

AÇIK YILDIZ KÜMELERİNİN CCD UBVRI FOTOMETRİSİ: NGC 6631, Be 89, Ru 135, Be 10

İnci Akkaya¹, Yüksel Karataş², William J. Schuster³, Raul Michel³, Carlos Chavarria³

Özet

Daha önce çok az çalışılmış NGC 6631, Be89, Ru135 ve Be10 açık yıldız kümelerinin San Pedro Mártir Gözlemevi'nden alınmış CCD UBVRI verileri kullanılarak, bu kümelere ait kızarma, yaş ve uzaklık modülü gibi temel parametreleri belirlenmiştir. Schmidt-Kaler'a ait (U-B)-(B-V) iki renk diyagramından kümelerin kızarma değerleri sırasıyla NGC 6631, Be 89, Ru 135 ve Be 10 için; $E(B-V) = 0.44, 0.50, 0.62, 0.80$ ve yine bu kümeler için tahmini metal ve ağır element bollukları da, $([Fe/H], Z) = (+0.03, +0.020), (-0.13, +0.014), (-0.19, +0.012), (+0.03, +0.011)$ olarak bulunmuştur. Bu Z bolluk değerlerinden hareketle küme yaşlarının ve uzaklık modüllerinin belirlenmesinde Girardi'nin $Z = +0.019, Z = +0.014, Z = +0.012$ ve $Z = +0.011$ yaş çizgileri kullanılmıştır. Gözlemsel kolun, (MS, TO, RGB), $V-(B-V)$ düzleminde, yaş çizgileriyle çakıştırılmasından elde edilen, uzaklık modülleri ve güneş merkezli uzaklıkları ise; $((V - MV)_0, d (pc)) = (10.50, 1259 pc), (12.00, 2511 pc), (9.90, 955 pc)$ ve $(11.1, 1660 pc)$ olup yine aynı şekilde elde edilen yaş değerleri ise $(\log(A), A) = (9.10, 1.26 Gyr), (9.50, 3.16 Gyr), (9.30, 2 Gyr)$ ve $(8.95, 0.89 Gyr)$ şeklindedir.

Anahtar Kelimeler: Açık yıldız kümeleri

Abstract

We present the fundamental parameters such as reddening, age and distance modulus of poorly studied four Galactic open clusters NGC 6631, Be 89, Ru 135, Be 10 from CCD UBVRI photometry within the frame of San Pedro Mártir open cluster survey. From the shifting the colours of Schmidt–Kaler on (U–B)–(B–V) two colour diagrams along the reddening vector, our reddening values have been derived as $E(B-V) = 0.44$ for NGC 6631, 0.50 for Be 89, 0.62 for Ru 135, 0.80 for Be 10, respectively. Estimated photometric metal and heavy element abundances are $([Fe/H], Z) = (+0.03, +0.020)$ for NGC 6631, $(-0.13, +0.014)$ for Be 89, $(-0.19, +0.012)$ for Ru 135, $(+0.03, +0.011)$ for Be 10, respectively. We used $Z = +0.019$, $Z = +0.014$, $Z = +0.012$ and $Z = +0.011$ isochrones of Girardi et al. From the fitting procedure the isochrones to the observed sequences (MS, TO, RGB) of our cluster samples in the $V - (B - V)$ plane, for the best fit, derived distance modulus and heliocentric distances $((V - MV)_0, d (pc))$ are the following (10.50, 1259 pc) for NGC 6631, (12.00, 2511 pc) for Be 89, (9.90, 955 pc) for Ru 135, and (11.1, 1660 pc) for Be 10. Inferred ages $(\log(A), A)$ are the following (9.10, 1.26 Gyr) for NGC 6631, (9.50, 3.16 Gyr) for Be 89, (9.30, 2 Gyr) for Ru 135, and (8.95, 0.89 Gyr) for Be 10.

Key words: *Open clusters*

1. Giriş

Galaktik açık yıldız kümeleri, birkaç 10-100 yıldızı ile birlikte, çok aralıklı yerleşmiş, çok az konsantrasyonlu ve küme içerisindeki yıldızları çekimsel olarak birbirine bağlanmış sistemlerdir. Kümelerin fotometrik gözlemlerinin, teorik yaş çizgileriyle karşılaştırılması, onların ağır element bolluklarının ve kızarma, metal bolluğu, uzaklık modülü ve yaş gibi temel parametrelerinin tespitine olanak verir. Bu parametreler Galaktik disk içerisindeki yaş-metal bolluğu ilişkilerinin

ortaya çıkarılmasında çok büyük öneme sahiptir [1], [2]. Açık yıldız kümeleri aynı zamanda yıldız evrim modellerinin test edilmesinde de kullanılır. Bunun için, kızarma, yaş ve uzaklık modülü gibi temel parametreler kesin olarak tespit edilir. Bu çalışma, NGC 6631, Be89, Ru135, Be10 kümelerine ait güncel temel parametrelerinin ve homojen UBVRI verilerinin yayınlanmasıdır.

2. Gözlemler ve Analiz Teknikleri

San Pedro Mártir Gözlemevi'nde (OAN) yürütülmekte olan 'A CCD UBVRI Survey of Northern Hemisphere' adlı proje kapsamında 2001 yılından itibaren kuzey yarımküreden gözlenen açık yıldız kümeleri, aynı aletler (teleskop, CCD, filtreler), aynı indirgeme teknikleri ve aynı standart sistemler (Landolt) [3] kullanılarak incelenmektedir. NGC 6631, Be89, Ru135, Be10 olmak üzere bu dört kümenin CCD UBVRI görüntüleri, 2003 Ağustos ve 2005 Eylül arasındaki gözlem periyodu boyunca 84cm'lik teleskopla OAN'dan alınmış ve küme görüntüleri IRAF CCDRED ve DAOPHOT paketlerini kullanarak indirgenmiştir.

Kümelerin uzaklık ve yaşlarının tespitinde, $V - (B - V)$ ve $V - (R - I)$ renk-parlaklık diyagramları; Schmidt-Kaler renkleri [4] ve Padova yaş çizgileriyle birlikte kullanılmıştır. San Pedro Mártir açık küme projesinin amaçları şu şekildedir: (1) açık yıldız kümelerinin ortak bir fotometrik UBVRI veri tabanının oluşturulması, (2) kümelerin renk-renk ve renk-parlaklık diyagramlarına ait bir atlas oluşturulması, (3) kümelerin kızarma, yaş ve uzaklıklarının homojen bir veri setinin oluşturulması, (4) yaşlı ve uzak açık yıldız küme sayılarının artırılması, (5) daha sonraki çalışmalar için ilginç kümelerin seçilmesi. Açık yıldız kümelerinin fotometrik verilerinin görüntülenmesinde ve analizinde java tabanlı bir bilgisayar programından yararlanılmıştır. Bu program, tüm kümelerin farklı renk-renk ve renk-parlaklık diyagramlarını eş zamanlı olarak görmemize ve bir yıldızın veya gurubun farklı diyagramlarda hangi noktalara karşılık geldiğini verebilen bir sistemdir. Böylelikle kümenin şekli tahmin edilebilmekte ve alan yıldızları kısmen de olsa elenmektedir. Bu program ayrıca, 20 küme üzerinde aynı anda çalışmamıza ve 16 farklı diyagram çizmemize olanak vermektedir.

Carney'in de [5] değindiği gibi, gözlemler ile yaş çizgilerinin karşılaştırılması sırasında kümenin renk-parlaklık diyagramının orta

noktaları çiftli sistemlerden etkilenir. Bunun için, daha çok tek-yıldız dağılımlarının çoğunlukta olduğu sönük/mavi kenar ile çakıştırmak daha uygundur. Analizlerde Paunzen ve Netopil [6]'de verildiği şu noktalara dikkat edilmelidir: (1) üye-olmayan yıldızların çıkarılması, (2) kızarmanın doğru bir şekilde belirlenmesi, (3) anakol (MS) dönüm noktasının görünebilmesi, (4) çiftli sistemlerin MS'yi genişletmesi, (5) kırmızı dev kolunun varlığının, yaş çizgileriyle çakıştırılmasında daha iyi bir fit elde etmemizi sağlaması, (6) bulunan Z ağır element bolluğuna en iyi karşılık gelen yaş çizgisini kullanılması. Bu kümenin [Fe/H] metal bolluğunun tespitinde kullanılan yöntem ve (U-B)-(B-V) iki renk diyagramının dağılımına bağlıdır.

3. Açık Yıldız Kümelerinin Analizleri: NGC 6631, Be 89, Ru 135, Be10

Alan yıldızlarından ve çiftlerden gelen etkilerin temizlenmesinde herhangi bir öz hareket/radyal hız ölçümlerinin bulunmamasından dolayı, CCD yüzeyinde kümenin merkezi kısımlarında yoğunlaşmıştır. Bunun için 'awk' ve 'SAFE' java programları kullanılmıştır. Ayrıca küme üyelerinin tespitinde fotometrik hataları 0.05'ten daha küçük olan yıldızlar alınmıştır. Bu gözlemsel hatalar, iki renk ve renk-parlaklık diyagramlarında da gösterilmiştir. Kümelere ait kızarma değerleri, (U-B)-(B-V) iki renk diyagramının SK82'nin MS renkleri boyunca kaydırılmasından elde edilmiştir. MS'nin üst kısmı için $(U-B)_0 = 0.72E(B-V) + 0.05E(B-V)^2$ ve dev kısmı için de $(U-B)_0 = +0.90E(U-B)$ formülleri kullanılmıştır. Kümelerin ağır element bollukları ise (U-B)-(B-V) diyagramında UV renk fazlalığını temel alarak belirlenmiştir. Bunun için, en iyi fit F-yıldızlarından elde edilir. Burada F-tipindeki yıldızlar SK82 MS çizgisinin yukarısına doğru saçılma göstermiştir ki bu da metal bolluğunun etkisinden kaynaklanmaktadır.

Fotometrik metal bolluklarından elde edilen ağır element bollukları, renk-parlaklık diyagramlarında uzaklık modülü ve yaşın belirlenmesine olanak veren yaş çizgilerinin hangisinin kullanılması gerektiği konusunda yardımcı olur. Temel parametrelerin belirlenmesinde beş farklı renk-parlaklık diyagramı kullanılmıştır ve bunlar V-(B-V), V-(R-I), V-(V-I), V-(V-R) ve V-(B-R) diyagramlarıdır. Kızarmalar arasında dönüşüm yapılması için ise

Dean, Warren & Cousin'e [7] ait aşağıdaki dönüşüm bağıntıları kullanılmıştır.

$$E(R - I) = 0.69E(B - V)$$

$$E(V - I) = 1.25E(B - V)$$

$$E(V - R) = 0.56E(B - V)$$

$$E(B - R) = 1.56E(B - V)$$

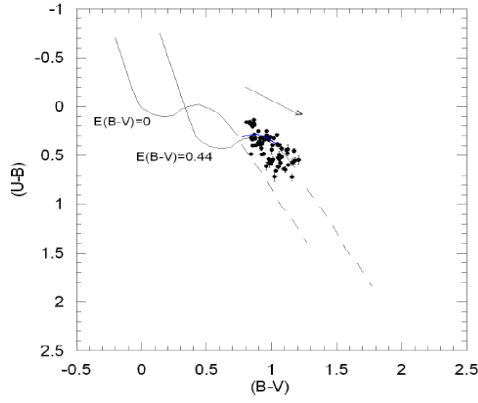
Kümelerin yaşları belirlenmeden önce, ilk olarak yaş çizgileri yatay ve düşey yönde kaydırılarak uzaklık modülü (DM) tam doğru bir şekilde belirlenmiştir.

NGC 6631'in (U-B)-(B-V) iki renk diyagramı Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu küme için iki renk diyagramından bulunan kızarma değeri $E(B-V)=0.44$ 'tür. Şekildeki, katı ve kesikli çizgiler $E(B-V)=0$ ve $E(B-V)=0.44$ kızarma değerlerinde cüce ve dev yıldızların her ikisi için, iki renk ilişkilerini göstermektedir. Kümenin metal bolluğu tahmini F yıldızlarının SK82 çizgisinden (U-B) boyunca UV fazlalığından yola çıkılarak yapılmıştır. Buna göre $(B-V)_0=0.44$ 'te elde edilen UV fazlalığı -0.04 'tür. Bu renk indeksinde, SK82'nin F-yıldızları civarındaki en büyük değerinde $(U-B)=-0.02$ değerine sahiptir. $\delta(U-B)=+0.02$ ile SK82'nin en büyük değeri arasındaki fark ve fit edilmiş çizgi, $(B-V)=0.60$ 'ta $\delta_{0.6}=+0.02$ değerine, Sandage(1969) (bak Tablo 1A) [8] verileri kullanılarak dönüştürülmüştür. Bu küme için metal bolluğu değeri, Karataş & Schuster'in [9] $[Fe/H]-\delta_{0.6}$ ilişkileri kullanılarak, $[Fe/H]=+0.03$ olarak elde edilmiştir. Bulunan ağır element bolluğu ise $Z=+0.020$ 'dir. Teorik yaş çizgilerinden elde edilmiş değerler ise; her şekilde farklı renk-parlaklık diyagramları için ayrı ayrı verilmiştir (Şekil 2 ve 3) ve sonuçlar Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

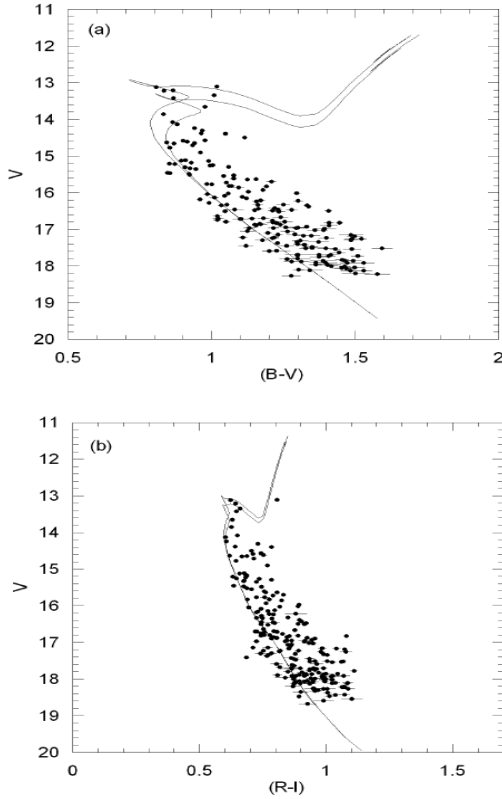
Yine aynı şekilde Be10 kümesi için iki renk diyagramı Şekil 4'te verilmiş olup, buradan bulunan kızarma değeri $E(B-V)=0.80$ 'tir. Burada yuvarlak içerisinde gösterilen yıldızlar red clump adaylardır. SK82'nin F-yıldızları civarında red clump yıldızlardan itibaren yapılan fite göre elde edilen $([Fe/H], Z)$ değerleri $(-0.25, +0.011)$ olarak tahmin edilmiş ve Girardi'nin $Z=+0.011$ yaş çizgisi kullanılmıştır. Bu Z değerinde, diğer renk-parlaklık diyagramları da Şekil 5 ve 6'da gösterilmiş olup, sonuçlar yine Tablo 1 ve 2'de

verilmiştir. Şekil 5a-b ve şekil 6a-c’de görüldüğü gibi yuvarlaklar ile gösterilen red clump adayları GBBC yaş çizgileri ile güzel bir biçimde çakışmaktadır.

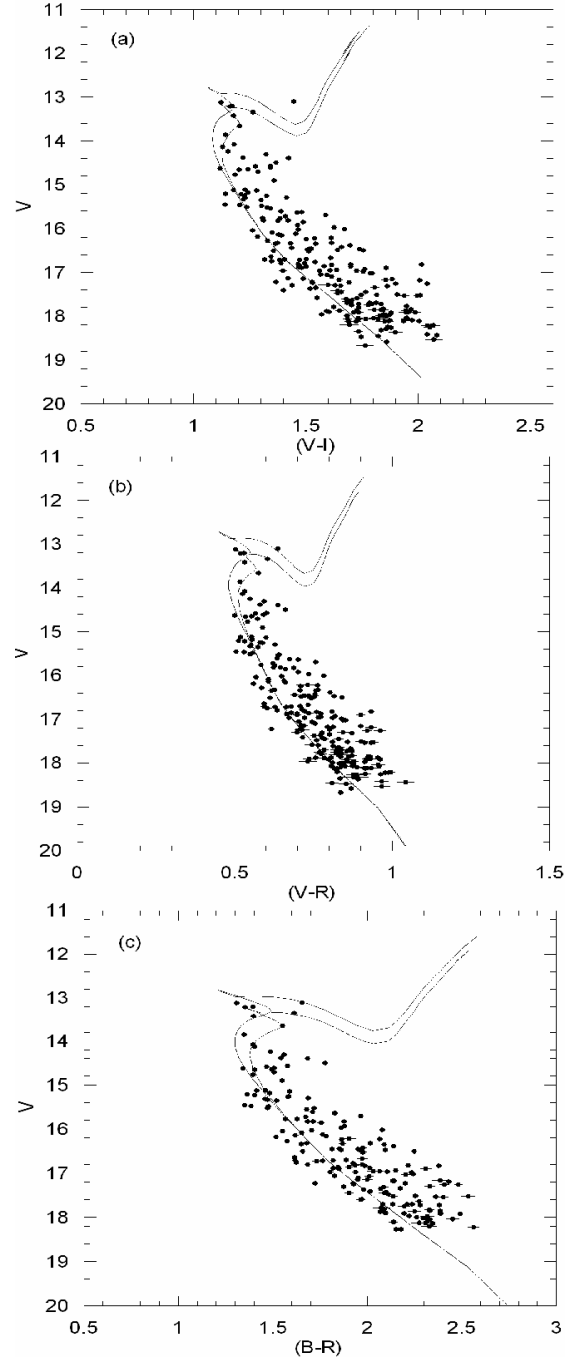
Diğer iki küme Ru135 ve Be89 için yapılan analizler de benzer şekilde yapılmış olup bu kümelere ait şekiller burada verilmemiş olup, sadece sonuçlar Tablo1 ve 2’de verilmiştir.



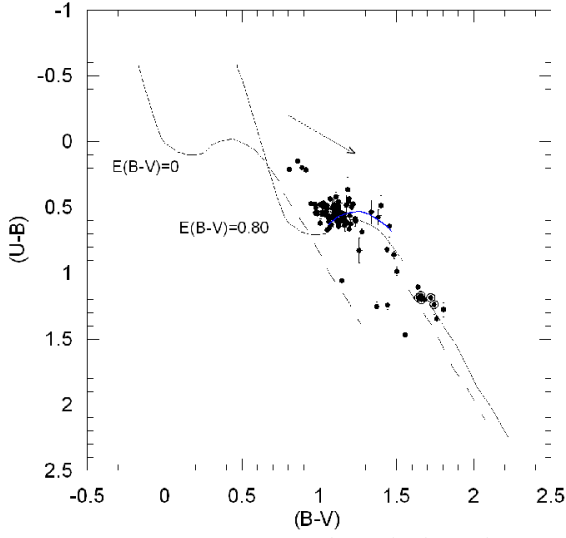
Şekil 1: NGC6631'in (U-B)-(B-V) diyagramı.



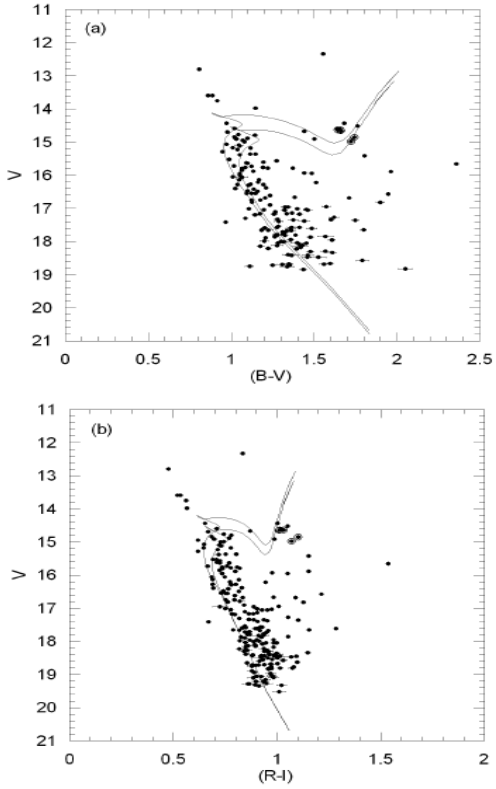
Şekil 2: NGC6631'in $V-(B-V)$ ve $V-(R-I)$ diyagramları. **(a)** $[(V-M_v)_0, E(B-V)] = [10.5, 0.44]$ ve $\log(A) = 9.10-9.20$ **(b)** $[(V-M_v)_0, E(R-I)] = [9.0, 0.3]$ ve $\log(A) = 9.50-9.55$.



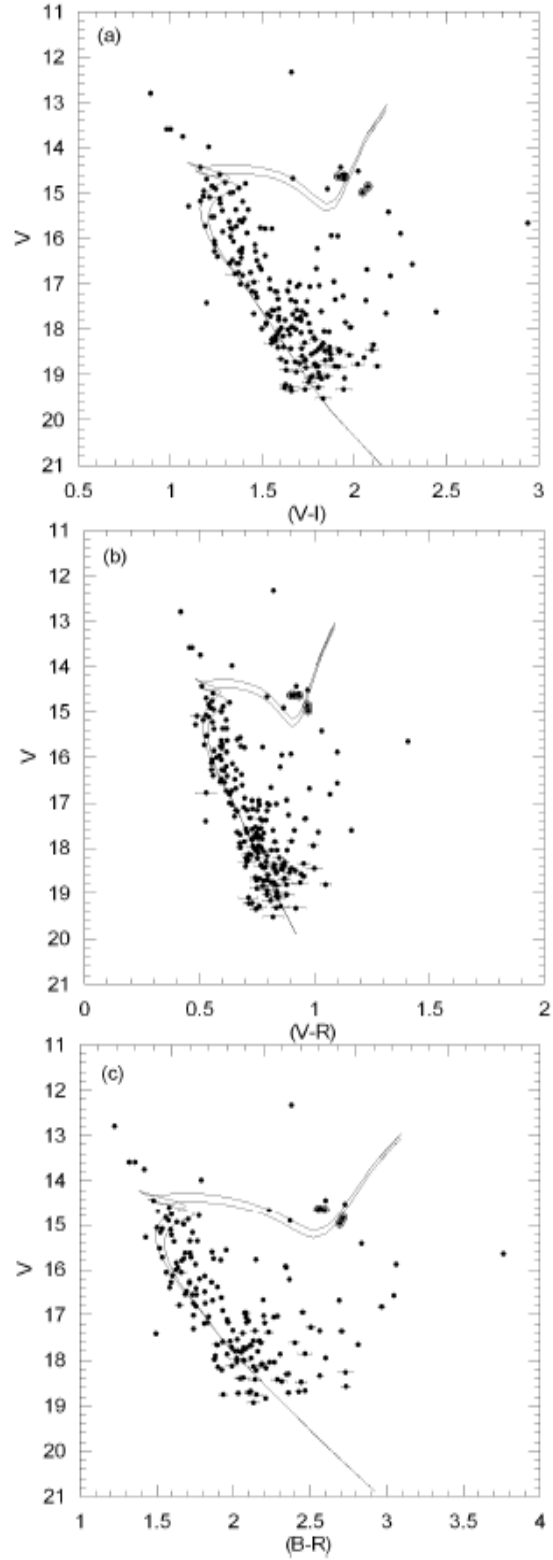
Şekil 3: NGC6631'in $V-(V-I)$ ve $V-(V-R)$ ve $V-(B-R)$ diyagramları. **(a)** $[(V-M_v)_0, E(V-I)] = [9.6, 0.55]$ ve $\log(A) = 9.30-9.40$, **(b)** $[(V-M_v)_0, E(V-R)] = [10.1, 0.25]$ ve $\log(A) = 9.10-9.25$, **(c)** $[(V-M_v)_0, E(B-R)] = [10.2, 0.69]$ ve $\log(A) = 9.10-9.25$.



Şekil 4: Be10'un $(U-B)-(B-V)$ diyagramı.



Şekil 5: Be10'un $V-(B-V)$ ve $V-(R-I)$ diyagramları.



Şekil 6: Be10'un $V-(V-I)$ ve $V-(V-R)$ ve $V-(B-R)$ diyagramları..

4. Sonuç ve Karşılaştırma

Dört kümenin bulunan kızarma değerleri Schlegel, Finkbeiner & Davis (SFD) [10] COBE/DIRBE toz haritaları ile karşılaştırılmıştır. Arce & Goodman [11] ise SFD haritalarının $E(B-V) > 0.10$ mag olması halinde normalden fazla değerler verdiği dikkat çekmiştir. Bu yüzden SFD kızarma değerleri üzerinde küçük bir düzeltme yaparak $E(B-V) > 0.10$ mag olması durumunda $E(B - V)_A = 0.10 + 0.65(E(B - V) - 0.10)$ denklemleri kullanıldı. NGC6631 ve Be89 ve Be10 açık yıldız kümeleri için bulunan (NGC 6631; 0.44 ± 0.09) ve (Be 89; 0.50 ± 0.06), (Be 10; 0.80 ± 0.13) değerleri, bu kümeler için SFD toz haritalarından bulunan 0.39 ve 0.49 ve 0.62 değerler ile uyum içerisindedir. Diğer küme Ru135 için bulduğumuz 0.62 ± 0.09 kızarma değeri ise SFD'den bulunan 0.41 değeri ile uyumlu değildir.

Sagar, Naidu & Mohan [12] (SNM), NGC6631'in temel parametrelerini V-(V-I) diyagramından elde ettikleri için aynı diyagramda bu küme için elde ettiğimiz $E(V-I) = 0.55$, SNM'nin 0.60 değeri ile uyumludur. SNM bu kümenin Galaktik merkezden olan konumuna bakarak Güneş'ten daha yüksek metal bolluğuna sahip olduğunu düşünerek Bertelli [13]'nin $Z = +0.05$ yaş çizgisini kullanmışlardır. Tablo 2'den de görüldüğü gibi bulduğumuz DM ve uzaklık değerleri SNM'den daha küçük, yaş değerleri ise daha büyüktür. Tablo 2'de diğer kümelere ait referanslar ve buldukları değerler verilmiştir. Referanslarda bulunan değerler ile bizim bulduğumuz değerler arasındaki farkların nedenleri şu şekilde özetlenebilir. (1) kullanılan yaş çizgilerinde farklı yıldız fiziğinin kullanılması, (2) yazarlar Z değerlerini küme yıldızlarını renk- renk ve renk-parlaklık diyagramları ile karşılaştırılmasından bulmuşlardır. Oysaki fotometrik verilerden Z bolluğunun belirlenmesinde en iyi yöntem iki renk diyagramındaki UV fazlalıklara bakılmasıdır, (3) karşılaştırmada farklı fotometrik gözlemlerin kullanılması.

Red clump yıldızlarından faydalanılarak, Be89 ve Be10 kümeleri için [2]'den elde edilen yaş değerleri ise $\log(A) = 9.25$ ve 8.66 'dır. Bu kümelerin yaş çizgileriyle karşılaştırılmasıyla bulunan değerler ise [2]'den bulunanlardan çok az büyüktür. Tablo 1'de gösterilen σ hata değerleri [15]'teki denklemlerden elde edilmiştir. Tablo 2'deki hata değerleri ise o renk için ekstramum değerlerinin kullanılmasıyla grafik üzerinden kaydırma yapılarak elde edilmiştir.

Tablo 1’deki bu dört küme için R_{GC} galaktik merkezden olan uzaklığa göre metal bolluğu gradyenti -0.08 ± 0.05 dex/kpc olarak bulunmasına rağmen, küme sayısı net bir cevap vermek için oldukça azdır. Yine de bulunan bu değer $R_{GC} \sim 9.8$ kpc’te Janes [16]’in -0.07 dex/kpc, Cameron [1]’un -0.11 dex/kpc ve Carraro [17]’nin -0.09 dex/kpc değerleri ile uyum içerisindedir.

Tablo1: Kümelerin temel parametreleri ve literatürle karşılaştırılması

Cluster	(l°, b°)	$E(B - V)$	$[Fe/H]$	Z	isochron	$(V - M_V)_0$	$\log(A)$	$d(pc)$	$R_{GC}(kpc)$	Reference
NGC6631	19.48, -0.18	0.44 ± 0.09	+0.03	+0.020	Girardi et al.2000	10.50 ± 0.14	9.10 ± 0.10	1259 ± 81	7.32	This work
		0.48	-	+0.05	Bertelli et al.1994	12.10	8.60	2630		Sagar et al. (2001)
Be89	83.16, +4.82	0.50 ± 0.06	-0.13	+0.014	Girardi et al.2000	12.0 ± 0.10	9.50 ± 0.20	2511 ± 116	8.57	This work
Ru135	16.42, +6.23	0.62 ± 0.09	-0.19	+0.012	Girardi et al.2000	9.9 ± 0.14	9.30 ± 0.20	955 ± 62	7.60	This work
		1.10	-	solar	Bonatto et al.2004	12.30	8.70	2884		Tadross (2008)
Be10	138.62, +8.88	0.80 ± 0.13	-0.25	+0.011	Girardi et al.2000	11.10 ± 0.30	8.95 ± 0.15	1660 ± 230	9.80	This work
		0.87	-	+0.008	Girardi et al.2002	11.80	8.80	2290		Lata. et al. (2004)

Tablo2: Kümelerin farklı renk-parlaklık diyagramlarında elde edilen temel parametreleri

Cluster	$E(R - I)$	$(V - M_V)_0$	$d(pc)$	$\log(A)$
NGC6631	0.30 ± 0.06	9.0 ± 0.40	631 ± 41	9.50 ± 0.15
Be89	0.35 ± 0.04	11.6 ± 0.10	2089 ± 96	9.60 ± 0.10
Ru135	0.43 ± 0.06	9.9 ± 0.40	955 ± 62	9.25 ± 0.15
Be10	0.55 ± 0.09	11.0 ± 0.70	1585 ± 219	9.00 ± 0.25
$E(V - I)$				
NGC6631	0.55 ± 0.11	9.6 ± 0.25	632 ± 54	9.30 ± 0.15
Be89	0.62 ± 0.07	11.6 ± 0.15	2089 ± 96	9.60 ± 0.10
Ru135	0.77 ± 0.11	9.7 ± 0.25	871 ± 56	9.20 ± 0.15
Be10	1.00 ± 0.16	11.3 ± 0.40	1820 ± 252	8.95 ± 0.20
$E(V - R)$				
NGC6631	0.25 ± 0.05	10.1 ± 0.20	1047 ± 68	9.15 ± 0.15
Be89	0.28 ± 0.03	11.6 ± 0.15	2089 ± 96	9.60 ± 0.10
Ru135	0.35 ± 0.05	9.8 ± 0.10	912 ± 59	9.25 ± 0.10
Be10	0.45 ± 0.07	11.4 ± 0.20	1905 ± 264	8.90 ± 0.15
$E(B - R)$				
NGC6631	0.69 ± 0.14	10.2 ± 0.20	1096 ± 71	9.15 ± 0.10
Be89	0.78 ± 0.09	11.8 ± 0.30	2291 ± 106	9.60 ± 0.20
Ru135	0.97 ± 0.14	9.8 ± 0.15	912 ± 59	9.30 ± 0.10
Be10	1.25 ± 0.20	11.2 ± 0.15	1738 ± 241	8.95 ± 0.10

Kaynaklar

- [1] Cameron L.M., (1985), ‘Metallicities and Distances of Galactic Clusters as Determined from UBV Data-Part Three- Ages and Abundance Gradients of Open Clusters’, *A&A*, 147, 47.
- [2] Carraro G., Chiosi C., (1994), ‘The Galactic system of old open clusters: age calibration and age-metallicity relation’, *A&A*, 287, 761.
- [3] Schuster W., Michel R., Dias W., Tapia-Peralta T., Vazquez R., Macfarland J., Chavarria C., Santos C., Moitinho, A., (2007), ‘Galaxy Evolution Across the Hubble Time’, *Eds. F. Combes and J. Palous, Proceedings of the International Astronomical Union 2, IAU Symposium 235, Cambridge University Press*, p.331-331.
- [4] Schmidt-Kaler Th., (1982), ‘Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology’, in Landolt-Bornstein New Series, Group VI, Vol.2b, ed. K.Schaifers & H.H. Voigt (Berlin:Springer), 14.
- [5] Carney B., (2000), ‘Star Clusters’, Saas-Fee Advanced Course 28.Lecture Notes 1998, Swiss Society for Astrophysics and Astronomy.Eds. L Labhardt and B. Binggeli. Published by Springer-Verlag, Berlin, 2001, p.1-222.
- [6] Paunzen E., Netopil M., (2006), ‘On the current status of open-cluster parameters’, *MNRAS*, 371, 1641.
- [7] Dean J.F.,Warren P.R., Cousins A.W.J., (1978), ‘Reddenings of Cepheids using BVI photometry’, *MNRAS*, 183, 569.
- [8] Sandage A.,(1969), ‘New subdwarfs. II. Radial velocities, photometry, and preliminary space motions for 112 stars with large proper motion’, *ApJ*, 158, 1115.
- [9] Karataş Y., Schuster W.J., (2006), ‘Metallicity and absolute magnitude calibrations for UBV photometry’, *MNRAS*, 371, 1793.
- [10] Schlegel D.J., Finkbeiner D.P., Davis M., (1998), Maps of Dust Infrared Emission for Use in Estimation of Reddening and Cosmic Microwave Background Radiation Foregrounds, *ApJ*, 500, 525 (SFD).
- [11] Arce H.G., Goodman A.A., (1999), ‘Measuring Galactic Extinction: A Test’, *ApJ*, 512, L135.
- [12] Bertelli G., Bressan A., Chiosi C., Fagotto F., Nasi E., (1994), ‘Theoretical isochrones from models with new radiative opacities’ *A&AS*, 106, 275.

[13] Tadross A.L., (2008), ‘The main parameters of 25 un-studied open star clusters’ *New Astr.*, 13, 370.

[14] Lata S., Mohan V., Pandey A.K., Sagar R.,(2004), ‘CCD photometry of the unstudied galactic star clusters Be 10, Be 67 and To 5’, *Bull. Astr. Soc.India*, 32, 59.

[15] Phelps R.L., Janes K.A., (1994), ‘Young open clusters as probes of the star formation process. 1: an atlas of open cluster photometry’, *ApJS*, 90, 31.

[16] Janes K.A., (1979), ‘Evidence for an abundance gradient in the galactic disk’, *ApJS*, 39, 135.

[17] Carraro G., Ng Y.K., Portinari L., (1998), ‘On the Galactic disc age-metallicity relation’, *MNRAS*, 296, 1045.