



Universiteit
Leiden

The Netherlands

A well-established harmony in chaos: from isolated galaxies to galaxy clusters

Caglar, T.

Citation

Caglar, T. (2022, December 21). *A well-established harmony in chaos: from isolated galaxies to galaxy clusters*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3503643>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3503643>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

TÜRKÇE ÖZET

Galaksiler, yapısal oluşumu ve kozmik evrimi incelemek için en iyi test konularından biridir. Büyük galaksilerin çoğu, merkezi bölgelerinde galaksi şişkinliği olarak bilinen merkezi bir yıldız grubuyla çevrili en az bir süper kütleli kara delik (SMBH) barındırır. Şişkin yıldızların hareketi, rapor edilen gözlemsel kanıtlarla gösterilen SMBH kütlelerine oldukça bağlıdır: kara delik kütlesi - yıldız hız dağılımı ($M_{\text{BH}} - \sigma_*$) ilişkisi. Bu ilişki, SMBH ve ev sahibi galaksi arasındaki ortak evrime atfedilebilir, ancak ilişkiyi sürdürmek için bir tür geri besleme mekanizmasına ihtiyaç vardır.

Galaksi merkezi bir madde yığılmasıyla besleniyorsa, galaksi aktif galaksi çekirdekleri (AGNs) olarak sınıflandırılır ve galaksi merkezinin yaydığı ışıma, ev sahibi galaksinin toplam ışınımını birkaç kadir göre gölgede bırakır. AGN'ler radyodan gama ışınlarına kadar tüm elektromanyetik spektrum boyunca radyasyon yayarlar, aynı zamanda akışlı rüzgarlar (outflow) ve jetler de fırlatabilirler. AGN'ler evrendeki en parlak kaynaklardan biri olduğundan, en uzaktaki nesnelere incelemek için kullanılabilirler. AGN çeşitli benzersiz gözlemsel imzalar gösterir, ancak en ilginç olanlardan biri, AGN geri beslemesidir. Ve bu süreç akışlı rüzgarlar ve radyasyon biçiminde yıldızlararası ortama yeniden enerji veya momentum birikimidir.

Galaksiler evrende kümelenmiş ya da kümelenmemiş alanlarda bulunabilirler. Hem küçük hem de büyük ölçeklerde, çeşitli özel imzalar gösterirler. Bir galaksi bir galaksi kümesinin potansiyel kuyusuna düştüğünde, galaksilerin iç dengesi etkilenebilir, buna göre galaksi yakıtının önemli bir miktarını kaybedebilirken, yakıtın bir kısmı merkezi bölgelere aktarılabilir. Ayrıca, galaksiler arasında yakın karşılaşma veya çarpışma olasılığı da yüksektir. Bu senaryolara göre, galaksi kümelenmesi, galaksilerden gelen X-ışını emisyonunun artmasına veya azalmasına neden olabilir. Buna ek olarak, galaksi kümelerinde AGN güdümlü kabarcıklar şeklinde farklı türde bir AGN geri beslemesi görülebilir ve bu mekanizmanın felaket boyutunda soğumayı önlediği varsayılır.

Galaksi kümeleri, yaklaşık 3-5 Mpc'lik tipik bir toplam boyut içinde yüzlerce ila binlerce galaksiyi barındıran en büyük kozmik laboratuvarlardan biridir. Galaksi kümelerindeki galaksiler kütle çekimiyle güçlü bir şekilde birbirine bağlıdır ve tipik toplam kütleleri 10^{13} ile $10^{15} M_{\odot}$ arasında değişir. Galaksiler, galaksi kümelerinin toplam kütlelerinin yalnızca küçük bir bölümünü temsil ederken ($\sim 1\%$), galaksi kümelerinin çevresini saran bir plazma olan küme içi ortam (ICM) yalnızca $\sim 10\%$ kapsar. Toplam kütlelerin geri kalan kısmı elektromanyetik alanla etkileşime girmeyen, karanlık maddeye karşılık gelir. Karanlık madde görülemezken, ICM sadece X-ışını dalga boylarında görülebilir.

Kozmolojik modellere göre, galaksi kümeleri birleşerek daha büyük yapılara dönüşür ve galaksi küme birleşmeleri Büyük Patlama'dan bu yana en enerjik gök olaylardır (10^{64} erg s^{-1}). Bu tür etkileşimler, ICM'yi etkileyen türbülans ve şok dalgalarına neden olur. Öte yandan, galaksi küme birleşmeleri elektronları rölativistik hızlara çıkarır ve kümelerin manyetik alanları ile hızlandırılmış parçacıklar arasındaki etkileşim 1 Mpc'den daha büyük boyutlara dağılmış (diffuse) radyo emisyonu üretir. Bu dağılmış radyo yayan kaynaklar radyo haleleri ve kalıntıları olarak sınıflandırılır.

Galaksilerin ve galaksi kümelerinin evrimini anlama (ve açıklama) çabalarımıza rağmen, hala astronomide birçok açık soru bulunmaktadır. Bu tezde, aşağıda listelediğim bu açık sorulardan bazılarını ele almayı amaçlıyoruz:

- Galaksi kümeleşmesinin galaksi evriminde rolü nedir? Galaksilerden gelen X-ışını emisyonunu bastırır mı yoksa arttırır mı?
- Erken evre galaksi kümesi birleşmelerinin ardındaki fizik nedir? Bu tür sistemlerde şoklar var mıdır?
- Bu kadar hassas bir $M_{\text{BH}} - \sigma_*$ ilişkisinin var olmasına hangi mekanizma sebep olan baskın mekanizmadır?
- Aktif olan galaksiler, olmayan galaksilere kıyasla benzer $M_{\text{BH}} - \sigma_*$ profilleri gösterir mi?

Bölüm 2’de, galaksi kümelerine dahil olan galaksilerden gelen X-ışını emisyonunun, yarıktalarının önemli bir kısmını kaybetmelerine neden olan yüksek basınçlı rüzgarların varlığı ile bastırıldığını bildiriyoruz. Bölüm 3’te, 380 Myr içinde 2400 km s^{-1} hızla gökyüzü düzlemine yakın bir yerde ($\alpha = 17.61^\circ$) çarpışması beklenen iki birleşme öncesi alt kümenin arasında şokla ısıtılmış bir bölge ($kT \sim 6.16 \text{ keV}$) olduğunu gösteriyoruz. Bölüm 4’te, eksen dışı bir çarpışma geçiren iki alt küme arasında önemli ölçüde sıcak bir bölge ($kT \sim 10 \text{ keV}$) buluyoruz. Bölüm 5 ve Bölüm 6’da, yerel evrendeki tip 1 AGN’lerin aktif olmayan galaksilere göre $M_{\text{BH}} - \sigma_*$ ilişkisinde bir sapma gösterdiğini bildiriyoruz. Bu sapmanın bir kısmının, M_{BH} değerinin düşük tahmin edilmesine neden olan geniş çizgi bölgesi (BLR) sönmesi ve σ_* değerinin fazla tahmin edilmesine neden olan galaksi rotasyonundan kaynaklanabileceğini belirtiyoruz. Ancak yine de AGN’lerin, aktif olmayan galaksilere kıyasla daha sık $M_{\text{BH}} - \sigma_*$ ilişkileri gösterdiğini ortaya koyuyoruz.