

CFHTLS'DEN SEÇİLMİŞ GALAKSİ KÜMELERİNİN MERKEZİ PARLAK GALAKSİLERİ

Sinan ALIŞ¹, Korhan YELKENCİ¹, Christophe BENOIST², Füsun LİMBOZ¹

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, Beyazıt, İstanbul
(eposta: salis@istanbul.edu.tr; yelkenci@istanbul.edu.tr; limboz@istanbul.edu.tr)

² Laboratoire Lagrange, Observatoire de la Côte d'Azur, Cedex 4, 06304, Nice, France.
(eposta: benoist@oca.eu)

Özet: Galaksi kümelerinin merkezi parlak galaksileri (Brightest Cluster Galaxy - BCG) evrendeki en parlak ve en büyük kütleli galaksilerdir. Bu galaksiler, galaksi kümelerinin merkezlerinde bulunmakta, küme galaksilerini kütleçekimsel olarak yönetmekte ve galaksi kümelerinin evriminde önemli bir rol oynamaktadırlar. CFHTLS (Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey) projesi kapsamında tespit edilmiş galaksi kümelerinden bir grup küme seçilmiş ve bu kümelerin merkezi parlak galaksileri incelenmiştir. Bu çalışmada CFHTLS'den elde edilen fotometrik ve görüntü verileri ile TUG'daki RTT150 teleskobu ile elde edilen spektroskopik veriler kullanılarak ulaşılan sonuçlar sunulmaktadır.

Bu çalışma boyunca, standart Λ CDM kozmolojisi çerçevesinde $\Omega_m = 0.3$, $\Omega_\Lambda = 0.7$ ve $H_0 = 75 \text{ km sn}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ olarak alınmıştır.

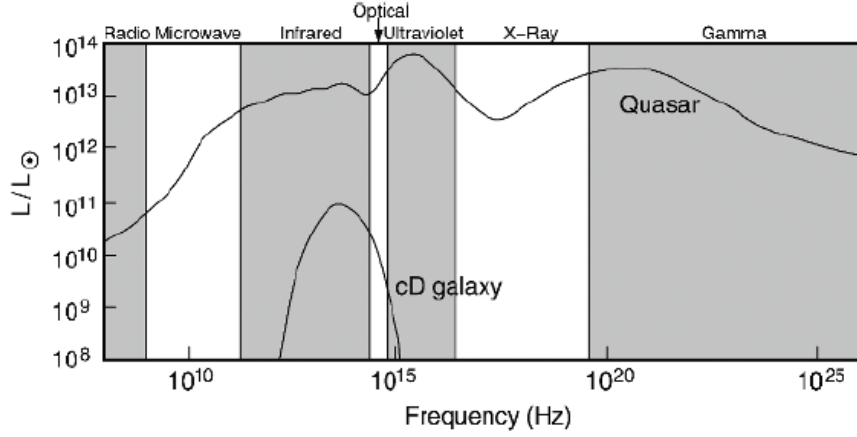
1. Giriş

Galaksi evrimi açısından BCG'lerin incelenmesi oldukça önemlidir. Λ CDM kozmolojisi çerçevesinde yapı oluşumu hiyerarşik şekilde meydana gelmektedir ve en büyük yapılar en sonra oluşmaktadır. Bu model ile BCG'lerin varlığı bir problem veya özel durum teşkil etmektedir. Bunun yanında, evrendeki en parlak galaksiler olmaları nedeniyle çok uzaklardan kolaylıkla tespit edilebilen BCG'ler galaksi kümelerinin bulunmasında önemli rol oynamaktadırlar (Koester ve ark., 2007; Hao ve ark., 2010).



Şekil 1. Virgo galaksi kümesinin BCG'si.

Galaksi kümelerinin merkezlerinde yer alan bu galaksiler, küme içi etkileşmenin en yoğun olduğu yerde bulunurlar ve bu da onların galaksi birleşmeleri yoluyla boyutlarını büyüttüğünü düşündürmektedir. Buna kanıt olarak, bazı BCG'lerde yıldız oluşumuna dair izlere rastlanması gösterilebilir (O'Dea ve ark., 2008).



Şekil 2. BCG'lerin enerji dağılımından da görülebildiği gibi enerjilerinin büyük bir bölümü kırmızıöte bölgede yayımlanmaktadır. (Schneider, 2006).

2. Veriler

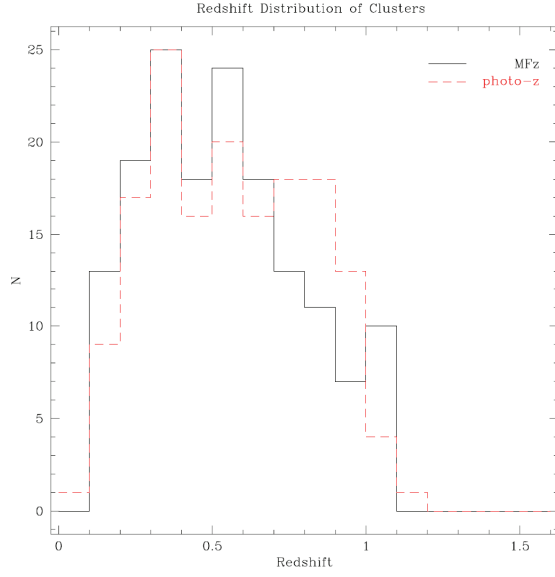
Çalışmamızda kullandığımız veriler Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey (CFHTLS) kapsamında elde edilmiş görüntüler, galaksi katalogları ve fotometrik kırmızıya kaymalardan oluşmaktadır. CFHTLS projesi iki seviyede yürütülmüştür: Deep (derin) ve Wide (geniş). Deep projesi 1 derece karelik 4 alandan oluşmaktadır ve limit parlaklığı $i \sim 26$ kadardır. Wide ise; toplamda 170 derece kare olan 4 alandan oluşmakta ve limit parlaklığı da $i \sim 24.5$ kadire ulaşmaktadır.

BCG'lerini incelediğimiz galaksi kümeleri Olsen ve ark. (2007) ve Grove, Benoist ve Martel (2009) tarafından bulunmuş kümelerdir. Küme merkezi koordinatları kullanılarak, BCG'lerin tespiti tarafımızdan yapılmıştır. BCG tespiti sırasında sentetik renkler, fotometrik kırmızıya kaymalar, küme merkezine olan uzaklık gibi çeşitli kriterler uygulanmış ve Deep alanda 158 BCG'nin tespiti yapılmıştır. Küme bulma algoritmasından gelen %30'luk yanlış tespit oranı da dikkate alındığında 90 kadar BCG'nin doğru bulunduğu düşünülebilir. Bu BCG'ler gözle de kontrol edilerek yöntemin geçerliliği test edilmiştir.

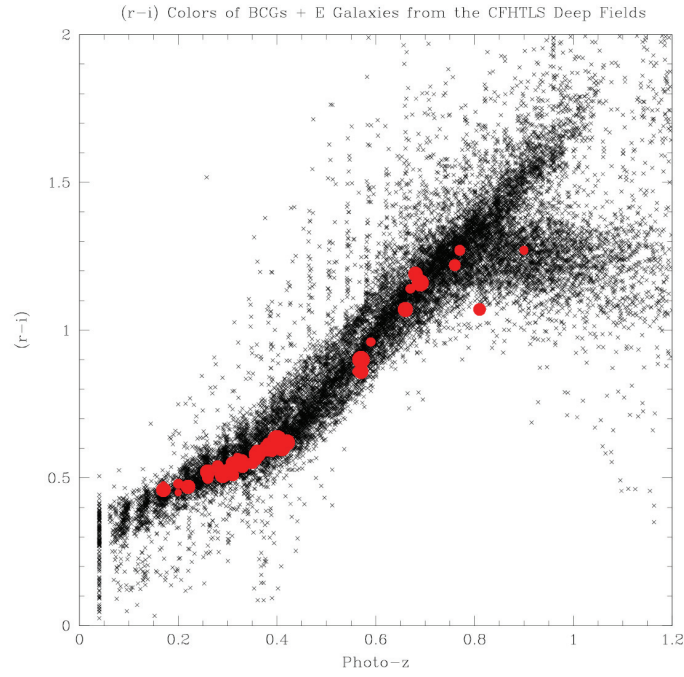
3. CFHTLS-Deep Alanındaki BCG'ler

CFHTLS-Deep alanında tespiti yapılmış BCG'lerin kırmızıya kayma dağılımları Şekil 3'den görülebilir. Buna göre $0.1 < z < 1.2$ aralığında 158 BCG yer almaktadır. Çalışmaları sürmekte olan CFHTLS-Wide alanına ait BCG'lerin ise benzer aralıkta ancak yaklaşık 3000 tane olması beklenmektedir. BCG tespiti için önce galaksi kümelerinin bulunması gerekmektedir ve bu süreç tamamlanmak üzeredir.

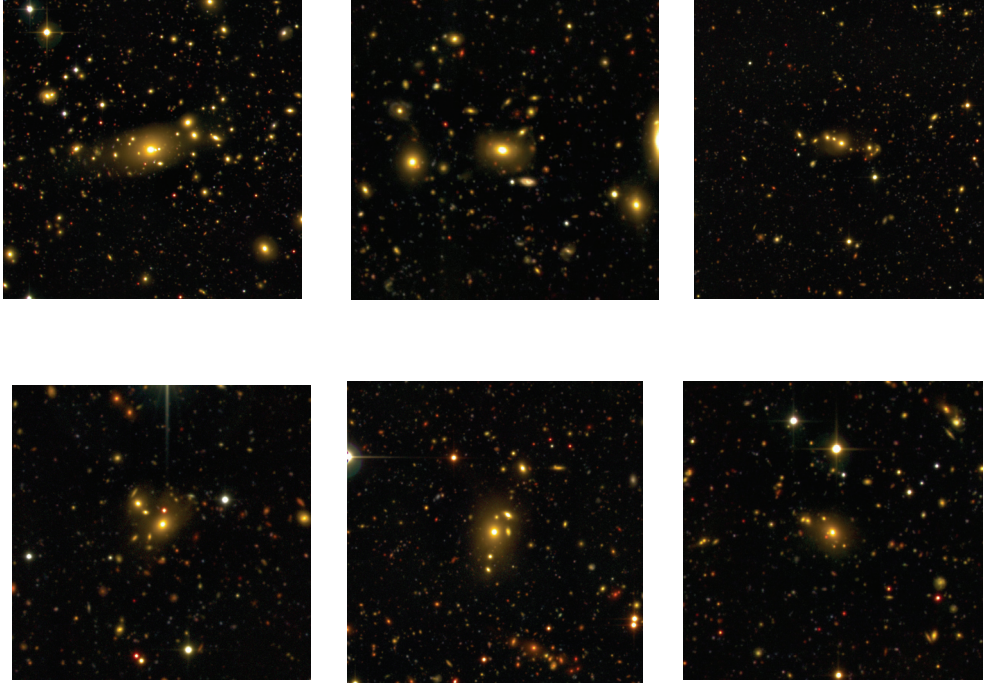
BCG'ler dev eliptik galaksi olduklarından genel olarak eliptik galaksiler ile ilgili ilişkileri ve özellikleri gösterirler. Şekil 4'te CFHTLS-Deep alanındaki tüm eliptik galaksiler ve tespitini yaptığımız BCG'lerin renk (r-i) evrimi gösterilmektedir.



Şekil 3. CFHTLS-Deep alanında tespiti yapılmış BCG'lerin fotometrik kırmızıya kaymaları (kırmızı kesikli çizgi) ile küme bulma algoritmasının yaptığı kırmızıya kayma tahmininin (siyah düz çizgi) karşılaştırılması.



Şekil 4. CFHTLS-Deep alanındaki eliptik galaksilerle BCG'lerin karşılaştırılması.



Şekil 5. CFHTLS-Deep alanında tespit edilmiş BCG'lerden örnekler.

4. TUG-RTT150 ile Spektroskopik

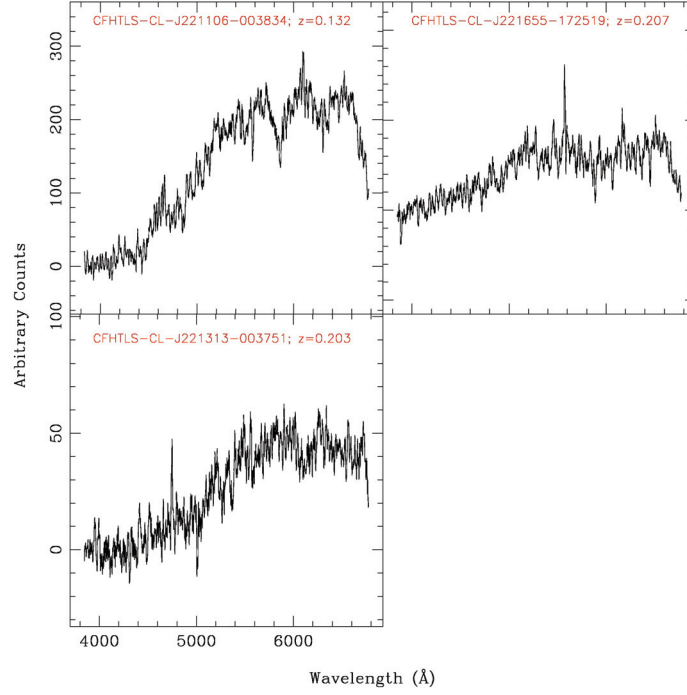
İncelemekte olduğumuz BCG'lerin spektroskopik kırmızıya kaymalarını elde edebilmek amacıyla, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nden RTT150 ve TFOSC ile gözlenebilecek olan adayları belirledik. Bu adaylar içinden, SDSS'de tayfı olanları eledikten sonra geriye kalanlar içinden 10 tanesine ait tayflar RTT150 ile elde edildi.

Gözlemler sırasında, BCG'lerin fotometrik kırmızıya kaymalarına bağlı olarak Grism 7, Grism 8 ve Grism 15 kullanıldı. Gözlemlerin detayı Tablo 1'de verilmektedir.

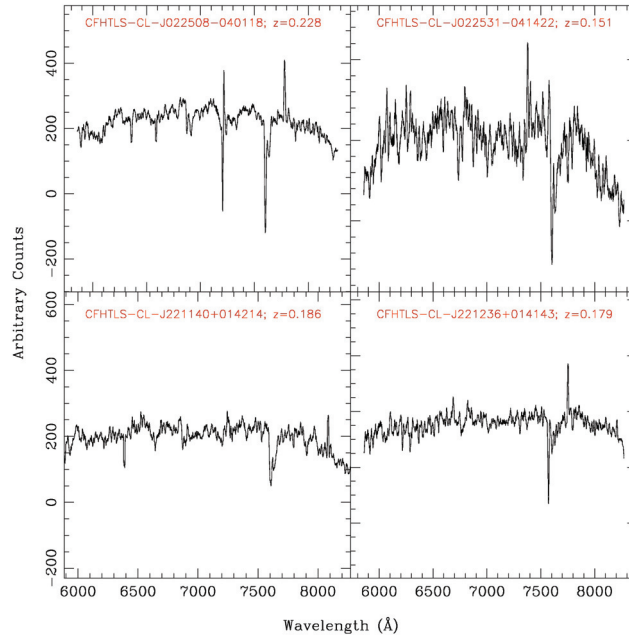
Tablo 1. RTT150-TFOSC ile yapılan gözlemlerin dökümü.

Name ^a	Field ^b	RA (deg)	Dec (deg)	i-band magnitude	Photometric redshift ^c	Grism ^d	Exposure (sec)
CFHTLS-CL-J022508-040118	D1-06	36.2936897	-4.0305371	16.320	0.216	8	2 x 3600
CFHTLS-CL-J022531-041422	D1-08	36.3781433	-4.2384810	16.250	0.175	8	2 x 3600
CFHTLS-CL-J141721+523541	D3-11	214.3375000	52.5947222	17.360	0.310	15	2 X 3600
CFHTLS-CL-J141722+525444	D3-12	214.3416667	52.9122222	17.080	0.290	15	2 X 3600
CFHTLS-CL-J221106-003834	W4-19	332.7725525	-0.6506420	15.880	0.168	7	3 x 1800
CFHTLS-CL-J221140+014214	W4-26	332.9191895	1.7032170	15.460	0.180	8	3 x 1800
CFHTLS-CL-J221236+014143	W4-33	333.1439514	1.6950700	16.060	0.174	8	5400 + 3600
CFHTLS-CL-J221313-003751	W4-38	333.2935486	-0.6456940	16.100	0.206	7	3 x 1800
CFHTLS-CL-J221400-172335	D4-04	333.5000000	-17.3930556	17.340	0.390	15	2 x 3600
CFHTLS-CL-J221655-172519	D4-12	334.2369080	-17.4238377	15.360	0.201	7	3 x 1800
NGC 6042	-	241.1648666	17.7008447	13.410	0.036	15	1800 + 1200

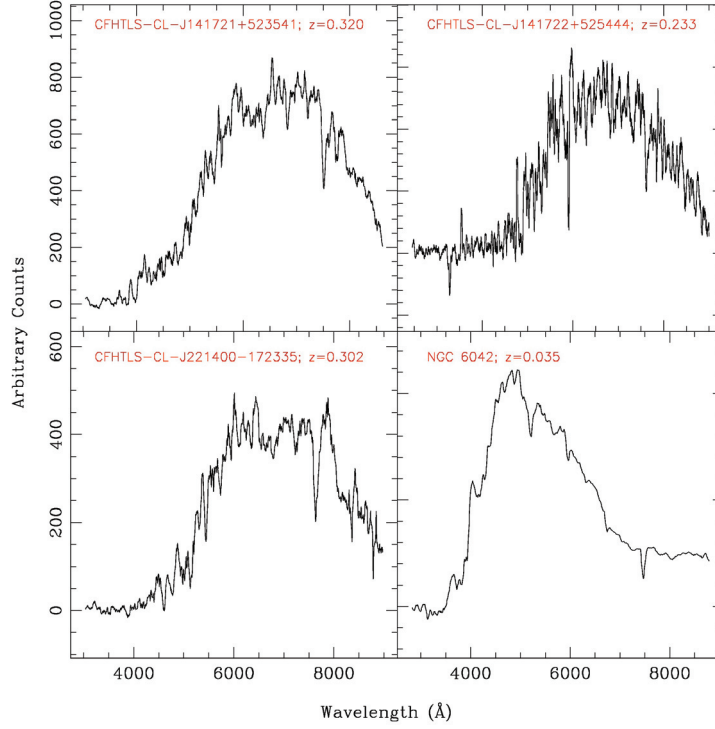
Gözlemler sırasında, model olarak kullanılmak üzere NGC 6042 eliptik galaksisinin de tayfı alınmış ve bu tayf daha sonra kırmızıya kaymanın belirlenmesinde kullanılmıştır. Ayrıca yöntemin testi için de NGC 6042'nin kırmızıya kayması bağımsız olarak belirlenmiş ve SDSS tarafından verilen kırmızıya kayma ile $\Delta z = 0.001$ farkla bulunmuştur.



Şekil 6. Grism 7 ile alınan BCG tayfları.



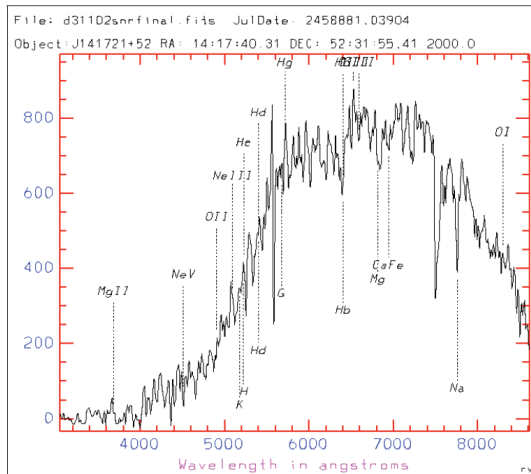
Şekil 7. Grism 8 ile alınan BCG tayfları.



Şekil 8. Grism 15 ile alınan BCG tayfları.

Tayfların indirgenmesi standart yöntemlerle IRAF ile gerçekleştirilmiştir. Çeşitli poz sürelerinde alınan tayflar hem birleştirilerek hem de ayrı ayrı indirgenmiş ve en iyi sinyal gürültü oranı elde edilen tayf kırmızıya kayma analizi için kullanılmıştır.

Galaksilerin kırmızıya kaymaları IRAF'taki RVSAO paketine bağlı *xcsao* programı ile belirlenmiştir. Bunun için gereken model tayflar literatürden ve Nice Gözlemevi'ndeki çalışma ortaklarımızdan elde edilmiş ve ayrıca TUG'dan gözlenen NGC 6042'nin tayfı da kullanılmıştır. Kırmızıya kaymalar belirlenirken en çok Ca H & K (3968 & 3933), G-bandı (4304 Å), Hbeta (4861 Å), Mgb (5175 Å), NaD (5892 Å) çizgileri kullanılmıştır.



Şekil 9. Örnek bir xcsao sonuç ekranı.

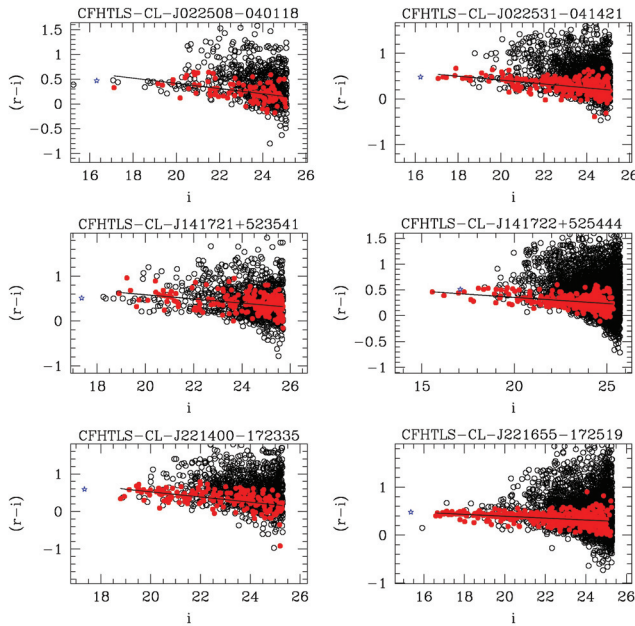
Tablo 2. BCG'lerin CFHTLS'den alınan fotometrik kırmızıya kaymaları ve bu çalışmada elde edilen spektroskopik kırmızıya kaymaları.

Name ^a	Field ^b	z_p^c	z_s^d	dz
CFHTLS-CL-J022508-040118	D1-06	0.216	0.228	0.012
CFHTLS-CL-J022531-041422	D1-08	0.175	0.151	-0.024
CFHTLS-CL-J141721+523541	D3-11	0.310	0.320	0.010
CFHTLS-CL-J141722+525444	D3-12	0.290	0.233	-0.057
CFHTLS-CL-J221106-003834	W4-19	0.168	0.132	-0.036
CFHTLS-CL-J221140+014214	W4-26	0.180	0.186	0.006
CFHTLS-CL-J221236+014143	W4-33	0.174	0.179	0.005
CFHTLS-CL-J221313-003751	W4-38	0.206	0.203	-0.003
CFHTLS-CL-J221400-172335	D4-04	0.390	0.302	-0.088
CFHTLS-CL-J221655-172519	D4-12	0.201	0.207	0.006
NGC 6042	-	0.036 ^e	0.035	0.001

Bu çalışmada tayfi alınan BCG'ler TUG-RTT150 ile tayfi alınan en uzak cisimler olmuştur. Gözlenen en uzak BCG; CFHTLS-CL-J141721+523541 bugün kabul edilen kozmoloji çerçevesinde **3.6 milyar İY** uzaklıktadır.

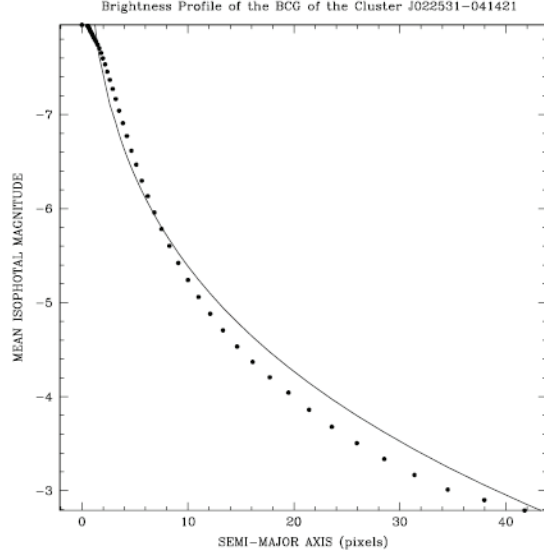
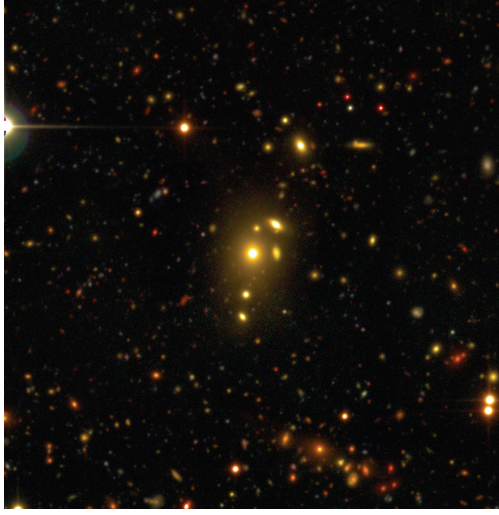
5. Gelecek Çalışmalar

Sürmekte olan çalışmalarımızda amaçlarımızdan biri; CFHTLS-Deep ve Wide alanlarda tespit edilen yaklaşık 3500 galaksi kümesinin renk-kadir diyagramlarını oluşturmak ve BCG'lerin bu renk kadir diyagramlarındaki kırmızı kola göre konumlarını incelemektir. Kırmızı kola göre daha mavi olan BCG'lerin neden daha mavi oldukları ve bunun yıldız oluşumu ile ilgili olup olmadığının incelenmesi planlanmaktadır.



Şekil 10. Bu çalışmada tayfi alınan bazı BCG'lerin bulunduğu kümelerin renk-kadir diyagramları. Kırmızı noktalar muhtemel küme üyesi galaksileri, mavi yıldız ise BCG'yi göstermektedir.

Bunun dışında örneğimizdeki BCG'lerin yüzey parlaklık dağılımlarını elde etmek ve yapısal analizlerini yapmayı planlıyoruz. Böylece BCG'lerin geniş bir kırmızıya kayma aralığında büyüklüklerinin nasıl değiştiğini ortaya koyabileceğiz ve evrimsel etkileri inceleyebileceğiz.



Şekil 11. CFHTLS-CL-J022531-041421 galaksisinin GALFIT programı ile elde edilmiş yüzey parlaklık dağılımı.

6. Kaynaklar

- Grove, L. F., Benoist, C., Martel, F., A&A, 494, 845
Hao, J. ve ark., 2010, ApJS, 191, 254
Koester, B. P. ve ark., 2007, ApJ, 660, 239
O'Dea, C. P. ve ark., 2008, ApJ, 681, 1035
Olsen L. F. ve ark., 2007, A&A, 461, 81
Schneider, P., 2006, Extragalactic Astronomy and Cosmology, Springer
Quillen, A. C. ve ark., 2008, ApJ, 176, 39