



Eliptik Galaksilerin Gaz İçeriğine Çevrenin Etkileri

E. Kaan Ülgen¹, Sinan Aliş^{1,2}, F. Korhan Yelkenci¹, Yüksel Karataş¹, Süleyman Fişek^{1,2}

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119 Beyazıt, İstanbul

² İstanbul Üniversitesi, Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 34119 Beyazıt, İstanbul

Özet: Bu çalışmada, farklı ortam yoğunluklarında bulunan eliptik galaksilerin yıldız oluşum hızları karşılaştırılmaktadır. Bu eliptik galaksilerin; izole ve alan eliptikleri 72 derecekarelik CFHTLS-W1 alanında araştırılmıştır. W1 alanında $M(r) \leq -21$ parlaklık sınırı altında 215590 eliptik galaksi belirlenmiştir. Bu galaksilerin; izole ve alan eliptikleri olarak ayrımı yapılmış ve iki farklı ortama ait örneklem oluşturulmuştur. Ayrıca Liu ve ark. (2012) çalışmasında verilen galaksi kümesi merkezi parlak galaksileri ($M(r) \leq -21$) de üçüncü bir örneklem olarak çalışmaya katılmıştır. Böylece, üç farklı çevrede bulunan eliptik galaksilerin yıldız oluşum hızları (Star Formation Rate – SFR) karşılaştırılabilir. Çalışmada kullanılan fotometrik veriler CFHTLS taramasından, yıldız oluşum hızlarının belirlenmesinde kullanılan tayfsal veriler ise SDSS taramasından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eliptik Galaksiler, Galaksi Evrimi, Galaksi Oluşumu

1. Giriş

Dressler'in (1980) ortaya koyduğu morfoloji–yoğunluk ilişkisine göre galaksi grupları ve galaksi kümeleri gibi en yoğun ortamlarda, eliptik galaksiler diğer galaksilere göre sayıca fazladır. Bunun temel sebebi; eliptik galaksilerin, artan ortam yoğunluğu ile galaksi çarpışmaları ve galaksi birleşmeleri yoluyla oluşmasıdır. Toomre ve Toomre'nin (1972) çalışmasından beri eliptik galaksilerin, sarmal galaksilerin çarpışmaları ile oluştuğu düşünülmektedir. Günümüze kadar yapılan çalışmalar ve simülasyonlar eliptik galaksilerin esas oluşum biçimlerinin galaksi birleşmeleri yoluyla olduğunu doğrulamaktadır (de Lucia ve ark., 2006; Smith ve ark., 2010; Niemi ve ark., 2010; de Lucia ve ark., 2012). Bununla birlikte, herhangi bir galaksi kümesine veya grubuna dahil olmayan çok sayıda izole eliptik galaksilerde belirlenmiştir. Fakat izole eliptik galaksilerin oluşum senaryoları hakkında hala tartışmalar sürmektedir. Eliptik galaksiler genel olarak üç farklı çevrede (küme, alan ve izole) bulunurlar. Farklı çevreler içerisinde bulunan eliptik galaksilerin renk ve yıldız oluşum hızlarının belirlenmesi eliptik galaksilerin oluşumu ve evrimi çalışmalarında önem arz etmektedir. Çevrenin galaksiler üzerindeki etkileri anlaşılırsa günümüzde hala devam eden **nature vs nurture** tartışmalarına katkı sağlayabilir.

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

2. Veriler ve Yöntem

Bu çalışma kapsamında kullanılan izole ve alan eliptik galaksilerine ait veriler, CFHTLS (Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey) gökyüzü taramasından elde edilen beş banttaki (u, g, r, i, z) görüntüler, galaksi katalogları ve fotometrik kırmızıya kayma kataloglarından oluşmaktadır. Bu iki farklı ortamdaki eliptik galaksiler, CFHTLS taramasının dört geniş alanından biri olan 72 derecekarelik W1 alanı içerisinde belirlenmiştir. W1 alanında parlaklıkları ölçülmüş ve kırmızıya kaymaları fotometrik yolla (photo-z) belirlenmiş, $M(r) \leq -21$ parlaklık aralığından 215590 eliptik galaksi bulunmaktadır.

İzole eliptikler; Smith ve ark. (2004) tarafından verilen izole olma koşulu uygulanarak belirlenmiştir. Buna göre bir galaksinin izole olarak tanımlanabilmesi için;

- 0.5 Mpc'lik yarıçap içerisinde kendisiyle parlaklık farkı 2.2 kadirde daha az,
- 1 Mpc'lik yarıçap içerisinde kendisiyle parlaklık farkı 0.7 kadirde daha az

bir galaksi bulunmamalıdır. Bu koşullar altında galaksilerin kırmızıya kayma değerleri de dikkate alınarak 0.5 Mpc ve 1 Mpc'lik yarıçaplara karşılık gelen açısız büyüklükler hesaplanmıştır. Herbir aday galaksinin izole olup olmadığı, bu şartlar arasında araştırılmıştır. İkinci galaksi örneklemimiz olan alan eliptik galaksileri ise $M(r) \leq -21$ parlaklık sınırı altında 215590 eliptik galaksi içerisinde izole ve küme üyesi eliptik galaksiler çıkarıldığında geriye kalan galaksiden oluşmaktadır. Bu çalışma kapsamında kullanılan son eliptik galaksi örneği, Liu ve ark. (2012)'nin çalışmasından alınmıştır. Liu ve ark. (2012) Sloan Digital Sky Survey (SDSS) verilerini kullanarak küme merkezi parlak galaksileri (Brightest Cluster Galaxies - BCGs) belirlemişlerdir.

Bu çalışma kapsamında ilgili galaksilerin gaz içerikleri incelenirken yıldız oluşum hızlarına ve renk dağılımlarına bakıldı. Üç farklı eliptik galaksi türünün yıldız oluşum hızları karşılaştırılmadan önce ilk olarak ilgili galaksilerin yıldız oluşum aktivitesi gösterip göstermedikleri belirlendi. Bu sebeple Baldwin–Phillips–Terlevich (1981) tarafından geliştirilen BPT diyagramı kullanılmıştır. BPT diyagramı galaksilerin emisyon çizgi akı oranları kullanılarak oluşturulabilmektedir. Galaksilerde gözlenen emisyon çizgileri, kütleli OB yıldızlarının (yıldız oluşumu gösteren bölgelerde bulunurlar) ya da bir AGN'nin varlığına işaret



XX. ULUSAL ASTRONOMİ KONGRESİ IX. ULUSAL ASTRONOMİ ÖĞRENCİ KONGRESİ

UAK
2016

etmektedir (Lacerna ve ark., 2015). BPT diyagramı kullanılarak temel olarak galaksiler üç sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar yıldız oluşumu gösteren galaksiler (SF – Star Formation), geçiş sınıfı galaksileri (Composite) ve AGN (Active Galactic Nuclei) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışma kapsamında emisyon çizgileri baskın olan galaksileri sınıflandırmak için [OIII]/H β ve [NII]/H α çizgi oranları kullanılmıştır. İhtiyaç duyulan tayfsal veriler SDSS gökyüzü taraması içerisindeki “emissionLinesPort” tablosundan alınmıştır (SDSS DR-12). Günümüzde bir galaksinin sahip olduğu yıldız oluşum aktivitesinin yerel galaksi yoğunluğuna ve yıldız kütlelerine (galaksinin gaz bileşenine) güçlü bir şekilde bağlı olduğu görülmektedir (Kauffmann ve ark., 2004). Bu bilgi ışığında BPT diyagramına göre yıldız oluşumu gösteren galaksiler ile geçiş sınıfı galaksilerinin yıldız oluşum hızları hesaplanmıştır. İlgili galaksinin yıldız oluşum hızı, H α emisyon değerine duyarlıdır. Bu sebeple “emissionlinesport” tablosundan ilgili galaksiye ait H α emisyon akı değeri alınmıştır. Daha sonra ilgili galaksiye ait ışınım gücü değeri hesaplanmıştır. Son olarak Kennicutt (1998) tarafından verilen formül kullanılarak ilgili galaksiye ait yıldız oluşum hızı belirlenmiştir.

$$\bullet \quad \text{SFR}(H_{\alpha}) = 7.9 \times 10^{-42} L_{H_{\alpha}} M_{\odot} \text{yr}^{-1} \quad (1)$$

Bu şekilde üç farklı çevrede bulunan eliptik galaksilerin yıldız oluşum hızları karşılaştırılabilir.

3. Bulgular

Yukarıdaki bölümde verilen koşullar altında 60 izole eliptik ve 213372 alan eliptik galaksisi belirlenmiştir. SDSS verisi kullanılarak Liu ve ark. (2012) tarafından belirlenen merkezi parlak galaksilerin sayısı ise 120'dir. Bu çalışma kapsamında ilk olarak üç farklı eliptik galaksi türünün BPT diyagramları oluşturulmuştur. Oluşturulan BPT diyagramlarında yıldız oluşumu gösteren eliptikler ile geçiş sınıfı galaksiler dikkate alınıp, AGN olanlar dışlanmıştır. Üç farklı eliptik galaksi türü içerisinde bulunan bazı galaksilerin tayfsal verilere ulaşılabilmiştir. Bunun başlıca sebepleri; SDSS içerisindeki bazı galaksilerin tayfsal ölçümleri yapılmış olsa da sahip oldukları çizgi akı değerleri tam olarak belirlenememiş olması veya ilgili galaksinin gözleminin yapılmamış olmasıdır. Bütün bu etkiler hesaba katıldığında 9 izole eliptik, 605 alan eliptik ve 120 merkezi parlak eliptik galaksi için incelemeler yapılmıştır.

Kennicutt (1998) tarafından verilen formül kullanılarak üç farklı eliptik galaksi türü için hesaplanan yıldız oluşum hızları Tablo-1'de verilmektedir. Elde edilen değerler ışığında merkezi parlak eliptikler, diğer iki eliptik türüne göre daha büyük yıldız oluşum hızına sahiptir.

Tablo – 1: Üç farklı eliptik galaksi türü için hesaplanan SFR değerleri

SFR	Aralık ($M_{\odot} \text{yr}^{-1}$)	Ortalama ($M_{\odot} \text{yr}^{-1}$)
Izole Eliptik	0.050 < SFR < 1.136	0.293
Alan Eliptik	0.02 < SFR < 8.580	0.452
BCG	0.16 < SFR < 129.9	7.7

Üç farklı eliptik galaksi türü g-i renk dağılımına göre karşılaştırıldıklarında, hemen hemen benzer sonuçlar elde edilmiştir. İzole eliptikler için ortalama g-i renk değeri 1.063, alan eliptik galaksiler için 1.049, BCG'ler için ise 1.120 olarak hesaplanmıştır.

4 Tartışma ve Sonuç

-Galaksi kümelerinin merkezi parlak galaksileri (BCG) eliptik galaksilerin bir alt türü olarak evrendeki en parlak ve en büyük kütleli galaksilerdir. BCG'ler küme içi etkileşimlere çok fazla maruz kaldığı için yıldız oluşumuna dair izler saptanmıştır. (O'Dea ve ark., 2008; Quillen ve ark., 2008; Liu ve ark., 2012). Bu çalışma kapsamında da BCG'lerin diğer iki farklı ortamda bulunan eliptik galaksilere göre yıldız oluşum hızları daha fazladır (Tablo-1). Bununla birlikte en az yoğun ortam içerisinde bulunan izole eliptik galaksilerin oluşum senaryoları hakkında tartışmalar hala sürmektedir. Şimdiye kadar, fakir grupların kendi üzerine çökmesinden, çoklu galaksi birleşmelerine kadar farklı oluşum senaryoları önerilmiştir (Mulchaey & Zabludoff 1999; Reda ve ark., 2004, 2007). Bu çalışma kapsamında izole eliptiklerin özellikle BCG'lerin aksine daha düşük yıldız oluşum hızına sahip oldukları görülmüştür. Tablo-1'de verilen yıldız oluşum hızları incelendiğinde, izole eliptiklerin diğer iki eliptik türüne göre daha az gaz miktarına sahip oldukları sonucuna varabiliriz.

-Çalışmamızda ilgilendiğimiz eliptik galaksilerin g-i renk dağılımları gözönüne alındığında buldukları çevreden bağımsız olarak benzer bir renk dağılımı gösterdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda eliptik galaksilerin evriminde çevre koşullarının, galaksilerin rengi üzerinde pek bir etkisi olmadığı yorumu yapılabilmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bu bulgu, hem Reda ve ark. (2004)'nın hem de Lacerna ve ark. (2015)'nin yapmış oldukları çalışmalarla tutarlıdır. Farklı çevreler içerisinde bulunan üç farklı eliptik galaksi türünün yıldız oluşum hızları incelendiğinde, az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama gidildikçe eliptik galaksilerin görece olarak daha fazla gaz miktarına sahip oldukları görülmüştür. Bununla birlikte gaz miktarındaki farklılığın, eliptik galaksilerin renk dağılımı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.



XX. ULUSAL ASTRONOMİ KONGRESİ
IX. ULUSAL ASTRONOMİ ÖĞRENCİ KONGRESİ

UAK
2016

6. Kaynaklar

- Arnouts, S. ve ark., 1999, MNRAS, 310, 540
Baldwin J. A., Phillips M. M., Terlevich R., 1981, PASP, 93, 5
de Lucia, G. ve ark., 2006, MNRAS, 366, 499
de Lucia, G. ve ark., 2012, MNRAS, 419, 1324
Dressler, A., 1980, ApJ, 236, 351
Kaufmann, Guinevere ve ark., 2003, MNRAS, 346, 1055 (Ka03)
Kaufmann G. ve ark., 2004, MNRAS, 353, 713
Kennicutt Jr. R. C., 1998, ARA&A, 36, 189
Kewley L. J. ve ark., 2001, ApJ, 556, 121 (Ke01)
Lacerna ve ark., 2015, A&A, 588, 22
Liu F. S. ve ark., 2012, MNRAS, 423, 422
Mulchaey J. S., Zabludo A. I., 1999, ApJ, 514, 133
Niemi, S.-M. ve ark., 2010, MNRAS, 405, 477
O'Dea C. P. ve ark., 2008, ApJ, 681, 1035
Quillen, A. C. ve ark., 2008, ApJS, 176, 39
Reda, F. M. ve ark., 2004, MNRAS, 354, 851
Reda F. M. ve ark., 2007, MNRAS, 377, 1772
Smith, R. M. ve ark., 2004, ApJ, 617, 1017
Smith, R. M. ve ark., 2010, ASP Conference Series, 421, 221
Toomre, A. ve Toomre. J, 1972, ApJ, 178, 623