

UPK 40 ve UPK 93 Açık Yıldız Kümelerinin Tayfsal ve Fotometrik Analizi

Edanur Çördük¹  , İnci Akkaya Oralhan² , Cenk Kayhan³ 

¹ Astronomi ve Uzay Bilimleri Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri

² Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri

³ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü, Rektörlük, Kayseri Üniversitesi, Kayseri

Accepted: April 21, 2025. Revised: April 21, 2025. Received: November 22, 2024.

Özet

Açık yıldız kümeleri (AYK), yıldız evrimi ve Galaktik diskin kimyasal ve dinamik evrimi hakkında önemli bilgiler sunar. Bu çalışmada, UPK kataloğundan UPK 40 ve UPK 93 AYK'nin tayfsal ve fotometrik üyelik analizleri yapılmıştır. Gaia DR3 verilerinin öz hareket bileşenleri ve parlaklık değerleri kullanılarak kümelerin üyelik analizleri ve temel parametreler (yaş: t , uzaklık: d , kızarma: $E(B-V)$) belirlenmiştir. UPK 93 AYK'sı için LAMOST DR9 tayfsal verilerinden sekiz üye yıldızın etkin sıcaklık (T_{eff}), yüzey çekim ivmesi ($\log g$) ve metal bolluğu ($[Fe/H]$) değerleri elde edilip Gaia fotometrisi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. UPK 40 için LAMOST veritabanında tayfsal gözlem bulunamamıştır. Bu sebeple bu kümenin metal bolluğu değeri Metalcode ile belirlenmiştir. pyUPMASK algoritması ile yapılan analizde %90 üye olasılığıyla UPK 93 için 41 ve %80 olasılıkla UPK 40 için ise 35 üye yıldız tespit edilmiştir. Eşyaş eğrileri ile yapılan çakıştırma sonucunda UPK 93 için $E(B-V)=0.30$ kadir, $DM=9$ kadir ve yaş 315 Myıl; UPK 40 için ise $E(B-V)=0.41$ kadir, $DM=8.2$ kadir ve yaş 800 Myıl olarak elde edilmiştir. İlgili kümelerin TESS gözlemlerinin incelenmesi sonucunda UPK 40'ta 2, UPK 93'te 14 değişen yıldız tespit edilmiştir.

Abstract

Open star clusters (OSCs) provide essential insights into stellar evolution and the chemical and dynamic evolution of the Galactic disk. In this study, spectroscopic and photometric membership analyses of the OSCs UPK 40 and UPK 93 from the UPK catalog were conducted. Using proper motion and brightness data from Gaia DR3, the membership analyses and determination of fundamental parameters (age: t , distance: d , and reddening: $E(B-V)$) of these clusters were performed. For UPK 93, spectroscopic data from LAMOST DR9 provided values for eight member stars, including effective temperature (T_{eff}), surface gravity ($\log g$), and metallicity ($[Fe/H]$), which were compared with Gaia photometric results. No spectroscopic data was available for UPK 40, so its metallicity was determined using Metalcode. Through analysis with the pyUPMASK algorithm, 41 member stars for UPK 93 with a 90% membership probability and 35 for UPK 40 with an 80% membership probability were identified. Isochrone fitting yielded values of $E(B-V)=0.30$ mag, $DM=9$ mag, and $age=315$ Myr for UPK 93, while for UPK 40, the results were $E(B-V)=0.41$ mag, $DM=8.2$ mag, and $age=800$ Myr. Examination of TESS observations revealed 2 variable stars in UPK 40 and 14 in UPK 93.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations: general – astrometry – stars: variables: general

1 Giriş

Açık yıldız kümeleri (AYK), yıldız evrimini ve Galaktik diskin yapısının kimyasal ve dinamik evrimini ortaya çıkarmada önemli gökcisimleri olarak kabul edilmektedir (Janes & Adler 1982). Bir AYK'nin yıldızları aynı moleküler bulutta olduğu için yaş ($\log t$), uzaklık (d), metal bolluğu ($[Fe/H]$) ve öz hareket bileşenleri (μ_{RA} , μ_{Dec}) gibi birçok özelliği benzerdir. Kısaca AYK'lar, aynı moleküler buluttan eşzamanlı olarak oluşan, aynı yönde hareket eden ve küresel kümelere göre daha seyrek ve dağınık olan yıldız gruplarıdır (Yadav ve diğ. 2011; Soubiran ve diğ. 2018).

AYK'ler gökadamdaki konumları sebebiyle yüksek sönümlemeye maruz kalabilirler. Bu sönümlemeye ait etkilerin ortadan kaldırılması ve buna bağlı olarak da küme parametrelerinin doğru bir şekilde elde edilebilmesi için iyi bir fotometrik analize ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda,

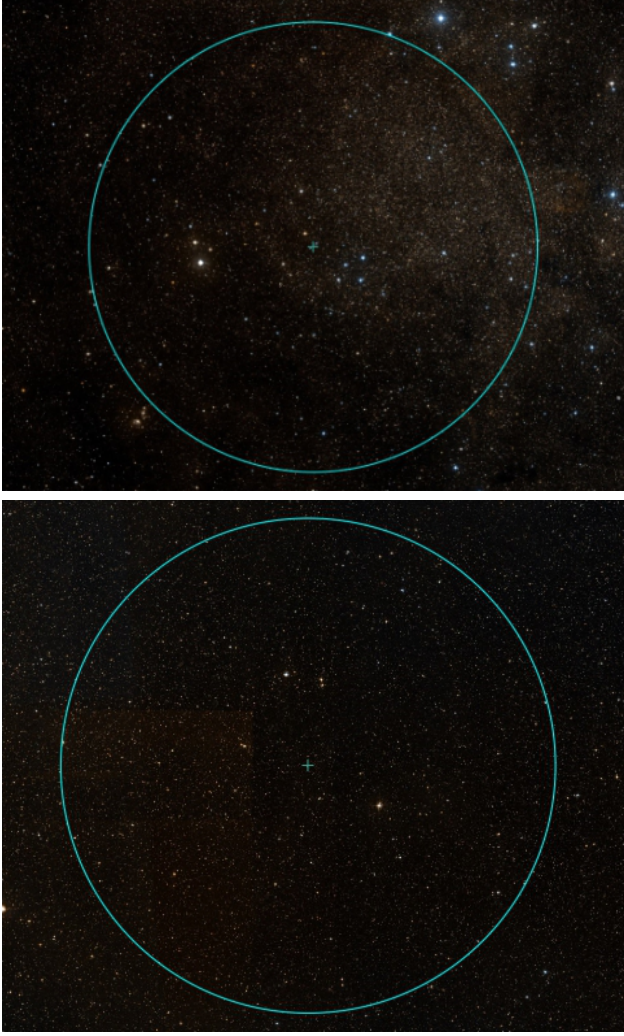
Çizelge 1. UPK 93 ve UPK 40 açık yıldız kümelerinin (J2000) ekvatorial ve galaktik koordinatları (Kaynak).

Koordinatlar	UPK 93	UPK 40
RA (h m s)	20:01:17.8	19:30:31.4
Dec ($^{\circ}$ ' ")	+29:58:16	-06:52:55
Galaktik Enlem ($^{\circ}$)	67.2062	31.1867
Galaktik Boylam ($^{\circ}$)	-0.2057	-11.8060

Gaia DR3 verilerinin yayınlanmasıyla kümelerin üye yıldızları ve küme parametreleri daha hassas bir şekilde belirlenebilmektedir (Andrae ve diğ. 2023).

Bu çalışma kapsamında, Çizelge 1'de konumları sunulan ve Şekil 1'de SIMBAD'dan alınan 1° lik alan görüntüleri bulunan AYK'lar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu iki kümenin seçilme nedeni, galaktik enlem/boylamları dolayısıyla sönümlemelerinin birbirine yakın olmasıdır.

* 4011730061@erciyes.edu.tr



Şekil 1. UPK 93 (üst panel) ve UPK 40 (alt panel). Merkezdeki '+' işareti, kümelerin Çizelge 1'de verilen merkezi koordinatlarını temsil etmektedir.

Bu bildiri şu şekilde düzenlenmiştir: §2, iki AYK için küme üyelik analizini, küme parametrelerinin belirlenmesini, değişen yıldız analizini ve renk-kadir diyagramından uzaklık modülü (DM), kızarma $E(B-V)$ ve $\log(t)$ hesaplamalarını içermektedir. §3 ise elde edilen bulguların tartışması ve genel sonuçlardan oluşmaktadır.

2 Yöntem

2.1 Kümelerin Üyelik Analizi

Makine öğrenmesi yöntemiyle keşfedilen Ulsan Pusan Korea (UPK) kataloğundaki (Sim ve diğ. 2019) UPK 40 ve UPK 93 AYK'ları gökyüzünde yaklaşık 1° lik alan kaplamaktadır. Şekil 1'de SIMBAD veritabanından 1° lik alan görüntüleri gösterilmiştir. Çalışma kapsamında yer alan iki AYK'nın üyelik analizi, Gaia'nın en güncel sürümü olan DR3 (Gaia Collaboration 2022) verileri kullanılarak yapılmıştır. Gaia uzay teleskobunun DR1 (1. sürüm), DR2 (2. sürüm) gibi sürümleri mevcut olsa da, her sürüm bir öncekinin eksiklerini ve hatalarını düzelttiği için bu çalışmada en güncel sürüm olan Gaia DR3 tercih edilmiştir. Gaia verilerinden sağ açıklık (RA), dik açıklık

(Dec), özhareketler (μ_{RA} , μ_{Dec}), trigonometrik paralaks (ϖ) ve parlaklık (G , G_{BP} ve G_{RP}) değerleri kullanılmıştır.

Çalışmada seçilen AYK'ler, galaktik düzleme yakın oldukları için bakış doğrultusunda çok sayıda alan yıldızı içermektedirler. Alan yıldızlarından arındırmak üzere birçok program geliştirilmiş olup bu çalışmada pyUPMASK algoritmasını da içerisine alan "Gaussian Mixture Model" (GMM) (Agarwal ve diğ. 2021) kullanılmıştır. Bu algoritma, fotometrik verileri işlemek için geliştirilmiş tamamen python dilinde yazılmıştır. UPMASK (Krone-Martins & Moitinho 2014)'a göre üyelik olasılıklarını belirlemede verimliliği ve hızı artırmıştır. pyUPMASK algoritması, beş boyutlu parametrelere (μ_{RA} , μ_{Dec} , ϖ , RA ve Dec) dayalı örnekler tanımlanmış ve yıldızları üye veya üye olmayan olarak ayırmıştır. UPK 40 ve UPK 93'ün bu algoritma kullanılarak üyelik analizi sonucunda Şekil 2 ve 3 a panellerinde renk-parlaklık diyagramı (CMD), b panellerinde vektör-nokta diyagramı, c panellerinde olasılık dağılımı ve d panellerinde özhareket dağılımı grafikleri elde edilmiştir. Olasılık grafiğindeki sonuçlara göre, alan yıldızlarını temsil eden düşük olasılıklardan sonra, küme üyelik olasılığı ile yıldız sayısının artmaya başladığı olasılıktan daha büyük olan yıldızlar küme üyesi olarak kabul edilmiştir. Buna göre UPK 93 için $P > 0.9$, UPK 40 için $P > 0.8$ olan yıldızlar küme üyesi olarak belirlenmiştir.

2.2 Küme Parametrelerinin Belirlenmesi

Kümenin temel parametrelerini belirlenirken kızarmalara ait dönüşümlerde Bragaglia ve diğ. (2018)'ya ait dönüşümler kullanılmış ve $R_V=3.1$ olarak kabul edilmiştir.

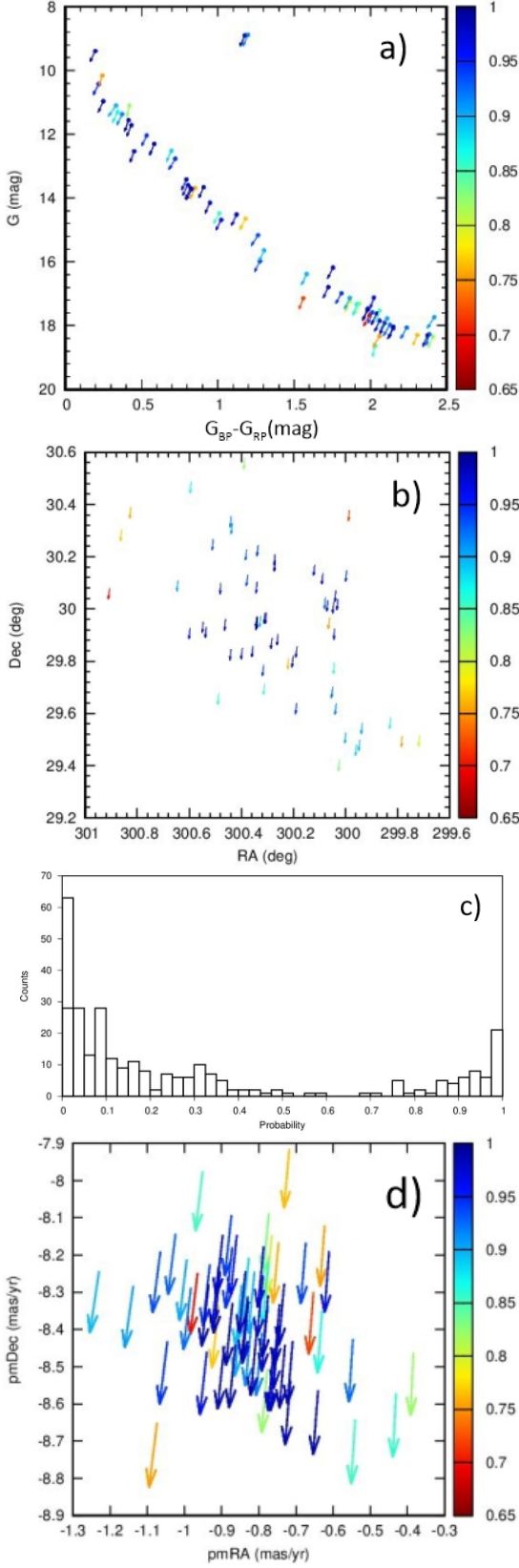
Kızarma dönüşümleri kullanılarak üye yıldızlar için Gaia verilerinden $G-(G_{BP}-G_{RP})$ renk-kadir diyagramı oluşturulmuş ve MESA yıldız iç yapı ve evrim kodu (Paxton ve diğ. 2011) kullanılarak hesaplanan eşyaş eğrilerinin karşılaştırılması sonucunda $\log(t)$, DM ve $E(B-V)$ gibi temel parametreler elde edilmiştir (Şekil 4 ve 5). Kuramsal eşyaş eğrileri için hem $[Fe/H]_\odot$ hem de tayfsal olarak elde edilen $[Fe/H]$ değeri ile karşılaştırma yapılmıştır. Böylece hem $[Fe/H]_\odot$ hem de LAMOST ve Metalcode'dan elde edilen $[Fe/H]$ değerleri karşılaştırılmıştır.

2.3 Tayfsal Parametrelerin Elde Edilmesi

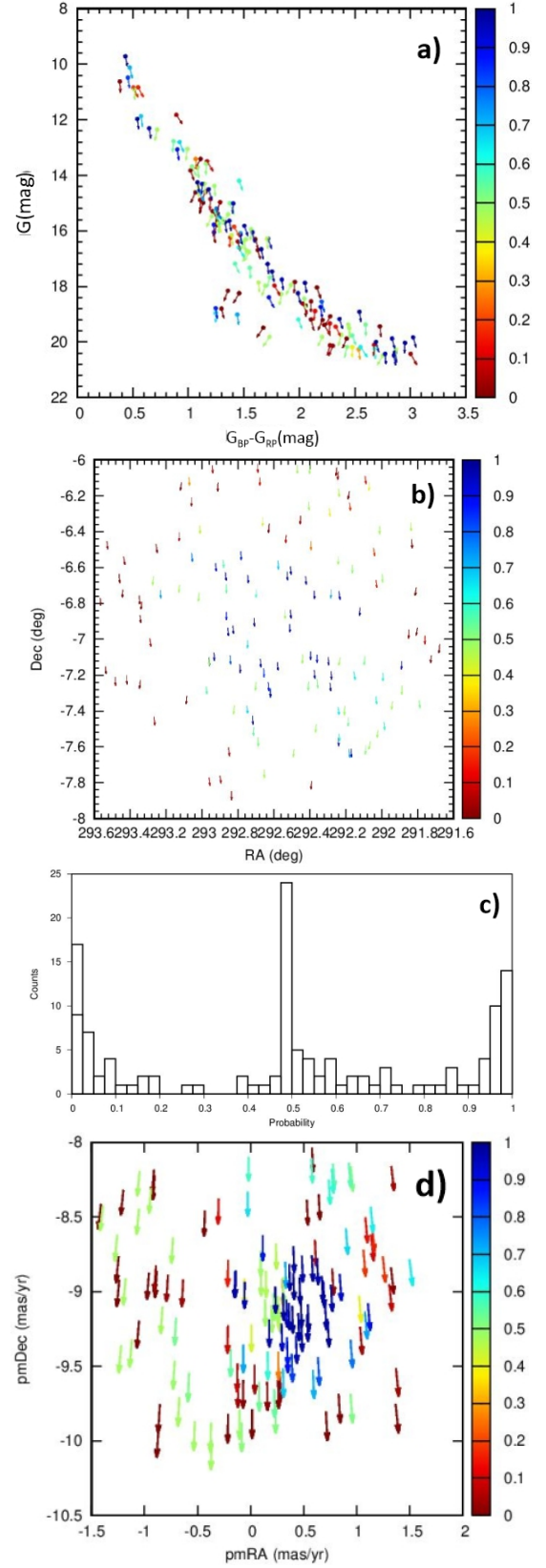
Bu çalışmada LAMOST veri tabanının açık sürümü olan DR9 verileri kullanılmıştır. Bu veriler hem orta hem de düşük çözünürlüklü iki tayf seçeneği sunmaktadır (Bai ve diğ. 2021). Yüksek olasılıklı üyeler için yıldız atmosfer parametreleri (T_{eff} , $\log g$ ve $[Fe/H]$), LAMOST DR9 orta çözünürlüklü tayf gözlemleri kullanılarak belirlenmiştir. UPK 40 kümesi LAMOST veri tabanında yer almadığından dolayı yalnızca UPK 93 kümesi LAMOST verileriyle analiz edilmiştir. Bunun için aşağıdaki aşamalar izlenmiştir:

- UPK 93'ün konumu (Çizelge 1) kullanılarak bir alan taraması yapılmıştır.
- İncelenen alan içindeki yıldızlar Gaia DR3 verilerinden elde edilen üyelerle karşılaştırılarak iki veritabanında da var olan yıldızlar eşleştirilmiştir.

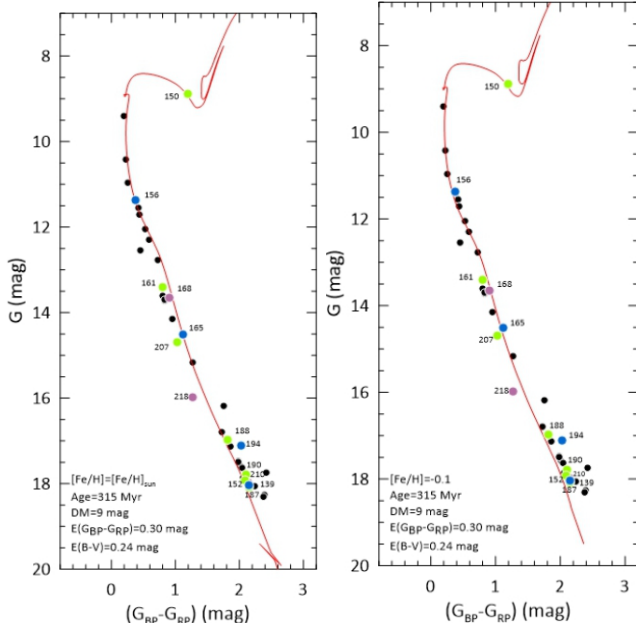
Bu yıldızların T_{eff} , $\log g$ ve $[Fe/H]$ gibi parametreleri elde edilerek Çizelge 2'de sunulmuştur. Şekil 6'da LAMOST ve Gaia'da eşleştirilen yıldızlar CMD üzerinde gösterilmektedir.



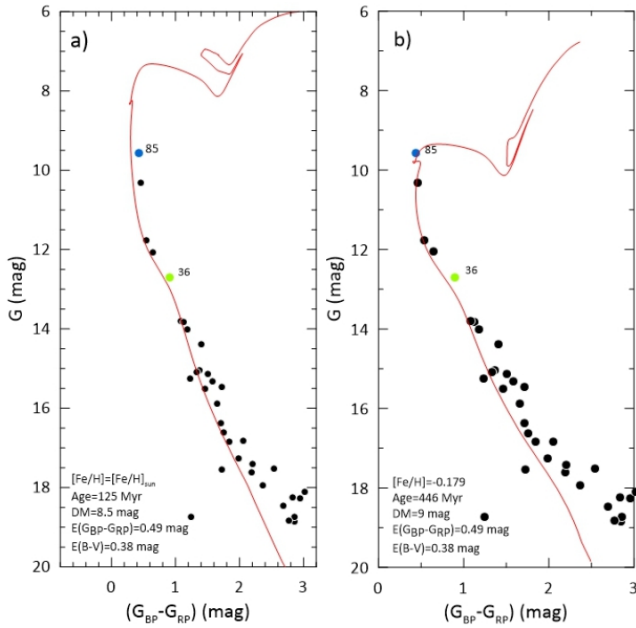
Şekil 2. UPK 93 AYK ait pyUPMASK algoritması sonucu elde edilen grafikler: (a) renk-parlaklık diyagramı, (b) küme üyeliklerine göre yıldızların RA ve Dec'e göre konumları, (c) üyelik olasılık dağılımı ($P > 0.9$), (d) özhareket dağılımını göstermektedir. Panellerdeki renk ölçeği, kırmızıdan maviye üyelik olasılığının arttığını gösterir.



Şekil 3. UPK 40 için elde edilen sonuçları göstermektedir. (c) panelindeki olasılık yoğunluğu grafiğine göre %80 ve üzeri olasılıktaki yıldızlar üye olarak belirlenmiştir. Panellerdeki renk skalası Şekil 2 ile aynıdır.



Şekil 4. UPK 93 AYK'nın CMDsi. Kırmızı eğri sol panelde $[Fe/H]_{\odot}$ ve sağ panelde $[Fe/H]=-0.1$ dex sahip eşyaş eğrisini, yeşil ve mavi noktalar üye değişen yıldızları ve siyah noktalar ise üye yıldızları göstermektedir.



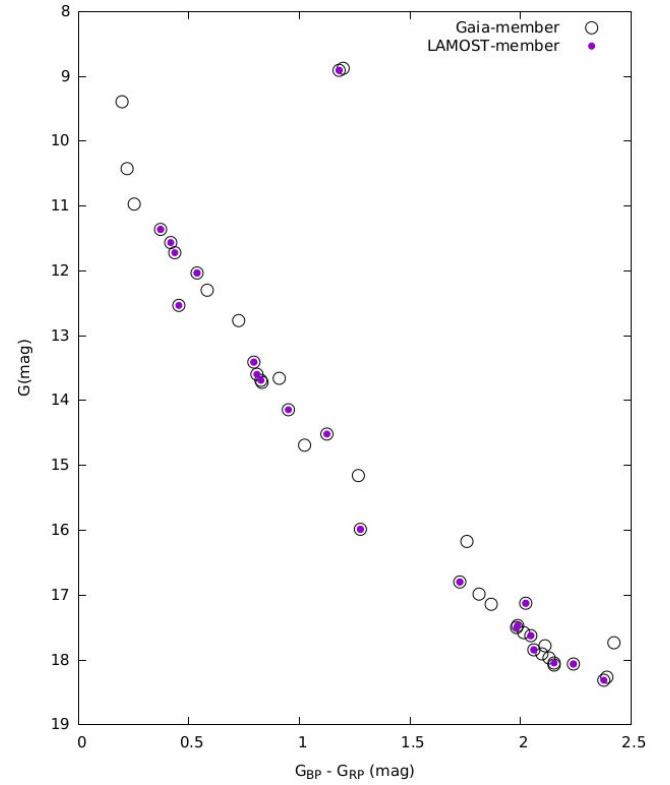
Şekil 5. UPK 40 AYK'sının CMDsi. Kırmızı eğri ve içi dolu siyah noktalar Şekil 4 ile aynı olup, mavi içi dolu nokta dönen değişen ve yeşil içi dolu nokta γ Dor değişeni göstermektedir.

2.4 Değişen Yıldız Analizi

İncelenen AYK'lardaki üye yıldızların değişen yıldız olup olmadığı TESS (Ricker ve diğ. 2014) gözlemleri ile denetlenmiştir. TESS, temel amacı ötegezegenleri keşfetmek olan ve neredeyse tüm gökyüzünü sektörlere ayırarak fotometrik olarak gözleyen bir uzay teleskobudur. TESS gözlem

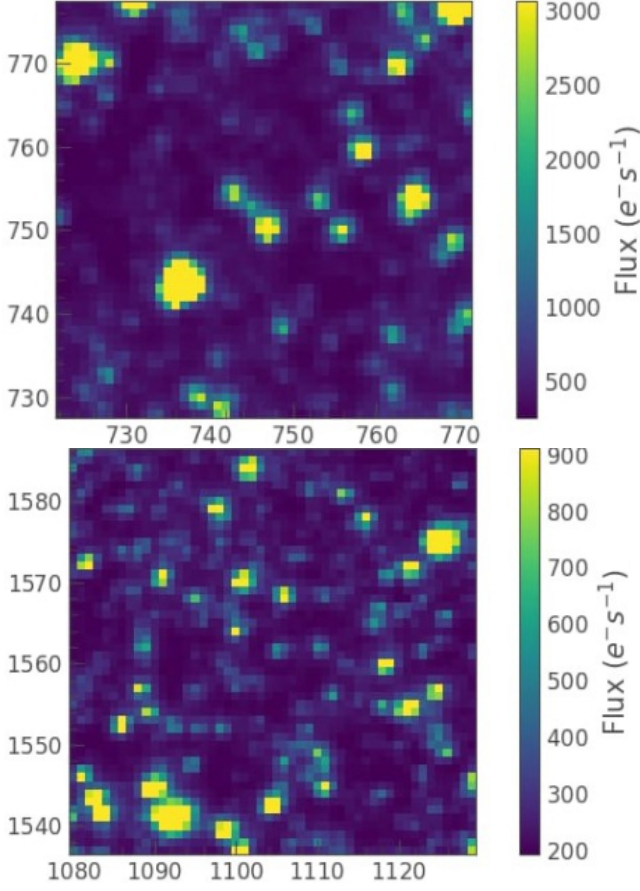
Çizelge 2. LAMOST ve Gaia karşılaştırmasıyla, UPK 93 AYK'nın ortak üye yıldızları. Burada, LAMOST ve Gaia verilerinin karşılaştırılması sonucunda UPK 93 AYK'ndeki ortak üye yıldızların özelliklerini göstermektedir. Burada μ_{RA} ve μ_{Dec} yıldızların gökyüzündeki özhareketini, $[Fe/H]$ metal bolluğunu, $\log g$ yüzey çekim ivmesini ve T_{eff} ise etkin sıcaklığı ifade etmektedir.

ID	μ_{RA} (mas yr ⁻¹)	μ_{Dec} (mas yr ⁻¹)	$[Fe/H]$ (dex)	$\log g$ (dex)	T_{eff} (K)
18	2.338	-9.758	-0.14	4.35	6155
85	-1.918	-8.885	-0.18	4.42	8433
107	-0.541	-8.642	-0.14	4.35	6155
222	1.057	-8.087	-0.12	4.23	6403
233	-0.951	-7.975	0.03	4.04	6853
308	-2.418	-7.572	-0.15	4.08	7276
325	-0.107	-7.461	-0.10	4.69	4847



Şekil 6. UPK 93 kümesi için Gaia ve LAMOST DR9 verilerinin karşılaştırıldığı renk-parlaklık diyagramı. Siyah içi boş daireler Gaia verilerine, içi dolu mor daireler ise LAMOST DR9 verilerine karşılık gelmektedir.

sektörlerine bakılarak UPK 40 için S54 ve UPK 93 için S14, S41, S54 ve S55 sektör gözlemleri analiz edilmiştir. Şekil 7'de örnek olarak her iki AYK'nın TESS alan görüntüsü sunulmuştur. Alan görüntülerinden de anlaşılacağı üzere incelenen AYK'lar gökada diskine yakın ve alan yıldızlarının yoğun gözlenebildiği bölgelerde yer alırlar. Bu durum aynı zamanda üyelerin akılarına alan yıldızlarının akı katkılarının da ekleneceği anlamına gelir. Bu durumu gidermek için Akkaya Oralhan ve diğ. (2025)'de ayrıntılı olarak sunulan yöntem izlenmiştir. Buna göre, ilk olarak TESS teleskobu gözlemleri her bir sektör için "Tam Çerçeve Görüntüleri" teker teker indirgenmiş, indirgenen görüntülerden



Şekil 7. UPK 93 (üst panel) ve UPK 40 (alt panel) AYK'larına ait TESS alan görüntüsü. Eksenler piksel birimindedir.

her bir üyenin “Hedef Piksel Dosyaları” elde edilmiştir. Elde edilen Hedef Piksel Dosyalarında ilgili üyelerde akı kirlenmesi olup olmadığı ise PSF elde edilerek hesaplanmıştır. Elde edilen ışık eğrileri incelenerek yıldızların değişen olup olmama durumu belirlenmiştir. Değişen yıldız analizi sonucunda, üye yıldızların değişen türleri ışık eğrilerine göre **Akkaya Oralhan ve diğ. (2025)**'de ayrıntısı sunulan yöntemin Rastgele Orman (**Breiman 2001**) makine öğrenmesi tekniğine dönüştürülerek kullanılması ile sınıflandırılmış ve bunlar CMD üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 4 ve 5). Bu yöntemin temeli Fourier tayf analizi ve dönem analizine dayanmaktadır. Her bir frekans tayfında en yüksek genlik saptanarak sinyal/gürültü oranına göre ilgili frekanslara karar verilmiştir. Üye yıldızın dönemsel değişimi bu frekans zirvelerinin **Akkaya Oralhan ve diğ. (2025)**'de sunulan yöntemle değerlendirilmesi ile karar verilmiştir. Bunun ardından ışık eğrisi ve dönem aralıkları incelenerek değişen türüne karar verilmiştir. Tüm bu süreç makine öğrenmesi tekniği ile otomatik bir biçimde gerçekleşmiştir. Bu yıldızların değişen türlerinin kesinleşmesi ve sınıflarının değerlendirilmesi için farklı dalgaboylarında yapılacak daha çok gözlem verisine ihtiyaç vardır.

Değişen olarak belirlenen yıldızların temel parametreleri (M , $\log g$, $\log T_{\text{eff}}$, $\log L$ vb.) eşyaş eğrilerinden elde edilmiştir. Bu yıldızlar ID numaralarıyla birlikte Çizelge 3 ve 4'te listelenmiştir.

Çizelge 3. UPK 93 AYK'da üye değişen yıldızlar için eşyaş eğrilerinden elde edilen parametreler. Burada, UPK 93 AYK'ndeki üye değişen yıldızlar için eşyaş eğrilerinden elde edilen kütle, etkin sıcaklık (T_{eff}), yüzey çekim ivmesi ($\log g$) ve ışınlam gücü (L) parametrelerini göstermektedir. Kütle ($M_{\odot}$) cinsinden, etkin sıcaklık ($\log T_{\text{eff}}$), yüzey yerçekimi $\log g$ ve ışınlam gücü ($\log M_{\odot}$) ifade edilmiştir.

ID	$M (M_{\odot})$	$\log T_{\text{eff}}$	$\log g$	$\log L (L_{\odot})$
139	0.52	3.58	4.79	-1.34
150	3.02	3.74	2.76	2.09
152	0.54	3.59	4.77	-1.28
156	1.88	3.94	4.26	1.17
161	1.23	3.81	4.38	0.33
165	0.97	3.75	4.54	-0.15
168	1.15	3.79	4.43	0.20
187	0.52	3.58	4.79	-1.34
188	0.64	3.62	4.69	-0.99
190	0.56	3.59	4.76	-1.25
194	0.63	3.62	4.70	-1.04
207	0.96	3.75	4.55	-0.17
210	0.54	3.59	4.77	-1.30
218	0.78	3.68	4.63	-0.62

Çizelge 4. UPK 40 AYK'da üye değişen yıldızlar için eşyaş eğrilerinden elde edilen parametreler. Kısaltmalar Çizelge 3 ile aynıdır.

ID	$M (M_{\odot})$	$\log T_{\text{eff}}$	$\log g$	$\log L (L_{\odot})$
36	1.13	3.83	4.40	0.37
85	2.01	3.96	3.82	1.73

3 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, UPK 40 ve UPK 93 AYK'lerinin astrofiziksel parametreleri ayrıntılı fotometrik ve tayfsal analizlerle belirlenmiştir.

Gaia DR3 verileri ve pyUPMASK algoritması kullanılarak yapılan analizde, UPK 40 kümesi için %80 olasılıkla 35 üye yıldız, UPK 93 kümesi için ise %90 olasılıkla 41 üye yıldız keşfedilmiştir. UPK 93 kümesi için LAMOST DR9 verileri ile Gaia verileri karşılaştırılarak ortak yıldızlar incelenmiş ve ayrıntılı bir CMD elde edilmiştir (Şekil 6). UPK 40 için LAMOST veritabanında tayfsal veri bulunmamasından dolayı, Gaia DR3 verileri kullanılarak **Metalcode**'dan metal bolluğu değeri elde edilmiş ve sonuçlar literatürdeki verilerle kıyaslanmıştır. MESA eşyaş eğrileri kullanılarak yapılan analizde UPK 40 kümesi için yaş yaklaşık 446 ± 261 Myıl ($\log(t) = 8.65 \pm 0.2$) ve kızarma değeri $E(B-V) = 0.38 \pm 0.12$ elde edilirken, UPK 93 kümesi için ise 315 ± 82 Myıl ($\log(t) = 8.50 \pm 0.1$) ve $E(B-V) = 0.24 \pm 0.11$ olarak hesaplanmıştır. Bu yaşlara karşılık gelen uzaklık modülü, kızarma değeri ve metal bolluğu parametreleri çeşitli model varsayımları altında CMD üzerinde analiz edilmiştir (Şekil 4 ve 5). Bulunan parametrelerin hata hesabına ait detaylar **Akkaya ve diğ. (2010)** ve **Phelps & Janes (1994)** çalışmasında kızarma ve yaştaki sistematik ve rastgele hatalar kullanılarak aynı yöntemler izlenmiştir. Her iki kümenin değişen yıldız analizi ilk defa bu çalışmada gerçekleştirilmiş olup TESS verileri ve makine öğrenme yöntemi kullanılarak UPK 93'te toplam 14 değişen yıldız keşfedilmiştir. Bu yıldızlardan 7'si zonklayan, 4'ü dönen değişen ve 3'ü çift yıldız olarak sınıflandırılmıştır. UPK 40'ta ise iki zonklayan (bunlardan biri γ Dor türü olmak üzere) yıldız keşfedilmiştir.

Literatürde UPK 40 ve UPK 93 kümelerine dair yapılan çalışmalar incelendiğinde, özellikle Gaia verisinin farklı sürümlerinin kullanılması ve çeşitli analiz yöntemlerinin uygulanması sonucu parametrelerde belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir. Örneğin [Sim ve diğ. \(2019\)](#), Gaia DR2 verileri ve GMM yöntemi ile UPK 93 kümesinin yaşını $\log(t)=8.60$ yıl ve uzaklığını 685 pc olarak belirlemiştir. [Dias ve diğ. \(2021\)](#) UPMASK yöntemi kullanarak UPK 93 için 60 yıldızın üyeliğini belirlemiş ve yaşını $\log(t)=8.76$ yıl olarak hesaplamışlardır. Aynı küme üzerinde [Poggio ve diğ. \(2021\)](#), Gaia EDR3 verileriyle yapılan analizde yaş değeri olarak $\log(t)=8.71$ yıl ve uzaklık olarak 692 pc hesaplamışlardır. Daha güncel bir çalışmada [Almeida ve diğ. \(2023\)](#), Gaia EDR3 verilerine dayanarak UPK 93'ün yaşını $\log(t)=8.766\pm0.092$ yıl ve uzaklığını 0.637 ± 0.040 kpc olarak rapor etmiş, metal bolluğunu ise $[Fe/H]=0.228\pm0.043$ dex olarak bulmuşlardır.

UPK 40 kümesi için ise, [Sim ve diğ. \(2019\)](#) GMM yöntemi ile 37 üye belirlemiş ve yaşını $\log(t)=8.75$ yıl ile uzaklığını 641 pc olarak hesaplamışlardır. [Tarricq ve diğ. \(2022\)](#) HDBSCAN yöntemi ile 74 yıldızın üyeliğini belirlemiş ve yaşını $\log(t)=8.74$ yıl ve uzaklığını 654 pc olarak belirlemişlerdir. [Dias ve diğ. \(2021\)](#) UPMASK yöntemiyle 42 yıldızın üyeliğini belirleyip, yaşını $\log(t)=8.29$ yıl olarak bulmuşlardır. [Almeida ve diğ. \(2023\)](#) ise Gaia EDR3 verileri ile UPK 40'ın yaşını $\log(t)=8.73$ yıl ve uzaklığını 666 pc olarak rapor etmişlerdir. [Almeida ve diğ. \(2023\)](#) de UPK 40 için Gaia EDR3 verilerini kullanarak yaşını $\log(t)=8.678\pm0.145$ yıl ve uzaklığını 0.636 ± 0.065 kpc olarak belirlemiş, metal bolluğunu ise $[Fe/H]=0.128\pm0.054$ dex olarak vermiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada Gaia DR3 verileri ve pyUPMASK algoritması kullanılarak UPK 40 ve UPK 93 yıldız kümelerine ait astrofiziksel parametreler, güncel veri setleri kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu AYK'lere ait değişen yıldızların analizi literatürde ilk defa bu çalışmada yapılmıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, literatürdeki farklı Gaia sürümleri ve analiz yöntemlerinin meydana getirdiği parametre farklılıklarına dikkat çekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada Fransa Strazburg'da yer alan ve CDS tarafından yürütülen SIMBAD veritabanı kullanıldı. Bu çalışma, 122F364 numaralı TÜBİTAK 1001 projesi ile desteklenmiştir. Yazarlar desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

- Agarwal M., Rao K. K., Vaidya K., Bhattacharya S., 2021, *MNRAS*, 502, 2582
- Akkaya Oralhan I., Kayhan C., Arslan Ö., 2025, preprint, ([arXiv:2502.03861](#))
- Akkaya I., Schuster W. J., Michel R., Chavarría-K C., Moitinho A., Vázquez R., Karatas Y., 2010, *Rev. Mex. Astron. Astrofis.*, 46, 385
- Almeida A., Monteiro H., Dias W. S., 2023, *MNRAS*, 525, 2315
- Andrae R., ve diğ., 2023, *A&A*, 674, A27
- Bai Z.-R., ve diğ., 2021, *Research in Astronomy and Astrophysics*, 21, 249
- Bragaglia A., Fu X., Mucciarelli A., Andreuzzi G., Donati P., 2018, *A&A*, 619, A176
- Breiman L., 2001, *Mach. Learn.*, 45, 5
- Dias W. S., Monteiro H., Moitinho A., Lépine J. R. D., Carraro G., Paunzen E., Alessi B., Vilella L., 2021, *MNRAS*, 504, 356
- Gaia Collaboration 2022, VizieR Online Data Catalog: Gaia DR3 Part 1. Main source (Gaia Collaboration, 2022), VizieR On-line Data

- Catalog: I/355. Originally published in: *Astron. Astrophys.*, in prep. (2022), [doi:10.26093/cds/vizier.1355](#)
- Janes K., Adler D., 1982, *ApJS*, 49, 425
- Krone-Martins A., Moitinho A., 2014, *A&A*, 561, A57
- Paxton B., Bildsten L., Dotter A., Herwig F., Lesaffre P., Timmes F., 2011, *ApJS*, 192, 3
- Phelps R. L., Janes K. A., 1994, *ApJS*, 90, 31
- Poggio E., ve diğ., 2021, *A&A*, 651, A104
- Ricker G. R., ve diğ., 2014, in Oschmann Jacobus M. J., Clampin M., Fazio G. G., MacEwen H. A., eds, *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series Vol. 9143, Space Telescopes and Instrumentation 2014: Optical, Infrared, and Millimeter Wave*. p. 914320 ([arXiv:1406.0151](#)), [doi:10.1117/12.2063489](#)
- Sim G., Lee S. H., Ann H. B., Kim S., 2019, *Journal of Korean Astronomical Society*, 52, 145
- Soubiran C., ve diğ., 2018, *A&A*, 619, A155
- Tarricq Y., Soubiran C., Casamiquela L., Castro-Ginard A., Olivares J., Miret-Roig N., Galli P. A. B., 2022, *A&A*, 659, A59
- Yadav R. K. S., Glushkhova E. V., Saryia D. P., Porokhova A. V., Kumar B., Sagar R., 2011, *MNRAS*, 414, 652

Access:

M25-0301: *Turkish J.A&A* — Vol.6, Issue 3.