

CFHTLS PROJESİNDEN ELDE EDİLEN FOTOMETRİK KIRMIZIYA KAYMALARIN KARAKTERİZASYONU

Eyüp Kaan ÜLGEN¹, Christophe BENOIST², Sinan ALIŞ¹

¹*İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü
k.ulgen90@gmail.com salis@istanbul.edu.tr*

²*Laboratoire Lagrange, Observatoire de la Côte d'Azur, Nice, France
benoist@oca.eu*

ÖZET

Galaksilerin kırmızıya kaymaları spektroskopik gözlemlerle çok yüksek doğrulukla belirlenebilir. Ancak bir galaksinin kırmızıya kaymasının spektroskopik olarak belirlenebilmesi oldukça fazla teleskop zamanı gerektirir. Son zamanlarda sayıları iyice artan gökyüzü tarama projelerinde üretilen galaksi kataloglarındaki galaksi sayıları gözönüne alındığında tüm galaksilerin spektroskopik kırmızıya kaymalarının elde edilmesi neredeyse imkansız bir hedef olarak durmaktadır. Bu amaçla fotometrik kırmızıya kayma yöntemi geliştirilmiş ve tarama projelerindeki çok bantlı gözlemler sayesinde galaksilerin kırmızıya kaymaları belirlenebilir hale gelmiştir. Fotometrik kırmızıya kaymalardaki doğruluk her geçen gün artmaktadır ancak yine de yöntemin doğası gereği dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Yapılan varsayımlara ve gözlem yöntemine bağlı olarak bazı yanlışlıklar oluşabilir. Evrenin geniş ölçekli yapısını anlamamızda bir araç olarak kullanılan fotometrik kırmızıya kaymalardaki olası bu yanlışlıkların ve hataların analizinin dikkatle yapılması ihtiyacı vardır. Bu çalışmada **VVDS** (VIMOS VLT Deep Survey) ve **CFHTLS** (Canada-France-Hawaii Telescope Legacy Survey) optik verileri ve galaksi katalogları ile literatürden elde edilmiş simülasyon verileri kullanılmış ve fotometrik kırmızıya kayma değerlerindeki hataların kırmızıya kaymaya bağlılıkları incelenmiştir. CFHTLS projesi tasarımı itibariyle $0.2 \leq z \leq 1.3$ aralığındaki galaksilerin fotometrik kırmızıya kaymalarını belirleyebilmektedir. Daha büyük kırmızıya kaymalar için IR bölgede yapılacak gözlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda ülkemizde filizlenmekte olan *Doğu Anadolu Gözlemevi*'nin önemli bir katkısı olabileceği düşüncesindeyiz.

1. Giriş

Galaksilerin kırmızıya kaymalarının (z) belirlenmesi evrenin haritalandırılması açısından çok önemlidir. Kırmızıya kayma değerleri yardımıyla galaksilerin ve galaksi kümelerinin bizden uzaklaşma hızları yani bir başka deyişle evrenin genişleme hızı bulunabilir. Bu da gözlemsel kozmolojinin en önemli çalışma alanlarından biridir. Fakat kırmızıya kaymanın spektroskopik (z_s) olarak belirlenmesi çok fazla teleskop zamanı gerektirir. Çok sayıda galaksinin kırmızıya kayması ölçülmek istendiğinde bu kırmızıya kaymaları spektroskopik olarak elde etmek neredeyse imkânsızdır. Bu sebepten dolayı günümüzde gökyüzü tarama projelerinde milyonlarca galaksinin kırmızıya kayması (z_p) fotometrik yolla belirlenmiştir. Gözlemsel kozmoloji çalışmaları için photo- z 'ler çok önemli hale gelmiştir. Ancak z_p yöntemi ile elde edilen z değerlerinde hata payları ve yanlışlıkları mevcuttur. Ayrıca fotometrik kırmızıya kayma yöntemi $0.2 \leq z_p \leq 1.3$ arasında etkin olarak kullanılır. Bunun temel sebepleri galaksi gözlemlerinde kullanılan Balmer break ve Lyman break yöntemlerinden dolayıdır. 4000 \AA gözlenen Balmer break $0.2 \leq z \leq 1.2$ arasında gözlemlenebiliyor. z değeri arttıkça 4000 \AA gözlenen çizgi 10000 \AA kadar kaymaktadır. Bu durumda optik bantlarda yapılan gözlemler yetersiz kalmaktadır. Bunun için IR bölgede yapılacak gözlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. $3 \leq z$ olduğunda ise 1216 \AA gözlenen Lyman break artık 3600 \AA gözlenmektedir. Bu sebeplerden dolayı incelememizi $0.2 \leq z \leq 1.3$ arasında yaptık. Çalışmamızın temel amacı ise z_p değerlerindeki hataların (Δz), kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olup olmadığını belirlemek.

2. Veriler

Çalışmamızda CFHTLS (Canada-France-Hawai Telescope Legacy Survey), VVDS (VIMOS VLT Deep Survey) verilerini kullandık. CFHTLS 2003 - 2009 yılları arasında gözlemleri yapılmış önemli bir gökyüzü tarama projesidir. VVDS projesi ise CFHTLS ile gözlenen galaksiler için yürütülmüş bir spektroskopik takip projesidir. VVDS ile elde edilen spektroskopik kırmızıya kaymalar CFHTLS' de elde edilen fotometrik kırmızıya kaymaları analiz etmek için kullanılmıştır (Ilbert ve ark., 2006).

CFHTLS taraması derin alan taramasıdır. D1, D2, D3 ve D4 olmak üzere 4 derin alan ve W1, W2, W3 ve W4 olmak üzere de 4 geniş alan taraması yapılmıştır. Fotometrik kırmızıya kaymaların tespitinde "Le Phare" programı kullanılmıştır. Bu program, SED'lerin çakıştırılması tekniğine dayanmaktadır. CFHTLS projesinde u^* , g' , r' , i' , z' bantlarında ölçümler yapılmıştır. Veriler $0 < z < 1.3$ aralığındadır. Bunun temel sebebi optik teleskopların ancak bu aralıkta galaksilerin kırmızıya kaymalarını belirleyebilmesidir.

Çalışmamızda CFHTLS projesinin D1 derin alanının verilerini kullandık. Bunun temel sebebi VVDS projesi kapsamında gözlenen galaksilerin bu alanda yer almasıdır. CFHTLS-D1 343196 galaksi gözlenmiştir. VVDS projesinde ise 8981 galaksi gözlenmiştir. VVDS ve CFHTLS’ den anlamlı sonuçlar elde edebilmemiz için verileri eşleştirmemiz gerekiyordu. İlk olarak kullandığımız verilere bazı sınırlamalar getirdik. VVDS taramasından z_s ‘leri yüksek derecede güvenilir olan galaksileri seçtik. CFHTLS-D1 kullandığımız verilere en az 3 bant sınırı ve fotometrik hataları 1/10 olanları aldık. Bu sınırlamalar sonucunda birebir eşleşen galaksi sayısı 2909 dur.

3. Bulgular

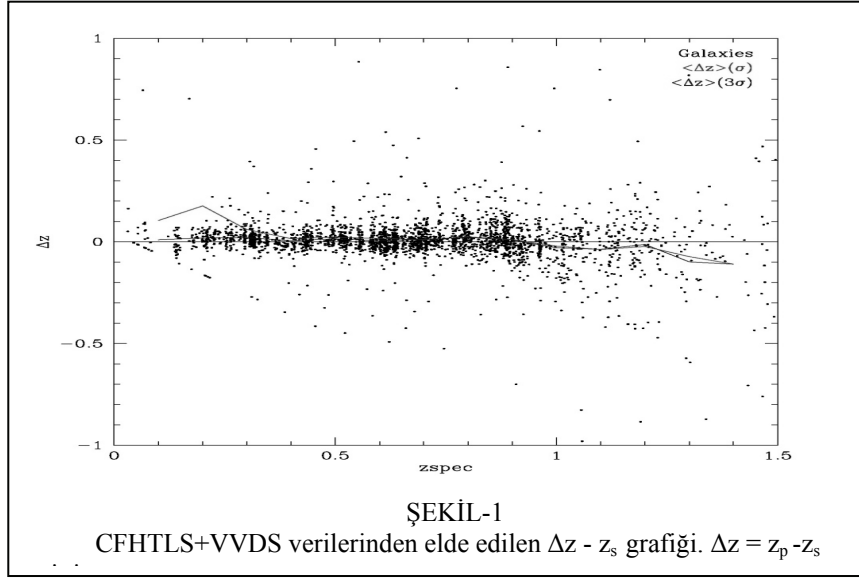
İlk olarak CFHTLS ve VVDS verilerinden elde ettiğimiz sonuçları inceledik.

z_cent	z_min	z_max	$\langle \Delta z \rangle$	k	σ	$\langle \Delta z \rangle^*$	k(*)	σ^*	%	$\langle \Delta z \rangle / 1+z$
0.00	-0.05	0.05	0.897	174	0.92	0.768	169	0.55	97	0.768
0.10	0.05	0.15	0.105	56	0.50	0.010	54	0.11	96	0.0090
0.20	0.15	0.25	0.176	127	0.61	0.019	119	0.08	93	0.0158
0.30	0.25	0.35	0.061	282	0.28	0.021	275	0.06	97	0.0161
0.40	0.35	0.45	0.016	199	0.13	0.005	197	0.07	98	0.0035
0.50	0.45	0.55	0.023	211	0.15	0.015	208	0.07	98	0.01
0.60	0.55	0.65	0.017	426	0.15	0.005	420	0.06	98	0.0031
0.70	0.65	0.75	0.010	338	0.08	0.012	329	0.05	97	0.0070
0.80	0.75	0.85	0.025	263	0.09	0.022	260	0.07	98	0.0122
0.90	0.85	0.95	0.011	364	0.10	0.009	359	0.08	98	0.0047
1.00	0.95	1.05	-0.021	171	0.12	-0.029	169	0.09	98	-0.0145
1.10	1.05	1.15	-0.038	113	0.20	-0.037	109	0.12	96	-0.0176
1.20	1.15	1.25	-0.023	92	0.19	-0.013	91	0.17	98	-0.0059
1.30	1.25	1.35	-0.073	36	0.27	-0.099	35	0.23	97	-0.0430
1.40	1.35	1.45	-0.110	17	0.21	-0.110	17	0.21	100	-0.0458

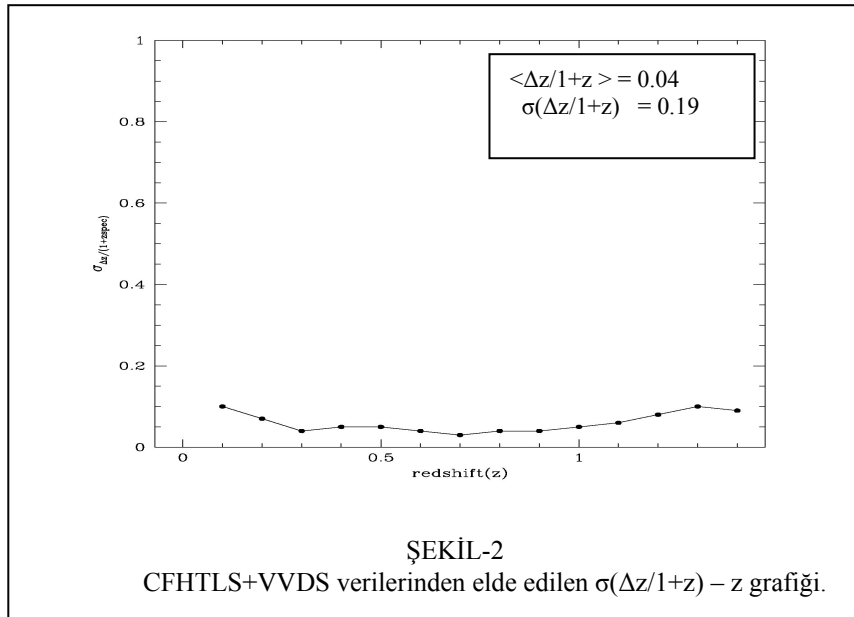
(*) \rightarrow 3 σ uygulanmış

TABLO-1

Yukarıdaki tabloda CFHTLS ve VVDS verilerinden elde ettiğimiz sonuçlar bulunmaktadır. Çalışmamızda z değerini aralıklara ayırdık. Yaptığımız bütün hesapları her bir aralık için yaptık. İlk olarak her bir aralığın Δz ’ sinin ortalamasını hesapladık. Sonra bunların standart sapmalarını hesapladık. Bu işlemleri 3 σ uyguladıktan sonrada tekrar ettik. Son olarak da her bir aralık için rölativistlik hataları hesapladık.



Şekil-1'i incelediğimizde 0 üzerinde bir dağılım mevcuttur. Bu beklenen bir durumdur. Bu sonuç bizim z_p değerlerimizin güvenilirliğini göstermektedir. Şekilde görülen kırmızı çizgi Tablo-1 de hesaplanan Δz 'nin her bir aralıktaki ortalamasını temsil etmektedir. Her bir aralık için ortalama almamızın sebebi elde ettiğimiz sonuçlardaki hata oranını azaltmak istememiz. Ayrıca verilerimize 3σ uyguladık. Bunun sonucunda verilerde bulunan catastrophic hatalar dışlanmış oldu. Şekilde ki mavi çizgi 3σ uyguladıktan sonra her bir aralık için Δz 'nin ortalamasını göstermektedir. Görüldüğü gibi $z \geq 1.2$ olduğu değerlerde mavi ve kırmızı çizgilerde 0 dan saçılmalar mevcut. Bunun sebebi Balmer break gözlenememesinden dolayıdır.



Şekil-2'yi incelediğimizde $z < 0.3$ ve $z > 1.2$ değerlerde sapmalar görülmektedir. Bunun sebebi yukarıdaki bölümler de bahsettiğim optik bantlarda alınan gözlemlerin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. $z < 0.3$ olan değerlerde U.V bölgede, $z > 1.2$ olan değerlerde ise IR bölgede yapılacak gözlemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmamızın sonucunda Δz 'nin kırmızıya kaymanın bir fonksiyonu olmadığı gördük. Ölçümlerdeki hataların temel sebebi ise optik bantlardaki ölçümlerin yetersiz olmasından dolayıdır. İleri aşamada Δz 'nin galaksi tipine ve parlaklığa bağlı bir fonksiyon olup olmadığına bakacağız.

5. Kaynaklar

Ilbert O., Arnouts S. et al., 2006, A&A, 457, 841

<http://www.cfht.hawaii.edu/Science/CFHLS/>

<http://cesam.oamp.fr/vvdsproject/>

<http://www.cfht.hawaii.edu/~arnouts/LEPHARE/lephare.html>

