



Galaksi Kümelerindeki Merkezi Parlak Galaksilerde (BCGs) Yıldız Oluşum Aktivitesi

Süleyman Fişek^{1,2*}, Sinan Aliş^{1,2}, E. Kaan Ügen¹, F. Korhan Yelkenci¹

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye.

²İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul, Türkiye.

Özet: Yapmakta olduğumuz çalışmanın amacı, galaksi kümelerindeki merkezi parlak galaksilerin (BCGs) yıldız oluşum hızlarını (SFR) hesaplamak ve bu sayede bu galaksilerdeki yıldız oluşum aktivitesinin düzeyini belirlemeye çalışmaktır. Eliptik galaksilerde yıldız oluşum aktivitesi pek beklenmemekle birlikte, BCG'ler galaksi kümelerinin merkezlerinde olmaları nedeniyle çok sayıda galaksiyle etkileşmekte ve bazı küçük galaksileri yutmaktadırlar. Bu sayede sahip oldukları gaz miktarı artabilmektedirler. Bu çalışmada, BCG'lerdeki yıldız oluşum hızlarının kırmızıya kayma (z) ve buldukları kümenin zenginliği (R) ile ilişkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Galaksiler, galaksi evrimi, yıldız oluşumu, galaksi kümeleri

Abstract: In this study, we aim to calculate star formation rates (SFR) of brightest cluster galaxies (BCGs) to determine the level of star formation activity in these galaxies. Although star formation activity is not expected in elliptical galaxies, BCGs interact with many galaxies as they are located in the center of galaxy clusters and they cannibalize other galaxies. This enables them to increase their gas amount. In this study, the correlation between SFR with redshift (z) and SFR with richness (R) of the cluster are investigated.

Key Words: Galaxies, galaxy evolution, star formation, galaxy cluster

1. Giriş

BCG'ler, Evren'deki en büyük kütleli dev eliptik galaksilerdir. Buldukları kümenin merkezinde yer alan bu galaksiler, kümedeki diğer galaksiler ile etkileşimde bulunabilir hatta onları yutabilirler (Jones & Forman 1984; Smith ve ark. 2005). Bu etkileşimler sonucu BCG'lerin yıldız oluşum aktivitesi oranında, kümede bulunan diğer eliptik galaksilerden farklı olarak bir artış gözlemlenir (Pippino ve ark. 2009, O'dea ve ark. 2010, Liu ve ark. 2012). BCG'lerdeki yıldız oluşum aktivitesinin araştırılması bize kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olarak kümenin ve ortamın evrimini anlamamız konusunda yardımcı olabilir.

2. Veriler ve Yöntem

Bu çalışmada, Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey (CFHTLS)'nin T0007 veri sürümü kullanılmıştır. CFHTLS dört geniş ve dört derin alandan oluşan, gökyüzünde yaklaşık 155 derece karelik alanı kapsayan bir görüntüleme tarama projesidir. Tarama kapsamında görüntüler beş bantta gözlem yapılarak elde edilmiştir (u, g, r, i, z).

Çalışmamızda kullandığımız BCG'ler, Olsen ve ark. (2007) ve Grove ve ark. (2009)'nın CFHTLS-Derin alanlarında yaptığı küme tespit çalışmalarından elde edilmiştir (Aliş 2009, Aliş ve ark. 2012). Olsen ve ark. (2007) belirlediği 159 galaksi kümesi içerisinde yapılan görsel inceleme sonucunda geriye kalan 89 BCG, çalışma örnekleminizi oluşturmaktadır.

Ayrıca, BCG'lerimizin yıldız oluşum oranlarını hesaplamak için Sloan Dijital Gökyüzü Tarama (SDSS) projesinin DR12 sürümünde yer alan emissionLinesPort (Sarzi ve ark. 2006) ve galSpecLine (Tremonti ve ark. 2004, Brinchmann ve ark. 2004) tabloları da BCG'lerin H α akılarının elde edilmesi için kullanıldı. 89 BCG içinden 23'ünün H α akı değeri SDSS'den elde edildi.

BCG'ler için yıldız oluşum hızları (SFR) Kennicutt (1998) tarafından verilen bağıntı ile belirlenmiştir:

$$\text{SFR}(M_{\text{Güneş}} / \text{yıl}) = 7.9 \times 10^{-42} \times L(\text{H}\alpha) \text{ (erg s}^{-1}\text{)}$$

3. Sonuçlar

-Devam etmekte olan çalışmamızda uygulanan ilk hesaplama yöntemi ile elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

*Sorumlu Yazar E-Posta: suleymanfisik@gmail.com

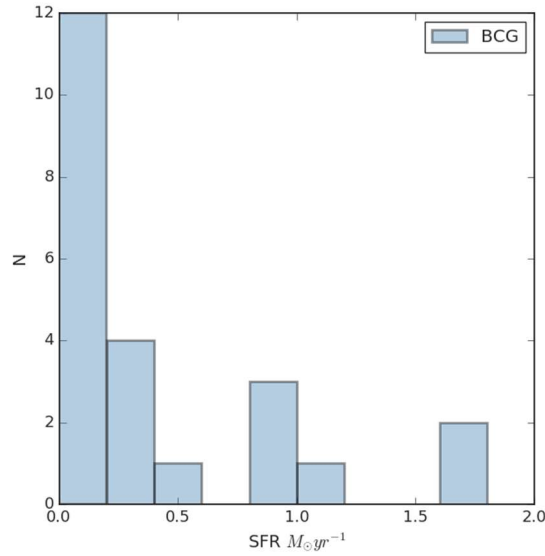


Çizelge 1: 23 BCG için SDSS'ten elde edilen H_{α} akıları ile hesaplanan yıldız oluşum hızları.

Name of Cluster	BCG R.A.	BCG DEC.	Photo z	$f_{H\alpha}$ (6562 Å)	SFR	SFR _{err}	R
CFHTLS-CL- J022423-044303	36.0968	-4.7211	0.56	8.63	0.86	0.60	29.03
CFHTLS-CL- J022430-044936	36.1208	-4.8205	0.57	0.30	0.03	622.76	41.85
CFHTLS-CL- J022434-041421	36.1384	-4.2387	0.29	82.22	1.73	0.25	59.69
CFHTLS-CL- J022508-040118	36.2937	-4.0305	0.22	9.55	0.11	0.09	25.80
CFHTLS-CL- J022523-044049	36.3529	-4.6792	0.31	3.60	0.09	0.27	20.92
CFHTLS-CL- J022531-041421	36.3781	-4.2385	0.17	10.90	0.07	0.03	34.93
CFHTLS-CL- J022618-035952	36.5756	-3.9994	0.26	17.67	0.29	0.11	15.07
CFHTLS-CL- J022628-045903	36.6242	-4.9855	0.57	0.58	0.06	2.99	27.82
CFHTLS-CL- J022629-043153	36.6182	-4.5234	0.25	22.30	0.33	0.12	27.21
CFHTLS-CL- J022653-041005	36.7168	-4.1658	0.41	21.70	1.03	0.36	17.67
CFHTLS-CL- J022725-043232	36.8584	-4.5372	0.33	3.47	0.10	0.11	32.83
CFHTLS-CL- J022732-043324	36.8908	-4.5440	0.56	0.63	0.06	11.06	50.45
CFHTLS-CL- J095943+023537	149.9383	2.5776	0.15	169.16	0.81	0.05	13.06
CFHTLS-CL- J100014+021224	150.0758	2.2034	0.19	21.39	0.17	0.09	37.74
CFHTLS-CL- J100022+021800	150.0951	2.3005	0.29	4.47	0.09	0.06	20.46
CFHTLS-CL- J100022+022321	150.0909	2.3912	0.28	0.82	0.02	0.05	16.15
CFHTLS-CL-	150.4157	2.4302	0.20	5.66	0.05	0.05	34.54

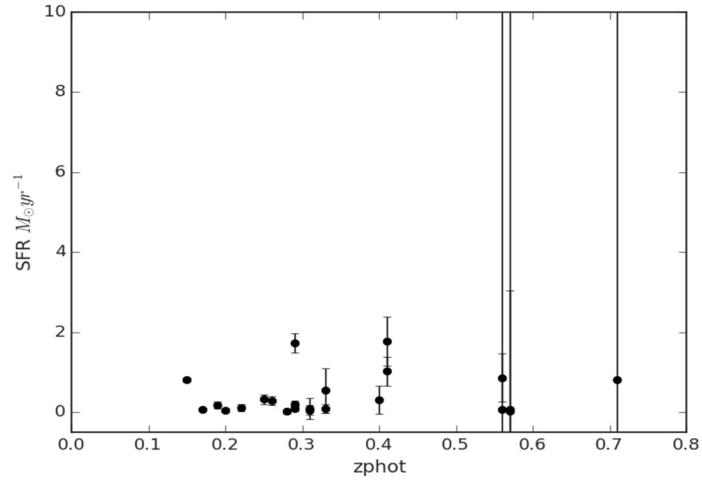
Galaksi Adı	RA	DEC	SFR	Redshift	Distance (Mpc)	Distance (kpc)	Distance (pc)
J100142+022510							
CFHTLS-CL- J100151+020341	150.4473	2.0540	0.40	7.02	0.31	0.34	39.12
CFHTLS-CL- J141721+523541	214.3328	52.5939	0.31	1.91	0.05	0.12	31.13
CFHTLS-CL- J141722+525444	214.3444	52.9142	0.29	9.85	0.21	0.08	16.30
CFHTLS-CL- J141729+523819	214.3726	52.6379	0.41	37.49	1.77	0.61	29.33
CFHTLS-CL- J141904+530830	214.7728	53.1393	0.33	19.07	0.54	0.55	18.75
CFHTLS-CL- J142103+530907	215.2433	53.1545	0.71	4.57	0.81	22.22	36.96

Ayrıca bu 23 BCG'nin SFR dağılımını Şekil 1'de görebilirsiniz; buna göre çalışma örneğimizdeki çoğu BCG, Samanyolu Galaksisi ya da diğer spiral galaksilerle karşılaştırıldığında düşük yıldız oluşum aktivitesine sahiptir (0.68-1.45 M_{\odot} / yıl, Robitaille & Whitney 2010).

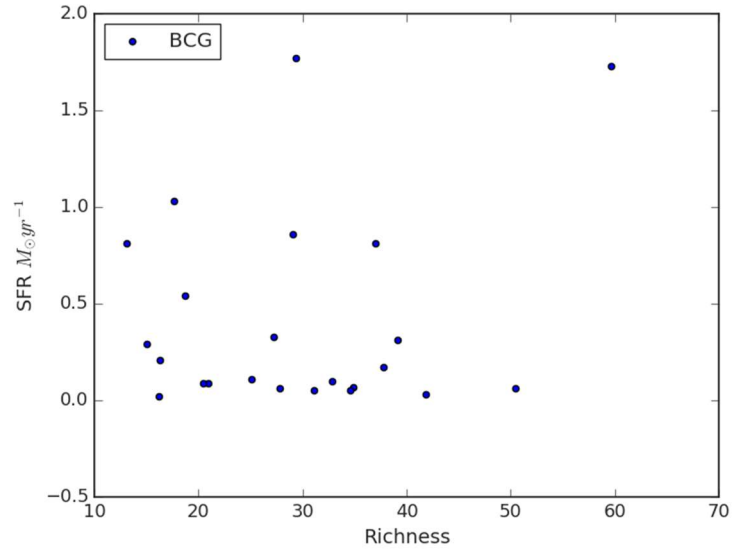


Şekil 1: 23 BCG'nin yıldız oluşum hızı (SFR) dağılımı.

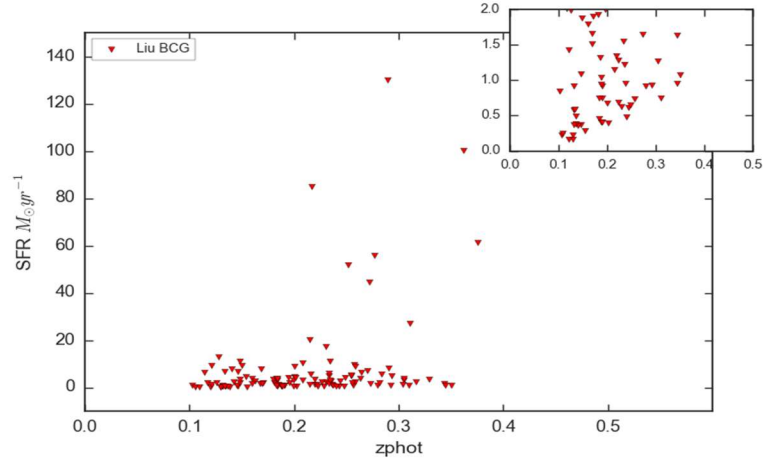
Şekil 2 ve Şekil 3'te ise BCG'lerin SFR değerleri, kırmızıya kayma değerlerinin ve buldukları kümenin zenginliğinin (küme bulma algoritması tarafından verilen) fonksiyonu olarak gösterilmiştir. Grafiklerde iki parametre arasında net bir ilişki görülememektedir. Liu ve ark. (2012)'nin SDSS'ten seçtiği 120 BCG için aynı yöntem kullanılarak hesapladıkları SFR değerleri ile oluşturulan grafik Şekil 4'te gösterilmiştir; bu grafikte de belirgin bir ilişki görülememektedir.



Şekil 2: Yıldız oluşum hızının kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olarak gösterimi.

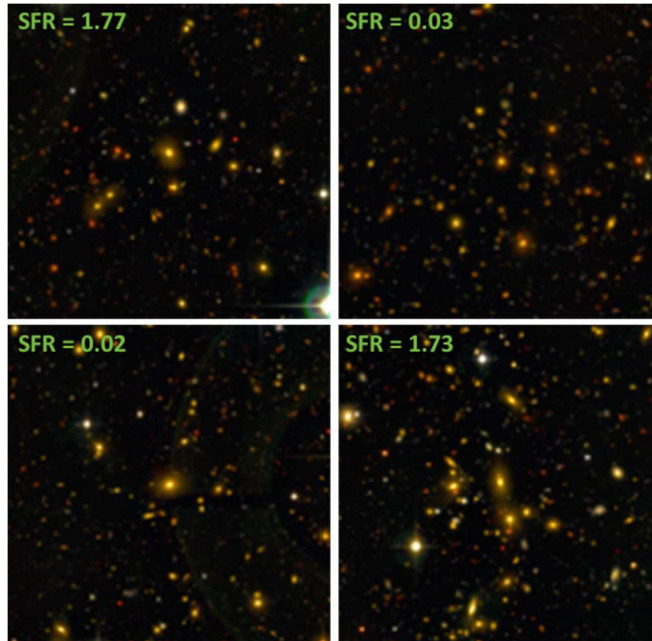


Şekil 3: Yıldız oluşum hızının, BCG'lerin ait oldukları kümenin zenginlik parametresi ile ilişkisi.



Şekil 4: Liu ve ark. (2012) tarafından verilen SFR değerleri. Şekil üzerinde yer alan (küçük) diğer grafik, karşılaştırma yapılabilmesi için bu çalışma ile benzer SFR aralığına sahip olacak şekilde üretilmiştir.

Çalışma örneğimizdeki BCG'ler için en yüksek SFR değeri $1.77 M_{\text{Güneş}} / \text{yıl}$ 'dır ve bu değer Galaksimizin SFR değerinden biraz daha fazladır. Bu durum galaksi kümesinin merkezinde oluşan etkileşimler ile açıklanabilir fakat net bilgi için çalışma örneğimizdeki BCG sayısını arttırmamız gerekmektedir. Şu an için BCG'lerin SFR değerleri iel kırmızıya kayma ve buldukları kümenin zenginliği (R) arasında bir ilişki göremedik. En yüksek ve en düşük SFR değerine sahip BCG'lerimiz için örnek görseller Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5: Çalışma örneğimizde bulunan BCG'ler için örnek görüntüler. CFHTLS-CL-J141729+523819 (sol üst), CFHTLS-CL-J022430-044936 (sağ üst), CFHTLS-CL-J100022+022321 (sol alt), CFHTLS-CL-J022434-041421 (sağ alt).



4. Tartışma ve Gelecekte Yapılacak Çalışmalar

-Çalışma örneğimizde bulunan 89 BCG'den 23'ü için SFR değerlerini hesapladık; Şekil 2 ve Şekil 3'te de görüldüğü üzere BCG'lerin SFR değerleri ile kırmızıya kayma ve buldukları ortam arasında net bir ilişki göremedik. SFR değeri hesaplanan BCG sayısı artırılarak bu ilişkilere tekrar bakılmalıdır.

-Bu çalışmanın ilerleyen aşamalarında, çalışma örneğimizde bulunan 89 BCG için tıpkı H α akı değeri gibi yıldız oluşum aktivitesinin bir göstergesi olan OII akı değerleri de kullanılarak SFR değerlerinin hesaplanması hedeflenmektedir. Ayrıca, SED (Spektral Enerji Dağılımı) çakıştırma yöntemi kullanılarak fotometrik verilerden yararlanılarak da 89 BCG için SFR değerleri hesaplanması hedeflenmektedir. Bu hesaplamaların yanı sıra bu yöntemler kullanılarak CFHTLS – W1 (72 derece kare) bölgesinde belirlenen yaklaşık 3000 galaksi kümesinde bulunan BCG'ler için de SFR değerlerini hesaplamayı hedefliyoruz; bu sayede çalışma örneğimizde bulunan galaksi sayısını da arttırmış olacağız.

-Kurulum çalışmaları devam eden ve ilk ışığını 2020 yılında alması planlanan, hem optik bölgede hem de yakın kırmızı öte bölgede gözlem yapabilecek olan Doğu Anadolu Gözlemevi'nin (DAG) 4 metre ayna çaplı teleskobunu kullanarak seçilmiş BCG'lerin daha ayrıntılı incelenmesini de planlıyoruz.

5. Kaynaklar

- Alis, S. 2009, POBeo, 86, 309
Alis, S. ve ark. 2012, 18. Ulusal Astronomi Kongresi Bildiri Kitabı, s. 345
Brinchmann, J. ve ark. 2004, astro-ph/0406220
Grove, L. F., Benoist, C., Martel, F. 2009, AA, 494, 845
Jones, C. ve Forman, W., 1984, ApJ, 276, 38
Kennicutt, R. 1998, Ann.Rev.Astron.Astrophys., 36, 189
Liu, F. S. ve ark. 2012, MNRAS, 423, 422 - 426
O'Dea, P. ve ark. 2008, ApJ, 681, 1035 – 1045
Olsen L. F. ve ark. 2007, AA, 461, 81
Pipino, A. ve ark. 2009, MNRAS, 395, 462
Smith, G. P. ve ark. 2005, MNRAS, 359, 417
Sarzi, M. ve ark. 2006, MNRAS, 366, 1151
Tremonti, C. ve ark. 2004, ApJ, 613, 898