

Yerel Kızılötesi Galaksilerin Parlaklık Fonksiyonu

Ece Kilerci Eser¹★

¹*İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul*

Özet

Yakın uzaydaki galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu, daha uzaktaki kızılötesi galaksilerin evrimini anlayabilmek için kullanılmaktadır. Kızılötesi parlaklık fonksiyonlarının evrenin tarihi boyunca gösterdiği değişim, ancak ve ancak yakın uzaydaki galaksilerin parlaklık fonksiyonlarının çok hassas olarak ölçülebilmesiyle anlaşılabilir. *AKARI* uydusunun yakın ve uzak kızılötesi dalgaboylarında tamamladığı bütün uzay taraması sonucunda elde edilmiş fotometrik ölçümler, binlerce galaksinin kızılötesi parlaklıklarının daha hassas ölçülebilmesini sağlamıştır. Bu çalışmada kırmızıya kayma değeri $z \leq 0.3$ olan 15 638 *AKARI* galaksisinin kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde edilmiştir. Wide-field Infrared Survey Explorer (*WISE*), Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Data Release 13 (DR13), 6-degre Field Galaxy Survey (6dFGS) ve 2MASS Kırmızıyakayma Taraması (2MRS) verilerinden galaksilerin tayfsal kırmızıya kayma değerleri kullanılmıştır. Optik ve kızılötesi dalgaboyları için gerekli uzay hacmi düzeltmeleri yapıldıktan sonra elde edilen kızılötesi parlaklık fonksiyonu daha önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyum içindedir, ancak bizim çalışmamızda elde edilen hata payları çok daha küçüktür.

Anahtar Kelimeler: galaxies: luminosity function, mass function, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Parlaklık fonksiyonları galaksilerin sayı yoğunluğunun parlaklığın fonksiyonu olarak gösterilmesidir. Bu fonksiyonların gözlemsel olarak ifade edilebilmesi galaksilerin evrimi ve evrendeki yapıların oluşumunu anlamak için çok önemlidir (Benson et al. 2003; Trayford et al. 2015; Steinhardt et al. 2016). Farklı dalgaboylarında yapılan bir çok çalışmanın (Le Floch et al. 2005; Goto et al. 2010, 2011b,a; Sargent et al. 2012; Patel et al. 2013; Heinis et al. 2013; Magnelli et al. 2013) sonucunda, yakın ve uzak evrende daha hassas parlaklık fonksiyonlarının ölçülmesinin galaksilerin evrim ve oluşum modellerini anlayabilmek için gerekli olduğu ortaya konmuştur.

Galaksilerin kızılötesi ışınımaları yıldız oluşum hızlarını belirlemek için kullanılır. Özellikle, yıldız oluşumunun tozun içinde gömülü olduğu durumlarda, yıldız oluşum aktivitesi sadece kızılötesinde gözlemlenebilir. Bu sebeple, uzak kızılötesi emisyonu toz tarafından örtülen yıldız oluşumunu ortaya çıkarmak için oldukça önemlidir (Rowan-Robinson 2001; Lagache et al. 2003; Goto et al. 2010). Galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu yıldız oluşum evriminin araştırılması için kullanışlı bir araçtır.

AKARI uydusu 50–180 μm aralığını kapsayan uzak kızılötesinde bütün uzay taraması yapmış ve bu dalgaboylarında benzersiz bir data elde etmiştir. *AKARI* uydusunun 65 μm , 90 μm , 140 μm ve 160 μm merkezli dört uzak kızılötesi filtresi vardır. Bu sayede, galaksilerin uzak kızılötesi tayfsal enerji dağılımını belirleyecek çok önemli bir avantaja sahiptir. Goto et al. (2011b) daha önce *IRAS* uydusunun bütün uzay taramasından elde edilenden yakın galaksileri kapsayan bir yerel kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde etmiştir. Goto et al. (2011b) çalışmasındaki sonuçlardan yola çıkarak, biz de bu çalışmada daha hassas bir kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde etmeyi amaçladık. Bu çalışmada, bugüne kadar kullanılmış en fazla galaksi sayısı (15,638) kullanılarak yakın uzaydaki galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu ölçülmüştür.

2 Yöntem

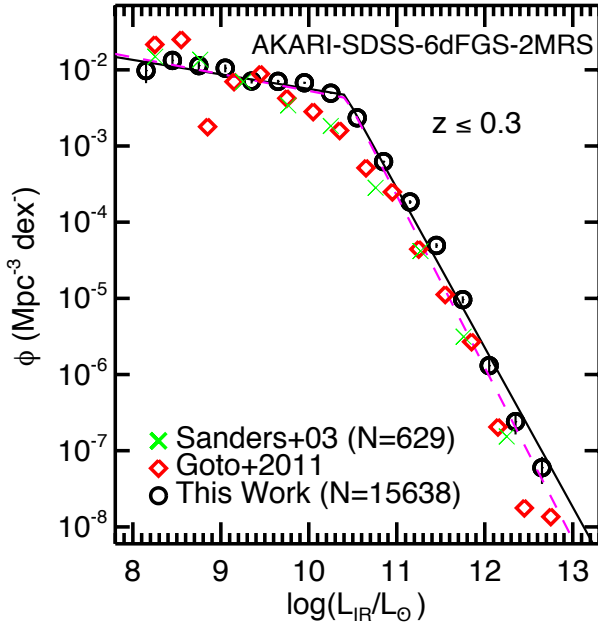
Bu çalışmada Schmidt (1968) tarafından geliştirilen $1/V_{max}$ metodu kullanarak yakın uzaydaki galaksilerin kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde edilmiştir. Bunun için öncelikli olarak galaksilerin tayfsal enerji dağılımları LEPHARE (Photometric Analysis for Redshift Estimations, Arnouts et al. 1999; Ilbert et al. 2006) programıyla modellenmiştir. Bu program, verilen fotometrik parlaklıkları ve kızılötesi kayma değerini kullanarak seçilen tayfsal enerji dağılımı modellerine göre χ^2 analizi yapıp en uyumlu modeli belirlemektedir. Bu analiz için biz Dale & Helou (2002) tarafından kızılötesi galaksilerin uzak kızılötesi ışınımaları için geliştirilmiş tayfsal enerji dağılımı modellerini kullandık. Tayfsal enerji dağılımları için, altı *AKARI* ve dört *WISE* bandındaki ölçümlerle optik parlaklıklarını (u, g, r, i, z, b_j, K_s) kullanıp, herbir galaksinin kızılötesi kayma değerini sabitledik. Modellenen tayfsal enerji dağılımlarından 8–1000 μm arasındaki toplam kızılötesi parlaklığı ölçülmüştür.

$1/V_{max}$ metodu parlaklık fonksiyonunu doğrudan datadan elde eden ve başka hiç bir model varsayımı kullanmayan bir yöntem olduğu için tercih edilmiştir. Bu yöntem uzay hacmindeki galaksi sayısını kullanmaktadır. Eşhareketli maksimum hacim $V_{mak} = V_{z_{mak}} - V_{z_{min}}$, her bir galaksi için saptandığı uzay taramasına göre gözlenebileceği maksimum kızılötesi kayma değerinden hesaplanmaktadır. 90 μm akı limitine göre maksimum kızılötesi kayma değerini hesaplamak için, k -düzeltmesi tayfsal enerji dağılımı modelinden hesaplanmıştır. Optik bantlardaki k -düzeltmesi ise Blanton & Roweis (2007) de anlatılan k -düzeltmesi ile elde edilmiştir. Herbir galaksi için k -düzeltmeleri elde edildikten sonra, her biri 90 μm akı ve optik parlaklık limitlerine göre gözlenebilecekleri kızılötesi kayma değeri elde edilmiştir. Elde edilen kızılötesi kayma değerinin bizim belirlediğimiz yakın uzay kızılötesi kayma değerini aşması durumunda 0.3 değerine sabitlenmiştir.

3 Sonuçlar

15,638 *AKARI*–SDSS–6dFGS–2MRS galaksisinin elde edilen parlaklık fonksiyonu Şekil 1 de gösterilmiştir. Elde edilmiş en iyi fit siyah düz çizgi ile gösterilmiştir. Sanders et al. (2003) tarafından 60 μm da seçilmiş 629 *IRAS* Revised Bright Galaxy

★ ecekilerci@phys.nthu.edu.tw



Şekil 1. 15,638 AKARI–SDSS–6dFGS–2MRS galaksisinin (açık daireler) kızılötesi parlaklık fonksiyonu. Elde edilmiş en iyi fit düz çizgi ile gösterilmiştir. Karşılaştırma amacıyla Sanders et al. (2003) tarafından elde edilmiş parlaklık fonksiyonu da çarpı işaretleriyle gösterilmiştir. Baklava şekilleri Goto et al. (2011a) tarafından elde edilmiş parlaklık fonksiyonudur. Kesik çizgiler Goto et al. (2011a) tarafından kullanılan data eklenerek elde edilmiş olan fittir.

Sample (RBGS) galaksisi için elde edilmiş parlaklık fonksiyonu çarpı işaretleriyle gösterilmiştir. Aynı zamanda RBGS galaksilerinin $1/V_{max}$ metoduyla Goto et al. (2011a) tarafından elde edilmiş parlaklık fonksiyonu baklava işaretleriyle gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda elde edilen parlaklık fonksiyonu Sanders et al. (2003) ve Goto et al. (2011a) tarafından elde edilen fonksiyonlarla uyum sağlamaktadır. Biz de kendi datamıza RBGS galaksilerini ekleyip tekrar fit ettiğimizde, yine benzer bir fonksiyon elde ettik (kesikli çizgi).

Bu çalışmada daha önceki çalışmalarda kullanılan galaksi sayısı 20 kat artırılarak, bugüne kadar elde edilmiş en hassas yakın uzay kızılötesi parlaklık fonksiyonu elde edilmiştir. Sayıca bu kadar çok olan galaksilerin sağladığı en büyük avantaj elde edilen istatistiksel hata paylarının oldukça küçülmesidir.

Kaynaklar

- Arnouts S., Cristiani S., Moscardini L., Matarrese S., Lucchin F., Fontana A., Giallongo E., 1999, *MNRAS*, 310, 540
 Benson A. J., et al., 2003, *ApJ*, 599, 38
 Blanton M. R., Roweis S., 2007, *AJ*, 133, 734
 Dale D. A., Helou G., 2002, *ApJ*, 576, 159
 Goto T., et al., 2010, *AAP*, 514, A6
 Goto T., et al., 2011a, *MNRAS*, 410, 573
 Goto T., et al., 2011b, *MNRAS*, 414, 1903
 Heinis S., et al., 2013, *MNRAS*, 429, 1113
 Ilbert O., et al., 2006, *AAP*, 457, 841
 Lagache G., Dole H., Puget J.-L., 2003, *MNRAS*, 338, 555
 Le Floc'h E., et al., 2005, *ApJ*, 632, 169
 Magnelli B., et al., 2013, *AAP*, 553, A132
 Patel H., et al., 2013, *MNRAS*, 428, 291
 Rowan-Robinson M., 2001, *ApJ*, 549, 745

- Sanders D. B., Mazzarella J. M., Kim D.-C., Surace J. A., Soifer B. T., 2003, *AJ*, 126, 1607
 Sargent M. T., Béthermin M., Daddi E., Elbaz D., 2012, *ApJL*, 747, L31
 Schmidt M., 1968, *ApJ*, 151, 393
 Steinhardt C. L., Capak P., Masters D., Speagle J. S., 2016, *ApJ*, 824, 21
 Trayford J. W., et al., 2015, *MNRAS*, 452, 2879

Erişim:

O43-1515: UAK-2018 Program — UAK Bildiri — Turkish J.A&A.