

Galaksimizdeki 20 Açık Yıldız Kümesinin CCD UBVRI Fotometrisi

İnci Akkaya Oralhan¹★, Yüksel Karataş², William J. Schuster³, Raúl Michel³, Carlos Chavarría³

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu, 38039, Kayseri, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, İstanbul, Türkiye

³Observatorio Astronómico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 877, C.P. 22800, Ensenada, B.C., México

Özet

Bu çalışmada Meksika San Pedro Martir (SPM) Ulusal Astronomi Gözlemevi'nde 84 cm teleskop ile gözlenmiş 20 açık yıldız kümesinin CCD UBVRI fotometrisi verileri ile gözlemsel parametreleri olan renk artıkları, metal ve ağır element bollukları, uzaklık modülleri, uzaklıkları ve yaşları elde edilmiştir. Metal bolluğu tayini, $(U - B)$ - $(B - V)$ iki renk diyagramında Hyades anakolu üzerindeki metalce fakir parlak F tayf türünden yıldızların dağılımlarından belirlenen $\delta(U-B)$ morötesi artığı tekniğiyle yapılmıştır. 20 kümenin uzaklık modülü, uzaklık ve yaşları, eşyaş eğrilerinin kümelerin beş renk indeksindeki $(B - V, R - I, V - R, V - I, B - R)$ renk-kadir diyagramları ile karşılaştırılmasından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: (Galaxy:) open clusters and associations: general, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 SPM Açık Yıldız Küme Taraması: Fotometrik Gözlemler, Veriler ve İndirgeme Teknikleri

Kuzey yarı küreden gözlenen açık yıldız kümelerinin fotometrik CCD $UBV(RI)_C$ gözlemlerine dayanan bir hızlı taramadır. Gözlenen açık yıldız kümelerinin çoğunluğu Dias v.ark. (2002) ve Dias v.ark. (2012) kataloğundan alınmıştır. Gözlemler aynı teleskop, CCD ve filtreler ile yapılmıştır. Gözlemsel prosedürler, indirgeme yöntemleri ve Landolt (1992) standart yıldızları kullanıldığından gözlemler ve indirgemeler homojendir.

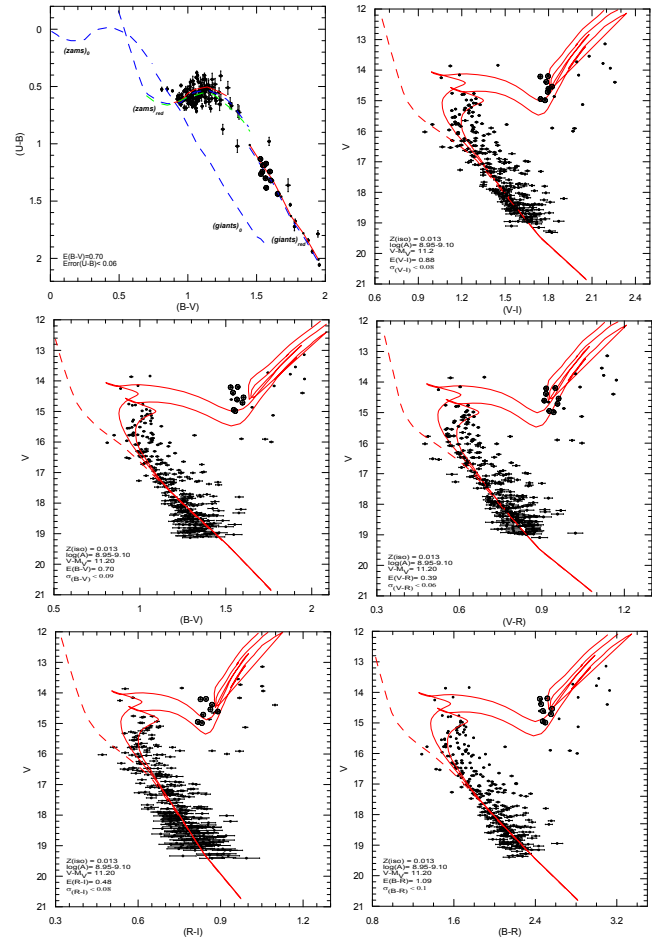
Tüm gözlemlerde, CCD fotometrisinin genel kalibrasyon prosedürlerinin uygulanması için, her gece 100 civarında bias ve 4-15 saniye süre ile de en az 50 dark görüntüsü alınmıştır. Her gözlem gecesinin başında ve sonunda, gökyüzünün yıldız bakımından az olan bölgelerinden, beş saniyeden daha uzun poz süreleri verilerek her filtre için flat ölçümü yapılmıştır. Kümelerin CCD ile alınan görüntüleri IRAF¹ indirgeme programındaki CCDRED ve DAOPHOT paketleri kullanılarak yapılmıştır.

2 Analiz Yöntemleri

2.1 Renk Artığı, Metal ve Ağır Element Bolluğu

Açık yıldız kümelerinin $E(B - V)$ renk artığı değerleri, Schmidt-Kaler (1982) (SK82)'ye ait sıfır yaş anakolunun, Şek. 1'de Ki 05 kümesi için gösterildiği gibi $(U - B)$ - $(B - V)$ renk-renk diyagramında küme üyelerinin fotometrik verilerine uygun bir karşılaştırma elde edilinceye kadar kırmızı doğrultusu boyunca $U - B$ ekseninde $0.72E(B - V) + 0.05E(B - V)^2$ ve $(B - V)$ ekseninde de $E(B - V)$ kadar kaydırılmasından elde edilir. Karşılaştırma yapılırken eş zamanlı olarak eğer mevcut iseler SK82 dev kolu üzerinde yer alan olası Kırmızı Yığın yıldızlarına da ağırlık verilmiştir.

U ve B filtrelerinin duyarlılık fonksiyonları F ve G tipi



Şekil 1. Ki 05 kümesinin renk-renk ve renk-kadir diyagramları

★ iakkaya@erciyes.edu.tr

¹ IRAF is distributed by the National Optical Observatories, operated by the Association of Universities for Research in Astronomy, Inc., under cooperative agreement with the National Science Foundation

Çizelge 1. 20 kümenin elde edilmiş temel astrofiziksel parametreleri

Küme	ρ	b°	$E(B-V)$	[Fe/H]	Z	(V_0-M_V)	A(Gyıl)	d (kpc)
NGC 6694	23.88	-2.91	0.51±0.06	-0.09 ± 0.14	0.016± 0.005	11.10±0.04	0.18±0.01	1.66±0.03
NGC 6802	55.34	+0.92	0.80±0.07	-0.30 ± 0.13	0.009± 0.003	11.19±0.05	1.12±0.08	1.73±0.04
NGC 6866	79.56	+6.84	0.06±0.05	-0.10 ± 0.05	0.015± 0.002	10.61±0.02	0.75±0.04	1.32±0.01
NGC 7062	89.96	-2.75	0.43±0.08	-0.31 ± 0.09	0.010± 0.002	11.40±0.02	0.71±0.04	1.91±0.02
Ki 05	143.78	-4.29	0.70±0.08	-0.17 ± 0.25	0.013± 0.007	11.20±0.05	1.26±0.16	1.74±0.04
NGC 436	126.11	-3.91	0.40±0.07	-0.55 ± 0.33	0.005± 0.004	11.90±0.05	0.18±0.03	2.40±0.05
NGC 1798	160.70	+4.85	0.47±0.07	-0.50 ± 0.28	0.006± 0.004	12.70±0.04	1.78±0.22	3.47±0.06
NGC 1857	168.40	+1.26	0.47±0.08	-0.36 ± 0.19	0.008± 0.003	11.98±0.04	0.32±0.04	2.49±0.05
NGC 7142	105.35	+9.48	0.35±0.08	-0.16 ± 0.12	0.013± 0.004	11.60±0.05	3.55±0.57	2.10±0.05
Be 73	215.28	-9.42	0.28±0.06	-0.21 ± 0.06	0.012± 0.002	14.50±0.03	1.41±0.08	7.93±0.11
Haf 04	227.94	-3.59	0.47±0.09	-0.33 ± 0.19	0.009± 0.008	13.22±0.05	0.42±0.05	4.39±0.10
NGC 2215	215.99	-10.10	0.23±0.07	-0.40 ± 0.27	0.008± 0.005	9.60±0.03	0.64±0.05	0.83±0.01
Rup 01	223.99	-9.69	0.17±0.06	-0.25 ± 0.18	0.011± 0.005	10.85±0.04	0.48±0.04	1.48±0.03
Be 35	212.60	+5.35	0.11±0.07	-0.13 ± 0.18	0.014± 0.006	13.50±0.04	0.89±0.06	5.01±0.10
Be 37	217.23	+5.94	0.05±0.05	-0.05 ± 0.08	0.017± 0.003	13.60±0.02	0.63±0.06	5.25±0.06
Haf 08	227.53	+1.34	0.32±0.07	-0.39 ± 0.26	0.008± 0.005	11.88±0.04	0.56±0.07	2.38±0.04
Ki 23	215.53	+7.20	0.03±0.02	-0.11 ± 0.11	0.015± 0.004	12.40±0.02	1.78±0.07	3.02±0.03
NGC 2186	203.54	-6.19	0.26±0.07	-0.39 ± 0.26	0.008± 0.005	11.40±0.03	0.32±0.04	1.91±0.03
NGC 2304	197.21	+8.90	0.03±0.03	-0.20 ± 0.18	0.012± 0.005	12.79±0.02	0.93±0.03	3.61±0.03
NGC 2360	229.81	-1.42	0.01±0.07	-0.11 ± 0.11	0.015± 0.004	10.25±0.02	1.12±0.07	1.12±0.01

Çizelge 2. Kümelerin morfolojik yaş indisleri ve yaşları (DN:Dönüm noktası, KY:Kırmızı Yığın, KD:Kırmızı Dev)

Küme	V_{DN}	$V_{KY/KD}$	$(B-V)_{DN}$	$(B-V)_{KY/KD}$	δV	$\delta 1$	$\log A_{mi}$	$\log A_{iso}$	KY/KD
NGC 6802	15.20	14.88	1.00	1.73	0.32	0.73	8.87±0.03	9.05±0.03	RC
NGC 6866	12.07	11.07	0.18	1.14	0.18	0.96	8.82±0.03	8.89±0.02	RG
NGC 7062	13.85	13.18	0.51	1.39	0.66	0.88	9.00±0.04	8.85±0.02	RC
Ki 05	15.63	14.71	0.09	1.60	0.92	1.50	9.11±0.04	9.10±0.05	RC
NGC 1798	16.56	15.75	0.72	1.35	0.81	0.63	9.06±0.03	9.25±0.03	RC
NGC 7142	16.19	15.19	0.81	1.31	1.89	0.50	9.55±0.04	9.55±0.06	RG,RC
Ru 01	12.14	12.02	0.18	1.12	0.12	0.94	8.78±0.04	8.68±0.03	RG
Be 35	15.32	14.83	0.30	0.96	0.49	0.67	8.94±0.01	8.95±0.03	RC
Be 37	14.90	14.43	0.16	0.89	0.47	0.73	8.93±0.07	8.75±0.05	RC
Ki 23	15.08	14.08	0.41	0.63	1.40	0.23	9.31±0.08	9.25±0.02	RC
NGC 2304	14.37	13.37	0.19	1.06	0.54	0.86	8.96±0.06	8.97±0.02	RG
NGC 2360	12.48	11.35	0.35	0.97	1.13	0.62	9.19±0.03	9.05±0.02	RC

yıldızların metal soğurma çizgilerinin olduğu bölgelere konumlandırıldığından, $(U - B)$ renk indeksi genellikle F ve G tipi küme ve alan yıldızlarının fotometrik tayininde oldukça elverişli bir renk indeksidir. Bu yüzden Hyades anakolu $(U - B)-(B - V)$ iki renk diyagramında kümeye üye F tipi yıldızların $\delta(U - B)$ morötesi artışı, fotometrik metal bolluğu [Fe/H] ve Z ağır element bolluğunun tayininde kullanılmıştır. 20 kümenin fotometrik [Fe/H] metal bolluğu ile Z ağır element bolluğuna ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2 Uzaklık Modülü, Uzaklık ve Yaş

Kümelerinin (V-MV) uzaklık modülü [Marigo v.ark. \(2008\)](#)'ne ait teorik eşyaş eğrilerinin kümelerin $V, (B-V); V, (R-I); V, (V-I); V, (V-R)$ ve $V, (B-R)$ renk-kadir diyagramlarında standart sönükleşme kanunlarına göre renk artıkları dikkate alınarak, dikey mutlak kadir ekseninde $A_V = 3.1 \times E(B-V)$ kadar, yatay renk indeksi ekseninde ise renk artığı kadar kaydırılarak elde edilir. Buradan da uzaklık elde edilir. Kümelerinin yaşı ise o kümenin Z ağır element bolluğuna göre seçilen teorik eşyaş eğrisinin, kümenin anakolu, dönüm noktası eğer varsa Kırmızı Dev/Kırmızı Yığın yıldızları ile iyi uyum elde edilmeye kadar çakıştırılmasından elde edilir. *Ki 05* kümesi için beş farklı renk indeksinde eşyaş eğrileri ile yapılan çakıştırma işlemi Şek. 1'de

gösterilmiştir. Burada da görüldüğü gibi beş farklı renk indeksinden elde edilen değerler birbirleri ile uyumludur. Diğer 19 kümenin analizleri, şekilleri, tabloları ve literatür karşılaştırması ise [Akkaya Oralhan v.ark. \(2015\)](#)'de detaylı olarak verilmiştir

3 Kümelerin Morfolojik Yaşları

20 açık yıldız kümesinin δV ve $\delta 1$ morfolojik yaş indekslerine ait yaşları, [Phelps v.ark. \(1994, fig. 1\)](#)'ne ait yöntem ile $V, (B-V)$ renk kadir diyagramından itibaren tayin edilmiştir. Bunun için 20 kümenin $V, (B-V)$ renk kadir diyagramları incelenmiş ve morfolojik yaş indekslerinin tayinine elverişli 12 küme tespit edilmiştir. Bu kümeler ve bu kümeler için elde edilen morfolojik yaşlar Çizelge 2'de verilmiştir. Morfolojik indekslerden hesaplanan yaş değerlerinin eşyaş eğrisine ait değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4 Sonuçlar

20 kümenin yıldızlararası kızarma, metal bollukları, uzaklık modülü ve yaşları literatürle karşılaştırılmış ve sistematik farklar bulunmuştur. 12 küme için morfolojik indislerden elde edilen yaşlar kümelerin eşyaş çizgilerinden elde edilen ile uyumludur. Bu 20 küme için, $6.82 \leq R_{GC} \leq 15.37$ kpc aralığında, herhangi bir [Fe/H] ve R_{GC} ilişkisi bulunamamıştır. Kümelerimizin

metal bollukları $-0.55 \pm 0.33 \leq [Fe/H] \leq -0.05 \pm 0.08$ dex aralığındadır [NGC 436; Be 37]. Ayrıca Schönrich ve Binney (2009) tarafından belirtildiği gibi, Galaktik diskteki homojen olmayan kimyasal zenginleşme, orbital difüzyon ve radyal göçten dolayı, burada da küme yaşları ve metal bollukları arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Sözü edilen sonuçların haricinde, elde edilen diğer sonuçlar ve bunlara ait şekil ve çizelgelere Akkaya Oralhan v.ark. (2015)'den ulaşılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma 33940 No'lu CONACyT (México) projesi ile IN111500 ve IN103014 numaralı PAPIIT-UNAM (México) projeleri ile desteklenmiş olup CCD gözlem verilerinin eldesinde México San Pedro Mártir Ulusal Gözlemevi'nin olanaklarından yararlanılmıştır.

Kaynaklar

- Akkaya, İ., Schuster, W. J., Michel, R., Chavarría-K, C., Moitinho, A., Vázquez, R. & Karataş, Y.: CCD UBVRI Photometry of the Galactic Open Clusters: Be 89, Ru 135, and Be 10. *RMxAA*. **46** (2010) 385–430.
- Akkaya Oralhan, İ., Karataş, Y., Schuster, W. J., Michel, R., Chavarría C.: CCD UBVRI Photometry of Twenty Open Clusters. *NewA*. **34** (2015) 195–210
- Dias, W.S., Alessi, B.S., Moitinho, A., Lépine J.R.D.: New catalogue of optically visible open clusters and candidates, *A&A*. **389** (2002) 871–873.
- Dias, W.S., Alessi, B.S., Moitinho, A., Lépine J.R.D.: New catalogue of optically visible open clusters and candidates, *VizieR Online Data Catalog: Optically visible open clusters and Candidates (Dias+ 2002-2013)* (2012).
- Landolt, A. U.: UBVRI photometric standard stars in the magnitude range 11.5–16.0 around the celestial equator, *AJ*. **104** (1992) 340–371.
- Marigo, P., Girardi, L., Bressan, A., Groenewegen, M. A. T., Silva, L., & Granato, G. L.: Evolution of asymptotic giant branch stars. II. Optical to far-infrared isochrones with improved TP-AGB models, *A&A*. **482** (2008) 883–905.
- Phelps, R.L., Jane, s K.A., Montgomery, K.A.: Development of the Galactic disk: A search for the oldest open clusters, *AJ*. **107** (1994) 1079–1096.
- Schmidt-Kaler, Th.: *Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, New Series, Group VI, Vol.2b*, eds. K. Schaifers & H. H. Voigt (Berlin: Springer), p. 14–24
- Schönrich, R., Binney, J.: Chemical evolution with radial mixing 2009, *MNRAS* **396** (2009) 203–222.

Erişim:

041-1015: [UAK-2015 Program](#) --- [UAK Bildiri](#) --- [Turkish J.A&A](#).