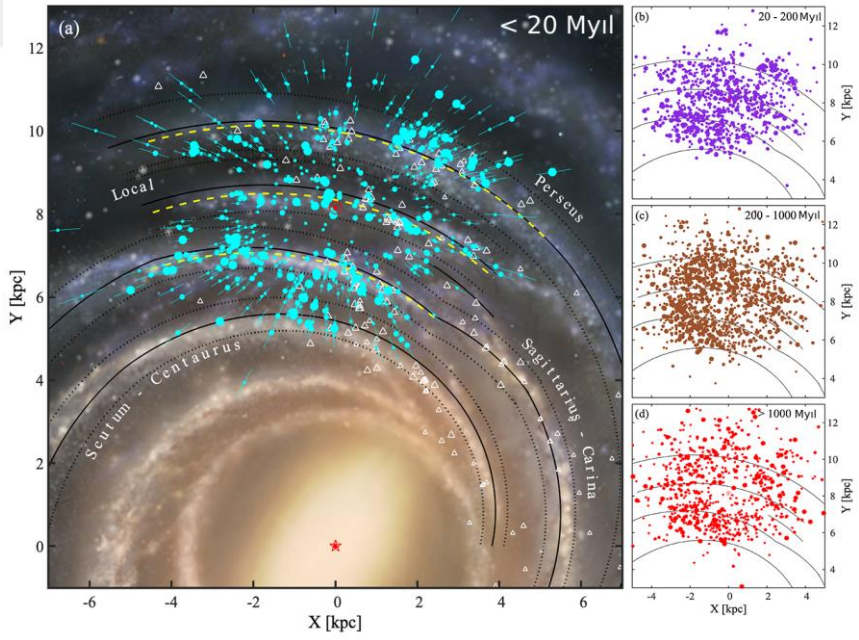
Hao ve diğ. (2021) çalışmalarında, *Gaia* DR2 veri tabanındaki yıldızların astrometrik verilerini kullanarak ve yıldızların açık kümelere üyeliklerini tespit ederek yaklaşık 3,800 açık kümeden oluşan bir katalog oluşturmuşlardır. Araştırmalarında yaşları ve uzaklıkları bilinen açık kümelerin yaşlarını dikkate alarak bunların Samanyolu içindeki konumlarını incelemişlerdir (Şekil 2.17). Araştırılan açık kümelerin yaş dağılımının 20 ile 1000 Myıl aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu açık kümeleri 20-200 Myıl (genç), 200-1000 Myıl (orta) ve 1000 (yaşlı) Myıl olacak şekilde üç farklı yaş grubuna ayırmışlar ve yıldızları Galaktik düzlem üzerine konumlandırmışlardır. Bu analizler sonucunda genç ve orta yaşlı kategorisinde (Şekil 2.17b, c) yer alan açık kümelerin Samanyolu'nun spiral kolları çevresinde veya üzerinde kümelendiğini, yaşlı olanların (Şekil 2.17d) ise spiral kollar arasında ve Güneş'ten çok daha uzakta bulunduklarını tespit etmiştir.




**Şekil 2.15:** Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) çalışmasındaki açık kümelerin Galaktik düzlem üzerindeki dağılımları. Farklı yaşlardaki açık kümeler şeklin sağ tarafında gösterilen renk ölçeğine göre ifade edilmiştir. Şeklin üst panelinde gri alanlar ile gösterilen bölgeler spiral kolları göstermektedir (Reid ve diğ., 2014). Şeklin altında yer alan üç panel çalışmada kullanılan yaş aralıklarındaki açık kümeleri temsil etmektedir. Şekildeki tüm panellerde Güneş (0, 0) koordinatlarında bulunmakta olup Galaksi merkezi yatay eksenlerin sağ tarafında yer almaktadır.




**Şekil 2.16:** Genç, orta ve yaşlı olmak üzere üç farklı yaş grubundaki yaklaşık 2,000 açık kümenin Galaksi merkezine olan uzaklıklarına ($R_{gc}$) ait histogramlar (üst panel). İncelenen açık kümelerin Galaktik düzlemden uzaklıklarının ($Z$) yaşa göre gösterimi (alt panel). Şeklin sağ tarafında yer alan renk ölçeği yıldızların yaşlarını göstermektedir. Çalışmada Güneş'in, Galaksi merkezinden 8.34 kpc uzaklıkta yer aldığı belirtilmiştir (gri kesikli çizgi).




**Şekil 2.17:** Hao ve diğ.'nin (2022) çalışmalarında seçtiği açık kümelerin Galaktik düzlem üzerindeki pozisyonları gösterilmiştir. Mavi renkle gösterilen daireler yaşı $t$ = 20 Myıl'dan genç olan açık kümeleri temsil etmektedir (a). Kırmızı yıldız Galaksi merkezini, kırmızı daire ise Güneş'in konumunu ifade etmektedir. Yaşları 20 < $t$ (Myıl) ≤ 200 (b), 200 < $t$ (Myıl) ≤ 1000 (c) ve 1000 < $t$ Myıl (d) aralığında bulunan açık kümeleri temsil etmektedir.

Açık kümeler Galaktik düzlem ve çevresinde yoğunlaştığından, yıldızlar arası maddeyle bir arada bulunur. Bu da Güneş'ten çok uzakta yer alan açık kümelerin keşiflerini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle halen keşfedilmeyi bekleyen çok sayıda açık kümenin olduğu bir gerçektir (Castro-Ginard ve diğ., 2021). *Gaia* uydusunun hassas astrometrik ve fotometrik verileri elektromanyetik tayfın optik bölgesinde sağlandığından gömülü açık kümelerin tespitinde büyük zorluklar yaşanmaktadır. Bu problemin üstesinden gelinebilmesi için uzay tabanlı kızılötesi bölgede duyarlı çalışan büyük teleskoplara ihtiyaç vardır.

### 2.2.3 Açık Kümelerin Yıldız ve Galaksi Astrofiziğindeki Önemi

Açık kümelerin yapısal ve astrofiziksel parametrelerini duyarlı bir şekilde tayin edebilmek, açık kümelerin oluşum ve evrimsel süreçlerinin anlaşılmasında önemlidir. Kümeler birbirine zayıf kütleçekimsel kuvvetler ile bağlı yıldız toplulukları olduklarından, Güneş'e uzaklıkları, yaşları ve kimyasal kompozisyonları üye yıldızları arasında benzerdir. Bu benzerliği kümeyi oluşturan farklı kütlelerdeki yıldızlar bozmaktadır. Küme yıldızlarının bu özellikleri fotometrik verilerden oluşturulan renk-parlaklık diyagramlarında kolaylıkla görülebilir. Küme üyesi yıldızların Güneş'ten uzaklıkları, kimyasal bollukları ve yaşları birbirine çok yakın olduğundan renk-parlaklık diyagramı üzerinde ince bir anakol hattında görülürler. Bu özelliklerinden dolayı yıldız evrimi üzerine çalışan kuramsal araştırmacılar için önemli bir yıldız laboratuvarı olarak kabul edilirler. Ayrıca yıldızların büyük çoğunluğunun çift yıldız olarak sınıflanmış olması ve bu yıldızlarında kümelerde yer alması çift yıldız evrimi üzerine çalışan araştırmacılar için de son derece önemlidir. Çift yıldızların tutulmalı bir ışık eğrisine sahip olması durumunda anakol hattının hemen üzerinde 0.75 kadir sınırını aşmayan bir bölgede yer almalarını gerektirmektedir. Bu da bu türden çift yıldızların tespit edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca farklı yaşlardaki açık kümelerde bulunan erken tip yıldızlar üzerine yapılan tayfsal araştırmalar, yıldızların dönme hızları hakkında bilgiye ulaşılarak yaş ile dönme periyodu arasındaki ilişkinin ortaya çıkartılmasına olanak sağlamaktadır (Skumanich, 1972). Elektromanyetik tayfın farklı bölgelerinde tasarlanmış sistematik gökyüzü tarama programlarıyla açık kümelerin incelenmesi Güneş ile küme arasındaki sönükleşmenin tespitinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle morötesi bölgede tanımlanmış geniş veya orta bant fotometrik filtreleriyle gerçekleştirilen gözlemler neticesinde, başta kümelerin renk artıklarının belirlenmesi olmak üzere fotometrik metal bollukları da tayin edilebilmektedir (Karaali ve diğ., 2005, 2011). Ayrıca küme üyelerinin günümüzdeki hassas astrometrik

verilerin kullanılmasıyla belirlenmesi ve bu yıldızlardan oluşturulan renk-parlaklık diyagramlarının eş-yaş eğrileriyle çakıştırılması (anakol çakıştırma yöntemi) kümelerin uzaklıklarının yanı sıra yaşlarının da eş zamanlı olarak tayin edilmesini sağlamaktadır. Bu özelliklerinden dolayı açık kümeler araştırmacılar için mükemmel laboratuvar ortamı oluşturmaktadır.

Bir açık küme kütlesinin ve gerçek boyutlarının bilinmesi, kümenin dinamik gelişiminin belirlenmesini sağlar; çünkü kümenin fiziki boyutu onun dinamik evrimini etkileyen önemli bir faktördür. Özellikle farklı boyutlara ancak eşit kütleye sahip kümeler farklı dağılım mekanizmalarına maruz kalır. Boyut olarak küçük açık kümeler iç etkileşimler neticesinde yıldızlar arası ortama kolaylıkla karışabilirken, büyük boyutlu kümeler ancak dev moleküler bulutlardan kaynaklanan gel-git alanından ve spiral kollardan gelen şok dalgalarından etkilenerek dağılabilir (Patat ve Carraro, 1995; Andersen ve Nordström, 2000; Carraro, 2006). Açık küme yıldızlarını alandaki zemin yıldızlarından ayırt etmek güçtür. Yoğun bir merkezi yıldız sayı yoğunluğuna sahip olan açık kümelerin ortalama merkezi koordinatları ve açısal uzanımları kolaylıkla belirlenebilir. Merkezi bir yıldız yoğunlaşması gösteren açık kümelerden yıldız sayı profillerinin elde edilmesi kümelerin yapısal parametrelerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Oluşturulan bir yoğunluk profilinin King (1962) modeliyle fit edilmesi kümenin yapısal parametreleri olan merkezi ve zemin yoğunluklarının belirlenmesini sağlamakla birlikte, kümelerin kor ve limit yarıçaplarının tespiti de mümkün olmaktadır. Bu şekilde incelenen açık kümelerin morfolojik tanımlamaları kolaylıkla yapılabilir.

Bir açık kümeyi morfolojik olarak tanımlayabilmek kümenin temel parametrelerinin tayin edilebilmesi için tek başına yeterli değildir. Kümenin astrofizik parametreleri renk artığı, Güneş'e uzaklık, yaş ve metal bolluğu olarak karakterize edilebilir. Açık kümenin üyeleri aynı molekül bulutundan eş zamanlı olarak oluştukları için kütleleri farklı olmakla birlikte temel parametreleri birbirleriyle neredeyse aynıdır. Bu durum açık kümeleri temel parametrelerin belirlenmesinde çok önemli bir konuma getirmektedir. Birden fazla üye yıldızdan tayin edilen parametreler tek bir yıldızdan elde edilene göre istatistiksel olarak daha güvenilir ve duyarlı sonuçlar vermektedir. Temel parametrelerin tayin edilebilmesi için öncelikle kümelerin üye yıldızlarının hassas bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Günümüzde fotometrik ve astrometrik verilerin makine öğrenmesi temelli analizleri sonucunda olası üyeler kolaylıkla saptanabilmekte, bu da yıldız alanlarına gizlenmiş açık kümelerin keşfedilmesine imkân

vermektedir (Krone-Martins ve Moitinho, 2014). Açık küme üyesi yıldızlar ortak bir doğrultu vektörü yönünde Galaksi merkezi etrafında belirli bir hız ile hareket etmektedir. Bu özellikleri küme üyelerinin alan yıldızlarından kolaylıkla ayırt edilebilmesine fırsat vermektedir. Küme üyesi yıldızların gökyüzündeki görünen hareketlerinden elde edilen öz hareket bileşenleri ve Güneş'e ortalama uzaklıkları nispeten birbirlerine yakın değerlerde olduğundan buradan kabaca bir üyelik tespiti yapılabilmektedir. Küme üyesi yıldızların doğru tanımlanması, astrofiziksel parametrelerin kesin olarak belirlenmesi için önemlidir. Onaylanmış üye yıldızların ayrıntılı tayfsal ve fotometrik analizleri, üye yıldızların kimyasal yapılarının, uzay hızlarının ve yıldız aktivitelerinin tespit edilmesini sağlar.

Çok sayıda açık kümenin fotometrik, astrometrik ve tayfsal yöntemler ile bir arada incelenmesi, Galaksi diskinin yapı, oluşum ve evrimine yönelik önemli ipuçları barındırır. Galaksi diskinin metal bolluğu dağılımı, gaz akıntıları, yıldızların radyal göçleri ve yıldız oluşumu gibi "iç" ve galaksilerin birbirleriyle olan "dış" etkilerinden doğrudan etkilenir. Açık kümelerin Galaksi diskindeki metal bolluğu dağılımları Galaksi merkezinden radyal ve Galaktik düzlemden dik doğrultulardaki metal bolluğu gradyentlerinin hesaplanmasıyla belirlenebilir. Elde edilen bulgular özellikle son zamanlarda Galaksi diskinin kinematik ve metal bolluğu verilerinin bir arada incelendiği kemo-dinamik modellerin sınanmasında kullanılabilir (Minchev ve diğ., 2013, Lemasle ve diğ., 2013). Gözlemsel verilerin kemo-dinamik modeller ile yorumlanması, yıldızların radyal göçlerinin açıklanmasında kullanılır. Radyal göç, açık kümelerin veya yıldızların bulundukları Galaktik yörüngelerinin kütleçekimsel tedirginlikler sonucunda Galaksi'nin farklı bölgelerine doğru taşınmasıdır (Sellwood ve Binney, 2002). Radyal göç mekanizması, nesnelerin doğdukları yarıçaptaki konumlarının molekül bulutlarının kütleçekimsel etkileri sonucunda değişmesiyle, nesnelerin yörünge açısal momentumlarının geçici spiral yapının veya çubuk ve spiral yapının birleşik rezonans etkisinin değişmesi veya cüce galaksilerin Samanyolu diskini kütleçekimsel bakımdan etkilemesi sonucunda gerçekleşebilir (Schönrich ve Binney 2009, Vera-Ciro ve diğ., 2014, Halle ve diğ., 2018). Galaktik çubuğun dönme etkisinden kaynaklanan rezonans noktalarına hareket eden yıldızlar, bu bölgeleri geçmeleriyle birlikte Galaksi diski boyunca radyal bir hareket yaparak Galaksi'nin dış kısımlarına doğru göç ederler (Önal Taş ve diğ, 2018). Bu da Galaksi diskindeki metal bolluğu dağılımını etkiler.

Galaksi diskinin araştırılmasında iyi bir gösterge olan açık kümeleri kullanan Friel ve Janes (1993), Samanyolu diski için radyal metal bolluğu gradyentini $d$[Fe/H]/$dR_{gc}$ = -0.09±0.02 dex/kpc olarak hesaplamışlardır. Araştırmacılar, metal bolluğu değişiminin açık kümelerin Galaksi merkezine uzaklıklarıyla ($R_{gc}$) değiştiğini göstermekle birlikte, bu değişimin Galaksi merkezinden yaklaşık 10 kpc'ye kadar doğrusal olarak arttığını, 10 kpc'nin ötesinde ise sabit kaldığını ifade etmişlerdir. Friel ve Janes (1993) metal bolluğu gradyentinin bu iki farklı değişim profilini, Galaksi içindeki kimyasal evrimin iki farklı zaman ölçeğinde gerçekleştiğini önererek açıklamışlardır. Twarog ve diğ. (1997) Galaksi diskindeki 76 açık kümeyi inceleyerek $6.5 < R_{gc}$ (kpc) < 10 uzaklık aralığındaki kümeler için ortalama metal bolluğunun [Fe/H]=0 dex ve dispersiyonunun 0.1 dex, $R_{gc}$ > 10 kpc uzaklığındaki kümeler için de ortalama metal bolluğunun [Fe/H] = -0.3 dex olduğunu göstermişlerdir. Bu bulgular, Galaksi diskinin iç ve dış bölgelerinin farklı kimyasal evrim süreçleriyle oluştukları ve başlangıçtaki metal bolluğu ayrılmasının, küme popülasyonlarında günümüze kadar korunduğu fikrinin doğmasına neden olmuştur (Friel ve Janes, 1993).

## 2.3 *GAIA* ÇAĞINDA AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİĞİ

Açık kümeler Samanyolu'nun oluşum ve evriminin incelenmesinde açık kümeler önemli bir literatür kapsamı oluşturur. Galaksi'deki açık kümeler, Galaksi diskindeki tüm nesnelerin ömürlerini kapsayacak kadar geniş bir yaş aralığında bulunmaktadır. Başka bir deyişle, ince diskteki genç ve yaşlı popülasyonları temsil eden çok sayıda açık küme bulunmaktadır. Açık kümelerin, uzay dağılımları ve kinematik özellikleri bakımından, Galaksi'nin kütleçekimi ve yapısıyla birlikte dinamik özelliklerinin ortaya çıkartılmasında önemli bir rolü bulunmaktadır (Friel 1995).

Samanyolu'nun kinematik ve dinamik yapısının incelenmesinde açık kümelerin literatürde önemli bir yeri vardır. Geçmişten günümüze yapılan çalışmalar incelendiğinde genç açık kümelerin Samanyolu'nun spiral kol yapısının ve dönme eğrisinin oluşturulmasında, yaşlı kümelerin ise Galaksi diskinin kimyasal kompozisyonu, kinematiği ve yapısal dinamiklerinin çözümlenmesinde kullanıldığı görülmektedir (Friel, 1995). Samanyolu'ndaki açık kümelerin çoğu yaklaşık 0.1 Gyıl içinde tamamen buharlaşırken (Wielen, 1971), 1 Gyıl'dan daha yaşlı açık kümelerin ise disk yıldızlarından farklı olarak daha basık Galaktik yörüngelerde bulunmalarının bir sonucu olarak hayatta kaldıkları düşünülmektedir (Friel 1995).

Bir açık kümenin yıldızlar arası ortama karışmasında küme üyesi yıldızlar arasındaki etkileşimler, yıldız evrimi, dev molekül bulutlarıyla karşılaşmalar ve Galaktik potansiyelin kütleçekimsel etkisi başlıca etkenler arasındadır (Gieles ve diğ., 2006; Gustafsson ve diğ., 2016). Söz konusu etkilerden kurtulan açık kümelerin incelenmesi, küme yıldızlarının yıldızlar arası ortama karışması hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Bland-Hawthorn ve diğ., 2010). Ayrıca, yıldız evriminde araştırılan bir başka önemli soru da açık kümelerin çift mi yoksa grup olarak mı oluştukları yönündedir. Macellan bulutsularında yapılan açık küme gözlemlerinde çok sayıda çift açık küme keşfedilmişken, Samanyolu'nda bu türden az sayıda açık küme gözlenmiştir (Subramaniam ve diğ., 1995; de La Fuente Marcos ve de La Fuente Marcos 2009; Vázquez ve diğ., 2010). Çift kümelerin Galaksi'deki oranı, molekül bulutlarındaki yıldız oluşum aktivitesine ve gelgit bozulma zaman ölçeklerinin anlaşılmasına ışık tutabilir. Bu nedenle, açık kümelerin uzaysal ve kinematik özelliklerinin belirlenmesi ve küme evriminin anlaşılması, yerel ve Galaktik ölçeklerde meydana gelen dinamik süreçlerin sınanması için güçlü kısıtlamalar sağlar.

Güneş civarının yerel kinematik yapısını ortaya çıkartmak amacıyla astrometrik ve astrofizik parametreleri iyi bilinen 106 açık kümenin konum, öz hareket, radyal hız ve uzaklık verilerini kullanan Lyngå ve Palous (1987), açık kümelerin radyal hız dispersiyonlarıyla yaşları arasında bir ilişki bulunduğunu, bu ilişkiye göre yaşlı açık kümelerin hız dispersiyonlarının genç açık kümelere göre iki kat büyük olduğunu göstermiştir. Barkhatova ve diğ. (1987) kinematik parametreleri iyi bilinen 69 açık kümenin duyarlı Galaktik yörünge parametrelerini tayin etmiş ve açık kümelerin yörünge özelliklerini ortaya koymuştur. Dias ve Lepine (2005) DAML02 kataloğunda öz hareket bileşenleri, radyal hızları, uzaklıkları ve yaşları bilinen 212 açık kümeyi kullanarak, bu kümelerin Samanyolu diskindeki doğum yerlerini küme yaşlarının bir fonksiyonu olarak incelemiş ve Galaksi'nin spiral kollarının dönme hızlarını tayin etmiştir. Zaman içinde farklı araştırmacılar açık kümeleri tek tek inceleyerek bu nesnelerin astrofizik parametreleriyle birlikte Galaktik yörünge parametrelerini de literatüre kazandırmışlardır (Allen ve Martos 1988, Carraro ve Chiosi 1994, Finlay ve diğ., 1995, Soubiran, Odenkirchen ve Le Campion 2000, de Oliveira ve diğ., 2000, Wu ve diğ., 2009, Vande Putte ve diğ., 2010). Wu ve diğ. (2009) Samanyolu'ndaki 488 açık kümenin kinematik ve yörünge analizlerini gerçekleştirerek açık kümelerin hareketlerinin ve dağılımının anlaşılmasına yönelik önemli bir çalışmayı literatüre kazandırmıştır. Bunun için Dias ve diğ.'nin (2002) oluşturduğu DAML02 kataloğunu dikkate alan Wu ve diğ. (2009), hız elipsoidi ve yörünge hesaplamalarını

gerçekleştirerek hız dispersiyonlarının küme yaşlarının bir fonksiyonu olduğunu doğrulamıştır. Çalışmada, kümelerin hız elipsoidlerinin dispersiyonlarını ($\sigma_U$, $\sigma_V$, $\sigma_W$) = (28.7, 15.8, 11.0) km/sn olarak hesaplayan araştırmacılar, bu hız dispersiyonlarının ince disk popülasyonunun kinematik özellikleriyle uyumlu olduğunu ifade etmekle birlikle, bu değerlerin küme yaşlarıyla arttığını da göstermiştir. Vande Putte ve diğ. (2010) açık kümelerin kinematik özelliklerini ve potansiyel kökenlerini ortaya çıkartmak amacıyla Dias ve diğ.'nin (2002) DAML02 açık küme kataloğunu kullanmak suretiyle 481 açık kümenin kinematik ve yörünge analizlerini gerçekleştirmiştir. Analizler sonucunda açık kümelerin yörüngelerindeki basıklık ile Galaktik düzleme dik doğrultuda maksimum yüksekliklerinin metal bolluğuyla ilişkili olduğunu tespit eden Vande Putte ve diğ. (2010), metalce fakir ve yüksek enlemlerde bulunan dört açık kümenin Samanyolu'nun cüce galaksiler ile etkileşimi sonucunda Galaksi'ye katıldığını iddia etmişlerdir. Gozha ve diğ. (2012) Samanyolu'nda temel astrofizik parametreleri tayin edilmiş 593 açık kümeyi kullanarak kümelerin kinematik ve kimyasal özelliklerini dikkate almış, bulgularını ince disk popülasyonundaki yıldızlarıyla karşılaştırmış ve kinematik özelliklerin iki grup için farklı olduğunu tespit etmiştir. Conrad ve diğ. (2017) Radyal Hız Deneyi (Radial Velocity Experiment; RAVE, Steinmetz ve diğ., 2006) tayfsal gökyüzü tarama programında bulunan açık küme üyesi yıldızları belirleyerek 432 açık kümenin altı boyutlu ($\alpha$, $\delta$, $\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$, $d$, $V_r$) kinematik girdi tabanlı hız kataloğunu oluşturmuştur. Araştırmacılar kinematik analizler sonucunda, açık kümelerin genç ve yaşlı grupları içerecek şekilde sınıflanacağını ortaya koymuş ve bu grupların aynı molekül bulutundan oluşabileceklerini göstermişlerdir.

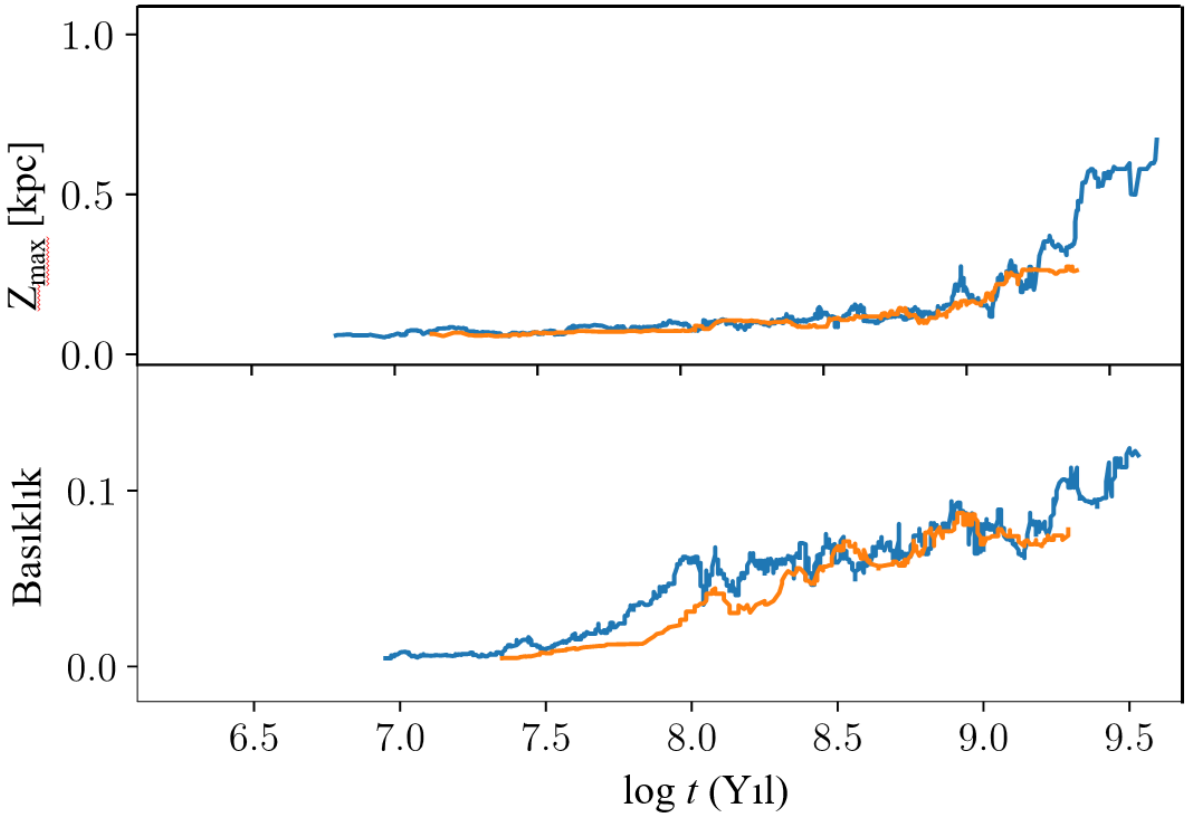
*Gaia* uydusunun devreye girmesiyle başlayan *Gaia* çağı, Samanyolu'ndaki açık kümelerin incelenmesinde büyük bir etki yaratmıştır (Gaia işbirliği, 2016a). Uyduyla ölçülen yıldız uzaklıkları, öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralakslardaki yüksek hassasiyet açık kümelerin kinematik ve dinamiğine yönelik çalışmalar için zengin bir veri tabanı oluşturmuştur. Özellikle *Gaia* DR2 veri tabanının (Gaia işbirliği, 2018) kullanıma açılmasıyla yaklaşık yedi milyondan fazla yıldızın radyal hız verisi kinematik çalışmalar için önemli bir veri kaynağı oluşturmuştur. Böylece *Gaia* çağıyla birlikte, uydunun sağladığı radyal hız verilerine dayalı açık küme çalışmaları da hız kazanmıştır (Cropper ve diğ., 2018; Soubiran ve diğ., 2018). Soubiran ve diğ. (2018) küme üyesi yıldızların *Gaia* DR2 (Gaia işbirliği, 2018) kataloğundaki altı boyutlu verilerini derleyerek 861 açık kümenin silindirik koordinat sisteminde tanımlı, Galaksi merkezine indirgenmiş kinematik hesaplamalarını gerçekleştirmiştir. Analizlerinde küme yaşlarına göre uzay ve hız dağılımlarını inceleyerek bazı

açık küme gruplarının aynı Galaktik konum ve hız değerlerinde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca genç açık kümelerin Galaktik düzleme dik doğrultudaki uzay hız bileşenine ($W$) ait hız dispersiyonunun ($\sigma_w$ = 5 km/sn) yaşlı açık kümelere göre daha ($\sigma_w$ = 14 km/sn) küçük olduğunu göstermişlerdir (Tablo 2.1).

**Tablo 2.1**: Soubiran ve diğ.'nin (2018) kataloğunda yaşları iyi bilinen açık kümlerin silindirik koordinat sisteminde Galaksi merkezine indirgenmiş uzay hızları ve dispersiyonları.

| **log $t$ (yıl)** | **$N$** | **%** | **$V_R$ (km/sn)** | **$\sigma_{VR}$ (km/sn)** | **$V_\phi$ (km/sn)** | **$\sigma_{V\phi}$ (km/sn)** | **$V_Z$ (km/sn)** | **$\sigma_{VZ}$ (km/sn)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| < 7.8 | 106 | 90 | -3.1 | 11.7 | 238.4 | 10.6 | -1.5 | 4.3 |
| 7.8-8.4 | 98 | 96 | -1.0 | 13.2 | 238.6 | 11.1 | -0.0 | 5.2 |
| 8.4-9.0 | 109 | 95 | 0.8 | 17.1 | 237.7 | 11.8 | -0.1 | 6.8 |
| ≥ 9.0 | 61 | 93 | 6.0 | 22.3 | 233.8 | 23.2 | 1.0 | 14.0 |

Tarricq ve diğ. (2021), Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) *Gaia* DR2 verilerinden oluşturduğu 2,017 açık kümeden oluşan kataloğu kullanarak 1,382 açık kümenin ortalama radyal hızlarını tayin etmiştir. Oluşturulan güncel radyal hız kataloğunda en az üç üye yıldızdan hesaplanan ortalama küme radyal hızlarının, örneğin %38'ini oluşturur, 3 km/sn'den daha duyarlı tayin edildiği belirtilmiştir. Çalışmalarında astrometrik ve tayfsal verilerden oluşturdukları altı boyutlu kinematik girdi parametrelerinden itibaren kümelerin uzay hızlarıyla Galaktik yörünge parametrelerini hesaplamışlardır. Galaktik yörünge parametreleri küme yaşları dikkate alınarak incelenmiş ve çoğu açık kümenin yörüngesinin Galaktik düzlemden $Z$ = 400 pc uzaklık içinde bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 1 Gyıl'dan daha yaşlı olan açık kümelerin ise Galaktik düzlemden $Z$ = 1 kpc uzaklığa kadar erişebildiği görülmüştür. Küme yaşları 30 Myıl'dan genç açık kümeler çember yörüngelerde ($e$ = 0.018) dolanırken, 100 Myıl'dan daha yaşlı olan kümelerin yörünge basıklığının ise yaşlarına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir (Şekil 2.18). Bu bulgular, açık kümelerin çember yörüngelerde doğduklarını fakat zamanla Galaksi içerisindeki dinamik etkileşimleri sonucu daha basık yörüngelere evrimleştiklerini göstermiştir (Tarricq ve diğ., 2021).




**Şekil 2.18:** Tarricq ve diğ.'nin (2021) incelediği 1,382 açık kümenin Galaktik yörünge hareketleri boyunca Galaktik düzlemden ayrılabilecekleri en büyük uzaklıklar (üst panel) ve yörünge basıklıklarının (alt panel) küme yaşının bir fonksiyonu olarak gösterimi. Panellerdeki turuncu ve mavi çizgiler, sırasıyla, tüm ve yüksek kaliteli açık küme örneklerinin hareketli ortalamalarını temsil etmektedir.

# 3. MALZEME VE YÖNTEM

## 3.1 GAIA DR3 VERİ TABANI

ESA'nın 2013 yılında başlattığı *Gaia* bilim görevi neticesinde üretilen güncel veri sürümü olan *Gaia* DR3 Haziran 2023 tarihinde araştırmacıların kullanımına açılmıştır (Gaia işbirliği, 2023). Bu veri tabanında, *Gaia* uydusunun ilk 34 aylık gözlemlerini analiz eden *Gaia* bilim grubunun 1.8 milyar nesneye ait astrometrik ve fotometrik verileriyle birlikte yaklaşık 34 milyon parlak yıldızın tayfsal verileri yer almaktadır.

*Gaia* DR3 veri tabanında, diğer veri sürümlerinin dışında, ortalama düşük çözünürlüklü mavi ve kırmızı fotometre (BP/RP) ve yüksek çözünürlüklü RVS tayfları; $G$=14 kadirden parlak yıldızlar için ortalama radyal hızlar, RVS tayflarından hesaplanan çizgi genişlemesi ve kimyasal bolluk verileri, değişen yıldız sınıflaması ve 20'den fazla değişen yıldız grubu için fotometrik zaman serisi analizi yer almaktadır. Ayrıca, Andromeda galaksisinin bir bölgesinde yer alan tüm nesneler için fotometrik zaman seri analizleri, Güneş Sistemi'ndeki nesnelere ait yörünge ve dönem analizleri, tutulmalı çift sistem adaylarının bir kataloğu, kuazar ve galaksilere yönelik fotometrik bir katalog ve yaklaşık 400 milyon kaynak için *Gaia* prizma tayfları ve RVS'den elde edilen ortalama tayfların analizinden hesaplanmış $T_{\rm eff}$, log $g$, [M/H], [$\alpha$/Fe], aktivite indeksi, emisyon çizgileri ve dönme parametreleriyle, 13 kimyasal bolluk değeri ve yıldızların evrim durumlarını temsil eden yıldız yarıçap, yaş, kütle ve ışıma gücü verilerini kapsayan geniş bir katalog bulunmaktadır.

**Astrometri ve geniş bant fotometrisi:** *Gaia* DR3 veri tabanında bulunan astrometrik ve geniş bant fotometri verileri, *GRVS* fotometrisinin eklenmesi dışında, *Gaia* EDR3 veri tabanıyla aynıdır. Bu veri tabanında 1.8 milyar nesnenin ekvatoral koordinatları ($\alpha$, $\delta$) ile $G$ bandı fotometrik parlaklıkları bulunmaktadır. Bu veriler içinde 1.5 milyar nesnenin öz hareket bileşenleri ($\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$), trigonometrik paralaks ($\varpi$) ve $G_{\rm BP}$-$G_{\rm RP}$ renk indeksleri yer almaktadır. *Gaia* DR3'te beş astrometrik parametresi ($\alpha$, $\delta$, $\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$, $\varpi$) de bilinen yaklaşık 585 milyon nesne bulunurken, renk indeksiyle birlikte altı parametresi ($\alpha$, $\delta$, $\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$, $\varpi$, $G_{\rm BP}$-$G_{\rm RP}$) de olan yaklaşık 882 milyon kaynak yer almaktadır (Tablo 3.1). *Gaia* EDR3 veri tabanındaki astrometrik ve fotometrik verilerinde bulunan sistematik hatalar *Gaia* DR3 kataloğunda da yer bulunmaktadır. *Gaia* DR3 veri tabanındaki kuazarlardan ölçülen ortalama paralaks yanlılığının -17 μmas olduğu hesaplanmıştır (Lindegren ve diğ., 2021). Ayrıca, trigonometrik

paralakslardaki yanlılıkların nesnelerin parlaklık, renk ve ekvatoral koordinatlarının bir fonksiyonu olarak değiştiği Lindegren ve diğ. (2021) tarafından gösterilmiştir.

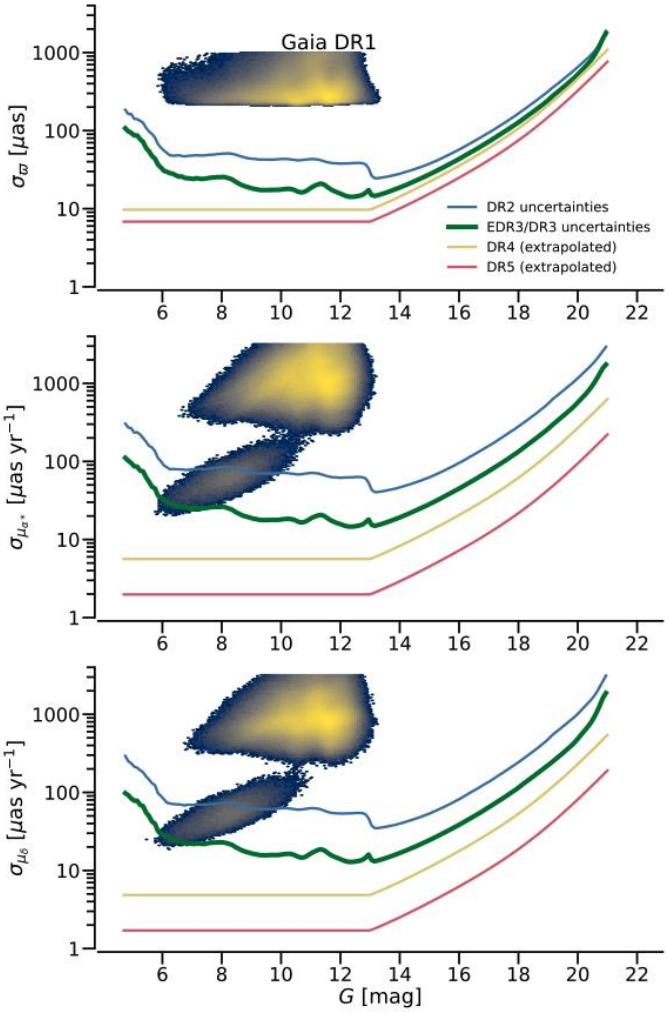
**RVS verileri:** *Gaia* DR3 veri tabanında, etkin sıcaklıkları $3100 \leq T_{\text{eff}}\,(\text{K}) \leq 14500$ ve $G$=14 kadirden daha parlak 33.8 milyon yıldızın radyal hız ölçümleri yapılmıştır. Tayfsal analizlerde 3.5 milyon yıldız tayflarındaki çizgi genişlemesi, 32 milyondan fazla yıldızın radyal hızı, yaklaşık 1,000 RR Lyrae ile yaklaşık 800 sefeid yıldızı için radyal hız ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Ripepi ve diğ., 2023). Katalogdaki her bir kaynak için kalite göstergesi olan bir parametre de tanımlanmıştır. Kaynakların radyal hız ölçümleri için Ca II triplet çizgilerinin bulunduğu 846-870 nm dalgaboyu aralığında tayfsal analizler yapılmıştır. Her bir kaynağın $S/N$ oranı *Gaia* DR3 kataloğunda verilmiştir. Genel olarak A-F-G-K tayf türündeki yıldızlar için $S/N$ değeri 20'den büyüktür. *Gaia* DR3 veri tabanında $G$ = 12 kadirden daha parlak yıldızların radyal hız hataları 1.3 km/sn iken, $G$ = 14 kadirde belirsizlikler 6.4 km/sn'ye kadar artmaktadır (Katz ve diğ., 2023).

*Gaia* bilimsel görevine başladığından bu yana dört veri sürümü gerçekleştirmiştir (Gaia işbirliği, 2016b, 2018, 2021, 2023). Bu sürümlerden sadece *Gaia* EDR3 (Gaia işbirliği, 2021) bir erken sürüm olarak literatüre kazandırılmıştır. Farklı dönemlerdeki verilerin indirgenmesiyle araştırmacıların kullanımına açılan verilerde hassasiyet zaman içerisinde iyileşmiştir. Özellikle *Gaia* uydusunun şimdiye kadar yayımlanmış veri sürümlerindeki astrometrik hassasiyet kaynakların $G$-görünen parlaklıklarının bir fonksiyonu olarak incelenmiştir. *Gaia* veri sürümlerindeki nesnelerin trigonometrik paralaks ve öz hareket bileşenlerine ait hassasiyetleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Trigonometrik paralaks ve öz hareket bileşenlerindeki hassasiyetler $G$-görünen parlaklığına göre incelendiğinde, $5 \leq G \leq 13$ kadir aralığındaki nesnelerin ölçümlerindeki hassasiyet artarken, $13 < G \leq 22$ kadir aralığındaki nesnelerin ölçüm hassasiyetlerinin ise parabolik olarak azaldığı görülmektedir. *Gaia* uydusunun gözlem stratejisinden dolayı en parlak ve en sönük yıldızların eş zamanlı gözlemleri özellikle parlak kadirlerdeki nesnelerin astrometrik verilerinde büyük belirsizlikler oluşturmaktadır. Artan gözlem sayısıyla birlikte gelecek veri sürümlerinde (*Gaia* DR4 ve *Gaia* DR5, bkz. Şekil 3.1) $G$=13 kadirden daha parlak nesnelerin astrometrik ölçümlerinin oldukça hassas ölçüleceği *Gaia* DR3 veri sürümünün temel makalesinde belirtilmiştir (Gaia işbirliği, 2023). Bu durum özellikle sönük yıldızlar içinde geçerli olacaktır.

**Tablo 3.1:** *Gaia* DR3 veri tabanındaki kaynakların istatistiği.

| Veri türü | Kaynak Sayısı |
|---|---|
| Toplam kaynak | 1,811,709,771 |
| 5-parametreli astrometrik kaynak | 585,416,709 |
| 6-parametreli astrometrik kaynak | 882,328,109 |
| 2-parametreli astrometrik kaynak | 343,964,953 |
| *Gaia*-CRF3 kaynak | 1,614,173 |
| Çerçeve yönlendirmesi için kullanılan ICRF3 kaynak | 2,007 |
| Çerçeve dönüşü için kullanılan Gaia-CRF3 kaynak | 428,034 |
| $G$ | 1,806,254,432 |
| $G_{BP}$ | 1,542,033,472 |
| $G_{RP}$ | 1,554,997,939 |
| Fotometrik zaman serileri | 11,754,237 |
| *Gaia* Andromeda fotometrik taraması | 1,257,319 |
| Radyal hız | 33,812,183 |
| $G_{RVS}$ -bandı | 32,232,187 |
| Çizgi genişlemesi bilenen yıldız | 3,524,677 |
| Radyal hız zaman serileri | 1,898 |
| *BP*/*RP* ortalama tayfları | 219,197,643 |
| RVS ortalama hızları | 999,645 |
| Parlaklık değişimi gösteren kaynak | 10,509,536 |
| Sınıflanan nesne | 1,590,760,469 |
| RVS tayflarından elde edilen kimyasal bolluklar | 2,513,593 |
| Çoklu yıldız sistemleri | 813,687 |
| Kuazar adayları | 6,649,162 |
| Kuazar kırmızıya kayması | 6,375,063 |
| Kuazar barınak galaksi tespiti | 64,498 |
| Kuazar barınak galaksi profili | 15,867 |
| Galaksi adayları | 4,842,342 |
| Kırmızıya kayma gösteren galaksiler | 1,367,153 |
| Galaksi profilleri | 914,837 |
| Güneş Sistemi nesneleri | 158,152 |

*Gaia* çağının başlamasıyla birlikte yeni keşfedilen açık kümelerin sayılarında belirgin bir artış olmuştur. *Gaia* DR2 verileri (Gaia işbirliği, 2018) üzerinden makine öğrenmesiyle yapılan analizlerde yeni keşfedilenler ile birlikte, toplam 2,017 açık kümenin astrometrik ve temel astrofizik parametreleri homojen yöntemler ile literatüre kazandırılmıştır (Cantat-Gaudin ve diğ., 2020).




**Şekil 3.1:** *Gaia* DR1, DR2 ve DR3 veri tabanındaki nesnelerin trigonometrik paralaks (üst panel) ve öz hareket bileşenlerinin (sağ açıklık, orta panel; dik açıklık, alt panel) ölçümlerindeki hassasiyetlerin *G* görünen parlaklığının bir fonksiyonu olarak gösterimi (Gaia işbirliği, 2023). Gelecek iki veri sürümüne ait beklenen hassasiyetler ayrıca gösterilmiştir.

Bu tez çalışmasında, Güneş civarındaki kinematik özelliklerin ortaya çıkartılabilmesi için, Gaia DR3 verileriyle (Gaia işbirliği, 2023) yapısal ve astrofiziksel parametreleri daha doğru ve duyarlı şekilde belirlenmiş ve Güneş'ten itibaren *d*=1 kpc yarıçaplı uzay hacmi içinde bulunan açık kümelerin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) *Gaia* DR2 verilerinden (Gaia işbirliği, 2018) oluşturdukları 2,017 açık kümeyi içeren katalog tez çalışmasında incelenecek açık kümelerin seçiminde kullanılmıştır. Bu katalogdaki açık küme uzaklıklarının %10 hatalı olduğu varsayımı göz önünde bulundurulduğunda, *d*=1.1 kpc yarıçaplı uzay hacmi içinde 422 açık küme tespit edilmiş ve bu açık kümeler tez çalışmasının küme listesini oluşturmuştur.

Tez çalışmasında incelenmesi hedeflenen 422 açık kümenin merkezi ekvatoral koordinatları ($\alpha$, $\delta$) Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) kataloğundan alınarak *Gaia* DR3 veri tabanında en az 40 yay dakikalık bir uzay bölgesi sorgulanmış ve küme doğrultusundaki yıldızların astrometrik ($\alpha$, $\delta$, $\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$, $\varpi$), fotometrik ($G$, $G_{BP}$, $G_{RP}$) ve radyal hız verileri ($V_R$) ile bu verilere ait hatalar ile tanımlama bilgileri bilgisayar ortamına indirilmiştir. *Gaia* uydusunun son veri sürümünün yayınlanması (DR3; *Gaia* işbirliği, 2023), astronomide büyük verileri işlemek ve analiz etmek için yeni tekniklerin ve yöntemlerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Araştırmacılar bu verilerden en iyi şekilde yararlanmak için veri analizi teknikleri ve makine öğrenmesi algoritmaları geliştirmişlerdir. Tez çalışmasında açık kümelerin araştırılmasında standart metotlar ile küme üyesi yıldızların seçilmesinde makine öğrenmesi yöntemleri de kullanılmıştır.

## 3.2 AÇIK KÜMELERİN YAPISAL PARAMETRELERİ

Birbirine zayıf kütleçekimsel kuvvetler ile bağlı açık kümelerin gökyüzünde belirgin bir şekilleri bulunmamaktadır. Yıldız oluşumunun etkin olduğu Galaktik düzlem civarında yer alan açık kümeler Galaksi'nin kütleçekimsel tedirginliklerinden etkilenerek kısa bir sürede yıldızlarını Samanyolu içine saçmaktadır. Yüzyıllardır gerçekleştirilen gözlemsel çalışmalar neticesinde bazı açık kümelerin belirgin şekillerinin bulunduğu bilinmektedir. Bu türden açık kümelerin yapısal parametrelerinin tayin edilmesi, kümelerin uzay dağılımları ve fiziksel yapılarının ortaya çıkartılmasında önemlidir. Bunun için küme merkezinden itibaren farklı yarıçaplardaki üye yıldız sayılarının tespiti sonucunda belirlenecek radyal yıldız yoğunluk profillerinin oluşturulması gerekmektedir. Radyal yoğunluk profilleri küme merkezinden radyal doğrultudaki yıldız yoğunluk değişimini tanımlar ve genel olarak incelenen kümenin merkezinden itibaren belirlenen eş-merkezli halkalarda bulunan yıldız sayımıyla tespit edilir. Bu yolla belirlenen radyal yoğunluk profilleri kümelerin dinamik evrimleri ve oluşum geçmişlerinin anlaşılmasında da sıklıkla kullanılmaktadır. Radyal yoğunluk profillerinin yorumlanmasında kullanılan King (1962) modeli, küresel kümelerin yoğunluk profillerinden elde edilen deneysel bir yoğunluk yasasıdır. Bununla birlikte, açık kümelerin yapısal parametrelerinin tayininde de kullanılmaktadır. King (1962) modeli, Bağıntı 3.1'de verilen ifadeyle tanımlanmaktadır:

$$\rho(r) = f_{\mathrm{bg}} + \frac{f_0}{1 + \left(\frac{r}{r_c}\right)^2} \tag{3.1}$$

Burada $r$ açık küme merkezinden itibaren seçilen radyal uzaklığı, $f_{\mathrm{bg}}$ zemin yıldız sayı yoğunluğunu, $f_0$ kümenin merkezi yıldız sayı yoğunluğunu, $r_{\mathrm{c}}$ kor yarıçapını ve $\rho(r)$ de ardışık iki farklı yarıçap bölgesi içinde kalan yıldız sayısının ilgili halka alanına oranıyla belirlenen yıldız sayı yoğunluğunu temsil etmektedir. Ayrıca, yapısal parametreleri belirlenen açık kümelerin limit yarıçaplarının ($r_{\mathrm{lim}}$) tespitinde yıldız yoğunluk profillerinin zemin yıldız yoğunluğuyla kesiştiği yer dikkate alınır.

Tez çalışmasında merkezi bir yıldız sayı yoğunluğu gösteren açık kümeler için yıldız yoğunluk profilleri oluşturulmuş ve bu profiller King (1962) modeliyle karşılaştırılmak suretiyle kümelerin yapısal parametreleri tayin edilmiştir. Yoğunluk profillerinin modellenmesinde King'in (1962) verdiği bağıntı kullanılmış olup, gözlem-model karşılaştırmalarında en küçük $\chi^2$ yöntemi kullanılmıştır. En iyi modelin seçiminde hesaplanan en küçük $\chi^2$'ye karşılık gelen değerler kümenin yapısal parametreleri olarak kabul edilmiştir. Limit yarıçap dışında alan yıldızları baskın olduğundan açık kümelerin temel astrofizik parametrelerinin tayininde bu limit uzaklığının dışındaki yıldızlar istatistik dışı bırakılmıştır. Tez çalışmasında merkezi bir yıldız sayı yoğunluğu göstermeyen ve yıldız yoğunluk profili elde edilemeyen açık kümelerin yapısal parametreleri tayin edilmemiştir.

## 3.3 AÇIK KÜME YILDIZLARININ TESPİTİ

Açık kümelerin temel astrofizik parametreleri ve dinamik evrimlerine yönelik araştırmalarda kümeye üye yıldızların teşhis edilmesi önemlidir. Kümeler bir molekül bulutunun çökmesiyle oluştukları için gökyüzünün belli bir bölgesinde bulunurlar ve benzer uzay hızlarında hareket ederler. Yıldızların uzay hızlarının hesaplanabilmesi için öz hareket bileşenleri, uzaklık ve radyal hızlarının bilinmesi gerekmektedir. Günümüzde teknolojinin hızlı ilerlemesine paralel olarak sistematik gökyüzü tarama programları sürdürülmektedir. Bu tarama programlarında çoğunlukla yıldızların fotometrik ve astrometrik ölçümleri sönük parlaklıklara kadar gerçekleştirilebilirken, tayfsal gözlemlerden elde edilen radyal hız ölçümleri ancak parlak limit kadirler ile sınırlı kalmaktadır. Bu da gökyüzündeki tüm yıldızlar için uzay hız hesabının yapılamayacağını göstermektedir. Açık kümeler üzerine çalışan araştırmacılar küme üyesi yıldızların seçimini yaparken fotometrik ve astrometrik verilerden faydalanırlar. Fotometrik

verilerden oluşturulan renk-parlaklık diyagramı sayesinde parlak kadirde bulunan açık küme üyeleri kolaylıkla belirlenebilirken, sönük parlaklıklarda alan yıldızlarının etkinliği arttığından dolayı üyelik tespiti zorlaşmaktadır. Özellikle Güneş'ten uzakta bulunan açık kümelerin analizlerinde fotometrik verilerin kullanılması küme üyesi yıldızların belirlenmesinde duyarlı sonuçlar vermemektedir. Uzay tabanlı gökyüzü tarama programlarının devreye girmesiyle birlikte sönük nesnelerin hem fotometrik hem de astrometrik ölçümlerindeki duyarlılık artmıştır (Gaia işbirliği, 2018). Günümüzde bu yöntem, yıldızların öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralakslarının yeterince hassas ölçülmesiyle $G$ = 20 kadire kadar küme üyesi yıldızların tespitini mümkün kılmaktadır. Yıldızların konum, öz hareket ve paralaksları dikkate alınmak suretiyle Güneş civarında yer alan açık kümelerin üye yıldızları ortaya çıkartılabilmektedir (Yontan ve diğ., 2023; Gökmen ve diğ., 2023).

Yıldızların astrometrik verilerini kullanarak küme üyesi yıldızların tespitine yönelik çalışmalar Vasilevskis ve diğ. (1958) ile Sanders (1971) tarafından başlatılmıştır. Bu araştırmacılar küme ve alan yıldızlarının öz hareket ölçümlerine ait merkezi ölçümleriyle dağılımlarını yoğunluk fonksiyonlarıyla modellemiştir. Ardından, yıldızların konum uzaylarıyla birlikte öz hareket verilerini bir arada değerlendiren Kozhurina-Platais ve diğ. (1995) daha duyarlı kümeye üyelik tespitini gerçekleştirmiştir. Kümelerin öz hareket bileşenlerini bir diyagram üzerinde işaretledikten sonra bu diyagramda küme ve alan yıldızlarının yoğunlaştığı bölgelerin merkezi değerleriyle dağılımlarının standart sapmalarını dikkate alarak küme üyelerini ayırmaya çalışan Balaguer-Nunez ve diğ. (1998) bu alanda bir yöntem geliştirmiştir. Günümüzde bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişmesi bilgisayar işlemci hızlarının artmasını sağlamıştır. Bu da denetimsiz makine öğrenmesi tabanlı algoritmaların Galaksi astrofiziği alanındaki çalışmalara uyarlanmasına olanak sağlamıştır. Makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak, milyarlarca nesnenin yer aldığı *Gaia* DR3 veri tabanındaki yıldızların açık kümeye üyeliklerinin tespiti yapılabilir hale gelmiştir (Krone-Martins ve Moitinho, 2014). Krone-Martins ve Moitinho (2014) yıldızların gökyüzündeki ekvatoral koordinatları ve fotometrik ölçümlerinin birleşiminden üyelik olasılıklarının hesaplanmasına yönelik bir denetimsiz makine öğrenme yöntemi geliştirmiştir. Ayrıca, Sarro ve diğ. (2014) ile Olivares ve diğ. (2019) yıldızların üyelik analizleri için astrometrik ve fotometrik özelliklerinin ve alan-yıldız popülasyon ayırımının modellenmesinde Bayes istatistiğini kullanmıştır.

Tez çalışmasında açık küme alanlarında belirlenen yıldızların kümelere üyelik olasılıklarının hesaplanmasında Krone-Martins ve Moitinho'nun (2014) geliştirdiği bir denetimsiz makine öğrenme yöntemi olan *UPMASK* (Unsupervised Photometric Membership Assignment in Stellar Clusters) programı kullanılmıştır. *UPMASK* yazılımında kullanılan algoritma, yıldızların astrometrik ve fotometrik verilerini dikkate alarak kümeye üyelik olasılıklarını tayin etmektedir. *UPMASK*, küme yıldızlarını alan yıldızlarından ayırmak için temelde "*k-means*" olarak tanımlanan bir kümeleme algoritması kullanır. Algoritma, veri setlerini yinelemeli olarak ilgili kümeleme merkezine atar ve veri setinin ortalamasına göre merkezleri günceller. Bu süreç, atamaların ve merkezlerin artık önemli ölçüde değişmediği yakınsamaya kadar devam eder. Programda *k-means* değeri küme başına düşen yıldız sayısını temsil eden ve kullanıcı tarafından ayarlanan bir parametre olup, farklı kümelerde en iyi sonuçları 5 ile 35 değerleri arasında vermektedir (Monz, 2008; Krone-Martins ve Moitinho 2014, Cantat-Gaudin ve diğ., 2018). Makine öğrenmesi tabanlı kümeleme algoritmalarıyla gerçekleştirilen kümeye üyelik tespiti literatürde birçok çalışmada kullanılmıştır (Cantat-Gaudin ve diğ., 2020; Yontan ve diğ., 2022; 2023; Taşdemir ve Yontan, 2023; Yontan ve Canbay, 2023).

Tez çalışmasında incelenen açık küme alanlarında bulunan yıldızların beş boyutlu uzaydaki ($\alpha$, $\delta$, $\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$, $\varpi$) verileri bir dosyada toplanarak *UPMASK* yazılımında kullanılmak üzere yıldız üyeliklerinin tespiti için hazır hale getirilmiştir. *UPMASK* bir kümeleme algoritması kullandığından, verilerin farklı alt gruplar altında istatistiksel analizinin yapılması gerekmektedir. Krone-Martins ve Moitinho (2014) *UPMASK* yazılımını kullanarak açık kümeler üzerine yaptıkları çalışmada, kümelenmenin $5 \leq$ *k-means* $\leq 25$ aralığındaki tam sayı değerlerinde etkin çalıştığını göstermiştir. Kümelerin gökyüzünde belirgin bir yapı göstermesi durumunda, UPMASK "*k-means*" değerlerinin kümelenmelerin küçük değerlerinde olumlu sonuç verdiği, dağınık ve merkezi bir yoğunlaşma göstermeyen açık kümelerde ise "*k-means*" değerlerinin 20'den daha büyük olması durumunda çözüme ulaşıldığı görülmüştür.

## 3.4 AÇIK KÜMELERİN ASTROMETRİK PARAMETRELERİNİN TAYİNİ

Tez çalışmasında incelenen açık kümelerin astrometrik parametrelerinin (ortalama öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralaksları) tayininde *UPMASK* yazılımıyla yıldızların kümeye üyelik olasılıkları belirlenmiş ve kümeye en olası yıldızlar ($P \geq 0.5$) dikkate alınmıştır. Açık küme yıldızları aynı molekül bulutunda oluştuklarından uzay hızları birbirine yakın ve hız dispersiyonları da küçüktür. Bununla birlikte, küme doğrultusundaki yıldızların öz hareket

bileşenleri dikkate alındığında, kümeye üye yıldızların gökyüzünde belirgin bir yönelim noktalarının olduğu görülür. Samanyolu'ndaki gök cisimlerinin neden olduğu kütleçekimsel tedirginlikler zamanla açık kümelerdeki yıldızların uzay hızlarını ve yönelim noktalarını değiştirse bile, öz hareket verileri küme doğrultusundaki alan yıldızlarıyla küme üyesi yıldızların ayırt edilmesini sağlayacak mertebededir. Açık kümelerin ortalama öz hareket bileşenlerinin hesaplanmasında vektör nokta diyagramı (VPD; Vector Point Diagram) kullanılmaktadır. Bunun için küme doğrultusundaki yıldızların öz hareket bileşenleri VPD üzerine işaretlenerek küme ve alan yıldızlarının iki farklı bölgede sayı yoğunlukları bakımından yoğunlaşması beklenir. Çoğunlukla küme yıldızları alan yıldızlarına göre sayıca daha az olduğundan, VPD üzerinde kümeleşmenin küçük ama belirgin olduğu bölge açık kümenin ortalama öz hareket bileşenlerini gösterir. Bu bölgenin medyan değerleri alınarak incelenen açık kümenin ortalama öz hareket bileşenleri belirlenir. Öz hareket bileşenlerine ait standart sapma ($\sigma$) ve kümeye üye yıldızların sayısının ($N$) belirlenmesi durumunda öz hareket bileşenlerinin standart hataları ($sh$) da $sh = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ bağıntısıyla tayin edilir.

Yüksek olasılıklı küme üyesi yıldızların *Gaia* DR3 veri tabanındaki trigonometrik paralaks ($\varpi$) verilerinin histogramı oluşturulduğunda binom dağılımına benzer bir histogram elde edilmektedir (Yontan ve diğ., 2022, 2023). Literatürde trigonometrik paralakslara ait histogramların oluşturulmasında kümeye üye yıldızların rölatif paralaks hataları ($\sigma_\varpi/\varpi$) dikkate alınır **(**Yontan, 2023). Güneş civarında ve yeteri sayıda üye yıldız içeren açık kümeler için rölatif paralaks hatası olarak $\sigma_\varpi/\varpi \leq 0.2$ değeri kabul edilirken, uzak ve nispeten daha az üye yıldız içeren açık kümeler için $\sigma_\varpi/\varpi \leq 0.5$ değeri dikkate alınmaktadır. İncelenen açık küme için oluşturulan trigonometrik paralaks histogramının binom benzeri bir yapıda olması durumunda, dağılıma bir Gauss eğrisi fit edilmek suretiyle kümenin ortalama trigonometrik paralaksı ($\langle\varpi\rangle$) tayin edilmektedir. Gauss fitinin standart hatası da dağılımın en olası değerinin belirsizliğini göstermektedir. Bu yöntemle ortalama trigonometrik paralaks değeri hesaplanan kümenin uzaklığı, $d$ (pc) = 1000/$\langle\varpi\rangle$ (mas) bağıntısı kullanılarak tayin edilir.

## 3.5 AÇIK KÜMELERİN ASTROFİZİK PARAMETRELERİNİN TAYİNİ

Bir molekül bulutunun çökmesiyle hemen hemen aynı zamanda oluşan açık küme yıldızlarının Güneş'e uzaklıkları, kimyasal kompozisyonları ve yaşları birbirine benzerdir. *Gaia* uydusunun gözlemlere başlamasıyla (Gaia işbirliği, 2016b) elde edilen hassas astrometrik ölçümler ile

küme üyesi yıldızların $d$ = 2 kpc'ye kadar bir düzeltme yapmadan kullanılması mümkünken, uydudan elde edilen tayfsal verilerin analizinden tayin edilen atmosfer model parametreleri için duyarlıklar yeterli değildir. Özellikle *Gaia* uydusundan alınan orta çözünürlükteki yıldız tayflarının teorik model atmosferler ile karşılaştırılarak tayin edilen temel parametrelerinden bulunan metal bollukları yeteri derecede doğru ve duyarlı değildir. Fakat, limit parlaklık sınırlı, yüksek çözünürlüklü yer-tabanlı tayfsal gökyüzü tarama programlarından sağlanan tayfların analizinden belirlenen metal bollukları açık kümelerin ortalama bolluklarını ifade edebilecek düzeydedir. Günümüzde sürdürülmekte olan RAVE (Steinmetz ve diğ., 2006), APOGEE (Majewski ve diğ., 2017), GALAH (de Silva ve diğ., 2015), *Gaia*-ESO (Gilmore ve diğ., 2012) ve LAMOST (Liu ve diğ., 2020) gibi tayfsal gökyüzü tarama programlarının bir bölümü açık kümelerin tayfsal analizlerine ayrılmıştır. Güncel gökyüzü tarama programları sonucunda 615 açık kümenin ortalama demir bollukları (Joshi ve diğ., 2024) farklı sayıda küme üyesi yıldız tayflarının analizlerinden hesaplanarak literatüre kazandırılmıştır (başlıca; Conrad ve diğ., 2017; Carrera ve diğ., 2019; Casamiquela ve diğ., 2019; Donor ve diğ., 2020; Spina ve diğ., 2021, Zhang ve diğ., 2021, Ray ve diğ., 2022).

Tez çalışmasında incelenen 422 açık kümenin literatür taraması gerçekleştirilerek 196'sının ortalama metal bolluklarının 16 farklı araştırmacının çalışmasında bulunduğu tespit edilmiş olup (Heiter ve diğ., 2014; Carrera ve diğ., 2019, 2022; Casamiquela ve diğ., 2021, 2022; Frasca ve diğ., 2019); Donor ve diğ., 2020; Spina ve diğ., 2021, Zhang ve diğ., 2021, Ray ve diğ., 2022; Netopil ve diğ., 2016, 2022;Fu ve diğ., 2022; Randich ve diğ., 2022; Dias ve diğ., 2022; Alonso-Santiago ve diğ., 2024) geri kalan 226 açık kümenin metal bollukları ise anakol çalıştırma yöntemiyle eş zamanlı olarak bu tez çalışmasında tayin edilmiştir.

Açık kümelere üye yıldızların yüksek çözünürlüklü tayfsal verilerinin analizlerinden belirlenen demir bolluklarının ([Fe/H]) bilinmesi durumunda yaş tayini için gerekli olan metal bolluğu parametresi sabit tutulmuştur. Açık kümelerin yaş tayininde kullanılan PARSEC eş-yaş eğrileri (Bressan ve diğ., 2012) ağır element bolluğuna (Z) duyarlı olduğundan, projede analiz edilecek açık kümelerin metal bolluklarının ([Fe/H]), Z değerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Dönüşüm bağıntıları PARSEC eş-yaş eğrileri (Bressan ve diğ. 2012) kullanılarak Bağıntı 3.2 ile Jo Bovy[7] tarafından elde edilmiştir. Bağıntı (3.2)'de $Z_X$, bir ara işlem fonksiyonudur ve

7 https://github.com/jobovy/isodist/blob/master/isodist/Isochrone.py

Güneş'in ağır element bolluğuna ($Z_\odot$ = 0.0152) bağlıdır. Z de $Z_X$'in bir fonksiyonu olup, kümenin ağır element bolluğunun tayin edilmesinde kullanılır:

$$Z_X = 10^{\left[[\mathrm{Fe/H}]+\log\left(\frac{Z_\odot}{1-0.2485-2.78\times Z_\odot}\right)\right]} \qquad Z = \frac{(Z_X - 0.2485\times Z_X)}{(2.78\times Z_X + 1)} \tag{3.2}$$

Bağıntı (3.2) ile açık kümelerin demir ([Fe/H]) ve ağır element bollukları ($Z$) tayin edildikten sonra hesaplanan ağır element bolluklarına uyan PARSEC eş-yaş eğrileri (Bressan ve diğ., 2012) seçilir, eş-yaş eğrisi her bir küme için oluşturulan $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk-parlaklık diyagramlarında en muhtemel küme üyelerine ağırlık verilerek anakol çakıştırma yöntemine göre kaydırılarak kümelerin temel astrofizik parametreleri olan renk indeksleri ($E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$), uzaklık modülleri ($\mu$) ve yaşları ($t$) hesaplanır. Bu yöntemle açık kümelerin temel astrofizik parametreleri tayin edilir.

İncelenen açık kümenin uzaklığı, uzaklık modülü bağıntısıyla hesaplanır. PARSEC eş-yaş eğrileri fit edilerek kümelerin eş-yaş eğrilerinden belirlenen kümenin uzaklık modülleri ($\mu$), Bağıntı (3.3) ile fotometrik uzaklığa ($d_{iso}$) çevirilir:

$$(m_\mathrm{G} - M_\mathrm{G})_0 = G - M_\mathrm{G} - A_\mathrm{G} = 5 \times \log d - 5 \tag{3.3}$$

$$G - M_\mathrm{G} = 5 \times \log d_\mathrm{iso} - 5 + A_\mathrm{G} \tag{3.4}$$

Bağıntı (3.4)'te $(m_\mathrm{G}\text{-}M_\mathrm{G})_0$ ve $G\text{-}M_\mathrm{G}$ *Gaia* fotometrik sistemindeki sönükleşme etkisinden arındırılmış uzaklık modülü tanımlanmıştır. Burada $A_G$, $G$ bandındaki yıldızlar arası sönükleşmeyi ve $d$ de açık kümenin Güneş'e uzaklığını ifade etmektedir. Ayrıca, anakol çakıştırma yöntemiyle tayin edilen uzaklık modülündeki belirsizliklerin hesaplanmasında Carrera ve diğ.'nin (2017) verdiği bağıntı kullanılmıştır:

$$\Delta(d) = \ln(10) \times d \times \Delta[\log(d)],$$

$$\Delta[\log(d)] = \frac{1}{5} \times [\Delta V + \Delta(M_\mathrm{V}) + \Delta(A_V)], \tag{3.5}$$

$$\Delta(M_V) = 0, \text{ ve } \Delta(A_V) = 3.1 \times \Delta(B - V),$$

$$\Delta(d) = \ln(10) \times d \times \frac{1}{5} \times [\Delta V + 3.1 \times \Delta(B - V)]$$

Burada $\Delta V$ parlaklık değerindeki, $\Delta(B\text{-}V)$ de renk indeksindeki belirsizliği ifade etmektedir. Bu parametrelerin tayininde fotometrik parlaklıklara ait hataların medyan değerleri dikkate alınmıştır. Bağıntı (3.5)'deki $\Delta V$ ve $\Delta(B\text{-}V)$ değerleri, sırasıyla, parlaklık ve renk indeksindeki belirsizliği göstermekte olup kümelerin medyan değerleri kullanılmıştır. Tez çalışmasındaki açık kümeler *Gaia* uydu verileri kullanılarak analiz edildiğinden $V$ ve $M_V$ parlaklıkları yerine, sırasıyla, $G$ ve $M_G$ parlaklıkları kullanılmıştır. Bağıntıda verilen $A_V$ sönükleşmesi için de Cardelli ve diğ.'nin (1989) selektif absorpsiyon katsayısı ($R = A_G/A_V = 0.83627$) dikkate alınarak $A_G$ sönükleşme değerleri hesaplanmıştır.

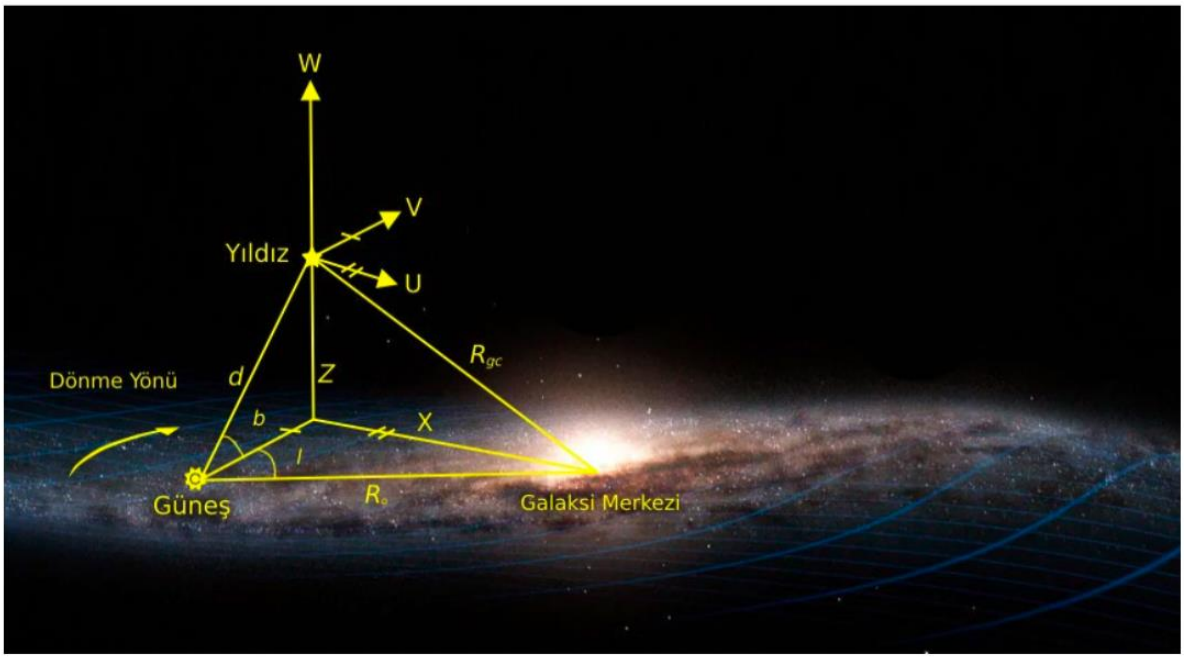
## 3.6 KİNEMATİK ANALİZLER

### 3.6.1 Uzay Hız Bileşenlerinin Hesabı

Tez çalışması kapsamında Güneş civarında incelenecek açık kümelerin uzay hız hesaplamalarında Bovy'nin (2015) *PYTHON* programlama dilinde geliştirdiği *GALPY* kütüphanesi kullanılmıştır. *GALPY*, incelenen nesnelerin farklı koordinat sistemleri için uzay hız bileşenleriyle birlikte, Galaktik yörünge parametrelerini hesaplayan ve bunları görselleştirebilen bir kütüphanedir. Gelişmiş bir Galaktik dinamik program olan *GALPY* (Bovy, 2015) içerisinde çok sayıda tanımlanmış potansiyel fonksiyonlar bulunmaktadır. Samanyolu'ndaki yıldızların yörünge parametrelerini elde edebilmek için Bovy (2015), Galaksi diskinin eksenel simetri gösterdiği varsayımı altında *MWPotential2014* modelini oluşturmuştur. *GALPY*'de Galaktik dönme hızı ve Güneş'in Galaksi merkezine uzaklığı, sırasıyla, 220 km/sn ve 8 kpc (Majewski, 1991) kabul edilmiştir.

Açık kümelerin uzay hızı bileşenleri ($U$, $V$, $W$) *GALPY* kütüphanesi kapsamında bulunan Johnson ve Soderblom'un (1987) algoritmasıyla hesaplanmıştır. Tez çalışması kapsamında incelenen açık kümelerin kinematik analizlerinin yapılabilmesi için kümelerin ekvatoral koordinatları ($\alpha$, $\delta$), anakol çakıştırma yöntemiyle hesaplanan uzaklıkları ($d_{iso}$), öz hareket bileşenleri ($\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$) ve radyal hızları ($V_R$) belirsizlikleriyle birlikte kullanılmıştır. Kinematik analizlerde sağ el koordinat sistemi tercih edildiğinden, hesaplanan $U$ hızı Galaksi merkezi doğrultusunda, $V$ hızı Samanyolu'nun dönme doğrultusunda ve $W$ hızı da kuzey Galaktik kutup doğrultusundaki hız bileşenlerini temsil eder (Şekil 3.2).

Açık kümelerin uzay hız bileşenlerinin tayininde, kümelerin ekvatoral koordinatlarının Galaktik koordinatlarına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için de $T$ ile tanımlanan bir dönüşüm matrisi kullanılmaktadır:




**Şekil 3.2:** Bir yıldızın Samanyolu'ndaki konumu ve uzay hız bileşenlerinin temsili gösterimi.

$$\begin{bmatrix} \cos b \cos l \\ \cos b \sin l \\ \sin b \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} \cos \delta \cos \alpha \\ \cos \delta \sin \alpha \\ \sin \delta \end{bmatrix} \tag{3.6}$$

Matrisin hesaplanmasında Kuzey Galaktik Kutbun (KGK) ekvatoral koordinatları $(\alpha, \delta)_{KGK} = (12^h\ 51^m\ 26^s.282, +27^o\ 07'\ 42''.01)$ ve kuzey gök kutbunun konumu $\theta = 123^o$ olarak alınmıştır. KGK'nın ekvatoral koordinatları ve kuzey gök kutbunun konumu uluslararası göksel referans sistemiyle tanımlanmıştır (Gaia işbirliği, 2023):

$$T = \begin{bmatrix} \cos\theta_0 & \sin\theta_0 & 0 \\ \sin\theta_0 & -\cos\theta_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\sin\delta_{\mathrm{KGK}} & 0 & \cos\delta_{KGK} \\ 0 & -1 & 0 \\ \cos\delta_{\mathrm{KGK}} & 0 & \sin\delta_{\mathrm{KGK}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\delta_{\mathrm{KGK}} & \sin\delta_{\mathrm{KGK}} & 0 \\ \sin\delta_{\mathrm{KGK}} & -\cos\delta_{\mathrm{KGK}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3.7}$$

$$T = \begin{bmatrix} -0.0548755604 & -0.8734370902 & -0.4838350155 \\ +0.4941094279 & -0.4448296300 & +0.7469822445 \\ -0.8676661490 & -0.1980763734 & +0.4559837762 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

Yıldızların uzay hız bileşenlerinin hesaplanmasında Bağıntı (3.9) kullanılmaktadır:

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = B \begin{bmatrix} v_R \\ k\mu_\alpha \cos\delta/\varpi \\ k\mu_\delta/\varpi \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

İfadedeki $B$ matrisi $B = T \times A$ ve $k = 4.74057$ olup, $A$ matrisi Bağıntı (3.10)'da verilmiştir:

$$A \equiv \begin{bmatrix} \cos\alpha\cos\delta & -\sin\alpha & -\cos\alpha\sin\delta \\ \sin\alpha\cos\delta & \cos\alpha & -\sin\alpha\sin\delta \\ \sin\delta & 0 & \cos\delta \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Uzay hız bileşenlerindeki belirsizlikler hata yayılımı yöntemiyle hesaplanmıştır. Bu yöntemde bir $G$ fonksiyonu tanımlanmış olup, $G$'nin belirsizliği gök cisimlerinin uzay hız bileşenlerinin hataları cinsinden Bağıntı (3.11) ile belirlenir:

$$\sigma^2_{\mathrm{G(x,y,z)}} = \left(\frac{\partial G}{\partial x}\right)^2 \sigma^2_{\mathrm{x}} + \left(\frac{\partial G}{\partial y}\right)^2 \sigma^2_{\mathrm{y}} + \left(\frac{\partial G}{\partial z}\right)^2 \sigma^2_{\mathrm{z}}. \quad (3.11)$$

Uzay hızı belirsizliklerinin hesabında (Bağıntı 3.11), $T$ (Bağıntı 3.7) ve $A$ (Bağıntı 3.10) matrislerinden kinematik hesapları etkileyen hataların olmadığı kabul edilir. Çünkü, günümüzde yıldızların koordinatlarının duyarlı hesaplanmasından dolayı, koordinat dönüşüm matrislerinden hata gelmediği varsayımı kabul edilmektedir.

Uzay hız bileşenlerindeki belirsizliklere, yıldızların trigonometrik paralaks, öz hareket bileşenleri ve radyal hız ölçümlerinin hız hataları sebep olmaktadır. Uzay hız bileşenlerinin belirsizlikleri Bağıntı (3.12)'de verilen eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$\begin{bmatrix} \sigma^2_U \\ \sigma^2_V \\ \sigma^2_W \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} \sigma^2_\gamma \\ (k/\varpi)^2\left[\sigma^2_{\mu_\alpha} + (\mu_\alpha \cos\delta\sigma_\varpi/\varpi)^2\right] \\ (k/\varpi)^2\left[\sigma^2_{\mu_\delta} + (\mu_\delta\sigma_\varpi/\varpi)^2\right] \end{bmatrix} + 2\mu_\alpha\cos\delta\mu_\delta k^2\sigma^2_\varpi/\varpi^4 \begin{bmatrix} b_{12}b_{13} \\ b_{22}b_{23} \\ b_{32}b_{33} \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Burada $C$ matrisi, $C_{ij} = B_{ij}^2$ ile ifade edilen $B$ matrisinin elemanlarının karelerinden oluşan 3×3'lük bir matrisden meydana gelmektedir.

Yıldızların toplam uzay hızı ($S$) ve belirsizlikleri ($S_{ht}$), sırasıyla, aşağıda verilen Bağıntı (3.13) ve Bağıntı (3.14) ile hesaplanmaktadır:

$$S = \sqrt{U^2 + V^2 + W^2} \tag{3.13}$$

$$S_{\mathrm{ht}} = \sqrt{U_{\mathrm{ht}}^2 + V_{\mathrm{ht}}^2 + W_{\mathrm{ht}}^2} \tag{3.14}$$

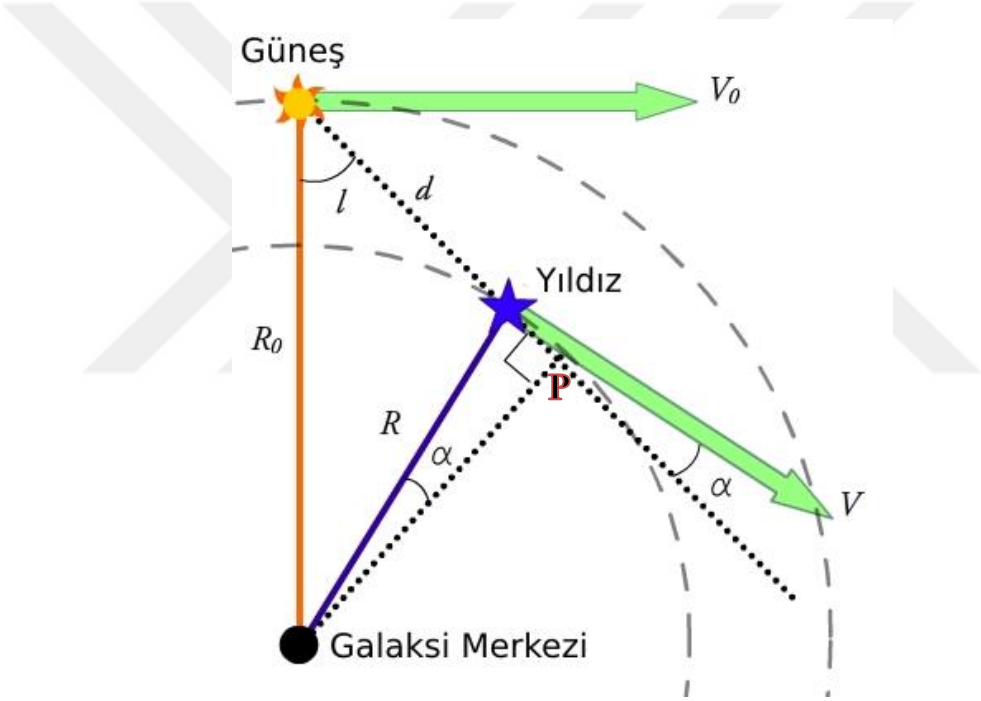
### 3.6.2 Oort Sabitlerinin Hesaplanması

Bir galaksinin dönmesi, barındırdığı nesnelerin galaksi merkezi etrafındaki bir yörüngede gerçekleştirdiği hareketleri ifade eder. Bu tanım özellikle Samanyolu gibi spiral galaksilerin dinamiklerinin anlaşılmasında önemlidir. Bir galaksi içindeki nesnelerin dönme hızı, gözlemciye doğru veya gözlemciden itibaren olan hareketin bir göstergesi sayılan Doppler kaymalarının gök cisimlerin tayflarında gözlenmesiyle ölçülebilir. Samanyolu ve diğer spiral galaksiler söz konusu olduğunda, nesneler galaksi merkezinden uzaklaştıkça, dönme hızlarının sabit değerlerde olduğu gözlenmektedir. Bu durum bir spiral galaksinin dönme eğrisinden kolaylıkla görülebilir (Şekil 3.2). Galaksinin dönme hızının korunması sadece galakside görünen maddenin katkısıyla açıklanamamaktadır. Kepler dinamiğine göre, $v$ dönme hızı, $G$ kütleçekim sabiti, $M$ yarıçap içindeki kütle ve galaksi merkezine uzaklık olmak üzere $v^2 = \frac{GM}{r}$ bağıntısıyla tanımlandığı gibi, dönme hızı merkezden uzaklaştıkça azalmalıdır. Fakat galaksi merkezinden uzakta bulunan yıldız ve gaz bulutlarının daha iç kısımlarda bulunanlara göre daha hızlı dönmeleri görünen maddeye ilaveten bir başka potansiyel çekicinin varlığını ortaya koyar. Günümüzde bu görünmeyen çekici kuvvet karanlık madde olarak bilinmektedir (Carroll, 2007; Jarosik ve diğ., 2011).

Galaksi diskinin yapısının ve evriminin anlaşılmasında Güneş civarındaki yıldızların konumsal ve kinematik analizlerinin önemli bir yeri vardır. Güneş civarında yıldızların kinematiği yaklaşık 100 yıldır Galaksi diskinin özelliklerini araştırmak için kullanılmaktadır. Oort (1927), yerel frekans ve dairesel hız gradyentinin, dönüş hızı alanı bağıntılarındaki sabitler ile temsil edilebileceğini belirtmiştir. Güneş civarındaki yıldızların radyal hız ve öz hareket ölçümlerini gerçekleştiren Oort (1927), kendi ismiyle anılan $A$ ve $B$ sabitlerini, sırasıyla, 19 ve -24 km/sn/kpc olarak hesaplamıştır. Bu bulgu Galaksi'nin hemen hemen düz bir dönme eğrisine sahip olduğunu ortaya koymuş ve Samanyolu'nun katı bir cisim gibi dönmediğini göstermiştir.

*A* ve *B* Oort sabitleri Samanyolu'nun Güneş civarındaki kinematik özelliklerini tanımlayan iki önemli sabit olmakla birlikte, Samanyolu'ndaki disk yıldızlarının kinematik doğasını da Galaksi'nin düz dönme eğrisinden ortaya koymaktadır.

**Oort Sabitlerinin Belirlenmesi:** Oort sabitleri dairesel hız ve dolayısıyla eksenel simetrik bir yaklaşım ile Galaksi'nin potansiyeliyle ilişkilendirilebilir (Binney ve Merrifield, 1998). Yıldızlar Galaksi merkezi etrafında diferansiyel bir dönme gerçekleştirirler. Diferansiyel dönme, açısal hızın nesnelerin Galaksi merkezine uzaklıklarının bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Şekil 3.2'de Kuzey kutup doğrultusundan Galaksi'ye doğru bakışla diferansiyel dönen Galaksi düzleminin temsili görünüşü resmedilmiştir.




**Şekil 3.3:** Diferansiyel dönen Galaksi diskinin geometrik gösterimi.

Güneş'e göre Galaksi'nin daha iç yörüngelerinde bulunan bir yıldızın Güneş'ten gözlendiği Şekil 3.3'te tasvir edilmiştir. Yıldız hızının radyal bileşeninin bulunması için Güneş'ten yıldıza doğru olan hız (siyah noktalardan oluşan çizgi) $V_0 \cos(\pi/2 - l) = V_0 \sin l$ bağıntısı yardımıyla yazılabilir. Aynı doğrultudaki yıldızın hızı da $V(R)$ cos α ile gösterilir ve yıldızın radyal hızı $V_r$, Bağıntısı (3.15) yardımıyla ifade edilir:

$$V_r = V(R)\cos\alpha - V_0 \sin l \qquad (3.15)$$

Bu bağıntıya, Güneş, Galaksi merkezi ve yıldızın oluşturduğu üçgende sinüs kuralı uygulanabilir:

$$\begin{aligned} \frac{\sin\ l}{R} &= \frac{\sin\ (\alpha + \pi/2)}{R_0} = \frac{\cos\ \alpha}{R_0} \\ \cos\ \alpha &= \frac{R_0}{R} \sin\ l. \end{aligned}$$

Açısal hız $\Omega = V/R$ olduğundan Bağıntı (3.15)'de yerine yazılır:

$$V_\mathrm{r} = \frac{VR_0}{R} \sin l - V_0 \sin l = R_0 \sin l \left(\frac{V}{R} - \frac{V_0}{R_0}\right) = R_0 \sin l(\Omega(R) - \Omega_0) \tag{3.16}$$

Bağıntıyla (3.16) verilen eşitlik yıldız hareketlerini ifade etmenin daha basit bir yolunun bulunmasını sağlamaktadır. Oort tarafından belirtildiği gibi, yıldıza olan uzaklık Galaksi merkezine olan uzaklıktan çok daha küçük olduğunda, $d \ll R_0$, açısal hız terimi $\Omega(R)$ üzerinde bir Taylor serisine açılımı gerçekleştirilebilir. Taylor serisi Bağıntı (3.16) üzerinden birinci dereceden açılırsa,

$$\begin{aligned} \Omega(R) &= \Omega_0 + \left(\frac{d\Omega_0}{dR}\right)(R - R_0) \\ \Omega(R) - \Omega_0 &= \left[\frac{d}{dR}\left(\frac{V(R)}{R}\right)_{\mathrm{R_0}}\right](R - R_0) \end{aligned} \tag{3.17}$$

elde edilir. Buna göre Bağıntı (3.16) aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$V_\mathrm{r} = R_0 \sin l \left[\frac{d}{dR}\left(\frac{V(R)}{R}\right)_{\mathrm{R_0}}\right](R - R_0) \tag{3.18}$$

$d$ küçük olduğundan, $R - R_0 = -d \cos\ l$, Güneş, Galaksi merkezi ve yıldızın oluşturduğu üçgende kosinüs kuralı uygulandığında,

$$
\begin{aligned}
R^2 &= R_0^2 + d^2 - 2R_0\, \mathrm{dcos}\, l \\
R &= \sqrt{(R_0^2 + d^2 - 2R_0\, \mathrm{dcos}\, l)} = R_0 \sqrt{\left(1 + \left(\frac{d}{R_0}\right)^2 - 2\left(\frac{d}{R_0}\right)\cos l\right)} \\
R &\approx R_0 \sqrt{1 - 2\left(\frac{d}{R_0}\right)\cos l} \approx R_0 - \mathrm{dcos}\, l \\
R - R_0 &\approx -\,\mathrm{dcos}\, l\,,
\end{aligned}
\tag{3.19}
$$

bulunur. $(d/R_0)^2 \approx 0$ , yıldızın Güneş'e uzaklığı, Güneş'in Galaksi merkezine uzaklığından çok küçük olduğu için ($d \ll R_0$), Bağıntı (3.19) Bağıntı (3.18)'de yerine yazıldığında,

$$
\begin{aligned}
V_\mathrm{r} &= \frac{1}{R_0} d \sin l \cos l \left[V_0 - R_0 \left(\frac{dV(R)}{dR}\right)_{\mathrm{R_0}}\right] \\
&= d \sin l \cos l \left[\frac{V_0}{R_0} - \left(\frac{dV(R)}{dR}\right)_{\mathrm{R_0}}\right] \\
&= d \sin(2l) \frac{1}{2}\left[\frac{V_0}{R_0} - \left(\frac{dV(R)}{dR}\right)_{\mathrm{R_0}}\right]
\end{aligned}
\tag{3.20}
$$

ya da bu bağıntıdaki bir parçasına $A$ değişkeni atandığında,

$$
A = \frac{1}{2}\left[\frac{V_0}{R_0} - \left(\frac{dV(R)}{dR}\right)_{\mathrm{R_0}}\right] \tag{3.21}
$$

bulunur. Bağıntı,

$$
V_\mathrm{r} = A \times d \times \sin(2l)\,, \tag{3.22}
$$

formuna dönüşerek ilk Oort sabiti olan $A$ elde edilir.

Güneş'in ve Şekil 3.3'teki noktalı çizgiye dik olan bir yıldızın hızı, sırasıyla, $V_0 \sin(\pi/2 - l) = V_0 \cos\, l$ ve $V(R)\cos(\pi/2 - \alpha) = V(R)\sin\, \alpha$ olarak tanımlanır. Böylece teğet hız aşağıdaki bağıntıyla ifade edilir:

$$
V_\mathrm{t} = V(R) \sin \alpha - V_0 \cos l \tag{3.23}
$$

Ayrıca, Galaksi merkezinden gelen noktalı çizginin Güneş'ten gelen noktalı çizgiyle yıldız boyunca birleştiği ve ona dik olduğu noktanın kesişimine ($P$ noktası) bakıldığında, Güneş,

Galaksi merkezi ve *P* noktasından oluşan bir dik üçgen meydana gelmektedir. Güneş'ten *P* noktasına giden doğrunun uzunluğu $R_0 \cos l$ ile verilir. Ayrıca Güneş ile *P* noktası arasındaki uzaklıkta $d + R \sin \alpha$ ile hesaplanır:

$$\begin{aligned} R_0 \cos l &= d + R \sin \alpha \\ R \sin \alpha &= R_0 \cos l - d \end{aligned} \tag{3.24}$$

Bağıntı (3.24), Bağıntı (3.23)'de yerine yazılırsa,

$$\begin{aligned} V_t &= \frac{V(R) R_0 \cos l}{R} - \frac{V(R) d}{R} - V_0 \cos l \\ &= R_0 \cos l \left( \frac{V(R)}{R} - \frac{V_0}{R_0} \right) - \frac{V(R)}{R} d \end{aligned} \tag{3.25}$$

Elde edilir. Bağıntı (3.25)'de Taylor serisine açılır ve $R - R_0 = -d \cos l$ eşitliği de kullanılırsa Bağıntı (3.25),

$$V_t \approx d \cos^2 l \left[ \frac{V_0}{R_0} - \left( \frac{dV(R)}{dR} \right)_{R_0} \right] - \frac{V(R)}{R} d \tag{3.26}$$

şeklinde yazılabilir. Bağıntı (3.26)'da $\cos(2l) = 2\cos^2 l - 1$ eşitliği kullanılarak,

$$\begin{aligned} V_t &\approx d \cos(2l) \frac{1}{2} \left[ \frac{V_0}{R_0} - \left( \frac{dV(R)}{dR} \right)_{R_0} \right] + \frac{1}{2} d \left[ \frac{V_0}{R_0} - \left( \frac{dV(R)}{dR} \right)_{R_0} \right] - \frac{V_0}{R_0} d \\ V_t &\approx d[A \cos(2l) + B], \end{aligned} \tag{3.27}$$

elde edilir. Bu da *B* ile gösterilen ikinci Oort sabitidir ve

$$B = -\frac{1}{2} \left[ \frac{V_0}{R_0} + \left( \frac{dV(R)}{dR} \right)_{R_0} \right] \tag{3.28}$$

şeklinde verilir.

Sonuç olarak *A* sabiti Güneş civarı için radyal hızı, *B* sabiti de teğet hızı ifade etmektedir.

Galaktik boylamın bir fonksiyonu olarak yıldızların öz hareketleri, Oort sabitleriyle Galaksi diskinin dönme özellikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Dairesel ve radyal hız gradyentlerinin de Oort sabitleri aracılığıyla elde edilebileceği Bağıntı (3.22) ve Bağıntı

(3.27)'den görülmektedir. Sonuç olarak, Oort sabitlerinin elde edilmesi Galaksi diskinin dönme özelliklerinin belirlenmesinde önemlidir.

### 3.6.3 Güneş'in Uzay Hızı ve Yönelim Noktası

Yerel Durağanlık Standardı (LSR), Güneş civarındaki yıldızların ortalama hızlarının Güneş'in hızıyla tutarlı olduğu bir referans sistemdir. Bu kavram Galaksi'nin denge halindeki simetrik bir yapı olduğunu varsayar ve merkezi çubuk, spiral kollar ve uydu galaksilerin neden olduğu kütleçekimsel etkileri içermez. LSR'nin doğru bir şekilde belirlenmesi, Galaktik merkezden Güneş'e kadar belirli bir yarıçap içinde kalan kütlenin tahmin edilmesinde ve yıldız yörüngelerinin basıklıklarının anlaşılmasında önemli bir rol oynar (Klypin ve diğ., 2002). LSR tayininin yapılmasının temel amacı incelenen yıldız popülasyonuna ait ortalama hızın hesaplanarak asimetrik sürüklenme hızının düzeltilmesine dayanmaktadır. Bu metodun uygulanabilmesi için Galaksi içindeki yıldız popülasyonlarının iyi karışmış olması beklenmektedir. Tayfsal gözlemler Güneş'ten yapıldığından, yıldızların Doppler kaymasıyla belirlenen radyal hızları içerisinde Güneş'in de hızı bulunmaktadır. Bu nedenle yıldızın uzay hız bileşenleri ($U$, $V$, $W$), Güneş'in uzay hız bileşenlerini ($U$, $V$, $W$)$_\odot$ de içermektedir. Bu da Güneş civarında incelenen yıldızların uzay hız bileşenlerinde bir yanlılığa neden olmaktadır. LSR olarak bilinen bu yanlılık uzay hız bileşenlerinde Güneş'in uzay hız bileşenlerinin çıkartılmasıyla giderilir. LSR hızlarının tayiniyle Güneş'in yakın yıldızlara göre hızı ($S_\odot$) Bağıntı (3.13) ile hesaplanabilir.

Güneş'in uzay hız bileşenlerinin hesaplanması ($U$, $V$, $W$)$_\odot$ ve bu verilerin Bağıntı (3.13)'de yerine konarak ($S_\odot$) hızının tayin edilmesiyle Güneş'in skaler uzay hızı belirlenmiş olur. Bu hızın vektörel olarak ifade edilebilmesi için hesaplanan LSR değerleri dikkate alınarak aşağıda belirtilen bağıntılar ile Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultusunun ($D(l_A, b_A)$) belirlenmesi gerekmektedir:

$$l_A = \tan^{-1}\left(\frac{V_\odot}{U_\odot}\right),$$
$$b_A = \tan^{-1}\left(\frac{W_\odot}{\sqrt{U_\odot^2 + V_\odot^2}}\right) \qquad (3.29)$$

Burada $l_A$ ve $b_A$ Güneş'in Galaktik koordinat sitemindeki gökyüzünde yönlendiği, sırasıyla, boylam ve enlemini göstermektedir.

### 3.6.4 Açık Kümelerin Kinematik Popülasyon Türlerinin Belirlenmesi

Tez çalışması kapsamında Güneş civarındaki açık kümelerin Galaktik popülasyon türlerinin (ince, kalın disk veya halo) belirlenmesinde Bensby ve diğ.'nin (2003, 2005) kinematik yaklaşım yöntemi kullanılmıştır. Bu yönteme göre araştırmacılar Güneş civarındaki üç Galaktik popülasyonun uzay hızlarını ve dispersiyonları literartürdeki çalışmalardan derlemiştir. Her bir popülasyonun uzay hızının Gauss dağılımı gösterdiği varsayılarak, incelenen her bir yıldızın uzay hıznın bu popülasyonlara ait değerler ile karşılaştırılması sonucunda üç popülasyona üyelikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yönteme göre ince disk, kalın disk ve halo popülasyonları için $(U, V, W)_{LSR}$ uzay hız bileşenlerinin Gauss dağılımı gösterdiği varsayılır:

$$P_i(U,V,W) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{3}{2}} \times \sigma_{i,U} \times \sigma_{i,V} \times \sigma_{i,W}} \times \exp\left(-\frac{U_{LSR}^2}{2\sigma_{i,U}^2} - \frac{\left(V_{LSR} - v_{i,a}\right)^2}{2\sigma_{i,V}^2} - \frac{W_{LSR}^2}{2\sigma_{i,W}^2}\right) \quad (3.30)$$

Burada $\sigma_U$, $\sigma_V$, $\sigma_W$ popülasyonlara ait hız dispersiyonları, $V_{asym}$ ile gösterilen Galaktik popülasyonlara ait asimetrik sürüklenme hızı ve $X$ de Güneş civarındaki popülasyon oranlarını ifade etmektedir (Buser ve diğ., 1998, 1999). Parametrelerdeki $i$ indeksi üç popülasyonu (D, TD, H) ifade etmektedir. Bağıntı 3.30'da verilen parametreler Tablo 3.2'de listelenmiş olup uzay hız bileşenleri LSR'ye indirgenmiştir.

**Tablo 3.2:** İnce disk, kalın disk ve halo popülasyonlarının ait yıldızların Güneş civarındaki oranları ($X$), hız dispersiyonları ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) ve $V_{asym}$ asimetrik sürüklenme hızıdır (Bensby ve diğ., 2005).

| | $X$ | $\sigma_U$ (km/sn) | $\sigma_V$ (km/sn) | $\sigma_W$ (km/sn) | $V_{asym}$ (km/sn) |
|---|---|---|---|---|---|
| İnce Disk (D) | 0.9385 | 35 | 20 | 16 | -15 |
| Kalın Disk (TD) | 0.06 | 67 | 38 | 35 | -46 |
| Halo (H) | 0.0015 | 160 | 90 | 90 | -220 |

Bir açık kümenin Samanyolu'ndaki bir popülasyona üyeliğini belirleyebilmek için Bağıntı (3.30)'da hesaplanan olasılık değerleri her bir popülasyonun Güneş civarında bulunma olasılıkları ($X$) ile çarpılır. Bu değerler ince disk, kalın disk ve halo için, sırasıyla, $X_D = 0.9385$, $X_{TD} = 0.06$ ve $X_H = 0.0015$'tir (Buser ve diğ., 1998, 1999). Kalın diskin ince disk ve haloya göre göreli olasılıkları aşağıdaki bağıntıların yardımıyla hesaplanır:

$$\frac{TD}{D} = \frac{X_{TD}}{X_D} \times \frac{P_{TD}}{P_D}, \qquad \frac{TD}{H} = \frac{X_{TD}}{X_H} \times \frac{P_{TD}}{P_H} \tag{3.31}$$

Bensby ve diğ. (2003; 2005) $TD/D \leq 0.1$ olan nesneleri yüksek olasılıklı ince disk popülasyonuna üye olarak kabul etmişlerdir. Buna göre seçilen nesnelerin ince diske üye olma olasılığı kalın diske üye olma olasılığının on katıdır. Benzer şekilde $TD/D > 10$ olan nesneleri de yüksek olasılıklı kalın disk popülasyonuna üye olarak dikkate almışlardır. Arada kalan $0.1 < TD/D \leq 1$ ve $1 < TD/D \leq 10$ gruplarını da, sırasıyla, düşük olasılıklı ince disk ve düşük olasılıklı kalın disk popülasyonuna üye nesneler olarak kabul etmişlerdir. Bunun nedeni düşük olasılıklı ince disk nesnelerinin ince diske üye olma olasılığının kalın diske üye olması olasılığından yüksek olmasıdır. Düşük olasılıklı kalın disk nesneleri için bu durumun tam aksi geçerlidir. Bensby ve diğ. (2003, 2005) ince ve kalın disk nesneleri için $TD/D > 1$'i gerekli bir koşul olarak kabul etmişlerdir.

## 3.7 AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİK YAŞ HESABI

Yıldızların uzay hız dispersiyonları yaşlarıyla birlikte artmaktadır. Yıldızların çevrelerinde bulunduğu diğer gök cisimleriyle kütleçekimsel etkileşimleri neticesinde yıldızın hızı ($v$) arttıkça azalan bir difüzyon katsayısının ortaya çıkmasıyla sonuçlanır (Spitzer ve Schwarzschild, 1953; Chandrasekhar, 1960; Hénon, 1973). Difüzyon katsayısı hesabı iki gök cisiminin karşılaşmasına dayalı difüzyon sürecinin ana hatlarını belirler:

$$C_v = \frac{\gamma_v}{v} \tag{3.32}$$

$$d(v^2) = C_v dt \tag{3.33}$$

Burada $\gamma_v$ difüzyon mekanizmasına bağlı bir sabittir. Bağıntılar (3.32) ve (3.33) bir arada değerlendirilerek

$$v^3 = v_0^3 + \frac{3}{2}\gamma_v \tau \tag{3.34}$$

ifadesine ulaşılır. Hız dispersiyonu $\sigma_v(\tau)$'nin kinematik yaş ($\tau$) ile artışını belirleyebilmek için $v^2$'nin başlangıç hızlarının ($v_0$) dağılımı üzerinden integralinin alınması gerekir. Bu dağılımın karekteristiği bilinmediğinden difüzyon katsayısının Bağıntı (3.32)'de verilen değeri düşük hızlar için $v_0 = \sigma_{v,0}$ olarak kabul edilebilir.

$$\sigma_v = \left(\sigma_{v,0}^3 + \frac{3}{2}\gamma_v \tau\right)^{\frac{1}{3}} \tag{3.35}$$

Bu kabul altında hesaplanan belirsizlikler $\sigma_v >> \sigma_{v,0}$ ve $\sigma_v \approx \sigma_{v,0}$ için ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Ortalama değerler için hatalar %10'dan daha küçüktür. Büyük yaşlar için hesaplanan hızların yaş ile artışı Bağıntı (3.35)'e göre daha hızlıdır. Bu sonuç, Bağıntı (3.32)'deki $\gamma_v$'nin zamana bağlı olduğunu da göstermektedir. $\gamma_v$'nin, Samanyolu'nun çekimsel alanı zaman ile düzgünleşebileceğinden, zaman ile azaldığı düşünülürse

$$\gamma_v(t) = \gamma_{v,p} \times \exp\left(-\frac{(t - t_p)}{T_\gamma}\right) \tag{3.36}$$

ifadesine ulaşılır. Bağıntıdaki $\gamma_{v,p}$, $\gamma_v$'nin günümüzdeki değeridir, $T_\gamma$, $\gamma_v$'nin bozunma zamanı olup $5\times10^9$ yıl, $t_p$ de günümüzdeki zamanı temsil etmektedir. Bağıntılar (3.32), (3.33) ve (3.36)'dan, $v_o \approx \sigma_{v,0}$ alarak,

$$\sigma_v^3 = \sigma_{v,0}^3 + \frac{3}{2}\gamma_{v,p} T_\gamma \left[\exp\left(\frac{\tau}{T_\gamma}\right) - 1\right] \tag{3.37}$$

bulunur. Burada $\sigma_v$ incelenen yıldız grubunun toplam uzay hız dispersiyonu ve $\sigma_{v,0}$ yeni doğan bir yıldızın hız dispersiyonu olup değeri 10 km/sn'dir. Bu formül, gözlenen veriler ile sabit bir difüzyon katsayısı durumundaki kadar uyumludur. Wielen'in (1977) verdiği Bağıntı (3.37), zaman geçtikçe daha hassas katsayıların belirlenmesiyle Cox (2000) tarafından güncellenmiştir. Bağıntı (3.37)'deki parametrelerinin yerine yazılmasıyla ($\gamma_{v,p}=1.0915\times10^{-5}$ km/sn)

$$\sigma_v^3 = 1000 + 81862.5\left[\exp\left(\frac{\tau}{5\times10^9}\right) - 1\right] \tag{3.38}$$

Bağıntı (3.38) elde edilmiştir. Bağıntıda $\tau$, $\sigma_v{}^3$'e karşılık gelen kinematik yaşı temsil etmekte olup birimi yıldır.

## 3.8 AÇIK KÜME ANALİZLERİNDE GELİŞTİRİLEN PROGRAMLAR

Tez çalışması kapsamında incelenen açık kümeler *PYTHON* programlama dilinde geliştirilen programlar ile analiz edilmiştir. Çalışmada Güneş civarındaki açık kümelerin homojenize edilmiş yöntemler kullanılarak yapısal, astrofiziksel, kinematik ve Galaktik yörünge

parametrelerinin tayin edilmesi ve elde edilen sonuçlar kullanılarak Galaksi diskinin yapı ve evriminin araştırılması hedeflenmiştir. Literatürde açık küme olduğu onaylanmış 1000'in üzerinde nesne bulunmaktadır (Cantat-Gaudin ve diğ., 2018). Bu açık kümeler farklı element bolluklarında, geniş bir uzaklık ve yaş aralığında yer almaktadır. *PYTHON* programlama dilinde hazırlanan *istopenpy* analiz paketleri açık kümelerin yapısal ve astrofizik parametrelerinin tayininde kullanılmak üzere geliştirilmiş dokuz alt programdan oluşmaktadır. Analiz algoritması Şekil 3.4'te gösterilmiştir.




**Şekil 3.4:** Tez çalışmasında incelenen açık kümelerin yapısal ve astrofizik parametrelerinin tayininde kullanılan *istopenpy* analiz paketlerinin algoritması.

***Galgrp_chartstsci.py:*** STSCI sayısal gökyüzü taramasından bir kümenin istenilen alan genişliğindeki gökyüzü haritasının elde edilmesini sağlamaktadır. Girdi parametresi olarak incelenen açık kümenin merkezi ekvatoral koordinatları ve yay dakikası biriminde alan genişliği verilmektedir. Program çıktısı incelenen açık kümenin gökyüzü haritasını üretmektedir.

***Galgrp_vizier.py:*** *Gaia* DR3 veri tabanından incelenen açık kümenin merkezi ekvatoral koordinatından itibaren seçilen bir yarıçap içinde kalan nesnelerin verilerine ulaşılmasını sağlamaktadır. Girdi parametresi olarak incelenen açık kümenin merkezi ekvatoral koordinatları ve alan genişliği yay dakikası biriminde verilmektedir. Program çıktısı, incelenen açık küme doğrultusundaki kaynakların astrometrik, fotometrik ve tayfsal verilerinin bilgisayar ortamına indirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu paket, küme doğrultusundaki nesnelerin fotometrik tamlık grafiklerinin oluşturulması ve fotometrik ölçümlere ait hataların hesaplanmasını da içermektedir.

***Galgrp_parpm.py:*** İncelenen açık küme doğrultusunda bulunan yıldızların kümeye üyeliklerine ait öncül sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Girdi parametreleri olarak *Galgrp_vizier.py* ile alınan *Gaia* DR3 astrometrik ve fotometrik verileri kullanılmaktadır. Program çıktısı incelenen açık küme doğrultusundaki yıldızların renk-parlaklık diyagramının oluşturulması, öz hareket uzayındaki dağılımlarının belirlenmesi ve kümeye üyelik olasılığı hesaplamaları için gerekli veri setlerinin oluşturulmasını sağlamaktadır.

***Galgrp_rdp.py:*** İncelenen açık kümenin yapısal parametrelerini hesaplar. Küme merkezinden itibaren oluşturulan radyal yoğunluk profili King (1962) modeliyle fit edilerek en duyarlı yapısal parametreler belirlenmektedir. Girdi parametresi olarak incelenen açık kümenin *Gaia* DR3 astrometrik ve fotometrik verileriyle birlikte, merkezi ekvatoral koordinatları ve alan genişliği yay dakikası biriminde verilmektedir. Program çıktısı olarak radyal yoğunluk profil grafiğinin yanı sıra kümenin merkezi ve alan yıldız yoğunluğu, kor yarıçapı, kümenin kuramsal ve gözlemsel limit yarıçapı da elde edilmektedir.

***Galgrp_upmask.py:*** *UPMASK* programının (Krone-Martins ve Moitinho, 2014) *PYTHON* dilinde geliştirilmiş bir sürümüdür. İncelenen açık küme doğrultusunda bulunan yıldızların ekvatoral koordinatlarıyla birlikte, *Gaia* DR3'te (Gaia işbirliği, 2023) verilen öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralakslarından itibaren her bir yıldızın kümeye üyelik olasılığının hesaplanmasını sağlamaktadır. Girdi parametreleri olarak *Galgrp_parpm*.py'den elde edilen veri seti içindeki astrometrik ölçümler kullanılmaktadır. Program çıktısı incelenen açık küme doğrultusundaki yıldızların farklı *k-means* değerlerindeki kümeye üyelik olasılıklarını vermektedir. Ayrıca geniş bir *k-means* aralığı için hesaplanan kümeye üyelik olasılıkları *csv* uzantılı bir dosyada toplanmaktadır.

***Galgrp_upmskgrf.py:*** *Galgrp_upmask.py* sonucu üretilen çıktı dosyasını dikkate alarak her bir *k-means* değeri için incelenen küme doğrultusundaki yıldızların hesaplanan küme üyeliklerine göre renk-parlaklık diyagramlarındaki ve öz hareket uzaylarındaki dağılımını vermektedir. Girdi parametreleri olarak yıldızların fotometrik, astrometrik verileriyle kümeye üyelik olasılıkları kullanılmaktadır. Program çıktısı, farklı *k-means* değerleri için yıldızların üyelik olasılıklarına göre renk-parlaklık ve öz hareket diyagramlarını vermektedir. Böylece küme morfolojisini en iyi temsil eden yıldızların üyelik olasılıkları dikkate alınarak söz konusu dağılımı veren en duyarlı *k-means* değeri analizi gerçekleştiren kullanıcı tarafından belirlenir.

***Galgrp_vpd.py:*** İncelenen küme doğrultusundaki yıldızların en duyarlı olasılık hesaplamalarını veren *k-means* değerine göre kümeye yüksek olasılıklı üye yıldızların alan yıldızlarına göre öz hareket uzaylarındaki dağılımını sağlamaktadır. Girdi parametreleri olarak yıldızların öz hareket bileşenleriyle üyelik olasılık değerleri kullanılır. Program çıktısı, incelenen küme alanındaki yıldızların üyelik olasılık dağılımlarını gösteren öz hareket diyagramını vermektedir. Ayrıca program, yüksek olasılıklı yıldızları dikkate alarak kümenin ortalama öz hareket bileşenlerinin hesaplanmasını sağlamaktadır.

***Galgrp_plxhisto.py:*** İncelenen kümenin yüksek olasılıklı üye yıldızlarının trigonometrik paralaks histogramlarıyla birlikte kümenin ortalama trigonometrik paralaksının hesaplanmasını sağlamaktadır. Girdi parametreleri olarak kümeye yüksek olasılıklı yıldızların trigonometrik paralaks değerleri kullanılır. Program çıktısı, incelenen kümeye üye olma olasılığı yüksek yıldızların trigonometrik paralaks dağılımını veren diyagramıyla, kümenin bu dağılımdan hesaplanan ortalama trigonometrik paralaks değerini vermektedir.

***Galgrp_yasbul.py:*** İncelenen kümenin astrofizik parametrelerinin (renk artığı, metal bolluğu, uzaklık modülü ve yaş) renk-parlaklık diyagramları üzerinde PARSEC eş-yaş eğrileriyle tayin edilmesini sağlamaktadır. Girdi parametreleri olarak incelenen kümeye yüksek olasılıkla üye yıldızların fotometrik verileriyle 27 farklı metal bolluğu için 1 – 9950 Myıl yaş aralığında bulunan 12,879 PARSEC (Bressan ve diğ., 2012) eş-yaş eğrisine ait *Gaia* DR3 verisi kullanılmaktadır. Program çıktısı, incelenen kümeye yüksek olasılıkla üye yıldızların renk-parlaklık diyagramlarındaki dağılımını en iyi temsil eden eş-yaş eğrisiyle kümenin renk artığı, metal bolluğu, uzaklık modülü ve yaş parametrelerinden oluşmaktadır. Ayrıca, küme yapısını en iyi temsil eden eş-yaş eğrisinin, kümeye yüksek olasılıkla üye yıldızlar ile birlikte gösterildiği renk-parlaklık diyagramı programın bir başka çıktısını oluşturmaktadır.

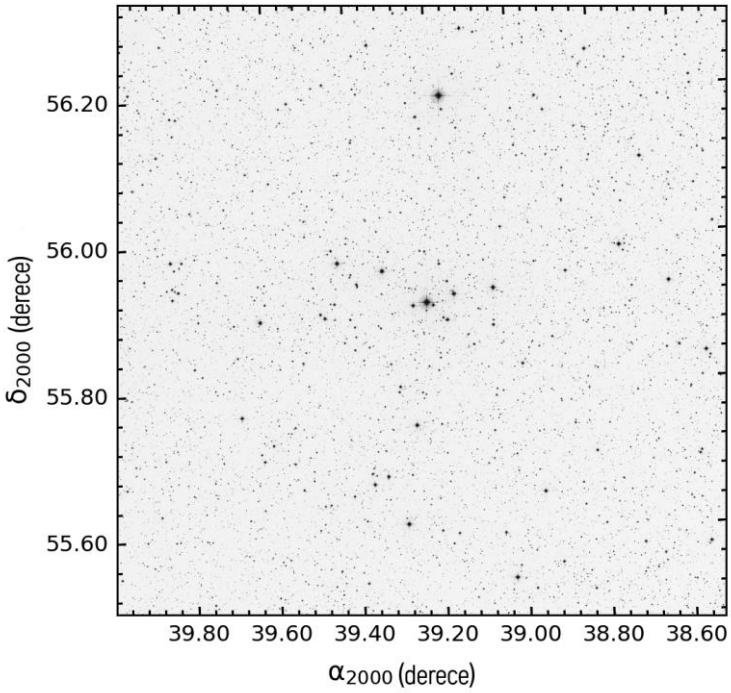
# 4. BULGULAR

## 4.1. AÇIK KÜME DOĞRULTUSUNDAKİ YILDIZ VERİLERİNİN ANALİZLERİ

Tez çalışmasında incelenmesi planlanan Güneş komşuluğundaki açık kümelerin listesi, *Gaia* DR2 kataloğundaki (Gaia işbirliği, 2018) yıldızların astrometrik ve fotometrik verilerini analiz eden ve 2,017 açık kümeyi bir katalogda toplayan Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) çalışmasından alınmıştır. Tez çalışmasında açık kümelerin uzaklıkları *Gaia* DR3 veri tabanındaki (Gaia işbirliği, 2023) astrometrik ve fotometrik veriler ile yeniden incelendiğinden, uzaklık değerinin %10 hatalı olma varsayımı altında 100 pc'lik hata değerini de içine alacak şekilde 1.1 kpc ile sınırlandırılmıştır. Bu kriter Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) oluşturduğu kataloğa uygulandığında, Güneş merkezli 1.1 kpc yarıçaplı uzay hacmi içinde 422 açık kümenin bulunduğu tespit edilmiştir. Açık kümelerin analizine geçilmeden önce, her bir açık kümenin ekvatoral koordinat sisteminde tanımlı merkezinden itibaren küme doğrultusunda bulunan yıldızların astrometrik, fotometrik ve tayfsal verileri *Gaia* DR3 veri tabanından derlenerek 422 açık küme için yıldız katalogları oluşturulmuştur. Bu kataloglar küme alanlarındaki yıldızların, ekvatoral koordinatlarını ($\alpha$, $\delta$), öz hareket bileşenlerini ($\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$), trigonometrik paralakslarını ($\varpi$) ve *Gaia* fotometrik parlaklıklarını ($G$, $G_{BP}$ ve $G_{RP}$) içermektedir. Tez çalışması kapsamında incelenen 422 açık kümenin ekvatoral koordinat sistemindeki merkezi koordinatları Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) çalışmasından alınmıştır.

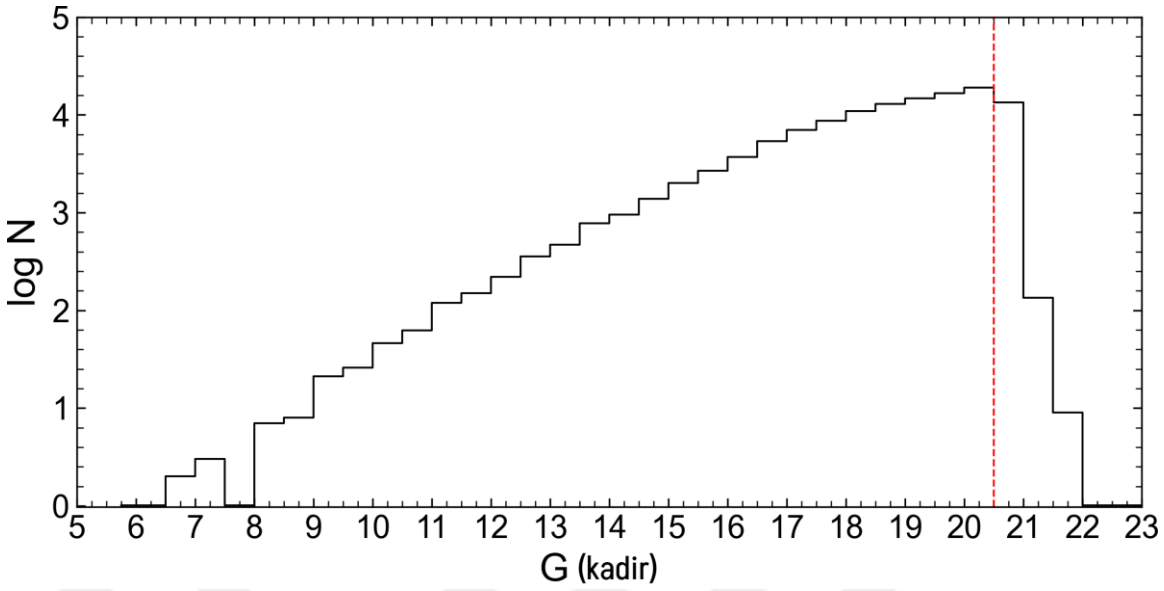
Tez çalışmasında incelenen 422 açık kümenin analizleri rutin ve çalışmada fazla yer kapladığından yapılan tüm analizler detaylıca oluşturulan küme listesi içinden seçilen Trumpler 2 üzerinden verilmiştir. Tüm açık kümeler için gerçekleştirilen analizler neticesinde elde edilen sonuçlar tablo olarak tez çalışmasının ekler kısmında sunulmuştur. Analizlere geçilmeden önce açık kümelerin literatürde verilen uzaklıkları ve açısal uzanımları dikkate alınarak açık küme görüntüleri, Bölüm 3.8'de verilen, *Galgrp_chartstsci.py* programı kullanılarak elde edilmiştir. Tez çalışması kapsamında örnek olarak seçilen Trumpler 2 açık kümesinin ekvatoral koordinat sistemindeki merkezi koordinatları Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) kataloğundan ve açısal uzanımı 50′×50′ olacak şekilde belirlenmiş, ilgili program yardımıyla görüntüleri STSCI web[8] sitesinden alınmış ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

[8] https://stdatu.stsci.edu/dss/




**Şekil 4.1:** Trumpler 2 açık kümesinin ekvatoral koordinat sisteminde 50′×50′ yay dakikası boyutlarındaki alan görüntüsü. Şeklin üst kısmı kuzey, sol kısmı da doğu yönünü göstermektedir.

Trumpler 2 açık kümesinin kataloğunun oluşturulabilmesi için *Galgrp_vizier.py* programıyla *Gaia* DR3 kataloğundan (Gaia işbirliği, 2023) küme merkezli 50′×50′ yay dakikası bölge içindeki yıldızların fotometrik, astrometrik ve tayfsal verilerinin çekilmesi sağlanmıştır. Küme doğrultusundaki kaynaklara ait katalog incelendiğinde $6 < G \leq 23$ kadir aralığında 121,569 yıldızın verisine ulaşılmıştır. Açık kümeler için elde edilecek yapısal ve astrofizik parametrelerin duyarlılığını arttırmak amacıyla, *Galgrp_vizier.py* programı aracılığıyla incelenen açık kümenin merkezi ekvatoral koordinatından itibaren seçilen yarıçap içinde kalan yıldızların fotometrik verilerinden küme doğrultusundaki yıldızların fotometrik tamlık sınırları belirlenmiştir. Bunun için, fotometrik tamlık sınırının tespitinde *G* görünen parlaklık aralıklarındaki yıldız sayı histogramı oluşturulmuştur. Dağılımda, yıldız sayılarının azaldığı fotometrik parlaklık açık kümenin *G* sönük parlaklık limiti olarak kabul edilmiştir. Trumpler 2 açık kümesi doğrultusundaki yıldızların *G* parlaklık aralıklarına göre oluşturulmuş histogramı Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Küme doğrultusundaki yıldız sayısının *G*=20.5 kadire kadar arttığı ve bu parlaklığın ötesinde yıldız sayısının hızlı bir azalma eğiliminde olduğu Şekil 4.2'den görülmektedir. Bu nedenle, parlaklık histogramında tespit edilen *G*=20.5 kadir parlaklığı küme doğrultusundaki kaynaklar için bir tamlık sınırı oluşturmaktadır.




**Şekil 4.2:** Trumpler 2 açık kümesinin *G* bandı için oluşturulan parlaklık histogramı. Kırmızı kesikli çizgi sönük tamlık sınırını göstermektedir.

Trumpler 2 açık kümesi doğrultusunda belirlenen yıldızların *Gaia* DR3 (Gaia işbiriliği, 2023) fotometrik sistemindeki parlaklık ve renk indeks hataları, *G* görünen parlaklık aralıklarına göre Tablo 4.1'de listelenmiştir. Yıldızların parlaklık ve renk indeksi hataları, sırasıyla, aletsel parlaklıkların istatistiksel belirsizliklerinden ve ilgili bantlardaki hataların yayılımından tayin edilmiştir. Küme alanındaki 121,569 yıldızın 2,970'inin renk indeksleri belirlenemediğinden toplam yıldız sayısı 118,599 olarak tespit edilmiştir.

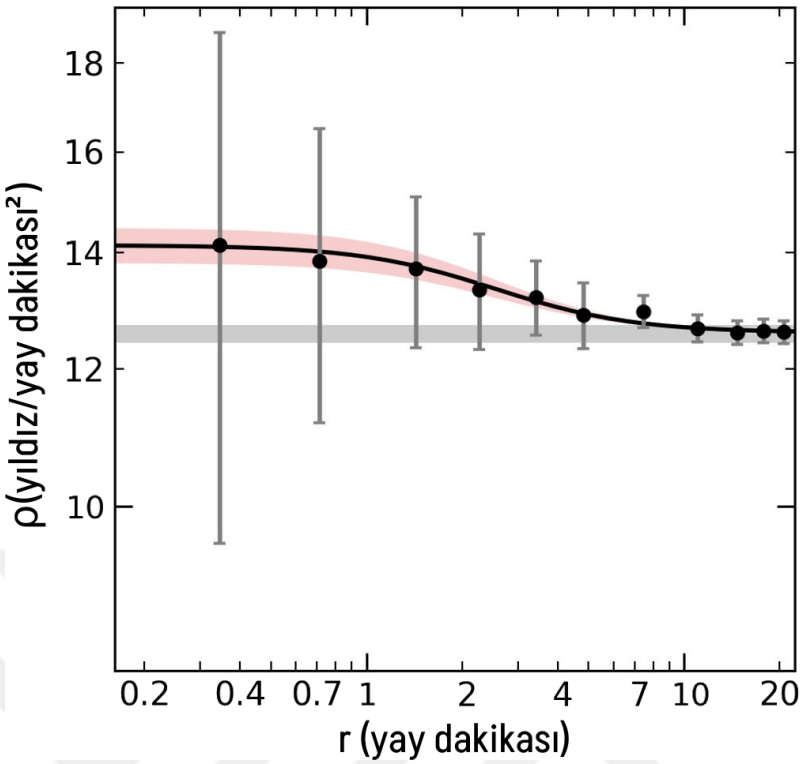
**Tablo 4.1:** Trumpler 2 doğrultusunda tespit edilen 118,599 yıldızın *G* görünen parlaklığının bir fonksiyonu olarak hesaplanan fotometrik belirsizlikleri. *N*, *G* parlaklık aralığına düşen yıldız sayılarını, $\sigma_G$, $\sigma_{GBP-GRP}$, sırasıyla, *G* ve $G_{BP}$-$G_{RP}$ parlaklık ve renk indekslerindeki ortalama belirsizlikleri ifade etmektedir.

| ***G* aralığı** (kadir) | ***N*** | $\sigma_G$ (kadir) | $\sigma_{GBP-GRP}$ (kadir) |
|---|---|---|---|
| (06, 14] | 1,839 | 0.003 | 0.006 |
| (14, 15] | 2,056 | 0.003 | 0.006 |
| (15, 16] | 3,960 | 0.003 | 0.006 |
| (16, 17] | 7,566 | 0.003 | 0.009 |
| (17, 18] | 14,083 | 0.003 | 0.017 |
| (18, 19] | 21,699 | 0.003 | 0.038 |
| (19, 20] | 29,495 | 0.005 | 0.081 |
| (20, 21] | 34,454 | 0.010 | 0.208 |
| [21, 23] | 3,447 | 0.027 | 0.430 |
| **Toplam** | 118,599 | 0.007 | 0.142 |

Trumpler 2 doğrultusundaki 118,599 yıldızın *Gaia* parlaklık ve renk indeksindeki ortalama belirsizliklerin $6 < G \leq 23$ kadir aralığında $G$ parlaklığı için 0.007 kadir ve $G_{BP}$-$G_{RP}$ renk indeksi için 0.142 kadiri geçmediği tespit edilmiştir.

## 4.2. AÇIK KÜMELERİN RADYAL YOĞUNLUK PROFİLLERİ

Trumpler 2 açık kümesinin yapısal parametrelerinin hesaplanmasında *Galgrp_rdp.py* programı kullanılarak, açık kümenin radyal yıldız yoğunluk profili, küme merkezinden itibaren $r$ = 50 yay dakikalık gökyüzü alanını içerecek şekilde oluşturulan katalogdaki yıldızların fotometrik $G$ parlaklıklarından elde edilmiştir. Küme merkezinden itibaren seçilen farklı yarıçaplardaki dairelerin içinde kalan yıldız sayıları ($N$) belirlenmiştir. Yıldız sayıları belirlendikten sonra bunların bulundukları halka alanlarına bölünmesiyle yıldız sayı yoğunlukları ($\rho(r)$) hesaplanmıştır. Küme merkezinden itibaren farklı yarıçaplar için hesaplanan yıldız sayı yoğunlukları Şekil 4.3'te gösterilen düzleme işaretlenerek Trumpler 2 için yıldız yoğunluk profili oluşturulmuş ve bu profile King (1962) modeli fit edilmiştir. Bu yöntem ile kümenin yapısal parametreleri olan merkezi ve zemin yıldız yoğunlukları, sırasıyla, $f_0$= 1.55±0.33 ve $f_{bg}$= 12.59±0.02 yıldız/yay dakikası$^2$ ve kor yarıçapı da $r_c$= 4.686±0.655 yay dakikası olarak tayin edilmiştir. Kümenin etkin yarıçapının belirlenmesinde King (1962) profilinin küme doğrultusundaki zemin yoğunluğu ile kesiştiği nokta dikkate alınmıştır. Buna göre Trumpler 2'nin etkin yarıçapı $r_{lim}$= 12 yay dakikası olarak tespit edilmiştir. Tez çalışması kapsamında Trumpler 2 açık kümesi gibi merkezi bir yoğunluk gösteren ve King (1962) modeliyle yapısal parametreleri tayin edilebilen kümelerin etkin yarıçapı yukarıda bahsedilen yöntem ile belirlenmiştir ve etkin yarıçapın dışında kalan yıldızlar istatistik dışı bırakılmak suretiyle analizlerde kullanılmamıştır. Merkezi yoğunluk göstermeyen kümelerde ise etkin yarıçap tayini yapılmamış, küme doğrultusu için seçilen yıldız alanındaki nesnelerin tümü dikkate alınmıştır. Tez çalışması kapsamında incelenen 422 açık kümeden 65'inin yapısal parametreleri tayin edilmiş ve geriye kalan 357 açık kümenin ise sadece etkin yarıçapları belirlenmiş ve sonuçlar Tablo EK 1'de verilmiştir.




**Şekil 4.3**: Trumpler 2 açık kümesi için elde edilen yıldız sayı yoğunluk profili ve bu profile fit edilen King (1962) modeli. Siyah eğri King (1962) model fitini, gri yatay band zemin yoğunluğunu, pembe band ise model fitinin ±1σ güvenilirlik sınırını göstermektedir.

## 4.3. AÇIK KÜMELERE ÜYE YILDIZLARIN SEÇİMİ

Trumpler 2 açık kümesinin temel astrofizik parametrelerinin doğru ve duyarlı şekilde tayin edilebilmesi için küme üyesi yıldızların belirlenmesi gerekmektedir. Tez çalışmasında küme doğrultusundaki yıldızların astrometrik verilerini kullanan *UPMASK* (Krone-Martins ve Moitinho, 2014) programıyla açık küme üyeleri tespit edilmiş ve bunlar küme doğrultusunda *UPMASK* yazılımı *Galgrp_upmask.py* ve *Galgrp_upmskgrf.py* paket programlarıyla birlikte analizlerde kullanılmıştır. Trumpler 2 kümesi doğrultusundaki yıldızların kümeye üyelik analizlerinde *UPMASK* (Krone-Martins ve Moitinho, 2014) yazılımında kullanılmak üzere yıldızların ekvatoral koordinatları (α, δ), öz hareket bileşenleri ($\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$) ve trigonometrik paralakslarından ($\varpi$) oluşan beş boyutlu bir veri seti hazırlanarak bu yıldızların kümeye üyelik olasılıkları hesaplanmıştır. *UPMASK* bir kümelenme algoritması olduğundan, incelenen her bir yıldızın farklı *k-means* değerleri için olasılıklarını tayin eder. Trumpler 2 için üyelik analizlerinde kullanılan *k-means* değer aralığı 5 ile 25 arasında çalıştırılmıştır. Tez çalışmasında farklı *k-means* değeri için hesaplanan olasılık değerlerine sahip yıldızlar $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk-

parlaklık diyagramına yerleştirerek sonuçlar fotometrik olarak da kontrol edilmiştir. Trumpler 2 açık kümesinde fotometrik veriler de dikkate alınarak yapılan *k-means* incelenmesinde en uyumlu değerin 16 olduğu görülmüştür.

Genel olarak, gökyüzünde belirgin görülen açık kümeler için *k-means* değeri küçük tam sayılarda duyarlı sonuçlar verirken, dağınık görünümlü açık kümelerde *k-means* değeri 20 ile 35 arasında en iyi çözümü sunmaktadır (Krone-Martins ve Moitinho, 2014). Bu nedenle, tez çalışması kapsamında *k-means* değerleri için tüm kümelerde 5 ile 35 aralığı tercih edilmiştir. En iyi çözümü veren *k-means* değerinin seçiminde, yıldızların bağlı bulundukları açık kümelerin renk-parlaklık diyagramındaki yapılarını en iyi ifade eden değerler tercih edilmiştir.

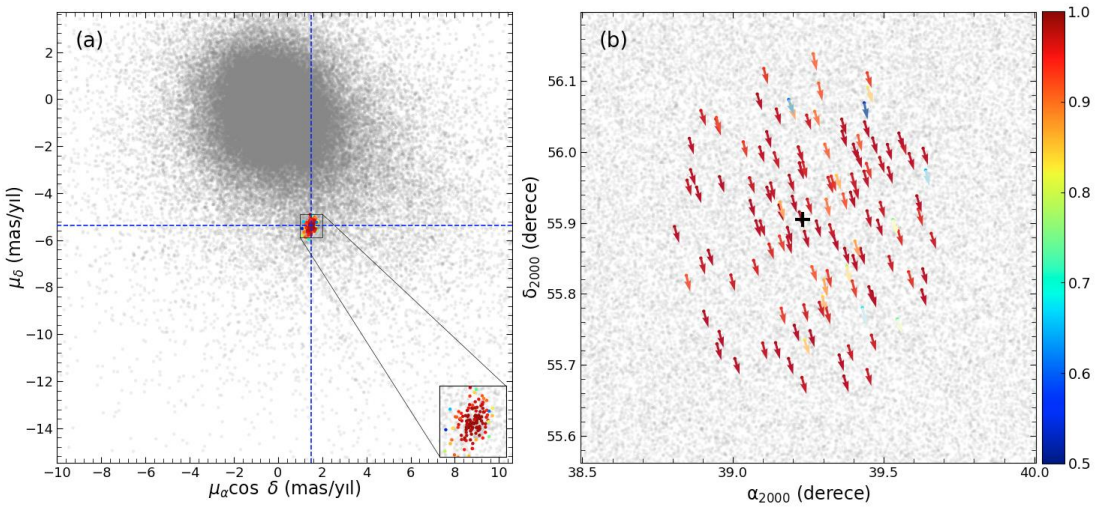
Yıldızların kümeye üyelik olasılıkları istatistiksel yöntemler ile tayin edilebilse de fotometrik ölçümlerdeki belirsizliklerin sönük parlaklıklara doğru artması, küme anakolundaki olası çift sistemlerin fotometrik olarak ayırt edilememesi gibi nedenlerden dolayı yıldızların kümeye üyelik olasılıkları etkilenmektedir. Bu nedenle, küme üyesi yıldızların seçiminde astrometrik hesaplamaların yanı sıra yıldızların renk-parlaklık diyagramlarındaki konumları da dikkate alınmalıdır. Fotometrik olarak bileşenleri ayırt edilemeyen ve küme üyesi olma ihtimali bulunan çift yıldız sistemleri, renk-parlaklık diyagramlarında kümenin anakol bandında daha parlak ve renk indeksi daha kırmızı görünür. Bu durum çift yıldız etkisi olarak tanımlanır ve küme anakolunun kalın bir band şeklinde görünmesine yol açar.

Tez çalışmasında incelenen açık kümelerin renk-parlaklık diyagramı üzerindeki morfolojisi göz önünde bulundurularak, kümelerin ZAMS sınırı PARSEC eş-yaş eğrisi (Bresssan ve diğ., 2012) dikkate alınarak göz ile tayin edilmiştir. Daha sonra, $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk-parlaklık diyagramına işaretlenen ZAMS eğrisi anakolda parlak yıldızlara doğru dik yönde 0.75 kadir kaydırılarak, kümedeki çift yıldız etkisini içerecek şekilde küme üyesi yıldızlar seçilmiştir. PARSEC eş-yaş eğrisinin kaydırılmasıyla en muhtemel üye anakol yıldızlarının yanı sıra, kümelerin dönüm noktası ve dev bölgelerinde bulunan parlak ve üyelik olasılığı yüksek ($P \geq 0.5$) yıldızlar da anakol çakıştırma olarak bilinen bu yöntem ile belirlenmiştir.

## 4.4. AÇIK KÜMELERİN ASTROMETRİK PARAMETRELERİ

Trumpler 2 açık kümesinin astrometrik parametrelerinin belirlenmesinde küme üyeliği $P \geq 0.5$ olan, fotometrik tamlık sınırı $G$=20.5 kadirden parlak ve küme için hesaplanan $r_{lim}$ = 12 yay dakikası içinde kalan yıldızlar dikkate alınmıştır. Bu sınırlamalara göre Trumpler 2 açık

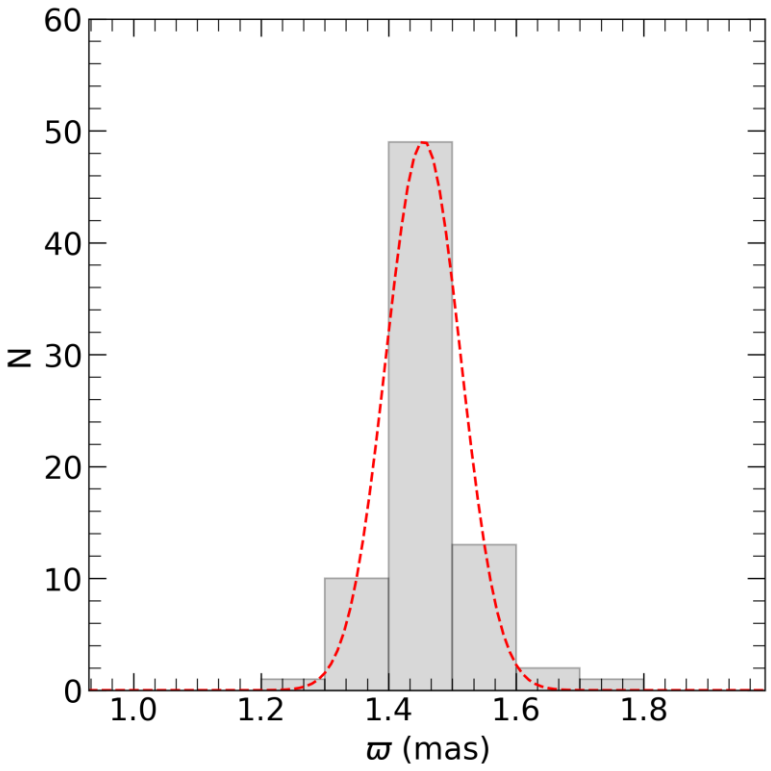
kümesine üye yıldız sayısı 92 olarak tespit edilmiştir. Küme doğrultusundaki alan yıldızlarını ve küme üyelerini birbirinden ayırt etmek için vektör-nokta diyagramı (VPD) ve ekvatoral koordinat sistemi üzerinde yıldızların öz hareket bileşenlerinin vektörel gösterimi *Galgrp_vpd.py* programı aracılığıyla elde edilmiş ve sonuçlar Şekil 4.4'ün sol panelinde gösterilmiştir. VPD üzerindeki renkli noktalar küme üyesi yıldızları gösterirken, gri noktalar da küme doğrultusundaki alan yıldızlarını temsil etmektedir. Trumpler 2'nin VPD'si incelendiğinde öz hareket bileşenlerinin değerleri bakımından alan yıldızlarına göre ayrı bir bölgede konumlandığı görülmektedir. Bununla birlikte, Trumpler 2 açık kümesi doğrultusundaki yıldızların ekvatoral koordinatlarındaki konumları incelenerek, küme üyesi yıldızların belli bir yönelim doğrultusunda hareket ettikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.4, sağ panel). Bu da Trumpler 2 açık kümesinin öz hareket uzayında kolaylıkla ayırt edilmesini sağlamaktadır. Trumpler 2'nin öz hareket bileşenlerinin medyan değerleri Şekil 4.4'te diyagramdaki mavi kesikli çizgilerin kesişim noktası olarak verilmiştir.




**Şekil 4.4:** Trumpler 2 açık kümesi doğrultusundaki yıldızların *Gaia* DR3 kataloğundan alınan astrometrik verilerinin öz hareket uzayındaki konumları. Renk ölçekleri yüksek olasılıklı küme yıldızlarını ($P \geq 0.5$), gri daireler ise üyelik olasılıkları $P < 0.5$ olarak hesaplanan alan yıldızlarını ifade etmektedir. Kesikli mavi çizgiler kümenin medyan öz hareket bileşenlerini temsil eder. Sağ paneldeki siyah artı işareti açık kümenin merkezi ekvatoral koordinatlarını göstermektedir.

Astrometrik analizler sonucunda kümenin öz hareket bileşenlerinin ($\langle \mu_\alpha \cos\delta,\ \mu_\delta \rangle$)=(1.494 ±0.004, -5.386±0.005) mas/yıl olduğu hesaplanmıştır. Tez çalışması kapsamında incelenen 422 açık küme için medyan öz hareket bileşenleri ve hataları yukarıda izlenen yöntem ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo EK 2'de verilmiştir.

Trumpler 2 açık kümesinin ortalama trigonometrik paralakslarının tayin edilmesinde, kümeye üye olma olasılığı yüksek ($P \geq 0.5$) yıldızların *Gaia* DR3 (Gaia işbirliği, 2023) veri tabanından temin edilen trigonometrik paralaks verilerinden faydalanılmıştır. Üyelik olasılığı yüksek 92 yıldızın rölatif paralaks hatalarının $0 < \sigma_{\varpi}/\varpi < 0.31$ olduğu ve hataların medyan değerinin de $\langle\sigma_{\varpi}/\varpi\rangle = 0.03$ olduğu hesaplanmıştır. Bu analiz yıldız örneğine ait trigonometrik paralaksların oldukça hassas hesaplandığını ve rölatif paralaks hatalarına bir sınırlama getirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Küme üyesi yıldızların trigonometrik paralakslarından itibaren kümenin ortalama uzaklığının belirlenmesinde *Galgrp_plxhisto.py* programı kullanılmış olup, kümeye üyelik olasılığı yüksek yıldızların trigonometrik paralaks ölçümlerinin bir histogramı oluşturulmuştur. Açık kümenin ortalama trigonometrik paralaks değerinin belirlenmesi için oluşturulan histograma bir Gauss eğrisi fit edilmiştir (Şekil 4.5).




**Şekil 4.5:** Trumler 2 açık kümesinin yüksek olasılıklı üye yıldızlarının trigonometrik paralakslarının histogramı. Kırmızı kesikli çizgi dağılıma uygulanan Gauss fitini göstermektedir.

Bu analizin sonucunda Trumpler 2'ye ait medyan paralaks değeri $\langle\varpi\rangle = 1.455\pm0.006$ mas olarak elde edilmiştir. Trumpler 2'nin Güneş'e uzaklığı hesaplanan medyan trigonometrik paralaksından itibaren $d$(pc)=1000/$\langle\varpi\rangle$ (mas) bağıntısı yardımıyla 687±27 pc hesaplanmıştır.

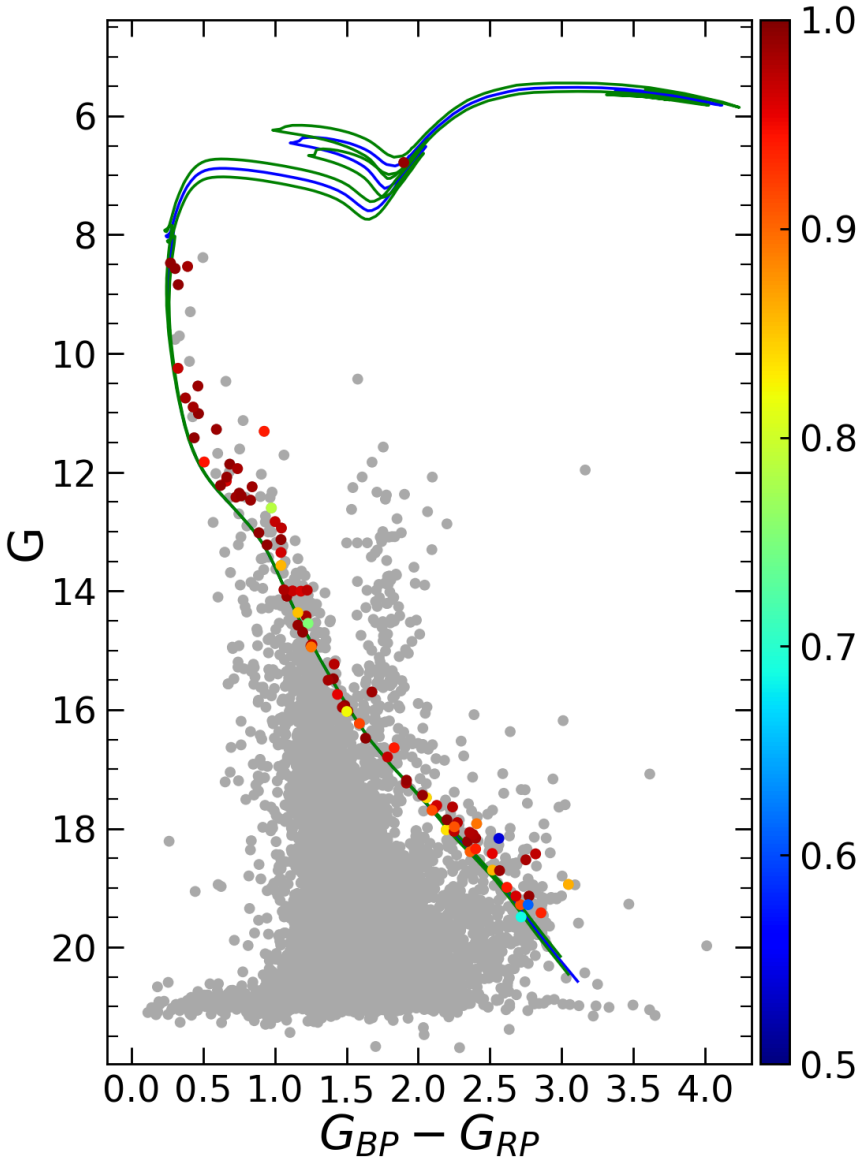
Tez çalışması kapsamında incelenen 422 açık küme için ortalama trigonometrik paralaks hesaplamaları yukarıda izlenen yöntem ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo EK 2'de verilmiştir.

## 4.5 AÇIK KÜMELERİN TEMEL ASTROFİZİK PARAMETRELERİNİN TAYİNİ

Renk-parlaklık diyagramları kümelerin yaş, uzaklık gibi astrofizik parametrelerinin tayin edilmesinde kullanılan önemli araçlardır. Ayrıca, bu diyagramlar farklı renk uzaylarında kümelerin anakol, dönüm noktası ve dev kolu gibi yapılarının ortaya çıkartılmasında etkilidir. Ancak açık kümelerin Samanyolu'ndaki konumları, yaşları, uzaklıkları ve kümelerdeki yıldız sayı yoğunluğu gibi parametreler renk-parlaklık diyagramları üzerinde küme yapısını etkileyerek, bu gök cisimlerinin morfolojik yapılarının ortaya çıkartılmasını zorlaştırır. Trumpler 2 açık kümesinin temel astrofizik parametreleri *Galgrp_yasbul.py* programı kullanılarak tayin edilmiştir. Bu program ile Trumpler 2'nin yaşı ($t$), tez çalışmasında hesaplanan renk artığı ($E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$), uzaklık modülü ($\mu_G$) ve literatürden alınan metal bolluğu ([Fe/H]) değeri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Trumpler 2 açık kümesinin metal bolluğu, Norveç Optik Teleskobuna bağlı Fiber beslemeli Echelle tayfçekerini kullanan Carrera ve diğ. (2022) tarafından verilmiştir. Araştırmacılar küme üyesi iki yıldızın yüksek çözünürlüklü tayflarını analiz ederek küme için ortalama metal bolluğunu [Fe/H] =-0.262±0.106 dex olarak vermiştir. Tez çalışmasında Carrera ve diğ.'nin (2022) Trumpler 2 kümesi için verdiği metal bolluğu değeri yaş tayininde sabit bir değer olarak kabul edilmiştir. Trumpler 2 açık kümesinin yaş tayininde kullanılan PARSEC eş-yaş eğrileri (Bressan ve diğ., 2012) ağır element bolluğu ($Z$) cinsinden tanımlandığından, açık kümenin demir bolluğu ([Fe/H]), Bölüm 3.5'te verilen Bağıntı 3.2 ifadesi kullanılarak ağır element bolluğuna ($Z$) dönüştürülmüştür.

Trumpler 2 açık kümesi doğrultusunda tespit edilen yıldızlardan oluşturulan $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk-parlaklık diyagramları Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Şekildeki $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk-parlaklık diyagramında kümeye üyelik olasılığı az olan yıldızlar ile (gri daireler) birlikte yüksek olasılıklı ($P \geq 0.5$) 92 yıldız (renkli daireler) gösterilmiştir. Trumpler 2'nin yaş tayininde Bölüm 3.5'te verildiği gibi PARSEC eş-yaş eğrileri (Bressan ve diğ., 2012) kullanılmıştır. Yaş tayini metal bolluğu sabit tutularak *Galgrp_yasbul.py* programı yardımıyla uzaklık modülü ($\mu_G$), *Gaia* fotometrik sistemindeki renk artığı ($E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$) ve yaş ($t$) eş zamanlı tayin edilmiştir (Şekil 4.6). Analiz sonucunda Trumpler 2 için elde edilen renk artığı, uzaklık modülü ve yaş, sırasıyla,

$E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ = 0.452±0.019 kadir, $\mu_G$ = 10.027±0.149 kadir ve $t$ = 110±10 Myıl olarak hesaplanmıştır. Tez çalışması kapsamında incelenen 422 açık küme için temel astrofizik parametreler anakol çakıştırma yöntemiyle tayin edilmiş ve elde edilen bulgular Tablo EK 3'te verilmiştir.




**Şekil 4.6:** Trumpler 2 açık kümesinin $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk-parlaklık diyagramı. Farklı renkler ile gösterilen daireler küme üyesi yıldızların olasılık değerlerini, mavi ve yeşil eş-yaş eğrileri, sırasıyla, kümenin yaşını ve yaştaki belirsizlikleri göstermektedir. Gri renkli daireler kümeye üyelik olasılığı $P$ < 0.5'den az olan alan yıldızlarını temsil eder.

## 4.6 AÇIK KÜMELERİN UZAY HIZLARININ TAYİNİ

Açık kümelerin kinematik analizlerinde astrometrik ve tayfsal veriler bir arada kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında verileri analiz edilen açık kümelerin ortalama radyal hızlarının hesaplanmasında kümelerin limit yarıçapı içinde kalan en olası küme ($P \geq 0.5$) üyesi yıldızların *Gaia* DR3 (Gaia işbirliği, 2023) veri tabanındaki radyal hız verileri kullanılmıştır. Bununla birlikte, istatistiksel açıdan küme üyeliği yüksek ve radyal hızı bilinen yıldızların kümede bulunması durumunda kümeye üyelik değeri daha yüksek değerlerde ($P \geq 0.8$) alınmıştır.

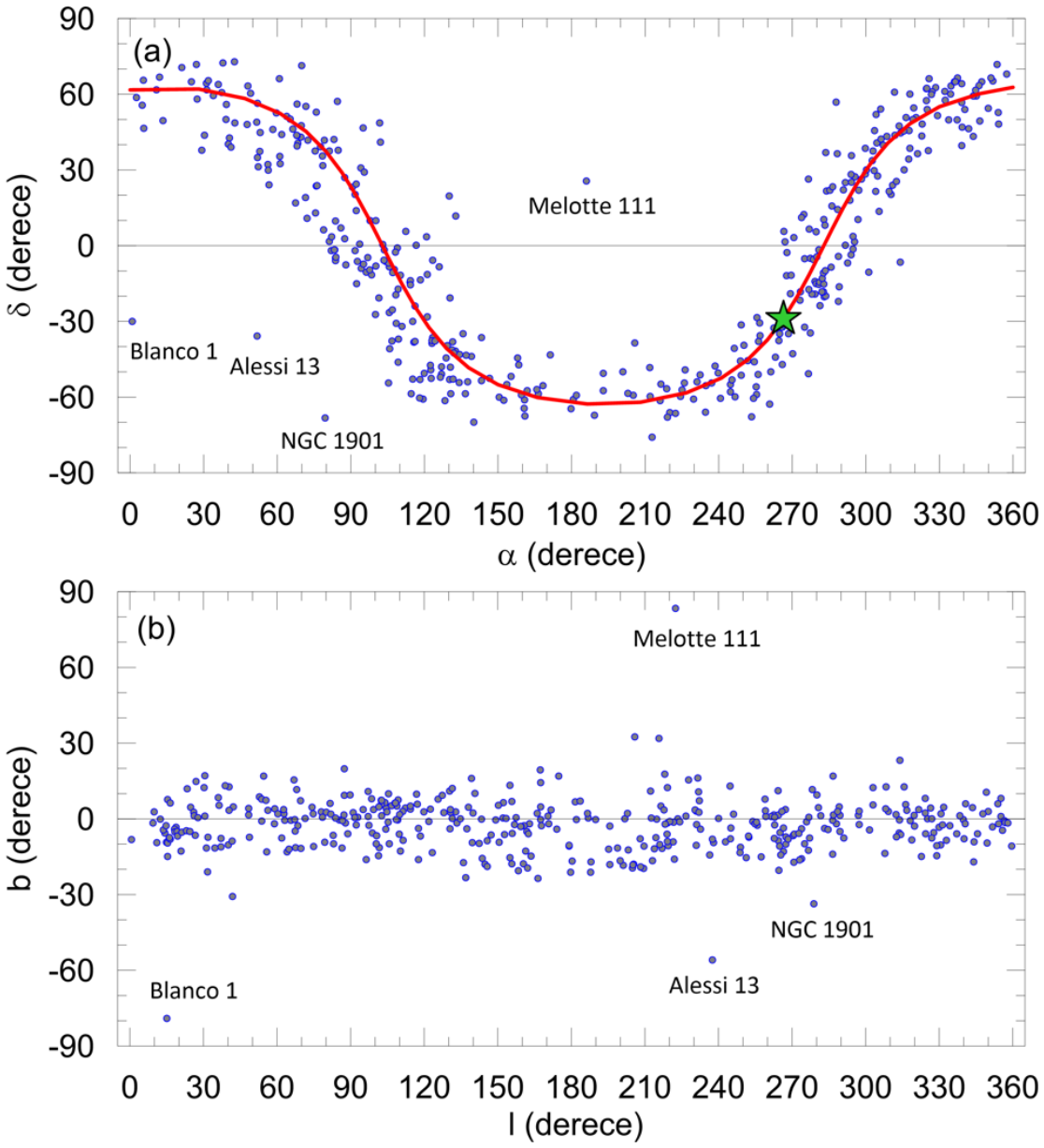
Tez çalışmasında örnek seçilen Trumpler 2 kümesi için de kinematik analizler yapılmıştır. Trumpler 2 kümesine üyelik olasılığı $P \geq 0.9$ olan 33 yıldız tespit edilmiştir. Kümenin ortalama radyal hız değerinin belirlenmesinde Soubiran ve diğ.'nin (2018) $I = \Sigma_i w_i \varepsilon_i / \Sigma_i w_i$ bağıntısıyla ifade edilen ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmış olup (burada $\varepsilon_i$ ile $w_i$, sırasıyla, yıldızın radyal hız hatasını ve bu değerin ağırlıklı hatasını ifade etmektedir) Trumpler 2 için radyal hız değeri $V_R$ = -4.48±1.11 km/sn tayin edilmiştir. Tez çalışmasında açık kümelerin kinematik analizleri Bölüm 3.6'da verilen Johnson ve Soderblom'un (1987) algoritmasını kullanan ve Bovy (2015) tarafından geliştirilen *GALPY* yazılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kinematik analizler sonucunda Trumpler 2 açık kümesinin uzay hız bileşenleri hatalarıyla birlikte ($U, V, W$) = (-3.78±1.84, -12.08±0.57, -13.81±2.11) km/sn olarak hesaplanmıştır. Benzer kinematik analizler tez çalışması kapsamındaki 422 açık küme için de gerçekleştirilerek uzay hızları tayin edilmiştir. Konuyla ilgili detaylı bilgi Bölüm 4.8'de verilmiştir.

## 4.7. AÇIK KÜMELERE GENEL BİR BAKIŞ

### 4.7.1. Astrometrik Parametreler

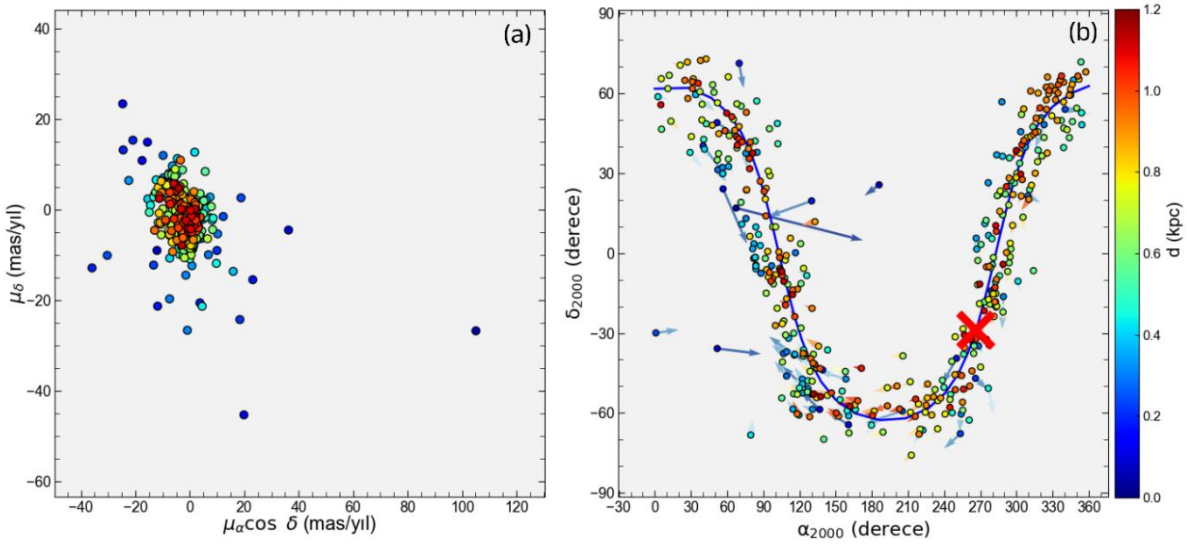
Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin astrometrik parametrelerinin (öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralaks) belirlenmesinde *UPMASK* yazılımıyla kümeye üyelik olasılığı $P \geq 0.5$ olan farklı ışıma gücü sınıfındaki (anakol, altdev ve devler) 57,111 yıldız kullanılmıştır. İncelenen 422 açık kümenin ekvatoral ve Galaktik koordinat sistemlerindeki konumları Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Şeklin üst panelinde açık kümelerin ekvatoral koordinat sisteminde (bkz. Tablo EK 1'de) belirli bir bölgede toplandığı görülmektedir. Ayrıca şekil üzerinde kırmızı eğriyle Galaktik düzlemin konumu da gösterilmiştir. Açık kümelerin konumsal olarak Galaktik düzlem etrafında bulundukları Şekil 4.7a'dan görülmektedir. İncelenen açık kümelerin Galaktik

koordinat sistemindeki konumlarına bakıldığında çoğu açık kümenin Galaktik düzlemin $-25 < b(^{o}) < 25$ aralığında bulunduğu, ekvatoral koordinatlarda olduğu gibi az sayıda kümenin bu düzlemden daha uzaklarda yer aldığı tespit edilmiştir. Şeklin iki panelinde de aykırı olarak görülen dört açık kümenin göreceli olarak Güneş'e çok yakın olduklarından dolayı ($80 < d(\mathrm{pc}) < 425$) Galaktik düzlemin çok ötesinde konumlandıkları belirlenmiştir.




**Şekil 4.7:** 422 açık kümenin (a) ekvatoral ($\alpha$, $\delta$) ve (b) Galaktik ($l$, $b$) koordinat sistemlerindeki konumları. Kırmızı eğri Galaktik düzlemi ve yeşil yıldız sembolü Galaksi merkezini temsil etmektedir.

*Gaia* DR3 kataloğundaki önemli astrometrik parametrelerden biri de yıldızların öz hareket bileşenleridir. (Gaia işbirliği, 2023). Birbirine zayıf kütleçekim kuvvetiyle bağlı yıldızarın bir arada bulunmasıyla oluşan açık kümelerin belirlenmesinde önemli bir parametre olan ortalama öz hareket verileri, kümeye üyelik olasılığı yüksek olan yıldızlardan ($P \geq 0.5$) itibaren hesaplanmıştır. Şekil 4.8a'da tez çalışması kapsamında incelenen 422 açık kümenin ortalama öz hareket bileşenleri Tablo EK 2'de verilmiş olup, veriler VPD üzerinde uzaklığın bir fonksiyonu olarak farklı renkler ile işaretlenmiştir. Şekil detaylıca incelendiğinde açık kümelerin $-15 < \mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) $< 10$ ve $-10 < \mu_\delta$ (mas/yıl) $< 10$ aralığında toplandığı belirlenmiş olup bu da toplam örneğin %92'sini oluşturmaktadır. Yapılan hesaplamalar neticesinde 422 açık kümenin medyan öz hareket bileşenlerine ait verilerin $\langle(\mu_\alpha \cos\delta, \mu_\delta)\rangle$ = (-1.348±0.048, -2.286±0.043) mas/yıl civarında toplandığı belirlenmiştir. VPD'de yoğun bölgelerin dışında, yüksek öz harekete sahip açık kümelerin bulunması göreceli olarak (~200 pc) Güneş'e çok yakın olmalarından kaynaklanmaktadır. Uzaklığın öz hareket bileşenleri üzerindeki etkisi Şekil 4.8b'de verilen konum uzayından da görülebilmektedir.

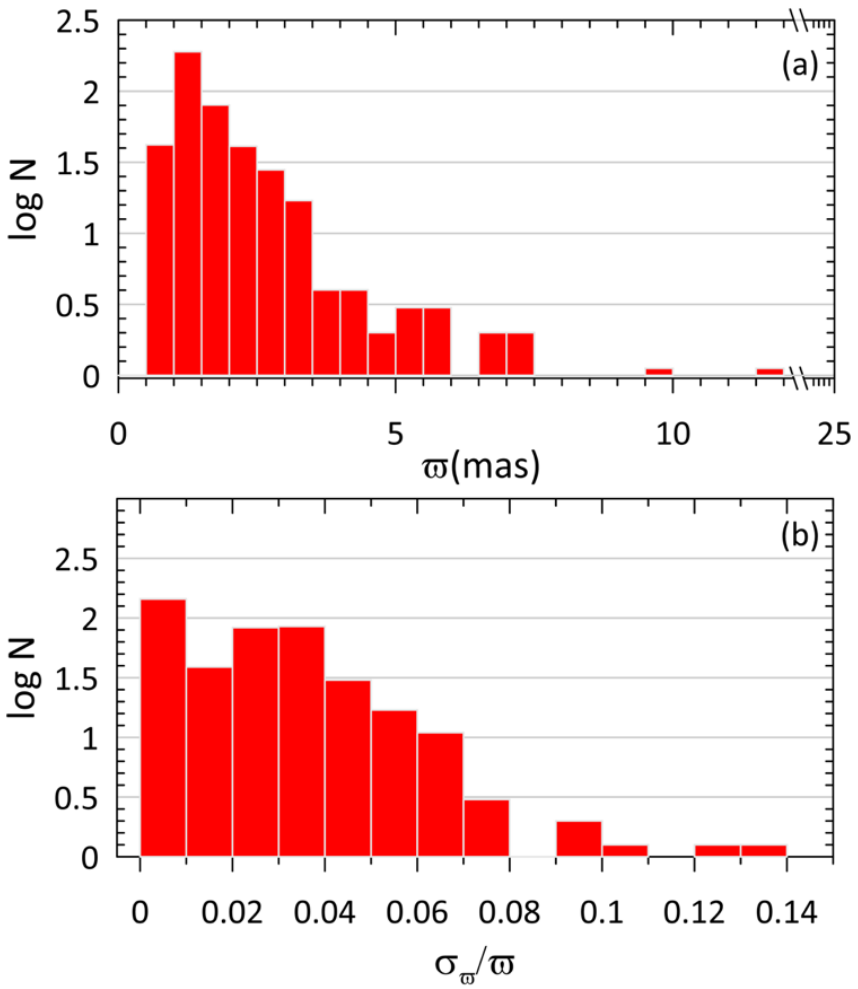



**Şekil 4.8:** 422 açık kümenin VPD üzerindeki konumları (a) ve ekvatoral koordinat sisteminde öz hareket ve uzaklığın bir fonksiyonu olarak gösterimi (b). Kırmızı çarpı sembolü Galaksi merkezini temsil etmektedir.

Şekilde 422 açık kümenin ekvatoral koordinat sistemindeki konumları uzaklık ve öz hareket bileşenlerinin bir fonksiyonu olarak analiz edilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi Galaktik düzlemden saçılmış açık kümelerin öz hareket vektörlerinin diğer kümelere göre daha büyük

ve Güneş'e yakın oldukları görülmektedir. Öz hareket ve uzaklık kavramlarının tanımı göz önünde bulundurulduğunda söz konusu açık kümelerin bu diyagramlarda saçılmış olması beklenen bir durumdur.

İncelenen açık kümelerin medyan trigonometrik paralaksları, kümeye üyelik olasılığı yüksek olan ($P \geq 0.5$) yıldızların trigonometrik paralakslarına ait histogramlarına fit edilen Gauss eğrileri yardımıyla tayin edilmiştir. Tez çalışmasında kümeler için medyan trigonometrik paralaksların tayininde de üye yıldızların rölatif paralaks hatalarına $\sigma_{\varpi}/\varpi \leq 0.15$ sınırlaması getirilerek hassas astrometrik hesaplamalar yapılmıştır. Analizler sonucunda 422 açık kümenin trigonometrik paralaksları Tablo EK 2'de verilmiş olup ortalama paralaksların $0.086 \leq \varpi$ (mas) $\leq 21.331$ arasında bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.9a).




**Şekil 4.9:** 422 açık kümenin hesaplanan ortalama trigonometrik paralaks histogramı (a) ve rölatif paralaks hatalarının histogramı (b).

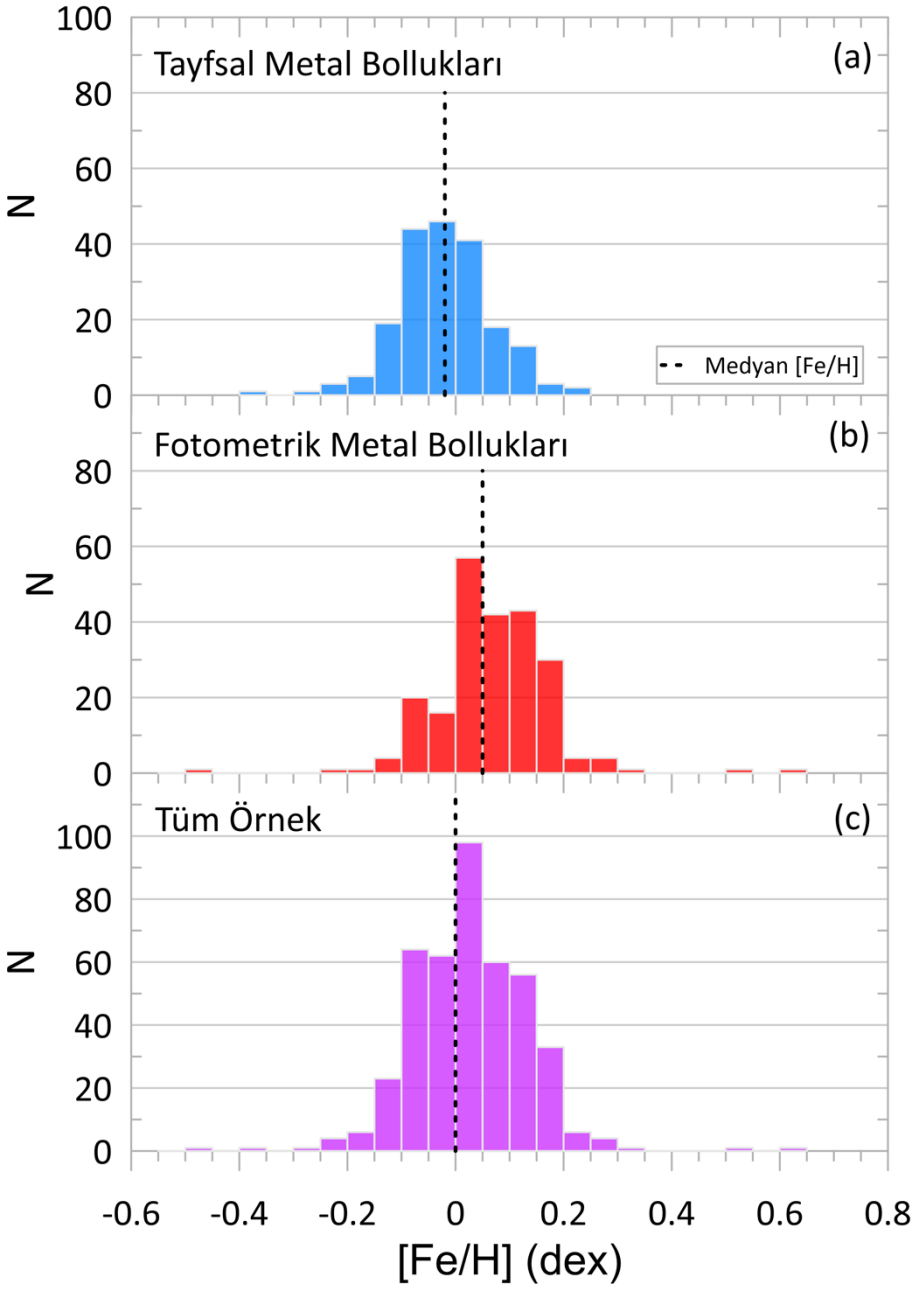
İncelenen örnek içerisindeki açık kümelerin medyan trigonometrik paralaksı $\varpi$ = 1.39 mas olup bu değer, $d$(pc) = 1000/$\varpi$ (mas) bağıntısıyla, yaklaşık 720 pc'ye karşılık gelmektedir. Bu kümeler içinde en yakını Hyades, en uzağı ise Antalova 2 açık kümesidir. İncelenen açık kümelerin rölatif paralaks hatalarına ait histogram Şekil 4.9b'de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere rölatif paralaks hatalarının $0 < \sigma_{\varpi}/\varpi \leq 0.15$ aralığında bulunduğu görülmekte olup dağılımın medyan değeri $\sigma_{\varpi}/\varpi$= 0.023 olarak hesaplanmıştır.

### 4.7.2. Astrofizik Parametreler

Tez çalışması kapsamında 422 açık kümenin temel astrofizik parametrelerinin tayini Bölüm 3.5'te verilen yöntemler ile tayin edilmiş ve sonuçlar Tablo EK 3'te listelenmiştir. Astrofizik parametreler arasındaki parametre dejenerasyonluğunun önüne geçebilmek için, incelenen açık kümelerin yüksek/orta çözünürlüklü tayfsal analizlerini içeren literatürdeki çalışmalara öncelik verilmiştir.

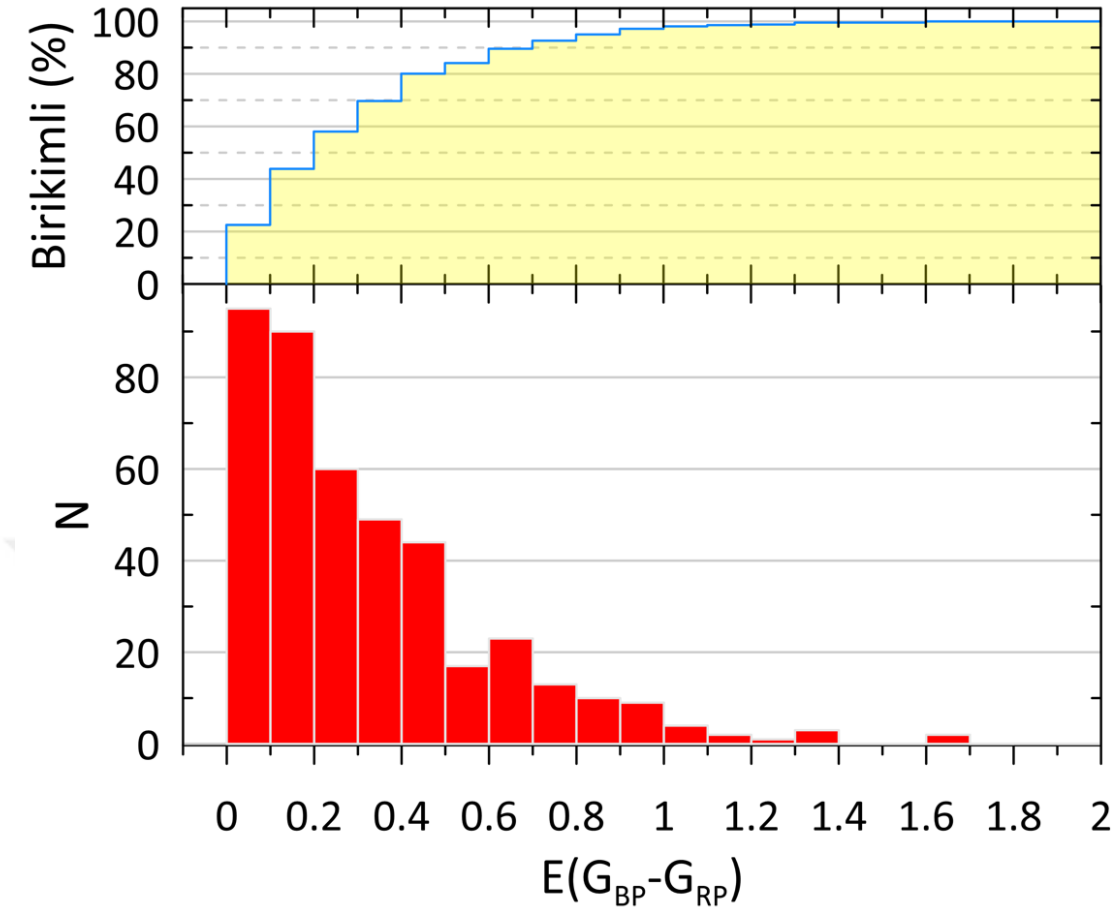
**Metal Bollukları:** Tez çalışmasında incelenen 422 açık kümenin 196'sının metal bolluğunun tayfsal analizler sonucunda tayin edildiği yapılan literatür taramasıyla tespit edilmiştir. 16 farklı çalışmanın incelenmesi sonucunda, metal bollukları literatürden alınan 196 açık kümenin metal bolluğu analizi için (Şekil 4.10a) farklı ışıma gücü sınıfında bulunan toplam 17,375 yıldızın tayf analizinin yapıldığı anlaşılmıştır (Heiter ve diğ., 2014; Carera ve diğ., 2019; 2022; Casamiquela ve diğ., 2021, 2022; Frasca ve diğ., 2019); Donor ve diğ., 2020; Spina ve diğ., 2021, Zhang ve diğ., 2021, Ray ve diğ., 2022; Netopil ve diğ., 2016, 2022; Fu ve diğ., 2022; Randich ve diğ., 2022; Dias ve diğ., 2022; Alonso-Santiago ve diğ., 2024). Literatürden derlenen 196 açık kümenin demir bolluklarının tayininde kullanılmış yıldız sayılarının medyan değeri 89'dur. Bu analizler sonucunda 196 açık kümenin demir bolluklarının $-0.36 \leq$ [Fe/H] (dex) $\leq 0.22$ aralığında yer aldığı ve bu kümelerin medyan metal bolluğunun [Fe/H] = -0.02 dex ve standart sapmasının da $\sigma_{[Fe/H]}$ = 0.09 dex olduğu belirlenmiştir. Tez çalışmasında, literatür taraması sonucunda metal bolluğu tayfsal yöntemler ile tayin edilmemiş 226 açık kümenin demir bollukları, anakol-çakıştırma yöntemi kullanılarak renk artığı ve uzaklık parametreleriyle birlikte eş zamanlı olarak belirlenmiştir. Anakol-çakıştırma yöntemiyle metal bolluğu tayin edilen 226 açık kümenin demir bolluklarının $-0.50 \leq$ [Fe/H] (dex) $\leq 0.60$ aralığında yer aldığı ve örneğin medyan metal bolluğunun [Fe/H] = 0.05 dex ve standart sapmasının da $\sigma_{[Fe/H]}$ = 0.11 dex olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.10b). Benzer analizler 422 açık

küme için gerçekleştirildiğinde metal bolluğu aralıkları -0.50 ≤ [Fe/H] (dex) ≤ 0.60 aralığında yer aldığı ve örneğin medyan metal bolluğunun [Fe/H] = 0.00 dex ve standart sapmasının da $\sigma_{[Fe/H]}$ = 0.10 dex olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.10c).



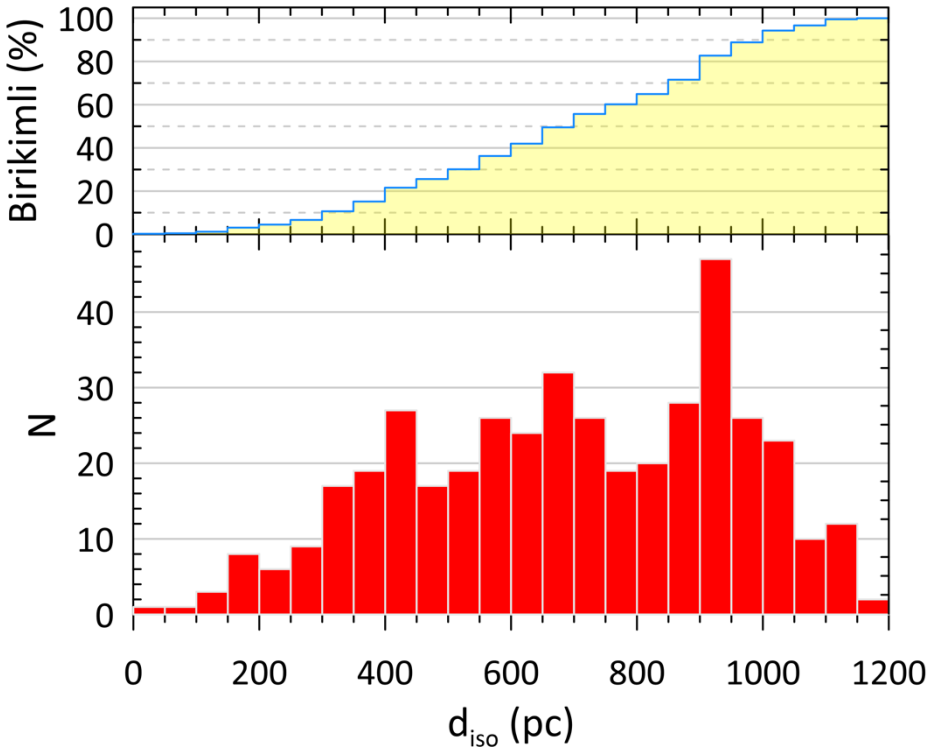

**Şekil 4.10:** Tez çalışmasında incelenen açık kümelerin metal bolluğu histogramları: (a) tayfsal yöntemler ile metal bolluğu hesaplanan 196 açık küme, (b) anakol-çakıştırma yöntemiyle metal bolluğu tayin edilen 226 açık küme ve (c) metal bolluğu tayin edilmiş toplam 422 açık kümenin demir bolluğu histogramı. Panellerde gösterilen kesikli çizgiler örneklerin medyan metal bolluklarını göstermektedir.

**Renk Artıkları:** Tez çalışması kapsamında incelenen 422 açık kümenin renk artıkları ($E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$) anakol çakıştırma yöntemiyle eş zamanlı olarak tayin edilmiştir. İncelenen açık kümelerin renk artıklarının histogramı Şekil 4.11'de birikimli dağılımlarıyla birlikte verilmiştir. Renk artığı histogramı incelendiğinde açık kümelerin $0 < E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ (kadir) $< 1.66$ aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. Tez kapsamında incelenen açık kümeler içinde en fazla kızarmaya sahip açık küme Güneş'ten 900 pc uzaklıkta bulunan UPK 201'ken, neredeyse hiç kızarmanın bulunmadığı tek kümenin ise Güneş'ten 84 pc uzaklıkta bulunan Melotte 111 (Coma Berenices) olduğu tespit edilmiştir. Açık kümelerin renk artıklarının birikimli dağılımları incelendiğinde medyan renk artığı değerinin $E(G_{BP}\text{-}G_{RP}) = 0.24$ kadir ve dağılımın standart sapmasının da $\sigma_{E(GBP\text{-}GRP)} = 0.28$ kadir olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca açık kümelerin Güneş'ten uzaklıkları arttıkça renk artıklarının büyüdüğü de tespit edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde, Güneş civarında 1 kpc'lik mesafe için renk artığının ortalama 0.46 kadir olduğu hesaplanmıştır. Yapılan analizler neticesinde renk artığının Güneş civarı için kpc başına 0.46 kadir arttığı hesaplanmıştır.



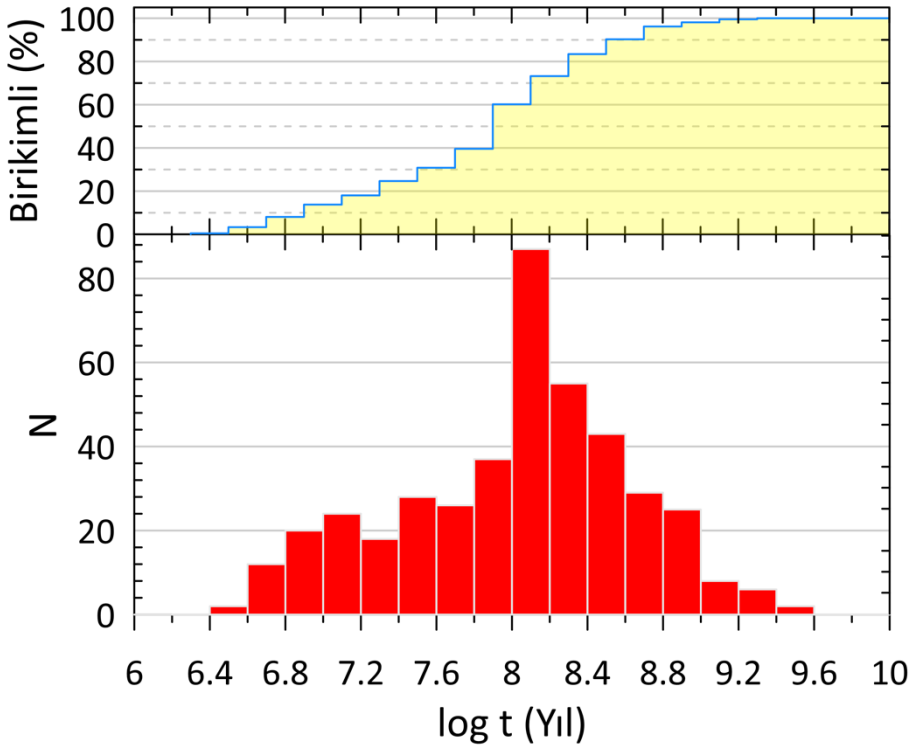

**Şekil 4.11:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin renk artığı histogramı (alt panel) ve birikimli dağılımı (üst panel).

**Uzaklıklar:** Tez çalışması kapsamındaki 422 açık kümenin uzaklıkları ($d_{iso}$) anakol çakıştırma yöntemiyle eş zamanlı olarak tayin edilmiştir. İncelenen açık kümelerin uzaklık histogramı Şekil 4.12'de birikimli dağılımlarıyla birlikte verilmiştir. Uzaklık histogramı incelendiğinde açık kümelerin $0 < d_{iso}(pc) < 1200$ aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. İncelenen kümeler içinde en uzağının 1185 pc uzaklıktaki Antalova 2, en yakınının ise 47 pc mesafedeki Melotte 25 (Hyades) olduğu tespit edilmiştir. Açık kümelerin birikimli dağılımları incelendiğinde medyan uzaklık değerinin $d_{iso}$= 703 pc ve dağılımın standart sapmasının da $\sigma_{diso}$= 254 pc olduğu hesaplanmıştır.




**Şekil 4.12:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin uzaklık histogramı (alt panel) ve birikimli dağılımı (üst panel).

**Yaşlar:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin yaşları (log *t*) anakol-çakıştırma yöntemiyle eş zamanlı olarak tayin edilmiştir. Açık kümelerin yaş histogramı Şekil 4.13'te birikimli dağılımlarıyla birlikte verilmiştir. Yaş histogramı incelendiğinde açık kümelerin 6.47 < log *t* (yıl) < 9.57 aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. Açık kümeler içinde en yaşlı olan log *t* = 9.57 yıl yaşındaki NGC 2682 iken en genç olan log *t* = 6.48 yıl yaşındaki Collinder 95 ve IC 1396 olduğu tespit edilmiştir. Açık kümelerin birikimli dağılımları incelendiğinde medyan yaş değerinin log *t* = 8.11 yıl ve dağılımın standart sapmasının da $\sigma_{\log t} = 0.62$ yıl olduğu hesaplanmıştır.

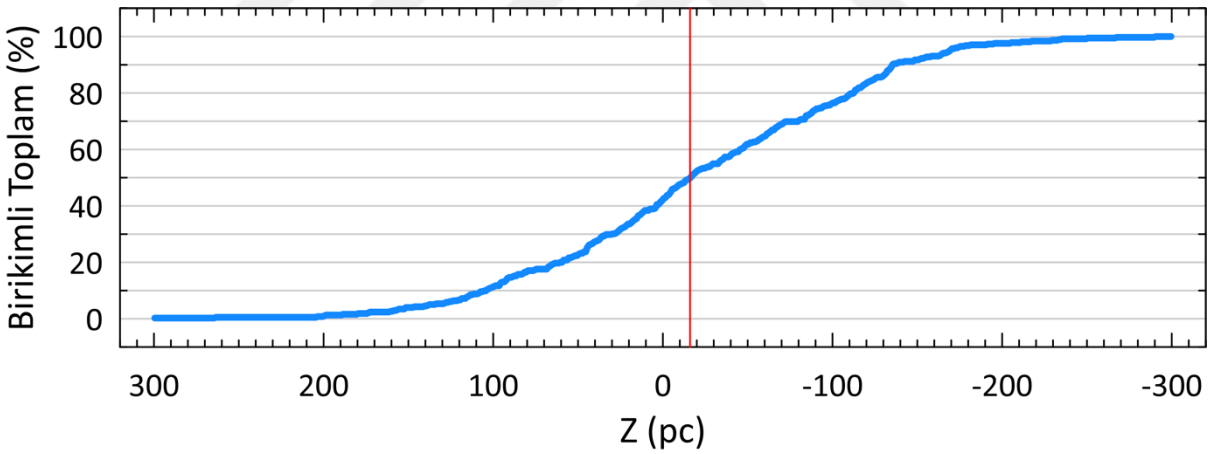



**Şekil 4.13:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin yaş histogramı (alt panel) ve birikimli dağılımı (üst panel).

### 4.7.3. İncelenen Açık Kümelerin Uzay Dağılımları

İyi bir uzaklık göstergesi olan açık kümeler Güneş civarı ve Galaksi diskinin yapısının anlaşılmasında kullanılan önemli gök cisimlerindendir. Tez çalışmasındaki açık kümelerin uzaysal ve temel astrofizik parametreleri Güneş civarındaki yapının ortaya çıkartılmasında kullanılmıştır. Bu amaçla, Güneş civarının incelenmesinde anakol-çakıştırma yöntemiyle tayin edilen uzaklıklar kümelerin Galaktik enlem ve boylamları da göz önüne alınmak suretiyle Güneş merkezli *X*-*Y*-*Z* kartezyen koordinat sisteminde gösterilmiştir. Burada *X* Galaksi merkezi doğrultusunda, *Y* Galaksi'nin dönüş yönünde ve *Z* Galaktik düzlemden Kuzey Galaktik Kutba doğru ölçülen dik uzaklığı göstermektedir. Tez kapsamındaki 422 açık küme, Güneş merkezli Kartezyen koordinat sistemindeki konumları, renk artığı, uzaklık, yaş ve metal bolluklarına göre incelenmiştir. Analizler sonucunda 422 açık kümenin *X*, *Y*, *Z* doğrultularındaki medyan uzaklıklar, sırasıyla, -43, 85 ve -16.5 pc olarak hesaplamıştır. Uzaklıkların medyan değerlerinin küçük olması, incelenen açık küme örneğinin Güneş civarında hemen hemen simetrik bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Açık kümelerin Galaksi merkezine göre dağılımlarının incelenebilmesi için $X \geq 0$ *ve* $X < 0$ pc sınırlaması getirilerek küme sayılarının

196 ve 226 olduğu tespit edilmiştir. Benzer yaklaşım Galaktik düzleme göre uygulandığında kuzey ve güney Galaktik yarıkürelerde, sırasıyla, 181 ve 241 açık küme tespit edilmiştir. Açık kümelere Galaktik düzlemin kesitinden bakıldığında örnekteki açık kümelerin %97'sinin -200 ≤ $Z$ (pc) ≤ 200 aralığında yer aldığı belirlenmiştir. Galaksi'deki nesnelerin Galaktik düzleme göre simetrik bir yapıda dağıldığı varsayılırsa iki yarıküre arasındaki açık küme sayısındaki fark, Güneş'in Galaktik düzlemden olan yüksekliğinden kaynaklanmaktadır. Bu durumda incelenen 422 açık kümenin her bir yarım küresinde 211 açık küme olacak şekilde dağılması gerekmektedir. Kuzey yarı küredeki açık küme sayısı güneydekine göre daha az olduğundan küme sayısının eşitlenebilmesi için güney yarı küreye doğru $\Delta Z$ = 1 pc'lik adımlar ile açık küme sayıları belirlenerek Güneş'in Galaktik düzlemden uzaklığı belirlenmiştir. Bu yöntem ile $Z$ = -16 pc'ye inildiğinde 30 açık kümenin bulunduğu tespit edilmiş olup her iki yarım küredeki açık küme sayısı eşitlenmektedir. Bu da Güneş'in Galaktik Galaktik düzlemden kuzey Galaktik kutba doğru 16 pc dik uzaklıktaki bir konumda yer aldığını gösteren önemli bir bulgudur (Şekil 4.14).

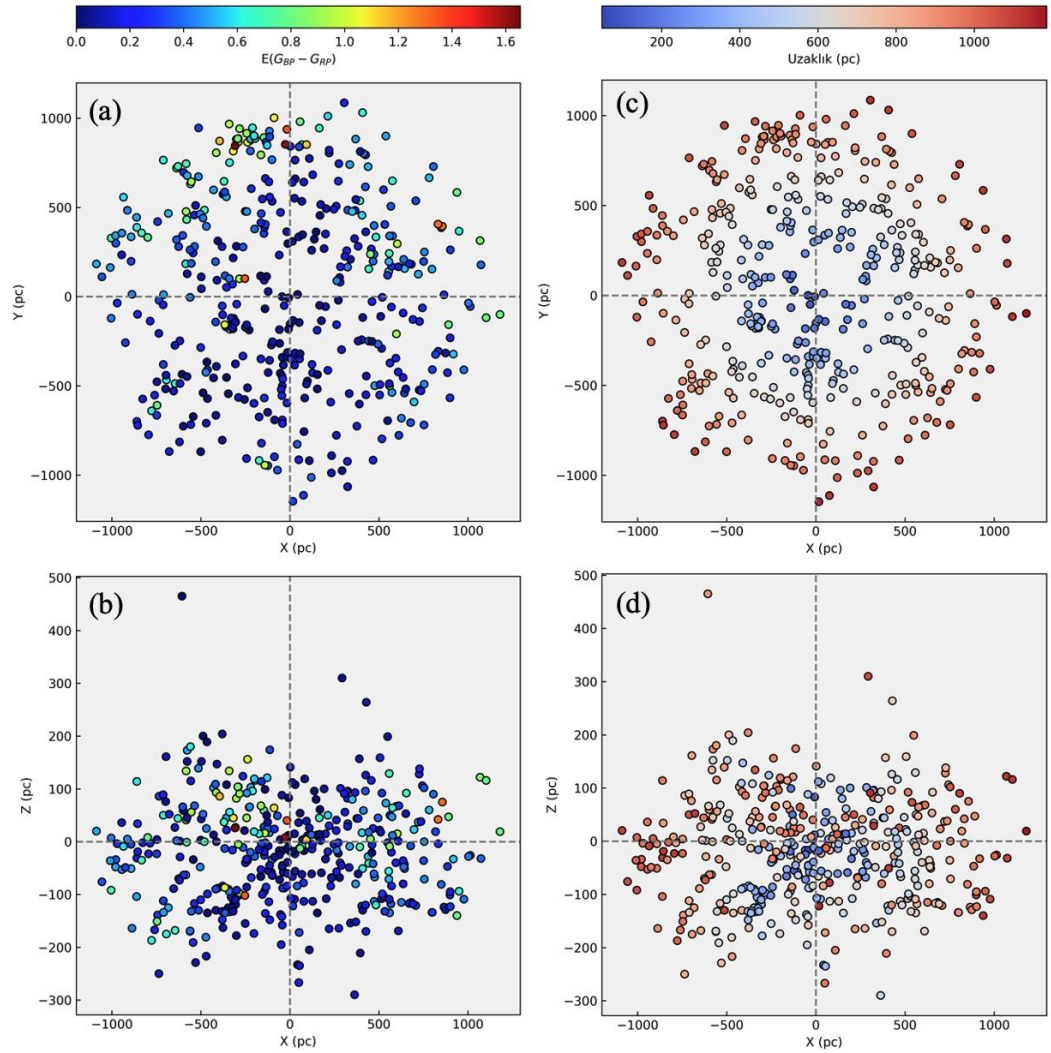



**Şekil 4.14:** Güneş'in Galaktik düzlemden dik uzaklığının hesaplanmasında kullanılan açık kümelerin kümülatif toplamı. Kırmızı çizgi Güneş'in Galaktik düzlemden kuzey Galaktik kutup doğrultusundaki dik uzaklığını göstermektedir.

Açık kümelerin Kartezyen koordinat sistemi üzerindeki dağılımlarının renk artıklarına göre değişimleri Şekil 4.15a-b'de gösterilmiştir. Kümelerin Galaktik düzlem üzerindeki dağılımları ($Y$×$X$) incelendiğinde Güneş'ten uzaklaştıkça açık kümelerin renk artıklarında bir artışın olduğu göze çarpmaktadır. Özellikle ikinci Galaktik çeyrekte açık küme örneğinin dış kısmına doğru

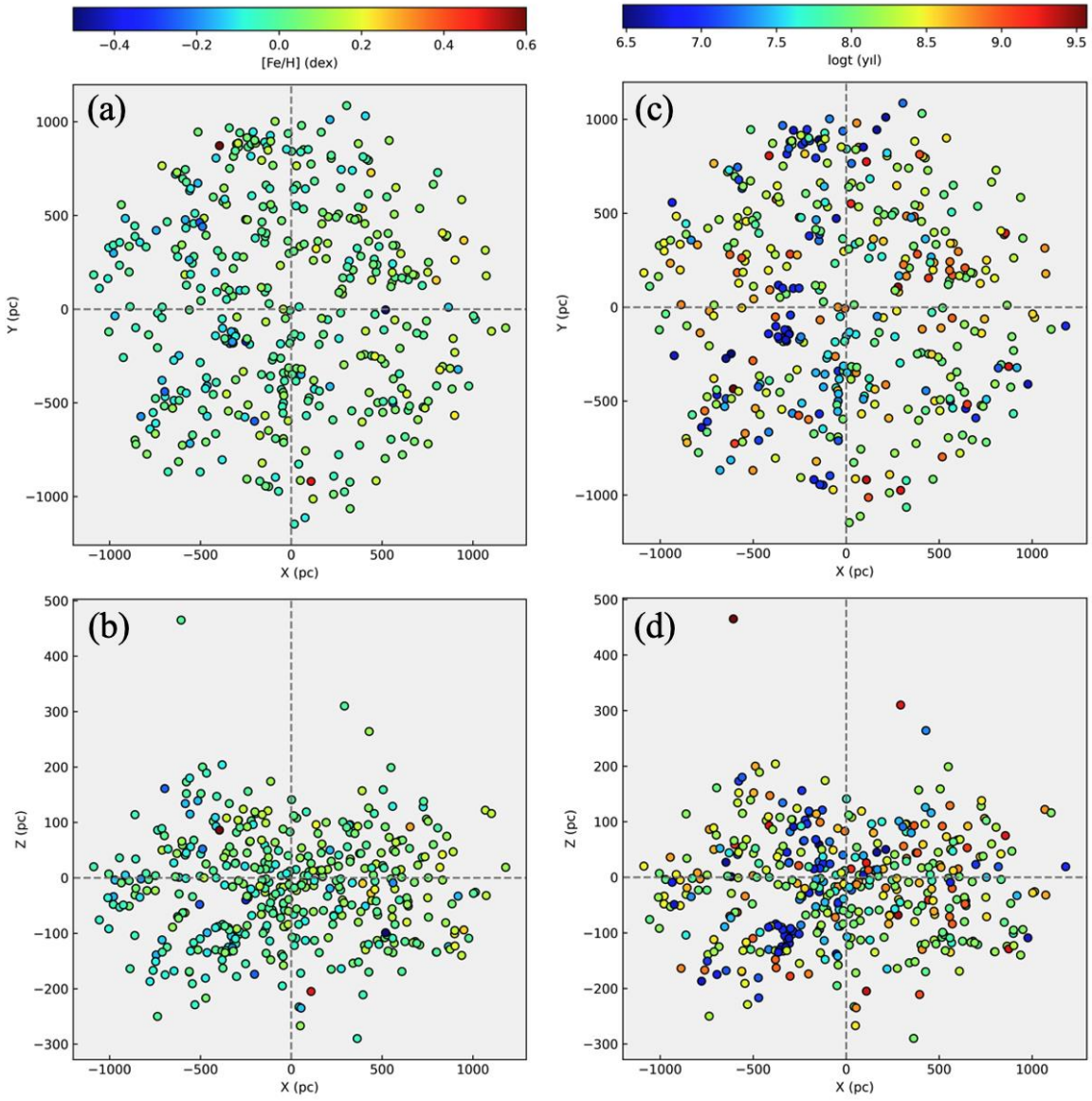
renk artıklarının $E(G_{BP}\text{-}G_{RP}) > 0.8$ kadir olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum Galaksi'nin Orion spiral kolundan kaynaklanmaktadır.

422 açık kümenin Güneş civarındaki dağılımları Güneş'ten uzaklıkları bakımından incelendiğinde Şekil 4.15c-d ile karşılaşılmaktadır. Örnekteki açık kümelerin medyan uzaklığı $d$ = 703 pc olarak hesaplanmıştır. Güneş civarındaki açık kümelerin sayı yoğunluğunun belirlenmesi için $N/\pi R^2$ bağıntısı kullanılmış olup, burada $N$ açık küme sayısını $R$ de 1.1 kpc'yi temsil etmektedir. Bu bağıntı sayesinde açık kümelerin Güneş civarındaki toplam yüzey yoğunluğu $\Sigma$=111.01 kpc$^{-2}$ olarak hesaplanmıştır.




**Şekil 4.15:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin *XYZ* kartezyen koordinat sistemindeki dağılımları. Açık kümelerin uzay dağılımları (a) ve (b) panellerinde renk artıklarının, (c) ve (d) panellerinde ise uzaklıklarının bir fonksiyonu olarak oluşturulmuştur.

Güneş civarındaki açık kümelerin uzay dağılımları metal bolluklarına göre incelendiğinde (Şekil 4.16a-b) çoğunlukla Güneş bolluğunda bir dağılımın olduğu görülmektedir.




**Şekil 4.16:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin *XYZ* kartezyen koordinat sistemindeki dağılımları. Açık kümelerin uzay dağılımları (a) ve (b) panellerinde demir bolluklarının, (c) ve (d) panellerinde ise yaşlarının bir fonksiyonu olarak oluşturulmuştur.

Galaksi merkezine doğru yaklaştıkça metal bolluklarında bir artış dikkat çekmektedir. Yapılan analizlerde Galaksi merkezi (I. ve IV. çeyrekler) ve zıt doğrultulardaki (II. ve III. çeyrekler) açık kümelerin medyan metal bollukları hesaplandığında, sırasıyla, 0.05 ve 0.00 dex değerlerine ulaşılmıştır. Benzer analizler Galaktik düzleme göre gerçekleştirildiğinde kuzey ve güney

yarıkürelerdeki açık kümelerin medyan metal bolluklarının, sırasıyla, 0.02 ve 0.00 dex olduğu görülmüştür. Galaksi merkezine göre yapılan analizlerin Galaktik düzlemden yapılanlara göre metalce daha zengin sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu durum Galaksi merkezine yakın bölgelerde Galaktik evrimin Güneş civarına göre daha hızlı ilerlediğinin bir göstergesidir. Bu da Galaksi diskinin oluşumunun açıklanmasında önerilen ikili çökme modelini destekler yönde bir delil (Chiappini ve diğ., 1997).

Güneş civarındaki açık kümelerin uzay dağılımları yaşlarına göre incelendiğinde (Şekil 4.16c-d) çoğunlukla genç yaşlardaki açık kümelerin baskın olduğu görülmektedir. Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin medyan yaşları 130 Myıl (log $t$ = 8.11 yıl) olarak hesaplanmıştır. Açık kümeler Galaksi merkezi ve Galaksi merkezinin zıt doğrultularına göre iki gruba ayrıldığında medyan yaşlarının, sırasıyla, 135 (log $t$ = 8.13 yıl) ile 105 (log $t$ = 8.02 yıl) Myıl olduğu görülmüştür. Benzer analizler Galaktik düzleme göre gerçekleştirildiğinde kuzey ve güney yarıküredeki medyan yaşlar, sırasıyla, 145 (log $t$ = 8.16 yıl) ve 115 (log $t$ = 8.06 yıl) Myıl olarak hesaplanmıştır. Bu durum Güneş civarındaki açık küme popülasyonunun genç yaşlarda olduğunu ve Galaksi'nin seçilen çeyreklerinde hemen hemen homojen olarak dağıldığını göstermektedir.

## 4.8. AÇIK KÜMELERİN KİNEMATİĞİ

Tez çalışmasında 422 açık kümenin kinematik analizleri bu çalışmada hesaplanan ortalama astrometrik parametreler ($\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$ ve $\varpi$) ile radyal hız ($V_r$) verileri dikkate alınarak gerçekleştirilmiş ve bulgular Tablo EK 4'te verilmiştir. Analizlerde Johnson ve Soderbloom'un (1987) algoritması kullanılarak her bir açık kümenin uzay hız bileşenleri ve belirsizlikleri tayin edilmiştir. Kinematik hesaplamalar Bovy'nin (2015) geliştirdiği *GALPY* yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Bu şekilde Oort sabitleri, LSR ve hız dispersiyonları için gerekli parametreler tayin edilmiştir. Uzay hızlarını etkileyen iki yanlılığın ortaya konmasında Güneş civarındaki nesnelerin tür ve sayısı önemlidir. Tez çalışmasında nesne türü olarak açık kümeler seçildiği için Güneş civarını temsil eden uzaklık buradaki en kritik noktadır. Genellikle Güneş civarını temsil eden uzaklık $d \leq 1$ kpc'dir. Tez çalışmasında açık küme uzaklıklarının hesaplanmasında anakol çakıştırma ve trigonometrik paralaks yöntemleri kullanılmıştır. Güneş komşuluğunda ($d \leq 1$ kpc), uzaklıkları trigonometrik paralaks yöntemiyle hesaplanan ($\varpi \geq 1$ mas) açık küme sayısı 379 iken anakol çakıştırma yönteminde ($d_{iso} \leq 1$ kpc) bu sayı 375 olarak tespit edilmiştir. İki yöntem arasındaki küme sayısı farkı dört olup anakol çakıştırma yöntemine göre uzaklıkları

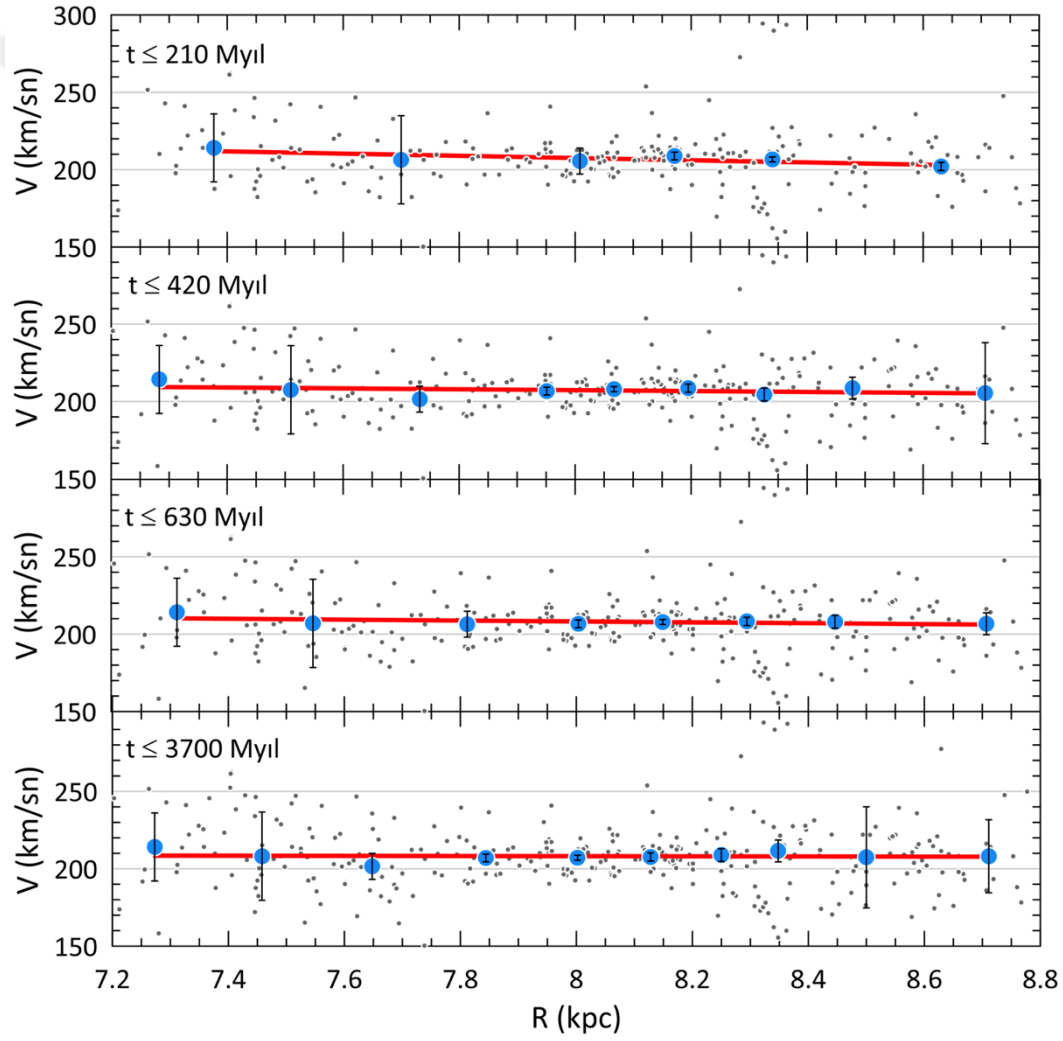
$d_{iso}$ = 1 kpc'nin ötesinde BDSB91, NGC 1582, NGC 2323 ve NGC 6087 açık kümelerinin bulunduğu görülmüştür. Tez çalışmasında, anakol-çakıştırma yöntemiyle uzaklıkları tayin edilen ve $d_{iso} \leq 1$ kpc uzaklığında bulunan 375 açık küme Güneş civarını temsilen kinematik analizlerde kullanılmak üzere dikkate alınmıştır.

### 4.8.1 Oort Sabitleri

Oort sabitlerinin belirlenmesi, Samanyolu'nun yapısı ve dinamiklerinin anlaşılması açısından son derece önemli olup bu sabitlerin kullanılması sayesinde Galaksi'nin dönme eğrisi, kütle dağılımı ve karanlık maddenin Galaksi diskine etkisi anlaşılır. Oort sabitlerinin hesaplanmasında kullanılan yöntem Bölüm 3.6.2'de detaylı bir şekilde bağıntılar ile verilmiştir. *A* ve *B* ile gösterilen Oort sabitlerinin hesaplanmasında kullanılan ilişkiler, sırasıyla, Bağıntı 3.21 ve Bağıntı 3.28'de verilmiştir. Bağıntılardan da görüleceği gibi bu sabitler farklı uzaklıklarda incelenen nesnelerin hız gradyentine ($dV/dR$) bağlıdır. Tez çalışmasında Oort sabitleri tüm örnek ve farklı yaş grupları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Yaş hesaplamalarında Güneş civarındaki nesnelerin Galaksi merkezi etrafındaki bir turu 210 Myıl'da tamamladıkları varsayımı altında incelenen açık küme örneği, Samanyolu merkezi etrafında en az bir, iki ve üç tur atacak şekilde 210, 420, 630 Myıl olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Ayrıca Oort sabitleri tüm örnek için ($t$ < 3700 Myıl) de hesaplanmıştır. Yaş gruplarına göre ayrımı yapılan açık kümelerin medyan uzaklıkları, $dV/dR$ ve Oort sabitleri ($A$ ve $B$) Tablo 4.2'de verilmiştir. Ayrıca Tablo 4.2'de listelenen yaş grupları için hız gradyentleri Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi açık kümelerin hızları ($V$) ve Galaksi merkezinden olan uzaklıkları ($R$) farklı yaş panellerindeki konumları çok saçılmalıdır. Her bir yaş grubuna ait hız gradyentlerinin hesaplanabilmesi için açık kümeler farklı $R$ uzaklık aralıklarına ayrılarak $V \times R$ panelleri üzerinde ağırlıklandırılmıştır. Bunun için farklı yaş gruplarındaki yıldızlar sayılarına göre (6-9 arasında değişen) gruplanarak diyagramlar üzerinde güçlü noktaların oluşabilmesi için $V$ ve $R$ değerlerinin medyanları hesaplanmıştır. Ardından ağırlıklandırılmış noktalar üzerinden geçirilen doğrusal fit ile $dV/dR$ hız gradyentleri hesaplanmıştır. Her bir yaş aralığı için hesaplanan hız gradyentleri, Bağıntı (3.21) ve Bağıntı (3.28)'de yerine konularak $A$ ve $B$ Oort sabitleri elde edilmiştir. Tablo 4.2'de her bir yaş grubu için verilen açık kümelerin medyan uzaklıkları dikkate alındığında, Güneş civarında hemen hemen simetrik bir yapıda oldukları görülmektedir. Bu da $A$ ve $B$ Oort sabitlerinin hesaplanmasında kullanılan açık kümelerin uzaklık bakımından bir yanlılık göstermediğini ortaya koymaktadır.

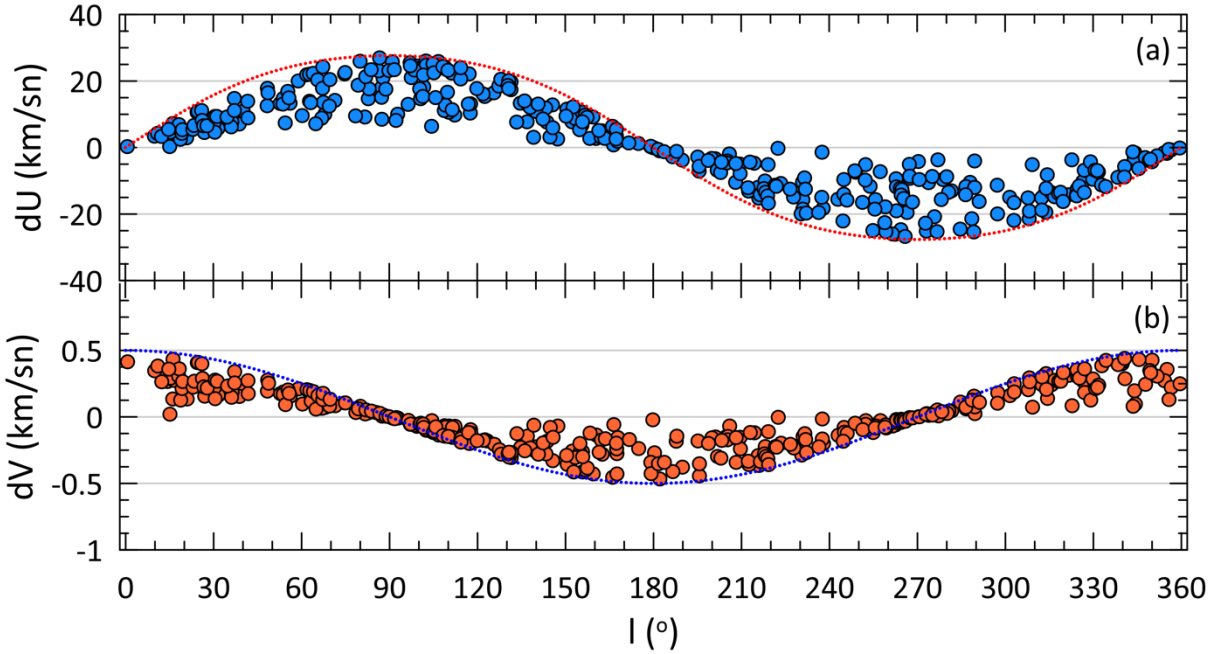
**Tablo 4.2:** Farklı yaş gruplarındaki açık küme verilerinden hesaplanan *A* ve *B* Oort sabitleri. Burada *N* küme sayısı, *X*, *Y*, *Z* açık kümelerin Güneş merkezli kartezyen koordinat sistemindeki medyan uzaklıkları, *dV*/*dR* hız gradyenti, *A* ve *B* Oort sabitleridir.

| Grup | *N* | *X* (pc) | *Y* (pc) | *Z* (pc) | *dV*/*dR* (km/sn) | *A* (km/sn/kpc) | *B* (km/sn/kpc) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $t \leq 210$ Myıl | 258 | -73 | 3 | -21 | -7.143±2.660 | 17.32±0.46 | -10.18±0.27 |
| $t \leq 420$ Myıl | 315 | -49 | 81 | -18 | -2.863±2.648 | 15.18±0.40 | -12.32±0.33 |
| $t \leq 630$ Myıl | 336 | -45 | 61 | -16 | -2.900±1.883 | 15.20±0.29 | -12.30±0.23 |
| $t \leq 3700$ Myıl | 375 | -43 | 89 | -16 | -0.484±2.475 | 13.99±0.35 | -13.51±0.33 |




**Şekil 4.17:** Farklı yaş gruplarına ayrılmış açık kümelerin *V*×*R* düzlemi üzerindeki konumları. Mavi daireler ağırlıklandırılmış veriyi, gri daireler açık kümeleri ve kırmızı çizgi de ağırlıklandırılmış veriye yapılan doğrusal fiti göstermektedir. Panellerdeki yaş gruplarına ait bilgiler her panelin sol üst köşesinde verilmiştir.

Tez çalışmasında tüm örnek için hesaplanan Oort sabitleriyle, $A$=13.99±0.35 km/sn/kpc, $B$=-13.51±0.33 km/sn/kpc, kümelerin uzaklıkları ve Galaktik koordinatları dikkate alınarak Bağıntı (3.21) ve Bağıntı (3.28) yardımıyla, sırasıyla, radyal ($V_R$) ve teğet hızları ($V_T$) hesaplanmıştır. Buradan her bir açık küme için $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerine uygulanması gereken hız düzeltmeleri ($du$, $dv$) tayin edilmiştir. Her bir açık küme için hesaplanan hız düzeltmeleri, 375 açık kümenin $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerinden $d$ ve $dv$ değerlerinin çıkartılmasıyla diferansiyel dönme düzeltmeleri yapılmıştır. Tez çalışmasındaki açık kümelerin $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerine uygulanan diferansiyel dönme düzeltmeleri Galaktik boylamın bir fonksiyonu olarak Şekil 4.18'de gösterilmiştir.




**Şekil 4.18:** Tez çalışmasındaki 375 açık kümenin $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerine uygulanan hız düzeltmelerinin Galaktik boylama göre gösterimi. Kırmızı ve mavi noktalar bu çalışmada $d$ = 1 kpc için hesaplanan en büyük hız düzeltmelerini belirtmektedir.

Şekilden de görüleceği üzere $U$ uzay hız bileşenine uygulanması gereken düzeltme miktarının -27 < $du$ (km/sn) < 27 ve V uzay hız bileşenine uygulanması gereken düzeltme miktarının da -0.5 < $dv$ (km/sn) < 0.5 olduğu tespit edilmiştir. $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerine uygulanan en büyük düzeltmeler, sırasıyla, 90° ve 270° ve 0° ve 180° Galaktik boylamlarında yapılmaktadır. Her bir hız düzeltme panelinde farklı renkteki eğriler ile bu çalışmada hesaplanan $A$ ve $B$ Oort sabitleri ve $d$ = 1 kpc uzaklığı için en büyük hız düzeltmeleri Galaktik boylamın bir fonksiyonu

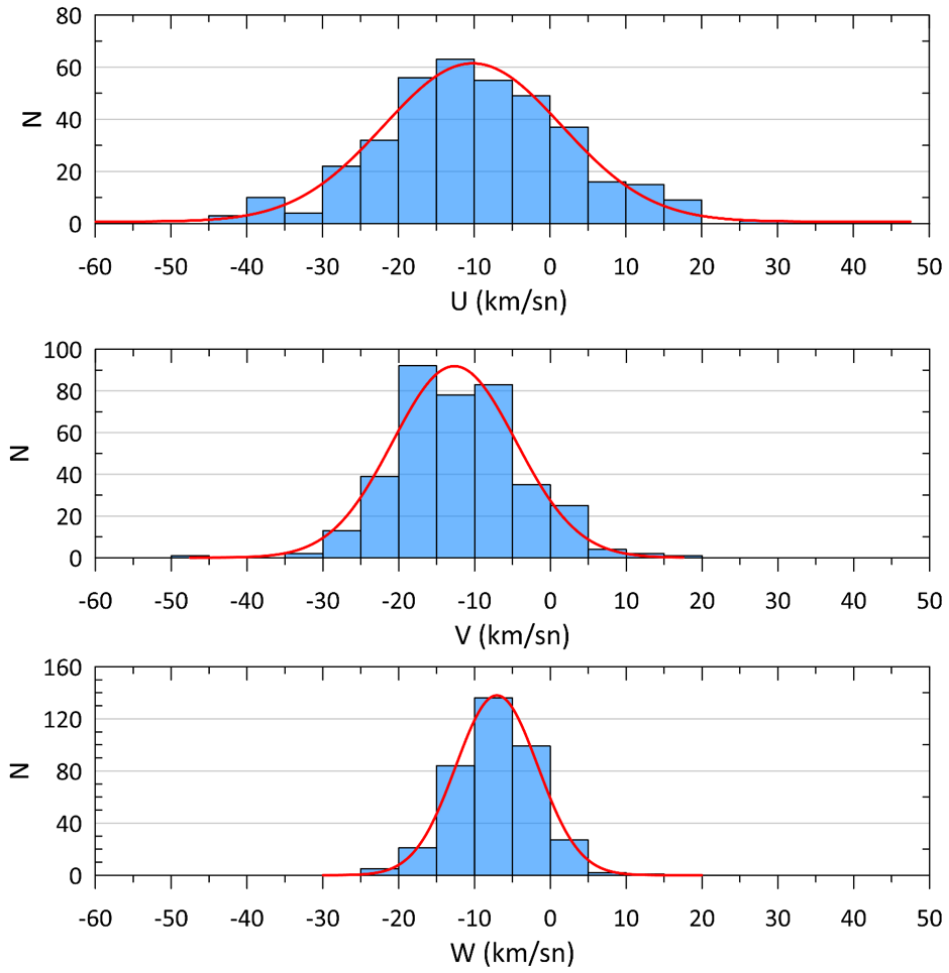
olarak gösterilmiştir. Burada hatırlanması gereken en önemli nokta incelenen açık küme örneğinin $d$ = 1 kpc ile sınırlı olmasıdır. Daha büyük uzaklıklarda bulunan nesneler söz konusu olduğunda bu düzeltmeler daha büyük değerlerde olacaktır.

### 4.8.2 Yerel Durağanlık Standardı (LSR)

Astrofizik alanında temel bir referans çerçevesi olan LSR, gök cisimlerinin hareketlerinin doğru ölçümü için kritik bir öneme sahiptir. Bu standart Güneş civarındaki nesnelerin hızları için bir durağanlık noktasını temsil eder. Tez çalışmasında LSR, açık kümelerin uzay hız bileşenlerine ait histogramlarına yapılan Gauss fitleri ve kümelerin toplam uzay hızı ($S^2$)-uzay hız bileşenlerine ($UVW$) yapılan doğrusal fitler olmak üzere iki farklı yöntem ile tayin edilmiştir. İlk yöntem kümelerin uzay hız bileşenlerine ait histogramlarına dayalıdır. Bir önceki bölümde elde edilen diferansiyel dönme düzeltmeleri her bir açık kümenin $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerine uygulanarak LSR tayinine hazır hale getirilmiştir.

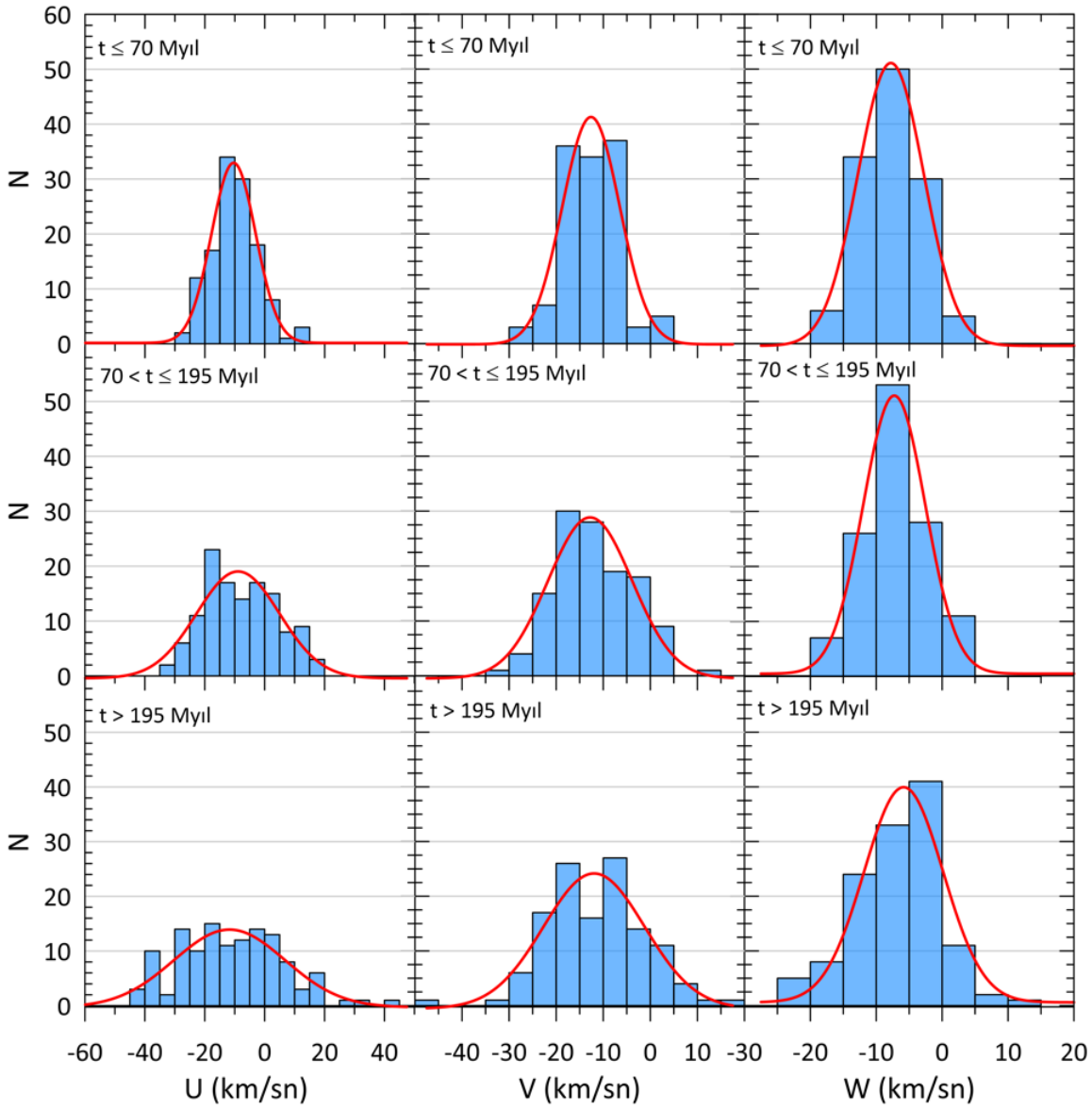
LSR tayininde izlenen ilk yöntem açık kümelerin uzay hız bileşenlerine ait histogramların oluşturulmasına dayanmaktadır. Tez kapsamındaki 375 açık kümenin temel astrofizik parametreleriyle birlikte uzay hız bileşenleri bir arada değerlendirilerek LSR değerleri farklı yaş grupları ve tüm örnek için ayrıca tayin edilmiştir. LSR tayinindeki istatistiksel yaklaşımlarda yanlılıkları en aza indirmek için açık küme örneği (375) yaşlarına göre ve her yaş grubunda eşit sayıda (125) küme olacak şekilde $t \leq 70$ Myıl, $70 < t \leq 195$ Myıl ve $t > 195$ Myıl aralıklarını içeren üç gruba ayrılmıştır. Bu aşamada öncelikle tüm açık kümeleri içeren örnek ele alınarak LSR tayini gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.19). Uzay hız bileşenleri için oluşturulan histogramlardan da görüleceği gibi dağılımın binom benzeri olduğu ve dağılımdaki en büyük frekans değerinin belirlenmesinde Gauss eğrisinin kullanılabileceği görülmektedir. Bu amaç doğrultusunda $U$, $V$ ve $W$ uzay hız bileşenlerine ait histogramlara Gauss eğrileri fit edilmiştir. Yapılan hesaplamalar neticesinde tüm örnek için Gauss fitleriyle korelasyon katsayısı yüksek LSR değerleri, sırasıyla, $(U, V, W)_{\odot}$ = (10.20±0.45, 12.66±0.43, 7.05±0.07) km/sn olarak hesaplanmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.3'te listelenmiştir.

Üç farklı yaş grubunda eşit sayıda açık küme barındıran örneklerden itibaren oluşturulan uzay hız bileşenlerine ait histogramlar Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Genç gruptaki açık kümelerden yaşlı gruptakilere doğru gidildikçe uzay hız bileşenlerinin aralıklarının büyüdüğü tespit edilmiştir.




**Şekil 4.19:** Tez çalışmasında incelenen 375 açık kümenin diferansiyel dönme düzeltmesi yapılmış *U*, *V* ve *W* uzay hız bileşenlerine ait histogramlar ve bu histogramlara fit edilen kırmızı renkli Gauss eğrileri.

Genel olarak her bir paneldeki histogramlar binom dağılımına benzediğinden, dağılımların en büyük frekans dağılımının belirlenmesinde Gauss fitleri kullanılmıştır. Analizler sonucunda farklı yaşlardaki açık kümeler için hesaplanan LSR değerleri Tablo 4.3'te listelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında yaşlı küme popülasyonlarına gidildikçe merkezi ölçüm değerinin hemen hemen sabit kaldığı buna karşılık ölçüm hatalarının arttığı görülmektedir. Bu durum LSR ölçümlerinin uzay hızlarına bağlı olmakla birlikte incelenen nesnenin yaşının da bir fonksiyonu olduğunu göstermektedir. Bu durum LSR tayininde en genç popülasyona sahip grubun dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, yaşa bağlı LSR tayininde en iyi sonuç genç açık küme popülasyonu içeren $t \leq 70$ Myıl grubundan $(U, V, W)_{\odot}$ = (10.40±0.28, 12.62±0.69, 7.80±0.10) km/sn olarak gelmektedir.




**Şekil 4.20:** Üç farklı yaş grubunda bulunan açık kümelerin diferansiyel dönme düzeltmesi yapılmış *U*, *V* ve *W* uzay hız bileşenlerine ait histogramlar ve bu histogramlara fit edilen kırmızı renkli Gauss eğrileri.

**Tablo 4.3:** Farklı yaş gruplarındaki açık kümeler ile tüm açık kümeler için tayin edilmiş LSR değerleri ve korelasyon katsayıları.

| **Grup** | ***N*** | ***U*** **(km/sn)** | ***R²*** | ***V*** **(km/sn)** | ***R²*** | ***W*** **(km/sn)** | ***R²*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $t \leq 70$ Myıl | 125 | 10.40±0.28 | 0.979 | 12.62±0.69 | 0.891 | 7.80±0.10 | 0.997 |
| $70 < t \leq 195$ Myıl | 125 | 08.88±1.22 | 0.866 | 12.80±0.71 | 0.930 | 7.26±0.25 | 0.980 |
| $t > 195$ Myıl | 125 | 11.73±1.79 | 0.805 | 11.95±1.18 | 0.848 | 5.85±0.61 | 0.920 |
| $t \leq 3700$ Myıl | 375 | 10.20±0.45 | 0.975 | 12.66±0.43 | 0.960 | 7.05±0.07 | 0.999 |

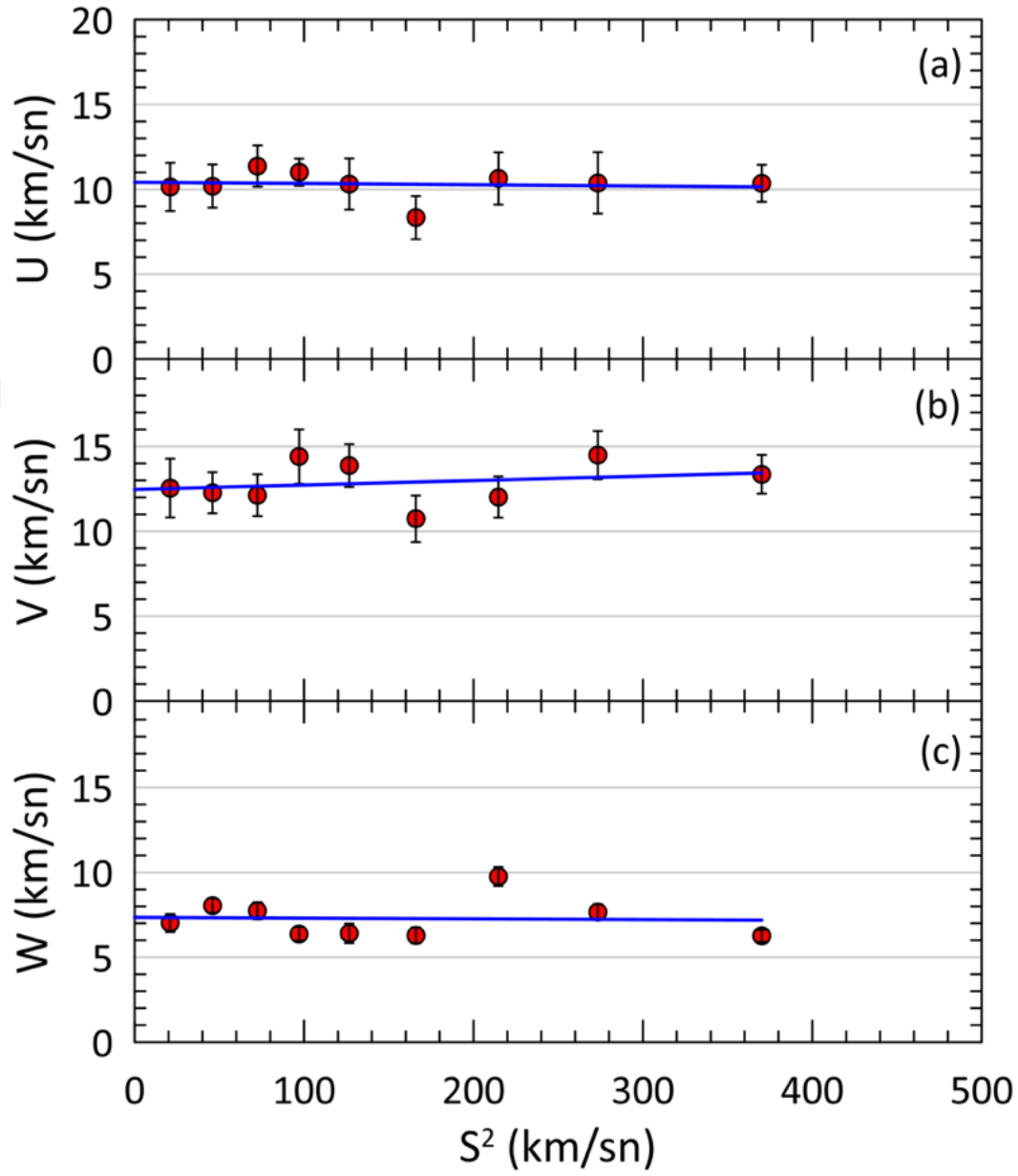
Tez çalışmasında LSR tayini için izlenen ikinci yöntem açık kümelerin toplam uzay hızlarının kareleriyle ($S^2$) uzay hız bileşenlerinin ($UVW$) bir arada değerlendirildiği analize dayanmaktadır (Dehnen ve Binney, 1998). Bu amaç doğrultusunda, 375 açık küme toplam uzay hızlarına göre 11 alt gruba ayrılarak her bir grupta istatistiksel anlamlılığı olan 35 açık küme bulunmak üzere analizlere hazır hale getirilmiştir. Her gruptaki açık kümelerin medyan uzay hız bileşenleriyle hataları ve toplam uzay hızlarının karesiyle hataları hesaplanarak Tablo 4.4'te verilmiştir. Ardından her bir toplam uzay hız aralığındaki $UVW$ uzay hız bileşenleriyle $S^2$ değerleri üç farklı panelde işaretlenmiş (Şekil 4.21) ve bu verilere doğrusal fitler yapılarak $S^2$=0 km/sn'ye karşılık gelen uzay hız bileşenine ait değer hesaplanmıştır. Hesaplamalarda $S^2$>440 km/sn olan son iki hız aralığındaki veriler saçılmaların yüksek olmasından dolayı istatistik dışı bırakılmıştır. Bu şekilde her bir uzay hız bileşeni için $S^2$=0 km/sn'ye karşılık gelen değerler $(U, V, W)_\odot$ = (10.42±0.52, 12.46±0.75, 7.36±0.72) km/sn hesaplanmış ve bunlar ikinci yöntemden elde edilen LSR değerleri olarak kabul edilmiştir.

**Tablo 4.4:** Farklı yaş gruplarındaki açık kümeler ile tüm açık kümeler için tayin edilmiş LSR değerleri ve korelasyon katsayıları. Tablodaki $U$ ve $V$ uzay hız bileşenlerinin alt indisinde yer alan "1" sayısı diferansiyel dönme düzeltmesi yapılmış hızları göstermektedir.

| $S^2$ aralığı | $N$ | $U_1$ (km/sn) | $U_{hata}$ (km/sn) | $V_1$ (km/sn) | $V_{hata}$ (km/sn) | $W$ (km/sn) | $W_{hata}$ (km/sn) | $S^2$ (km/sn) | $S_{hata}$ (km/sn) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (0, 35] | 35 | -10.14 | 1.42 | -12.55 | 1.73 | -7.02 | 0.53 | 20.96 | 2.45 |
| (35, 58] | 35 | -10.19 | 1.27 | -12.27 | 1.21 | -8.05 | 0.44 | 45.92 | 1.95 |
| (58, 86.07] | 35 | -11.37 | 1.21 | -12.13 | 1.23 | -7.74 | 0.50 | 72.50 | 1.93 |
| (86.07, 113.43] | 35 | -11.01 | 0.80 | -14.40 | 1.60 | -6.38 | 0.42 | 97.08 | 1.95 |
| (113.43, 143] | 35 | -10.31 | 1.51 | -13.87 | 1.26 | -6.41 | 0.57 | 126.64 | 2.17 |
| (143, 192.40] | 35 | -8.33 | 1.27 | -10.74 | 1.37 | -6.29 | 0.47 | 165.97 | 2.10 |
| (192.40, 242] | 35 | -10.64 | 1.54 | -12.02 | 1.21 | -9.76 | 0.56 | 214.72 | 2.14 |
| (242, 302] | 35 | -10.38 | 1.81 | -14.49 | 1.42 | -7.66 | 0.47 | 273.36 | 2.47 |
| (302, 440] | 35 | -10.35 | 1.09 | -13.36 | 1.14 | -6.26 | 0.36 | 370.15 | 1.70 |
| (440, 681] | 35 | -4.80 | 1.12 | -5.23 | 1.09 | -6.94 | 0.46 | 561.99 | 1.81 |
| (681, 3300] | 35 | -8.73 | 1.04 | -10.92 | 0.87 | -8.21 | 0.41 | 1132.00 | 1.53 |

LSR bileşenlerinin elde edilmesi Güneş'in skaler hızının belirlenmesine katkıda bulunmakla birlikte yönelim doğrultusu hakkında da bilgi edinilmesine olanak sağlamaktadır. Tez çalışması kapsamında beş farklı kritere göre tayin edilen uzay hız bileşenleri derlenerek Tablo 4.5'te verilmiştir. Ayrıca bu tablo üzerinde Bağıntı (3.13) kullanılarak Güneş'in uzay hızı skaler olarak hesaplanmış ve gösterilmiştir. Güneş'in yönelim doğrultusunun belirlenmesi için

Bağıntı (3.29)'da verilen ifadeler kullanılmış ve vektörel olarak Güneş'in gökyüzündeki hareket yönü tayin edilmiştir. Bu bulgular ilgili LSR satırında Tablo 4.5'te listelenmiştir.




**Şekil 4.21:** $S^2$'ye karşılık gelen uzay hız bileşenlerinin hız-hız diyagramları. Mavi çizgi hız verilerine yapılan doğrusal fiti göstermektedir.

**Tablo 4.5:** Farklı kriterler altında sınıflanan açık kümelerden hesaplanan Güneş'in uzay hız bileşenleri, Güneş'in toplam uzay hızı ve Güneş'in yönelim doğrultusu.

| Kriter | *N* | *U* (km/sn) | *V* (km/sn) | *W* (km/sn) | *S* (km/sn) | *D*(*l*, *b*) (derece) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $t \leq 70$ (Myıl) | 125 | 10.40±0.28 | 12.62±0.69 | 7.80±0.10 | 18.12±0.75 | 50.50845, 25.49990 |
| $70 < t$ (Myıl) $\leq 195$ | 125 | 8.88±1.22 | 12.80±0.71 | 7.26±0.25 | 17.19±1.43 | 55.24902, 24.98657 |
| $t > 195$ (Myıl) | 125 | 11.73±1.79 | 11.95±1.18 | 5.85±0.61 | 17.74±2.23 | 45.53229, 19.25726 |
| $t \leq 3700$ (Myıl) | 375 | 10.20±0.45 | 12.66±0.43 | 7.05±0.07 | 17.72±0.63 | 51.14205, 23.44341 |
| $S^2 \leq 440$ (km/sn) | 305 | 10.42±0.52 | 12.46±0.75 | 7.36±0.72 | 17.83±1.16 | 50.09507, 24.37644 |

### 4.8.3 Hız-hız Diyagramları

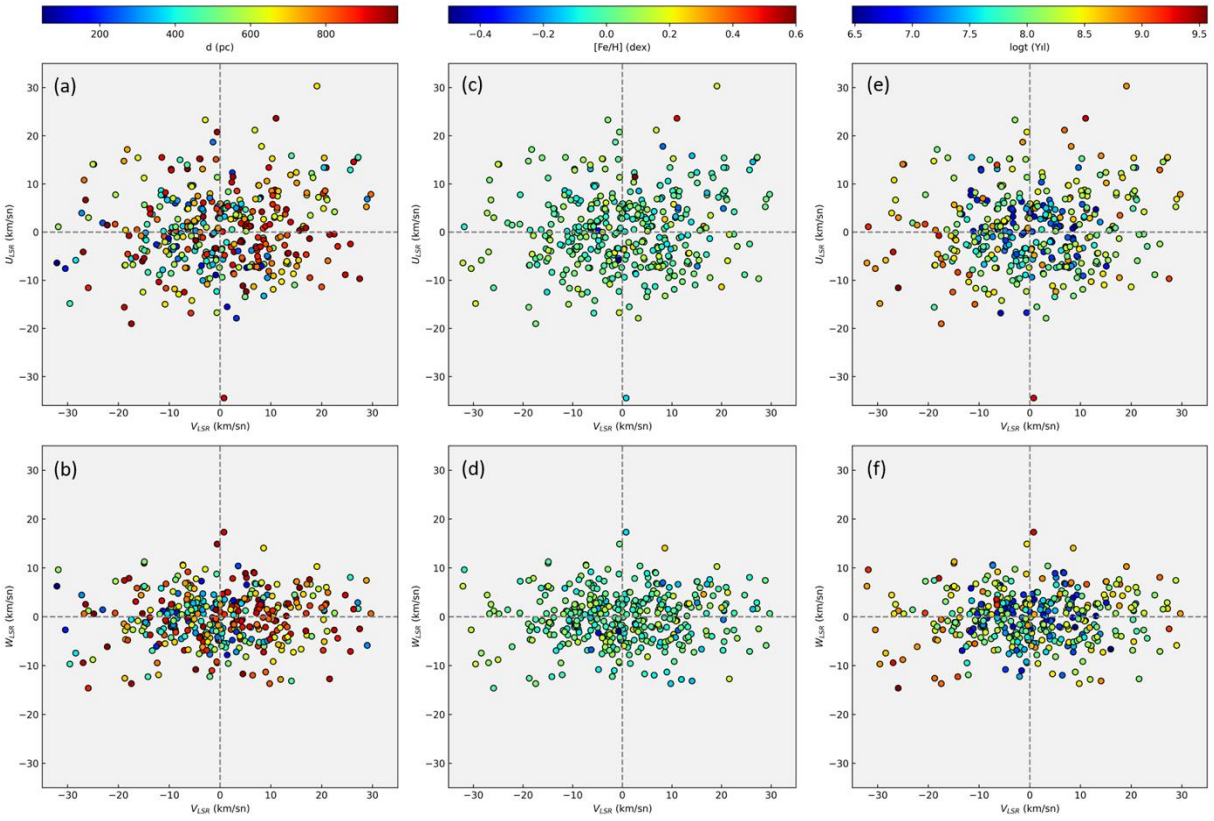
Güneş civarındaki kinematik yapının araştırılmasında yanlılıklardan arındırılmış uzay hız bileşenlerinin birbirlerine göre çizilmiş hız-hız diyagramları kullanılmaktadır. Tez çalışmasında 1 kpc yarıçaplı uzay hacminde bulunan 375 açık kümenin uzay hız bileşenlerine diferansiyel dönme ve ilk yöntemden tayin edilen LSR düzeltmeleri ($(U, V, W)_\odot$ = (10.20±0.45, 12.66±0.43, 7.05±0.07) km/sn) yapılmış ve kümelerin popülasyon analizleri ve kinematik yaş hesaplamalarına hazır hale getirilmiştir. 375 açık kümenin uzay hız bileşenleri ve hatalarına ait aralıklar ile medyan hız hataları Tablo 4.6'da verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere uzay hız bileşenleri genellikle Leggett'in (1992) ince disk popülasyonu için vermiş olduğu uzay hız aralıklarıyla uyumludur.

**Tablo 4.6:** Uzay hız yanlılıklarından arındırılmış 375 açık kümenin uzay hız bileşenleri ve hatalarına ait aralıklar ile medyan hız hataları.

| Hız aralığı (km/sn) | Hız hatası (km/sn) | Medyan hata (km/sn) |
|---|---|---|
| $-51<U_{LSR}<55$ | $0<U_{hata}<12.41$ | 0.83 |
| $-35<V_{LSR}<31$ | $0<V_{hata}<11.29$ | 0.85 |
| $-17<W_{LSR}<18$ | $0<W_{hata}<5$ | 0.39 |
| $1<S_{LSR}<58$ | $0<S_{hata}<14.30$ | 1.37 |

İncelenen açık kümelerin uzay hız bileşenlerindeki yanlılıklardan arındırılmış $(UVW)_{LSR}$ değerlerinin hız-hız diyagramları kümelerin uzaklıkları, metal bollukları ve yaşlarına göre Şekil 4.22'de gösterilmiştir. Kümelerin uzaklıklarına göre oluşturulan $U_{LSR} \times V_{LSR}$ ve $W_{LSR} \times V_{LSR}$ hız-hız diyagramları (Şekil 4.22a-b) incelendiğinde kümelerin uzaklıklarından bağımsız olarak geniş bir hız aralığında yer aldıkları tespit edilmiştir. Bu durum açık kümelerin Güneş civarında olmasından kaynaklanmaktadır. Metal bolluklarına göre hız-hız diyagramları (Şekil 4.22c-d) incelendiğinde Güneş civarı için metal bolluğu parametresinin açık kümelerin uzay hız bileşenlerinde belirgin bir ayrıma yol açmadığı görülmektedir. Öte yandan yaşın bir

fonksiyonu olarak hız-hız diyagramlarına (Şekil 4.22e-f) bakıldığında genç olan açık kümelerin küçük hızlarda, yaşlı olanların ise büyük hızlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle $W_{LSR} \times V_{LSR}$ düzleminde yaşlı olanların $|W_{LSR}| \geq 10$ km/sn olduğu görülmektedir. Bu da küme yaşlarının kinematik veriler ile ilişkili olduğunun önemli bir göstergesidir.




**Şekil 4.22:** Tez kapsamındaki 375 açık kümenin (a-b) uzaklık, (c-d) metal bolluğu ve (e-f) yaş parametrelerine göre değişimlerinin $U_{LSR} \times V_{LSR}$ ve $W_{LSR} \times V_{LSR}$ hız-hız diyagramları üzerindeki konumları.

### 4.8.4 Hız Dispersiyonları

Kinematik analizlerde uzay hız bileşenleri dışında dikkate alınan bir başka ölçüt, uzay hız bileşenlerindeki saçılmanın bir göstergesi olan uzay hız dispersiyonlarıdır. Açık kümeler oluştukları bulutun uzay hızını yansıtan kinematik karakterlere sahip olmakla birlikte, genellikle 10 km/sn'lik bir hız dispersiyonuyla hayatlarına başlarlar. Açık kümelerin Galaksi'deki yörüngelerine bağlı olarak çevreleriyle etkileşmesi veya iç dinamikler sebebiyle küme yıldızlarının hızlarının değişime uğraması, kümedeki yıldızların toplam uzay hız dispersiyonunun artmasına sebep olur. Bu da uzay hız dispersiyonlarının yaşın bir fonksiyonu olarak zamanla arttığının önemli bir kanıtıdır (Wielen, 1974).

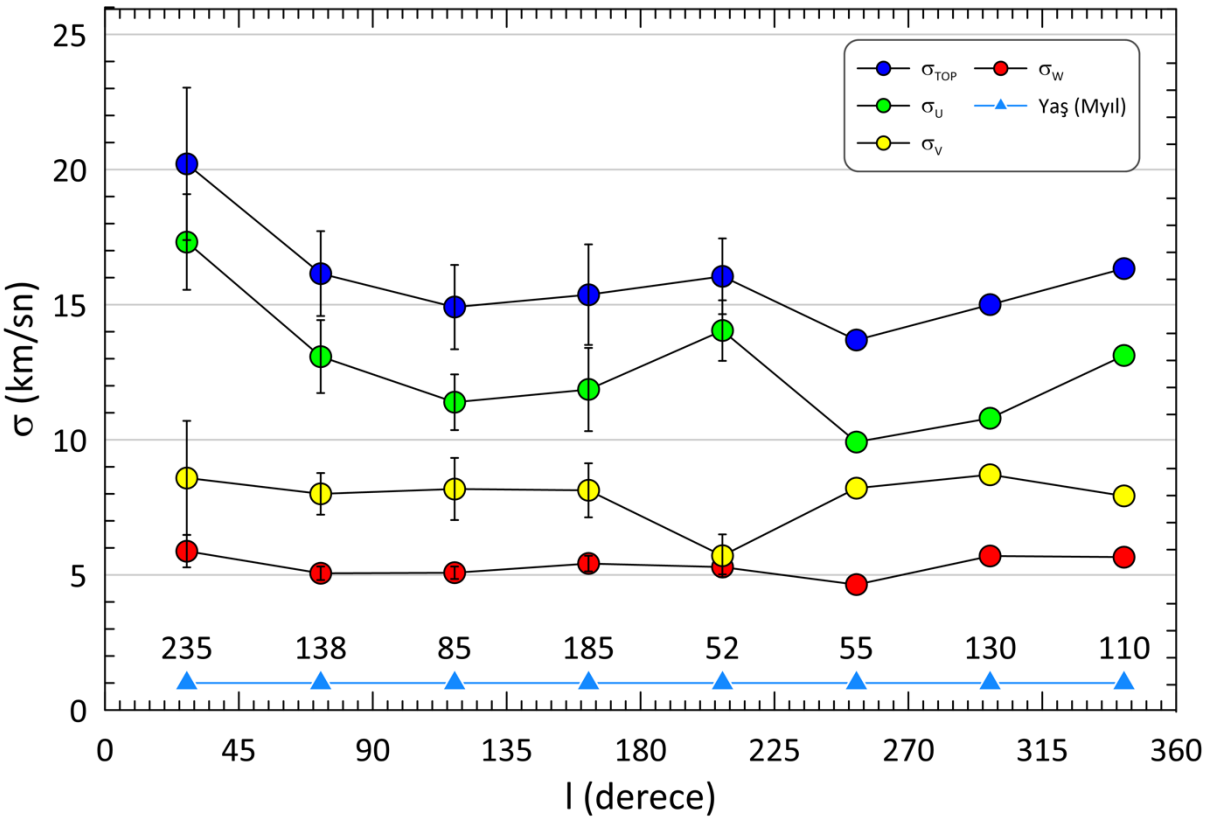
Tez çalışmasındaki açık kümeler Galaksi'deki hareketlerinin doğrultusu bulundukları doğrultu ve yaşlarına göre hız dispersiyonları açısından incelenmiştir. Analizlere başlanmadan önce Güneş komşuluğundaki ($d \leq 1$ kpc) 375 açık kümeden itibaren uzay hız bileşenlerine ait hız dispersiyonları ($\sigma_U$, $\sigma_V$, $\sigma_W$) = (13.01, 8.11, 5.39) km/sn olarak hesaplanmıştır. Uzay hız bileşenlerinin dispersiyonlarından hesaplanan toplam hız dispersiyonu da $\sigma_{Top}$ = 16.25 km/sn olarak tayin edilmiştir. Açık kümelerin Samanyolu içinde konumlandıkları doğrultulara göre yapılan incelemede, Galaktik boylamları $\Delta l$=45°'lik adımlara bölünerek sekiz aralıkta araştırılmıştır. Her bir Galaktik boylam aralığında *U, V, W* ve *S*'ye ait uzay hız dispersiyonları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.7'de verilmiştir. Genel olarak, her bir Galaktik boylam aralığında ortalama 47 açık küme bulunmakta olup bu küme sayısı istatistiksel bakımdan anlamlıdır.

**Tablo 4.7:** Sekiz Galaktik boylam aralığındaki açık kümelerin uzay hız dispersiyonları ve medyan yaşları.

| ***l*** **aralığı** (°) | ***N*** | $\sigma_U$ (km/sn) | $\sigma_V$ (km/sn) | $\sigma_W$ (km/sn) | $\sigma_{Top}$ (km/sn) | ***t*** (Myıl) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 000 < $l \leq$ 045 | 45 | 17.32±2.02 | 8.59±0.93 | 5.88±0.28 | 20.21±2.24 | 235 |
| 045< $l \leq$ 090 | 46 | 13.08±0.64 | 8.00±1.83 | 5.06±0.31 | 16.15±1.96 | 138 |
| 090< $l \leq$ 135 | 61 | 11.39±1.00 | 8.18±1.96 | 5.08±0.21 | 14.91±2.21 | 85 |
| 135< $l \leq$ 180 | 46 | 11.86±1.94 | 8.13±0.76 | 5.42±0.70 | 15.37±2.20 | 185 |
| 180< $l \leq$ 225 | 46 | 14.04±1.76 | 5.71±0.81 | 5.29±0.36 | 16.05±1.97 | 52 |
| 225< $l \leq$ 270 | 50 | 9.92±0.63 | 8.21±1.50 | 4.64±0.24 | 13.69±1.64 | 55 |
| 270< $l \leq$ 315 | 38 | 10.80±0.65 | 8.71±1.12 | 5.70±0.27 | 15.00±1.32 | 130 |
| 315< $l \leq$ 360 | 43 | 13.12±1.45 | 7.92±0.72 | 5.66±0.28 | 16.34±1.64 | 110 |

Hız dispersiyonlarının Galaktik boylam ile değişimleri ve grup yaşlarının medyan değerleri Şekil 4.23'te gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere *V* ve *W* uzay hız bileşenlerinin uzay hız dispersiyonlarının hemen hemen Galaktik boylam ile değişmediği, buna karşın *U* uzay hız bileşenine ait dispersiyonun Galaksi merkezinden zıt yöne doğru bir azalma eğiliminde olduğu ve benzer eğilimin $S_{top}$ uzay bileşeninde de görüldüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Galaktik merkez doğrultusundan zıt yöne doğru ilerledikçe medyan küme yaşlarının 235 Myıl'dan 52 Myıl'a azaldığı da görülmektedir. Özellikle 180 < $l$ (°) ≤ 225 Galaktik boylam aralığında *U* uzay hız dispersiyonundaki artış ve *V* uzay hız dispersiyonundaki azalış dikkat çekmektedir. Bu aralıktaki uzay hız dispersiyonlarının ani değişimi söz konusu Galaktik doğrultudaki yaşı 650 Myıl'dan büyük beş kümeden kaynaklanmaktadır. Beş küme istatistik

dışı bırakıldığında aralıktaki kümelerin uzay hız dispersiyonları ($\sigma_U$, $\sigma_V$, $\sigma_W$) = (10.97, 4.91, 4.95) km/sn olmaktadır. Bu da hemen yakınındaki bölge için hesaplanan dispersiyonlar ile uyum içindedir. Sonuç olarak, Güneş civarında bulunan açık kümelerin Galaktik boylam ile uzay hız dispersiyonları ve yaşları arasında bir ilişkinin bulunduğu tez çalışmasında ortaya çıkartılmıştır.



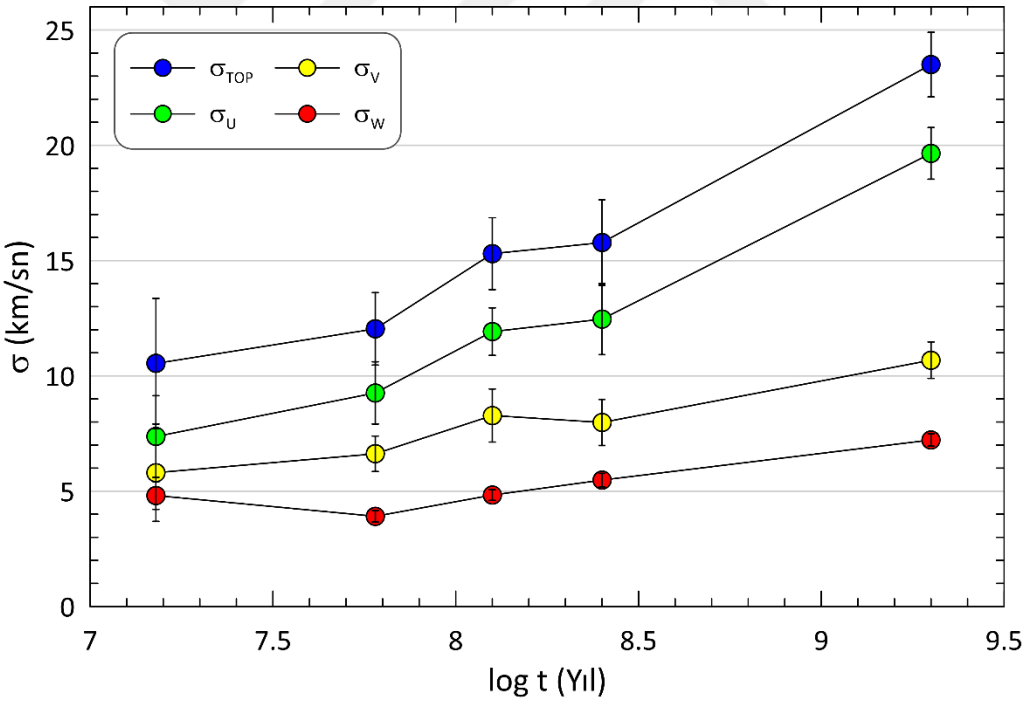

**Şekil 4.23:** Tez kapsamındaki 375 açık kümenin uzay hız dispersiyonlarının yaş ve Galaktik boylam ile değişimleri.

Tez çalışması kapsamında 375 açık küme yaş aralıklarına ayrılarak uzay hız dispersiyonları bakımından incelenmiştir. Önceki bölümde yapılan analizlerde açık kümelerin Galaktik boylamlarıyla yaş ve hız dispersiyonu arasında bir ilişkinin bulunması, yaş-hız dispersiyonu ilişkisinin araştırılmasını gerektirmektedir. Bu amaç doğrultusunda, 375 açık küme istatistiksel bakımdan anlamlı sonuçlar vermesi amacıyla hemen hemen eşit sayıda küme içerecek şekilde beş yaş grubuna ayrılmıştır. Her bir grubun medyan yaşları ve uzay hız dispersiyonları hesaplanarak elde edilen bulgular Tablo 4.8'de verilmiştir. Ardından her bir gruptaki medyan yaşlar uzay hız dispersiyonlarıyla bir düzlemde işaretlenerek yaş-hız dispersiyonu ilişkisi

araştırılmıştır (Şekil 4.24). Şekilden de görüleceği gibi tüm uzay hız bileşenlerine ait dispersiyonların, hataları da dikkate alındığında, yaşa bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Bu da genç kümelerin küçük hız dispersiyonlarında olduğunu, açık kümelerin yaşlandıkça hız dispersiyonlarının arttığının önemli bir delili olarak çalışmada ortaya koyulmuştur.

**Tablo 4.8:** Beş yaş grubundaki açık kümelerin medyan yaşları ve uzay hız dispersiyonları.

| Yaş aralığı (Myıl) | *N* | log *t* (yıl) | $\sigma_U$ (km/sn) | $\sigma_V$ (km/sn) | $\sigma_W$ (km/sn) | $\sigma_{Top}$ (km/sn) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $0 < t \leq 28$ | 75 | 7.18 | 7.37±1.77 | 5.80±2.11 | 4.81±0.60 | 10.54±2.82 |
| $28 < t \leq 95$ | 73 | 7.78 | 9.26±1.35 | 6.62±0.77 | 3.91±0.25 | 12.04±1.57 |
| $95 < t \leq 151$ | 75 | 8.10 | 11.92±1.03 | 8.28±1.15 | 4.83±0.23 | 15.30±1.56 |
| $151 < t \leq 335$ | 76 | 8.40 | 12.46±1.54 | 7.98±1.00 | 5.48±0.29 | 15.78±1.86 |
| $335 < t \leq 3700$ | 76 | 9.30 | 19.65±1.12 | 10.68±0.79 | 7.22±0.27 | 23.50±1.40 |



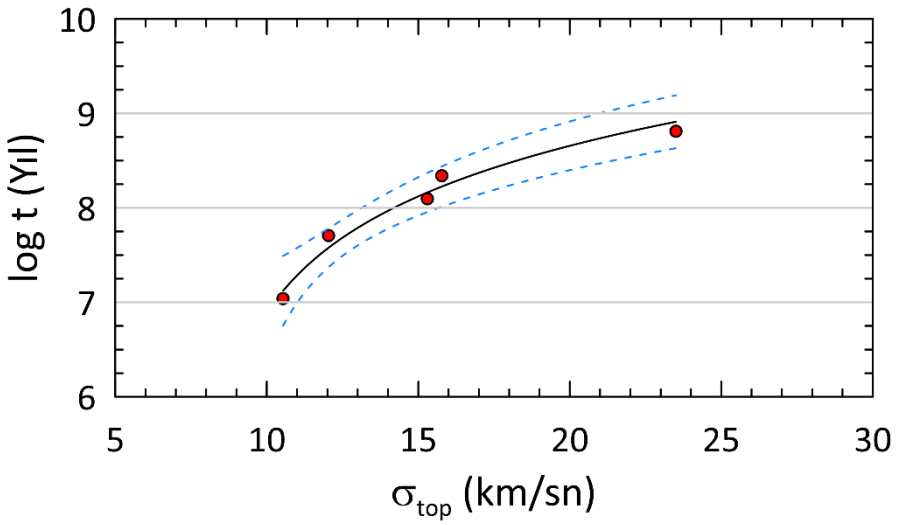

**Şekil 4.24:** Tez kapsamındaki 375 açık kümenin hız dispersiyonlarının yaşın bir fonksiyonu olarak değişimi.

Tez çalışmasında açık kümelerin yaşlarıyla hız dispersiyonları arasındaki ilişkinin ortaya çıkartılması kümelerin toplam uzay hız dispersiyonlarıyla yaşları arasındaki analitik ifadenin

araştırılmasını gerektirmiştir. Açık kümelerin toplam uzay hız dispersiyonları küme sayıları eşit olacak şekilde beş gruba ayrılarak, her gruptaki toplam uzay hız dispersiyonu ve log $t$ değerlerinin medyan değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde tüm veriler log $t \times \sigma_{Top}$ düzlemine işaretlenmiştir (Şekil 4.25). Verilerin diyagram üzerindeki konumları incelendiğinde $y$=ln($ax$+$b$) şeklindeki bir logaritmik ifadeyle temsil edilebileceği anlaşılmıştır. İstatistik programı *ORIGIN*[9] kullanılarak bağıntının parametreleri hatalarıyla birlikte tayin edilmiştir. Analizler neticesinde toplam uzay hız dispersiyonuyla yaş arasında uyumluluğu yüksek ($R^2$=0.962) bir ilişki elde edilmiştir:

$$\log t = \ln\left(477\pm55 \times \sigma_{Top} - 3787\pm660\right) \tag{4.1}$$

Şekilde kesikli çizgiler bağıntının 2σ içindeki güvenilirlik sınırlarını temsil etmektedir ki tüm verilerin bu aralıkta yer alması bağıntının oldukça hassas hesaplandığını gösteren önemli bir bulgudur.

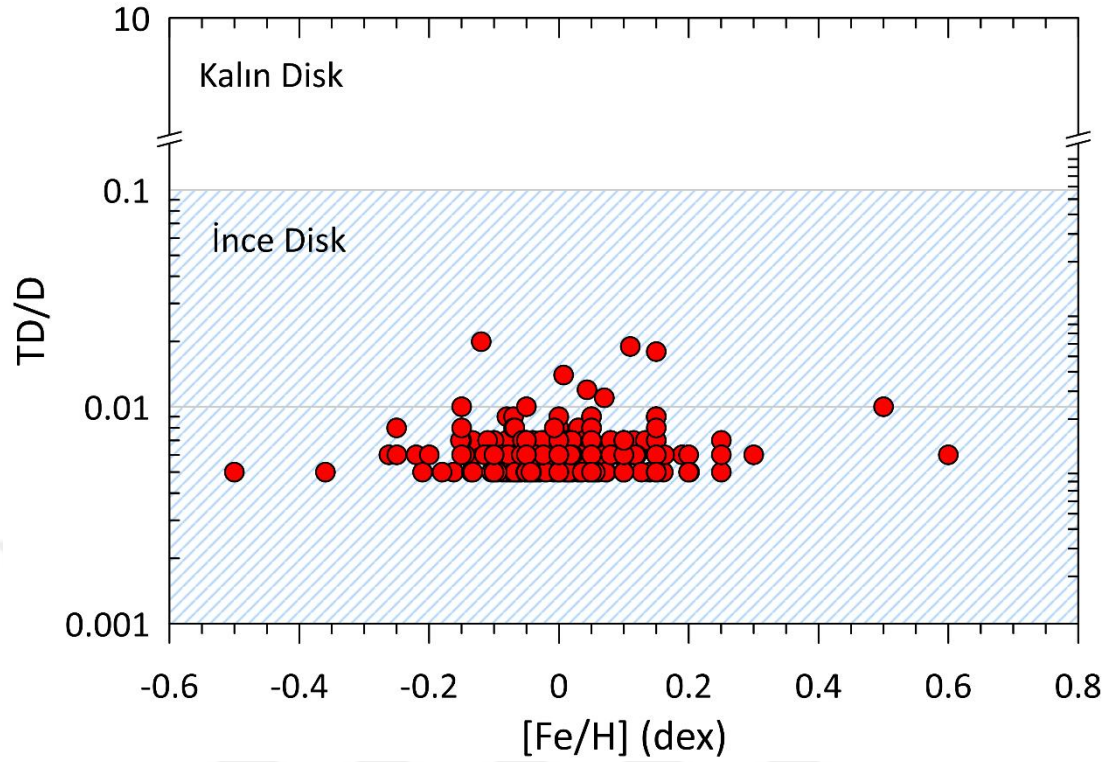



**Şekil 4.25:** Beş yaş grubundaki açık kümelerin toplam uzay hız dispersiyonları ile yaşları arasındaki ilişki. Siyah çizgi verilere yapılan üstel fiti ve kesikli mavi çizgiler de 2σ içindeki güvenilirlik sınırlarını göstermektedir.

[9] https://www.originlab.com

### 4.8.5 Popülasyon Ayrımı

Samanyolu'nda gök cisimlerinin Galaktik popülasyonlarının ayrımında birçok astrofizik parametre dikkate alınmaktadır. Tez çalışmasında incelenen açık kümelerin Galaktik popülasyon ayrımları Bensby ve diğ.'nin (2003) kinematik kriterleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Kinematik popülasyon ayrımının detayları Bölüm 3.6.4'te verilmiş olup bu yönteme göre açık kümelerin diferansiyel dönme ve LSR düzeltmesi yapılmış uzay hız bileşenleri kullanılarak ince disk, kalın disk ve halo popülasyonlarına üye olma olasılıkları hesaplanmıştır. Bensby ve diğ.'nin (2003) kinematik kriterlerine göre *TD*/*D* oranı popülasyon ayrımı için önemli bir ölçüttür. Buna göre $TD/D \leq 0.1$ olması incelenen örneğin saf ince disk popülasyonundan oluştuğunu göstermektedir. Tez çalışmasında incelenen 375 açık kümenin *TD/D* oranlarının $0.005 \leq TD/D \leq 0.02$ aralığında bulunduğu tespit edilmiş olup, örnekteki tüm açık kümelerin ince disk popülasyonunun bir üyesi olduğu belirlenmiştir. Tez çalışmasında açık kümelerin popülasyon ayrımı için *TD/D* oranıyla birlikte metal bollukları da dikkate alınmış ve açık kümeler *TD/D* × [Fe/H] düzlemine işaretlenmiştir (Şekil 4.26). Açık kümeler geniş bir metal bolluğu aralığında bulunmakla birlikte ($-0.6 \leq$ [Fe/H] (dex) $\leq 0.6$) kümelerin *TD/D* oranları kümelerin ince disk popülasyonunda olduklarını onaylamaktadır.




**Şekil 4.26:** Tez çalışmasında incelenen 375 açık kümenin *TD/D* × [Fe/H] düzlemindeki konumları. Taralı bölge ince disk popülasyonunu, beyaz bölge de kalın disk popülasyonunu göstermektedir.

# 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez çalışmasında, Güneş civarındaki açık kümelerin astrometrik, astrofizik ve kinematik parametreleri elde edilerek Galaksi diskinin kinematik özelliklerinin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda *Gaia* DR3 (Gaia işbirliği, 2023) veri tabanındaki yıldızların astrometrik, fotometrik ve tayfsal verileri analiz edilerek Güneş civarındaki açık kümelerin analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında Güneş merkezli 1 kpc yarıçaplı uzay hacmi içindeki açık kümeler hedeflenmiş, kümelerin seçilmesinde Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) *Gaia* DR2 (Gaia işbirliği, 2018) verilerine dayalı açık küme kataloğu dikkate alınmıştır. *Gaia* uydusunun son veri sürümündeki astrometrik veri hassasiyetinin artması yıldızların, dolayısıyla kümelerin daha doğru ve duyarlı ölçümlerinin yapılmasına fırsat vermiştir. Güneş civarını temsilen seçilen 1 kpc yarıçaplı uzay hacmindeki açık kümelerin uzaklıklarını daha duyarlı belirleyebilmek için Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) kataloğundaki açık kümelerin uzaklıklarının %10 değiştiği varsayılarak küme uzaklıklarına 1.1 kpc'lik bir sınırlama getirilmesi sonucunda 422 açık kümeye ulaşılmıştır.

Tez çalışması kapsamındaki 422 açık kümenin analizleri İstanbul Üniversitesi Galaktik Yapı Çalışma Grubunun *PYTHON* yazılım dilinde geliştirdiği paket programlar ile gerçekleştirilmiştir. Açık küme analizlerine astrometrik parametrelerin tayin edilmesiyle başlanmış ve küme doğrultularındaki yıldızların astrometrik, fotometrik ve tayfsal verileri *Gaia* DR3 kataloğundan Bölüm 3.8'de verilen *Galgrp_vizier.py* programı kullanılarak elde edilmiştir. Sonrasında, aynı program ile küme doğrultusundaki yıldızların *Gaia G* bandındaki parlaklık histogramları oluşturularak sönük tamlık sınırları belirlenmiştir. Seçilen açık kümelerin tamlık sınırlarının $G$=20.5 kadir olduğu tespit edilmiştir. Açık kümedeki yıldızlar birbirlerine zayıf kütle çekimsel kuvvetler ile bağlı bulunduklarından küme morfolojileri farklılıklar göstermektedir. Örneğimizde, küresel kümelerde olduğu gibi merkezi bir yoğunluk gösteren 65 açık küme tespit edilmiştir. Açık kümelerin yapısal parametrelerinin hesaplanmasında küme merkezinden itibaren farklı yarıçaplar içinde kalan yıldız sayıları, bulundukları halkaların alanlarına oranlanarak yıldız sayı yoğunlukları elde edilmiştir. Küme merkezinden itibaren oluşturulan radyal yoğunluk profiline King (1962) modeli fit edilerek incelenen açık kümenin merkezi ve zemin sayı yoğunluklarıyla kor ve limit yarıçapları tayin edilmiştir. Bununla birlikte, merkezi bir yoğunlaşma göstermeyen ve bu nedenle radyal yoğunluk profili oluşturulamayan 357 açık kümenin yapısal parametreleri tayin edilememiş

bunun yerine kümenin uzaklığına bağlı olarak en az 40×40 yay dakikalık bir alan dikkate alınarak küme uzanımı belirlenmiştir.

İncelenen açık kümelerin öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralaks gibi astrometrik parametrelerinin belirlenmesinde, küme doğrultusundaki yıldızların tamlık sınırı ve etkin yarıçap içinde olma şartı dikkate alınmıştır. Ardından bu kriterleri sağlayan yıldızların kümeye üye olma olasılıkları, bir kümeleme algoritması olan makine öğrenmesi tabanlı *UPMASK* (Krone-Martins ve Moitinho, 2014) hesaplanmıştır. Kümeye üye olma olasılığı yüksek yıldızlar ($P \geq 0.5$) dikkate alınarak açık kümelerin ortalama öz hareket bileşenlerinin tayin edilme aşamasına geçilmiştir. Bunun için küme üyesi yıldızların VPD'si çizilmiş ve yıldızlar öz hareket uzayında konumlandırılarak incelenen açık kümenin medyan öz hareket bileşenleri ($\langle \mu_\alpha \cos\delta,\ \mu_\delta \rangle$) hesaplanmıştır. Ardından kümenin trigonometrik paralaksını belirleyebilmek için rölatif paralaks hatalarına $\sigma_\varpi/\varpi < 0.20$ kısıtlaması getirilerek küme üyesi yıldızların trigonometrik paralaks histogramları oluşturulmuş ve bu histogramlara geçirilen Gauss fitleriyle de açık kümenin medyan trigonometrik paralaks değeri hesaplanmıştır. Bu yöntemle 422 açık kümenin astrometrik parametreleri tayin edilmiştir.

İncelenen açık kümelerin renk artığı ($E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$), uzaklığı ($d$), metal bolluğu ([Fe/H]) ve yaş ($t$) gibi temel astrofizik parametrelerinin belirlenmesinde anakol-çakıştırma yöntemi kullanılmıştır. Parametreler arasındaki dejenerasyonun engellenebilmesi için literatürde tayfsal analizler sonucunda metal bolluğu bilinen açık kümelere öncelik verilmiştir. Açık kümelerin metal bollukları, küme üyesi yıldızların yüksek/orta çözünürlük ve yüksek *S/N* oranına sahip tayfların analizlerinden tayin edilen metal bolluk çalışmalarından alınmıştır. Buna göre incelenen 422 açık kümenin 196'sının metal bolluğunun tayfsal analizler sonucunda tayin edilmiş olduğu yapılan literatür taramasıyla görülmüştür. Tez kapsamında 16 farklı çalışmanın derlenmesi sonucunda, bu 196 açık kümenin metal bolluğu tayini için farklı ışıma gücü sınıfında bulunan toplam 17,375 yıldızın tayf analizi gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonucunda Metal bolluğu tayfsal yöntemler ile tayin edilmemiş 226 açık kümenin demir bollukları ise anakol-çakıştırma yöntemiyle yaş, renk artığı ve uzaklık parametreleriyle birlikte eş zamanlı olarak belirlenmiştir. Anakol-çakıştırma yönteminde, küme için belirlenen demir bollukları Bağıntı (3.2) yardımıyla ağır element ($z$) bolluğuna çevrilmiş ve ilgili ağır element bolluğunda ve farklı yaşlardaki PARSEC (Bressan ve diğ., 2012) eş-yaş eğrileri astrofizik parametrelerin tayininde kullanılmıştır. İncelenen her kümenin olası üye yıldızları $G \times (G_{BP}$-

$G_{RP}$) renk-parlaklık diyagramlarına yerleştirilmiş ve farklı yaşlardaki eş-yaş eğrileriyle karşılaştırılarak kümenin temel astrofizik parametreleri eş zamanlı tayin edilmiştir. Yapılan analizlere göre açık kümelerin renk artıklarının $0 < E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ (kadir) $< 1.66$ aralığında, metal bolluklarının $-0.50 \leq$ [Fe/H] (dex) $\leq 0.60$ aralığında ve yaşlarının da $6.47 <$ log $t$ (yıl) $< 9.57$ aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak 1.1 kpc yarıçaplı uzay hacmi içinde bulunan 422 açık kümenin medyan uzaklığı $d_{iso}$= 703±254 pc, medyan renk artığı $E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ = 0.24±0.28 kadir, medyan metal bolluğu [Fe/H] = 0.00±0.10 dex ve medyan yaşı log $t$ = 8.11±0.62 yıl olarak hesaplanmıştır.

Bu analizler sonucunda 422 açık kümenin kartezyen koordinat sistemindeki konumları incelendiğinde medyan uzaklıklarının hemen hemen küçük değerlerde olması, incelenen açık kümelerin Güneş civarında simetrik bir dağılıma sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle Galaktik düzlemden yükseklikleri dikkate alındığında açık kümelerin $|Z| \leq 200$ pc aralığı içinde toplandıkları görülmüştür. Açık kümelerin kuzey ve güney Galaktik yarım kürelerdeki sayıları incelendiğinde, sırasıyla, 181 ve 241 oldukları tespit edilerek Galaktik düzleme göre nispeten asimetrik bir dağılım sergiledikleri anlaşılmıştır. Bu durumun Güneş'in Galaksi düzleminden olan yüksekliğinden kaynaklandığı varsayılarak açık kümelerden itibaren Güneş'in Galaktik düzleme olan uzaklığı hesaplanmıştır. Küme sayılarının Galaktik düzleme göre $Z$ = -16 pc uzaklığında eşitlendiği görülmüş, böylece Güneş'in kuzey yarım kürede Galaktik düzlemden $Z_{\odot}$=16 pc uzaklıkta olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca açık kümelerin Galaktik düzlem üzerindeki konumları dikkate alındığında, Güneş civarındaki açık kümelerin yüzey yoğunluğunun $\Sigma$=111.01 kpc$^{-2}$ olduğu hesaplanmıştır.

Tez çalışmasında incelenen 422 açık kümenin 375'inin 1 kpc yarıçaplı uzay hacmi içinde yer aldığı tespit edilmiş olup kinematik analizler bu kümelerden itibaren yapılmıştır. Açık kümelerin kinematik analizlerinde, tez çalışmasında kümeler için hesaplanan ortalama astrometrik parametreler ($\mu_\alpha \cos\delta$, $\mu_\delta$ ve $\varpi$) ile radyal hız ($V_r$) verileri kullanılmıştır. Analizlerde Johnson ve Soderbloom'un (1987) algoritması kullanılarak her bir açık kümenin uzay hız bileşenleri ve belirsizlikleri tayin edilmiştir. Kinematik hesaplamalar Bovy'nin (2015) geliştirdiği *GALPY* yazılımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda *A* ve *B* sembolleri ile gösterilen Oort sabitleri, LSR, uzay hız dispersiyonları, kinematik yaş ilişkisi ve açık kümelerin popülasyon türleri incelenmiştir. Kinematik analizlere Oort sabitlerinin hesaplanmasıyla başlanmıştır. Bu sabitler tüm örnek ve farklı yaş grupları için ayrıca

hesaplanmıştır. Analizler Oort sabitlerinin yaş ile fazla bir değişim göstermediğini ortaya koymakla beraber tüm örnekten hesaplanan Oort sabitlerinin $A$ = 13.99±0.35 ve $B$ = -13.51±0.33 km/sn/kpc olduğunu göstermiştir. Kinematik analizlerde incelenen bir başka nicelik de LSR dir. LSR hesaplamaları, Oort sabitlerinde yapıldığı gibi, farklı yaş aralıkları ve tüm örnek için yapılmıştır. Üç farklı yaş aralığı için hesaplanan LSR değerlerinin hatalarının da artan yaş ile büyüdüğü tespit edilmiştir. Tüm örneğin dikkate alındığı kinematik analizde LSR $(U, V, W)_{\odot}$= (10.40±0.28, 12.62±0.69, 7.80±0.10) km/sn olarak tayin edilmiştir. LSR değerlerinin hesaplanmasında farklı bir yöntem de dikkate alınmıştır (Dehnen ve Binney, 1998). Bu yöntem yıldızların toplam uzay hızlarının karesiyle her bir uzay hız bileşeninin bir arada değerlendirildiği düzlemler üzerinde uygulanmıştır. Hız-hız diyagramlarındaki verilere yapılan doğrusal fitlerin $S^2$=0 km/sn değerine karşılık gelen uzay hızları LSR tayininde kullanılmıştır. Bu yöntem sonucunda 375 açık kümeden hesaplanan LSR değeri $(U, V, W)_{\odot}$ = (10.42±0.52, 12.46±0.75, 7.36±0.72) km/sn olarak belirlenmiştir.

Tez çalışmasında kinematik analizler kapsamında ele alınan bir başka konu, açık kümelerin uzay hız dispersiyonlarının Galaktik boylamlar ile değişiminin araştırılması ve bir kinematik yaş bağıntısının elde edilmesidir. Bu amaç doğrultusunda açık kümelerin Galaktik boylamları $\Delta l$=45°'lik adımlara bölünmüş ve sekiz Galaktik boylam aralığındaki açık kümelerin $U, V, W$ ve $S$ uzay hızlarına ait hız dispersiyonları kümelerin yaşları da dikkate alınarak araştırılmıştır. Kinematik analizler neticesinde toplam uzay hız dispersiyonunun ($\sigma_{top}$) Galaksi merkezinden zıt doğrultuya doğru küme yaşlarına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. İncelenen açık kümelerin hız dispersiyonlarıyla yaşları arasındaki ilişkinin delillerinin ortaya koyulması, çalışmada hedeflenen kinematik yaş bağıntısının ortaya çıkartılmasına olanak vermiştir. Yapılan kinematik analizler neticesinde uzay hız dispersiyonlarıyla yaş arasında üstel bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiş ve $\log t = \ln(477\pm55\times\sigma_{top}-3787\pm660)$ bağıntısı elde edilmiştir.

Kinematik analizler kapsamındaki bir diğer hedefimiz de açık kümelerin popülasyon türlerinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda tez çalışması kapsamında incelenen 375 açık kümeye Bensby ve diğ.'nin (2003) kinematik popülasyon ayrım yöntemi uygulanmıştır. Analizlerde kinematik kriterlerle ($TD/D$) birlikte kümelerin metal bollukları bir arada incelenmiştir. Popülasyon araştırması sonucunda söz konusu 375 açık kümenin ince disk popülasyonuna ait olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, *Gaia* uydusundan sağlanan hassas astrometrik, fotometrik ve tayfsal verilerin kullanılmasıyla Güneş civarındaki açık kümelerin yapısal, astrofizik ve kinematik parametreleri tayin edilmiş ve böylece Galaksi diskinin kinematik yapısı hakkında ipuçlarına ulaşılmıştır.

## 5.1 AÇIK KÜME VERİLERİNİN LİTERATÜR İLE KARŞILAŞTIRILMASI

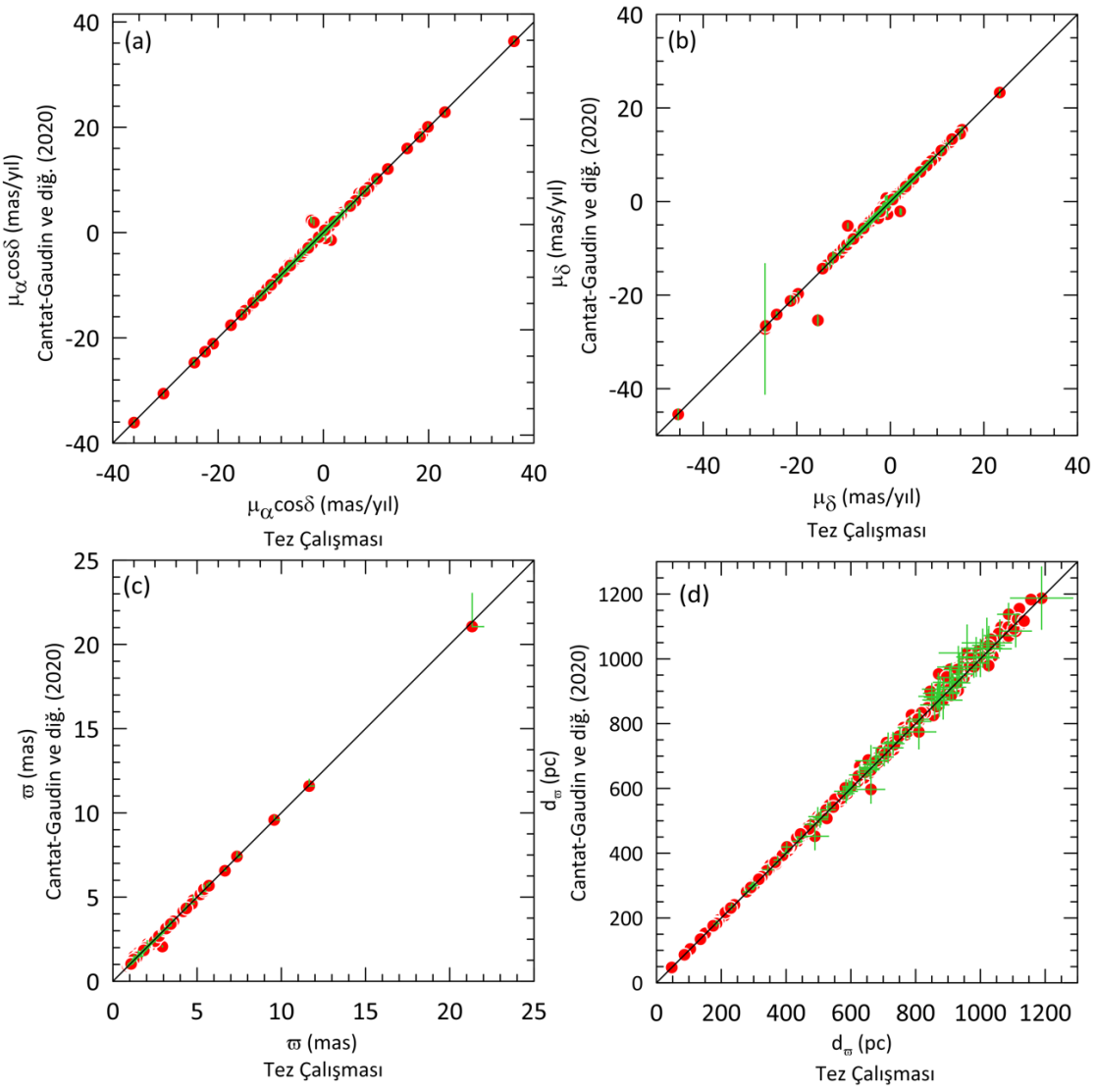
Tez çalışmasındaki listede yer alan 422 açık küme *Gaia* DR3 verileri kullanılarak literatürde verilen yöntemler ile incelenmiştir. Bu yolla açık kümelerin yapısal ve astrofizik parametreleri homojen yöntemler ile tayin edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde bazı makalelerin az sayıda açık küme içerdiği fakat detaylı analizler yapılarak literatürdeki parametre eksikliğinin giderildiği görülmektedir (Banks ve diğ., 2020; Yontan ve diğ., 2021, 2022, 2023; Yontan, 2023; Taşdemir ve Yontan, 2023; Gökmen ve diğ., 2023; Sariya ve diğ., 2023; Tripathi ve diğ., 2023; Dursun ve diğ., 2024). Bununla birlikte, literatürde *Gaia* işbirliği çerçevesinde olduğu gibi, verilerin henüz astronomlar ile paylaşılmadığı dönemlerde büyük bir ekip ile gerçekleştirilen ve homojen parametre setlerini içeren çalışmaların da olduğu görülmektedir (Dias ve diğ., 2002; 2021; Kharchenko ve diğ., 2013; Cantat-Gaudin ve diğ., 2020; Cantat-Gaudin ve Anders, 2020; Castro-Ginard ve diğ., 2022). Bu nedenle, tez çalışmasında elde edilen yapısal, astrometrik, astrofizik ve kinematik parametreleri literatür ile karşılaştırmak için, açık küme analizlerinde *Gaia* DR2 verilerinin kullanıldığı çalışmalar tercih edilmiştir (Cantat-Gaudin ve diğ., 2020; Tarricq ve diğ., 2021).

### 5.1.1 Astrometrik Verilerin Karşılaştırılması

Tez çalışmasında incelenen 422 açık kümenin trigonometrik öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralaks gibi astrometrik parametrelerinin elde edilmesinde kullanılan yöntemler Bölüm 3.4'te, elde edilen bulgular da Tablo EK 2'de sunulmuştur. Çalışmada *Gaia* DR3'te açık küme doğrultusundaki yıldızlar için verilen ekvatoral koordinatlar, öz hareket bileşenleri ve trigonometrik paralaks verileri kullanılarak incelenen kümelerin ortalama astrometrik verileri elde edilmiş ve bulgular *Gaia* DR2 verileriyle açık küme analizleri gerçekleştiren Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

422 açık kümenin ortalama öz hareket bileşenleri Bölüm 4.7.1'de bahsedilen yöntem ile hesaplanmış ve sonuçlar Tablo EK 2'de sunulmuştur. Elde edilen bulguların Cantan-Gaudin ve diğ. (2020) ile karşılaştırması Şekil 5.1a-b'de gösterilmiştir. İki çalışmada açık kümeler için elde edilen öz hareket bileşenlerinin birbirleriyle uyumluluğunun araştırılmasında şekiller

üzerine eklenen birebir çizgileri temel alınmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda iki çalışmada elde edilen parametrelerin birbirleriyle oldukça uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bu durum şaşırtıcı olmamakla beraber Güneş civarında yapılan astrometrik ölçümlerin hassasiyetinde bir değişiklik olmadığını göstermiştir (Bailer-Jones ve diğ., 2018; Plevne ve diğ., 2020; Canbay ve diğ., 2023).



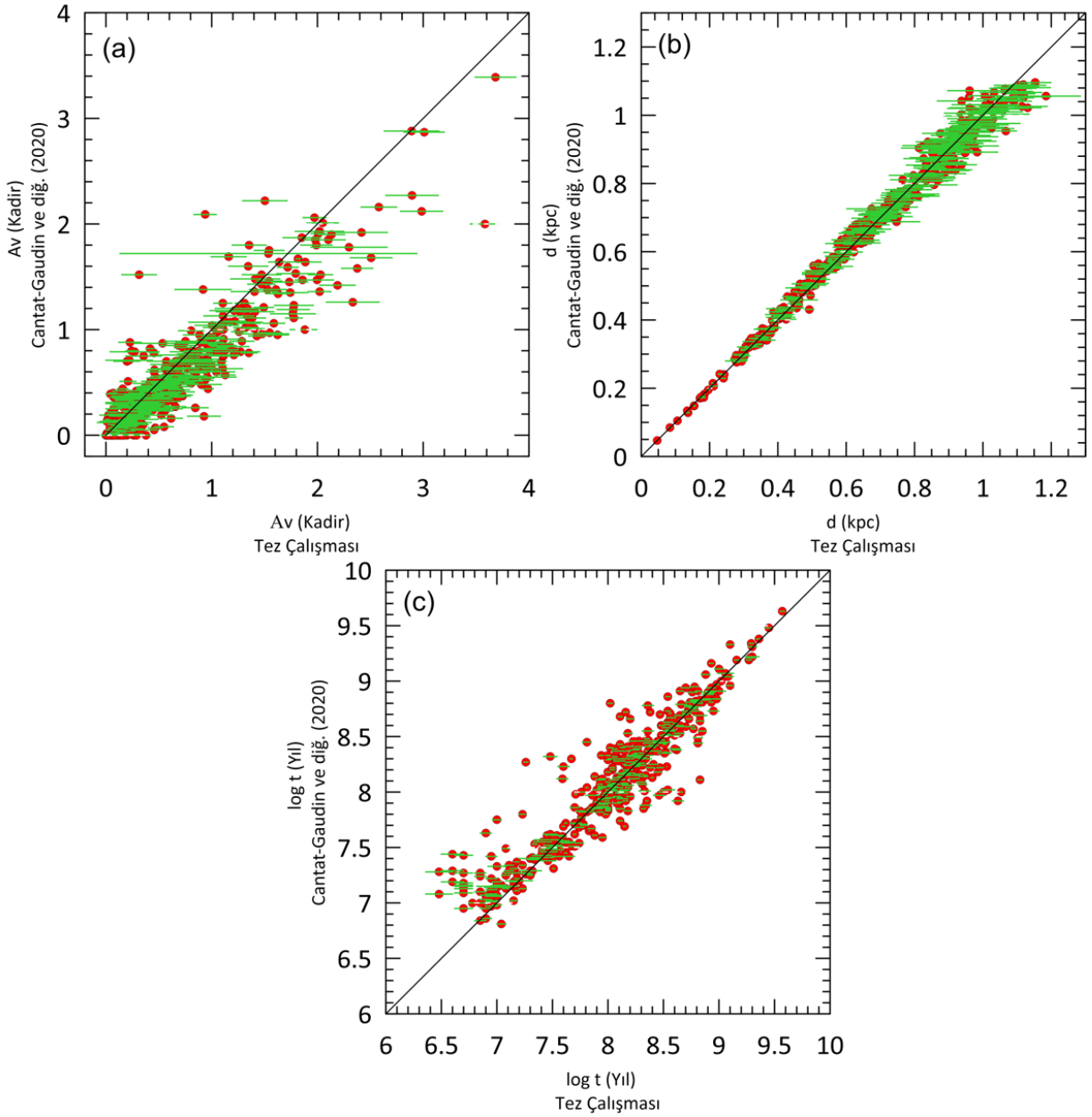

**Şekil 5.1:** Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin astrometrik parametrelerinin Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) *Gaia* DR2 verilerinden tayin ettikleri bulgular ile karşılaştırması: (a) ve (b) panellerinde ortalama öz hareket bileşenleri, (c) panelinde kümelere ait ortalama trigonometrik paralaks verileri, (d) panelinde ise ortalama trigonometrik paralakslarından hesaplanan uzaklıklar yer almaktadır. Hata barları yeşil çizgilerle gösterilmiştir.

Tez çalışmasında 422 açık küme için hesaplanan ortalama trigonometrik paralaks verilerinin Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) bulgularıyla karşılaştırılması Şekil 5.1c'de gösterilmiştir. İki çalışmada tayin edilen trigonometrik paralaks verilerinin farklarının ortalamaları $\langle \Delta\varpi \rangle = 0.017$ mas ve standart sapması da $\sigma_{\Delta\varpi} = 0.068$ mas olarak hesaplanmıştır. Bu farklılık iki veri sürümündeki trigonometrik paralakslardaki sıfır noktası belirsizliğinden kaynaklanmaktadır. Lindegren ve diğ. (2018) yaptıkları çalışmada trigonometrik paralakslardaki sıfır noktası düzeltmesini 0.029 mas olarak hesaplamıştır. Literatürde yapılan araştırmalara göre *Gaia* DR2'deki trigonometrik paralaks düzeltmesinin 1kpc'nin ötesine geçildikçe daha da büyüyeceği belirtilmektedir (Stassun ve Torres, 2018; Lohr ve diğ., 2018). Trigonometrik paralaks ölçümlerinde gerçekleştirilen sıfır nokta düzeltmesinin yıldızların renk indeksi, parlaklık ve gökyüzündeki konumlarıyla ilişkili olduğu raporlanmıştır (Lindegren ve diğ., 2018). Çalışmada açık kümeler için hesaplanan ortalama trigonometrik paralaksların $d(\text{pc})=1000/\langle \varpi \rangle$ (mas) bağıntısı kullanılarak uzaklığa çevrilmesi sonucunda iki çalışmada hesaplanan Güneş'e olan ortalama uzaklıkların karşılaştırılması Şekil 5.1d'de gösterilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda iki veri seti arasındaki uzaklık farklarının ortalaması $\langle \Delta d \rangle = 8$ pc ve bu farkların standart sapması da $\sigma_{\Delta d} = 14$ pc olarak hesaplanmıştır.

### 5.1.2 Astrofizik Verilerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada 422 açık küme, *Gaia* DR3 verileriyle analiz edilerek kümelerin renk artıkları, uzaklıkları, metal bollukları, yaşları tayin edilmiş ve sonuçlar Tablo Ek 3'te sunulmuştur. Homojen yöntemler ile hesaplanan astrofizik parametrelerin genel bir karşılaştırmasını yapabilmek için Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) açık küme kataloğu kullanılmıştır. Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) açık küme kataloğunda kümeler için *V* bandındaki yıldızlar arası sönükleşme değerleri verildiğinden, tez çalışmasında *Gaia* bantlarındaki $E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk artıklarının fotometrik dönüşüm formülleriyle Johnson ve Morgan (1953) fotometrik sistemine çevrilmesi gerekmektedir. İki fotometrik sistem arasında bir köprü sistemi gören fotometrik dönüşüm bağıntılarının belirlenmesinde Cardelli ve diğ.'nin (1989) selektif absorpsiyon katsayıları kullanılmıştır. Bunun için tez çalışmasındaki 422 açık kümenin $E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk artıkları $A_G$ sönükleşmesine çevrilmiş ve Cardelli ve diğ.'nin (1989) $A_G = 1.8626\times E(G_{BP}\text{-}G_{RP})$ bağıntısıyla $A_G$ sönükleşme değerleri hesaplanmıştır. İki fotometrik sistem arasındaki selektif absorpsiyon katsayısı $A_V = A_G/0.83627$ bağıntısı yardımıyla $A_V$ sönükleşme değerleri

tayin edilmiştir. Bu yolla tüm kümelerin $A_V$ sönükleşme değerleri tayin edilmiştir. İki çalışmada elde edilen *V* bandındaki sönükleşmelerin karşılaştırması Şekil 5.2a'da gösterilmiştir.




**Şekil 5.2**: Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin astrofizik parametrelerinin Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) *Gaia* DR2 verilerinden tayin ettikleri parametreler ile karşılaştırması: (a) panelinde ortalama renk artıkları (b) panelinde eş-yaş eğrilerinden elde edilen ortalama uzaklıklar, (c) panelinde açık kümelerin ortalama yaşları karşılaştırılmıştır. Çapraz siyah çizgiler eşit değerleri (birebir çizgisi) temsil eder.

Tez çalışmasındaki 422 açık kümenin $A_V$ sönükleşmelerinin $0 < A_V < 4$ kadir aralığında olduğu görülmüştür. İki çalışma arasındaki sönükleşme farklarının ortalaması $\langle \Delta A_V \rangle = 0.11$ kadir, standart sapması ise $\sigma_{\Delta AV} = 0.26$ kadir olarak hesaplanmıştır. Şekil 5.2a'dan da görüleceği gibi tez çalışmasında hesaplanan $A_V$ değerlerinin Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) çalışmasında verilenlere göre daha büyük hesaplandığı dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, iki çalışmada hesaplanan sönükleşmelere ait saçılmaların da büyük olduğu tespit edilmiştir. İki çalışmada verilen $A_V$ sönükleşme değerlerindeki saçılma, *Gaia*'nın son iki veri sürümündeki fotometrik bantların duyarlılık fonksiyonlarının farklılığından kaynaklanabilir (Gaia işbirliği, 2023).

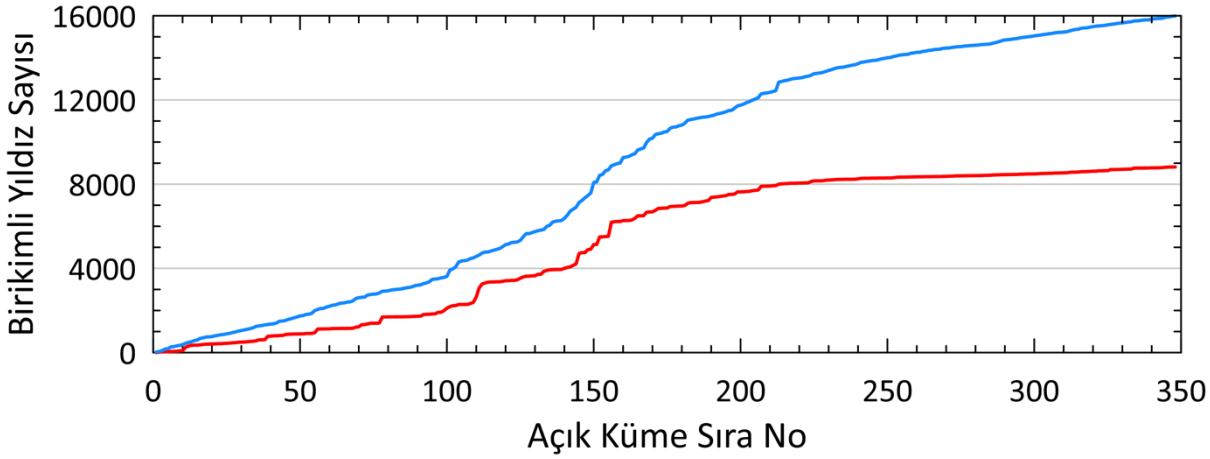
İncelenen 422 açık kümenin yüksek olasılıklı üye yıldızlarının $G \times (G_{BP}\text{-}G_{RP})$ renk parlaklık diyagramına işaretlenerek, diyagramın PARSEC eş-yaş (Bressan ve diğ., 2012) eğrileriyle karşılaştırılması sonucunda hesaplanan küme uzaklıkları Tablo EK 3'te sunulmuştur. İncelenen açık kümelerin uzaklıklarının $47 < d_{iso}$ (pc) $< 1185$ aralığında olduğu yapılan analizler sonucunda görülmüştür. İki çalışma arasındaki uzaklık farklarını inceleyebilmek için 422 açık kümenin uzaklıkları Şekil 5.2b'de uzaklık düzlemine yerleştirilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi iki çalışmanın yaklaşık 800 pc uzaklığa kadar birebir çizgisine yakın olduğu görülmektedir. Bu uzaklığın ötesinde ise saçılmaların arttığı gözlenmektedir. Yapılan istatistiksel analizler neticesinde iki çalışmadaki uzaklık farklarının ortalaması $\langle \Delta d_{iso} \rangle = -0.07(30)$ pc olup standart sapması ise $\sigma_{\Delta diso} = 30$ pc olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, iki çalışmada anakol çakıştırma yöntemiyle hesaplanan uzaklıkların birbirleriyle uyumlu oldukları söylenebilir.

Analizleri yapılan 422 açık kümenin PARSEC eş-yaş eğrileriyle (Bressan ve diğ., 2012) eş zamanlı tayin edilen yaşları Tablo EK 3'te verilmiş olup hesaplanan açık küme yaşları Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) çalışmasıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 5.2c). Bu çalışmada küme yaşları $6.45 < \log t$ (yıl) $< 9.60$ aralığında bulunurken, Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) açık kümelerinin yaşları $6.80 < \log t$ (yıl) $< 9.63$ aralığındadır. İki çalışmada hesaplanan yaşlar arasındaki farkların ortalaması $\langle \Delta \log t \rangle = -0.04$ yıl ve standart sapması da $\sigma_{\log t} = 0.22$ yıl olarak hesaplanmıştır. Farkların ortalamasının sıfıra yakın olması iki çalışmada hesaplanan yaşların birbirleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Her iki çalışmada da $\log t = 7.5$ yıl değerinden küçük yaşlardaki açık kümeler için Cantat-Gaudin ve diğ.'nin (2020) çalışmasında verilen yaşların tez çalışmasında verilen yaşlara göre daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durum iki çalışmada genç açık kümeler için verilen renk artıklarının farklı değerlerde olmasından kaynaklanmaktadır.

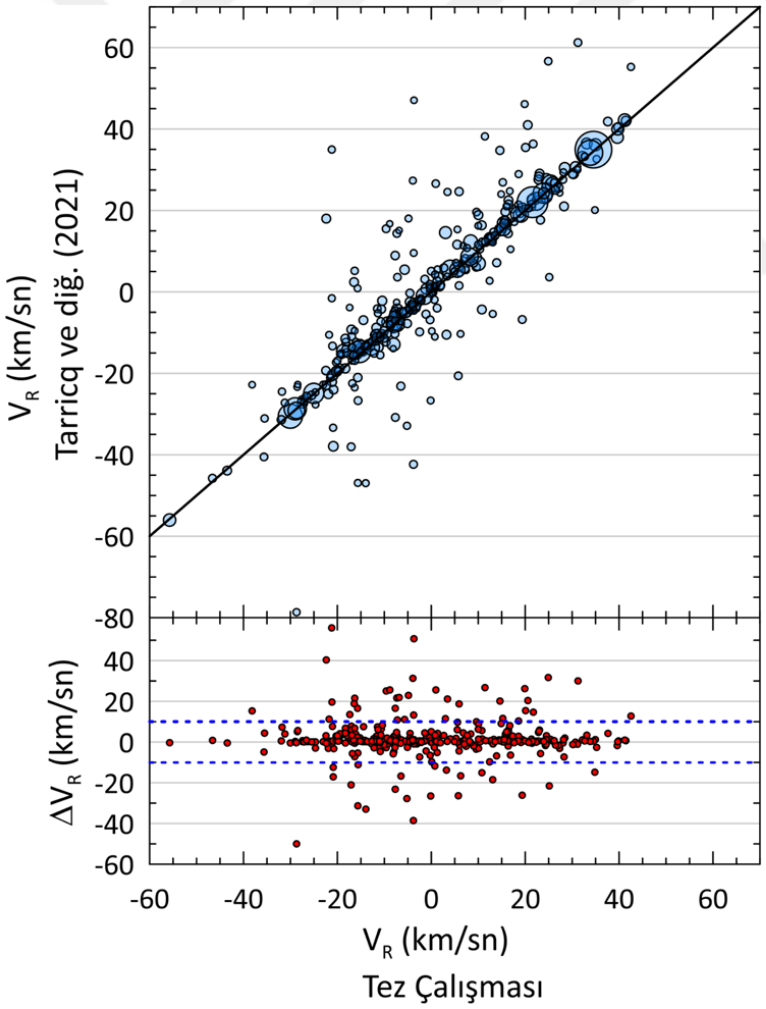
### 5.1.3 Radyal Hızların Karşılaştırılması

Tez çalışmasında hedeflenen kinematik analizler için Güneş komşuluğundaki ($d \leq 1$ kpc) 375 açık kümenin astrometrik verileriyle ortalama radyal hız verileri kullanılmıştır. Astrometrik verilerin elde edilmesi Bölüm 4.4'te detaylıca bahsedilmiş ve sonuçlar Tablo EK 2'de sunulmuştur. Kümelerin ortalama radyal hızlarının hesaplanmasında küme üyeliği yüksek ($P \geq 0.5$) yıldızların *Gaia* DR3 kataloğunda verilen radyal hızları değerlendirilmiştir. Analizler neticesinde küme üyesi olan ve radyal hızı tayin edilmiş yıldızların sayısı 16,152 olarak belirlenmiştir. Radyal hız verilerinin literatür ile karşılaştırılmasında Tarricq ve diğ.'nin (2021) *Gaia* DR2 kataloğunda (Gaia işbirliği, 2018) radyal hızı bilinen yıldızlardan elde ettikleri sonuçlar kullanılmıştır. *Gaia* DR2 kataloğunda sadece $G$=12 kadirden daha parlak yıldızların radyal hız ölçümleri bulunduğundan tez çalışmasında incelenen açık kümelerin tümü için bir radyal hız karşılaştırması yapılamamıştır. İki kataloğun karşılaştırılması neticesinde 375 açık küme içinde 348'i eşleşmiştir. İki çalışmada eşleşen 348 açık küme içinde Tarricq ve diğ.'nin (2021) radyal hızı ölçülmüş yıldız sayısı 8,818 olarak tespit edilmiştir. İki çalışmada kümelerde radyal hız ölçümü gerçekleştirilmiş yıldız sayılarının küme sırasına göre birikimli dağılımları Şekil 5.3'te gösterilmiştir.

İki çalışmada ortak olarak belirlenen açık kümelerin radyal hız karşılaştırmaları Şekil 5.4'te, radyal hız ölçümü yapılmış yıldız sayısına göre gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi genel olarak iki çalışmadaki ortalama radyal hız verileri birbirleriyle uyumludur. Yapılan istatistiksel analizler neticesinde iki çalışmada her küme için bulunan radyal hızların farklarının ortalaması ve standart sapması, sırasıyla, $\langle \Delta V_R \rangle = 1.52$ ve $\sigma_{VR} = 10.04$ km/sn olarak hesaplanmıştır. Şekil 5.4'te birebir çizgisi civarında çoğunlukla açık kümelerin ortalama radyal hızları çok sayıda yıldızdan hesaplanmışken, çizginin ötesindeki kümelerde az sayıda yıldız kullanılarak radyal hız elde edildiği görülmektedir. Bu da çalışmada hesaplanan ortalama radyal hızların istatistiksel olarak güvenilir olduğunu gösteren önemli bir sonuçtur.




**Şekil 5.3**: İki çalışmada açık kümelerde radyal hız ölçümü yapılmış yıldız sayılarının küme sırasına göre birikimli dağılımları. Mavi çizgi tez çalışmasını, kırmızı çizgi ise Tarricq ve diğ.'nin (2021) çalışmasındaki yıldız sayısını temsil etmektedir.




**Şekil 5.4:** Tez çalışmasında ve Tarricq ve diğ.'nin (2021) kataloğunda eşleşen 348 açık kümenin radyal hız karşılaştırması (üst panel) ve radyal hız farkları (alt panel). Kesikli mavi çizgiler standart

sapmayı göstermektedir. Mavi dairelerin boyutları radyal hız ölçümlerinde kullanılmış yıldız sayılarına göre oluşturulmuştur.

## 5.2 KİNEMATİK BULGULARIN LİTERATÜR İLE KARŞILAŞTIRMASI

Tez çalışmasında Güneş komşuluğundaki ($d \leq 1$ kpc) 375 açık kümenin astrometrik verileriyle radyal hız verilerinin bir arada değerlendirilmesi sonucunda kinematik analizleri gerçekleştirilmiş ve bulgular Tablo EK 4'te sunulmuştur. Bu analizler neticesinde, Güneş civarı için Oort sabitlerinin güncel değerleri elde edilmiş, LSR değerleri açık kümelerin yaşları dikkate alınarak iki farklı yöntem ile hesaplanmış ve elde edilen LSR değerleri kullanılarak Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultusu belirlenmiştir. Ayrıca kümelerin bulundukları Galaktik doğrultular kullanılarak uzay hız dispersiyonları tayin edilmiş, açık kümelerin yaşlarıyla uzay hız dispersiyonları arasında bir kinematik yaş bağıntısı elde edilmiştir.

### 5.2.1 Oort Sabitleri

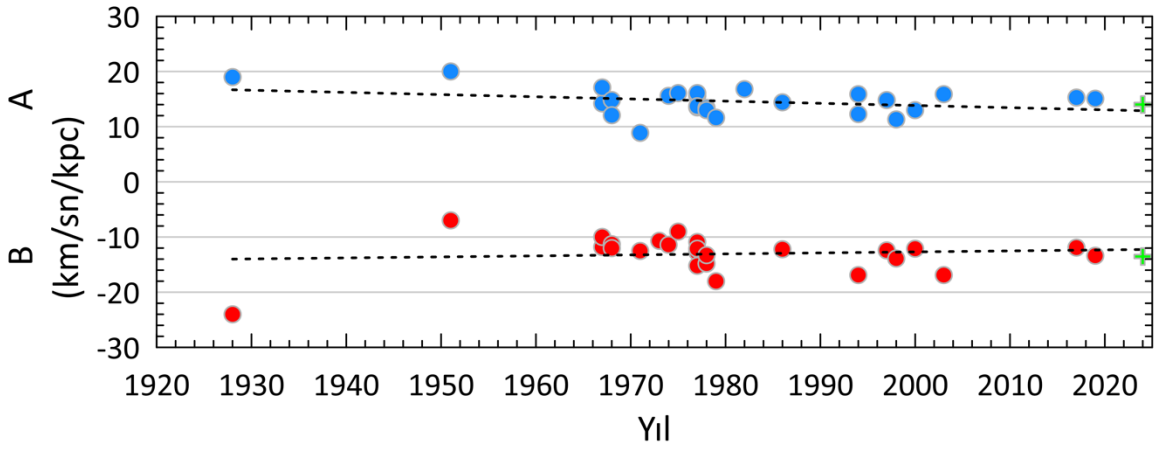
Güneş civarındaki hız değişimi hakkında bilgi veren Oort sabitlerine yönelik bulgular, tez çalışmasında Bölüm 4.8.1'de, tüm açık kümeler ve farklı yaş gruplarındaki kümelerden tayin edilmiştir. Tez çalışmasında en genç açık kümelerin bulunduğu yaş grubunda ($A$, $B$) Oort sabitlerinin (17.32±0.46, -10.18±0.27) km/sn/kpc olduğu, yaşlı kümelerin içinde bulunduğu tüm örnekten hesaplanan Oort sabitlerinin ise (13.99±0.35, -13.51±0.33) km/sn/kpc olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, açık küme yaşları dikkate alındığında, Oort sabitlerinin sayısal olarak küçüldüğünü göstermektedir.

Literatürde Oort sabitleriyle ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde farklı gök cisimlerinin kullanıldığı görülmektedir. İlk ölçümleri gök cisimlerinin öz hareket ölçümlerinden yapılan Oort sabitleri ($A$, $B$) = (19, -24) km/sn/kpc olmak üzere Oort (1927) ile literatüre kazandırılmıştır. Yaklaşık 100 yıla varan süreç içinde gelişen teknoloji de dikkate alındığında Oort sabitlerinde belirgin değişiklikler olmuştur. Bu durumu daha iyi sergilemek için Oort sabitleri Tablo 5.1'de kronolojik sırada verilmiştir. Listeden de görüleceği gibi $A$ sabitlerinin 8.9 ile 20 km/sn/kpc aralığında, $B$ sabitlerinin de -24 ile -7 km/sn/kpc aralığında değiştiği saptanmıştır. Şekil 5.5'te Oort sabitlerinin yıllara göre değişimleri de incelenmiştir. Literatürden derlenen Oort sabitlerine yapılan doğrusal fitler ile sabitlerin yıllar içindeki değişimleri ortaya koyulmuştur. Şeklin sağ yanında yeşil artı sembolleriyle gösterilen sabitler ise tez çalışmasında hesaplanan güncel verileri göstermektedir.

**Tablo 5.1**: Literatürde farklı gök cisimleri kullanarak hesaplanan *A* ve *B* Oort sabitleri.

| **Kaynak** | ***A*** **(km/sn/kpc)** | ***B*** **(km/sn/kpc)** | **Nesne** |
|---|---|---|---|
| Oort (1927) | 19 | -24 | --- |
| Morgan ve Oort (1951) | 20.0 | -7.0 | --- |
| Fricke (1967) | 14.2±1.9 | -11.8±1.9 | FK4 yıldızları |
| Fricke (1967) | 17.1±1.9 | -10.0±1.9 | N30 yıldızları |
| Dieckvoss (1968) | 14.8±0.7 | -11.3±0.6 | --- |
| Filin (1968) | 12.1 | -12.0 | --- |
| Vasilevskis ve Klemola (1971) | 8.9±3.6 | -12.5±4.0 | AGK3 yıldızları |
| Cruz-Gonzales (1974) | --- | -10.7±2.3 | Yakın yıldızlar |
| Fricke ve Tsioumis (1975) | 15.6±0.7 | -11.4±2.8 | FK4 yıldızları |
| Asteriadis (1977) | 16.1±1.9 | -9.0±1.9 | FK4 yıldızları |
| Fricke (1977) | 15.6±2.8 | -10.9±2.8 | FK4 yıldızları |
| du Mont (1977) | 16.1±3.8 | -12.7±2.8 | FK4 yıldızları |
| Corbin (1977) | 13.5±2.3 | -12.1±2.2 | Yıldızlar |
| du Mont (1978) | 13.7 | -15.2 | FK4 yıldızları |
| Dieckvoss (1978) | 13.4±0.7 | -14.8±1.8 | AGK3 yıldızları |
| Tsioumis ve Fricke (1979) | 13.0±.8 | -13.3±2.9 | 0.6-3.0 kpc yıldızları |
| Dieckvoss (1982) | 11.6 | -18 | 1 kpc A-K yıldızları |
| Balona ve Feast (1973) | 16.8±0.6 | --- | OB yıldızları |
| Kerr ve Lynden-Bell (1986) | 14.4±1.2 | -12.2±2.8 | Çeşitli yıldızlar |
| Comeron ve diğ. (1994) | 12.3±0.7 | -16.9±1.1 | OB yıldızları |
| Pont ve diğ. (1994) | 15.9±0.3 | --- | --- |
| Feast ve Whitelock (1997) | 14.8±0.8 | -12.4±0.8 | Sefeid, *Hipparcos* |
| Olling ve Merrifield (1998) | 11.3±1.1 | 13.9±0.9 | Anakol yıldızları |
| Torra ve diğ. (2000) | 13.0±0.7 | -12.1±0.7 | Uzak OB yıldızları, *Hipparcos* |
| Olling ve Dehnen (2003) | 15.9±2.0 | -16.9±2.0 | Kırmızı devler, ACT/Tycho-2 |
| Bovy ve diğ. (2017) | 15.3±0.4 | -11.9±0.4 | Anakol yıldızları, *Gaia* DR1 |
| Li ve diğ. (2019) | 15.1±0.1 | -13.4±0.1 | Anakol yıldızları, *Gaia* DR2 |
| **Bu çalışma (2024)** | **13.99±0.35** | **-13.51±0.33** | **Açık kümeler** |

Doğrusal fitlerin dış değer biçimleri 2024 yılına taşındığında tez çalışmasında verilen sonuçlar ile gayet uyumlu oldukları görülmüştür. Bunun en büyük nedeninin, gözlemlerde uzay tabanlı teleskopların devreye girmesiyle elde edilen fotometrik, astrometrik ve tayfsal verilerdeki hassasiyetin artması olduğu söylenebilir.




**Şekil 5.5:** Literatürde farklı gök cisimleri kullanılarak hesaplanan *A* ve *B* Oort sabitlerinin yıllara göre değişimi. Mavi ve kırmızı daireler, sırasıyla, *A* ve *B* katsayılarını, yeşil artı sembolü de tez çalışmasında elde edilen sonuçları göstermektedir. Paneldeki kesikli çizgiler literatürdeki *A* ve *B* sabitlerine yapılan doğrusal fitleri temsil eder.

### 5.2.2 LSR Değerleri

Güneş'in Galaksi içindeki skaler hızı olarak tanımlanan LSR değeri tez çalışmasında iki farklı yöntem ile tayin edilmiştir. Açık kümelerin *UVW* uzay hız bileşenlerinin histogramlarına yapılan Gauss fitleriyle hesaplanan LSR değerleri $(U, V, W)_\odot$ = (10.40±0.28, 12.62±0.69, 7.80±0.10) km/sn olarak tayin edilmiştir. Bu uzay hız bileşenlerinin karelerinin toplamlarının karekökünün alınmasıyla Güneş'in yakın yıldızlara göre toplam uzay hızı $S_\odot$ = 17.72±0.63 km/sn hesaplanmıştır. Çalışmada ikinci bir yöntem ile de açık kümelerin toplam uzay hızlarının karesi ile her bir uzay hız bileşeninin bir arada değerlendirildiği düzlemler üzerinde LSR tayini yapılmıştır. Bu analizlere göre LSR değeri $(U, V, W)_\odot$ = (10.42±0.52, 12.46±0.75, 7.36±0.72) km/sn olarak belirlenmiş ve Güneş'in toplam uzay hızı da $S_\odot$ = 17.83±1.16 km/sn elde edilmiştir. Görüleceği üzere her iki yöntemle elde edilen uzay hız bileşenleri ve Güneş'in toplam uzay hızı birbirlerine oldukça yakın değerlerdedir.

Literatürde LSR değerleriyle ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde farklı gök cisimlerinin kullanıldığı görülmektedir. Güneş civarındaki yıldızların öz hareket verilerinin ölçümlerinden itibaren LSR hesaplayan Homann (1886) Güneş'in uzay hız bileşenlerini $(U, V, W)_\odot$= (17.40±11.20, 16.90±10.90, 3.60±2.30) km/sn olarak tayin etmiştir. Yaklaşık 140 yıl önce LSR değerlerinin literatüre kazandırılmasının ardından, Güneş civarındaki farklı gök cisimleri kullanılarak Güneş'in hızı belirlenmeye devam edilmiştir.

**Tablo 5.2**: Farklı gök cisimleri kullanarak hesaplanan LSR değerleri.

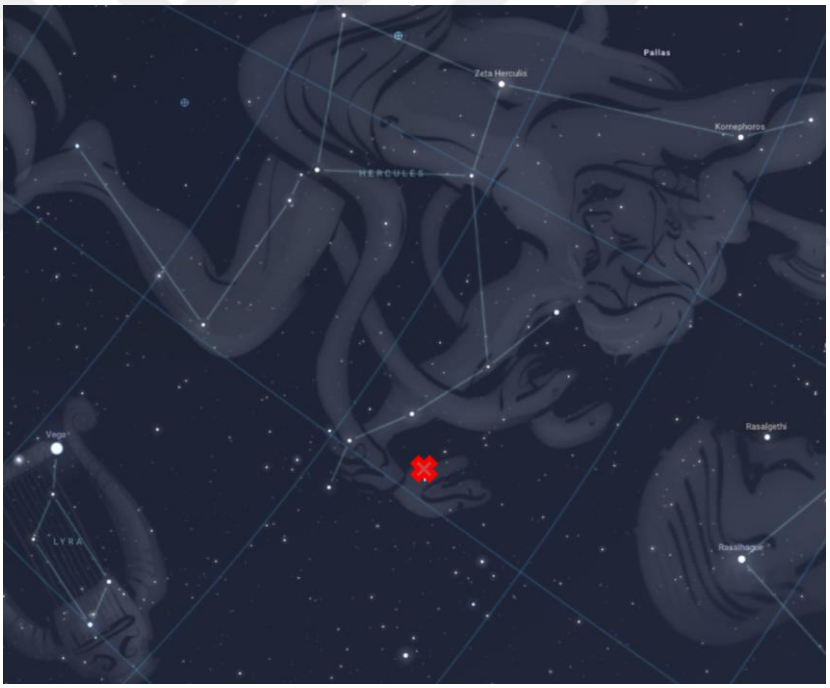
| Kaynak | $U_\odot$ (km/sn) | $V_\odot$ (km/sn) | $W_\odot$ (km/sn) | Nesne |
|---|---|---|---|---|
| Homann (1886) | 17.40±11.2( | 16.90±10.90 | 3.60±2.30 | Güneş civarı |
| Mayor (1974) | 10.30±1.00 | 6.30±0.90 | 5.90±0.40 | A ve F anakol yıldızları |
| Mihalas ve Binney (1981) | 9.20±0.30 | 12 | 6.90±0.20 | --- |
| Metzger ve Schechter (1994) | 6.60±1.70 | -9.00±1.00 | --- | Karbon yıldızı |
| Binney ve diğ. (1997) | 11.00±0.60 | 5.30±1.70 | 7.00±0.60 | Anakol; 80 pc |
| Dehnen ve Binney (1998) | 10.00±0.36 | 5.23±0.62 | 7.17±0.38 | Anakol; 100 pc |
| Miyamoto ve Zhu (1998) | 10.62±0.49 | 16.06±1.14 | 8.60±1.02 | Sefeid; $0.1 \leq r \leq 3$kpc, $\|z\| \leq 0.35$kpc |
| Mignard (2000) | 9.88 | 14.19 | 7.76 | K0-K5 V; 100-2 kpc |
| Mignard (2000) | 11.00 | 10.87 | 7.23 | A0-F5 V; 100-2 kpc |
| Mel'nik ve diğ. (2001) | 7.50±1.90 | 11.20±1.30 | --- | O-B tayf türündeki anakol yıldızları |
| Fehrenbach ve diğ. (2001) | 8.24±0.60 | 11.58±0.60 | 5.97±1.10 | Karışık; Güneş civarı; $d$=195 pc |
| Fehrenbach ve diğ. (2001) | 9.79±0.50 | 13.20±0.50 | 3.25±0.90 | Karışık; Güneş civarı; $d$=46 pc |
| Zabolotskikh ve diğ. (2002) | 6.50±1.80 | 12.10±1.70 | 7.20±1.20 | Açık küme ve sefeidler |
| Hogg ve diğ. (2005) | 10.10±0.50 | 4.00±0.80 | 6.70±0.20 | --- |
| Bobylev (2006) | 9.26±0.72 | 15.93±0.72 | 6.96±0.60 | A0-A5 III tayf türü yıldızları; Güneş civarı |
| Piskunov ve diğ. (2006) | 9.44±1.14 | 11.90±0.72 | 7.20±0.42 | Açık kümeler; Gould Belt |
| Bobylev ve diğ. (2006) | 10.20±0.4 | 10.90±0.40 | 6.60±0.40 | Açık kümeler; Gould Belt |
| Bobylev ve Bajkova (2007) | 8.7±0.5 | 6.2±2.2 | 7.2±0.8 | F-G cüceleri |
| Aumer ve Binney (2009) | 9.96±0.33 | 5.25±0.54 | 7.07±0.34 | *Hipparcos* anakol yıldızları |
| Francis ve Anderson (2009) | 7.5±1.0 | 13.5±0.3 | 6.8±0.1 | Radyal hızları bilinen yerel *Hipparcos* yıldızları |
| Reid ve diğ. (2009) | 9 | 20 | 10 | Maser; VLBI |
| Zhu (2009) | 11.7±0.6 | 13.3±0.5 | 8.1±0.6 | Açık Kümeler |
| Bobylev ve Bajkova (2010) | 5.5±2.2 | 11±1.7 | 8.5±1.2 | VLBI Mazerleri |
| Breddels ve diğ. (2010) | 12±0.6 | 20.4±0.5 | 7.8±0.3 | RAVE DR2 yıldızları |
| Schönrich ve diğ. (2010) | 11.1±0.72 | 12.24±0.47 | 7.25±0.37 | *Hipparcos* anakol yıldızları |
| Coşkunoğlu ve diğ. (2011) | 8.50±0.29 | 13.38±0.43 | 6.49±0.26 | RAVE ince disk cüceleri |
| Bovy ve diğ. (2012) | 10±1 | 26±3 | --- | APOGEE kırmızı evrimleşmiş yıldızlar |
| Golubov ve diğ. (2013) | 8.74±0.13 | 3.06±0.68 | 7.57±0.07 | RAVE cüceleri |
| Bobylev ve Bajkova (2014) | 6.0±0.5 | 10.6±0.8 | 6.5±0.3 | O-B2.5 yıldızları, mazerler ve sefeidler |
| Reid ve diğ. (2014) | 9.9±3.0 | 14.6±5.0 | 9.3±1.0 | Mazer; VLBI |
| Sharma ve diğ. (2014) | 10.96±0.14 | 7.53±0.16 | 7.54±0.09 | RAVE yıldızları |
| Huang ve diğ. (2015) | 7.01±0.20 | 10.13±0.12 | 4.95±0.09 | LAMOST; FGK anakol yıldızları |
| Huyan ve diğ. (2015) | --- | 8.0 ± 1.2 | --- | ACAD FG yıldızları |
| Tian ve diğ. (2015) | 9.58±2.39 | 10.52±1.96 | 7.01±1.67 | LAMOST FGK anakol yıldızları |
| Bobylev ve Bajkova (2016) | 9.12±0.10 | 20.80±0.10 | 7.66±0.08 | RAVE DR4 yıldızları |
| Huang ve diğ. (2016) | --- | 12.1±7.6 | --- | Birincil kırmızı yığın yıldızları ve halo K devleri |
| Bobylev (2017) | 7.90±0.65 | 11.73±0.77 | 7.39±0.62 | *Gaia* DRI klasik sefeidler |
| Bobylev ve Bajkova (2017) | 8.19±0.74 | 9.28±0.92 | 8.79±0.74 | *Gaia* DRI 0B yıldızları |
| Rastorguev ve diğ. (2017) | 11.10±1.30 | 18.30±1.20 | 8.80±1.10 | Mazer; VLBI |
| Bobylev ve Bajkova (2018) | 8.16±0.48 | 11.19±0.56 | 8.55±0.48 | O-B anakol yıldızları |
| Rowell ve Kılıç (2019) | 9.50±1.20 | 7.50±1.20 | 8.20±1.20 | Beyaz cüceler; *Gaia* DR2 |
| Bobylev ve Bajkova (2019c) | 8.53±0.38 | 11.22±0.46 | 7.83±0.32 | Açık Kümeler; *Gaia* DR2 |
| Bobylev ve Bajkova (2019b) | 6.53±0.24 | 7.27±0.31 | --- | O-B tayf türü anakol yıldızları; *Gaia* DR2 |
| Bobylev ve Bajkova (2019a) | 6.79±0.19 | 9.49±0.33 | 7.58±0.15 | Sıcak alt cüce yıldızları |
| Ding ve diğ. (2019) | 8.16±0.48 | 11.19±0.56 | 8.55±0.48 | Anakol; *Gaia* DR2 |
| Krisanova ve diğ. (2020) | 10.69±0.14 | 14.49±0.24 | 7.67±0.11 | YSOlar; *Gaia* DR2, AllWISE; $z$<200pc |
| Bobylev ve Bajkova (2020) | 7.18±0.16 | 10.02±0.25 | 7.73±0.12 | Genç, orta ve düşük kütleli yıldızlar; *Gaia* DR2 |
| Bobylev ve diğ. (2021) | 10.10±0.50 | 13.60±0.60 | 7.00±0.40 | Sefeid; *Gaia* DR2 |
| Bobylev ve Bajkova (2022) | 7.21±0.13 | 7.46±0.20 | 8.52±0.10 | O-B2 yıldızları; *Gaia* EDR3 |
| **Bu çalışma (2024)** | **10.40±0.28** | **12.62±0.69** | **7.80±0.10** | **Açık kümeler (histogram)** |
| **Bu çalışma (2024)** | **10.42±0.52** | **12.46±0.75** | **7.36±0.72** | **Açık kümeler ($S^2$=0)** |

LSR tayinine yönelik çalışmalar literatüden derlendiğinde elde edilen sonuçlar kronolojik bir sırada Tablo 5.2'de verilmiştir.

Literatürden derlenen uzay hız bileşenleri incelendiğinde en büyük değişimin $V$ uzay hız bileşeninde olduğu anlaşılmaktadır. Literatürdeki sonuçlar bu çalışmadan elde edilenler ile karşılaştırıldığında özellikle son yıllarda gerçekleştirilen LSR analizlerinden hesaplanan

sonuçlar ile tez çalışmasında elde edilenlerin uyumlu olduğu görülmektedir. Son yıllarda açık kümelerden itibaren bir LSR tayini yapılmadığından bu tez çalışmasında hesaplanan sonuçların literatürdeki eksikliği giderme potansiyeli bulunmaktadır.

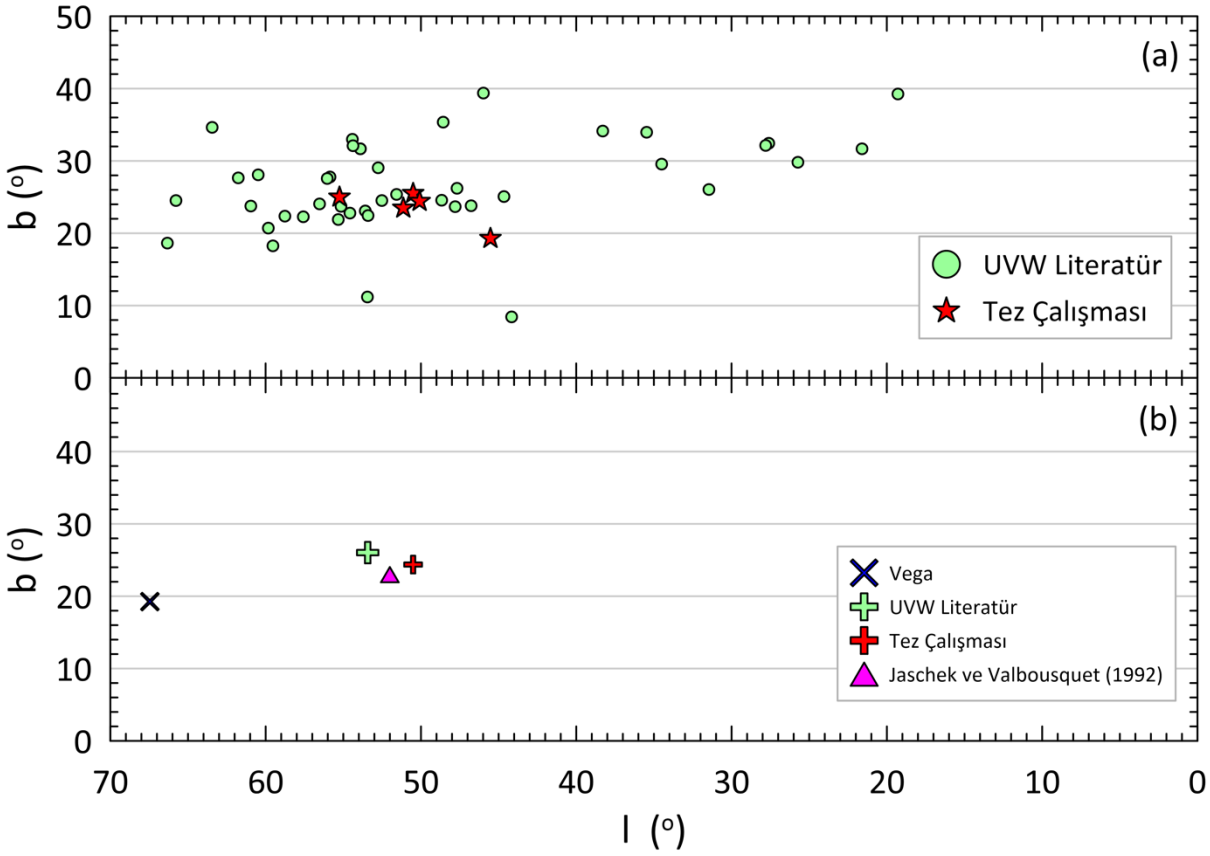
Tez çalışmasında Güneş'in gökyüzündeki vektörel konumunu gösterebilmek için hesaplanan uzay hız bileşenleri Bağıntı (3.29)'da kullanılarak yönelim doğrultusu ($l$, $b$) = ($51^{o}.14205$, $23^{o}.44341$) hesaplanmıştır. Hesaplanan Galaktik koordinatların ekvatoral koordinat sistemine çevrilmesiyle Güneş'in yönelim doğrultusunun ($\alpha$, $\delta$) = ($17^{h}53^{m}56^{s}.56$, $+25^{o}$ 53' 08".19) olduğu tayin edilmiştir. Bu doğrultuya en yakın gök cisminin ise 117.94 yay saniyesi ötesinde bulunan *Gaia* DR3 4582036622234446464 yıldızı olduğu belirlenmiştir. Bu yıldızın gökyüzündeki konumu incelendiğinde, Herkül takımyıldızının doğusunda ve çalgı takımyıldızının en parlak yıldızı olan Vega'nın güneydoğusunda yer aldığı anlaşılmıştır (Şekil 5.6).




**Şekil 5.6:** Güneş'in gökyüzündeki yönelim noktası Herkül takımyıldızı doğrultusundaki kırmızı çarpı sembolüyle gösterilmiştir.

Literatürde Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultusu hakkındaki çalışmalar incelendiğinde yıldızların tayf türlerine göre veya farklı gök cisimlerine göre incelenmesiyle belirlendiği görülmüştür (Jaschek ve Valbousquet, 1992). Yönelim doğrultusunun hesaplanmasında LSR uzay hız bileşenleri kullanıldığından Tablo 5.2'de verilen Güneş'in uzay hız bileşenleri Bağıntı

(3.29)'da kullanılarak Galaktik koordinat sisteminde Güneş için yönelim noktaları hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, tez çalışmasındakiler ile Şekil 5.7a'da gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi farklı gök cisimlerinin kullanılması sonucunda Güneş'in Galaktik koordinat sistemindeki yönelim noktasının geniş bir aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir.




**Şekil 5.7:** Literatürde ve tez çalışmasında verilen LSR uzay hız bileşenleri kullanılarak hesaplanan Güneş'in Galaktik koordinat sistemindeki yönelim doğrultuları. Yeşil daireler ve kırmızı yıldız sembolü, sırasıyla, Tablo 5.2'de verilen LSR değerlerinden ve tez çalışmasındaki açık kümelerden hesaplanmış Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultularını göstermektedir (a). Literatür ve tez çalışmasındaki medyan değerler ile Vega yıldızı ve Jaschek ve Valbousquet'nin (1992) önerdiği Güneş'in yönelim doğrultuları (b).

Tez çalışmasındaki dört farklı LSR değerinden hesaplanan Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultularının literatürdeki sonuçlara göre daha belirgin bir bölgede toplandığı görülmektedir. Bu verilerin birbirleriyle daha iyi karşılaştırılabilmesi için literatürdeki bir çalışma ile Vega yıldızına ait konum dikkate alınmıştır. Ayrıca, tez çalışmasındaki ve literatürdeki sonuçların

medyan değerleri hesaplanarak Şekil 5.7b'de bu durum daha detaylı incelenmiştir. Şekilden de görüleceği gibi literatürdeki ve tez çalışmasındaki sonuçların birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Parlak bir yıldız olan Vega'ya göre Güneş'in yönelim doğrultusu Galaktik boylamda yaklaşık $\Delta l$=20$^o$, Galaktik enlemde ise yaklaşık $\Delta b$=4$^o$'lik bir farklılık içermektedir. Bu sonuçlar, tez çalışmasında hesaplanan Güneş'in gökyüzündeki yönelim doğrultusunun literatür ile uyumlu olduğunu ve *Gaia* DR3 4582036622234446464 yıldızına doğru hareket ettiğini göstermektedir.

### 5.2.3 Hız Dispersiyonları ve Kinematik Yaş

Tez çalışması kapsamında açık kümelerin toplam uzay hız dispersiyonlarıyla yaşları arasındaki güçlü ilişkinin ortaya konulması, kinematik yaş bağıntısının oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Açık kümelerin yaşlarına göre yapılan sınıflama neticesinde hesaplanan hız dispersiyonlarının küme yaşlarıyla arttığı tespit edilmiştir. Bu da kinematik yaş bağıntısının açık kümelerden itibaren elde edilebileceğini gösteren önemli bir bulgudur. Yapılan analizler neticesinde Bağıntı (4.1)'de verilen logaritmik bir ifadeyle açık kümelerin uzay hız dispersiyonlarından ortalama yaşlarının hesaplanabileceği gösterilmiştir (Şekil 5.8).

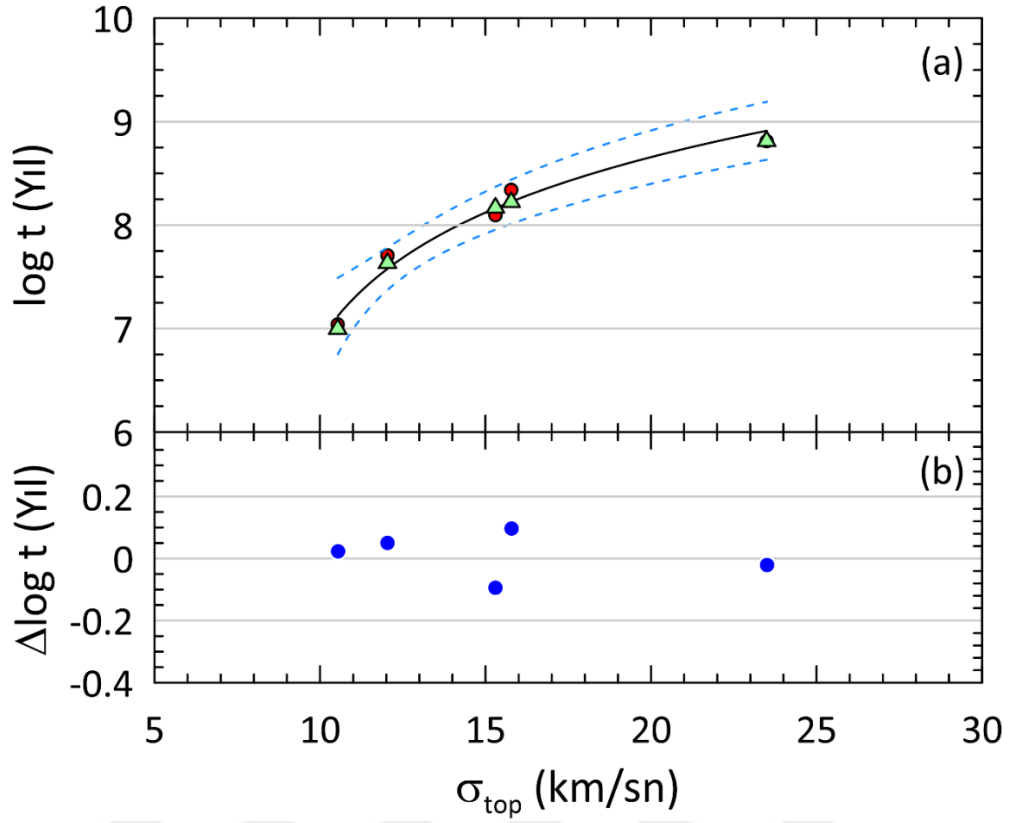
İncelenen 375 açık kümenin uzay hız bileşenlerine ait hız dispersiyonları ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (13.01, 8.11, 5.39) km/sn ve toplam hız dispersiyonu $\sigma_{Top}$ = 16.25 km/sn olarak hesaplanmıştır. DAML02 kataloğundaki 488 açık kümeyi inceleyen Wu ve diğ. (2009) toplam uzay hız hatası $S_{hata}$ = 20 km/sn'den küçük olan açık kümeleri kullanarak uzay hız dispersiyonlarını ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (28.7, 15.8, 11.0) km/sn olarak belirlemiştir. Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar Wu ve diğ. (2009) ile karşılaştırıldığında tez çalışmasındaki sonuçların Wu ve diğ.'nin (2009) sonuçlarının neredeyse yarısı kadar olduğu görülmüştür. Sonuçların bu derece farklı olmasının başlıca nedeni tez çalışmasında 1 kpc uzaklığa gidilirken Wu ve diğ.'nin (2009) örneğinin $d$ = 5 kpc'nin ötesine uzanmasıdır.

Açık kümelerin uzay hız dispersiyonlarıyla yaşları arasındaki ilişki literatürdeki bazı çalışmalarda verilmiştir. Wu ve diğ. (2009) inceledikleri açık kümeleri $t \leq$ 500 Myıl aralığında ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (28.3, 15.4, 10.6) km/sn, 500 < $t$ (Myıl) ≤ 1000 aralığında ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (29.1, 13.8, 11.9) km/sn ve 1000< $t$ (Myıl) ≤ 2000 aralığında ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (31.7, 23.4, 17.7) km/sn olarak hesaplamışlardır. Tez çalışmasında incelenen 375 açık küme ise 4 ile 3700 Myıl aralığında, her biri yaklaşık 75 açık küme içerecek şekilde beş gruba ayrılmıştır. En genç grupta

yer alan açık kümeler için $0 < t$ (Myıl) $\leq 28$ aralığında uzay hız dispersiyonları ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (7.37, 5.80, 4.81) km/sn ve en yaşlı gruptaki açık kümeler için de $335 < t$ (Myıl) $\leq 3700$ aralığında uzay hız dispersiyonları ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (19.65, 10.68, 7.22) km/sn olarak tayin edilmiştir. İki çalışmada yaşa bağlı hesaplanan uzay hız dispersiyonları karşılaştırıldığında tez çalışmasındaki sonuçların Wu ve diğ.'nin (2009) çalışmasına göre daha küçük kaldığı görülmektedir. Bu farklılığın temel nedeni iki çalışmada kullanılan açık kümelerin uzaklıklarının farklı olmasıdır. Tez çalışmasında Güneş komşuluğundaki ($d \leq 1$ kpc) açık kümeler dikkate alınmışken, Wu ve diğ.'nin (2009) örneğinde uzaklık 5 kpc'nin ötesine uzanmaktadır.

*Gaia* DR2 (Gaia işbirliği, 2018) verilerini analiz ederek açık kümelerin kinematik analizini gerçekleştiren Soubiran ve diğ. (2018) açık kümelerin uzay hız dispersiyonlarını açık küme yaşlarının bir fonksiyonu olarak incelemiştir. Çalışmalarında 374 açık kümeyi dört yaş grubuna ayıran araştırmacılar $0 < t$ (Myıl) $\leq 63$ aralığında uzay hız dispersiyonlarını ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (11.7, 10.6, 4.3) km/sn ve en yaşlı gruptaki açık kümeler için de $t$ (Myıl) $> 1000$ aralığında uzay hız dispersiyonlarını ($\sigma_U, \sigma_V, \sigma_W$) = (22.3, 23.2, 14.0) km/sn olarak hesaplamıştır. Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar ile karşılştırıldığında, uzay hız dispersiyonlarının genellikle Soubiran ve diğ.'nin (2018) sonuçlarına göre küçük ama yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Bu farklılığın nedeni incelenen açık kümelerin ortak bir uzay hacmi içinde bulunmamalarıdır.

Tez çalışmasından elde edilen kinematik yaş bağıntısının sınanmasında Cox'un (2000) Bölüm 3.7'de verilen bağıntıları dikkate alınmıştır. Tez çalışmasında hesaplanan toplam hız dispersiyonlarının Bağıntı (3.38)'de yerine yazılmasıyla Cox'a (2000) ait kinematik yaş değerlerine ulaşılmıştır. İki çalışmada elde edilen yaş değerleri Şekil 5.8a'da, farkları ise Şekil 5.8b'de gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucunda iki çalışma arasındaki farkların ortalaması $\langle \Delta \log t \rangle = 0.011$ yıl ve standart sapması da $\sigma_{\log t} = 0.073$ yıl olarak hesaplanmıştır. Sonuçlardan da görüleceği gibi iki çalışmada yapılan yaş hesaplarında 0.011 yıllık sistematik bir farkın bulunduğu tespit edilmiş olup literatürde yer alan Cox'un (2000) kinematik yaş bağıntısının geliştirilmesi gerekliliği ortaya koyulmuştur.




**Şekil 5.8:** Tez çalışmasında elde edilen toplam uzay hız dispersiyonlarıyla küme yaşları arasındaki ilişki (a). Kırmızı daire ve yeşil üçgen sembolleri, sırasıyla, bu çalışma ile Cox'un (2000**)** kinematik bağıntısından hesaplanan verileri göstermektedir. Siyah eğri verilere uydurulan üstel ifadeyi temsil etmektedir. İki kinematik yaş bağıntısından hesaplanan yaş farkları alt panelde gösterilmiştir (b).

## 5.3 KİNEMATİK ANALİZLERİN GELECEĞİ

Bu tez çalışmasında fotometrik, astrometrik ve tayfsal yöntemlerle detaylıca incelenen açık kümeler yardımıyla Güneş civarının kinematik yapısı ortaya koyulmuştur. Kinematik yapının güncel veriler ile yeniden analizi literatürde iyi bilinen bazı parametrelerin güncellenmesi gerekliliğini göstermiştir. Gelecek *Gaia* veri sürümlerinde nesnelere ait daha çok duyarlı gözlem verisinin literatüre kazandırılacak olması, Güneş civarının ötesindeki nesnelerin de bu çalışmadaki hassasiyetler ile incelenmesine olanak sağlayacaktır. Bu da incelenen kaynak sayısının artmasında ve daha uzaktaki gök cisimlerinin Güneş civarına olan etkisinin ortaya çıkarılmasında rol oynayacaktır.

## KAYNAKLAR

Allen, C., Martos, M. A., 1988, The Galactic Orbits and Tidal Radii of Selected Star Clusters, *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica*, 16, 25-36.

Alonso-Santiago, J., Frasca, A., Catanzaro, G., Bragaglia, A., Magrini, L., Vallenari, A., Lucatello, S., 2024, High-Resolution Spectroscopy of the Young Open Cluster M 39 (NGC 7092), *Astronomy and Astrophysics*, 683, A75.

Andersen, J., Nordström, B., 2000, Dynamical Evolution of Intermediate-Age and Old Clusters, Stellar Clusters and Associations: *Convection, Rotation, and Dynamos, Proceedings from ASP Conference*, 198, 171.

Aumer, M., Binney, J. J., 2009, Kinematics and History of the Solar Neighbourhood Revisited, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 397, 1286-1301.

Babusiaux, C., Fabricius, C., Khanna, S., ve diğ., 2023, Gaia Data Release 3-Catalogue Validation, *Astronomy and Astrophysics*, 674, A32.

Bahcall, J. N., Soneira, R. M., 1980, The Universe at Faint Magnitudes. I-Models for the Galaxy and the Predicted Star Counts. *Astrophysical Journal Supplement Series*, 44, 73-110.

Bailer-Jones, C. A. L., Rybizki, J., Fouesneau, M., Mantelet, G., Andrae, R., 2018, Estimating Distance from Parallaxes. IV. Distances to 1.33 Billion Stars in Gaia Data Release 2, *The Astronomical Journal*, 156, 58.

Balaguer-Núnez, L., Tian, K. P., Zhao, J. L., 1998, Determination of Proper Motions and Membership of the Open Clusters NGC 1817 and NGC 1807, *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 133, 387-394.

Banks, T., Yontan, T., Bilir, S., Canbay, R., 2020, Vilnius Photometry and Gaia Astrometry of Melotte 105, *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 41, 6.

Barkhatova, K. A., Kutuzov, S. A., Osipkov, L. P., 1987, A Catalogue of Some Observational Data and Elements of Galactic Orbits of Open Star Clusters, *Astronomicheskii Zhurnal*, 64, 956-964.

Bensby, T., Feltzing, S., Lundstrom, I., 2003, Elemental Abundance Trends in the Galactic Thin and Thick Disks as Traced by Nearby F and G Dwarf Stars, *Astronomy and Astrophysics*, 410, 527.

Bensby, T., Feltzing, S., Lundstrom, I., Ilyin, I., 2005, α-, r-, and s-Process Element Trends in the Galactic Thin and Thick Disks, *Astronomy and Astrophysics*, 433, 185.

Bilir, S., Karaali, S., Ak, S., Yaz, E., Hamzaoğlu, E., 2006a, Galactic Longitude Dependent Galactic Model Parameters, *New Astronomy*, 12, 234-245.

Bilir, S., Karaali, S., Gilmore, G., 2006b, Investigation of the ELAIS Field by Vega Photometry: Absolute Magnitude-Dependent Galactic Model Parameters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 366, 1295.

Bilir, S., Cabrera-Lavers, A., Karaali, S., Ak, S., Yaz, E., López-Corredoira, M., 2008, Estimation of Galactic Model Parameters in High Latitudes with SDSS, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 25, 69-84.

Binney, J. J., Dehnen, W., Houk, N. , Murray, C. A., Penston, M. J., 1997, The Kinematics of Main Sequence Stars from HIPPARCOS Data, *Proceedings of the ESA Symposium `Hipparcos - Venice '97'*, 13-16 May, Venice, Italy, ESA SP-402 (July 1997), 473-478.

Binney, H., Merrifield, M, 1998, Galactic Astronomy, *Princeton University Press*.

Bland-Hawthorn, J., Krumholz, M. R., Freeman, K., 2010, The Long-Term Evolution of the Galactic Disk Traced by Dissolving Star Clusters, *The Astrophysical Journal*, 713, 166.

Bobylev, V. V., 2006, Kinematics of the Gould Belt Based on Open Clusters, *Astronomy Letters*, 32, 816-826.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., Gontcharov, G. A., 2006, Investigation of the Negative K Effect Using the Orion Spiral Arm Catalogue, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 25, 143-144.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2010, Galactic Parameters from Masers with Trigonometric Parallaxes, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 408, 1788-1795.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2014, T he Local Standard of Rest from Data on Young Objects with Account for the Galactic Spiral Density Wave, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 441, 142-149.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2015, A New Estimate of the Local Standard of Rest from Data on Young Objects, *Baltic Astronomy*, 24, 51-61.

Bobylev, V. V., 2017, Kinematics of the Galaxy from Cepheids with Proper Motions from the *Gaia* DR1 Catalogue, *Astronomy Letters*, 43, 152-158.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2018, Kinematics of the Galaxy from OB Stars with Data from the *Gaia* DR2 Catalogue, *Astronomy Letters*, 44, 676-687

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2019a, Kinematics of Hot Subdwarfs from the *Gaia* DR2 Catalogue, *Astronomy Letters*, 45, 580-592.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2019b, Galactic Rotation Based on OB Stars from the *Gaia* DR2 Catalogue, *Astronomy Letters*, 45, 331-340.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2019c Kinematic Properties of Open Star Clusters with Data from the *Gaia* DR2 Catalogue, *Astronomy Letters*, 45, 208-216.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2020, Kinematic Properties of Young Intermediate- and Low-Mass Stars from the *Gaia* DR2 Catalogue, *Astronomy Reports*, 64, 1042-1049.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., Rastorguev, A. S., Zabolotskikh, M. V., 2021, Analysis of Galaxy Kinematics based on Cepheids from the *Gaia* DR2 Catalogue, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 502, 4377-4391.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., Karelin, G. M., 2022a, Kinematics of OB Stars with Data from the LAMOST and *Gaia* Catalogues, *Astronomy Letters*, 48, 243-255.

Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2022b, Galaxy Rotation Parameters from OB2 Stars with Proper Motions and Parallaxes from the *Gaia* EDR3 Catalog, *Astronomy Reports*, 66, 269-277.

Bovy J., 2015, galpy: A Python Library for Galactic Dynamics, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 216, A29, 27

Breddels, M. A., Smith, M. C., Helmi, A., ve diğ., 2010, Distance Determination for RAVE Stars Using Stellar Models, *Astronomy and Astrophysics*, 511, A90.

Bressan, A., Marigo, P., Girardi, L., Salasnich, B., ve diğ., 2012, PARSEC: Stellar Tracks and Isochrones with the PAdova and TRieste Stellar Evolution Code, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 427, 127.

Brown, A. G., 2021, Microarcsecond astrometry: Science highlights from Gaia, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 59, 59-115.

Buckner, A. S., Froebrich, D., 2014, Properties of Star Clusters–II. Scaleheight Evolution of Clusters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 4441, 290-302.

Buser, R., Rong, J., Karaali, S., 1998, The New Basel High-Latitude Field Star Survey of the Galaxy. I. General Introduction, Methodology and First Analysis, *Astronomy and Astrophysics*, 331, 934-948.

Buser, R., Rong, J., Karaali, S., 1999, The new Basel High-Latitude Field Star Survey of the Galaxy. II. The Thick Disk Component: Density Structure, Luminosity Function, and Metallicity Distribution, *Astronomy and Astrophysics*, 348, 98-112.

Calia, D. B., Feng, Y., Hackenberg, W., Holzlöhner, R., Taylor, L., Lewis, S., 2010, Laser Development for Sodium Laser Guide Stars at ESO, *The Messenger*, 139, 12-19.

Canbay, R., Bilir, S., Özdönmez, A., Ak, T., 2023, Galactic Model Parameters and Spatial Density of Cataclysmic Variables in the Gaia Era: New Constraints on Population Models, *The Astronomical Journal*, 165, 163.

Cantat-Gaudin, T., Jordi, C., Vallenari, A., Bragaglia, A., ve diğ., 2018, A Gaia DR2 View of the Open Cluster Population in the Milky Way, *Astronomy and Astrophysics*, 618, 16.

Cantat-Gaudin, T., Krone-Martins, A., Sedaghat, N., ve diğ., 2019, Gaia DR2 Unravels Incompleteness of Nearby Cluster Population: New Open Clusters in the Direction of Perseus, *Astronomy and Astrophysics*, 624, A126.

Cantat-Gaudin, T., Anders, F., 2020, Clusters and Mirages: Cataloguing Stellar Aggregates in the Milky Way, *Astronomy and Astrophysics*, 633, A99.

Cantat-Gaudin, T., Anders, F., Castro-Ginard, A., Jordi, C., Romero-Gómez, M., Soubiran, C., Casamiquela, L., Tarricq, Y., 2020, Painting a Portrait of the Galactic Disc with Its Stellar Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 640, A1.

Cantat-Gaudin, T., 2022, Milky Way Star Clusters and Gaia: A Review of the Ongoing Revolution, Universe, 8, 111.

Cardelli, J. A., Clayton, G. C., Mathis, J. S., 1989, The Relationship between Infrared, Optical, and Ultraviolet Extinction, *Astrophysical Journal*, 345, 245.

Carollo, D., Beers, T.C., Lee, Y.S., Chiba, M., Norris, J., Wilhelm, R., Sivarani, T., Marsteller, B., 2007, Two Stellar Components in the Halo of the Milky Way, *Nature*, 450.

Carraro, G., 2006, Open Cluster Remnants: An Observational Overview, *Bulletin of the Astronomical Society of India*, 34, 153.

Carraro, G., Chiosi, C., 1994, Galactic Orbits of the Old Open Clusters NGC 188, NGC 2682, NGC 2420, NGC 752 and NGC 2506, *Astronomy and Astrophysics*, 288, 751-758.

Carrera, R., Bragaglia, A., Cantat-Gaudin, T., ve diğ., 2019, Open Clusters in APOGEE and GALAH. Combining Gaia and Ground-based Spectroscopic Surveys, *Astronomy and Astrophysics*, 623, A80.

Carrera, R., Casamiquela, L., Bragaglia, A., ve diğ., 2022, One Star to Tag Them All OSTTA-I. Radial Velocities and Chemical Abundances for 20 Poorly Studied Open Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 663, A148.

Carrera, R., Rodríguez, E., Loreto, C., Laia, B. N., Lola, J., Carme, A. P., Carlos, S., Peter, B., 2017, The Open Cluster King 1 in the Second Quadrant, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 470, 4285.

Carroll, S., 2007, *Dark Matter, Dark Energy: The Dark Side of the Universe*, The Teaching Company, Chantilly, Guidebook Part 2, 46.

Casamiquela, L., Blanco-Cuaresma, S., Carrera, R., ve diğ., 2019, OCCASO - III. Iron Peak and α Elements of 18 Open Clusters. Comparison with Chemical Evolution Models and Field Stars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 490, 1821.

Casamiquela, L., Soubiran, C., Jofré, P., 2021, Abundance-Age Relations with Red Clump Stars in Open Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 652, A25, 17.

Casamiquela, L., Olivares, J., Tarricq, Y., 2022, Unravelling UBC 274: A Morphological, Kinematical, and Chemical Analysis Of a Disrupting Open Cluster, *Astronomy and Astrophysics*, 664, A31, 13.

Castro-Ginard, A., Jordi, C., Luri, X., Julbe, F., Morvan, M., Balaguer-Nunez, L., Cantat-Gaudin, T., 2018, A New Method for Unveiling Open Clusters in Gaia. New Nearby Open Clusters Confirmed by DR2, *Astronomy and Astrophysics*, 618, A59.

Castro-Ginard, A., Jordi, C., Luri, X., Cantat-Gaudin, T., Balaguer-Núñez, L., 2019, Hunting for Open Clusters in Gaia DR2: the Galactic Anticentre, *Astronomy and Astrophysics*, 627, A35.

Castro-Ginard, A., Jordi, C., Luri, X., ve diğ., 2020, Hunting for Open Clusters in Gaia DR2: 582 New Open Clusters in the Galactic Disc, *Astronomy and Astrophysics*, 635, A45.

Castro-Ginard, A., Jordi, C., Luri, X., ve diğ., 2022, Hunting for Open Clusters in Gaia EDR3: 628 New Open Clusters Found with Ocfinder, *Astronomy and Astrophysics*, 661, A118.

Chandrasekhar, S., 1960, The Stability of Non-Dissipative Couette Flow in Hydromagnetics, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 253-257.

Chen, L., Hou, J. L., Wang, J. J., 2003, On the Galactic Disk Metallicity Distribution from Open Clusters. I. New Catalogs and Abundance Gradient, *The Astronomical Journal*, 1253, 1397.

Chi, H., Wang, F., Wang, W., Deng, H., Li, Z., 2023, Blind Search of the Solar Neighborhood Galactic Disk within 5 kpc: 1179 New Star Clusters Found in Gaia DR3, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 266, 36.

Chiappini, C.; Matteucci, F.; Gratton, R., 1997, The Chemical Evolution of the Galaxy: The Two-Infall Model, *The Astrophysical Journal*, 477, 765-780.

Chiba, M., Beers, T. C., 2000, Kinematics of Metal-Poor Stars in the Galaxy. III. Formation of the Stellar Halo and Thick Disk as Revealed From a Large Sample of Nonkinematically Selected Stars, *The Astronomical Journal*, 119, 2843.

Conrad, C., Scholz, R. D., Kharchenko, N. V., Piskunov, A. E., Röser, S., Schilbach, E., de Jong, R. S., Schnurr, O., 2017, A RAVE Investigation on Galactic Open Clusters. II. Open Cluster Pairs, Groups and Complexes, *Astronomy and Astrophysics*, 600, A106.

Cox, A. N., 2000, *Allen's Astrophysical Quantities*, Allen's Astrophysical Quantities, 4th ed. Publisher: New York: AIP Press, Springer, Edit by Arthur N. Cox. ISBN: 0387987460.

Cropper, M., Katz, D., Sartoretti, P., Prusti, T., ve diğ., 2018, Gaia Data Release 2-Gaia Radial Velocity Spectrometer, *Astronomy and Astrophysics*, 616, A5.

Cutri, R. M., Skrutskie, M. F., Van Dyk, S., ve diğ., 2003, 2MASS All Sky Catalog of Point Sources, *The IRSA 2MASS All-Sky Point Source Catalog*.

de La Fuente Marcos, R., de La Fuente Marcos, C., 2009, Double or Binary: On the Multiplicity of Open Star Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 500, L13-L16.

de Oliveira, M. R., Bica, E., Dottori, H., 2000, Final Stages of N-body Star Cluster Encounters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 311, 589-600.

De Silva, G. M., Freeman, K. C., Bland-Hawthorn, J., 2015, The GALAH Survey: Scientific Motivation, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 449, 3, 2604-2617.

Dehnen, W., Binney, J., 1998, Local stellar kinematics from HIPPARCOS data, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 298, 387-394.

Dias, W. S., Alessi, B. S., Moitinho, A., Lépine, J. R. D., 2002, New Catalogue of Optically Visible Open Clusters and Candidates, *Astronomy and Astrophysics*, 389, 871.

Dias, W. S., Lepine, J. R. D., 2005, Direct Determination of the Spiral Pattern Rotation Speed of the Galaxy, *The Astrophysical Journal*, 629, 825.

Dias, W. S., Monteiro, H., Caetano, T. C., Lepine, J. R. D., Assafin, M., Oliveira, A. F., 2014, Proper Motions of the Optically Visible Open Clusters Based on the UCAC4 Catalog, *Astronomy and Astrophysics*, 564, A79.

Dias, W. S., Monteiro, H., Moitinho, A., Lepine, J. R. D., Carraro, G., Paunzen, E., Alessi, B., Villela, L., 2021, Updated Parameters of 1743 Open Clusters Based on Gaia DR2, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 504, 356.

Ding, P. -J., Zhu, Z., Liu, J. -C., 2019, Solar Neighborhood Kinematics from *Gaia* -LAMOST Dwarf Stars, The Astronomical Journal, 158, article id. 247, 10.

Donor, J., Frinchaboy, P. M., Cunha, K., ve diğ., 2020, The Open Cluster Chemical Abundances and Mapping Survey. IV. Abundances for 128 Open Clusters using SDSS/APOGEE DR16, *The Astronomical Journal*, 1595, 199.

Dursun, D. C., Taşdemir, S., Koç, S., Iyer, S., 2024, SED Analysis of the Old Open Cluster NGC 188, *arXiv preprint arXiv:2404.13115*.

Elmegreen, B. G, 2011, Star Formation on Galactic Scales: Empirical Laws, *EAS Publications Series*, 51, 3-17.

ESA, 1997, The Hipparcos and Tycho catalogues. Astrometric and Photometric Star Catalogues Derived from the ESA Hipparcos Space Astrometry Mission, Publisher: Noordwijk, Netherlands: *ESA Publications Division*, 1997, Series: ESA SP Series, 1200, ISBN: 9290923997.

Evans, D. W., Riello, M., De Angeli, F., ve diğ., 2018, Gaia Data Release 2-Photometric Content and Validation, *Astronomy and Astrophysics*, 616, A4.

Finlay, J., Noriega-Crespo, A., Friel, E. D., Cudworth, K. M., 1995, Galactic Orbits and the Survival of Old Open Clusters, *In American Astronomical Society Meeting*, 107.02, Bulletin of the American Astronomical Society, 27, 1437.

Fornal, B., Tucker, D. L., Smith, J. A., Allam, S. S., Rider, C. J., Sung, H, 2007, A Survey of Open Clusters in the u′ g′ r′ i′ z′ Filter System. III. Results for the Cluster NGC 188, The *Astronomical Journal*, 133, 1409.

Francis, C., Anderson, E., 2009, Calculation of the Local Standard of Rest from 20 574 Local Stars in the New Hipparcos Reduction with Known Radial Velocities, *New Astronomy*, 14, 615-629.

Francis, C., Anderson, E., 2014, The Local Standard of Rest and the Well in the Velocity Distribution, *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 118, 399-413.

Frasca, A., Alonso-Santiago, J. A. V. I. E. R., Catanzaro, G., ve diğ., 2019, Stellar Population Astrophysics (SPA) with the TNG-Characterization of the Young Open Cluster ASCC 123, *Astronomy and Astrophysics*, 632, A16.

Freeman, K., 2012, Structure and Evolution of the Milky Way, Red Giants as Probes of the Structure and Evolution of the Milky Way, *Astrophysics and Space Science Proceedings*, 137.

Freeman, K., Hawthorn J., 2002, The New Galaxy: Signatures of Its Formation, *Annual Review of Astronomy and Astrophysic*s, 40, 487.

Fehrenbach, Ch., Duflot, M., Burnage, R., 2001, New Determination of the Solar Apex, *Astronomy and Astrophysics*, 369, 65-73.

Friel, E. D., 1995, The Old Open Clusters of the Milky Way, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 33, 381.

Friel, E. D., 2013, Open Clusters and Their Role in the Galaxy, Planets, Stars and Stellar Systems, 5*: Galactic Structure and Stellar Populations*, 5, 347.

Friel, E. D., Janes, K. A., 1993, Metallicities and Radial Velocities of Old Open Clusters, *Astronomy and Astroph*ysics, 267, 75-91.

Fu, X., Bragaglia, A., Liu, C., Zhang, H., Xu, Y., ve diğ., 2022, LAMOST Meets Gaia: The Galactic Open Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 668, A4.

Gaia işbirliği ve diğ., 2016a, Gaia Data Release 1: The Gaia Mission, *Astronomy and Astrophysics*, 595, A1.

Gaia işbirliği ve diğ., 2016b, Gaia Data Release 1: Summary of the Astrometric, Photometric, and Survey Properties, *Astronomy and Astrophysics*, 595, 1.

Gaia işbirliği ve diğ., 2018, Gaia Data Release 2. Summary of the Contents and Survey Properties, *Astronomy and Astrophysics*, 616, 22.

Gaia işbirliği ve diğ., 2021, Gaia Early Data Release 3. Summary of the Contents and Survey Properties, *Astronomy and Astrophysics*, 649, 20.

Gaia işbirliği ve diğ., 2023, Gaia Data Release 3: Summary of the Astrometric, Photometric, and Survey Properties, *Astronomy and Astrophysics*, 660, 1.

Gieles, M., Zwart, S. P., Baumgardt, H., Athanassoula, E., Lamers, H. J. G. L. M., Sipior, M., Leenaarts, J., 2006, Star Cluster Disruption by Giant Molecular Clouds, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 371, 793-804.

Gilmore, G., Reid, N., 1983, New light on faint stars–III. Galactic Structure Towards the South Pole and the Galactic Thick Disc, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 202, 1025-1047.

Gilmore, G., Wyse, R. F., Norris, J. E., 2002, Deciphering the Last Major Invasion of the Milky Way, *The Astrophysical Journal*, 574, L39.

Gilmore, G., Randich, S., Asplund, M., 2012, The Gaia-ESO Public Spectroscopic Survey, *The Messenger*, 147, 25-31.

Gokmen, S., Eker, Z., Yontan, T., ve diğ., 2023, CCD UBV and Gaia DR3 Analyses of the Open Clusters King 6 and NGC 1605, *The Astronomical Journal*, 166, 263.

Golubov, O., Just, A., Bienaymé, O., ve diğ., 2013, The Asymmetric Drift, the Local Standard of Rest, and Implications from RAVE Data, *Astronomy and Astrophysics*, 557, id.A92,11.

Gozha, M. L., Borkova, T. V., Marsakov, V. A., 2012, Heterogeneity of the Population of Open Star Clusters in the Galaxy, *Astronomy Letters*, 38, 506.

Gökçe, E. Y., Karaali, S., Duran, Ş., Bilir, S., Yalçınkaya, A., Ak, S., Cabrera-Lavers, A., 2015, Solar Space Density of the Red Clump Stars and the Scale-Length of the Thin Disc, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 32, e012.

Green, G. M., Schlafly, E., Zucker, C., Speagle, J. S., Finkbeiner, D., 2019, A 3D Dust Map Based on Gaia, Pan-STARRS 1, and 2MASS, *The Astrophysical Journal*, 887, 93.

Guo, H. L., Chen, B. Q., Yuan, H. B., ve diğ., 2021, Three-Dimensional Distribution of the Interstellar Dust in the Milky Way, *The Astrophysical Journal*, 906, 47.

Gustafsson, B., Church, R. P., Davies, M. B., Rickman, H., 2016, Gravitational Scattering of Stars and Clusters and the Heating of the Galactic disk, *Astronomy and Astrophysics*, 593, A85.

Halle, A., Di Matteo, P., Haywood, M., Combes, F., 2018, Radial Migration in a Stellar Galactic Disc with Thick Components, *Astronomy and Astrophysics*, 616, A86.

Hao, C. J., Xu, Y., Hou, L. G., Bian, S. B., Li, J. J., Wu, Z. Y., He, Z. H., Li, Y. J., Liu, D. J., 2021, Evolution of the Local Spiral Structure of the Milky Way Revealed by Open Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 652, A102.

Hao, C. J., Xu, Y., Wu, Z. Y., Lin, Z. H., Bian, S. B., Li, Y. J., Liu, D. J., 2022, Open Clusters Housing Classical Cepheids in Gaia DR3, *Astronomy and Astrophysics*, 668, A13.

He, Z., Wang, K., Luo, Y., Li, J., Liu, X., Jiang, Q., 2022, A Blind All-sky Search for Star Clusters in Gaia EDR3: 886 Clusters within 1.2 kpc of the Sun, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 262, 16.

Heiter, U., Soubiran, C., Netopil, M., Paunzen, E., 2014, On the Metallicity of Open Clusters-II. Spectroscopy, *Astronomy and Astrophysics*, 561, A93.

Hénon, M., 1973, Vertical Stability of Periodic Orbits in the Restricted Problem. I. Equal masses, *Astronomy and Astrophysics*, 28, 415.

Hogg, D. W., Blanton, M. R., Roweis, S. T., Johnston, K. V., 2005, Modeling Complete Distributions with Incomplete Observations: The Velocity Ellipsoid from Hipparcos Data, *The Astrophysical Journal*, 629, 268-275.

Homann, H., 1886, Bestimmung der Bewegung des Sonnensystems durch Spectral-Messungen, *Astronomische Nachrichten*, 114, 25.

Huang, Y., Liu, X. -W., Yuan, H. -B., Xiang, M. -S., Huo, Z. -Y., Chen, B. -Q., Zhang, Y., Hou, Y. -H., 2015, Determination of the Local Standard of Rest Using the LSS-GAC DR1, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 449, 162-174.

Hunt, E. L., Reffert, S., 2023, Improving the Open Cluster Census. II. An All-Sky Cluster Catalogue with Gaia DR3, *Astronomy and Astrophysics*, 673, A114, 31.

Janes, K. A., Tilley, C., Lynga, G., 1988, Properties of the Open Cluster System, *The Astronomical Journal*, 95, 771.

Jarosik, N.; Bennett, C. L.; Dunkley, J., ve diğ., 2011, Seven-year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results, *The Astrophysical Journal Supplement*, 192, A14.

Jaschek, C., Valbousquet, A., 1992, The Solar Motion. II - From Proper Motions, *Astronomy and Astrophysics*, 255, 124-129.

Johnson, D. R. H., Soderblom, D. R., 1987, Calculating Galactic Space Velocities and Their Uncertainties, with an Application to the Ursa Major Group, *Astronomical Journal*, 93, 864.

Johnson, H. L., Morgan, W. W., 1953, Fundamental Stellar Photometry for Standards of Spectral Type on the Revised System of the Yerkes Spectral Atlas, *The Astrophysical Journal*, 117, 313-352.

Jones, K. G., 1991, Messier's Nebulae and Star Clusters, 2, *Cambridge University Press.*

Jordi, C., Gebran, M., Carrasco, J. M., ve diğ., 2010, Gaia Broad Band Photometry, *Astronomy and Astrophysics*, 523, A48.

Joshi, Y. C., Deepak, Malhotra, S., 2024, A Study on the Metallicity Gradients in the Galactic Disk Using Open Cluster, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 11, 1348321.

Joshi, Y. C., Malhotra, S., 2023, Revisiting Galactic Disk and Spiral Arms Using Open Clusters, *The Astronomical Journal*, 166, 170.

Joshi, Y. C., Malhotra, S., 2023, Revisiting Galactic Disk and Spiral Arms Using Open Clusters, *The Astronomical Journal*, 166, 170.

Juric J., Ivezic, E., Brooks, A., Lupton, R. H., Schlegel, D., Finkbeiner, D., Padmanabhan, N., Bond, N., 2008, The Milkyway Tomography with SDSS. I. Stellar Number Density Distrubition, *The Astronomical Journal*, 673, 864.

Karaali, S., Bilir, S., Hamzaoğlu, E., 2004, A Different Approach for the Estimation of Galactic Model Parameters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 355, 307-320.

Karaali, S., Bilir, S., Tunçel, S., 2005, New Colour Transformations for the Sloan Photometry, and Revised Metallicity Calibration and Equations for Photometric Parallax Estimation, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 22, 24.

Karaali, S., Bilir, S., Ak, S., Yaz, E., Coşkunoğlu, B., 2011, An Improved Metallicity Calibration with UBV Photometry, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 28, 95.

Katz, D., Antoja, T., Romero-Gómez, M., ve diğ., 2018, Gaia Data Release 2-Mapping the Milky Way Disc Kinematics, *Astronomy and astrophysics*, 616, A11.

Katz, D., Sartoretti, P., Cropper, M., ve diğ., 2019, Gaia Data Release 2. Properties and Validation of the Radial Velocities, *Astronomy and Astrophysics*, 622, A205.

Katz, D., Sartoretti, P., Guerrier, A., ve diğ., 2023, Gaia Data Release 3. Properties and Validation of the Radial, Velocities, *Astronomy and Astrophysics*, 674, 5.

Kharchenko, N. V., 2001, All-sky Compiled Catalogue of 2.5 Million Stars, *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel*, 17, 409.

Kharchenko, N. V., Piskunov, A. E., Schilbach, E., Röser, S., Scholz, R. D., 2013, Global Survey of Star Clusters in the Milky Way. II. The Catalogue of Basic Parameters, *Astronomy and Astrophysics*, 558, A53.

King, I. R., 1962, The Structure of Star Clusters. I. An Empirical Density Law, *Astronomical Journal*, 67, 471.

King, I. R., 1966, The Structure of Star Clusters. III. Some Simple Dynamical Models, *Astronomical Journal*, 71, 64.

Klypin, A., Zhao, H., Somerville, R. S., 2002, ΛCDM-Based Models for the Milky Way and M31. I. Dynamical models, *The Astrophysical Journal*, 573, 597.

Koval, V. V., Marsakov, V. A., Borkova, T. V., 2009, Evolution of the Velocity Ellipsoids in the Thin Disk of the Galaxy and the Radial Migration of Stars, *Astronomy Reports*, 53, 1117-1126.

Kozhurina-Platais, V., Girard, T. M., Platais, I., van Altena, W., F., 1995, A Proper-Motion Study of the Open Cluster NGC 3680, *Astronomical Journal*, 109, 672.

Krone-Martins, A., Moitinho, A., 2014, UPMASK: Unsupervised Photometric Membership Assignment in Stellar Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 561, A57.

Krisanova, O. I., Bobylev, V. V., Bajkova, A. T., 2020, Galactic Rotation Parameters Based on Stars from Active Star-Forming Regions with Data from the *Gaia* DR2 Catalogue, Astronomy Letters, 46, 370-378.

Lada, C. J., Lada, E A., 2003, Embedded Clusters in Molecular Clouds, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 41, 57.

Lallement, R., Babusiaux, C., Vergely, J. L., Katz, D., Arenou, F., Valette, B., Hottier, C., Capitanio, L., 2019, Gaia-2MASS 3D Maps of Galactic Interstellar Dust Within 3 kpc, *Astronomy and Astrophysics*, 625, A135.

Lallement, R., Vergely, J. L., Babusiaux, C., Cox, N. L. J, 2022, Updated Gaia-2MASS 3D Maps of Galactic Interstellar Dust, *Astronomy and Astrophysics*, 661, A147.

Lamers, H. J. G. L. M., Gieles, M., 2006, Clusters in the Solar Neighbourhood: How are They Destroyed?, *Astronomy and Astrophysics*, 455, L17-L20.

Leggett, S. K., 1992, Infrared Colors of Low-Mass Stars, *Astrophysical Journal Supplement*, 82, 351.

Leike, R. H., Glatzle, M., Enßlin, T. A., 2020, Resolving Nearby Dust Clouds, *Astronomy and Astrophysics*, 639, A138.

Lemasle, B., François, P., Genovali, K., ve diğ., 2013, Galactic Abundance Gradients from Cepheids-α and Heavy Elements in the Outer Disk, *Astronomy and Astrophysics*, 558, A31.

Lindegren, L., Lammers, U., Bastian, U., ve diğ., 2016, Gaia Data Release 1-Astrometry: One Billion Positions, Two Million Proper Motions and Parallaxes, *Astronomy and Astrophysics*, 595, A4.

Lindegren, L., Hernández, J., Bombrun, A., ve diğ., 2018, Gaia Data Release 2-the Astrometric Solution, *Astronomy and Astrophysics*, 616, A2.

Lindegren, L., Klioner, S. A., Hernández, J., Bombrun, A., ve diğ., 2021, Gaia Early Data Release 3-the Astrometric Solution, *Astronomy and Astrophysics*, 649, A2.

Liu, L., Pang, X., 2019, A Catalog of Newly Identified Star Clusters in Gaia DR2, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 245, A32.

Liu, Chao; Fu, Jianning; Shi, Jianrong, 2020, LAMOST Medium-Resolution Spectroscopic Survey (LAMOST-MRS): Scientific Goals and Survey Plan, *eprint arXiv:2005.07210*.

Lohr, M. E., Negueruela, I., Tabernero, H. M., Clark, J. S., Lewis, F., Roche, P., 2018, New Cepheid Variables in the Young Open Clusters Berkeley 51 and Berkeley 55, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 478, 3825-3831.

Lyngå, G., 1980, Clusters, Associations and Galactic Structure, *Cambridge University Press*, 85,13-31).

Lyngå, G., 1982, Open Cluster in Our Galaxy, *Astronomy and Astrophysics*, 109, 213.

Lyngå, G., Palous, J., 1987, The Local Kinematics of Open Star Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 188, 35.

Magrini, L., Viscasillas V. C., Spina, L., ve diğ., 2023, The Gaia-ESO Survey: Mapping the Shape and Evolution of the Radial Abundance Gradients with Open Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 669, A119.

Majewski, S. R, 1991, A Complete, Multicolor Survey of Obsolute Proper Motions to B Approximately 22.5: Galactic Structure and Kinematics at the North Galactic Pole, *Astrophysical Journal Supplement*, 78, 87.

Majewski, Steven R., Schiavon, Ricardo P., Frinchaboy, Peter M., 2017, The Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment (APOGEE), *The Astronomical Journal*, 154, 3, 94, 46.

Martinez-Garcia, E. E., Puerari, I., 2014, Reviewing the Observational Evidence Against Long-Lived Spiral Arms in Galaxies, Structure and Dynamics of Disk Galaxies, *Proceedings of the Conference*, 480, 137.

Mayor, M., 1974, Kinematics and Age of Stars, *Astronomy and Astrophysics*, 32, 321.

McKee, C. F., Ostriker, E. C., 2007, Theory of Star Formation, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 45, 565.

Mel'nik, A. M., Dambis, A. K., Rastorguev, A. S., 2001, Periodic Pattern in the Residual-Velocity Field of OB Associations, *Astronomy Letters*, 27, August 2001, 521-533.

Metzger, M.R., Schechter, P. L., 1994, Whither the LSR: Anticenter Carbon Star Velocities, *Astrophysical Journal*, 420, 177.

Mermilliod, J. C., 1996, The Open Cluster DataBase, The Origins, Evolution, and Destinies of Binary Stars in Clusters, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, 90, 475.

Mignard, F., 2000, Local Galactic Kinematics from Hipparcos Proper Motions, *Astronomy and Astrophysics*, 354, 522-536.

Mihalas, D., Binney, J., 1981, Galactic Astronomy: Structure and Kinematics /2nd Edition/, San Francisco, CA, *W. H. Freeman and Co*., 608.

Minchev, I., Chiappini, C., Martig, M., 2013, Chemodynamical Evolution of the Milky Way Disk-I. The Solar Vicinity, *Astronomy and Astrophysics*, 558, A9.

Miyamoto, M., Zhu, Z., 1998, Galactic Interior Motions Derived from HIPPARCOS Proper Motions. I. Young Disk Population, *The Astronomical Journal*,115, 1483-1491.

Monteiro, H., Barros, D. A., Dias, W. S., Lepine, J. R. D., 2021, The Distribution of Open Clusters in the Galaxy, *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, 62.

Monz, C., 2008, Machine Learning for Data Mining: Week 6 Clustering. https://staff.fnwi.uva.nl/c.monz/html/teaching.html

Netopil, M., Oralhan, İ. A., Çakmak, H., Michel, R., Karataş, Y., 2022, The Galactic Metallicity Gradient Shown by Open Clusters in the Light of Radial Migration, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 509, 421.

Netopil, M., Paunzen, E., Heiter, U., Soubiran, C., 2016, On the Metallicity of Open Clusters-III. Homogenised Sample, *Astronomy and Astrophysics*, 585, A150.

Olivares, J., Bouy, H., Sarro, L. M., Miret-Roig, N., 2019, Ruprecht 147 DANCe. I. Members, Empirical Isochrone, Luminosity, and Mass Distributions, *Astronomy and Astrophysics*, 625, A115.

Oort, J. H, 1927, Summary of the principal radial velocity data used for the results of Bull. Astr. Inst. Netherlands 3 275 and 4 79, *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*, 4, 93.

Önal Taş, Ö., Bilir, S., Plevne, O., 2018, Local Stellar Kinematics from RAVE Data-VIII. Effects of the Galactic Disc Perturbations on Stellar Orbits of Red Clump Stars, *Astrophysics and Space Science*, 363, 1-17.

Patat, F., Carraro, G., 1995, NGC 7762: A Forgotten Moderate Age Open Cluster, *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 114, 281.

Perren, G. I., Pera, M. S., Navone, H. D., Vázquez, R. A, 2023, The Unified Cluster Catalogue: Towards a Comprehensive and Homogeneous Data Base of Stellar Clusters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 526, 4107-4119.

Perryman, M. A. C., de Boer, K. S., Gilmore, G., ve diğ., 2001, GAIA: Composition, Formation and Evolution of the Galaxy, *Astronomy and Astrophysics*, 369, 339.

Piskunov, A. E., Kharchenko, N. V., Röser, S., Schilbach, E., Scholz, R. D., 2006, Revisiting the Population of Galactic Open Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 445, 545-565.

Plevne, O., Taş, Ö. Ö., Bilir, S., Seabroke, G. M., 2020, Multiwavelength Absolute Magnitudes and Colors of Red Clump Stars in the Gaia Era, *The Astrophysical Journal*, 893, 108.

Randich, S., Gilmore, G., Magrini, L., Sacco, G. G., Jackson, R. J., ve diğ., 2022, The Gaia-ESO Public Spectroscopic Survey: Implementation, Data Products, Open Cluster Survey, Science, and Legacy, *Astronomy and Astrophysics*, 666, A121.

Rastorguev, A. S., Utkin, N. D., Zabolotskikh, M. V., Dambis, A. K., Bajkova, A. T., Bobylev, V. V., 2017, Galactic Masers: Kinematics, Spiral Structure and the Disk Dynamic State, *Astrophysical Bulletin*, 72, 122-140.

Ray, A. E., Frinchaboy, P. M., Donor, J., Chojnowski, S. D., Melendez, M., 2022, The Open Cluster Chemical Abundances and Mapping Survey. V. Chemical Abundances of Ctio/Hydra Clusters Using the Cannon, *The Astronomical Journal*, 1635, 195.

Reid, M. J., Menten, K. M., Zheng, ve diğ., 2009, Trigonometric Parallaxes of Massive Star-Forming Regions. VI. Galactic Structure, Fundamental Parameters, and Noncircular Motions, *The Astrophysical Journal*, 700, 137-148.

Reid, M. J., Menten, K. M., Brunthaler, A., ve diğ., 2014, Trigonometric Parallaxes of High Mass Star Forming Regions: The Structure and Kinematics of the Milky Way, *The Astrophysical Journal*, 783, 130.

Ripepi, V., Clementini, G., Molinaro, R., ve diğ., 2023, Gaia Data Release 3-Specific Processing and Validation of All Sky RR Lyrae and Cepheid Stars: The Cepheid Sample, *Astronomy and Astrophysics*, 674, A17.

Roberts, W. W., 1969, Large-Scale Shock Formation in Spiral Galaxies and Its Implications on Star Formation, *Astrophysical Journal*, 158, 123.

Robin, A. C., Haywood, M., Ojha, D. K., Bienaymé, O.,1995, The Thick Disc of the Galaxy: Sequel of a Merging Event, *Astronomy and Astrophsics*, 305, 125.

Roeser, S., Demleitner, M., Schilbach, E., 2010, The PPMXL Catalog of Positions and Proper Motions on the ICRS. Combining USNO-B1.0 and the Two Micron All Sky Survey (2MASS), *The Astronomical Journal*, 139, 2440.

Roskar, R., Debattista, V. P., Quinn, T. R., Wadsley, J., 2012, Radial Migration in Disc Galaxies - I. Transient Spiral Structure and Dynamics, *Monthly Notices of the Royal Astronomical* Society, 426, 2089.

Rowell, N., Kılıç, M., 2019, The Kinematics of Galactic Disc White Dwarfs in *Gaia* DR2, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 484, 3544-3551.

Ryu, J., Lee, M. G, 2018, A WISE Survey of New Star Clusters in the Central Plane Region of the Milky Way, *The Astrophysical Journal*, 856, 152.

Sale, S. E., Magorrian, J., 2018, Large-Scale Three-Dimensional Gaussian Process Extinction Mapping, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 481, 494-508.

Sanders, W. L., 1971, An Improved Method for Computing Membership Probabilities in Open Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 14, 226.

Sariya, D. P., Jiang, Ing-G., Bisht, D., Yadav, R. K. S., Rangwal, G., 2023, A Gaia Based Analysis of Open Cluster Berkeley 27, *New Astronomy*, 98, 101938.

Sarro, L. M., Bouy, H., Bertin, E., Moraux, E., 2014, Cluster Membership Probabilities from Proper Motions and Multi-Wavelength Photometric Catalogues. I. Method and Application to the Pleiades Cluster, *Astronomy and Astrophsics*, 563, A45.

Schönrich, R., Binney, J., 2009, Chemical Evolution with Radial Mixing, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 396, 203-222.

Schönrich, R., Binney, J., Dehnen, W., 2010, Local Kinematics and the Local Standard of Rest, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 403, 1829-1833.

Sharma, S., Bland-Hawthorn, J., Binney, J., ve diğ., 2014, Kinematic Modeling of the Milky Way Using the RAVE and GCS Stellar Surveys, *The Astrophysical Journal*, 793, article id. 51, 27.

Searle, L., Zinn, R., 1978, Compositions of Halo Clusters and the Formation of the Galactic Halo, *Astrophysical Journal*, 225, 357.

Sellwood, J. A., Binney, J. J., 2002, Radial Mixing in Galactic Discs, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 336, 785-796.

Sim, G., Lee, S. H., Ann, H. B., Kim, S., 2019, 207 New Open Star Clusters Within 1 kpc from Gaia Data Release 2, *Journal of the Korean Astronomical Society*, 52, 145.

Skrutskie, M. F., Cutri, R. M., Stiening, R., Weinberg, M. D., Schneider, S., Carpenter, J. M., Beichman, C., Capps, R., 2006, The Two Micron All Sky Survey (2MASS), *The Astronomical Journal*, 131, 1163.

Skumanich, A., 1972, Time Scales for Ca II Emission Decay, Rotational Braking, and Lithium Depletion, *Astrophysical Journal*,171, 565.

Soubiran, C., Cantat-Gaudin, T., Romero-Gomez, M., Casamiquela, L., Jordi, C., Vallenari, A., Antoja, T., Balaguer-Núñez, L., 2018, Open Cluster Kinematics with Gaia DR2, *Astronomy and Astrophysics*, 619, A155.

Soubiran, C., Odenkirchen, M., Campion, J. F. L., 2000, Fundamental Properties of the Open Cluster NGC 2355, *Astronomy and Astrophysics*, 357, 484-494.

Sparke, L. S., Gallagher III, J. S., 2007, Galaxies in the Universe: An Introduction, *Cambridge University Press*.

Spina, L., Ting, Y. S., de Silva, G. M., ve diğ., 2021, The GALAH Survey: Tracing the Galactic Disc with Open Clusters, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 503, 32.

Spitzer, Jr, L., Schwarzschild, M., 1953, The Possible Influence of Interstellar Clouds on Stellar Velocities, *II. Astrophysical Journal*, 118, 106.

Stassun, K. G., Torres, G., 2018, Evidence for a Systematic Offset of -80 μas in the Gaia DR2 Parallaxes, *The Astrophysical Journal*, 862, 61.

Steinmetz, M., Zwitter, T., Siebert, A., ve diğ., 2006, The Radial Velocity Experiment (RAVE): First Data Release, *The Astronomical Journal*, 132, 1645.

Subramaniam, A., Gorti, U., Sagar, R., Bhatt, H. C., 1995, Probable Binary Open Star Clusters in the Galaxy, *Astronomy and Astrophysics*, 302, 86

Şahin, T., Bilir, S., 2020, On the Origin of Metal-poor Stars in the Solar Neighborhood, *The Astrophysical Journal*, 899, 41.

Tadross, A. L., Werner, P., Osman, A., Marie, M., 2002, Morphological Analysis of Open Clusters' Properties: II. Relationships Projected onto the Galactic Plane, *New Astronomy*, 7, 553-575.

Tarricq, Y., Soubiran, C., Casamiquela, L., Cantat-Gaudin, T., Chemin, L., Anders, F., Antoja, T., Romero-Gómez, M., 2021, 3D Kinematics and Age Distribution of the Open Cluster Population, *Astronomy and Astrophysics*, 647, A19.

Taşdemir, S., Yontan, T., 2023, Analysis of the Young Open Cluster Trumpler 2 Using Gaia DR3 data, *Physics and Astronomy Reports*, 1, 1.

Tripathi, A., Panwar, N., Sharma, S., Kumar, B., Rastogi, S., 2023, Photometric and Kinematic Studies of Open Cluster NGC 1027, *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 44, 61.

Tian, H., Liu, C., Carlin, J. L., ve diğ., 2015, The Stellar Kinematics in the Solar Neighborhood from LAMOST Data, *The Astrophysical Journal*, 809, A145.

Twarog, B. A., Ashman, K. M., Anthony-Twarog, B. J., 1997, Some Revised Observational Constraints on the Formation and Evolution of the Galactic Disk, *Astronomical Journal*, 114, 2556.

van Altena, 2012, Astrometry for Astrophysics, Astrometry for Astrophysics, by William F. van Altena, Cambridge, UK: *Cambridge University Press*.

Van den Bergh, S., 1958, Old Galactic Clusters. With 1 Figure in the Text, *Zeitcshript für Astrophysik*, 46, 176.

van Leeuwen, F. , De Angeli, F., Evans, D., Montegriffo, P., Carrasco, J. M., Busso, G., Pancino, E., Voss, H, 2017a, Gaia DR1 Documentation Chapter 5: Photometry, Gaia DR1 Documentation, European Space Agency; *Gaia Data Processing and Analysis Consortium.*

Van Leeuwen, F., Evans, D. W., De Angeli, F., ve diğ., 2017b, Gaia Data Release 1- The Photometric Data, *Astronomy and Astrophysics*, 599, A32.

Vande Putte, D., Garnier, T. P., Ferreras, I., Mignani, R. P., Cropper, M., 2010, A Kinematic Study of Open Clusters: Implications for Their Origin, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 4074, 2109.

Vasilevskis, S., Klemola, A., Preston, G., 1958, Relative Proper Motions of Stars in the Region of the Open Cluster NGC 6633, *Astronomical Journal*, 63, 387.

Vázquez, R. A., Moitinho, A., Carraro, G., Dias, W. S., 2010, Open Clusters in the Third Galactic Quadrant III. Alleged Binary clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 511, A38.

Veltz, L. , Bienaymé, O. , Freeman, K. C., ve diğ., 2008, Galactic Kinematics with RAVE data. I. The Distribution of Stars Towards the Galactic Poles, *Astronomy and Astrophysics*, 480, 753-765.

Vera-Ciro, C., D'Onghia, E., Navarro, J., Abadi, M., 2014, The Effect of Radial Migration on Galactic Disks, *The Astrophysical Journal*, 794, 173.

Walton, N. A., Brown, A. G., Prusti, T., 2014, GREAT2Net: Networking in the Era of Gaia, European *Astronomical Society Publications Series*, 68, 315-319.

Wielen, R., 1971, The Age Distribution and Total Lifetimes of Galactic Clusters, *Astronomy and Astrophysics*, 13, 309

Wielen, R., 1974, The Kinematics and Ages of Stars in Gliese's Catalogue, *Highlights of Astronomy*, 3, 395-407.

Wielen, R., 1977, The Diffusion of Stellar Orbits Derived from the Observed Age-Dependence of the Velocity Dispersion, *Astronomy and Astrophysics*, 60, 263-275.

Wu, Z.-Y., Zhou, X., Ma, J., Du, C.-H., 2009, The Orbits of Open Clusters in the Galaxy, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 399, 2146.

Yaz Gökçe, E., Karaali, S., Duran, Ş., Bilir, S., Yalçınkaya, A., Ak, S., Ak, T., López-Corredoira, M., Cabrera-Lavers, A., 2015, Solar Space Density of the Red Clump Stars and the Scale-Length of the Thin Disc, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 32, id.e012 9.

Yontan, T., Bilir, S., Ak, T., ve diğ., 2021, A Study of Open Clusters Frolov 1 and NGC 7510 Using CCD UBV Photometry and Gaia DR2 Astrometry, *Astronomische Nachrichten*, 342, 538-552.

Yontan, T., Çakmak, H., Bilir, S., ve diğ., 2022, A Study of the NGC 1193 and NGC 1798 Open Clusters Using CCD UBV Photometric and Gaia EDR3 Data, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 582, 333.

Yontan, T., 2023, An Investigation of Open Clusters Berkeley 68 and Stock 20 Using CCD UBV and Gaia DR3 Data, *The Astronomical Journal*, 165, A79, 20.

Yontan, T., Bilir, S., Çakmak, H., Michel, R., Banks, T., Soydugan, E., Canbay, R., Taşdemir, S., 2023, CCD UBV and Gaia DR3 Based Analysis of NGC 189, NGC 1758 and NGC 7762 Open Clusters, *Advances in Space Research*, 72, 1454.

Yontan, T., Canbay, R., 2023, Comprehensive Analysis of the Open Cluster Collinder 74, *Physics and Astronomy Reports*, 12, 65.

York, D. G., Adelman, J., Anderson, J. E., ve diğ., 2000, The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary, *The Astronomical Journal*, 120, 1579.

Zabolotskikh, M. V., Rastorguev, A. S., Dambis, A. K., 2002, Kinematic Parameters of Young Subsystems and the Galactic Rotation Curve, *Astronomy Letters*, 28, 454-464.

Zhang, J., Zhao, J., Oswalt, T. D., Liang, X., Ye, X., Zhao, G., 2021, Nearly 30,000 Late-Type Main-Sequence Stars with Stellar Age from LAMOST DR5, *The Astrophysical Journal*, 908, 207.

Zhong, J., Chen, L., Jiang, Y., Qin, S., 2022, New Insights into the Structure of Open Clusters in the Gaia Era, *The Astronomical Journal*, 164, A54.

Zhu, Z., 2009, Galactic Kinematics and Structure Defined by Open Clusters, *Research in Astronomy and Astrophysics*, 9, 1285-1302.

# EKLER

**Tablo EK 1:** Açık kümelerin merkezi ekvatoral koordinatları ve hesaplanan yapısal parametreleri.

| Sıra | Küme | α (°) | δ (°) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | (yay dk/sn$^2$) | | | | (yay dk) | | |
| 1 | Blanco 1 | 0.853 | -29.958 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | Alessi 20 | 2.593 | 58.742 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | UBC 183 | 5.005 | 55.714 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | UPK 237 | 5.352 | 65.495 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | UBC 2 | 5.584 | 46.532 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | NGC 225 | 10.805 | 61.774 | 6.283 | 1.864 | 10.085 | 0.658 | 0.373 | 0.230 | 4 |
| 7 | COIN-Gaia 1 | 11.933 | 66.769 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | Alessi 1 | 13.343 | 49.536 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | COIN-Gaia 30 | 21.080 | 70.574 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | FSR 0551 | 24.938 | 64.878 | 11.607 | 2.328 | 17.897 | 0.366 | 0.284 | 0.090 | 7 |
| 11 | Collinder 463 | 27.031 | 71.738 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 12 | COIN-Gaia 5 | 27.408 | 58.078 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 13 | NGC 752 | 29.223 | 37.794 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 14 | UPK 282 | 30.347 | 43.787 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 15 | Stock 5 | 31.119 | 64.365 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 16 | COIN-Gaia 34 | 31.231 | 61.776 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 17 | UPK 265 | 31.915 | 65.449 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 18 | Stock 2 | 33.856 | 59.522 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | NGC 886 | 35.898 | 63.800 | 9.223 | 3.187 | 14.242 | 0.305 | 0.203 | 0.116 | 8 |
| 20 | Stock 7 | 37.431 | 60.627 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 21 | UBC 187 | 37.868 | 72.346 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 22 | COIN-Gaia 8 | 39.048 | 50.013 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 23 | Trumpler 2 | 39.232 | 55.905 | 1.550 | 0.330 | 12.590 | 0.020 | 2.480 | 1.090 | 12 |
| 24 | UPK 303 | 40.054 | 40.291 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 25 | NGC 1039 | 40.531 | 42.722 | 6.249 | 0.451 | 4.592 | 0.109 | 0.653 | 0.084 | 9 |
| 26 | UPK 305 | 41.127 | 39.027 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 27 | UBC 415 | 42.540 | 72.914 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 28 | UPK 296 | 42.666 | 48.561 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 29 | COIN-Gaia 9 | 47.748 | 48.023 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 30 | Trumpler 3 | 48.004 | 63.218 | 19.827 | 2.360 | 10.854 | 0.250 | 0.352 | 0.054 | 12 |
| 31 | Stock 23 | 49.075 | 60.377 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 32 | Melotte 20 | 51.617 | 48.975 | 4.687 | 1.322 | 4.153 | 0.149 | 0.365 | 0.156 | 20 |
| 33 | Alessi 13 | 51.762 | -35.821 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 34 | ASCC 10 | 51.870 | 34.981 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 35 | King 6 | 51.982 | 56.444 | 2.006 | 0.168 | 2.129 | 0.121 | 4.880 | 0.890 | 25 |
| 36 | NGC 1333 | 52.297 | 31.310 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 37 | NGC 1342 | 52.894 | 37.380 | 1.733 | 0.240 | 1.766 | 0.090 | 2.155 | 0.568 | 11 |
| 38 | ASCC 11 | 53.056 | 44.856 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 39 | IC 348 | 56.132 | 32.159 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 40 | UBC 19 | 56.336 | 29.827 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 41 | Melotte 22 | 56.601 | 24.114 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 42 | UBC 88 | 58.170 | 45.969 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 43 | UBC 51 | 59.648 | 52.560 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 44 | UPK 294 | 60.902 | 66.176 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 45 | UBC 4 | 61.002 | 35.347 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 46 | UBC 31 | 61.146 | 32.532 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 47 | UPK 333 | 61.771 | 44.094 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | NGC 1528 | 63.878 | 51.218 | 5.866 | 0.663 | 12.568 | 0.528 | 1.819 | 0.473 | 7 |
| 49 | NGC 1545 | 65.202 | 50.221 | 37.649 | 8.033 | 9.918 | 0.234 | 0.156 | 0.029 | 5 |
| 50 | UBC 55 | 66.364 | 46.122 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 51 | Melotte 25 | 67.447 | 16.948 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 52 | NGC 1582 | 67.985 | 43.718 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 53 | Gulliver 11 | 67.996 | 43.620 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 54 | UPK 312 | 68.037 | 56.066 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 55 | COIN-Gaia 11 | 68.110 | 39.479 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**Tablo EK 1 (devam)**

| Sıra | Küme | α (º) | δ (º) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ (yay dk/sn$^2$) | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ (yay dk) | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 56 | COIN-Gaia 10 | 68.385 | 40.509 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 57 | COIN-Gaia 39 | 69.612 | 42.950 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 58 | UBC 56 | 69.874 | 47.534 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 59 | Platais 3 | 69.976 | 71.280 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 60 | NGC 1647 | 71.481 | 19.079 | 2.224 | 0.263 | 3.120 | 0.126 | 2.423 | 0.654 | 17 |
| 61 | Alessi 2 | 71.602 | 55.199 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 62 | NGC 1662 | 72.198 | 10.882 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 63 | ASCC 12 | 72.400 | 41.744 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 64 | RSG 1 | 75.508 | 37.475 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 65 | UPK 385 | 75.647 | 13.020 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 66 | NGC 1708 | 75.871 | 52.851 | 41.790 | 9.184 | 8.305 | 0.308 | 0.113 | 0.023 | 3 |
| 67 | NGC 1750 | 75.926 | 23.695 | 2.560 | 0.393 | 5.081 | 0.059 | 1.322 | 0.426 | 20 |
| 68 | NGC 1758 | 76.175 | 23.813 | 2.970 | 0.170 | 3.140 | 0.080 | 2.130 | 0.280 | 7 |
| 69 | COIN-Gaia 14 | 77.696 | 39.195 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 70 | COIN-Gaia 18 | 78.408 | 35.498 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 71 | COIN-Gaia 20 | 78.634 | 31.691 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 72 | UPK 394 | 78.808 | 6.291 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 73 | COIN-Gaia 12 | 79.209 | 41.708 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 74 | NGC 1901 | 79.561 | -68.294 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 75 | ASCC 16 | 81.198 | 1.655 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 76 | COIN-Gaia 17 | 81.244 | 37.558 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 77 | ASCC 19 | 81.982 | -1.987 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 78 | ASCC 21 | 82.179 | 3.527 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 79 | COIN-Gaia 13 | 83.186 | 42.087 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 80 | UBC 17b | 83.195 | -1.585 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 81 | Gulliver 6 | 83.278 | -1.652 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 82 | UBC 17a | 83.422 | -1.671 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 83 | Collinder 69 | 83.792 | 9.813 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 84 | NGC 1980 | 83.810 | -5.924 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 85 | NGC 1977 | 83.815 | -4.819 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 86 | UBC 207 | 83.848 | -4.486 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 87 | UBC 8 | 84.519 | 57.124 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 88 | Stock 10 | 84.808 | 37.850 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 89 | UPK 398 | 85.994 | 7.021 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 90 | COIN-Gaia 23 | 87.449 | 27.008 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 91 | UPK 402 | 87.515 | 2.822 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 92 | UPK 422 | 88.007 | -7.543 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 93 | COIN-Gaia 24 | 90.693 | 23.203 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 94 | NGC 2184 | 91.690 | -2.000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 95 | COIN-Gaia 25 | 91.691 | 20.276 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 96 | NGC 2169 | 92.125 | 13.951 | 4.674 | 0.624 | 8.458 | 0.521 | 3.707 | 1.244 | 11 |
| 97 | NGC 2168 | 92.272 | 24.336 | 2.484 | 0.319 | 13.265 | 0.280 | 4.854 | 1.521 | 15 |
| 98 | UPK 445 | 92.385 | -15.030 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 99 | NGC 2183 | 92.717 | -6.213 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 100 | Ferrero 11 | 93.646 | 0.637 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 101 | UPK 379 | 94.071 | 30.794 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 102 | FSR 1117 | 94.159 | -8.945 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 103 | ASCC 23 | 95.047 | 46.710 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 104 | NGC 2215 | 95.199 | -7.277 | 5.291 | 0.686 | 7.783 | 0.208 | 0.564 | 0.136 | 7 |
| 105 | UPK 381 | 95.506 | 29.107 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 106 | BDSB91 | 96.319 | -10.551 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 107 | NGC 2232 | 96.888 | -4.749 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 108 | vdBergh 80 | 97.739 | -9.625 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 109 | Collinder 95 | 97.788 | 9.894 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 110 | UPK 442 | 98.400 | -11.549 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**Tablo EK 1 (devam)**

| Sıra | Küme | α (º) | δ (º) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ (yay dk/sn$^2$) | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ (yay dk) | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 111 | vdBergh 83 | 100.025 | -27.189 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 112 | UPK 436 | 100.180 | -8.126 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 113 | NGC 2264 | 100.217 | 9.877 | 27.228 | 1.379 | 3.755 | 0.190 | 0.193 | 0.014 | 5 |
| 114 | NGC 2287 | 101.499 | -20.716 | 13.615 | 2.671 | 9.440 | 0.239 | 0.299 | 0.076 | 7 |
| 115 | UPK 350 | 101.689 | 48.688 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 116 | NGC 2281 | 102.091 | 41.060 | 2.415 | 0.219 | 3.382 | 0.077 | 1.516 | 0.273 | 15 |
| 117 | NGC 2301 | 102.943 | 0.465 | 5.376 | 0.492 | 13.287 | 0.306 | 3.010 | 0.676 | 20 |
| 118 | UPK 433 | 103.455 | -5.729 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 119 | ASCC 29 | 103.571 | -1.670 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 120 | ASCC 30 | 104.271 | -6.230 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 121 | UPK 524 | 105.304 | -54.432 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 122 | UBC 444 | 105.311 | -6.837 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 123 | NGC 2323 | 105.684 | -8.365 | 3.598 | 0.316 | 6.126 | 0.099 | 6.729 | 1.273 | 21 |
| 124 | ASCC 32 | 105.714 | -26.512 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 125 | UPK 495 | 105.863 | -40.886 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 126 | UBC 7 | 106.786 | -37.729 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 127 | Gulliver 21 | 106.961 | -25.462 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 128 | NGC 2343 | 107.029 | -10.619 | 10.582 | 2.044 | 10.633 | 0.729 | 0.494 | 0.190 | 5 |
| 129 | Alessi 21 | 107.690 | -9.363 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 130 | UPK 431 | 108.234 | -2.635 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 131 | UPK 470 | 108.394 | -19.495 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 132 | Collinder 132 | 108.485 | -30.758 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 133 | UPK 429 | 108.961 | -0.875 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 134 | NGC 2358 | 109.261 | -17.143 | 7.377 | 0.826 | 13.105 | 0.252 | 0.804 | 0.169 | 10 |
| 135 | Alessi 3 | 109.275 | -46.142 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 136 | Collinder 135 | 109.362 | -37.044 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 137 | UPK 452 | 110.203 | -11.712 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 138 | Collinder 140 | 110.882 | -31.966 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 139 | UPK 418 | 112.480 | 5.605 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 140 | NGC 2422 | 114.147 | -14.489 | 3.177 | 0.286 | 15.027 | 0.208 | 4.310 | 0.981 | 16 |
| 141 | Ruprecht 26 | 114.271 | -15.587 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 142 | NGC 2423 | 114.299 | -13.863 | 2.252 | 0.456 | 9.871 | 0.358 | 5.518 | 2.722 | 17 |
| 143 | UPK 540 | 114.567 | -58.609 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 144 | UPK 526 | 115.198 | -52.839 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 145 | Haffner 13 | 115.209 | -30.073 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 146 | NGC 2451A | 115.736 | -38.264 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 147 | NGC 2451B | 116.128 | -37.954 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 148 | NGC 2447 | 116.141 | -23.853 | 5.907 | 0.584 | 20.105 | 0.484 | 3.756 | 0.933 | 15 |
| 149 | ASCC 41 | 116.674 | 0.137 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 150 | UBC 250 | 118.120 | -60.373 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 151 | Alessi Teutsch 3 | 118.228 | -53.022 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 152 | UPK 468 | 118.411 | -13.511 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 153 | NGC 2516 | 119.527 | -60.800 | 3.722 | 0.406 | 6.547 | 0.118 | 1.105 | 0.240 | 20 |
| 154 | UBC 480 | 119.954 | -50.636 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 155 | UBC 13 | 120.914 | 3.540 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 156 | UPK 467 | 121.237 | -11.420 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 157 | NGC 2527 | 121.246 | -28.122 | 18.164 | 3.655 | 21.671 | 0.434 | 0.300 | 0.091 | 10 |
| 158 | Pozzo 1 | 122.374 | -47.335 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 159 | NGC 2547 | 122.525 | -49.198 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 160 | UPK 533 | 122.798 | -52.529 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 161 | NGC 2546 | 123.082 | -37.661 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 162 | Gulliver 10 | 123.090 | -38.676 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 163 | NGC 2548 | 123.412 | -5.726 | 12.029 | 0.584 | 4.316 | 0.102 | 0.254 | 0.024 | 21 |
| 164 | BH 23 | 123.449 | -36.329 | 60.269 | 19.149 | 15.598 | 0.513 | 0.097 | 0.034 | 20 |
| 165 | UPK 502 | 124.371 | -37.798 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**Tablo EK 1 (devam)**

| Sıra | Küme | α (°) | δ (°) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ (yay dk/sn$^2$) | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ (yay dk) | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 166 | UBC 12 | 126.027 | -8.405 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 167 | UPK 537 | 126.570 | -52.113 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 168 | Gulliver 9 | 126.998 | -47.929 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 169 | UPK 535 | 127.025 | -50.899 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 170 | UBC 255 | 128.456 | -61.463 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 171 | Pismis 4 | 128.790 | -44.407 | 29.462 | 5.095 | 20.286 | 0.669 | 0.225 | 0.062 | 4 |
| 172 | Pismis 5 | 129.407 | -39.603 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 173 | NGC 2632 | 130.054 | 19.621 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 174 | IC 2391 | 130.292 | -52.991 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 175 | UBC 21 | 130.455 | -20.747 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 176 | IC 2395 | 130.531 | -48.090 | 3.319 | 0.318 | 0.296 | 0.050 | 0.593 | 0.090 | 15 |
| 177 | UPK 545 | 130.809 | -58.629 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 178 | Collinder 197 | 131.202 | -41.280 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 179 | Teutsch 38 | 131.523 | -38.025 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 180 | NGC 2669 | 131.611 | -52.931 | 18.725 | 1.411 | 25.805 | 0.483 | 0.676 | 0.097 | 10 |
| 181 | Trumpler 10 | 131.943 | -42.566 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 182 | Alessi 43 | 132.631 | -41.738 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 183 | NGC 2682 | 132.846 | 11.814 | 8.373 | 0.574 | 1.983 | 0.226 | 1.651 | 0.237 | 17 |
| 184 | UPK 542 | 134.258 | -54.303 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 185 | BH 56 | 134.355 | -43.181 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 186 | UPK 508 | 135.775 | -34.942 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 187 | Platais 8 | 136.718 | -58.685 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 188 | UPK 528 | 137.032 | -43.346 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 189 | ESO 166 04 | 137.602 | -53.884 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 190 | Platais 9 | 139.241 | -43.862 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 191 | UBC 260 | 140.148 | -69.885 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 192 | Turner 5 | 143.284 | -36.358 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 193 | NGC 2925 | 143.321 | -53.413 | 8.036 | 1.594 | 20.304 | 1.427 | 4.480 | 2.123 | 16 |
| 194 | UPK 549 | 146.490 | -52.490 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 195 | NGC 3114 | 150.553 | -60.041 | 38.470 | 15.418 | 56.395 | 0.663 | 0.193 | 0.086 | 15 |
| 196 | Ruprecht 161 | 152.400 | -61.259 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 197 | ASCC 58 | 153.657 | -55.001 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 198 | NGC 3228 | 155.378 | -51.814 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 199 | UPK 560 | 158.037 | -44.451 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 200 | UPK 552 | 158.509 | -47.263 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 201 | BH 99 | 159.553 | -59.168 | 4.297 | 0.206 | 1.214 | 0.046 | 0.386 | 0.036 | 18 |
| 202 | IC 2602 | 160.613 | -64.426 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 203 | Alessi 5 | 160.819 | -61.081 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 204 | UPK 567 | 161.029 | -67.524 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 205 | Ruprecht 91 | 161.964 | -57.483 | 11.774 | 0.786 | 61.922 | 0.492 | 3.225 | 0.541 | 15 |
| 206 | UPK 562 | 165.861 | -56.978 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 207 | NGC 3532 | 166.417 | -58.707 | 1.756 | 0.450 | 0.571 | 0.448 | 20.469 | 10.108 | 28 |
| 208 | ASCC 66 | 168.367 | -55.437 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 209 | NGC 3680 | 171.392 | -43.240 | 7.372 | 0.929 | 6.313 | 0.172 | 0.264 | 0.063 | 21 |
| 210 | Ruprecht 98 | 179.715 | -64.581 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 211 | Alessi Teutsch 8 | 180.649 | -60.935 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 212 | ESO 130 06 | 181.970 | -59.310 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 213 | Melotte 111 | 186.014 | 25.652 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 214 | ASCC 73 | 189.281 | -67.203 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 215 | UPK 579 | 192.917 | -50.541 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 216 | UPK 578 | 192.965 | -57.367 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 217 | UPK 587 | 200.909 | -49.907 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 218 | Ruprecht 108 | 203.002 | -58.509 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 219 | Platais 10 | 205.220 | -59.271 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 220 | UPK 599 | 205.840 | -38.576 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**Tablo EK 1 (devam)**

| Sıra | Küme | α (°) | δ (°) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ (yay dk/sn$^2$) | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ (yay dk) | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 221 | NGC 5460 | 211.847 | -48.285 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 222 | Loden 1194 | 212.006 | -59.786 | 11.238 | 0.568 | 3.434 | 0.113 | 0.241 | 0.023 | 17 |
| 223 | UPK 585 | 212.787 | -75.872 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 224 | Lynga 2 | 216.085 | -61.328 | 15.910 | 0.910 | 26.860 | 1.160 | 2.230 | 0.640 | 7 |
| 225 | NGC 5593 | 216.419 | -54.795 | 8.006 | 1.155 | 45.089 | 1.080 | 6.680 | 2.182 | 9 |
| 226 | NGC 5662 | 218.734 | -56.640 | 55.225 | 6.250 | 51.906 | 0.573 | 0.153 | 0.024 | 11 |
| 227 | UPK 594 | 219.173 | -67.975 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 228 | Alessi 6 | 220.058 | -66.127 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 229 | BH 164 | 222.311 | -66.465 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 230 | UPK 604 | 224.400 | -59.750 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 231 | UPK 607 | 225.058 | -57.148 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 232 | NGC 5822 | 226.051 | -54.366 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 233 | UPK 613 | 226.276 | -49.152 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 234 | ASCC 79 | 229.731 | -60.798 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 235 | UPK 614 | 231.204 | -53.967 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 236 | Alessi 8 | 232.408 | -51.227 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 237 | UPK 605 | 234.582 | -65.957 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 238 | UPK 617 | 234.809 | -55.394 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 239 | UPK 621 | 237.093 | -54.403 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 240 | UBC 5 | 238.548 | -47.740 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 241 | UPK 626 | 239.788 | -50.381 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 242 | NGC 6025 | 240.779 | -60.430 | 22.477 | 7.248 | 42.870 | 0.505 | 0.182 | 0.074 | 6 |
| 243 | NGC 6087 | 244.721 | -57.916 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 244 | Harvard 10 | 244.859 | -54.957 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 245 | UPK 627 | 245.354 | -53.089 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 246 | NGC 6124 | 246.332 | -40.661 | 9.155 | 1.175 | 27.016 | 0.670 | 2.849 | 0.881 | 8 |
| 247 | UBC 11 | 246.666 | -59.936 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 248 | NGC 6178 | 248.939 | -45.635 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 249 | UPK 644 | 249.155 | -31.418 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 250 | UPK 630 | 249.193 | -51.304 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 251 | UPK 640 | 250.260 | -39.494 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 252 | ASCC 85 | 251.853 | -45.555 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 253 | UPK 612 | 253.423 | -67.788 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 254 | UPK 624 | 254.138 | -60.422 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 255 | NGC 6250 | 254.497 | -45.951 | 40.449 | 4.743 | 20.763 | 2.554 | 1.081 | 0.266 | 8 |
| 256 | UPK 629 | 255.222 | -55.976 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 257 | Alessi Teutsch 12 | 255.421 | -58.981 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 258 | ASCC 87 | 255.658 | -28.421 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 259 | DBSB 104 | 255.997 | -51.088 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 260 | NGC 6281 | 256.179 | -37.948 | 2.230 | 0.420 | 2.780 | 0.146 | 0.462 | 0.156 | 6 |
| 261 | UBC 563 | 256.749 | -30.673 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 262 | ASCC 88 | 256.886 | -35.564 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 263 | Alessi 24 | 260.764 | -62.693 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 264 | IC 4651 | 261.212 | -49.917 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 265 | Antalova 2 | 262.462 | -32.541 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 266 | UPK 642 | 263.081 | -44.242 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 267 | Collinder 338 | 264.483 | -37.657 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 268 | ASCC 90 | 264.777 | -34.874 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 269 | NGC 6405 | 265.069 | -32.242 | 11.799 | 1.952 | 42.830 | 1.503 | 5.864 | 2.117 | 14 |
| 270 | Alessi 9 | 265.974 | -47.028 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 271 | NGC 6416 | 266.014 | -32.344 | 92.785 | 11.720 | 37.129 | 1.164 | 0.153 | 0.027 | 11 |
| 272 | IC 4665 | 266.554 | 5.615 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 273 | NGC 6425 | 266.733 | -31.507 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 274 | Collinder 350 | 267.018 | 1.525 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 275 | Alessi 31 | 267.698 | -11.853 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**Tablo EK 1 (devam)**

| Sıra | Küme | α (°) | δ (°) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ (yay dk/sn$^2$) | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ (yay dk) | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 276 | UPK 25 | 267.878 | -2.779 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 277 | NGC 6475 | 268.447 | -34.841 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 278 | NGC 6494 | 269.237 | -18.987 | 4.497 | 0.780 | 5.770 | 0.773 | 9.355 | 3.045 | 20 |
| 279 | Ruprecht 135 | 269.511 | -11.646 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 280 | UPK 645 | 270.167 | -42.783 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 281 | Collinder 359 | 270.598 | 3.260 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 282 | NGC 6568 | 273.192 | -21.612 | 26.653 | 5.159 | 83.938 | 3.480 | 2.793 | 1.273 | 6 |
| 283 | UPK 5 | 273.304 | -18.308 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 284 | Gulliver 20 | 273.736 | 11.082 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 285 | Alessi 19 | 274.741 | 12.311 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 286 | UPK 27 | 275.051 | -5.167 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 287 | Ferrero 1 | 275.063 | -32.338 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 288 | UBC 9 | 276.544 | 26.432 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 289 | Mamajek 4 | 276.635 | -50.772 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 290 | UPK 7 | 276.781 | -17.401 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 291 | NGC 6633 | 276.845 | 6.615 | 0.450 | 0.149 | 0.456 | 0.095 | 7.756 | 6.079 | 25 |
| 292 | UPK 654 | 277.329 | -34.528 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 293 | UPK 28 | 277.352 | -4.974 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 294 | IC 4725 | 277.937 | -19.114 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 295 | UPK 29 | 278.617 | -5.470 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 296 | ASCC 97 | 279.263 | -19.139 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 297 | UBC 32 | 279.312 | -14.096 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 298 | IC 4756 | 279.649 | 5.435 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 299 | UPK 17 | 279.741 | -15.034 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 300 | UPK 33 | 280.046 | -4.333 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 301 | UPK 18 | 280.763 | -15.325 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 302 | UPK 38 | 280.829 | -1.654 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 303 | UPK 20 | 281.145 | -14.456 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 304 | UPK 4 | 281.361 | -23.764 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 305 | UPK 13 | 282.007 | -18.281 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 306 | ASCC 99 | 282.170 | -18.488 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 307 | UPK 23 | 282.218 | -12.879 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 308 | Ruprecht 145 | 282.636 | -18.270 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 309 | UPK 24 | 282.646 | -10.788 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 310 | NGC 6709 | 282.836 | 10.334 | 36.673 | 5.193 | 77.145 | 0.935 | 0.371 | 0.084 | 5 |
| 311 | UPK 21 | 282.895 | -15.150 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 312 | Collinder 394 | 283.092 | -20.229 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 313 | UPK 50 | 283.309 | 8.172 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 314 | UPK 26 | 283.438 | -9.847 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 315 | Stephenson 1 | 283.568 | 36.899 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 316 | NGC 6716 | 283.616 | -19.888 | 34.166 | 3.272 | 70.415 | 0.358 | 0.319 | 0.052 | 8 |
| 317 | Alessi 62 | 284.026 | 21.597 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 318 | UBC 26 | 285.370 | 22.020 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 319 | UPK 31 | 285.913 | -8.510 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 320 | UPK 54 | 286.157 | 15.689 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 321 | UPK 65 | 286.514 | 23.337 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 322 | UBC 1 | 287.870 | 56.801 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 323 | ASCC 101 | 288.399 | 36.369 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 324 | UPK 53 | 288.544 | 14.392 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 325 | UPK 12 | 288.805 | -22.143 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 326 | UBC 356 | 288.853 | -4.203 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 327 | Ruprecht 147 | 289.087 | -16.333 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 328 | NGC 6793 | 290.817 | 22.159 | 89.628 | 5.878 | 62.855 | 0.813 | 0.226 | 0.025 | 10 |
| 329 | NGC 6800 | 291.664 | 25.008 | 85.368 | 22.485 | 77.561 | 0.478 | 0.142 | 0.034 | 9 |
| 330 | UPK 45 | 291.696 | 0.212 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**Tablo EK 1 (devam)**

| Sıra | Küme | α (°) | δ (°) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ (yay dk/sn$^2$) | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ (yay dk) | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 331 | UPK 40 | 292.631 | -6.882 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 332 | Gulliver 28 | 293.559 | 18.059 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 333 | UPK 42 | 293.908 | -3.653 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 334 | UPK 80 | 293.914 | 28.160 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 335 | Teutsch 35 | 294.091 | 35.742 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 336 | Stock 1 | 294.146 | 25.163 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 337 | UPK 46 | 294.707 | -1.363 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 338 | UBC 14 | 294.746 | 3.703 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 339 | Alessi 44 | 295.325 | 1.592 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 340 | ASCC 105 | 295.548 | 27.366 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 341 | UPK 55 | 296.812 | 10.428 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 342 | ASCC 107 | 297.164 | 21.987 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 343 | UPK 82 | 298.285 | 26.379 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 344 | UPK 90 | 299.777 | 28.422 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 345 | UBC 582 | 299.833 | 38.551 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 346 | UPK 93 | 300.324 | 29.971 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 347 | Alessi 10 | 301.233 | -10.555 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 348 | Roslund 5 | 302.641 | 33.751 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 349 | ASCC 111 | 302.891 | 37.515 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 350 | Gulliver 60 | 303.436 | 29.672 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 351 | RSG 5 | 303.482 | 45.574 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 352 | UPK 79 | 303.989 | 21.447 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 353 | Alessi Teutsch 11 | 304.127 | 52.051 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 354 | Collinder 419 | 304.534 | 40.732 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 355 | UPK 94 | 304.778 | 27.618 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 356 | UPK 66 | 305.390 | 13.509 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 357 | UPK 137 | 306.015 | 54.152 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 358 | Dolidze 8 | 306.129 | 42.300 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 359 | Roslund 6 | 307.185 | 39.798 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 360 | UPK 119 | 308.572 | 43.326 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 361 | UPK 88 | 309.476 | 21.462 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 362 | UPK 84 | 310.245 | 20.212 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 363 | Alessi 12 | 310.875 | 23.871 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 364 | UPK 155 | 311.731 | 60.867 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 365 | UPK 126 | 311.768 | 43.816 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 366 | UPK 99 | 312.427 | 25.488 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 367 | NGC 6991 | 313.621 | 47.400 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 368 | UPK 51 | 314.073 | -6.588 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 369 | NGC 6997 | 314.128 | 44.640 | 13.919 | 2.038 | 28.460 | 0.435 | 0.296 | 0.080 | 7 |
| 370 | UPK 131 | 315.517 | 45.391 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 371 | UPK 108 | 315.551 | 29.997 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 372 | Gulliver 48 | 316.334 | 50.733 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 373 | UPK 113 | 317.505 | 34.347 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 374 | NGC 7039 | 317.663 | 45.597 | 17.584 | 1.855 | 39.481 | 1.596 | 6.114 | 1.541 | 20 |
| 375 | ASCC 113 | 317.933 | 38.638 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 376 | UBC 385 | 317.940 | 60.092 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 377 | UPK 143 | 319.134 | 49.942 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 378 | UPK 150 | 319.474 | 54.516 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 379 | NGC 7058 | 320.448 | 50.822 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 380 | NGC 7063 | 321.122 | 36.507 | 11.237 | 2.363 | 13.892 | 0.250 | 0.254 | 0.075 | 6 |
| 381 | UPK 136 | 322.841 | 43.441 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 382 | NGC 7092 | 322.889 | 48.247 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 383 | UBC 10a | 324.652 | 62.206 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 384 | IC 1396 | 324.745 | 57.514 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 385 | UBC 167 | 324.786 | 62.332 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

**Tablo EK 1 (devam)**

| Sıra | Küme | α (º) | δ (º) | $f_0$ | $f_{0\ hata}$ | $f_{bg}$ | $f_{bg\ hata}$ | $r_c$ | $r_{c\ hata}$ | $r_{lim}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | (yay dk/sn$^2$) | | | | (yay dk) | |
| 386 | ASCC 114 | 324.990 | 53.997 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 387 | UBC 150 | 325.520 | 37.584 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 388 | NGC 7129 | 325.740 | 66.114 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 389 | UPK 169 | 326.718 | 59.915 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 390 | UBC 10b | 327.047 | 61.032 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 391 | NGC 7160 | 328.448 | 62.589 | 7.152 | 0.927 | 18.852 | 0.258 | 0.475 | 0.113 | 6 |
| 392 | ASCC 115 | 329.280 | 51.558 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 393 | Alessi Teutsch 5 | 332.218 | 61.103 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 394 | UBC 168 | 332.430 | 57.549 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 395 | NGC 7243 | 333.788 | 49.830 | 14.184 | 2.585 | 21.300 | 0.348 | 0.325 | 0.089 | 9 |
| 396 | UPK 178 | 334.479 | 60.071 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 397 | Pismis Moreno 1 | 334.695 | 63.251 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 398 | UBC 392 | 336.125 | 64.926 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 399 | UPK 194 | 336.446 | 65.004 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 400 | UPK 167 | 337.143 | 49.814 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 401 | UBC 396 | 337.301 | 66.526 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 402 | UBC 159 | 339.030 | 39.621 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 403 | UPK 180 | 339.051 | 56.771 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 404 | FSR 0398 | 339.135 | 64.153 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 405 | UPK 166 | 339.203 | 46.927 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 406 | ASCC 123 | 340.299 | 53.986 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 407 | Alessi 37 | 341.961 | 46.342 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 408 | UBC 394 | 343.738 | 59.247 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 409 | UPK 168 | 343.832 | 43.350 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 410 | RSG 7 | 344.190 | 59.363 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 411 | UPK 201 | 344.732 | 61.648 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 412 | RSG 8 | 344.983 | 59.371 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 413 | UBC 178 | 346.201 | 63.360 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 414 | UPK 185 | 346.424 | 49.376 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 415 | ASCC 127 | 347.205 | 64.974 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 416 | ASCC 128 | 349.949 | 54.435 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 417 | UPK 220 | 350.955 | 66.505 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 418 | UPK 219 | 351.854 | 65.310 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 419 | UPK 230 | 353.465 | 71.788 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 420 | Stock 12 | 353.923 | 52.685 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 421 | Aveni Hunter 1 | 354.175 | 48.205 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 422 | NGC 7762 | 357.472 | 68.035 | 4.910 | 0.240 | 4.920 | 0.130 | 4.390 | 0.460 | 15 |

**Tablo EK 2:** Açık kümelerin hesaplanan öz hareket bileşenleri, trigonometrik paralaksları ve radyal hızları.

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Blanco 1 | 18.786 | 0.097 | 2.600 | 0.078 | 4.233 | 0.065 | 5.76 | 0.28 |
| 2 | Alessi 20 | 8.214 | 0.048 | -2.351 | 0.048 | 2.346 | 0.062 | -7.93 | 1.65 |
| 3 | UBC 183 | 0.710 | 0.034 | -2.589 | 0.036 | 0.920 | 0.003 | -19.86 | 0.15 |
| 4 | UPK 237 | -0.608 | 0.053 | -3.815 | 0.057 | 1.355 | 0.050 | -2.49 | 1.77 |
| 5 | UBC 2 | -6.422 | 0.054 | -5.078 | 0.043 | 1.766 | 0.035 | -16.96 | 0.63 |
| 6 | NGC 225 | -5.345 | 0.051 | -0.195 | 0.056 | 1.456 | 0.023 | -11.50 | 1.03 |
| 7 | COIN-Gaia 1 | -5.022 | 0.050 | -3.146 | 0.057 | 1.546 | 0.052 | -17.02 | 1.80 |
| 8 | Alessi 1 | 6.482 | 0.026 | -6.412 | 0.023 | 1.413 | 0.036 | -4.52 | 0.17 |
| 9 | COIN-Gaia 30 | -6.620 | 0.047 | 2.015 | 0.052 | 1.368 | 0.033 | -26.34 | 0.15 |
| 10 | FSR 0551 | 0.027 | 0.093 | -1.481 | 0.126 | 1.082 | 0.005 | -16.32 | 3.44 |
| 11 | Collinder 463 | -1.744 | 0.028 | -0.378 | 0.034 | 1.151 | 0.036 | -11.19 | 0.13 |
| 12 | COIN-Gaia 5 | -2.805 | 0.043 | -0.591 | 0.052 | 1.108 | 0.037 | -38.16 | 10.42 |
| 13 | NGC 752 | 9.730 | 0.032 | -11.871 | 0.036 | 2.273 | 0.044 | 5.55 | 0.10 |
| 14 | UPK 282 | -2.861 | 0.054 | -3.365 | 0.066 | 1.271 | 0.057 | -9.14 | 1.13 |
| 15 | Stock 5 | -0.807 | 0.040 | -2.202 | 0.046 | 1.032 | 0.003 | -20.91 | 3.90 |
| 16 | COIN-Gaia 34 | -2.254 | 0.017 | 0.804 | 0.022 | 1.033 | 0.005 | -28.78 | 2.30 |
| 17 | UPK 265 | -0.550 | 0.030 | -0.447 | 0.037 | 1.177 | 0.042 | -17.87 | 4.03 |
| 18 | Stock 2 | 15.918 | 0.030 | -13.646 | 0.037 | 2.672 | 0.002 | 8.14 | 0.15 |
| 19 | NGC 886 | 3.132 | 0.019 | -4.056 | 0.028 | 0.958 | 0.004 | -9.30 | 1.14 |
| 20 | Stock 7 | -3.538 | 0.048 | 0.470 | 0.054 | 1.467 | 0.003 | -7.75 | 1.04 |
| 21 | UBC 187 | -1.629 | 0.062 | -1.801 | 0.068 | 1.094 | 0.005 | -24.46 | 1.51 |
| 22 | COIN-Gaia 8 | -2.391 | 0.035 | -2.528 | 0.035 | 1.368 | 0.033 | -8.03 | 1.20 |
| 23 | Trumpler 2 | 1.494 | 0.004 | -5.386 | 0.005 | 1.455 | 0.059 | -4.48 | 0.18 |
| 24 | UPK 303 | 18.354 | 0.069 | -24.290 | 0.067 | 4.687 | 0.142 | -10.90 | 0.55 |
| 25 | NGC 1039 | 0.695 | 0.052 | -5.812 | 0.049 | 2.009 | 0.063 | -6.90 | 0.45 |
| 26 | UPK 305 | 2.885 | 0.063 | -6.606 | 0.058 | 2.464 | 0.056 | 0.81 | 1.35 |
| 27 | UBC 415 | -1.308 | 0.058 | -1.677 | 0.070 | 1.117 | 0.060 | -22.52 | 1.77 |
| 28 | UPK 296 | -1.788 | 0.065 | -6.769 | 0.063 | 1.903 | 0.095 | 0.11 | 1.30 |
| 29 | COIN-Gaia 9 | -2.038 | 0.078 | -2.885 | 0.068 | 1.142 | 0.068 | -16.08 | 2.44 |
| 30 | Trumpler 3 | -3.421 | 0.073 | -0.143 | 0.075 | 1.479 | 0.046 | -22.45 | 1.87 |
| 31 | Stock 23 | -4.356 | 0.049 | -1.006 | 0.051 | 1.641 | 0.004 | -21.03 | 0.74 |
| 32 | Melotte 20 | 23.113 | 0.056 | -15.488 | 0.054 | 5.750 | 0.012 | -1.12 | 0.24 |
| 33 | Alessi 13 | 36.232 | 0.022 | -4.521 | 0.029 | 9.582 | 0.315 | 17.34 | 0.17 |
| 34 | ASCC 10 | -1.789 | 0.042 | -1.435 | 0.031 | 1.511 | 0.030 | -17.18 | 1.30 |
| 35 | King 6 | 3.830 | 0.003 | -1.891 | 0.003 | 1.382 | 0.003 | -21.14 | 1.83 |
| 36 | NGC 1333 | 6.803 | 0.016 | -9.972 | 0.012 | 3.374 | 0.012 | -6.85 | 14.25 |
| 37 | NGC 1342 | 0.419 | 0.041 | -1.662 | 0.031 | 1.523 | 0.051 | -10.48 | 0.20 |
| 38 | ASCC 11 | 0.908 | 0.064 | -3.080 | 0.057 | 1.173 | 0.042 | -14.66 | 0.11 |
| 39 | IC 348 | 4.423 | 0.116 | -6.358 | 0.077 | 3.158 | 0.098 | 14.47 | 1.44 |
| 40 | UBC 19 | 2.777 | 0.099 | -5.239 | 0.071 | 2.485 | 0.010 | 18.61 | 3.24 |
| 41 | Melotte 22 | 19.854 | 0.073 | -45.351 | 0.050 | 7.347 | 0.150 | 7.01 | 0.44 |
| 42 | UBC 88 | 1.449 | 0.048 | -3.024 | 0.041 | 1.027 | 0.004 | -7.93 | 2.87 |
| 43 | UBC 51 | -0.256 | 0.085 | -1.314 | 0.074 | 0.920 | 0.006 | -5.93 | 5.28 |
| 44 | UPK 294 | -1.296 | 0.038 | 2.254 | 0.065 | 1.331 | 0.033 | -18.29 | 1.78 |
| 45 | UBC 4 | -0.801 | 0.043 | -5.736 | 0.029 | 1.686 | 0.005 | 1.22 | 0.94 |
| 46 | UBC 31 | 3.644 | 0.068 | -5.286 | 0.046 | 2.711 | 0.012 | 16.45 | 2.05 |
| 47 | UPK 333 | 2.432 | 0.028 | -6.454 | 0.022 | 1.409 | 0.048 | 15.24 | 0.20 |
| 48 | NGC 1528 | 2.134 | 0.039 | -2.312 | 0.031 | 0.967 | 0.034 | -10.06 | 0.15 |
| 49 | NGC 1545 | -2.033 | 0.083 | -0.114 | 0.061 | 1.400 | 0.050 | -11.66 | 0.11 |
| 50 | UBC 55 | -1.091 | 0.044 | -2.618 | 0.030 | 1.098 | 0.005 | -16.32 | 4.89 |
| 51 | Melotte 25 | 105.086 | 0.040 | -26.787 | 0.029 | 21.331 | 0.675 | 39.63 | 0.12 |
| 52 | NGC 1582 | 2.169 | 0.050 | -1.391 | 0.039 | 1.013 | 0.041 | -22.37 | 2.06 |
| 53 | Gulliver 11 | 0.298 | 0.058 | 2.286 | 0.045 | 1.054 | 0.020 | 3.73 | 4.83 |
| 54 | UPK 312 | 0.130 | 0.030 | -0.792 | 0.024 | 1.420 | 0.007 | -8.60 | 2.61 |
| 55 | COIN-Gaia 11 | 3.454 | 0.032 | -5.723 | 0.026 | 1.515 | 0.041 | -6.17 | 0.19 |

**Tablo EK 2 (devam)**

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 56 | COIN-Gaia 10 | 1.952 | 0.076 | -3.439 | 0.063 | 0.950 | 0.006 | 0.76 | 0.19 |
| 57 | COIN-Gaia 39 | 0.122 | 0.040 | -2.529 | 0.029 | 0.963 | 0.004 | 19.74 | 8.65 |
| 58 | UBC 56 | 1.498 | 0.058 | -4.066 | 0.042 | 1.151 | 0.005 | -6.77 | 0.55 |
| 59 | Platais 3 | 3.672 | 0.025 | -20.610 | 0.034 | 5.590 | 0.060 | 8.40 | 0.18 |
| 60 | NGC 1647 | -1.042 | 0.066 | -1.565 | 0.045 | 1.698 | 0.045 | -6.86 | 0.63 |
| 61 | Alessi 2 | -0.915 | 0.050 | -1.091 | 0.041 | 1.627 | 0.068 | -10.89 | 0.58 |
| 62 | NGC 1662 | -1.167 | 0.076 | -1.965 | 0.053 | 2.439 | 0.062 | -13.33 | 0.14 |
| 63 | ASCC 12 | -0.702 | 0.051 | -2.949 | 0.043 | 0.954 | 0.039 | -28.7 | 5.29 |
| 64 | RSG 1 | 0.750 | 0.071 | -12.400 | 0.049 | 3.033 | 0.004 | 13.32 | 1.00 |
| 65 | UPK 385 | 1.810 | 0.102 | -3.519 | 0.070 | 3.163 | 0.019 | 16.72 | 3.38 |
| 66 | NGC 1708 | 0.204 | 0.053 | -1.424 | 0.045 | 1.050 | 0.038 | -7.65 | 1.96 |
| 67 | NGC 1750 | -1.032 | 0.080 | -2.405 | 0.055 | 1.384 | 0.055 | -9.41 | 1.24 |
| 68 | NGC 1758 | 3.141 | 0.035 | -3.507 | 0.025 | 1.150 | 0.076 | 6.80 | 2.90 |
| 69 | COIN-Gaia 14 | 1.290 | 0.078 | -6.651 | 0.051 | 1.041 | 0.041 | 11.36 | 2.21 |
| 70 | COIN-Gaia 18 | 0.724 | 0.055 | -4.950 | 0.035 | 0.980 | 0.006 | 7.25 | 0.32 |
| 71 | COIN-Gaia 20 | 0.469 | 0.047 | -1.495 | 0.033 | 0.940 | 0.004 | -1.62 | 3.17 |
| 72 | UPK 394 | -0.483 | 0.052 | -2.000 | 0.035 | 1.249 | 0.035 | -1.82 | 1.38 |
| 73 | COIN-Gaia 12 | 2.503 | 0.044 | -4.705 | 0.032 | 1.030 | 0.037 | -7.57 | 0.91 |
| 74 | NGC 1901 | 1.770 | 0.018 | 12.692 | 0.020 | 2.407 | 0.031 | -0.33 | 0.65 |
| 75 | ASCC 16 | 1.393 | 0.058 | -0.004 | 0.044 | 2.887 | 0.059 | 19.39 | 0.80 |
| 76 | COIN-Gaia 17 | 0.310 | 0.067 | -4.302 | 0.049 | 0.903 | 0.005 | -8.82 | 13.6 |
| 77 | ASCC 19 | 1.131 | 0.053 | -1.171 | 0.041 | 2.812 | 0.082 | 21.34 | 1.36 |
| 78 | ASCC 21 | 1.444 | 0.056 | -0.643 | 0.041 | 2.906 | 0.048 | 18.96 | 0.95 |
| 79 | COIN-Gaia 13 | -3.880 | 0.087 | -1.680 | 0.066 | 1.947 | 0.057 | -11.68 | 0.53 |
| 80 | UBC 17b | 0.082 | 0.064 | -0.194 | 0.053 | 2.406 | 0.005 | 28.43 | 0.83 |
| 81 | Gulliver 6 | 0.074 | 0.072 | -0.219 | 0.062 | 2.404 | 0.094 | 30.27 | 1.71 |
| 82 | UBC 17a | 1.686 | 0.049 | -1.100 | 0.041 | 2.846 | 0.010 | 16.44 | 2.68 |
| 83 | Collinder 69 | 1.181 | 0.058 | 2.138 | 0.040 | 2.495 | 0.004 | 24.55 | 1.18 |
| 84 | NGC 1980 | 1.268 | 0.054 | 0.553 | 0.045 | 2.614 | 0.057 | 25.39 | 0.97 |
| 85 | NGC 1977 | 1.271 | 0.471 | -0.753 | 0.503 | 2.521 | 0.069 | 30.71 | 0.17 |
| 86 | UBC 207 | 1.084 | 0.058 | 0.524 | 0.047 | 2.570 | 0.006 | 23.07 | 4.53 |
| 87 | UBC 8 | -3.229 | 0.058 | -3.997 | 0.053 | 2.087 | 0.037 | -7.86 | 0.22 |
| 88 | Stock 10 | -3.142 | 0.088 | -0.420 | 0.058 | 2.798 | 0.004 | -11.8 | 0.52 |
| 89 | UPK 398 | -3.263 | 0.082 | -1.777 | 0.059 | 2.249 | 0.007 | 31.14 | 0.65 |
| 90 | COIN-Gaia 23 | -0.302 | 0.160 | -1.014 | 0.100 | 1.041 | 0.026 | 3.75 | 3.85 |
| 91 | UPK 402 | -1.136 | 0.068 | -1.818 | 0.054 | 2.484 | 0.009 | 14.89 | 4.85 |
| 92 | UPK 422 | 0.172 | 0.056 | -0.556 | 0.052 | 3.327 | 0.007 | 30.13 | 1.60 |
| 93 | COIN-Gaia 24 | 2.508 | 0.051 | -2.950 | 0.037 | 0.991 | 0.004 | -4.10 | 2.86 |
| 94 | NGC 2184 | -0.665 | 0.036 | -0.237 | 0.033 | 1.739 | 0.041 | 41.42 | 0.64 |
| 95 | COIN-Gaia 25 | -0.480 | 0.008 | -2.644 | 0.057 | 1.224 | 0.048 | -14.58 | 0.14 |
| 96 | NGC 2169 | -1.099 | 0.126 | -1.604 | 0.094 | 1.043 | 0.008 | 22.95 | 5.58 |
| 97 | NGC 2168 | -2.230 | 0.052 | -2.871 | 0.039 | 1.151 | 0.035 | -7.29 | 0.16 |
| 98 | UPK 445 | -2.657 | 0.101 | 1.372 | 0.105 | 1.249 | 0.035 | 19.88 | 3.70 |
| 99 | NGC 2183 | -3.714 | 0.111 | 0.412 | 0.109 | 1.170 | 0.063 | 27.36 | 4.06 |
| 100 | Ferrero 11 | -3.042 | 0.074 | -4.347 | 0.063 | 1.241 | 0.044 | 20.08 | 1.25 |
| 101 | UPK 379 | -0.980 | 0.049 | -4.324 | 0.037 | 1.298 | 0.014 | 10.39 | 0.19 |
| 102 | FSR 1117 | -3.768 | 0.192 | -0.874 | 0.196 | 1.153 | 0.027 | 22.41 | 3.76 |
| 103 | ASCC 23 | 1.058 | 0.034 | -0.593 | 0.030 | 1.615 | 0.029 | -13.56 | 0.11 |
| 104 | NGC 2215 | 0.414 | 0.038 | -3.687 | 0.039 | 1.033 | 0.031 | -4.58 | 1.24 |
| 105 | UPK 381 | 0.397 | 0.029 | -2.953 | 0.021 | 1.389 | 0.012 | 16.9 | 7.86 |
| 106 | BDSB91 | -3.158 | 0.081 | 1.265 | 0.092 | 1.104 | 0.076 | 43.81 | 10.1 |
| 107 | NGC 2232 | -4.724 | 0.078 | -1.728 | 0.075 | 3.122 | 0.068 | 24.48 | 0.70 |
| 108 | vdBergh 80 | -3.233 | 0.135 | 0.491 | 0.136 | 1.020 | 0.041 | 36.27 | 5.43 |
| 109 | Collinder 95 | -2.216 | 0.101 | -5.135 | 0.083 | 1.515 | 0.008 | 5.57 | 5.20 |
| 110 | UPK 442 | -2.655 | 0.120 | -1.360 | 0.124 | 1.594 | 0.011 | 16.04 | 0.22 |

**Tablo EK 2 (devam)**

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 111 | vdBergh 83 | -2.855 | 0.073 | 3.280 | 0.084 | 1.075 | 0.062 | 34.85 | 5.63 |
| 112 | UPK 436 | -4.104 | 0.089 | 0.639 | 0.083 | 1.180 | 0.036 | 26.44 | 3.22 |
| 113 | NGC 2264 | -1.627 | 0.082 | -3.691 | 0.070 | 1.384 | 0.051 | 22.32 | 5.92 |
| 114 | NGC 2287 | -4.344 | 0.017 | -1.373 | 0.026 | 1.354 | 0.033 | 22.85 | 0.12 |
| 115 | UPK 350 | -4.861 | 0.064 | -6.336 | 0.059 | 2.312 | 0.007 | 1.33 | 0.67 |
| 116 | NGC 2281 | -2.980 | 0.072 | -8.274 | 0.061 | 1.922 | 0.057 | 19.07 | 0.11 |
| 117 | NGC 2301 | -1.365 | 0.060 | -2.195 | 0.054 | 1.148 | 0.042 | 25.92 | 0.13 |
| 118 | UPK 433 | -0.756 | 0.049 | -2.482 | 0.046 | 1.270 | 0.041 | 22.83 | 1.61 |
| 119 | ASCC 29 | -0.988 | 0.053 | -1.029 | 0.049 | 0.961 | 0.038 | 5.09 | 1.33 |
| 120 | ASCC 30 | -1.585 | 0.043 | -0.135 | 0.040 | 0.906 | 0.005 | 21.70 | 2.96 |
| 121 | UPK 524 | -2.720 | 0.033 | 8.778 | 0.035 | 1.816 | 0.065 | 26.18 | 0.60 |
| 122 | UBC 444 | -1.466 | 0.045 | -2.444 | 0.042 | 0.907 | 0.005 | 19.37 | 3.54 |
| 123 | NGC 2323 | -0.846 | 0.040 | -0.596 | 0.035 | 1.000 | 0.043 | 5.52 | 0.21 |
| 124 | ASCC 32 | -3.252 | 0.085 | 3.502 | 0.104 | 1.262 | 0.097 | 33.10 | 1.06 |
| 125 | UPK 495 | -2.327 | 0.030 | 5.701 | 0.029 | 1.528 | 0.031 | 1.09 | 0.59 |
| 126 | UBC 7 | -9.677 | 0.056 | 7.049 | 0.060 | 3.596 | 0.006 | 15.56 | 0.44 |
| 127 | Gulliver 21 | -1.874 | 0.012 | 4.230 | 0.016 | 1.535 | 0.051 | 39.89 | 0.63 |
| 128 | NGC 2343 | 0.200 | 0.064 | -0.162 | 0.066 | 0.900 | 0.006 | 15.30 | 0.18 |
| 129 | Alessi 21 | -5.509 | 0.072 | 2.615 | 0.071 | 1.746 | 0.106 | 37.61 | 0.40 |
| 130 | UPK 431 | -2.431 | 0.038 | 0.770 | 0.034 | 1.367 | 0.051 | 11.59 | 1.01 |
| 131 | UPK 470 | -4.820 | 0.065 | 4.254 | 0.067 | 0.976 | 0.044 | 31.23 | 3.55 |
| 132 | Collinder 132 | -4.156 | 0.066 | 3.751 | 0.079 | 1.546 | 0.008 | 20.55 | 1.20 |
| 133 | UPK 429 | -1.956 | 0.049 | 0.076 | 0.043 | 1.134 | 0.040 | 13.93 | 3.36 |
| 134 | NGC 2358 | -1.337 | 0.026 | 0.568 | 0.025 | 1.071 | 0.049 | 28.07 | 0.11 |
| 135 | Alessi 3 | -9.825 | 0.027 | 11.966 | 0.028 | 3.613 | 0.035 | -0.34 | 0.12 |
| 136 | Collinder 135 | -10.168 | 0.050 | 6.275 | 0.056 | 3.355 | 0.084 | 15.48 | 0.45 |
| 137 | UPK 452 | -5.802 | 0.022 | 3.240 | 0.021 | 1.606 | 0.026 | 42.52 | 2.58 |
| 138 | Collinder 140 | -8.055 | 0.045 | 4.778 | 0.053 | 2.606 | 0.091 | 16.37 | 1.43 |
| 139 | UPK 418 | -2.667 | 0.036 | -1.559 | 0.030 | 1.184 | 0.022 | 11.42 | 1.41 |
| 140 | NGC 2422 | -7.125 | 0.045 | 1.002 | 0.041 | 2.103 | 0.037 | 34.96 | 0.40 |
| 141 | Ruprecht 26 | -3.238 | 0.029 | 0.114 | 0.028 | 0.899 | 0.004 | 33.47 | 3.97 |
| 142 | NGC 2423 | -0.754 | 0.027 | -3.574 | 0.024 | 1.060 | 0.033 | 18.55 | 0.09 |
| 143 | UPK 540 | -4.860 | 0.069 | 7.756 | 0.072 | 2.733 | 0.063 | 7.61 | 1.03 |
| 144 | UPK 526 | -7.792 | 0.059 | 7.712 | 0.060 | 1.733 | 0.048 | 20.72 | 1.26 |
| 145 | Haffner 13 | -6.196 | 0.060 | 5.907 | 0.071 | 1.776 | 0.004 | 32.19 | 0.73 |
| 146 | NGC 2451A | -20.941 | 0.048 | 15.332 | 0.054 | 5.195 | 0.106 | 24.45 | 0.67 |
| 147 | NGC 2451B | -9.636 | 0.082 | 4.827 | 0.092 | 2.751 | 0.081 | 14.69 | 0.43 |
| 148 | NGC 2447 | -3.559 | 0.023 | 5.081 | 0.033 | 0.993 | 0.002 | 22.32 | 0.10 |
| 149 | ASCC 41 | 0.682 | 0.064 | -3.931 | 0.043 | 3.385 | 0.054 | -11.41 | 0.41 |
| 150 | UBC 250 | -3.471 | 0.066 | 10.925 | 0.065 | 1.059 | 0.053 | 13.59 | 1.24 |
| 151 | Alessi Teutsch 3 | -5.377 | 0.050 | 8.942 | 0.049 | 1.429 | 0.049 | 10.74 | 1.01 |
| 152 | UPK 468 | -1.557 | 0.046 | 0.120 | 0.037 | 1.104 | 0.026 | 0.23 | 1.91 |
| 153 | NGC 2516 | -4.620 | 0.092 | 11.294 | 0.080 | 2.428 | 0.046 | 23.80 | 0.13 |
| 154 | UBC 480 | -5.337 | 0.114 | 5.738 | 0.112 | 2.130 | 0.060 | 10.50 | 0.93 |
| 155 | UBC 13 | -7.848 | 0.080 | -1.220 | 0.054 | 1.610 | 0.067 | 28.28 | 2.82 |
| 156 | UPK 467 | -6.919 | 0.044 | -1.622 | 0.034 | 1.708 | 0.077 | 17.64 | 1.37 |
| 157 | NGC 2527 | -5.554 | 0.017 | 7.347 | 0.020 | 1.569 | 0.027 | 39.73 | 0.10 |
| 158 | Pozzo 1 | -6.403 | 0.054 | 9.658 | 0.057 | 2.910 | 0.084 | 15.60 | 1.52 |
| 159 | NGC 2547 | -8.545 | 0.073 | 4.367 | 0.079 | 2.586 | 0.058 | 12.58 | 0.40 |
| 160 | UPK 533 | -6.954 | 0.057 | 2.686 | 0.058 | 2.940 | 0.092 | 28.14 | 1.15 |
| 161 | NGC 2546 | -3.709 | 0.026 | 3.942 | 0.029 | 1.068 | 0.036 | 15.43 | 0.11 |
| 162 | Gulliver 10 | -4.347 | 0.049 | 5.052 | 0.056 | 1.681 | 0.066 | 35.21 | 0.33 |
| 163 | NGC 2548 | -1.300 | 0.036 | 1.036 | 0.032 | 1.303 | 0.040 | 8.38 | 0.10 |
| 164 | BH 23 | -7.072 | 0.071 | 7.424 | 0.075 | 2.276 | 0.008 | 22.40 | 1.09 |
| 165 | UPK 502 | -8.054 | 0.047 | 5.666 | 0.052 | 1.436 | 0.034 | 33.41 | 0.62 |

**Tablo EK 2 (devam)**

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 166 | UBC 12 | -8.341 | 0.033 | 4.141 | 0.027 | 2.263 | 0.025 | 32.68 | 0.56 |
| 167 | UPK 537 | -6.659 | 0.018 | 7.708 | 0.021 | 1.663 | 0.036 | 13.10 | 1.92 |
| 168 | Gulliver 9 | -5.897 | 0.086 | 6.861 | 0.093 | 1.981 | 0.132 | 24.31 | 9.11 |
| 169 | UPK 535 | -13.013 | 0.084 | 3.304 | 0.080 | 3.166 | 0.135 | 10.07 | 1.24 |
| 170 | UBC 255 | -4.860 | 0.029 | 2.858 | 0.026 | 1.060 | 0.055 | -11.77 | 0.24 |
| 171 | Pismis 4 | -8.178 | 0.051 | 5.361 | 0.054 | 1.448 | 0.033 | 9.00 | 0.61 |
| 172 | Pismis 5 | -5.503 | 0.104 | 4.278 | 0.118 | 1.073 | 0.023 | 15.14 | 2.67 |
| 173 | NGC 2632 | -35.952 | 0.067 | -12.880 | 0.048 | 5.405 | 0.121 | 34.55 | 0.07 |
| 174 | IC 2391 | -24.697 | 0.058 | 23.373 | 0.055 | 6.615 | 0.082 | 14.43 | 0.35 |
| 175 | UBC 21 | -6.514 | 0.041 | 2.498 | 0.042 | 1.097 | 0.114 | 19.69 | 0.54 |
| 176 | IC 2395 | -4.413 | 0.090 | 3.264 | 0.098 | 1.399 | 0.062 | 23.25 | 1.63 |
| 177 | UPK 545 | -8.787 | 0.057 | 2.797 | 0.057 | 3.075 | 0.072 | 22.94 | 1.19 |
| 178 | Collinder 197 | -5.775 | 0.092 | 4.033 | 0.102 | 1.047 | 0.064 | 21.43 | 4.86 |
| 179 | Teutsch 38 | -8.521 | 0.052 | 3.669 | 0.057 | 1.523 | 0.041 | 27.11 | 0.84 |
| 180 | NGC 2669 | -4.107 | 0.032 | 4.685 | 0.030 | 0.865 | 0.002 | 21.44 | 0.16 |
| 181 | Trumpler 10 | -12.396 | 0.061 | 6.574 | 0.067 | 2.301 | 0.076 | 21.57 | 0.28 |
| 182 | Alessi 43 | -5.544 | 0.083 | 3.918 | 0.085 | 1.049 | 0.063 | 18.58 | 2.90 |
| 183 | NGC 2682 | -10.980 | 0.030 | -2.910 | 0.022 | 1.153 | 0.038 | 33.85 | 0.06 |
| 184 | UPK 542 | -4.859 | 0.042 | 2.650 | 0.034 | 1.206 | 0.049 | 13.11 | 5.16 |
| 185 | BH 56 | -5.518 | 0.064 | 5.426 | 0.066 | 1.105 | 0.003 | 15.79 | 1.33 |
| 186 | UPK 508 | -10.556 | 0.028 | 6.274 | 0.035 | 1.195 | 0.109 | 24.92 | 0.72 |
| 187 | Platais 8 | -15.582 | 0.047 | 14.895 | 0.042 | 7.370 | 0.253 | 19.96 | 0.87 |
| 188 | UPK 528 | -7.673 | 0.052 | 1.955 | 0.055 | 1.030 | 0.004 | 25.13 | 2.70 |
| 189 | ESO 166 04 | -5.916 | 0.036 | 5.745 | 0.034 | 0.893 | 0.036 | 16.32 | 0.22 |
| 190 | Platais 9 | -24.511 | 0.041 | 13.179 | 0.041 | 5.414 | 0.012 | 16.29 | 0.50 |
| 191 | UBC 260 | -7.667 | 0.056 | 8.005 | 0.050 | 1.817 | 0.058 | 12.59 | 1.53 |
| 192 | Turner 5 | 0.011 | 0.020 | -2.994 | 0.024 | 2.395 | 0.118 | -4.29 | 0.28 |
| 193 | NGC 2925 | -8.490 | 0.041 | 5.406 | 0.040 | 1.317 | 0.041 | 1.58 | 0.87 |
| 194 | UPK 549 | -1.660 | 0.032 | -0.414 | 0.030 | 0.976 | 0.003 | -4.60 | 0.16 |
| 195 | NGC 3114 | -7.371 | 0.044 | 3.808 | 0.037 | 0.982 | 0.001 | -1.46 | 0.11 |
| 196 | Ruprecht 161 | -10.402 | 0.038 | 3.780 | 0.034 | 1.109 | 0.030 | 14.62 | 2.08 |
| 197 | ASCC 58 | -13.304 | 0.058 | 2.785 | 0.050 | 2.930 | 0.020 | 10.89 | 0.82 |
| 198 | NGC 3228 | -14.897 | 0.071 | -0.593 | 0.063 | 2.078 | 0.045 | 12.94 | 0.50 |
| 199 | UPK 560 | -12.595 | 0.055 | 3.878 | 0.059 | 1.715 | 0.109 | 10.77 | 1.01 |
| 200 | UPK 552 | -22.460 | 0.043 | 6.438 | 0.043 | 3.076 | 0.054 | 5.25 | 0.61 |
| 201 | BH 99 | -14.488 | 0.090 | 0.964 | 0.080 | 2.240 | 0.003 | 10.03 | 0.29 |
| 202 | IC 2602 | -17.569 | 0.032 | 10.847 | 0.029 | 6.648 | 0.075 | 15.86 | 0.78 |
| 203 | Alessi 5 | -15.451 | 0.069 | 2.351 | 0.064 | 2.513 | 0.076 | 10.82 | 3.21 |
| 204 | UPK 567 | -6.339 | 0.022 | 0.143 | 0.019 | 1.553 | 0.017 | 4.94 | 0.10 |
| 205 | Ruprecht 91 | -11.231 | 0.039 | 2.450 | 0.036 | 0.947 | 0.002 | -0.06 | 0.31 |
| 206 | UPK 562 | -11.675 | 0.040 | 4.885 | 0.041 | 1.223 | 0.044 | -3.93 | 4.00 |
| 207 | NGC 3532 | -10.438 | 0.021 | 5.298 | 0.019 | 2.090 | 0.023 | 4.03 | 0.09 |
| 208 | ASCC 66 | -11.318 | 0.072 | 3.023 | 0.064 | 1.018 | 0.029 | 0.18 | 2.56 |
| 209 | NGC 3680 | -7.249 | 0.013 | 1.223 | 0.015 | 0.943 | 0.003 | 1.75 | 0.12 |
| 210 | Ruprecht 98 | -4.160 | 0.035 | -8.608 | 0.038 | 2.104 | 0.044 | -5.54 | 0.23 |
| 211 | Alessi Teutsch 8 | -6.635 | 0.031 | 1.661 | 0.032 | 0.086 | 0.036 | -15.76 | 0.33 |
| 212 | ESO 130 06 | -11.292 | 0.030 | -0.793 | 0.032 | 1.229 | 0.038 | -7.62 | 1.92 |
| 213 | Melotte 111 | -12.096 | 0.026 | -9.018 | 0.024 | 11.658 | 0.294 | 0.30 | 0.11 |
| 214 | ASCC 73 | -11.671 | 0.021 | -2.846 | 0.023 | 1.569 | 0.029 | -19.13 | 2.86 |
| 215 | UPK 579 | -10.694 | 0.045 | -3.236 | 0.037 | 1.391 | 0.047 | 1.24 | 2.75 |
| 216 | UPK 578 | -12.965 | 0.024 | -4.572 | 0.029 | 1.060 | 0.037 | -2.60 | 0.13 |
| 217 | UPK 587 | -8.837 | 0.041 | -2.581 | 0.039 | 1.105 | 0.053 | -21.76 | 1.49 |
| 218 | Ruprecht 108 | -8.961 | 0.042 | -2.274 | 0.046 | 1.007 | 0.006 | -36.59 | 1.74 |
| 219 | Platais 10 | -30.362 | 0.036 | -10.119 | 0.036 | 4.174 | 0.013 | -16.30 | 0.72 |
| 220 | UPK 599 | -9.924 | 0.099 | 0.191 | 0.082 | 1.476 | 0.054 | -8.71 | 3.25 |

**Tablo EK 2 (devam)**

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 221 | NGC 5460 | -6.677 | 0.037 | -3.385 | 0.039 | 1.375 | 0.056 | -5.68 | 1.09 |
| 222 | Loden 1194 | -7.778 | 0.041 | -4.614 | 0.050 | 1.347 | 0.005 | -31.80 | 2.45 |
| 223 | UPK 585 | -6.845 | 0.039 | -5.518 | 0.043 | 1.394 | 0.026 | -11.37 | 4.23 |
| 224 | Lynga 2 | -6.742 | 0.028 | -4.663 | 0.034 | 1.056 | 0.045 | -18.21 | 0.20 |
| 225 | NGC 5593 | -5.808 | 0.025 | -2.046 | 0.044 | 0.958 | 0.005 | -28.8 | 3.77 |
| 226 | NGC 5662 | -6.473 | 0.022 | -7.176 | 0.029 | 1.296 | 0.035 | -21.50 | 0.16 |
| 227 | UPK 594 | -1.964 | 0.034 | -3.090 | 0.044 | 1.061 | 0.039 | 6.23 | 2.80 |
| 228 | Alessi 6 | -10.523 | 0.022 | -5.582 | 0.033 | 1.122 | 0.042 | -14.39 | 0.23 |
| 229 | BH 164 | -7.399 | 0.055 | -10.717 | 0.080 | 2.388 | 0.004 | -0.08 | 0.43 |
| 230 | UPK 604 | -4.544 | 0.049 | -3.693 | 0.056 | 1.327 | 0.039 | 6.44 | 4.59 |
| 231 | UPK 607 | -4.235 | 0.075 | -3.281 | 0.076 | 1.080 | 0.011 | -27.91 | 0.69 |
| 232 | NGC 5822 | -7.489 | 0.021 | -5.483 | 0.026 | 1.201 | 0.002 | -28.98 | 0.10 |
| 233 | UPK 613 | -4.403 | 0.053 | -3.575 | 0.050 | 1.130 | 0.010 | -27.09 | 0.21 |
| 234 | ASCC 79 | -3.140 | 0.024 | -4.206 | 0.028 | 1.196 | 0.027 | -4.85 | 4.44 |
| 235 | UPK 614 | -1.911 | 0.060 | -4.450 | 0.064 | 1.103 | 0.007 | -6.35 | 3.30 |
| 236 | Alessi 8 | -5.763 | 0.120 | -5.456 | 0.120 | 1.497 | 0.198 | -24.66 | 2.29 |
| 237 | UPK 605 | -3.691 | 0.020 | -4.309 | 0.037 | 1.333 | 0.006 | -7.21 | 3.44 |
| 238 | UPK 617 | -2.797 | 0.053 | -5.282 | 0.051 | 1.362 | 0.007 | -35.64 | 0.77 |
| 239 | UPK 621 | -2.490 | 0.040 | -3.096 | 0.034 | 1.117 | 0.007 | -31.18 | 3.89 |
| 240 | UBC 5 | -6.640 | 0.034 | -4.173 | 0.029 | 1.755 | 0.059 | -17.99 | 0.93 |
| 241 | UPK 626 | -7.391 | 0.029 | -5.709 | 0.024 | 1.970 | 0.009 | -16.92 | 1.34 |
| 242 | NGC 6025 | -2.962 | 0.031 | -3.036 | 0.027 | 1.281 | 0.038 | 9.63 | 3.11 |
| 243 | NGC 6087 | -1.632 | 0.036 | -2.384 | 0.029 | 1.023 | 0.044 | 2.68 | 1.74 |
| 244 | Harvard 10 | -2.012 | 0.062 | -10.625 | 0.051 | 1.450 | 0.045 | -18.75 | 0.56 |
| 245 | UPK 627 | -2.520 | 0.032 | -10.068 | 0.026 | 1.908 | 0.008 | -6.54 | 2.94 |
| 246 | NGC 6124 | -0.227 | 0.050 | 2.098 | 0.040 | 1.604 | 0.048 | -21.00 | 0.50 |
| 247 | UBC 11 | -0.453 | 0.031 | -6.811 | 0.025 | 2.176 | 0.027 | -21.18 | 0.85 |
| 248 | NGC 6178 | 0.372 | 0.115 | -3.346 | 0.080 | 1.112 | 0.038 | -5.97 | 4.76 |
| 249 | UPK 644 | -3.867 | 0.066 | -3.456 | 0.049 | 1.336 | 0.006 | -26.60 | 4.62 |
| 250 | UPK 630 | -1.754 | 0.044 | -2.302 | 0.035 | 1.079 | 0.005 | -0.42 | 4.58 |
| 251 | UPK 640 | -11.850 | 0.056 | -21.327 | 0.044 | 5.699 | 0.007 | 1.97 | 0.74 |
| 252 | ASCC 85 | 0.115 | 0.015 | -4.062 | 0.011 | 1.128 | 0.042 | 9.58 | 0.44 |
| 253 | UPK 612 | -13.327 | 0.026 | -12.259 | 0.039 | 4.360 | 0.014 | 0.82 | 1.18 |
| 254 | UPK 624 | -1.504 | 0.027 | -14.489 | 0.028 | 3.160 | 0.010 | 3.41 | 0.64 |
| 255 | NGC 6250 | 0.359 | 0.144 | -2.383 | 0.104 | 1.012 | 0.026 | -24.06 | 4.62 |
| 256 | UPK 629 | 0.732 | 0.020 | -3.830 | 0.016 | 1.116 | 0.022 | 12.42 | 2.08 |
| 257 | Alessi Teutsch 12 | -2.240 | 0.029 | -8.960 | 0.028 | 1.658 | 0.055 | -1.13 | 1.64 |
| 258 | ASCC 87 | -1.208 | 0.045 | -3.814 | 0.029 | 1.313 | 0.040 | 0.00 | 3.83 |
| 259 | DBSB 104 | -0.505 | 0.034 | -0.622 | 0.031 | 0.910 | 0.005 | -15.08 | 1.99 |
| 260 | NGC 6281 | -1.915 | 0.072 | -3.996 | 0.051 | 1.892 | 0.029 | -5.16 | 0.17 |
| 261 | UBC 563 | -0.581 | 0.118 | -4.171 | 0.084 | 0.897 | 0.005 | -2.95 | 4.49 |
| 262 | ASCC 88 | 0.833 | 0.092 | -3.277 | 0.063 | 1.112 | 0.037 | -17.07 | 0.37 |
| 263 | Alessi 24 | -0.459 | 0.065 | -8.946 | 0.071 | 2.060 | 0.071 | 9.65 | 0.61 |
| 264 | IC 4651 | -2.430 | 0.037 | -5.060 | 0.033 | 1.064 | 0.040 | -30.02 | 0.14 |
| 265 | Antalova 2 | 2.110 | 0.126 | -1.594 | 0.086 | 0.841 | 0.003 | -0.58 | 4.12 |
| 266 | UPK 642 | 2.234 | 0.060 | -4.408 | 0.048 | 1.060 | 0.014 | 10.01 | 3.33 |
| 267 | Collinder 338 | 2.447 | 0.026 | -1.973 | 0.019 | 1.515 | 0.035 | -28.54 | 2.00 |
| 268 | ASCC 90 | -1.569 | 0.025 | -2.611 | 0.018 | 1.736 | 0.038 | 6.88 | 0.68 |
| 269 | NGC 6405 | -1.359 | 0.062 | -5.836 | 0.042 | 2.176 | 0.057 | -7.83 | 0.18 |
| 270 | Alessi 9 | 9.945 | 0.056 | -9.037 | 0.035 | 4.772 | 0.172 | -6.94 | 0.40 |
| 271 | NGC 6416 | -1.970 | 0.046 | -2.369 | 0.027 | 0.919 | 0.004 | -21.92 | 0.98 |
| 272 | IC 4665 | -0.873 | 0.087 | -8.551 | 0.075 | 2.899 | 0.103 | -15.70 | 1.57 |
| 273 | NGC 6425 | 3.798 | 0.038 | -1.679 | 0.024 | 0.979 | 0.024 | -3.17 | 0.17 |
| 274 | Collinder 350 | -4.918 | 0.026 | -0.059 | 0.021 | 2.708 | 0.079 | -15.22 | 0.12 |
| 275 | Alessi 31 | -1.175 | 0.054 | -4.189 | 0.042 | 1.459 | 0.082 | 7.39 | 5.68 |

**Tablo EK 2 (devam)**

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 276 | UPK 25 | -0.277 | 0.023 | 0.218 | 0.019 | 1.616 | 0.081 | -13.97 | 1.60 |
| 277 | NGC 6475 | 3.086 | 0.046 | -5.364 | 0.030 | 3.582 | 0.093 | -15.28 | 0.13 |
| 278 | NGC 6494 | 0.304 | 0.055 | -1.889 | 0.038 | 1.369 | 0.036 | -7.90 | 0.15 |
| 279 | Ruprecht 135 | 1.436 | 0.060 | -1.444 | 0.042 | 0.887 | 0.005 | -14.81 | 0.20 |
| 280 | UPK 645 | 2.756 | 0.046 | -2.888 | 0.034 | 1.410 | 0.006 | 0.66 | 2.29 |
| 281 | Collinder 359 | 0.650 | 0.080 | -8.830 | 0.072 | 1.798 | 0.068 | -7.32 | 3.89 |
| 282 | NGC 6568 | 0.574 | 0.026 | -1.414 | 0.020 | 0.926 | 0.003 | -43.47 | 0.35 |
| 283 | UPK 5 | 0.671 | 0.070 | -8.462 | 0.053 | 1.770 | 0.044 | -5.18 | 1.52 |
| 284 | Gulliver 20 | 1.028 | 0.044 | -6.446 | 0.046 | 2.355 | 0.063 | -14.16 | 0.59 |
| 285 | Alessi 19 | -0.982 | 0.084 | -7.129 | 0.085 | 1.697 | 0.067 | -3.80 | 2.24 |
| 286 | UPK 27 | 2.356 | 0.048 | -2.220 | 0.042 | 1.093 | 0.048 | -31.93 | 0.21 |
| 287 | Ferrero 1 | 0.163 | 0.036 | -4.847 | 0.028 | 1.145 | 0.005 | -9.62 | 1.33 |
| 288 | UBC 9 | 0.556 | 0.045 | -5.369 | 0.053 | 2.888 | 0.100 | -20.28 | 1.298 |
| 289 | Mamajek 4 | 4.495 | 0.076 | -21.351 | 0.065 | 2.236 | 0.004 | -27.44 | 0.60 |
| 290 | UPK 7 | -0.360 | 0.031 | -5.795 | 0.024 | 1.255 | 0.044 | -2.15 | 0.15 |
| 291 | NGC 6633 | 1.227 | 0.034 | -1.785 | 0.030 | 2.539 | 0.047 | -28.75 | 0.13 |
| 292 | UPK 654 | 1.111 | 0.142 | -8.653 | 0.113 | 1.902 | 0.018 | -8.85 | 5.87 |
| 293 | UPK 28 | 0.808 | 0.071 | -2.556 | 0.064 | 1.089 | 0.038 | 8.68 | 11.14 |
| 294 | IC 4725 | -1.688 | 0.031 | -6.133 | 0.024 | 1.513 | 0.043 | 3.03 | 0.18 |
| 295 | UPK 29 | 0.490 | 0.055 | 2.791 | 0.048 | 1.480 | 0.082 | 23.25 | 0.99 |
| 296 | ASCC 97 | -2.361 | 0.029 | -6.426 | 0.023 | 1.736 | 0.037 | -4.55 | 1.24 |
| 297 | UBC 32 | -1.790 | 0.083 | -9.290 | 0.058 | 3.565 | 0.008 | -20.8 | 0.27 |
| 298 | IC 4756 | 1.256 | 0.034 | -4.946 | 0.033 | 2.110 | 0.053 | -25.04 | 0.08 |
| 299 | UPK 17 | 0.934 | 0.055 | -7.936 | 0.045 | 1.479 | 0.005 | -22.05 | 1.63 |
| 300 | UPK 33 | -0.065 | 0.055 | -10.882 | 0.053 | 1.946 | 0.032 | -11.04 | 0.01 |
| 301 | UPK 18 | 3.072 | 0.044 | 0.823 | 0.038 | 1.261 | 0.008 | -28.33 | 5.47 |
| 302 | UPK 38 | 0.416 | 0.048 | -9.090 | 0.041 | 1.511 | 0.082 | 0.76 | 3.57 |
| 303 | UPK 20 | 3.354 | 0.039 | 1.065 | 0.032 | 2.122 | 0.007 | -10.75 | 1.87 |
| 304 | UPK 4 | -2.031 | 0.042 | -6.384 | 0.033 | 1.234 | 0.031 | 10.03 | 1.71 |
| 305 | UPK 13 | -1.133 | 0.050 | -4.126 | 0.044 | 1.055 | 0.005 | 5.93 | 2.28 |
| 306 | ASCC 99 | 5.239 | 0.058 | -1.373 | 0.050 | 3.371 | 0.050 | -35.51 | 1.48 |
| 307 | UPK 23 | -0.869 | 0.081 | -2.117 | 0.065 | 0.976 | 0.083 | -13.05 | 3.44 |
| 308 | Ruprecht 145 | 8.354 | 0.035 | -4.414 | 0.028 | 1.659 | 0.038 | -55.74 | 0.23 |
| 309 | UPK 24 | -3.803 | 0.061 | -9.892 | 0.049 | 1.968 | 0.067 | 0.12 | 1.95 |
| 310 | NGC 6709 | 1.459 | 0.031 | -3.526 | 0.030 | 0.921 | 0.003 | -10.62 | 0.29 |
| 311 | UPK 21 | 7.872 | 0.029 | 0.668 | 0.024 | 1.685 | 0.008 | -25.5 | 0.27 |
| 312 | Collinder 394 | -1.489 | 0.099 | -5.887 | 0.083 | 1.366 | 0.067 | 3.45 | 2.83 |
| 313 | UPK 50 | -1.316 | 0.046 | -3.801 | 0.045 | 0.975 | 0.005 | -2.20 | 0.17 |
| 314 | UPK 26 | 0.028 | 0.049 | -4.428 | 0.042 | 1.074 | 0.085 | 11.88 | 9.29 |
| 315 | Stephenson 1 | 1.181 | 0.062 | -2.998 | 0.067 | 2.802 | 0.052 | -18.32 | 0.45 |
| 316 | NGC 6716 | -1.496 | 0.046 | -6.011 | 0.041 | 1.410 | 0.044 | 5.92 | 1.48 |
| 317 | Alessi 62 | 0.271 | 0.019 | -1.151 | 0.028 | 1.619 | 0.049 | 12.75 | 0.15 |
| 318 | UBC 26 | 2.122 | 0.058 | -5.338 | 0.084 | 1.685 | 0.073 | -13.46 | 1.62 |
| 319 | UPK 31 | -0.286 | 0.032 | 1.154 | 0.026 | 1.873 | 0.034 | -19.98 | 3.61 |
| 320 | UPK 54 | -0.628 | 0.033 | -5.887 | 0.036 | 1.156 | 0.032 | -3.69 | 1.56 |
| 321 | UPK 65 | -1.877 | 0.021 | -2.569 | 0.033 | 1.290 | 0.078 | -16.33 | 1.30 |
| 322 | UBC 1 | -2.492 | 0.067 | 3.662 | 0.066 | 3.073 | 0.076 | -22.35 | 0.68 |
| 323 | ASCC 101 | 0.963 | 0.039 | 1.231 | 0.045 | 2.521 | 0.036 | -19.11 | 0.44 |
| 324 | UPK 53 | 2.432 | 0.037 | 1.006 | 0.037 | 1.660 | 0.064 | -4.52 | 0.12 |
| 325 | UPK 12 | 0.606 | 0.048 | -6.698 | 0.039 | 1.519 | 0.039 | 5.75 | 1.33 |
| 326 | UBC 356 | -0.549 | 0.114 | -4.942 | 0.093 | 0.902 | 0.004 | 10.80 | 2.81 |
| 327 | Ruprecht 147 | -0.922 | 0.025 | -26.654 | 0.020 | 3.260 | 0.076 | 41.21 | 0.14 |
| 328 | NGC 6793 | 3.780 | 0.033 | 3.545 | 0.036 | 1.674 | 0.045 | -20.86 | 0.70 |
| 329 | NGC 6800 | 0.446 | 0.013 | -0.860 | 0.019 | 0.954 | 0.003 | -14.11 | 0.23 |
| 330 | UPK 45 | -0.597 | 0.041 | -2.145 | 0.035 | 1.113 | 0.058 | 0.95 | 2.61 |

**Tablo EK 2 (devam)**

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 331 | UPK 40 | 0.416 | 0.048 | -9.090 | 0.041 | 1.511 | 0.082 | 0.76 | 3.57 |
| 332 | Gulliver 28 | -4.466 | 0.027 | -3.473 | 0.028 | 1.561 | 0.108 | -0.27 | 2.78 |
| 333 | UPK 42 | -0.455 | 0.072 | -5.015 | 0.055 | 1.676 | 0.085 | 3.72 | 1.42 |
| 334 | UPK 80 | 1.172 | 0.056 | -1.107 | 0.068 | 1.099 | 0.031 | -8.10 | 0.23 |
| 335 | Teutsch 35 | -0.653 | 0.029 | -2.473 | 0.034 | 2.023 | 0.074 | -5.11 | 0.70 |
| 336 | Stock 1 | 6.101 | 0.027 | 0.214 | 0.038 | 2.461 | 0.004 | -20.22 | 0.27 |
| 337 | UPK 46 | 0.137 | 0.032 | -8.551 | 0.023 | 1.463 | 0.007 | 0.48 | 1.60 |
| 338 | UBC 14 | 0.110 | 0.046 | -2.125 | 0.035 | 1.301 | 0.005 | -8.97 | 3.46 |
| 339 | Alessi 44 | 0.639 | 0.042 | -2.314 | 0.032 | 1.592 | 0.193 | -10.21 | 0.10 |
| 340 | ASCC 105 | 1.376 | 0.071 | -1.627 | 0.085 | 1.780 | 0.028 | -14.46 | 1.21 |
| 341 | UPK 55 | -1.436 | 0.033 | -6.860 | 0.026 | 1.249 | 0.004 | -3.95 | 0.41 |
| 342 | ASCC 107 | -0.175 | 0.105 | -5.159 | 0.119 | 1.138 | 0.036 | -6.78 | 2.79 |
| 343 | UPK 82 | 2.292 | 0.027 | -2.172 | 0.036 | 1.832 | 0.004 | -16.45 | 0.63 |
| 344 | UPK 90 | -0.850 | 0.037 | -5.729 | 0.042 | 1.238 | 0.007 | -13.92 | 1.53 |
| 345 | UBC 582 | -3.014 | 0.101 | -7.873 | 0.114 | 0.881 | 0.005 | 3.02 | 3.47 |
| 346 | UPK 93 | -0.853 | 0.028 | -8.252 | 0.035 | 1.414 | 0.009 | 13.57 | 0.16 |
| 347 | Alessi 10 | 1.474 | 0.071 | -7.886 | 0.049 | 2.265 | 0.075 | -15.60 | 0.48 |
| 348 | Roslund 5 | 2.025 | 0.038 | -1.204 | 0.043 | 1.848 | 0.005 | -18.28 | 0.46 |
| 349 | ASCC 111 | -1.165 | 0.049 | -1.545 | 0.057 | 1.164 | 0.042 | -23.02 | 1.09 |
| 350 | Gulliver 60 | 1.720 | 0.038 | 0.155 | 0.044 | 0.908 | 0.003 | -11.12 | 2.92 |
| 351 | RSG 5 | 3.622 | 0.076 | 1.566 | 0.076 | 2.968 | 0.006 | -7.44 | 0.77 |
| 352 | UPK 79 | -2.129 | 0.027 | -5.429 | 0.018 | 1.071 | 0.006 | -3.75 | 1.42 |
| 353 | Alessi Teutsch 11 | -0.092 | 0.035 | -1.291 | 0.034 | 1.534 | 0.040 | -27.41 | 0.14 |
| 354 | Collinder 419 | -2.696 | 0.051 | -6.376 | 0.052 | 0.964 | 0.004 | 6.06 | 6.59 |
| 355 | UPK 94 | 2.099 | 0.031 | 1.014 | 0.038 | 1.036 | 0.005 | -9.72 | 1.91 |
| 356 | UPK 66 | 0.440 | 0.054 | -10.024 | 0.046 | 1.470 | 0.007 | -7.63 | 0.13 |
| 357 | UPK 137 | -2.314 | 0.030 | -6.104 | 0.030 | 1.179 | 0.004 | -16.55 | 2.19 |
| 358 | Dolidze 8 | -2.54 | 0.021 | -6.207 | 0.023 | 1.020 | 0.006 | -3.12 | 11.47 |
| 359 | Roslund 6 | 5.968 | 0.048 | 2.149 | 0.054 | 2.833 | 0.004 | -8.02 | 0.24 |
| 360 | UPK 119 | -0.557 | 0.057 | -2.042 | 0.065 | 1.277 | 0.006 | -19.32 | 3.42 |
| 361 | UPK 88 | 10.192 | 0.036 | -5.353 | 0.036 | 3.437 | 0.028 | -3.98 | 2.11 |
| 362 | UPK 84 | -6.297 | 0.027 | -9.293 | 0.026 | 1.079 | 0.004 | 23.97 | 0.23 |
| 363 | Alessi 12 | 4.320 | 0.057 | -4.700 | 0.057 | 1.858 | 0.105 | 3.24 | 1.47 |
| 364 | UPK 155 | -2.229 | 0.062 | -3.907 | 0.058 | 1.093 | 0.058 | -19.44 | 4.80 |
| 365 | UPK 126 | -1.554 | 0.080 | -2.114 | 0.089 | 1.177 | 0.013 | -28.45 | 4.68 |
| 366 | UPK 99 | 0.288 | 0.026 | -7.894 | 0.025 | 1.234 | 0.006 | -3.56 | 5.69 |
| 367 | NGC 6991 | 5.625 | 0.023 | 8.416 | 0.022 | 1.771 | 0.037 | -12.7 | 0.15 |
| 368 | UPK 51 | 5.114 | 0.048 | 1.941 | 0.033 | 1.757 | 0.080 | -16.82 | 1.16 |
| 369 | NGC 6997 | -4.288 | 0.025 | -6.914 | 0.028 | 1.132 | 0.017 | -19.55 | 0.17 |
| 370 | UPK 131 | 2.829 | 0.031 | -1.126 | 0.034 | 1.020 | 0.005 | -11.31 | 2.94 |
| 371 | UPK 108 | 1.012 | 0.039 | -4.762 | 0.045 | 1.162 | 0.006 | -8.09 | 1.30 |
| 372 | Gulliver 48 | -4.765 | 0.027 | -6.753 | 0.030 | 1.069 | 0.005 | -0.14 | 7.75 |
| 373 | UPK 113 | 2.141 | 0.066 | -2.360 | 0.079 | 1.423 | 0.007 | -15.17 | 1.13 |
| 374 | NGC 7039 | -0.232 | 0.113 | -2.561 | 0.106 | 1.326 | 0.033 | -12.26 | 2.45 |
| 375 | ASCC 113 | 0.793 | 0.033 | -3.760 | 0.034 | 1.767 | 0.037 | -7.24 | 0.47 |
| 376 | UBC 385 | -2.523 | 0.112 | -3.499 | 0.108 | 1.173 | 0.005 | -23.55 | 2.68 |
| 377 | UPK 143 | 1.073 | 0.053 | -2.479 | 0.051 | 1.144 | 0.030 | -12.61 | 0.47 |
| 378 | UPK 150 | -4.238 | 0.046 | -4.036 | 0.044 | 0.996 | 0.005 | -12.41 | 3.68 |
| 379 | NGC 7058 | 7.413 | 0.094 | 2.768 | 0.092 | 2.735 | 0.050 | -19.97 | 0.88 |
| 380 | NGC 7063 | 1.560 | 0.024 | -2.573 | 0.028 | 1.480 | 0.054 | -1.38 | 0.75 |
| 381 | UPK 136 | 0.029 | 0.023 | -0.644 | 0.024 | 1.551 | 0.008 | -7.69 | 1.80 |
| 382 | NGC 7092 | -7.459 | 0.083 | -19.728 | 0.078 | 3.371 | 0.103 | -6.35 | 0.18 |
| 383 | UBC 10a | -2.025 | 0.096 | -3.120 | 0.086 | 1.090 | 0.004 | -6.48 | 0.44 |
| 384 | IC 1396 | -2.407 | 0.117 | -4.691 | 0.101 | 1.084 | 0.076 | -15.71 | 1.84 |
| 385 | UBC 167 | -2.034 | 0.106 | -3.121 | 0.094 | 1.082 | 0.005 | -12.99 | 3.57 |

**Tablo EK 2 (devam)**

| Sıra | Küme | $\mu_\alpha \cos\delta$ (mas/yıl) | | $\mu_\delta$ (mas/yıl) | | $\varpi$ (mas) | | $V_R$ (km/sn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 386 | ASCC 114 | -3.692 | 0.056 | -3.449 | 0.053 | 1.064 | 0.023 | -20.84 | 2.70 |
| 387 | UBC 150 | -4.114 | 0.027 | -6.771 | 0.029 | 1.164 | 0.009 | -13.84 | 2.06 |
| 388 | NGC 7129 | -1.773 | 0.030 | -3.460 | 0.026 | 1.097 | 0.009 | -17.65 | 5.71 |
| 389 | UPK 169 | -1.985 | 0.085 | -2.464 | 0.075 | 1.171 | 0.052 | -21.19 | 3.59 |
| 390 | UBC 10b | -3.427 | 0.024 | -1.907 | 0.021 | 1.019 | 0.004 | -15.65 | 7.79 |
| 391 | NGC 7160 | -3.430 | 0.103 | -1.388 | 0.084 | 1.087 | 0.033 | -24.01 | 1.35 |
| 392 | ASCC 115 | -0.553 | 0.044 | -0.639 | 0.035 | 1.305 | 0.029 | -11.13 | 1.38 |
| 393 | Alessi Teutsch 5 | -1.854 | 0.091 | -3.275 | 0.085 | 1.118 | 0.101 | -15.66 | 3.28 |
| 394 | UBC 168 | 1.801 | 0.032 | 1.538 | 0.028 | 1.072 | 0.003 | -26.75 | 1.72 |
| 395 | NGC 7243 | 0.413 | 0.044 | -2.907 | 0.039 | 1.127 | 0.034 | -11.46 | 0.64 |
| 396 | UPK 178 | -4.277 | 0.061 | -3.397 | 0.061 | 1.051 | 0.071 | -24.70 | 0.36 |
| 397 | Pismis Moreno 1 | -2.365 | 0.142 | -2.177 | 0.127 | 1.082 | 0.030 | -19.94 | 4.38 |
| 398 | UBC 392 | -0.672 | 0.041 | -3.340 | 0.036 | 1.066 | 0.004 | -2.17 | 0.21 |
| 399 | UPK 194 | -0.633 | 0.035 | -3.372 | 0.034 | 1.069 | 0.004 | -2.14 | 0.20 |
| 400 | UPK 167 | 1.627 | 0.062 | -0.133 | 0.059 | 1.855 | 0.098 | -10.88 | 0.75 |
| 401 | UBC 396 | -2.246 | 0.029 | -2.845 | 0.028 | 0.969 | 0.006 | -31.36 | 7.77 |
| 402 | UBC 159 | -1.948 | 0.043 | -4.781 | 0.040 | 2.006 | 0.006 | -13.63 | 1.09 |
| 403 | UPK 180 | -0.522 | 0.080 | 0.194 | 0.071 | 1.164 | 0.058 | -17.39 | 4.29 |
| 404 | FSR 0398 | -3.151 | 0.066 | -1.179 | 0.060 | 1.053 | 0.005 | -16.30 | 5.78 |
| 405 | UPK 166 | -0.902 | 0.089 | -3.281 | 0.087 | 1.518 | 0.071 | -10.45 | 0.89 |
| 406 | ASCC 123 | 12.254 | 0.051 | -1.525 | 0.046 | 4.317 | 0.013 | -3.73 | 0.64 |
| 407 | Alessi 37 | 0.354 | 0.036 | -1.676 | 0.037 | 1.402 | 0.057 | -9.61 | 0.69 |
| 408 | UBC 394 | 2.182 | 0.052 | 0.012 | 0.043 | 1.096 | 0.005 | -16.09 | 0.09 |
| 409 | UPK 168 | -0.519 | 0.055 | -4.013 | 0.068 | 1.656 | 0.056 | -8.47 | 0.73 |
| 410 | RSG 7 | 4.843 | 0.052 | -2.096 | 0.049 | 2.366 | 0.007 | -12.18 | 0.89 |
| 411 | UPK 201 | -3.980 | 0.009 | -3.393 | 0.008 | 1.099 | 0.009 | -7.38 | 3.87 |
| 412 | RSG 8 | 5.654 | 0.065 | -1.695 | 0.062 | 2.046 | 0.007 | -10.02 | 1.18 |
| 413 | UBC 178 | -1.281 | 0.095 | -1.968 | 0.083 | 1.156 | 0.005 | -13.02 | 6.16 |
| 414 | UPK 185 | 2.643 | 0.005 | -1.949 | 0.005 | 1.797 | 0.052 | -11.64 | 0.52 |
| 415 | ASCC 127 | 7.493 | 0.072 | -1.792 | 0.069 | 2.648 | 0.058 | -13.93 | 0.78 |
| 416 | ASCC 128 | 1.246 | 0.029 | 0.136 | 0.026 | 1.522 | 0.030 | -15.44 | 0.78 |
| 417 | UPK 220 | -2.399 | 0.042 | -2.642 | 0.039 | 1.031 | 0.049 | -8.71 | 0.30 |
| 418 | UPK 219 | -1.760 | 0.044 | -2.565 | 0.043 | 1.224 | 0.041 | -2.40 | 0.10 |
| 419 | UPK 230 | 4.899 | 0.053 | -0.885 | 0.056 | 1.867 | 0.068 | -3.72 | 0.25 |
| 420 | Stock 12 | 8.570 | 0.039 | -1.889 | 0.037 | 2.284 | 0.004 | -4.24 | 0.51 |
| 421 | Aveni Hunter 1 | -0.159 | 0.052 | -2.230 | 0.052 | 2.374 | 0.006 | -16.89 | 2.55 |
| 422 | NGC 7762 | 1.489 | 0.023 | 3.962 | 0.024 | 1.033 | 0.025 | -46.61 | 0.10 |

**Tablo EK 3:** Açık kümelerin bu çalışmada hesaplanan astrofizik parametreleri.

| Sıra | Küme | $E(B-R)$ (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | $[Fe/H]_{ref}$ | $d$ (pc) | | $t$ (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Blanco 1 | 0.014 | 0.014 | -0.056 | 0.048 | 09 | 237 | 8 | 100 | 5 |
| 2 | Alessi 20 | 0.382 | 0.026 | -0.068 | 0.037 | 12 | 428 | 10 | 9 | 1 |
| 3 | UBC 183 | 0.308 | 0.038 | 0.050 | 0.050 | 17 | 1084 | 37 | 86 | 5 |
| 4 | UPK 237 | 0.690 | 0.630 | 0.100 | 0.050 | 17 | 745 | 42 | 280 | 25 |
| 5 | UBC 2 | 0.115 | 0.031 | -0.038 | 0.045 | 12 | 562 | 16 | 220 | 25 |
| 6 | NGC 225 | 0.332 | 0.053 | -0.100 | 0.050 | 17 | 692 | 33 | 170 | 15 |
| 7 | COIN-Gaia 1 | 0.497 | 0.081 | 0.100 | 0.050 | 17 | 665 | 48 | 195 | 20 |
| 8 | Alessi 1 | 0.092 | 0.036 | 0.000 | 0.080 | 08 | 705 | 23 | 850 | 50 |
| 9 | COIN-Gaia 30 | 0.496 | 0.038 | 0.030 | 0.050 | 08 | 743 | 25 | 185 | 15 |
| 10 | FSR 0551 | 0.713 | 0.046 | 0.000 | 0.050 | 17 | 947 | 39 | 17 | 1 |
| 11 | Collinder 463 | 0.450 | 0.037 | -0.150 | 0.050 | 08 | 858 | 29 | 150 | 20 |
| 12 | COIN-Gaia 5 | 0.273 | 0.032 | 0.000 | 0.050 | 17 | 919 | 27 | 120 | 15 |
| 13 | NGC 752 | 0.044 | 0.013 | -0.053 | 0.006 | 07 | 449 | 6 | 1150 | 200 |
| 14 | UPK 282 | 0.106 | 0.050 | -0.058 | 0.031 | 12 | 771 | 35 | 220 | 25 |
| 15 | Stock 5 | 0.670 | 0.041 | 0.100 | 0.050 | 17 | 964 | 36 | 39 | 5 |
| 16 | COIN-Gaia 34 | 0.795 | 0.068 | -0.100 | 0.050 | 17 | 962 | 58 | 175 | 5 |
| 17 | UPK 265 | 0.907 | 0.048 | -0.100 | 0.050 | 17 | 852 | 37 | 135 | 15 |
| 18 | Stock 2 | 0.356 | 0.020 | 0.080 | 0.100 | 14 | 383 | 7 | 450 | 30 |
| 19 | NGC 886 | 0.607 | 0.034 | 0.150 | 0.050 | 17 | 1046 | 32 | 450 | 30 |
| 20 | Stock 7 | 0.692 | 0.055 | 0.150 | 0.050 | 17 | 682 | 34 | 85 | 5 |
| 21 | UBC 187 | 0.498 | 0.055 | 0.000 | 0.005 | 17 | 907 | 45 | 12 | 1 |
| 22 | COIN-Gaia 8 | 0.222 | 0.023 | -0.047 | 0.037 | 12 | 715 | 15 | 315 | 35 |
| 23 | Trumpler 2 | 0.452 | 0.019 | -0.262 | 0.106 | 10 | 686 | 49 | 110 | 10 |
| 24 | UPK 303 | 0.025 | 0.025 | 0.118 | 0.021 | 12 | 212 | 10 | 120 | 10 |
| 25 | NGC 1039 | 0.132 | 0.043 | 0.020 | 0.060 | 02 | 491 | 19 | 170 | 15 |
| 26 | UPK 305 | 0.078 | 0.114 | 0.046 | 0.015 | 12 | 408 | 41 | 220 | 5 |
| 27 | UBC 415 | 0.603 | 0.050 | -0.100 | 0.050 | 17 | 862 | 39 | 15 | 1 |
| 28 | UPK 296 | 0.019 | 0.019 | -0.027 | 0.018 | 12 | 519 | 18 | 270 | 35 |
| 29 | COIN-Gaia 9 | 0.506 | 0.042 | -0.011 | 0.021 | 12 | 836 | 32 | 150 | 15 |
| 30 | Trumpler 3 | 0.403 | 0.042 | -0.220 | 0.010 | 04 | 659 | 25 | 70 | 5 |
| 31 | Stock 23 | 0.426 | 0.062 | 0.050 | 0.050 | 17 | 613 | 34 | 65 | 1 |
| 32 | Melotte 20 | 0.123 | 0.027 | -0.013 | 0.055 | 09 | 172 | 4 | 60 | 5 |
| 33 | Alessi 13 | 0.158 | 0.021 | 0.050 | 0.050 | 17 | 106 | 2 | 40 | 5 |
| 34 | ASCC 10 | 0.252 | 0.061 | -0.024 | 0.011 | 12 | 627 | 34 | 255 | 25 |
| 35 | King 6 | 0.731 | 0.052 | -0.069 | 0.048 | 12 | 723 | 34 | 190 | 20 |
| 36 | NGC 1333 | 1.340 | 0.089 | -0.040 | 0.010 | 04 | 291 | 23 | 10 | 1 |
| 37 | NGC 1342 | 0.316 | 0.046 | -0.145 | 0.019 | 12 | 642 | 26 | 1000 | 150 |
| 38 | ASCC 11 | 0.299 | 0.041 | -0.162 | 0.027 | 12 | 864 | 32 | 180 | 15 |
| 39 | IC 348 | 0.901 | 0.030 | -0.110 | 0.020 | 01 | 316 | 18 | 8 | 1 |
| 40 | UBC 19 | 0.362 | 0.114 | 0.083 | 0.046 | 12 | 405 | 41 | 7 | 1 |
| 41 | Melotte 22 | 0.082 | 0.030 | -0.010 | 0.049 | 09 | 137 | 4 | 95 | 5 |
| 42 | UBC 88 | 0.491 | 0.048 | -0.042 | 0.023 | 12 | 975 | 42 | 42 | 1 |
| 43 | UBC 51 | 0.571 | 0.061 | 0.047 | 0.028 | 12 | 1088 | 60 | 7 | 1 |
| 44 | UPK 294 | 0.911 | 0.051 | -0.152 | 0.062 | 12 | 765 | 35 | 200 | 20 |
| 45 | UBC 4 | 0.378 | 0.035 | -0.078 | 0.012 | 12 | 599 | 19 | 240 | 5 |
| 46 | UBC 31 | 0.416 | 0.069 | 0.003 | 0.009 | 12 | 368 | 23 | 9 | 1 |
| 47 | UPK 333 | 0.329 | 0.029 | -0.046 | 0.051 | 12 | 688 | 18 | 800 | 100 |
| 48 | NGC 1528 | 0.434 | 0.045 | -0.129 | 0.030 | 12 | 1033 | 42 | 300 | 25 |
| 49 | NGC 1545 | 0.377 | 0.073 | 0.039 | 0.024 | 12 | 712 | 46 | 85 | 5 |
| 50 | UBC 55 | 0.686 | 0.077 | -0.106 | 0.027 | 12 | 907 | 62 | 22 | 1 |
| 51 | Melotte 25 | 0.030 | 0.011 | 0.145 | 0.063 | 09 | 47 | 1 | 575 | 50 |
| 52 | NGC 1582 | 0.457 | 0.053 | -0.051 | 0.029 | 12 | 1010 | 48 | 140 | 20 |
| 53 | Gulliver 11 | 0.498 | 0.049 | 0.043 | 0.087 | 12 | 954 | 42 | 305 | 5 |
| 54 | UPK 312 | 0.344 | 0.115 | 0.100 | 0.050 | 17 | 696 | 71 | 130 | 5 |
| 55 | COIN-Gaia 11 | 0.588 | 0.040 | 0.161 | 0.024 | 12 | 617 | 22 | 800 | 120 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | $E(B-R)$ (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | $[Fe/H]_{ref}$ | $d$ (pc) | | $t$ (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 56 | COIN-Gaia 10 | 0.729 | 0.046 | -0.079 | 0.086 | 12 | 1061 | 44 | 130 | 5 |
| 57 | COIN-Gaia 39 | 0.495 | 0.085 | -0.036 | 0.098 | 12 | 1038 | 78 | 280 | 10 |
| 58 | UBC 56 | 0.772 | 0.054 | -0.020 | 0.109 | 12 | 866 | 42 | 525 | 35 |
| 59 | Platais 3 | 0.018 | 0.024 | 0.000 | 0.050 | 17 | 180 | 4 | 175 | 10 |
| 60 | NGC 1647 | 0.405 | 0.053 | 0.016 | 0.010 | 12 | 586 | 28 | 360 | 35 |
| 61 | Alessi 2 | 0.376 | 0.040 | -0.006 | 0.007 | 12 | 609 | 22 | 230 | 25 |
| 62 | NGC 1662 | 0.275 | 0.048 | -0.070 | 0.010 | 07 | 411 | 18 | 850 | 50 |
| 63 | ASCC 12 | 0.352 | 0.045 | -0.162 | 0.027 | 12 | 1024 | 41 | 290 | 30 |
| 64 | RSG 1 | 0.280 | 0.033 | 0.052 | 0.023 | 12 | 331 | 10 | 100 | 5 |
| 65 | UPK 385 | 0.241 | 0.121 | 0.127 | 0.010 | 12 | 316 | 34 | 10 | 1 |
| 66 | NGC 1708 | 0.593 | 0.050 | -0.036 | 0.046 | 12 | 951 | 43 | 130 | 5 |
| 67 | NGC 1750 | 0.473 | 0.053 | -0.030 | 0.012 | 12 | 723 | 35 | 150 | 15 |
| 68 | NGC 1758 | 0.437 | 0.031 | -0.021 | 0.036 | 12 | 902 | 33 | 650 | 50 |
| 69 | COIN-Gaia 14 | 0.306 | 0.031 | 0.015 | 0.074 | 12 | 914 | 26 | 345 | 85 |
| 70 | COIN-Gaia 18 | 0.477 | 0.036 | -0.079 | 0.030 | 12 | 1023 | 33 | 140 | 5 |
| 71 | COIN-Gaia 20 | 0.346 | 0.047 | -0.063 | 0.024 | 12 | 1065 | 45 | 85 | 5 |
| 72 | UPK 394 | 0.128 | 0.045 | 0.000 | 0.050 | 17 | 804 | 33 | 170 | 25 |
| 73 | COIN-Gaia 12 | 0.110 | 0.038 | -0.033 | 0.046 | 12 | 974 | 33 | 530 | 60 |
| 74 | NGC 1901 | 0.163 | 0.026 | -0.145 | 0.039 | 09 | 424 | 10 | 600 | 50 |
| 75 | ASCC 16 | 0.122 | 0.038 | -0.104 | 0.060 | 09 | 357 | 12 | 12 | 1 |
| 76 | COIN-Gaia 17 | 0.499 | 0.062 | -0.025 | 0.034 | 12 | 1103 | 61 | 305 | 10 |
| 77 | ASCC 19 | 0.061 | 0.040 | -0.059 | 0.049 | 09 | 357 | 13 | 9 | 1 |
| 78 | ASCC 21 | 0.112 | 0.041 | -0.135 | 0.050 | 04 | 366 | 14 | 8 | 1 |
| 79 | COIN-Gaia 13 | 0.096 | 0.069 | -0.051 | 0.017 | 12 | 512 | 32 | 160 | 15 |
| 80 | UBC 17b | 0.147 | 0.039 | -0.070 | 0.032 | 09 | 419 | 15 | 9 | 1 |
| 81 | Gulliver 6 | 0.160 | 0.050 | -0.098 | 0.058 | 09 | 403 | 18 | 9 | 1 |
| 82 | UBC 17a | 0.109 | 0.024 | -0.087 | 0.071 | 09 | 357 | 8 | 5 | 1 |
| 83 | Collinder 69 | 0.187 | 0.035 | -0.113 | 0.092 | 09 | 400 | 13 | 7 | 1 |
| 84 | NGC 1980 | 0.089 | 0.055 | -0.075 | 0.092 | 09 | 390 | 19 | 9 | 1 |
| 85 | NGC 1977 | 0.736 | 0.045 | -0.210 | 0.040 | 06 | 407 | 5 | 100 | 10 |
| 86 | UBC 207 | 0.102 | 0.047 | -0.180 | 0.010 | 06 | 389 | 16 | 5 | 1 |
| 87 | UBC 8 | 0.373 | 0.049 | -0.115 | 0.015 | 12 | 474 | 21 | 295 | 10 |
| 88 | Stock 10 | 0.223 | 0.090 | -0.056 | 0.021 | 12 | 360 | 29 | 130 | 5 |
| 89 | UPK 398 | 0.321 | 0.046 | -0.100 | 0.050 | 17 | 449 | 19 | 8 | 1 |
| 90 | COIN-Gaia 23 | 0.267 | 0.084 | -0.142 | 0.059 | 12 | 971 | 72 | 85 | 8 |
| 91 | UPK 402 | 1.048 | 0.112 | 0.000 | 0.050 | 17 | 408 | 41 | 8 | 1 |
| 92 | UPK 422 | 0.082 | 0.056 | 0.056 | 0.062 | 12 | 302 | 15 | 21 | 1 |
| 93 | COIN-Gaia 24 | 0.423 | 0.082 | 0.011 | 0.011 | 12 | 1011 | 74 | 97 | 5 |
| 94 | NGC 2184 | 0.256 | 0.056 | -0.068 | 0.012 | 12 | 587 | 30 | 850 | 50 |
| 95 | COIN-Gaia 25 | 0.184 | 0.100 | 0.007 | 0.008 | 09 | 797 | 71 | 585 | 50 |
| 96 | NGC 2169 | 0.307 | 0.075 | -0.047 | 0.041 | 12 | 961 | 64 | 5 | 1 |
| 97 | NGC 2168 | 0.252 | 0.055 | -0.051 | 0.015 | 09 | 863 | 43 | 135 | 15 |
| 98 | UPK 445 | 0.433 | 0.041 | -0.100 | 0.050 | 17 | 660 | 24 | 15 | 1 |
| 99 | NGC 2183 | 0.604 | 0.083 | -0.080 | 0.080 | 04 | 855 | 63 | 7 | 1 |
| 100 | Ferrero 11 | 0.315 | 0.050 | -0.133 | 0.016 | 12 | 814 | 37 | 330 | 35 |
| 101 | UPK 379 | 0.323 | 0.053 | -0.051 | 0.030 | 12 | 740 | 35 | 535 | 25 |
| 102 | FSR 1117 | 0.661 | 0.082 | -0.100 | 0.050 | 17 | 826 | 60 | 14 | 1 |
| 103 | ASCC 23 | 0.068 | 0.026 | -0.017 | 0.015 | 12 | 610 | 15 | 280 | 25 |
| 104 | NGC 2215 | 0.213 | 0.036 | -0.070 | 0.100 | 13 | 954 | 31 | 750 | 50 |
| 105 | UPK 381 | 0.187 | 0.044 | -0.036 | 0.057 | 12 | 719 | 29 | 280 | 10 |
| 106 | BDSB91 | 0.608 | 0.072 | -0.100 | 0.050 | 17 | 1024 | 66 | 5 | 1 |
| 107 | NGC 2232 | 0.106 | 0.052 | -0.360 | 0.010 | 06 | 306 | 14 | 20 | 1 |
| 108 | vdBergh 80 | 0.806 | 0.081 | -0.100 | 0.050 | 17 | 975 | 70 | 11 | 1 |
| 109 | Collinder 95 | 0.141 | 0.073 | -0.133 | 0.013 | 09 | 666 | 43 | 3 | 1 |
| 110 | UPK 442 | 0.240 | 0.049 | -0.150 | 0.050 | 17 | 626 | 28 | 40 | 5 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | $E(B-R)$ (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | $[Fe/H]_{ref}$ | $d$ (pc) | | $t$ (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 111 | vdBergh 83 | 0.094 | 0.034 | 0.050 | 0.050 | 17 | 878 | 27 | 12 | 1 |
| 112 | UPK 436 | 0.128 | 0.061 | 0.100 | 0.050 | 17 | 845 | 46 | 27 | 5 |
| 113 | NGC 2264 | 0.122 | 0.104 | -0.100 | 0.030 | 11 | 702 | 65 | 4 | 1 |
| 114 | NGC 2287 | 0.032 | 0.023 | -0.110 | 0.010 | 02 | 748 | 18 | 180 | 10 |
| 115 | UPK 350 | 0.097 | 0.050 | -0.038 | 0.030 | 12 | 445 | 20 | 675 | 35 |
| 116 | NGC 2281 | 0.083 | 0.053 | 0.013 | 0.001 | 07 | 522 | 25 | 460 | 50 |
| 117 | NGC 2301 | 0.082 | 0.047 | -0.008 | 0.025 | 12 | 886 | 38 | 165 | 15 |
| 118 | UPK 433 | 0.150 | 0.052 | 0.000 | 0.050 | 17 | 787 | 37 | 180 | 15 |
| 119 | ASCC 29 | 0.145 | 0.051 | -0.193 | 0.026 | 12 | 1006 | 46 | 73 | 10 |
| 120 | ASCC 30 | 0.180 | 0.063 | 0.050 | 0.050 | 17 | 1109 | 63 | 205 | 10 |
| 121 | UPK 524 | 0.166 | 0.018 | -0.049 | 0.073 | 09 | 557 | 9 | 85 | 5 |
| 122 | UBC 444 | 0.207 | 0.042 | 0.050 | 0.050 | 17 | 1119 | 43 | 450 | 25 |
| 123 | NGC 2323 | 0.300 | 0.039 | 0.110 | 0.160 | 13 | 1001 | 36 | 90 | 5 |
| 124 | ASCC 32 | 0.076 | 0.032 | 0.000 | 0.050 | 17 | 795 | 23 | 20 | 5 |
| 125 | UPK 495 | 0.205 | 0.015 | -0.250 | 0.050 | 17 | 655 | 9 | 675 | 50 |
| 126 | UBC 7 | 0.104 | 0.027 | 0.000 | 0.050 | 17 | 279 | 7 | 39 | 1 |
| 127 | Gulliver 21 | 0.031 | 0.019 | 0.100 | 0.050 | 17 | 651 | 12 | 285 | 30 |
| 128 | NGC 2343 | 0.248 | 0.076 | 0.080 | 0.050 | 03 | 1109 | 75 | 100 | 5 |
| 129 | Alessi 21 | 0.062 | 0.033 | -0.050 | 0.050 | 17 | 569 | 17 | 65 | 10 |
| 130 | UPK 431 | 0.069 | 0.047 | -0.100 | 0.050 | 17 | 733 | 31 | 230 | 25 |
| 131 | UPK 470 | 0.124 | 0.038 | 0.050 | 0.050 | 17 | 1026 | 35 | 30 | 5 |
| 132 | Collinder 132 | 0.130 | 0.047 | 0.050 | 0.050 | 17 | 643 | 27 | 22 | 3 |
| 133 | UPK 429 | 0.069 | 0.045 | 0.018 | 0.070 | 12 | 872 | 36 | 150 | 15 |
| 134 | NGC 2358 | 0.004 | 0.004 | 0.000 | 0.050 | 17 | 865 | 42 | 620 | 50 |
| 135 | Alessi 3 | 0.031 | 0.010 | 0.000 | 0.050 | 17 | 278 | 3 | 650 | 65 |
| 136 | Collinder 135 | 0.065 | 0.022 | -0.011 | 0.040 | 09 | 296 | 6 | 36 | 5 |
| 137 | UPK 452 | 0.049 | 0.030 | 0.000 | 0.050 | 17 | 625 | 17 | 240 | 25 |
| 138 | Collinder 140 | 0.170 | 0.020 | 0.000 | 0.050 | 17 | 389 | 7 | 28 | 1 |
| 139 | UPK 418 | 0.107 | 0.045 | -0.250 | 0.070 | 12 | 839 | 34 | 95 | 5 |
| 140 | NGC 2422 | 0.088 | 0.036 | 0.050 | 0.050 | 17 | 486 | 16 | 125 | 10 |
| 141 | Ruprecht 26 | 0.169 | 0.039 | -0.050 | 0.050 | 17 | 1103 | 39 | 29 | 5 |
| 142 | NGC 2423 | 0.033 | 0.016 | 0.080 | 0.050 | 02 | 943 | 14 | 1200 | 150 |
| 143 | UPK 540 | 0.195 | 0.038 | 0.000 | 0.050 | 17 | 365 | 13 | 32 | 1 |
| 144 | UPK 526 | 0.221 | 0.068 | -0.024 | 0.011 | 09 | 575 | 35 | 30 | 5 |
| 145 | Haffner 13 | 0.052 | 0.027 | 0.100 | 0.050 | 17 | 565 | 14 | 32 | 1 |
| 146 | NGC 2451A | 0.062 | 0.023 | -0.080 | 0.060 | 11 | 196 | 4 | 45 | 5 |
| 147 | NGC 2451B | 0.124 | 0.037 | -0.020 | 0.060 | 11 | 378 | 13 | 28 | 1 |
| 148 | NGC 2447 | 0.030 | 0.015 | -0.060 | 0.070 | 13 | 1003 | 14 | 570 | 45 |
| 149 | ASCC 41 | 0.028 | 0.028 | -0.080 | 0.018 | 12 | 302 | 10 | 200 | 25 |
| 150 | UBC 250 | 0.169 | 0.036 | 0.100 | 0.050 | 17 | 953 | 31 | 335 | 25 |
| 151 | Alessi Teutsch 3 | 0.195 | 0.024 | 0.100 | 0.050 | 17 | 710 | 16 | 145 | 15 |
| 152 | UPK 468 | 0.144 | 0.043 | -0.150 | 0.050 | 17 | 915 | 36 | 150 | 15 |
| 153 | NGC 2516 | 0.133 | 0.036 | -0.040 | 0.040 | 11 | 400 | 13 | 175 | 15 |
| 154 | UBC 480 | 0.247 | 0.039 | 0.100 | 0.050 | 17 | 471 | 17 | 30 | 5 |
| 155 | UBC 13 | 0.017 | 0.038 | -0.054 | 0.027 | 12 | 622 | 21 | 180 | 15 |
| 156 | UPK 467 | 0.004 | 0.030 | 0.163 | 0.053 | 09 | 586 | 16 | 130 | 15 |
| 157 | NGC 2527 | 0.045 | 0.022 | -0.110 | 0.160 | 13 | 630 | 13 | 950 | 100 |
| 158 | Pozzo 1 | 0.060 | 0.022 | 0.000 | 0.050 | 17 | 346 | 7 | 10 | 1 |
| 159 | NGC 2547 | 0.098 | 0.033 | -0.030 | 0.040 | 11 | 389 | 12 | 35 | 5 |
| 160 | UPK 533 | 0.100 | 0.044 | 0.100 | 0.050 | 17 | 344 | 14 | 105 | 10 |
| 161 | NGC 2546 | 0.168 | 0.041 | 0.060 | 0.270 | 13 | 940 | 35 | 175 | 15 |
| 162 | Gulliver 10 | 0.269 | 0.047 | 0.150 | 0.050 | 17 | 587 | 25 | 9 | 1 |
| 163 | NGC 2548 | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0.057 | 09 | 755 | 29 | 500 | 100 |
| 164 | BH 23 | 0.088 | 0.030 | -0.050 | 0.050 | 17 | 442 | 12 | 26 | 1 |
| 165 | UPK 502 | 0.134 | 0.043 | 0.150 | 0.050 | 17 | 696 | 27 | 100 | 5 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | *E*(*B*-*R*) (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | [Fe/H]$_{ref}$ | *d* (pc) | | *t* (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 166 | UBC 12 | 0.251 | 0.033 | 0.150 | 0.050 | 17 | 442 | 13 | 250 | 25 |
| 167 | UPK 537 | 0.218 | 0.044 | 0.150 | 0.050 | 17 | 602 | 24 | 120 | 15 |
| 168 | Gulliver 9 | 0.129 | 0.025 | -0.050 | 0.050 | 17 | 504 | 12 | 20 | 1 |
| 169 | UPK 535 | 0.054 | 0.039 | 0.050 | 0.050 | 17 | 316 | 11 | 33 | 5 |
| 170 | UBC 255 | 0.068 | 0.027 | 0.500 | 0.500 | 17 | 948 | 23 | 2300 | 100 |
| 171 | Pismis 4 | 0.058 | 0.041 | 0.000 | 0.050 | 17 | 697 | 26 | 115 | 5 |
| 172 | Pismis 5 | 0.634 | 0.104 | 0.000 | 0.050 | 17 | 935 | 86 | 6 | 1 |
| 173 | NGC 2632 | 0.010 | 0.010 | 0.133 | 0.041 | 09 | 185 | 2 | 670 | 170 |
| 174 | IC 2391 | 0.073 | 0.013 | -0.060 | 0.130 | 13 | 155 | 2 | 30 | 5 |
| 175 | UBC 21 | 0.073 | 0.022 | -0.100 | 0.050 | 17 | 912 | 19 | 225 | 10 |
| 176 | IC 2395 | 0.196 | 0.036 | 0.050 | 0.270 | 13 | 714 | 23 | 14 | 1 |
| 177 | UPK 545 | 0.086 | 0.022 | 0.050 | 0.050 | 17 | 322 | 7 | 100 | 5 |
| 178 | Collinder 197 | 0.983 | 0.075 | 0.030 | 0.015 | 11 | 954 | 64 | 10 | 5 |
| 179 | Teutsch 38 | 0.061 | 0.036 | 0.100 | 0.050 | 17 | 661 | 22 | 38 | 1 |
| 180 | NGC 2669 | 0.318 | 0.044 | -0.060 | 0.270 | 13 | 1153 | 46 | 120 | 5 |
| 181 | Trumpler 10 | 0.047 | 0.045 | -0.060 | 0.190 | 13 | 432 | 17 | 50 | 5 |
| 182 | Alessi 43 | 0.362 | 0.054 | 0.020 | 0.060 | 11 | 955 | 46 | 9 | 1 |
| 183 | NGC 2682 | 0.017 | 0.007 | 0.000 | 0.020 | 11 | 879 | 7 | 3700 | 200 |
| 184 | UPK 542 | 0.362 | 0.027 | -0.050 | 0.050 | 17 | 832 | 21 | 105 | 5 |
| 185 | BH 56 | 0.257 | 0.081 | -0.100 | 0.050 | 17 | 902 | 65 | 12 | 1 |
| 186 | UPK 508 | 0.254 | 0.019 | 0.150 | 0.050 | 17 | 844 | 15 | 460 | 10 |
| 187 | Platais 8 | 0.011 | 0.019 | 0.000 | 0.050 | 17 | 135 | 2 | 35 | 5 |
| 188 | UPK 528 | 0.361 | 0.049 | -0.050 | 0.050 | 17 | 976 | 43 | 335 | 15 |
| 189 | ESO 166 04 | 0.287 | 0.030 | -0.100 | 0.050 | 17 | 1119 | 31 | 130 | 5 |
| 190 | Platais 9 | 0.027 | 0.022 | 0.000 | 0.050 | 17 | 183 | 4 | 60 | 5 |
| 191 | UBC 260 | 0.032 | 0.025 | 0.000 | 0.050 | 17 | 556 | 13 | 230 | 10 |
| 192 | Turner 5 | 0.072 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 17 | 455 | 20 | 400 | 50 |
| 193 | NGC 2925 | 0.040 | 0.032 | 0.100 | 0.270 | 13 | 760 | 22 | 120 | 20 |
| 194 | UPK 549 | 0.393 | 0.057 | 0.150 | 0.050 | 17 | 1020 | 52 | 950 | 50 |
| 195 | NGC 3114 | 0.096 | 0.038 | 0.050 | 0.060 | 02 | 1017 | 35 | 140 | 10 |
| 196 | Ruprecht 161 | 0.085 | 0.031 | -0.050 | 0.050 | 17 | 923 | 26 | 350 | 50 |
| 197 | ASCC 58 | 0.033 | 0.033 | 0.000 | 0.050 | 17 | 483 | 16 | 50 | 5 |
| 198 | NGC 3228 | 0.095 | 0.032 | 0.000 | 0.050 | 17 | 500 | 15 | 26 | 1 |
| 199 | UPK 560 | 0.053 | 0.018 | -0.050 | 0.050 | 17 | 586 | 10 | 335 | 10 |
| 200 | UPK 552 | 0.034 | 0.018 | 0.100 | 0.050 | 17 | 330 | 6 | 110 | 5 |
| 201 | BH 99 | 0.142 | 0.058 | -0.099 | 0.006 | 09 | 446 | 23 | 51 | 1 |
| 202 | IC 2602 | 0.064 | 0.020 | -0.060 | 0.060 | 13 | 155 | 3 | 40 | 5 |
| 203 | Alessi 5 | 0.206 | 0.028 | 0.100 | 0.050 | 17 | 400 | 10 | 56 | 5 |
| 204 | UPK 567 | 0.180 | 0.029 | 0.000 | 0.050 | 17 | 639 | 17 | 450 | 25 |
| 205 | Ruprecht 91 | 0.148 | 0.031 | 0.050 | 0.050 | 17 | 1113 | 32 | 75 | 5 |
| 206 | UPK 562 | 0.135 | 0.025 | -0.050 | 0.050 | 17 | 821 | 16 | 145 | 5 |
| 207 | NGC 3532 | 0.008 | 0.008 | -0.030 | 0.080 | 11 | 464 | 6 | 385 | 35 |
| 208 | ASCC 66 | 0.210 | 0.031 | 0.000 | 0.050 | 17 | 981 | 28 | 57 | 5 |
| 209 | NGC 3680 | 0.045 | 0.036 | -0.010 | 0.060 | 2 | 1064 | 35 | 1950 | 100 |
| 210 | Ruprecht 98 | 0.160 | 0.059 | -0.150 | 0.050 | 17 | 465 | 23 | 675 | 100 |
| 211 | Alessi Teutsch 8 | 0.233 | 0.043 | 0.150 | 0.050 | 17 | 1029 | 40 | 105 | 5 |
| 212 | ESO 130 06 | 0.167 | 0.045 | 0.000 | 0.050 | 17 | 818 | 33 | 155 | 15 |
| 213 | Melotte 111 | 0.000 | 0.046 | -0.002 | 0.036 | 09 | 84 | 4 | 700 | 10 |
| 214 | ASCC 73 | 0.127 | 0.039 | 0.000 | 0.050 | 17 | 639 | 23 | 150 | 15 |
| 215 | UPK 579 | 0.087 | 0.035 | 0.150 | 0.050 | 17 | 734 | 23 | 140 | 10 |
| 216 | UPK 578 | 0.297 | 0.029 | 0.050 | 0.050 | 17 | 954 | 25 | 850 | 80 |
| 217 | UPK 587 | 0.061 | 0.040 | 0.000 | 0.050 | 17 | 908 | 33 | 140 | 10 |
| 218 | Ruprecht 108 | 0.295 | 0.038 | 0.050 | 0.050 | 17 | 991 | 34 | 225 | 5 |
| 219 | Platais 10 | 0.179 | 0.013 | 0.000 | 0.050 | 17 | 243 | 3 | 90 | 5 |
| 220 | UPK 599 | 0.094 | 0.038 | 0.100 | 0.015 | 17 | 672 | 23 | 20 | 5 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | $E(B-R)$ (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | $[Fe/H]_{ref}$ | $d$ (pc) | | $t$ (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 221 | NGC 5460 | 0.194 | 0.055 | -0.030 | 0.190 | 13 | 724 | 36 | 150 | 10 |
| 222 | Loden 1194 | 0.262 | 0.102 | 0.050 | 0.050 | 17 | 747 | 68 | 255 | 10 |
| 223 | UPK 585 | 0.164 | 0.037 | 0.000 | 0.050 | 17 | 717 | 24 | 85 | 5 |
| 224 | Lynga 2 | 0.351 | 0.078 | 0.060 | 0.160 | 13 | 978 | 68 | 120 | 15 |
| 225 | NGC 5593 | 0.348 | 0.060 | 0.100 | 0.050 | 17 | 1046 | 56 | 95 | 5 |
| 226 | NGC 5662 | 0.469 | 0.077 | 0.070 | 0.190 | 13 | 787 | 54 | 47 | 1 |
| 227 | UPK 594 | 0.436 | 0.024 | 0.000 | 0.050 | 17 | 932 | 21 | 100 | 5 |
| 228 | Alessi 6 | 0.490 | 0.021 | 0.050 | 0.050 | 17 | 693 | 17 | 345 | 35 |
| 229 | BH 164 | 0.139 | 0.043 | 0.100 | 0.050 | 17 | 417 | 16 | 46 | 1 |
| 230 | UPK 604 | 0.844 | 0.063 | -0.200 | 0.050 | 17 | 751 | 42 | 8 | 1 |
| 231 | UPK 607 | 0.550 | 0.103 | 0.100 | 0.050 | 17 | 913 | 83 | 10 | 1 |
| 232 | NGC 5822 | 0.100 | 0.077 | 0.020 | 0.020 | 11 | 833 | 57 | 1250 | 100 |
| 233 | UPK 613 | 0.214 | 0.034 | -0.100 | 0.050 | 17 | 903 | 28 | 145 | 5 |
| 234 | ASCC 79 | 0.318 | 0.057 | 0.000 | 0.050 | 17 | 840 | 43 | 7 | 1 |
| 235 | UPK 614 | 0.172 | 0.110 | 0.150 | 0.050 | 17 | 907 | 89 | 130 | 5 |
| 236 | Alessi 8 | 0.235 | 0.048 | 0.050 | 0.050 | 17 | 676 | 29 | 205 | 20 |
| 237 | UPK 605 | 0.148 | 0.025 | -0.050 | 0.050 | 17 | 749 | 17 | 69 | 5 |
| 238 | UPK 617 | 0.208 | 0.073 | 0.050 | 0.050 | 17 | 740 | 48 | 100 | 5 |
| 239 | UPK 621 | 0.447 | 0.063 | 0.050 | 0.050 | 17 | 899 | 50 | 32 | 1 |
| 240 | UBC 5 | 0.380 | 0.054 | 0.100 | 0.050 | 17 | 564 | 27 | 160 | 10 |
| 241 | UPK 626 | 0.405 | 0.085 | -0.050 | 0.050 | 17 | 509 | 38 | 100 | 5 |
| 242 | NGC 6025 | 0.192 | 0.050 | 0.190 | 0.160 | 13 | 785 | 35 | 115 | 5 |
| 243 | NGC 6087 | 0.275 | 0.032 | 0.220 | 0.050 | 15 | 1067 | 31 | 58 | 5 |
| 244 | Harvard 10 | 0.215 | 0.044 | -0.040 | 0.140 | 13 | 689 | 28 | 110 | 10 |
| 245 | UPK 627 | 0.031 | 0.022 | 0.200 | 0.050 | 17 | 524 | 11 | 385 | 20 |
| 246 | NGC 6124 | 0.907 | 0.103 | 0.070 | 0.060 | 13 | 637 | 58 | 125 | 15 |
| 247 | UBC 11 | 0.071 | 0.023 | 0.100 | 0.050 | 17 | 461 | 10 | 100 | 5 |
| 248 | NGC 6178 | 0.319 | 0.066 | 0.200 | 0.050 | 17 | 880 | 52 | 15 | 1 |
| 249 | UPK 644 | 0.234 | 0.049 | 0.000 | 0.500 | 17 | 754 | 33 | 335 | 5 |
| 250 | UPK 630 | 0.256 | 0.068 | 0.050 | 0.050 | 17 | 983 | 60 | 110 | 5 |
| 251 | UPK 640 | 0.031 | 0.016 | 0.100 | 0.050 | 17 | 175 | 3 | 22 | 1 |
| 252 | ASCC 85 | 0.270 | 0.078 | 0.100 | 0.050 | 17 | 887 | 62 | 80 | 10 |
| 253 | UPK 612 | 0.052 | 0.021 | 0.021 | 0.027 | 09 | 230 | 5 | 100 | 5 |
| 254 | UPK 624 | 0.210 | 0.018 | -0.095 | 0.089 | 09 | 311 | 5 | 39 | 3 |
| 255 | NGC 6250 | 0.544 | 0.102 | -0.150 | 0.270 | 13 | 974 | 88 | 29 | 5 |
| 256 | UPK 629 | 0.307 | 0.023 | 0.000 | 0.050 | 17 | 908 | 19 | 145 | 5 |
| 257 | Alessi Teutsch 12 | 0.112 | 0.025 | 0.050 | 0.050 | 17 | 601 | 14 | 85 | 5 |
| 258 | ASCC 87 | 0.281 | 0.052 | 0.050 | 0.050 | 17 | 755 | 35 | 430 | 50 |
| 259 | DBSB 104 | 0.401 | 0.098 | 0.000 | 0.050 | 17 | 1065 | 7 | 5 | 1 |
| 260 | NGC 6281 | 0.115 | 0.109 | -0.040 | 0.030 | 11 | 522 | 50 | 515 | 50 |
| 261 | UBC 563 | 0.798 | 0.082 | 0.150 | 0.050 | 17 | 1115 | 82 | 120 | 5 |
| 262 | ASCC 88 | 0.779 | 0.077 | 0.150 | 0.050 | 17 | 906 | 62 | 115 | 5 |
| 263 | Alessi 24 | 0.156 | 0.026 | 0.079 | 0.013 | 09 | 486 | 12 | 85 | 10 |
| 264 | IC 4651 | 0.065 | 0.036 | 0.120 | 0.040 | 02 | 938 | 31 | 2000 | 300 |
| 265 | Antalova 2 | 0.794 | 0.095 | 0.100 | 0.050 | 17 | 1185 | 100 | 9 | 1 |
| 266 | UPK 642 | 0.161 | 0.034 | 0.150 | 0.050 | 17 | 934 | 29 | 110 | 5 |
| 267 | Collinder 338 | 0.196 | 0.059 | 0.050 | 0.050 | 17 | 644 | 34 | 140 | 20 |
| 268 | ASCC 90 | 0.187 | 0.087 | 0.150 | 0.050 | 17 | 573 | 45 | 850 | 100 |
| 269 | NGC 6405 | 0.244 | 0.129 | -0.020 | 0.040 | 11 | 462 | 53 | 55 | 5 |
| 270 | Alessi 9 | 0.075 | 0.023 | -0.040 | 0.051 | 09 | 210 | 4 | 290 | 30 |
| 271 | NGC 6416 | 0.354 | 0.132 | -0.070 | 0.110 | 13 | 1015 | 118 | 330 | 20 |
| 272 | IC 4665 | 0.224 | 0.038 | 0.010 | 0.050 | 13 | 345 | 12 | 30 | 5 |
| 273 | NGC 6425 | 0.423 | 0.117 | 0.000 | 0.050 | 17 | 1004 | 104 | 365 | 20 |
| 274 | Collinder 350 | 0.420 | 0.035 | -0.041 | 0.013 | 12 | 376 | 12 | 580 | 100 |
| 275 | Alessi 31 | 0.693 | 0.063 | 0.300 | 0.050 | 17 | 684 | 39 | 420 | 40 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | $E(B-R)$ (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | $[Fe/H]_{ref}$ | $d$ (pc) | | $t$ (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 276 | UPK 25 | 0.722 | 0.044 | -0.100 | 0.050 | 17 | 622 | 25 | 715 | 50 |
| 277 | NGC 6475 | 0.051 | 0.051 | -0.012 | 0.001 | 07 | 274 | 13 | 325 | 50 |
| 278 | NGC 6494 | 0.499 | 0.089 | -0.040 | 0.080 | 02 | 733 | 58 | 335 | 35 |
| 279 | Ruprecht 135 | 0.831 | 0.079 | 0.150 | 0.050 | 17 | 1120 | 79 | 600 | 50 |
| 280 | UPK 645 | 0.191 | 0.052 | 0.000 | 0.050 | 17 | 712 | 34 | 135 | 5 |
| 281 | Collinder 359 | 0.190 | 0.038 | -0.034 | 0.012 | 09 | 542 | 19 | 28 | 8 |
| 282 | NGC 6568 | 0.394 | 0.070 | 0.150 | 0.050 | 17 | 1088 | 68 | 500 | 45 |
| 283 | UPK 5 | 0.294 | 0.045 | 0.050 | 0.050 | 17 | 562 | 23 | 100 | 5 |
| 284 | Gulliver 20 | 0.240 | 0.038 | -0.099 | 0.009 | 12 | 420 | 15 | 255 | 25 |
| 285 | Alessi 19 | 0.129 | 0.045 | 0.073 | 0.052 | 12 | 574 | 23 | 30 | 1 |
| 286 | UPK 27 | 1.300 | 0.111 | 0.100 | 0.050 | 17 | 945 | 93 | 1900 | 200 |
| 287 | Ferrero 1 | 0.264 | 0.054 | -0.133 | 0.016 | 12 | 874 | 43 | 135 | 5 |
| 288 | UBC 9 | 0.086 | 0.028 | 0.100 | 0.050 | 17 | 345 | 9 | 45 | 5 |
| 289 | Mamajek 4 | 0.065 | 0.042 | 0.150 | 0.050 | 17 | 445 | 17 | 585 | 25 |
| 290 | UPK 7 | 0.337 | 0.089 | 0.150 | 0.050 | 17 | 777 | 62 | 235 | 40 |
| 291 | NGC 6633 | 0.160 | 0.035 | -0.030 | 0.040 | 11 | 387 | 12 | 750 | 100 |
| 292 | UPK 654 | 0.276 | 0.048 | -0.500 | 0.050 | 17 | 528 | 23 | 90 | 5 |
| 293 | UPK 28 | 1.298 | 0.116 | 0.200 | 0.050 | 17 | 927 | 96 | 295 | 20 |
| 294 | IC 4725 | 0.526 | 0.080 | 0.000 | 0.050 | 17 | 665 | 48 | 100 | 10 |
| 295 | UPK 29 | 0.957 | 0.056 | 0.150 | 0.050 | 17 | 672 | 34 | 650 | 30 |
| 296 | ASCC 97 | 0.633 | 0.079 | 0.100 | 0.050 | 17 | 575 | 41 | 85 | 5 |
| 297 | UBC 32 | 0.430 | 0.122 | 0.050 | 0.050 | 17 | 278 | 31 | 130 | 5 |
| 298 | IC 4756 | 0.162 | 0.053 | 0.020 | 0.040 | 02 | 478 | 23 | 1000 | 100 |
| 299 | UPK 17 | 0.412 | 0.119 | 0.100 | 0.050 | 17 | 674 | 72 | 900 | 90 |
| 300 | UPK 33 | 0.847 | 0.066 | 0.050 | 0.050 | 17 | 511 | 30 | 65 | 5 |
| 301 | UPK 18 | 0.451 | 0.072 | 0.050 | 0.050 | 17 | 798 | 52 | 350 | 15 |
| 302 | UPK 38 | 0.421 | 0.047 | 0.050 | 0.050 | 17 | 669 | 28 | 350 | 15 |
| 303 | UPK 20 | 0.664 | 0.112 | 0.150 | 0.050 | 17 | 471 | 47 | 1250 | 100 |
| 304 | UPK 4 | 0.492 | 0.071 | 0.250 | 0.050 | 17 | 824 | 53 | 275 | 60 |
| 305 | UPK 13 | 0.287 | 0.097 | 0.200 | 0.050 | 17 | 946 | 83 | 190 | 5 |
| 306 | ASCC 99 | 0.253 | 0.050 | 0.115 | 0.098 | 09 | 296 | 14 | 355 | 40 |
| 307 | UPK 23 | 0.621 | 0.056 | 0.250 | 0.050 | 17 | 1022 | 52 | 120 | 5 |
| 308 | Ruprecht 145 | 0.251 | 0.028 | 0.007 | 0.052 | 09 | 601 | 16 | 900 | 150 |
| 309 | UPK 24 | 0.397 | 0.068 | 0.000 | 0.050 | 17 | 509 | 31 | 320 | 10 |
| 310 | NGC 6709 | 0.392 | 0.052 | -0.020 | 0.010 | 11 | 1091 | 51 | 180 | 5 |
| 311 | UPK 21 | 0.510 | 0.051 | 0.150 | 0.050 | 17 | 594 | 28 | 750 | 75 |
| 312 | Collinder 394 | 0.289 | 0.051 | 0.150 | 0.050 | 17 | 715 | 33 | 160 | 10 |
| 313 | UPK 50 | 0.528 | 0.116 | 0.050 | 0.050 | 17 | 1029 | 106 | 170 | 5 |
| 314 | UPK 26 | 0.376 | 0.052 | 0.100 | 0.500 | 17 | 937 | 44 | 85 | 5 |
| 315 | Stephenson 1 | 0.022 | 0.022 | 0.201 | 0.038 | 12 | 363 | 13 | 42 | 1 |
| 316 | NGC 6716 | 0.168 | 0.065 | 0.100 | 0.050 | 17 | 705 | 41 | 135 | 15 |
| 317 | Alessi 62 | 0.204 | 0.017 | 0.150 | 0.050 | 17 | 613 | 10 | 900 | 100 |
| 318 | UBC 26 | 0.543 | 0.023 | 0.050 | 0.050 | 17 | 597 | 13 | 26 | 5 |
| 319 | UPK 31 | 0.386 | 0.036 | 0.000 | 0.050 | 17 | 532 | 18 | 500 | 30 |
| 320 | UPK 54 | 0.641 | 0.035 | 0.150 | 0.050 | 17 | 870 | 28 | 85 | 5 |
| 321 | UPK 65 | 0.361 | 0.027 | 0.018 | 0.134 | 12 | 753 | 19 | 220 | 10 |
| 322 | UBC 1 | 0.060 | 0.030 | 0.020 | 0.049 | 09 | 329 | 9 | 100 | 5 |
| 323 | ASCC 101 | 0.011 | 0.037 | 0.050 | 0.050 | 17 | 400 | 13 | 450 | 50 |
| 324 | UPK 53 | 0.565 | 0.031 | 0.100 | 0.050 | 17 | 610 | 17 | 160 | 10 |
| 325 | UPK 12 | 0.123 | 0.047 | 0.000 | 0.050 | 17 | 653 | 28 | 200 | 10 |
| 326 | UBC 356 | 0.782 | 0.074 | 0.150 | 0.050 | 17 | 1114 | 74 | 145 | 5 |
| 327 | Ruprecht 147 | 0.036 | 0.005 | 0.110 | 0.049 | 09 | 306 | 2 | 2800 | 250 |
| 328 | NGC 6793 | 0.361 | 0.035 | 0.100 | 0.050 | 17 | 585 | 19 | 650 | 50 |
| 329 | NGC 6800 | 0.496 | 0.025 | 0.100 | 0.050 | 17 | 1052 | 24 | 340 | 15 |
| 330 | UPK 45 | 0.327 | 0.037 | 0.080 | 0.058 | 12 | 896 | 30 | 80 | 5 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | $E(B-R)$ (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | $[Fe/H]_{ref}$ | $d$ (pc) | | $t$ (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 331 | UPK 40 | 0.421 | 0.047 | 0.050 | 0.050 | 17 | 669 | 28 | 350 | 15 |
| 332 | Gulliver 28 | 0.695 | 0.051 | 0.250 | 0.050 | 17 | 665 | 31 | 435 | 40 |
| 333 | UPK 42 | 0.608 | 0.048 | -0.050 | 0.050 | 17 | 599 | 26 | 115 | 5 |
| 334 | UPK 80 | 0.433 | 0.023 | 0.000 | 0.050 | 17 | 904 | 19 | 380 | 10 |
| 335 | Teutsch 35 | 0.007 | 0.038 | 0.115 | 0.033 | 12 | 489 | 17 | 215 | 25 |
| 336 | Stock 1 | 0.144 | 0.029 | 0.120 | 0.001 | 07 | 404 | 11 | 405 | 20 |
| 337 | UPK 46 | 0.306 | 0.061 | 0.050 | 0.050 | 17 | 682 | 38 | 150 | 5 |
| 338 | UBC 14 | 0.350 | 0.058 | 0.100 | 0.050 | 17 | 769 | 40 | 52 | 5 |
| 339 | Alessi 44 | 0.415 | 0.032 | 0.100 | 0.050 | 17 | 628 | 18 | 190 | 20 |
| 340 | ASCC 105 | 0.180 | 0.035 | 0.046 | 0.019 | 12 | 570 | 18 | 90 | 9 |
| 341 | UPK 55 | 0.284 | 0.093 | 0.000 | 0.050 | 17 | 804 | 67 | 87 | 5 |
| 342 | ASCC 107 | 0.521 | 0.074 | 0.250 | 0.050 | 17 | 850 | 56 | 135 | 15 |
| 343 | UPK 82 | 0.151 | 0.074 | 0.036 | 0.015 | 12 | 549 | 36 | 79 | 5 |
| 344 | UPK 90 | 0.495 | 0.056 | -0.100 | 0.050 | 17 | 813 | 41 | 140 | 5 |
| 345 | UBC 582 | 0.193 | 0.038 | 0.000 | 0.050 | 17 | 1131 | 39 | 17 | 1 |
| 346 | UPK 93 | 0.258 | 0.043 | -0.007 | 0.006 | 12 | 702 | 27 | 360 | 15 |
| 347 | Alessi 10 | 0.076 | 0.037 | 0.050 | 0.050 | 17 | 428 | 14 | 120 | 10 |
| 348 | Roslund 5 | 0.113 | 0.032 | 0.050 | 0.050 | 17 | 544 | 16 | 95 | 5 |
| 349 | ASCC 111 | 0.246 | 0.049 | 0.050 | 0.050 | 17 | 835 | 37 | 240 | 20 |
| 350 | Gulliver 60 | 0.630 | 0.042 | -0.121 | 0.018 | 12 | 1110 | 42 | 93 | 5 |
| 351 | RSG 5 | 0.098 | 0.038 | 0.104 | 0.016 | 12 | 340 | 12 | 43 | 5 |
| 352 | UPK 79 | 0.200 | 0.066 | -0.043 | 0.037 | 12 | 909 | 4 | 151 | 10 |
| 353 | Alessi Teutsch 11 | 0.056 | 0.029 | 0.030 | 0.008 | 12 | 669 | 18 | 190 | 20 |
| 354 | Collinder 419 | 0.568 | 0.100 | -0.150 | 0.050 | 17 | 1034 | 92 | 4 | 1 |
| 355 | UPK 94 | 0.475 | 0.022 | 0.100 | 0.050 | 17 | 961 | 20 | 250 | 10 |
| 356 | UPK 66 | 0.114 | 0.092 | 0.000 | 0.050 | 17 | 675 | 55 | 135 | 5 |
| 357 | UPK 137 | 0.196 | 0.077 | 0.000 | 0.050 | 17 | 853 | 59 | 50 | 1 |
| 358 | Dolidze 8 | 0.675 | 0.094 | 0.019 | 0.058 | 12 | 960 | 3 | 4 | 1 |
| 359 | Roslund 6 | 0.040 | 0.047 | 0.032 | 0.011 | 12 | 354 | 15 | 130 | 5 |
| 360 | UPK 119 | 0.099 | 0.099 | 0.033 | 0.022 | 12 | 782 | 76 | 1850 | 100 |
| 361 | UPK 88 | 0.075 | 0.026 | 0.100 | 0.005 | 17 | 294 | 7 | 50 | 1 |
| 362 | UPK 84 | 0.052 | 0.052 | -0.050 | 0.050 | 17 | 928 | 59 | 1050 | 50 |
| 363 | Alessi 12 | 0.081 | 0.025 | 0.100 | 0.050 | 17 | 544 | 13 | 120 | 10 |
| 364 | UPK 155 | 0.327 | 0.048 | 0.100 | 0.050 | 17 | 919 | 40 | 220 | 30 |
| 365 | UPK 126 | 1.126 | 0.088 | -0.050 | 0.050 | 17 | 857 | 67 | 5 | 1 |
| 366 | UPK 99 | 0.184 | 0.084 | -0.100 | 0.050 | 17 | 811 | 61 | 160 | 5 |
| 367 | NGC 6991 | 0.081 | 0.009 | -0.068 | 0.009 | 07 | 552 | 5 | 1450 | 50 |
| 368 | UPK 51 | 0.118 | 0.040 | -0.050 | 0.050 | 17 | 567 | 20 | 110 | 5 |
| 369 | NGC 6997 | 0.660 | 0.058 | 0.096 | 0.008 | 07 | 853 | 44 | 550 | 50 |
| 370 | UPK 131 | 0.798 | 0.035 | 0.021 | 0.028 | 12 | 981 | 31 | 600 | 40 |
| 371 | UPK 108 | 0.133 | 0.066 | 0.002 | 0.019 | 12 | 866 | 51 | 35 | 5 |
| 372 | Gulliver 48 | 1.351 | 0.085 | 0.000 | 0.050 | 17 | 938 | 71 | 18 | 1 |
| 373 | UPK 113 | 0.147 | 0.074 | 0.000 | 0.050 | 17 | 704 | 46 | 40 | 1 |
| 374 | NGC 7039 | 0.132 | 0.047 | 0.150 | 0.050 | 17 | 766 | 33 | 17 | 1 |
| 375 | ASCC 113 | 0.096 | 0.037 | 0.001 | 0.066 | 12 | 542 | 18 | 190 | 15 |
| 376 | UBC 385 | 0.566 | 0.102 | 0.150 | 0.050 | 17 | 866 | 79 | 13 | 1 |
| 377 | UPK 143 | 1.609 | 0.062 | -0.100 | 0.050 | 17 | 853 | 47 | 240 | 30 |
| 378 | UPK 150 | 1.085 | 0.109 | 0.100 | 0.050 | 17 | 1008 | 98 | 21 | 1 |
| 379 | NGC 7058 | 0.090 | 0.039 | 0.030 | 0.040 | 06 | 365 | 13 | 75 | 5 |
| 380 | NGC 7063 | 0.147 | 0.038 | -0.090 | 0.022 | 12 | 656 | 23 | 130 | 10 |
| 381 | UPK 136 | 0.128 | 0.095 | -0.047 | 0.048 | 12 | 644 | 55 | 105 | 5 |
| 382 | NGC 7092 | 0.001 | 0.001 | 0.040 | 0.080 | 16 | 298 | 6 | 310 | 15 |
| 383 | UBC 10a | 0.577 | 0.051 | 0.100 | 0.050 | 17 | 915 | 42 | 14 | 1 |
| 384 | IC 1396 | 0.772 | 0.044 | -0.080 | 0.030 | 06 | 905 | 36 | 3 | 1 |
| 385 | UBC 167 | 0.547 | 0.047 | 0.100 | 0.050 | 17 | 929 | 40 | 13 | 1 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | $E(B-R)$ (kadir) | | [Fe/H] (dex) | | $[Fe/H]_{ref}$ | $d$ (pc) | | $t$ (Myıl) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 386 | ASCC 114 | 0.444 | 0.056 | -0.105 | 0.067 | 12 | 935 | 47 | 55 | 5 |
| 387 | UBC 150 | 0.326 | 0.032 | -0.054 | 0.009 | 12 | 858 | 25 | 140 | 5 |
| 388 | NGC 7129 | 1.032 | 0.161 | 0.000 | 0.050 | 17 | 911 | 3 | 10 | 2 |
| 389 | UPK 169 | 0.896 | 0.070 | 0.150 | 0.050 | 17 | 813 | 51 | 10 | 3 |
| 390 | UBC 10b | 0.631 | 0.099 | -0.100 | 0.050 | 17 | 974 | 86 | 10 | 1 |
| 391 | NGC 7160 | 0.508 | 0.156 | 0.000 | 0.050 | 17 | 915 | 46 | 11 | 1 |
| 392 | ASCC 115 | 0.431 | 0.048 | 0.063 | 0.191 | 12 | 774 | 34 | 175 | 15 |
| 393 | Alessi Teutsch 5 | 0.457 | 0.043 | 0.100 | 0.050 | 17 | 904 | 35 | 15 | 5 |
| 394 | UBC 168 | 0.600 | 0.028 | 0.050 | 0.050 | 17 | 923 | 24 | 72 | 5 |
| 395 | NGC 7243 | 0.272 | 0.042 | -0.065 | 0.043 | 12 | 880 | 34 | 165 | 10 |
| 396 | UPK 178 | 0.893 | 0.066 | 0.050 | 0.050 | 17 | 948 | 56 | 200 | 20 |
| 397 | Pismis Moreno 1 | 0.886 | 0.049 | 0.000 | 0.050 | 17 | 987 | 43 | 5 | 1 |
| 398 | UBC 392 | 0.834 | 0.031 | -0.050 | 0.050 | 17 | 938 | 26 | 210 | 10 |
| 399 | UPK 194 | 0.816 | 0.009 | 0.150 | 0.050 | 17 | 938 | 9 | 145 | 5 |
| 400 | UPK 167 | 0.129 | 0.032 | 0.000 | 0.050 | 17 | 547 | 16 | 200 | 20 |
| 401 | UBC 396 | 0.944 | 0.072 | 0.000 | 0.050 | 17 | 1034 | 66 | 18 | 1 |
| 402 | UBC 159 | 0.188 | 0.019 | 0.050 | 0.050 | 17 | 495 | 9 | 5 | 1 |
| 403 | UPK 180 | 0.381 | 0.046 | -0.100 | 0.050 | 17 | 846 | 35 | 395 | 50 |
| 404 | FSR 0398 | 0.920 | 0.066 | 0.000 | 0.050 | 17 | 935 | 55 | 20 | 1 |
| 405 | UPK 166 | 0.191 | 0.037 | -0.068 | 0.078 | 12 | 664 | 22 | 30 | 1 |
| 406 | ASCC 123 | 0.119 | 0.027 | 0.140 | 0.040 | 05 | 241 | 6 | 67 | 1 |
| 407 | Alessi 37 | 0.201 | 0.025 | 0.012 | 0.044 | 12 | 690 | 16 | 210 | 20 |
| 408 | UBC 394 | 0.889 | 0.047 | 0.050 | 0.050 | 17 | 913 | 39 | 110 | 5 |
| 409 | UPK 168 | 0.205 | 0.034 | 0.072 | 0.051 | 12 | 588 | 18 | 40 | 1 |
| 410 | RSG 7 | 0.306 | 0.028 | 0.012 | 0.050 | 12 | 428 | 11 | 90 | 5 |
| 411 | UPK 201 | 1.654 | 0.086 | 0.000 | 0.050 | 17 | 900 | 69 | 16 | 5 |
| 412 | RSG 8 | 0.321 | 0.028 | 0.009 | 0.010 | 09 | 492 | 13 | 25 | 5 |
| 413 | UBC 178 | 1.067 | 0.066 | 0.050 | 0.050 | 17 | 876 | 52 | 9 | 1 |
| 414 | UPK 185 | 0.163 | 0.033 | 0.014 | 0.008 | 12 | 577 | 17 | 130 | 10 |
| 415 | ASCC 127 | 0.310 | 0.044 | 0.000 | 0.050 | 17 | 384 | 15 | 18 | 1 |
| 416 | ASCC 128 | 0.269 | 0.037 | -0.076 | 0.018 | 12 | 646 | 22 | 105 | 5 |
| 417 | UPK 220 | 1.159 | 0.075 | 0.600 | 0.050 | 17 | 961 | 64 | 150 | 10 |
| 418 | UPK 219 | 0.601 | 0.078 | 0.020 | 0.050 | 08 | 826 | 57 | 150 | 10 |
| 419 | UPK 230 | 0.459 | 0.046 | 0.100 | 0.050 | 17 | 543 | 22 | 50 | 5 |
| 420 | Stock 12 | 0.203 | 0.033 | 0.000 | 0.050 | 17 | 450 | 14 | 105 | 5 |
| 421 | Aveni Hunter 1 | 0.160 | 0.076 | 0.000 | 0.050 | 17 | 424 | 29 | 14 | 1 |
| 422 | NGC 7762 | 0.902 | 0.024 | -0.120 | 0.020 | 07 | 911 | 31 | 2000 | 200 |

**Tablo EK 4:** Açık kümelerin bu çalışmada hesaplanan kinematik parametreleri.

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (km/sn) | | | | | | | | | | |
| 1 | Blanco 1 | -18.69 | 0.65 | -6.66 | 0.24 | -9.68 | 0.31 | 0.32 | 0.10 | -10.18 | 7.43 | -3.11 |
| 2 | Alessi 20 | -10.02 | 0.83 | -14.71 | 1.47 | -6.83 | 0.22 | 10.30 | -0.48 | -11.49 | -0.04 | -0.26 |
| 3 | UBC 183 | 8.43 | 0.17 | -19.72 | 0.18 | -11.17 | 0.49 | 25.71 | -1.23 | -8.45 | -4.30 | -4.59 |
| 4 | UPK 237 | 4.13 | 0.91 | 0.24 | 1.54 | -13.24 | 0.73 | 17.56 | -0.89 | -4.60 | 15.32 | -6.67 |
| 5 | UBC 2 | 25.50 | 0.58 | -8.58 | 0.56 | -6.30 | 0.37 | 13.01 | -0.60 | 21.32 | 6.21 | 0.27 |
| 6 | NGC 225 | 20.97 | 0.88 | -0.47 | 0.98 | 0.14 | 0.18 | 15.97 | -0.88 | 13.83 | 14.60 | 6.71 |
| 7 | COIN-Gaia 1 | 22.25 | 1.31 | -5.16 | 1.64 | -10.82 | 0.68 | 15.21 | -0.86 | 15.87 | 9.89 | -4.25 |
| 8 | Alessi 1 | -13.15 | 0.50 | -19.75 | 0.52 | -19.65 | 0.65 | 15.61 | -0.90 | -19.94 | -4.66 | -13.08 |
| 9 | COIN-Gaia 30 | 35.07 | 0.67 | -7.62 | 0.47 | 0.39 | 0.22 | 16.26 | -1.03 | 27.63 | 7.60 | 6.96 |
| 10 | FSR 0551 | 8.80 | 2.14 | -13.46 | 2.72 | -7.21 | 0.64 | 20.27 | -1.40 | -2.64 | 2.13 | -0.64 |
| 11 | Collinder 463 | 11.63 | 0.20 | -4.38 | 0.19 | -4.85 | 0.17 | 18.29 | -1.23 | 2.17 | 11.04 | 1.73 |
| 12 | COIN-Gaia 5 | 33.61 | 6.77 | -21.81 | 7.90 | -2.62 | 0.76 | 18.94 | -1.43 | 23.50 | -6.19 | 3.95 |
| 13 | NGC 752 | -16.64 | 0.19 | -21.16 | 0.33 | -19.33 | 0.24 | 7.66 | -0.72 | -15.47 | -6.25 | -12.76 |
| 14 | UPK 282 | 14.01 | 0.86 | -4.35 | 0.77 | -11.35 | 0.73 | 13.89 | -1.27 | 8.95 | 11.11 | -4.78 |
| 15 | Stock 5 | 13.87 | 2.55 | -14.98 | 2.95 | -11.63 | 0.47 | 19.86 | -1.51 | 2.84 | 0.72 | -5.07 |
| 16 | COIN-Gaia 34 | 27.23 | 1.60 | -14.34 | 1.77 | 0.57 | 0.11 | 19.59 | -1.53 | 16.47 | 1.38 | 7.14 |
| 17 | UPK 265 | 12.75 | 2.63 | -12.35 | 3.05 | -3.54 | 0.32 | 17.52 | -1.33 | 4.06 | 3.17 | 3.04 |
| 18 | Stock 2 | -30.95 | 0.47 | -18.64 | 0.46 | -14.49 | 0.26 | 7.57 | -0.63 | -29.69 | -3.82 | -7.92 |
| 19 | NGC 886 | -9.91 | 0.91 | -21.02 | 0.93 | -13.86 | 0.42 | 20.82 | -1.71 | -21.90 | -5.12 | -7.29 |
| 20 | Stock 7 | 13.40 | 0.83 | 2.36 | 0.83 | -2.82 | 0.22 | 13.19 | -1.15 | 9.05 | 17.70 | 3.75 |
| 21 | UBC 187 | 17.03 | 0.99 | -14.59 | 1.16 | -14.30 | 0.61 | 18.43 | -1.38 | 7.43 | 0.98 | -7.73 |
| 22 | COIN-Gaia 8 | 10.03 | 0.91 | -3.24 | 0.77 | -9.62 | 0.32 | 12.42 | -1.29 | 6.43 | 12.24 | -3.05 |
| 23 | Trumpler 2 | -3.71 | 0.48 | -12.08 | 0.61 | -13.81 | 0.94 | 12.60 | -1.21 | -7.48 | 3.32 | -7.24 |
| 24 | UPK 303 | -3.78 | 0.70 | -30.63 | 1.15 | -10.12 | 0.63 | 3.16 | -0.40 | 1.90 | -16.04 | -3.55 |
| 25 | NGC 1039 | 3.55 | 0.36 | -11.63 | 0.40 | -9.24 | 0.45 | 7.62 | -0.91 | 4.76 | 3.47 | -2.66 |
| 26 | UPK 305 | -4.26 | 1.11 | -10.03 | 1.20 | -8.74 | 0.90 | 5.91 | -0.77 | -1.34 | 4.93 | -2.17 |
| 27 | UBC 415 | 14.67 | 1.16 | -14.05 | 1.31 | -13.04 | 0.58 | 17.18 | -1.34 | 6.32 | 1.48 | -6.47 |
| 28 | UPK 296 | 0.01 | 1.02 | -4.48 | 0.81 | -16.63 | 0.62 | 8.49 | -0.97 | 0.35 | 10.68 | -10.06 |
| 29 | COIN-Gaia 9 | 15.44 | 2.00 | -9.28 | 1.38 | -11.40 | 0.68 | 12.67 | -1.64 | 11.60 | 6.55 | -4.84 |
| 30 | Trumpler 3 | 22.27 | 1.41 | -8.02 | 1.28 | -7.63 | 0.35 | 11.96 | -1.17 | 19.14 | 7.35 | -1.07 |
| 31 | Stock 23 | 21.73 | 0.64 | -6.22 | 0.62 | -10.01 | 0.50 | 10.73 | -1.13 | 19.83 | 9.10 | -3.44 |
| 32 | Melotte 20 | -11.31 | 0.34 | -19.70 | 0.45 | 0.23 | 0.05 | 2.51 | -0.35 | -4.99 | -5.16 | 6.80 |
| 33 | Alessi 13 | -12.42 | 0.14 | -21.59 | 0.26 | -4.11 | 0.24 | -1.36 | -0.08 | -2.23 | -7.32 | 2.46 |
| 34 | ASCC 10 | 17.48 | 1.14 | -5.92 | 0.52 | -1.02 | 0.52 | 6.68 | -1.31 | 19.63 | 9.58 | 5.55 |
| 35 | King 6 | 8.30 | 1.52 | -24.25 | 1.21 | 2.04 | 0.09 | 11.74 | -1.39 | 5.39 | -8.67 | 8.61 |
| 36 | NGC 1333 | 1.86 | 12.41 | -17.72 | 5.05 | -2.57 | 5.00 | 2.74 | -0.61 | 7.95 | -2.93 | 4.00 |
| 37 | NGC 1342 | 8.24 | 0.19 | -8.30 | 0.20 | -0.42 | 0.17 | 7.13 | -1.35 | 9.94 | 7.24 | 6.15 |
| 38 | ASCC 11 | 8.63 | 0.22 | -16.78 | 0.41 | -5.64 | 0.37 | 11.41 | -1.78 | 6.05 | -0.81 | 0.93 |
| 39 | IC 348 | -15.84 | 1.30 | -6.26 | 0.76 | -7.35 | 0.49 | 2.73 | -0.68 | -9.74 | 8.61 | -0.78 |
| 40 | UBC 19 | -18.61 | 2.92 | -5.15 | 1.35 | -10.15 | 1.15 | 3.17 | -0.87 | -12.95 | 9.91 | -3.58 |
| 41 | Melotte 22 | -7.98 | 0.40 | -28.25 | 0.85 | -14.87 | 0.39 | 0.80 | -0.29 | 0.05 | -13.77 | -8.30 |
| 42 | UBC 88 | 1.19 | 2.55 | -16.43 | 1.43 | -5.63 | 0.46 | 12.08 | -2.07 | -2.06 | -0.17 | 0.94 |
| 43 | UBC 51 | 3.40 | 4.54 | -5.97 | 2.73 | -5.96 | 0.52 | 15.14 | -2.24 | -2.91 | 10.46 | 0.60 |
| 44 | UPK 294 | 20.01 | 1.39 | -4.78 | 1.15 | -0.39 | 0.39 | 12.97 | -1.40 | 15.87 | 10.81 | 6.18 |
| 45 | UBC 4 | -1.30 | 0.87 | -9.48 | 0.43 | -13.43 | 0.46 | 5.06 | -1.33 | 2.47 | 6.04 | -6.86 |
| 46 | UBC 31 | -17.79 | 1.91 | -6.16 | 0.85 | -6.44 | 0.55 | 2.75 | -0.82 | -11.71 | 8.85 | 0.13 |
| 47 | UPK 333 | -21.07 | 0.26 | -12.54 | 0.49 | -11.71 | 0.27 | 7.63 | -1.50 | -19.87 | 3.14 | -5.14 |
| 48 | NGC 1528 | 1.68 | 0.32 | -18.30 | 0.56 | -0.99 | 0.18 | 13.16 | -2.19 | -2.65 | -1.92 | 5.58 |
| 49 | NGC 1545 | 12.47 | 0.19 | -1.11 | 0.34 | -5.14 | 0.40 | 8.68 | -1.53 | 12.62 | 14.61 | 1.43 |
| 50 | UBC 55 | 13.50 | 4.49 | -10.99 | 1.95 | -10.59 | 0.76 | 9.70 | -2.00 | 12.63 | 5.21 | -4.01 |
| 51 | Melotte 25 | -42.30 | 0.16 | -19.09 | 0.40 | -0.80 | 0.28 | 0.00 | -0.11 | -33.47 | -4.79 | 5.77 |
| 52 | NGC 1582 | 16.54 | 1.94 | -19.01 | 0.91 | 4.22 | 0.28 | 9.67 | -2.27 | 15.70 | -2.55 | 10.79 |
| 53 | Gulliver 11 | -1.56 | 4.52 | 7.68 | 1.73 | 7.83 | 0.49 | 9.10 | -2.14 | -1.83 | 24.01 | 14.40 |
| 54 | UPK 312 | 6.23 | 2.26 | -6.09 | 1.30 | -2.27 | 0.30 | 9.33 | -1.44 | 5.73 | 9.54 | 4.30 |
| 55 | COIN-Gaia 11 | 0.49 | 0.26 | -20.23 | 0.64 | -3.28 | 0.16 | 5.01 | -1.41 | 4.31 | -4.63 | 3.30 |

**Tablo EK 4 (devam)**

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | (km/sn) | | | | | | |
| 56 | COIN-Gaia 10 | -6.37 | 0.31 | -18.31 | 0.82 | -4.52 | 0.40 | 8.92 | -2.41 | -6.45 | -1.70 | 2.05 |
| 57 | COIN-Gaia 39 | -21.46 | 8.16 | -2.74 | 2.93 | -8.76 | 0.70 | 9.31 | -2.35 | -21.94 | 13.79 | -2.19 |
| 58 | UBC 56 | -0.16 | 0.59 | -17.86 | 0.77 | -6.58 | 0.37 | 9.04 | -1.92 | -0.37 | -1.75 | -0.01 |
| 59 | Platais 3 | -18.14 | 0.29 | -5.02 | 0.25 | -5.96 | 0.19 | 3.07 | -0.31 | -12.38 | 9.48 | 0.62 |
| 60 | NGC 1647 | 8.01 | 0.61 | -1.64 | 0.17 | -2.75 | 0.32 | -0.10 | -1.35 | 16.94 | 13.90 | 3.82 |
| 61 | Alessi 2 | 8.86 | 0.51 | -5.45 | 0.29 | -5.23 | 0.20 | 7.64 | -1.29 | 10.05 | 10.03 | 1.34 |
| 62 | NGC 1662 | 14.02 | 0.15 | 0.06 | 0.14 | 1.01 | 0.21 | -1.41 | -0.91 | 24.26 | 15.16 | 7.58 |
| 63 | ASCC 12 | 25.23 | 5.06 | -16.93 | 1.60 | -10.84 | 0.54 | 8.14 | -2.35 | 25.92 | -0.38 | -4.26 |
| 64 | RSG 1 | -15.90 | 0.98 | -13.06 | 0.52 | -11.58 | 0.34 | 1.90 | -0.78 | -8.97 | 1.91 | -5.01 |
| 65 | UPK 385 | -14.81 | 3.20 | -8.01 | 0.73 | -5.59 | 1.00 | -1.14 | -0.72 | -4.84 | 6.90 | 0.98 |
| 66 | NGC 1708 | 4.25 | 1.78 | -8.15 | 0.85 | -4.02 | 0.35 | 10.54 | -2.07 | 2.54 | 8.12 | 2.55 |
| 67 | NGC 1750 | 10.61 | 1.22 | -4.73 | 0.31 | -5.83 | 0.49 | 0.30 | -1.70 | 19.14 | 11.16 | 0.73 |
| 68 | NGC 1758 | -7.35 | 2.85 | -19.92 | 0.72 | 0.77 | 0.55 | 0.35 | -2.13 | 1.13 | -3.60 | 7.34 |
| 69 | COIN-Gaia 14 | -16.78 | 2.16 | -23.45 | 0.90 | -12.63 | 0.46 | 5.39 | -2.14 | -13.34 | -7.12 | -6.06 |
| 70 | COIN-Gaia 18 | -10.20 | 0.33 | -20.14 | 0.71 | -11.46 | 0.43 | 4.45 | -2.42 | -5.82 | -3.52 | -4.88 |
| 71 | COIN-Gaia 20 | 1.00 | 3.14 | -7.66 | 0.49 | -2.34 | 0.33 | 3.02 | -2.54 | 6.81 | 9.07 | 4.23 |
| 72 | UPK 394 | 4.82 | 1.27 | -4.43 | 0.43 | -4.69 | 0.51 | -5.61 | -1.77 | 19.26 | 11.53 | 1.88 |
| 73 | COIN-Gaia 12 | 1.37 | 0.91 | -25.48 | 0.83 | -3.41 | 0.22 | 6.35 | -2.27 | 3.86 | -9.01 | 3.16 |
| 74 | NGC 1901 | -25.57 | 0.59 | -2.94 | 0.54 | -0.95 | 0.36 | -9.49 | 0.13 | -7.26 | 11.12 | 5.62 |
| 75 | ASCC 16 | -17.35 | 0.71 | -7.95 | 0.29 | -4.17 | 0.27 | -3.32 | -0.76 | -5.20 | 7.00 | 2.41 |
| 76 | COIN-Gaia 17 | 5.24 | 13.41 | -20.69 | 2.50 | -11.44 | 0.72 | 4.99 | -2.61 | 9.09 | -3.88 | -4.87 |
| 77 | ASCC 19 | -17.36 | 1.16 | -10.99 | 0.55 | -6.39 | 0.46 | -3.86 | -0.73 | -4.67 | 3.93 | 0.18 |
| 78 | ASCC 21 | -16.76 | 0.86 | -8.43 | 0.33 | -3.86 | 0.29 | -3.25 | -0.79 | -4.68 | 6.55 | 2.71 |
| 79 | COIN-Gaia 13 | 10.90 | 0.52 | -0.72 | 0.23 | -11.06 | 0.63 | 3.01 | -1.20 | 16.72 | 14.67 | -4.49 |
| 80 | UBC 17b | -24.26 | 0.72 | -11.85 | 0.35 | -8.91 | 0.28 | -4.60 | -0.86 | -10.83 | 3.20 | -2.34 |
| 81 | Gulliver 6 | -25.81 | 1.47 | -12.65 | 0.70 | -9.49 | 0.55 | -4.44 | -0.83 | -12.54 | 2.37 | -2.92 |
| 82 | UBC 17a | -13.31 | 2.30 | -9.61 | 1.09 | -3.52 | 0.83 | -3.95 | -0.74 | -0.53 | 5.33 | 3.05 |
| 83 | Collinder 69 | -24.59 | 1.12 | -4.24 | 0.32 | -1.22 | 0.29 | -2.78 | -0.91 | -12.98 | 10.87 | 5.35 |
| 84 | NGC 1980 | -21.49 | 0.80 | -12.33 | 0.46 | -6.13 | 0.36 | -4.92 | -0.77 | -7.74 | 2.63 | 0.44 |
| 85 | NGC 1977 | -24.80 | 0.56 | -16.19 | 0.85 | -8.63 | 0.87 | -4.98 | -0.81 | -10.99 | -1.19 | -2.05 |
| 86 | UBC 207 | -19.85 | 3.78 | -10.69 | 2.02 | -5.39 | 1.48 | -4.73 | -0.78 | -6.29 | 4.28 | 1.18 |
| 87 | UBC 8 | 2.90 | 0.27 | -5.99 | 0.19 | -12.28 | 0.47 | 5.32 | -1.00 | 6.41 | 9.20 | -5.71 |
| 88 | Stock 10 | 11.67 | 0.51 | 0.56 | 0.22 | -5.65 | 0.39 | 1.41 | -0.85 | 19.09 | 15.60 | 0.92 |
| 89 | UPK 398 | -27.43 | 0.61 | -9.16 | 0.25 | -13.99 | 0.38 | -3.85 | -1.00 | -14.75 | 6.03 | -7.42 |
| 90 | COIN-Gaia 23 | -3.61 | 3.85 | -3.43 | 0.61 | -3.60 | 0.72 | -0.98 | -2.33 | 6.20 | 13.09 | 2.97 |
| 91 | UPK 402 | -11.86 | 4.36 | -7.31 | 1.88 | -6.70 | 1.09 | -4.28 | -0.88 | 1.25 | 7.76 | -0.13 |
| 92 | UPK 422 | -23.74 | 1.29 | -16.39 | 0.84 | -8.74 | 0.46 | -4.29 | -0.58 | -10.62 | -1.62 | -2.17 |
| 93 | COIN-Gaia 24 | 6.28 | 2.84 | -17.60 | 1.29 | 3.46 | 0.33 | -3.30 | -2.41 | 18.41 | -1.00 | 10.03 |
| 94 | NGC 2184 | -35.18 | 0.55 | -19.68 | 0.32 | -9.71 | 0.18 | -7.74 | -1.20 | -18.61 | -4.29 | -3.14 |
| 95 | COIN-Gaia 25 | 15.73 | 0.18 | -5.21 | 0.66 | -6.40 | 0.54 | -3.73 | -1.88 | 28.29 | 10.86 | 0.17 |
| 96 | NGC 2169 | -20.61 | 5.37 | -9.90 | 1.58 | -9.07 | 0.79 | -7.03 | -2.22 | -4.75 | 6.51 | -2.50 |
| 97 | NGC 2168 | 7.38 | 0.16 | -5.06 | 0.33 | -13.94 | 0.68 | -2.70 | -2.06 | 18.91 | 11.19 | -7.36 |
| 98 | UPK 445 | -17.95 | 2.66 | -6.25 | 2.40 | -11.02 | 1.08 | -11.54 | -1.13 | 2.42 | 9.07 | -4.45 |
| 99 | NGC 2183 | -24.64 | 3.31 | -6.67 | 2.32 | -18.07 | 1.28 | -12.69 | -1.67 | -3.11 | 9.19 | -11.50 |
| 100 | Ferrero 11 | -10.88 | 1.14 | -16.54 | 0.70 | -20.75 | 0.85 | -10.34 | -1.71 | 8.29 | -0.64 | -14.17 |
| 101 | UPK 379 | -11.15 | 0.19 | -12.17 | 0.55 | -8.81 | 0.48 | -0.58 | -1.76 | -1.74 | 3.78 | -2.24 |
| 102 | FSR 1117 | -17.16 | 2.98 | -8.69 | 2.32 | -19.02 | 1.45 | -13.25 | -1.55 | 4.92 | 7.05 | -12.45 |
| 103 | ASCC 23 | 12.71 | 0.11 | -5.72 | 0.11 | -1.37 | 0.11 | 3.49 | -1.38 | 18.05 | 9.85 | 5.21 |
| 104 | NGC 2215 | 13.73 | 1.04 | -9.52 | 0.83 | -4.84 | 0.33 | -15.01 | -1.82 | 37.57 | 6.49 | 1.73 |
| 105 | UPK 381 | -16.53 | 7.78 | -10.67 | 0.64 | -1.31 | 0.97 | -1.25 | -1.71 | -6.45 | 5.23 | 5.26 |
| 106 | BDSB91 | -39.45 | 7.68 | -16.65 | 6.35 | -18.94 | 2.01 | -17.40 | -1.86 | -13.22 | -0.60 | -12.37 |
| 107 | NGC 2232 | -19.72 | 0.58 | -12.50 | 0.41 | -10.37 | 0.35 | -4.67 | -0.60 | -6.22 | 2.29 | -3.80 |
| 108 | vdBergh 80 | -31.73 | 4.18 | -14.77 | 3.47 | -17.86 | 1.33 | -16.57 | -1.79 | -6.33 | 1.21 | -11.29 |
| 109 | Collinder 95 | -1.04 | 4.83 | -12.41 | 2.05 | -13.70 | 0.89 | -6.73 | -1.48 | 14.52 | 3.26 | -7.12 |
| 110 | UPK 442 | -10.73 | 0.30 | -9.65 | 0.31 | -11.29 | 0.51 | -11.16 | -1.11 | 9.26 | 5.65 | -4.72 |

**Tablo EK 4 (devam)**

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (km/sn) | | | | | | | | | | |
| 111 | vdBergh 83 | -32.29 | 3.06 | -17.48 | 4.56 | -13.93 | 1.43 | -19.28 | -1.13 | -4.18 | -2.16 | -7.36 |
| 112 | UPK 436 | -25.40 | 2.51 | -8.13 | 2.08 | -16.27 | 0.85 | -14.39 | -1.57 | -2.18 | 7.63 | -9.70 |
| 113 | NGC 2264 | -17.61 | 5.45 | -16.63 | 2.41 | -9.57 | 0.95 | -7.43 | -1.55 | -1.35 | -0.89 | -3.00 |
| 114 | NGC 2287 | -14.00 | 0.10 | -13.85 | 0.14 | -19.88 | 0.38 | -15.54 | -1.11 | 10.37 | 1.45 | -13.31 |
| 115 | UPK 350 | -6.57 | 0.80 | -7.93 | 0.40 | -13.33 | 0.64 | 2.51 | -0.98 | -0.25 | 7.24 | -6.76 |
| 116 | NGC 2281 | -23.78 | 0.28 | -14.28 | 0.75 | -8.22 | 0.65 | 1.20 | -1.19 | -16.15 | 1.10 | -1.65 |
| 117 | NGC 2301 | -18.88 | 0.21 | -18.69 | 0.29 | -9.18 | 0.46 | -12.96 | -1.79 | 2.91 | -2.70 | -2.60 |
| 118 | UPK 433 | -13.40 | 1.28 | -19.45 | 1.03 | -7.55 | 0.36 | -13.25 | -1.48 | 8.68 | -3.78 | -0.98 |
| 119 | ASCC 29 | -2.91 | 1.10 | -4.72 | 0.79 | -6.44 | 0.37 | -15.59 | -1.98 | 21.51 | 11.45 | 0.13 |
| 120 | ASCC 30 | -18.66 | 2.30 | -11.09 | 1.88 | -8.34 | 0.48 | -19.02 | -2.06 | 9.19 | 5.16 | -1.77 |
| 121 | UPK 524 | -26.47 | 0.39 | -22.33 | 0.56 | -8.66 | 0.22 | -14.14 | -0.12 | -3.51 | -8.01 | -2.09 |
| 122 | UBC 444 | -9.51 | 2.72 | -18.44 | 2.30 | -13.16 | 0.53 | -19.61 | -2.05 | 18.93 | -2.20 | -6.59 |
| 123 | NGC 2323 | -3.59 | 0.19 | -4.10 | 0.19 | -4.99 | 0.25 | -18.09 | -1.79 | 23.33 | 11.88 | 1.58 |
| 124 | ASCC 32 | -31.44 | 0.76 | -17.82 | 0.95 | -10.67 | 0.40 | -18.08 | -1.00 | -4.53 | -2.63 | -4.10 |
| 125 | UPK 495 | -18.48 | 0.32 | 5.03 | 0.55 | -0.07 | 0.18 | -16.27 | -0.48 | 6.63 | 19.70 | 6.50 |
| 126 | UBC 7 | -17.64 | 0.34 | -7.44 | 0.43 | -11.25 | 0.22 | -6.88 | -0.24 | -1.93 | 7.00 | -4.68 |
| 127 | Gulliver 21 | -33.29 | 0.40 | -25.74 | 0.54 | -4.93 | 0.10 | -14.79 | -0.83 | -9.67 | -10.71 | 1.64 |
| 128 | NGC 2343 | -10.10 | 0.28 | -11.57 | 0.28 | 0.23 | 0.34 | -21.05 | -1.90 | 19.78 | 4.52 | 6.80 |
| 129 | Alessi 21 | -36.32 | 0.41 | -16.34 | 0.41 | -9.93 | 0.35 | -10.65 | -0.99 | -16.85 | -1.16 | -3.36 |
| 130 | UPK 431 | -13.29 | 0.82 | -2.37 | 0.65 | -5.53 | 0.29 | -12.19 | -1.39 | 7.73 | 13.22 | 1.04 |
| 131 | UPK 470 | -41.57 | 2.28 | -6.52 | 2.89 | -13.51 | 0.55 | -22.14 | -1.49 | -10.59 | 9.15 | -6.93 |
| 132 | Collinder 132 | -22.90 | 0.80 | -9.96 | 1.11 | -9.48 | 0.37 | -15.38 | -0.69 | 1.31 | 4.92 | -2.91 |
| 133 | UPK 429 | -14.02 | 2.70 | -5.41 | 2.00 | -5.79 | 0.45 | -14.05 | -1.68 | 8.86 | 10.46 | 0.78 |
| 134 | NGC 2358 | -21.12 | 0.19 | -18.80 | 0.18 | -4.88 | 0.20 | -18.29 | -1.30 | 6.00 | -3.31 | 1.69 |
| 135 | Alessi 3 | -18.79 | 0.20 | 5.99 | 0.13 | -5.25 | 0.07 | -7.13 | -0.14 | -2.83 | 20.32 | 1.32 |
| 136 | Collinder 135 | -17.99 | 0.30 | -7.47 | 0.43 | -11.88 | 0.21 | -7.37 | -0.25 | -1.79 | 6.97 | -5.32 |
| 137 | UPK 452 | -41.34 | 1.80 | -19.73 | 1.90 | -9.87 | 0.29 | -12.36 | -1.03 | -20.15 | -4.51 | -3.30 |
| 138 | Collinder 140 | -19.59 | 0.65 | -7.37 | 1.29 | -11.33 | 0.27 | -9.49 | -0.39 | -1.27 | 7.21 | -4.76 |
| 139 | UPK 418 | -11.05 | 1.17 | -7.92 | 0.75 | -9.83 | 0.56 | -11.97 | -1.67 | 9.76 | 7.94 | -3.26 |
| 140 | NGC 2422 | -30.20 | 0.37 | -21.38 | 0.37 | -11.30 | 0.44 | -10.25 | -0.73 | -11.12 | -6.46 | -4.73 |
| 141 | Ruprecht 26 | -27.92 | 2.46 | -21.48 | 3.13 | -12.90 | 0.55 | -23.60 | -1.63 | 4.51 | -5.66 | -6.33 |
| 142 | NGC 2423 | -2.69 | 0.16 | -22.64 | 0.15 | -9.54 | 0.19 | -19.76 | -1.44 | 25.90 | -7.01 | -2.97 |
| 143 | UPK 540 | -15.61 | 0.55 | -6.81 | 0.98 | -4.32 | 0.33 | -9.49 | 0.01 | 2.71 | 7.37 | 2.25 |
| 144 | UPK 526 | -29.56 | 1.62 | -15.31 | 1.25 | -14.64 | 0.65 | -15.11 | -0.11 | -5.62 | -1.01 | -8.07 |
| 145 | Haffner 13 | -33.26 | 0.59 | -19.48 | 0.70 | -8.73 | 0.24 | -13.90 | -0.57 | -10.53 | -4.72 | -2.16 |
| 146 | NGC 2451A | -27.81 | 0.46 | -15.29 | 0.65 | -13.13 | 0.22 | -5.04 | -0.14 | -13.94 | -0.96 | -6.56 |
| 147 | NGC 2451B | -19.27 | 0.53 | -7.81 | 0.46 | -12.51 | 0.39 | -9.72 | -0.27 | -0.71 | 6.65 | -5.94 |
| 148 | NGC 2447 | -36.61 | 0.38 | -4.67 | 0.24 | -2.53 | 0.13 | -23.64 | -1.20 | -4.14 | 10.72 | 4.04 |
| 149 | ASCC 41 | 11.78 | 0.33 | 2.60 | 0.29 | -4.16 | 0.13 | -5.07 | -0.55 | 25.68 | 17.34 | 2.41 |
| 150 | UBC 250 | -50.25 | 1.63 | -18.08 | 1.20 | 3.90 | 0.51 | -24.85 | 0.12 | -16.58 | -4.01 | 10.47 |
| 151 | Alessi Teutsch 3 | -35.64 | 0.79 | -7.90 | 0.99 | -3.99 | 0.28 | -18.80 | -0.10 | -8.02 | 6.39 | 2.58 |
| 152 | UPK 468 | -3.61 | 1.18 | 1.63 | 1.50 | -5.50 | 0.37 | -19.49 | -1.34 | 24.71 | 17.16 | 1.07 |
| 153 | NGC 2516 | -21.41 | 0.74 | -24.98 | 0.15 | -4.44 | 0.18 | -10.44 | 0.06 | -2.14 | -10.85 | 2.13 |
| 154 | UBC 480 | -17.85 | 0.65 | -8.01 | 0.91 | -5.80 | 0.33 | -12.54 | -0.10 | 3.52 | 6.28 | 0.77 |
| 155 | UBC 13 | -31.10 | 2.14 | -14.94 | 1.66 | -12.58 | 1.12 | -9.95 | -1.12 | -12.32 | 0.37 | -6.00 |
| 156 | UPK 467 | -17.56 | 0.86 | -12.66 | 1.06 | -15.24 | 0.56 | -12.33 | -0.85 | 3.60 | 2.38 | -8.67 |
| 157 | NGC 2527 | -41.19 | 0.51 | -25.24 | 0.24 | -0.98 | 0.07 | -15.66 | -0.61 | -16.71 | -10.44 | 5.59 |
| 158 | Pozzo 1 | -20.78 | 0.43 | -12.90 | 1.50 | -2.54 | 0.22 | -9.25 | -0.10 | -2.70 | 1.40 | 4.03 |
| 159 | NGC 2547 | -16.19 | 0.47 | -9.56 | 0.40 | -10.86 | 0.31 | -10.41 | -0.09 | 3.05 | 4.72 | -4.29 |
| 160 | UPK 533 | -10.88 | 0.39 | -25.93 | 1.13 | -12.21 | 0.36 | -9.21 | -0.04 | 7.16 | -11.70 | -5.64 |
| 161 | NGC 2546 | -26.91 | 0.83 | -8.57 | 0.25 | -4.70 | 0.19 | -24.67 | -0.59 | 6.59 | 6.21 | 1.87 |
| 162 | Gulliver 10 | -26.45 | 0.75 | -29.47 | 0.37 | -3.97 | 0.17 | -15.46 | -0.35 | -2.15 | -14.93 | 2.60 |
| 163 | NGC 2548 | -9.92 | 0.20 | -2.69 | 0.16 | 0.15 | 0.15 | -14.67 | -1.17 | 13.58 | 12.67 | 6.72 |
| 164 | BH 23 | -26.50 | 0.63 | -15.62 | 1.06 | -4.15 | 0.18 | -11.56 | -0.29 | -6.11 | -1.14 | 2.42 |
| 165 | UPK 502 | -37.67 | 1.13 | -24.56 | 0.67 | -12.25 | 0.46 | -18.33 | -0.42 | -10.50 | -9.95 | -5.68 |

**Tablo EK 4 (devam)**

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (km/sn) | | | | | | | | | | |
| 166 | UBC 12 | -34.24 | 0.54 | -16.60 | 0.48 | -0.80 | 0.33 | -9.05 | -0.63 | -16.37 | -1.77 | 5.77 |
| 167 | UPK 537 | -29.25 | 1.12 | -11.68 | 1.90 | -4.95 | 0.30 | -16.21 | -0.04 | -4.21 | 2.55 | 1.62 |
| 168 | Gulliver 9 | -23.52 | 0.95 | -22.06 | 9.04 | -4.31 | 0.89 | -13.60 | -0.10 | -1.09 | -7.77 | 2.26 |
| 169 | UPK 535 | -15.61 | 0.53 | -7.69 | 1.23 | -14.26 | 0.48 | -8.52 | -0.03 | 1.75 | 6.53 | -7.68 |
| 170 | UBC 255 | -24.45 | 0.56 | 11.01 | 0.23 | -7.84 | 0.28 | -24.99 | 0.26 | 9.37 | 24.93 | -1.27 |
| 171 | Pismis 4 | -31.19 | 1.11 | -4.73 | 0.62 | -11.40 | 0.44 | -18.79 | -0.21 | -3.56 | 9.67 | -4.83 |
| 172 | Pismis 5 | -32.16 | 2.59 | -9.49 | 2.67 | -7.71 | 0.83 | -24.98 | -0.41 | 1.66 | 5.11 | -1.14 |
| 173 | NGC 2632 | -42.52 | 0.18 | -20.31 | 0.09 | -9.74 | 0.30 | -1.86 | -0.34 | -31.83 | -5.78 | -3.17 |
| 174 | IC 2391 | -24.56 | 0.32 | -14.02 | 0.35 | -5.69 | 0.08 | -4.19 | 0.00 | -11.54 | 0.17 | 0.88 |
| 175 | UBC 21 | -32.64 | 0.56 | -9.86 | 0.51 | -11.62 | 0.39 | -21.86 | -0.91 | -1.96 | 5.24 | -5.06 |
| 176 | IC 2395 | -19.22 | 0.65 | -21.78 | 1.62 | -6.48 | 0.37 | -19.34 | -0.10 | 8.95 | -7.49 | 0.09 |
| 177 | UPK 545 | -9.56 | 0.28 | -22.14 | 1.17 | -11.96 | 0.28 | -8.59 | 0.07 | 7.86 | -8.02 | -5.39 |
| 178 | Collinder 197 | -33.37 | 2.08 | -16.84 | 4.81 | -8.77 | 0.72 | -25.67 | -0.34 | 1.12 | -2.31 | -2.20 |
| 179 | Teutsch 38 | -30.42 | 0.85 | -22.49 | 0.83 | -12.20 | 0.48 | -17.63 | -0.30 | -3.96 | -8.00 | -5.63 |
| 180 | NGC 2669 | -33.70 | 1.31 | -21.63 | 0.16 | -4.00 | 0.18 | -31.19 | 0.04 | 6.31 | -7.48 | 2.57 |
| 181 | Trumpler 10 | -28.92 | 1.01 | -18.23 | 0.30 | -11.06 | 0.45 | -11.66 | -0.13 | -8.42 | -3.91 | -4.49 |
| 182 | Alessi 43 | -31.82 | 1.45 | -14.78 | 2.88 | -7.65 | 0.54 | -25.75 | -0.30 | 2.75 | -0.29 | -1.08 |
| 183 | NGC 2682 | -48.11 | 0.22 | -24.54 | 0.11 | -21.68 | 0.33 | -11.84 | -1.45 | -27.43 | -8.89 | -15.10 |
| 184 | UPK 542 | -19.71 | 0.59 | -13.27 | 5.13 | -9.15 | 0.57 | -22.49 | 0.10 | 11.61 | 0.82 | -2.58 |
| 185 | BH 56 | -34.35 | 2.24 | -12.61 | 1.34 | -2.38 | 0.34 | -24.40 | -0.21 | -1.11 | 1.79 | 4.19 |
| 186 | UPK 508 | -50.94 | 0.84 | -17.32 | 0.71 | -11.85 | 0.31 | -22.32 | -0.38 | -19.78 | -2.75 | -5.28 |
| 187 | Platais 8 | -11.21 | 0.23 | -21.20 | 0.86 | -3.70 | 0.12 | -3.61 | 0.04 | 1.23 | -7.05 | 2.87 |
| 188 | UPK 528 | -32.45 | 1.35 | -23.85 | 2.69 | -18.77 | 0.90 | -26.44 | -0.17 | 2.84 | -9.49 | -12.19 |
| 189 | ESO 166 04 | -42.49 | 1.18 | -19.05 | 0.23 | -3.41 | 0.20 | -30.28 | 0.18 | -3.37 | -5.03 | 3.16 |
| 190 | Platais 9 | -23.75 | 0.49 | -15.65 | 0.50 | -6.24 | 0.16 | -4.96 | -0.02 | -9.97 | -1.44 | 0.33 |
| 191 | UBC 260 | -24.55 | 0.79 | -19.95 | 1.44 | -3.37 | 0.40 | -14.06 | 0.37 | -1.65 | -6.13 | 3.20 |
| 192 | Turner 5 | 4.79 | 0.19 | 2.84 | 0.28 | -5.40 | 0.21 | -12.08 | -0.11 | 25.70 | 17.14 | 1.17 |
| 193 | NGC 2925 | -35.35 | 1.01 | -5.14 | 0.87 | -6.42 | 0.23 | -20.55 | 0.19 | -5.97 | 8.86 | 0.15 |
| 194 | UPK 549 | -5.35 | 0.28 | 3.91 | 0.16 | -6.76 | 0.35 | -27.56 | 0.29 | 31.04 | 17.81 | -0.19 |
| 195 | NGC 3114 | -38.83 | 1.27 | -7.19 | 0.30 | -6.54 | 0.29 | -26.87 | 0.56 | -3.14 | 6.44 | 0.03 |
| 196 | Ruprecht 161 | -41.70 | 1.33 | -25.02 | 2.03 | -13.92 | 0.41 | -24.23 | 0.56 | -8.66 | -11.40 | -7.36 |
| 197 | ASCC 58 | -25.92 | 0.92 | -16.74 | 0.83 | -11.63 | 0.40 | -12.87 | 0.23 | -4.23 | -2.78 | -5.06 |
| 198 | NGC 3228 | -25.67 | 0.83 | -19.63 | 0.53 | -19.29 | 0.61 | -13.32 | 0.22 | -3.52 | -5.66 | -12.72 |
| 199 | UPK 560 | -33.33 | 0.61 | -17.37 | 0.99 | -6.59 | 0.30 | -15.45 | 0.20 | -9.06 | -3.38 | -0.02 |
| 200 | UPK 552 | -33.65 | 0.63 | -12.78 | 0.61 | -8.23 | 0.20 | -8.72 | 0.14 | -16.10 | 1.27 | -1.66 |
| 201 | BH 99 | -23.74 | 1.32 | -17.39 | 0.48 | -13.30 | 0.67 | -11.63 | 0.31 | -3.29 | -3.51 | -6.73 |
| 202 | IC 2602 | -8.96 | 0.38 | -20.03 | 0.74 | -0.52 | 0.07 | -3.96 | 0.12 | 3.83 | -5.96 | 6.05 |
| 203 | Alessi 5 | -23.31 | 1.19 | -18.62 | 3.06 | -10.28 | 0.29 | -10.34 | 0.30 | -4.14 | -4.73 | -3.71 |
| 204 | UPK 567 | -14.61 | 0.43 | -9.68 | 0.16 | -9.29 | 0.23 | -16.07 | 0.55 | 10.29 | 3.96 | -2.72 |
| 205 | Ruprecht 91 | -55.98 | 1.57 | -17.37 | 0.57 | -15.59 | 0.48 | -28.97 | 0.78 | -18.21 | -3.97 | -9.03 |
| 206 | UPK 562 | -47.91 | 1.56 | -12.03 | 3.80 | -1.19 | 0.26 | -21.14 | 0.63 | -17.94 | 1.53 | 5.38 |
| 207 | NGC 3532 | -22.88 | 0.31 | -12.36 | 0.14 | 1.69 | 0.05 | -11.89 | 0.37 | -2.16 | 1.46 | 8.26 |
| 208 | ASCC 66 | -50.83 | 1.66 | -18.54 | 2.46 | -6.39 | 0.41 | -25.11 | 0.77 | -16.91 | -5.13 | 0.18 |
| 209 | NGC 3680 | -33.89 | 1.10 | -13.97 | 0.41 | -5.85 | 0.22 | -26.51 | 0.70 | 1.45 | -0.48 | 0.72 |
| 210 | Ruprecht 98 | -7.48 | 0.27 | 3.28 | 0.22 | -20.20 | 0.97 | -11.23 | 0.51 | 12.58 | 16.96 | -13.63 |
| 211 | Alessi Teutsch 8 | -36.85 | 1.15 | -1.07 | 0.65 | 1.48 | 0.17 | -24.92 | 1.12 | -3.10 | 12.01 | 8.05 |
| 212 | ESO 130 06 | -41.11 | 1.70 | -13.36 | 1.87 | -10.80 | 0.43 | -19.73 | 0.90 | -12.56 | -0.08 | -4.23 |
| 213 | Melotte 111 | -2.39 | 0.11 | -5.51 | 0.25 | -0.32 | 0.11 | -0.18 | -0.02 | 6.62 | 8.70 | 6.25 |
| 214 | ASCC 73 | -40.07 | 1.82 | -1.27 | 2.50 | -9.09 | 0.43 | -14.77 | 0.80 | -16.47 | 12.12 | -2.52 |
| 215 | UPK 579 | -29.26 | 1.72 | -23.28 | 2.35 | -10.70 | 0.69 | -16.37 | 0.94 | -4.07 | -10.04 | -4.14 |
| 216 | UPK 578 | -49.54 | 1.25 | -31.43 | 0.87 | -20.73 | 0.54 | -21.67 | 1.24 | -19.05 | -18.49 | -14.17 |
| 217 | UPK 587 | -43.06 | 1.38 | -8.61 | 1.44 | -10.77 | 0.42 | -18.91 | 1.32 | -15.32 | 4.26 | -4.20 |
| 218 | Ruprecht 108 | -56.40 | 1.55 | 1.70 | 1.63 | -6.45 | 0.28 | -21.13 | 1.47 | -26.44 | 14.42 | 0.12 |
| 219 | Platais 10 | -38.46 | 0.57 | -10.70 | 0.63 | -5.62 | 0.08 | -5.11 | 0.37 | -24.52 | 3.12 | 0.95 |
| 220 | UPK 599 | -29.72 | 2.23 | -13.44 | 2.25 | 3.44 | 1.32 | -12.10 | 1.03 | -8.79 | -0.28 | 10.01 |

**Tablo EK 4 (devam)**

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (km/sn) | | | | | | | | | | |
| 221 | NGC 5460 | -20.97 | 1.11 | -14.94 | 1.16 | -5.44 | 0.34 | -13.41 | 1.21 | 1.27 | -1.96 | 1.13 |
| 222 | Loden 1194 | -44.26 | 2.53 | 2.30 | 2.53 | -8.50 | 0.66 | -14.99 | 1.21 | -20.44 | 15.29 | -1.93 |
| 223 | UPK 585 | -30.39 | 2.64 | -6.45 | 3.28 | -7.54 | 1.07 | -14.96 | 1.02 | -6.60 | 6.72 | -0.97 |
| 224 | Lynga 2 | -39.25 | 1.73 | -12.34 | 1.65 | -9.13 | 0.62 | -19.20 | 1.63 | -11.23 | 0.20 | -2.57 |
| 225 | NGC 5593 | -41.87 | 2.92 | -2.22 | 2.83 | -2.00 | 0.42 | -19.56 | 1.81 | -13.48 | 10.16 | 4.57 |
| 226 | NGC 5662 | -37.34 | 1.40 | -9.77 | 1.58 | -16.52 | 0.99 | -14.61 | 1.38 | -13.89 | 3.05 | -9.94 |
| 227 | UPK 594 | -6.44 | 1.90 | -12.79 | 2.06 | -9.78 | 0.44 | -18.53 | 1.50 | 20.92 | -0.10 | -3.21 |
| 228 | Alessi 6 | -38.31 | 0.71 | -16.40 | 0.67 | -1.21 | 0.12 | -13.58 | 1.14 | -15.90 | -3.35 | 5.36 |
| 229 | BH 164 | -17.08 | 0.70 | -14.66 | 0.63 | -12.50 | 0.49 | -8.07 | 0.70 | -0.18 | -1.17 | -5.93 |
| 230 | UPK 604 | -8.85 | 3.50 | -19.50 | 3.17 | -4.18 | 0.30 | -13.60 | 1.34 | 13.58 | -6.64 | 2.39 |
| 231 | UPK 607 | -36.00 | 1.35 | 0.52 | 1.54 | -4.52 | 0.46 | -16.05 | 1.67 | -11.12 | 13.03 | 2.05 |
| 232 | NGC 5822 | -45.05 | 1.42 | -10.70 | 1.82 | -6.29 | 0.30 | -14.06 | 1.56 | -22.17 | 1.92 | 0.28 |
| 233 | UPK 613 | -35.31 | 0.46 | -4.11 | 0.63 | -7.74 | 0.25 | -14.21 | 1.74 | -12.27 | 8.34 | -1.18 |
| 234 | ASCC 79 | -16.55 | 3.45 | -11.59 | 2.94 | -7.21 | 0.44 | -14.68 | 1.54 | 6.95 | 1.05 | -0.65 |
| 235 | UPK 614 | -14.92 | 2.82 | -10.74 | 2.33 | -11.66 | 1.07 | -14.36 | 1.77 | 8.27 | 1.69 | -5.09 |
| 236 | Alessi 8 | -34.14 | 2.00 | -7.54 | 1.57 | -5.71 | 0.45 | -10.12 | 1.35 | -15.19 | 5.29 | 0.86 |
| 237 | UPK 605 | -18.79 | 2.58 | -9.68 | 2.26 | -3.31 | 0.52 | -13.27 | 1.34 | 3.31 | 3.17 | 3.26 |
| 238 | UPK 617 | -40.06 | 0.92 | 4.78 | 1.05 | -9.08 | 0.58 | -11.48 | 1.46 | -19.75 | 17.50 | -2.51 |
| 239 | UPK 621 | -35.13 | 3.29 | 3.20 | 2.25 | -3.77 | 0.25 | -13.35 | 1.81 | -12.96 | 15.58 | 2.80 |
| 240 | UBC 5 | -25.82 | 0.94 | -9.74 | 0.94 | 1.30 | 0.17 | -7.23 | 1.19 | -9.76 | 3.26 | 7.87 |
| 241 | UPK 626 | -25.79 | 1.40 | -11.34 | 1.52 | 0.53 | 0.11 | -6.77 | 1.06 | -10.19 | 1.79 | 7.09 |
| 242 | NGC 6025 | -1.43 | 2.55 | -18.31 | 1.88 | -2.11 | 0.34 | -12.32 | 1.53 | 19.72 | -5.65 | 4.46 |
| 243 | NGC 6087 | -5.62 | 1.48 | -13.42 | 0.99 | -3.01 | 0.24 | -15.42 | 2.16 | 18.63 | -1.39 | 3.56 |
| 244 | Harvard 10 | -31.79 | 0.78 | -15.15 | 1.00 | -18.95 | 0.80 | -9.39 | 1.43 | -13.57 | -2.40 | -12.38 |
| 245 | UPK 627 | -16.77 | 2.59 | -16.03 | 1.46 | -13.01 | 0.30 | -6.82 | 1.10 | -1.12 | -2.94 | -6.44 |
| 246 | NGC 6124 | -18.85 | 0.48 | 10.91 | 0.39 | 2.67 | 0.43 | -5.68 | 1.44 | -4.34 | 23.66 | 9.24 |
| 247 | UBC 11 | -24.91 | 0.72 | 2.50 | 0.50 | -6.68 | 0.24 | -6.77 | 0.92 | -9.31 | 15.77 | -0.11 |
| 248 | NGC 6178 | -8.75 | 4.43 | -6.50 | 1.86 | -10.68 | 0.73 | -8.81 | 1.96 | 8.89 | 5.73 | -4.11 |
| 249 | UPK 644 | -29.55 | 4.46 | -13.08 | 1.15 | -2.64 | 0.88 | -3.78 | 1.75 | -16.94 | -0.64 | 3.93 |
| 250 | UPK 630 | -6.25 | 4.14 | -11.91 | 2.11 | -1.11 | 0.29 | -11.58 | 2.12 | 14.16 | 0.16 | 5.46 |
| 251 | UPK 640 | -3.36 | 0.71 | -19.63 | 0.38 | -4.09 | 0.10 | -1.34 | 0.40 | 6.81 | -5.85 | 2.48 |
| 252 | ASCC 85 | 4.56 | 0.50 | -15.22 | 0.79 | -11.46 | 0.74 | -8.33 | 2.00 | 21.71 | -3.04 | -4.89 |
| 253 | UPK 612 | -10.33 | 0.94 | -16.51 | 0.77 | 3.34 | 0.31 | -3.66 | 0.42 | 2.16 | -2.74 | 9.91 |
| 254 | UPK 624 | -8.32 | 0.57 | -16.36 | 0.40 | -11.66 | 0.21 | -4.28 | 0.63 | 4.78 | -2.80 | -5.09 |
| 255 | NGC 6250 | -25.46 | 4.37 | 0.88 | 1.72 | -7.32 | 0.91 | -8.76 | 2.20 | -7.87 | 12.87 | -0.74 |
| 256 | UPK 629 | 4.21 | 1.84 | -14.76 | 0.95 | -14.16 | 0.40 | -11.14 | 1.92 | 24.18 | -2.49 | -7.59 |
| 257 | Alessi Teutsch 12 | -14.46 | 1.44 | -19.75 | 0.92 | -9.73 | 0.38 | -7.89 | 1.24 | 2.26 | -6.79 | -3.16 |
| 258 | ASCC 87 | -0.48 | 3.78 | -13.52 | 0.69 | -4.70 | 0.60 | -1.73 | 1.79 | 10.08 | -1.11 | 1.88 |
| 259 | DBSB 104 | -15.38 | 1.83 | 2.08 | 0.78 | 1.68 | 0.26 | -11.16 | 2.34 | 4.61 | 13.93 | 8.25 |
| 260 | NGC 6281 | -7.24 | 0.26 | -9.42 | 0.93 | -2.40 | 0.25 | -3.01 | 1.22 | 4.60 | 3.55 | 4.17 |
| 261 | UBC 563 | -3.90 | 4.44 | -19.24 | 1.52 | -10.91 | 1.04 | -3.22 | 2.65 | 8.15 | -7.69 | -4.33 |
| 262 | ASCC 88 | -17.80 | 0.38 | -6.14 | 0.67 | -12.16 | 0.81 | -4.27 | 2.14 | -4.70 | 5.91 | -5.59 |
| 263 | Alessi 24 | -3.46 | 0.58 | -19.06 | 0.48 | -12.00 | 0.32 | -6.59 | 0.97 | 11.96 | -5.83 | -5.43 |
| 264 | IC 4651 | -36.81 | 0.32 | -12.98 | 0.75 | 0.81 | 0.19 | -8.60 | 2.10 | -19.38 | -0.89 | 7.38 |
| 265 | Antalova 2 | -0.42 | 4.11 | -0.90 | 0.66 | -14.83 | 1.33 | -2.73 | 2.83 | 11.14 | 10.46 | -8.26 |
| 266 | UPK 642 | 5.01 | 3.21 | -12.74 | 0.91 | -19.79 | 0.72 | -6.28 | 2.16 | 20.13 | -0.71 | -13.21 |
| 267 | Collinder 338 | -28.89 | 1.98 | 3.07 | 0.30 | -7.91 | 0.50 | -2.51 | 1.53 | -17.55 | 15.73 | -1.33 |
| 268 | ASCC 90 | 6.00 | 0.68 | -8.92 | 0.61 | -0.40 | 0.07 | -1.57 | 1.37 | 16.40 | 3.90 | 6.17 |
| 269 | NGC 6405 | -8.61 | 0.20 | -11.92 | 1.28 | -4.16 | 0.46 | -0.75 | 1.11 | 0.97 | 1.16 | 2.41 |
| 270 | Alessi 9 | -9.33 | 0.38 | -0.23 | 0.12 | -11.84 | 0.25 | -1.53 | 0.48 | 1.03 | 13.48 | -5.27 |
| 271 | NGC 6416 | -22.62 | 0.98 | -13.48 | 1.53 | 2.68 | 0.30 | -1.48 | 2.43 | -12.31 | -1.72 | 9.25 |
| 272 | IC 4665 | -5.00 | 1.32 | -18.19 | 0.85 | -9.39 | 0.51 | 4.55 | 0.68 | -0.72 | -4.68 | -2.82 |
| 273 | NGC 6425 | -3.62 | 0.18 | 2.66 | 0.27 | -19.51 | 1.84 | -0.98 | 2.41 | 6.19 | 14.44 | -12.94 |
| 274 | Collinder 350 | -12.98 | 0.11 | -11.28 | 0.16 | 3.58 | 0.24 | 4.48 | 0.78 | -8.63 | 2.13 | 10.15 |
| 275 | Alessi 31 | 11.13 | 5.43 | -11.13 | 1.65 | -2.45 | 0.80 | 4.88 | 1.57 | 15.08 | 1.49 | 4.12 |

**Tablo EK 4 (devam)**

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | (km/sn) | | | | | | |
| 276 | UPK 25 | -12.80 | 1.44 | -5.37 | 0.63 | -1.90 | 0.34 | 6.57 | 1.34 | -10.54 | 7.48 | 4.67 |
| 277 | NGC 6475 | -16.03 | 0.13 | -2.85 | 0.19 | -5.74 | 0.32 | -0.54 | 0.65 | -6.66 | 10.69 | 0.83 |
| 278 | NGC 6494 | -6.68 | 0.17 | -6.40 | 0.40 | -4.59 | 0.36 | 3.42 | 1.73 | -1.27 | 6.06 | 1.98 |
| 279 | Ruprecht 135 | -12.20 | 0.24 | -6.65 | 0.30 | -11.96 | 0.75 | 8.55 | 2.56 | -11.92 | 4.98 | -5.39 |
| 280 | UPK 645 | -2.22 | 2.22 | -3.83 | 0.46 | -12.74 | 0.71 | -3.47 | 1.66 | 10.08 | 8.70 | -6.18 |
| 281 | Collinder 359 | 5.80 | 3.31 | -19.12 | 1.99 | -13.11 | 0.94 | 7.25 | 1.10 | 7.38 | -6.03 | -6.54 |
| 282 | NGC 6568 | -42.23 | 0.35 | -12.05 | 0.32 | -4.83 | 0.38 | 4.84 | 2.58 | -38.24 | -0.44 | 1.74 |
| 283 | UPK 5 | -1.05 | 1.49 | -19.61 | 0.81 | -12.36 | 0.52 | 3.27 | 1.32 | 4.52 | -6.74 | -5.79 |
| 284 | Gulliver 20 | -2.74 | 0.53 | -15.93 | 0.44 | -10.40 | 0.29 | 6.98 | 0.76 | -0.89 | -2.50 | -3.83 |
| 285 | Alessi 19 | 10.27 | 1.75 | -15.78 | 1.52 | -6.60 | 0.58 | 9.87 | 1.02 | 9.23 | -2.61 | -0.03 |
| 286 | UPK 27 | -26.28 | 0.31 | -16.38 | 0.34 | -16.47 | 1.27 | 10.73 | 2.05 | -28.18 | -4.24 | -9.90 |
| 287 | Ferrero 1 | -10.70 | 1.32 | -17.71 | 0.82 | -8.26 | 0.50 | 0.28 | 2.08 | -2.15 | -5.60 | -1.70 |
| 288 | UBC 9 | -4.25 | 0.75 | -19.32 | 1.02 | -9.90 | 0.40 | 7.31 | 0.46 | -2.73 | -5.59 | -3.33 |
| 289 | Mamajek 4 | -42.97 | 0.85 | -27.30 | 1.28 | -16.73 | 0.93 | -3.18 | 0.98 | -30.96 | -14.09 | -10.16 |
| 290 | UPK 7 | 2.49 | 0.37 | -19.53 | 1.41 | -8.62 | 0.65 | 5.37 | 1.80 | 5.95 | -7.14 | -2.05 |
| 291 | NGC 6633 | -21.44 | 0.12 | -18.03 | 0.10 | -7.61 | 0.12 | 6.14 | 0.74 | -18.75 | -4.57 | -1.04 |
| 292 | UPK 654 | -11.07 | 5.77 | -18.24 | 0.82 | -9.99 | 1.25 | -0.11 | 1.24 | -2.13 | -5.29 | -3.42 |
| 293 | UPK 28 | 11.78 | 10.01 | -3.51 | 4.93 | -7.94 | 0.98 | 11.04 | 2.00 | 9.57 | 8.68 | -1.36 |
| 294 | IC 4725 | 7.28 | 0.34 | -18.43 | 1.29 | -4.33 | 0.29 | 4.27 | 1.55 | 11.84 | -5.79 | 2.24 |
| 295 | UPK 29 | 17.02 | 0.91 | 17.94 | 0.59 | 3.22 | 0.22 | 8.05 | 1.45 | 17.80 | 30.68 | 9.79 |
| 296 | ASCC 97 | -0.03 | 1.23 | -19.13 | 1.24 | -1.71 | 0.20 | 3.83 | 1.33 | 4.97 | -6.27 | 4.86 |
| 297 | UBC 32 | -16.00 | 0.45 | -18.08 | 1.15 | -2.28 | 0.36 | 2.43 | 0.63 | -9.60 | -4.52 | 4.29 |
| 298 | IC 4756 | -14.36 | 0.27 | -21.37 | 0.31 | -9.89 | 0.36 | 7.67 | 0.92 | -13.20 | -8.10 | -3.32 |
| 299 | UPK 17 | -15.26 | 1.64 | -27.34 | 2.06 | -12.56 | 1.39 | 5.69 | 1.53 | -12.12 | -14.68 | -5.99 |
| 300 | UPK 33 | 1.29 | 0.62 | -25.89 | 1.16 | -12.03 | 0.68 | 6.48 | 1.08 | 3.64 | -12.78 | -5.46 |
| 301 | UPK 18 | -30.07 | 5.18 | -1.51 | 1.78 | -6.42 | 0.75 | 6.80 | 1.81 | -28.04 | 10.87 | 0.15 |
| 302 | UPK 38 | 13.60 | 3.12 | -21.05 | 2.01 | -14.33 | 0.60 | 9.24 | 1.38 | 13.19 | -8.24 | -7.75 |
| 303 | UPK 20 | -12.39 | 1.77 | 1.49 | 0.77 | -4.65 | 0.54 | 4.21 | 1.06 | -7.77 | 14.62 | 1.92 |
| 304 | UPK 4 | 14.06 | 1.68 | -23.68 | 1.60 | -5.21 | 0.39 | 4.20 | 1.92 | 18.68 | -11.40 | 1.36 |
| 305 | UPK 13 | 10.45 | 2.21 | -16.59 | 1.61 | -4.34 | 0.47 | 7.12 | 2.16 | 12.16 | -4.56 | 2.23 |
| 306 | ASCC 99 | -35.19 | 1.41 | -8.57 | 0.42 | -2.61 | 0.40 | 2.21 | 0.68 | -28.57 | 4.94 | 3.96 |
| 307 | UPK 23 | -8.20 | 3.20 | -15.03 | 1.37 | 0.36 | 0.49 | 9.99 | 2.28 | -9.36 | -3.12 | 6.93 |
| 308 | Ruprecht 145 | -56.29 | 0.24 | -17.54 | 0.11 | -18.86 | 0.70 | 4.59 | 1.37 | -52.05 | -4.72 | -12.29 |
| 309 | UPK 24 | 9.95 | 1.87 | -23.42 | 1.56 | -2.55 | 0.26 | 5.40 | 1.12 | 13.37 | -10.35 | 4.02 |
| 310 | NGC 6709 | 1.71 | 0.49 | -15.84 | 0.45 | -15.77 | 0.68 | 19.83 | 1.93 | -9.29 | -3.57 | -9.19 |
| 311 | UPK 21 | -29.85 | 0.37 | 1.69 | 0.47 | -15.85 | 0.86 | 5.33 | 1.33 | -26.35 | 14.55 | -9.27 |
| 312 | Collinder 394 | 7.83 | 2.71 | -18.79 | 1.16 | -4.58 | 0.59 | 4.92 | 1.64 | 11.74 | -6.24 | 1.99 |
| 313 | UPK 50 | 11.05 | 1.21 | -16.12 | 1.39 | -2.80 | 0.34 | 18.11 | 1.88 | 1.77 | -3.81 | 3.77 |
| 314 | UPK 26 | 17.31 | 8.43 | -11.38 | 3.90 | -9.95 | 0.93 | 10.50 | 2.04 | 15.64 | 0.77 | -3.38 |
| 315 | Stephenson 1 | -2.87 | 0.24 | -16.87 | 0.40 | -8.58 | 0.20 | 8.76 | 0.33 | -2.80 | -3.01 | -2.01 |
| 316 | NGC 6716 | 10.35 | 1.43 | -18.19 | 1.16 | -5.07 | 0.36 | 5.02 | 1.61 | 14.16 | -5.61 | 1.50 |
| 317 | Alessi 62 | 9.94 | 0.12 | 8.69 | 0.13 | -0.22 | 0.07 | 13.13 | 0.88 | 5.64 | 22.00 | 6.35 |
| 318 | UBC 26 | 1.87 | 0.99 | -15.89 | 1.31 | -13.76 | 0.38 | 12.98 | 0.84 | -2.28 | -2.54 | -7.19 |
| 319 | UPK 31 | -18.56 | 3.20 | -6.78 | 1.61 | 4.22 | 0.42 | 6.46 | 1.13 | -16.19 | 6.28 | 10.79 |
| 320 | UPK 54 | 15.04 | 1.17 | -17.41 | 1.25 | -8.97 | 0.32 | 17.66 | 1.38 | 6.22 | -4.61 | -2.40 |
| 321 | UPK 65 | -0.12 | 0.77 | -19.89 | 1.08 | -0.19 | 0.19 | 16.72 | 1.02 | -8.01 | -6.72 | 6.38 |
| 322 | UBC 1 | -5.08 | 0.15 | -22.72 | 0.64 | -2.33 | 0.29 | 8.41 | 0.03 | -4.66 | -8.56 | 4.24 |
| 323 | ASCC 101 | -9.64 | 0.20 | -16.16 | 0.40 | -4.49 | 0.12 | 9.88 | 0.35 | -10.68 | -2.32 | 2.08 |
| 324 | UPK 53 | -7.27 | 0.16 | 0.61 | 0.16 | -5.01 | 0.17 | 12.40 | 0.97 | -10.85 | 13.83 | 1.56 |
| 325 | UPK 12 | 7.70 | 1.24 | -16.80 | 0.83 | -11.18 | 0.54 | 4.54 | 1.46 | 11.99 | -4.08 | -4.61 |
| 326 | UBC 356 | 21.11 | 2.50 | -15.83 | 2.04 | -10.49 | 0.88 | 15.88 | 2.25 | 14.06 | -3.88 | -3.91 |
| 327 | Ruprecht 147 | 47.16 | 0.14 | -20.12 | 0.23 | -23.79 | 0.11 | 2.90 | 0.67 | 53.09 | -6.60 | -17.22 |
| 328 | NGC 6793 | -22.74 | 0.53 | -9.51 | 0.63 | -5.84 | 0.18 | 13.20 | 0.78 | -27.11 | 3.90 | 0.73 |
| 329 | NGC 6800 | -4.75 | 0.15 | -13.24 | 0.20 | -4.95 | 0.12 | 24.48 | 1.29 | -20.40 | -0.34 | 1.62 |
| 330 | UPK 45 | 6.13 | 2.07 | -6.96 | 1.59 | -2.06 | 0.40 | 14.59 | 1.70 | 0.37 | 5.53 | 4.51 |

**Tablo EK 4 (devam)**

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (km/sn) | | | | | | | | | | |
| 331 | UPK 40 | 11.26 | 3.02 | -22.69 | 2.04 | -13.84 | 0.93 | 9.24 | 1.34 | 10.85 | -9.84 | -7.27 |
| 332 | Gulliver 28 | 13.14 | 1.75 | -9.81 | 2.28 | 7.01 | 0.33 | 14.59 | 0.94 | 7.38 | 3.44 | 13.58 |
| 333 | UPK 42 | 9.69 | 1.18 | -9.44 | 0.93 | -5.94 | 0.40 | 9.09 | 1.16 | 9.43 | 3.59 | 0.63 |
| 334 | UPK 80 | -1.96 | 0.27 | -7.59 | 0.24 | -7.20 | 0.29 | 21.82 | 0.99 | -14.95 | 5.61 | -0.63 |
| 335 | Teutsch 35 | 3.69 | 0.31 | -6.60 | 0.65 | -2.02 | 0.12 | 12.36 | 0.41 | 0.16 | 7.18 | 4.55 |
| 336 | Stock 1 | -15.09 | 0.20 | -14.24 | 0.25 | -10.73 | 0.27 | 9.54 | 0.48 | -15.80 | -0.53 | -4.16 |
| 337 | UPK 46 | 13.06 | 1.42 | -20.65 | 1.45 | -12.96 | 0.75 | 11.00 | 1.28 | 10.89 | -7.74 | -6.39 |
| 338 | UBC 14 | -2.66 | 2.56 | -11.26 | 2.29 | -2.59 | 0.59 | 13.76 | 1.36 | -7.58 | 1.56 | 3.98 |
| 339 | Alessi 44 | -5.01 | 0.13 | -11.01 | 0.16 | -3.00 | 0.18 | 10.83 | 1.13 | -7.01 | 2.05 | 3.57 |
| 340 | ASCC 105 | -4.75 | 0.59 | -13.59 | 1.08 | -5.92 | 0.26 | 13.79 | 0.62 | -9.71 | -0.02 | 0.64 |
| 341 | UPK 55 | 15.85 | 1.45 | -20.53 | 1.39 | -7.51 | 0.63 | 16.29 | 1.26 | 8.39 | -7.60 | -0.93 |
| 342 | ASCC 107 | 12.00 | 1.77 | -15.53 | 2.47 | -9.67 | 0.75 | 19.79 | 1.05 | 1.04 | -2.40 | -3.10 |
| 343 | UPK 82 | -5.86 | 0.31 | -15.56 | 0.57 | -7.87 | 0.50 | 13.33 | 0.59 | -10.36 | -1.96 | -1.30 |
| 344 | UPK 90 | 12.91 | 1.10 | -21.23 | 1.45 | -8.64 | 0.45 | 20.14 | 0.81 | 1.60 | -7.85 | -2.07 |
| 345 | UBC 582 | 43.79 | 1.79 | -8.49 | 3.35 | -7.89 | 0.68 | 29.53 | 0.73 | 23.10 | 4.96 | -1.32 |
| 346 | UPK 93 | 28.12 | 0.86 | 2.86 | 0.39 | -12.15 | 0.46 | 17.60 | 0.65 | 19.34 | 16.40 | -5.58 |
| 347 | Alessi 10 | -8.39 | 0.41 | -20.67 | 0.48 | -3.27 | 0.35 | 5.69 | 0.82 | -5.25 | -7.30 | 3.30 |
| 348 | Roslund 5 | -6.05 | 0.18 | -17.23 | 0.44 | -6.12 | 0.20 | 14.03 | 0.42 | -11.25 | -3.46 | 0.45 |
| 349 | ASCC 111 | 1.30 | 0.47 | -24.22 | 1.06 | -0.32 | 0.21 | 21.89 | 0.53 | -11.76 | -10.56 | 6.25 |
| 350 | Gulliver 60 | -9.48 | 1.11 | -8.55 | 2.71 | -6.58 | 0.36 | 28.04 | 0.98 | -28.69 | 4.66 | -0.01 |
| 351 | RSG 5 | -6.26 | 0.24 | -6.19 | 0.76 | -4.28 | 0.19 | 9.10 | 0.12 | -6.53 | 7.88 | 2.29 |
| 352 | UPK 79 | 19.61 | 0.68 | -15.50 | 1.24 | -4.56 | 0.22 | 21.61 | 1.02 | 6.83 | -2.33 | 2.01 |
| 353 | Alessi Teutsch 11 | 2.40 | 0.14 | -26.87 | 0.14 | -6.36 | 0.12 | 17.94 | 0.07 | -6.71 | -12.75 | 0.21 |
| 354 | Collinder 419 | 33.89 | 3.00 | -0.63 | 6.46 | -6.28 | 0.67 | 27.49 | 0.51 | 15.23 | 13.05 | 0.29 |
| 355 | UPK 94 | -12.37 | 0.77 | -5.81 | 1.76 | -4.51 | 0.25 | 24.03 | 0.88 | -27.57 | 7.49 | 2.06 |
| 356 | UPK 66 | 15.23 | 1.46 | -24.38 | 1.37 | -16.22 | 1.35 | 14.80 | 0.89 | 9.26 | -11.08 | -9.65 |
| 357 | UPK 137 | 25.66 | 1.67 | -15.40 | 2.16 | -8.66 | 0.54 | 22.89 | 0.01 | 11.61 | -1.22 | -2.09 |
| 358 | Dolidze 8 | 28.83 | 1.98 | -7.89 | 11.29 | -6.91 | 0.55 | 25.68 | 0.40 | 11.97 | 5.90 | -0.33 |
| 359 | Roslund 6 | -10.20 | 0.36 | -6.05 | 0.25 | -6.09 | 0.26 | 9.43 | 0.17 | -10.79 | 7.97 | 0.48 |
| 360 | UPK 119 | 4.54 | 0.83 | -20.05 | 3.39 | -3.48 | 0.35 | 21.05 | 0.26 | -7.68 | -6.12 | 3.09 |
| 361 | UPK 88 | -5.05 | 0.89 | -5.51 | 1.87 | -14.74 | 0.56 | 7.08 | 0.29 | -3.30 | 8.39 | -8.18 |
| 362 | UPK 84 | 54.46 | 2.67 | -0.84 | 1.33 | -6.82 | 0.15 | 22.10 | 0.95 | 41.18 | 12.41 | -0.25 |
| 363 | Alessi 12 | 2.81 | 0.57 | -1.19 | 1.34 | -16.50 | 0.49 | 13.40 | 0.49 | -1.76 | 12.51 | -9.93 |
| 364 | UPK 155 | 21.59 | 1.02 | -16.01 | 4.68 | -6.28 | 0.95 | 24.36 | -0.27 | 6.07 | -1.55 | 0.29 |
| 365 | UPK 126 | 7.49 | 0.99 | -29.44 | 4.65 | -0.62 | 0.34 | 23.17 | 0.22 | -6.85 | -15.47 | 5.96 |
| 366 | UPK 99 | 19.28 | 2.41 | -15.02 | 5.29 | -18.37 | 1.75 | 20.27 | 0.66 | 7.84 | -1.49 | -11.80 |
| 367 | NGC 6991 | -26.89 | 0.25 | -11.55 | 0.15 | 2.57 | 0.07 | 14.99 | 0.06 | -33.04 | 2.58 | 9.14 |
| 368 | UPK 51 | -21.83 | 0.84 | -4.75 | 0.69 | 0.21 | 0.67 | 8.83 | 0.87 | -21.83 | 8.57 | 6.78 |
| 369 | NGC 6997 | 30.88 | 1.58 | -22.10 | 0.21 | -4.79 | 0.26 | 23.13 | 0.16 | 16.58 | -8.07 | 1.78 |
| 370 | UPK 131 | -5.44 | 0.27 | -11.18 | 2.93 | -13.18 | 0.43 | 26.65 | 0.14 | -23.27 | 2.87 | -6.62 |
| 371 | UPK 108 | 8.98 | 0.71 | -13.71 | 1.28 | -14.01 | 0.91 | 22.33 | 0.53 | -4.52 | -0.05 | -7.43 |
| 372 | Gulliver 48 | 36.49 | 2.57 | 0.70 | 7.74 | -4.36 | 0.47 | 25.49 | -0.04 | 19.83 | 14.93 | 2.21 |
| 373 | UPK 113 | -2.02 | 0.32 | -16.58 | 1.10 | -8.01 | 0.71 | 18.58 | 0.31 | -11.77 | -2.70 | -1.44 |
| 374 | NGC 7039 | 6.90 | 0.51 | -12.69 | 2.45 | -5.36 | 0.47 | 20.82 | 0.07 | -5.09 | 1.43 | 1.21 |
| 375 | ASCC 113 | 4.65 | 0.21 | -8.76 | 0.47 | -7.18 | 0.28 | 14.53 | 0.16 | -1.05 | 5.27 | -0.61 |
| 376 | UBC 385 | 20.83 | 1.57 | -20.14 | 2.64 | -5.39 | 0.61 | 23.06 | -0.31 | 6.59 | -5.64 | 1.18 |
| 377 | UPK 143 | 4.54 | 0.30 | -12.38 | 0.47 | -10.22 | 0.57 | 23.20 | -0.06 | -9.83 | 1.87 | -3.66 |
| 378 | UPK 150 | 28.94 | 2.50 | -9.92 | 3.66 | 0.24 | 0.33 | 27.26 | -0.21 | 10.51 | 4.48 | 6.81 |
| 379 | NGC 7058 | -11.45 | 0.46 | -20.51 | 0.88 | -5.86 | 0.25 | 9.91 | -0.04 | -12.53 | -6.28 | 0.71 |
| 380 | NGC 7063 | 1.89 | 0.14 | -3.17 | 0.74 | -8.71 | 0.34 | 17.46 | 0.19 | -6.74 | 10.83 | -2.14 |
| 381 | UPK 136 | 1.14 | 0.13 | -7.83 | 1.79 | -0.70 | 0.23 | 17.42 | 0.03 | -7.45 | 6.34 | 5.87 |
| 382 | NGC 7092 | 26.96 | 0.55 | -5.83 | 0.18 | -12.92 | 0.29 | 8.09 | -0.03 | 27.70 | 8.39 | -6.35 |
| 383 | UBC 10a | 16.49 | 0.77 | -2.41 | 0.47 | -4.97 | 0.43 | 24.11 | -0.47 | 1.20 | 12.25 | 1.60 |
| 384 | IC 1396 | 23.26 | 0.96 | -11.53 | 1.82 | -9.20 | 0.57 | 24.24 | -0.35 | 7.85 | 3.01 | -2.63 |
| 385 | UBC 167 | 18.15 | 1.08 | -8.60 | 3.46 | -5.88 | 0.65 | 24.47 | -0.48 | 2.51 | 6.07 | 0.69 |

**Tablo EK 3 (devam)**

| Sıra | Küme | *U* | | *V* | | *W* | | *du* | *dv* | $U_{LSR}$ | $V_{LSR}$ | $W_{LSR}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (km/sn) | | | | | | | | | | |
| 386 | ASCC 114 | 24.78 | 1.15 | -17.91 | 2.68 | -1.05 | 0.25 | 25.22 | -0.28 | 8.38 | -3.44 | 5.52 |
| 387 | UBC 150 | 29.83 | 0.88 | -17.31 | 2.02 | -6.37 | 0.50 | 22.81 | 0.13 | 15.84 | -3.25 | 0.21 |
| 388 | NGC 7129 | 19.41 | 1.50 | -11.60 | 5.42 | -9.07 | 0.99 | 23.53 | -0.57 | 4.70 | 3.16 | -2.50 |
| 389 | UPK 169 | 15.95 | 1.05 | -18.06 | 3.51 | -4.14 | 0.45 | 21.59 | -0.39 | 3.19 | -3.48 | 2.43 |
| 390 | UBC 10b | 20.81 | 2.20 | -11.68 | 7.57 | 1.83 | 0.82 | 25.73 | -0.50 | 3.91 | 3.01 | 8.40 |
| 391 | NGC 7160 | 20.81 | 0.88 | -19.93 | 1.31 | 1.91 | 0.48 | 23.99 | -0.53 | 5.65 | -5.21 | 8.48 |
| 392 | ASCC 115 | 4.48 | 0.27 | -10.65 | 1.37 | -0.12 | 0.16 | 20.85 | -0.24 | -7.54 | 3.78 | 6.45 |
| 393 | Alessi Teutsch 5 | 17.95 | 1.04 | -10.97 | 3.17 | -7.93 | 0.51 | 23.74 | -0.54 | 3.04 | 3.76 | -1.36 |
| 394 | UBC 168 | -4.25 | 0.47 | -28.37 | 1.68 | 0.38 | 0.14 | 24.51 | -0.48 | -19.93 | -13.70 | 6.95 |
| 395 | NGC 7243 | 7.26 | 0.29 | -11.50 | 0.63 | -9.82 | 0.44 | 23.55 | -0.32 | -7.46 | 3.01 | -3.26 |
| 396 | UPK 178 | 29.94 | 1.35 | -17.48 | 0.50 | -3.25 | 0.30 | 24.89 | -0.58 | 13.88 | -2.71 | 3.32 |
| 397 | Pismis Moreno 1 | 19.87 | 1.52 | -14.54 | 4.19 | -4.21 | 0.74 | 25.61 | -0.68 | 3.09 | 0.34 | 2.36 |
| 398 | UBC 392 | 10.25 | 0.32 | 2.37 | 0.24 | -11.11 | 0.34 | 24.10 | -0.70 | -5.02 | 17.26 | -4.55 |
| 399 | UPK 194 | 10.11 | 0.18 | 2.41 | 0.20 | -11.37 | 0.19 | 24.08 | -0.70 | -5.14 | 17.30 | -4.80 |
| 400 | UPK 167 | -1.31 | 0.23 | -11.54 | 0.73 | -1.20 | 0.19 | 14.52 | -0.24 | -7.00 | 2.89 | 5.37 |
| 401 | UBC 396 | 25.80 | 2.73 | -23.03 | 7.28 | -10.17 | 1.08 | 26.30 | -0.82 | 8.33 | -8.02 | -3.60 |
| 402 | UBC 159 | 11.33 | 0.23 | -13.93 | 1.04 | -3.17 | 0.34 | 12.85 | -0.13 | 7.31 | 0.39 | 3.40 |
| 403 | UPK 180 | 5.92 | 1.16 | -16.36 | 4.14 | 2.13 | 0.32 | 22.20 | -0.53 | -7.45 | -1.64 | 8.70 |
| 404 | FSR 0398 | 19.25 | 2.04 | -10.80 | 5.46 | 0.95 | 0.59 | 23.96 | -0.72 | 4.11 | 4.11 | 7.52 |
| 405 | UPK 166 | 9.59 | 0.40 | -10.04 | 0.87 | -5.60 | 0.39 | 17.50 | -0.28 | 0.92 | 4.43 | 0.97 |
| 406 | ASCC 123 | -10.01 | 0.31 | -7.03 | 0.62 | -7.96 | 0.21 | 6.33 | -0.14 | -7.51 | 7.30 | -1.39 |
| 407 | Alessi 37 | 3.63 | 0.18 | -9.95 | 0.66 | -3.39 | 0.22 | 18.02 | -0.33 | -5.56 | 4.57 | 3.18 |
| 408 | UBC 394 | -2.97 | 0.39 | -17.99 | 0.16 | -3.95 | 0.26 | 23.55 | -0.70 | -17.70 | -3.10 | 2.62 |
| 409 | UPK 168 | 8.27 | 0.29 | -9.09 | 0.69 | -6.92 | 0.37 | 15.17 | -0.27 | 1.93 | 5.37 | -0.35 |
| 410 | RSG 7 | -2.76 | 0.35 | -13.85 | 0.85 | -7.97 | 0.22 | 11.02 | -0.33 | -4.95 | 0.67 | -1.40 |
| 411 | UPK 201 | 22.66 | 1.95 | 0.58 | 3.67 | -6.22 | 0.44 | 23.00 | -0.74 | 8.49 | 15.51 | 0.35 |
| 412 | RSG 8 | -6.46 | 0.48 | -12.93 | 1.12 | -9.00 | 0.28 | 12.64 | -0.39 | -10.27 | 1.65 | -2.43 |
| 413 | UBC 178 | 12.21 | 2.30 | -8.90 | 5.74 | -6.02 | 0.56 | 22.16 | -0.76 | -1.12 | 6.05 | 0.55 |
| 414 | UPK 185 | -0.81 | 0.18 | -13.55 | 0.50 | -5.66 | 0.24 | 14.88 | -0.37 | -6.86 | 1.01 | 0.91 |
| 415 | ASCC 127 | -5.42 | 0.51 | -16.59 | 0.73 | -9.28 | 0.34 | 9.63 | -0.35 | -6.22 | -2.05 | -2.71 |
| 416 | ASCC 128 | 1.72 | 0.30 | -15.80 | 0.73 | 0.70 | 0.12 | 16.44 | -0.52 | -5.89 | -1.09 | 7.27 |
| 417 | UPK 220 | 16.34 | 0.82 | -1.38 | 0.50 | -8.45 | 0.51 | 23.71 | -0.95 | 1.45 | 13.76 | -1.88 |
| 418 | UPK 219 | 9.66 | 0.58 | 2.28 | 0.31 | -7.46 | 0.50 | 20.42 | -0.81 | -1.93 | 17.27 | -0.89 |
| 419 | UPK 230 | -8.92 | 0.45 | -7.49 | 0.28 | -6.50 | 0.27 | 12.98 | -0.58 | -13.07 | 7.28 | 0.07 |
| 420 | Stock 12 | -13.15 | 0.49 | -11.13 | 0.52 | -8.47 | 0.29 | 11.27 | -0.39 | -15.59 | 3.45 | -1.90 |
| 421 | Aveni Hunter 1 | 7.55 | 0.88 | -15.76 | 2.33 | -0.34 | 0.63 | 10.55 | -0.34 | 5.83 | -1.23 | 6.23 |
| 422 | NGC 7762 | 12.73 | 0.29 | -47.32 | 0.22 | 10.27 | 0.50 | 21.92 | -0.99 | -0.35 | -32.14 | 16.83 |

# ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler | |
|---|---|
| Adı Soyadı | Seval TAŞDEMİR |
| Doğum Yeri | |
| Doğum Tarihi | Tarih girmek için tıklayın veya dokunun. |
| Uyruğu | ☑ T.C. ❒ Diğer: |
| E-Posta Adresi | |

| Eğitim Bilgileri<br>Lisans | |
|---|---|
| Üniversite | İstanbul Üniversitesi |
| Fakülte | Fen |
| Bölümü | Astronomi ve Uzay Bilimleri |
| Mezuniyet Yılı | 28.06.2021 |

| Yüksek Lisans | |
|---|---|
| Üniversite | İstanbul Üniversitesi |
| Enstitü Adı | Fen Bilimleri Enstitüsü |
| Anabilim Dalı | Astronomi ve Uzay Bilimleri |
| Programı | Astronomi ve Uzay Bilimleri |

## Makale ve Bildiriler

Dursun, D. C., Taşdemir, S., Koç, S., İyer, S., 2024, "SED Analysis of the Old Open Cluster NGC 188", *Physics and Astronomy Reports*, 2, (kabul edildi).

Taşdemir, S., Yontan, T., Bilir, S., 2023, "NGC 1193 ve NGC 1798 Açık Kümelerinin CCD UBV ve Gaia Analizleri", *Turkish Journal of Astronomy and Astrophysics*, 4, 245-249.

Yontan, T., Bilir, S., Çakmak, H., Raúl, M., Banks, T., Soydugan, E., Canbay, R., Taşdemir, S., 2023, "CCD UBV and Gaia DR3 Based Analysis of NGC 189, NGC 1758 and NGC 7762 Open Clusters" *Advances in Space Research*, 72, 1454-1473.

Taşdemir, S., Yontan, T., 2023, "Analysis of the Young Open Cluster Trumpler 2 Using Gaia DR3 Data", *Physics and Astronomy Reports*, 1, 1-10.

Yontan, T., Çakmak, T., Bilir, S., Banks, T., Raúl, M., Canbay, R., Koç, S., Taşdemir, S., Erçay, H., Tanık Öztürk, B., Dursun, D. C., 2022, "A Study of the NGC 1193 and NGC 1798 Open Clusters Using CCD UBV Photometric and Gaia EDR3 Data", *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 58, 333-353.