

Hubble Uzay Teleskopu ile Alınan Tayfların İndirgenmesi

H.Gökhan GÖKAY, İ.Ethem DERMAN

Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, 06100, Ankara
ggokay@science.ankara.edu.tr, ethem.derman@ankara.edu.tr

Özet: Hubble Uzay Teleskopu ile alınan tayflar MAST (Multimission Archive at Space Teleskpe) adı verilen ve pek çok uydunun verisinin de tutulduğu bir arşivde saklanmaktadır. Gözlem yapıldıktan bir yıl sonra bu veriler tüm dünyaya açılmaktadır. Bu çalışmada Hubble Uzay Teleskopu ile alınmış tayf verilerinin IRAF programı kullanılarak indirilmesi verilecektir. Ayrıca UV bölgede alınan çeşitli kaynaklara ait yüksek kalitedeki tayfların ayrıntılı analizlerinin yapılabilmesi için çizgilerin duyarlı atomik verilerine olan gereksinime değinilecektir.

Anahtar kelimeler: Hubble Uzay Teleskopu, tayf, çizgi tanısı

Abstract: Spectral data of astronomical objects from HST are archived at MAST (Multimission Archive at Space Telescope) along with datasets from other space based scientific observatories. All scientific data is available for international inspection one year after the observation. In this study, processed data from the HST will be further analyzed by using IRAF software package. Also more reliable atomic data needed for analysing high resolution spectra taken from various sources on UV region is described.

Key words: Hubble Space Telescope, spectrum, line identification

1. Giriş

Hubble Uzay Teleskopu Nisan 1990'da Discovery uzay mekiği tarafından yörüngesine oturtulmuştur. 1997 yılına kadar üzerinde bulunan FOS ve GHRS tayfçekerleri yerlerini ikinci serviste NICMOS ve STIS'e bırakmışlardır. Bu dört tayfçeker içinde GHRS ve STIS yüksek ayırma gücünde tayf alabilme özelliğine sahiptirler.

Teleskop ile alınan tayfsal veriler MAST isimli bir arşivde saklanmaktadır. Bu arşivde toplam 13 uyduya ait veriler bulunmaktadır. Arşivde en az bir yıl önce yapılmış HST gözlemlerine ait veriler tüm astronomların kullanımına açılmıştır. Bunun için arşive üye olunması gerekmektedir. MAST arşivine üyelik, istenen bir tayf aramak ve bunları temin etmek internet üzerinden hızlı bir şekilde yapılabilir.

Türkiye'de henüz yüksek ayırma güçlü bir tayfçeker bulunmamaktadır. Yüksek ayırma güçlü tayflarla bolluk analizi, tayf türü belirlemesi gibi pek çok çalışma yapılabilir. Bu nedenle arşivde bulunan yüksek ayırma güçlü tayflar Türkiye'deki astronomlar tarafından önem taşımaktadır.

2. Analiz

Tayfların işlenmesi için NOAO tarafından geliştirilmiş ve kullanımı yaygın olan IRAF paket programı ve HST verilerinin işlenmesi için STScI

tarafından geliştirilmiş bir komut paketi olan STSDAS kullanılmıştır. Analizde kullanılmak üzere Martin vd (1999, buradan itibaren M99) kataloğundan ilgili elementlere ait bilgiler alınarak IRAF programının ilgili komutu tarafından kullanılacak bir tayf çizgi veritabanı yapılmıştır. İlk olarak tayfları dalgaboyu-akı grafiği haline getirdik. Bunun için *mkmultispec* komutu kullanıldı. Girdi olarak piksel-akı ve piksel-dalgaboyu dosyaları verilerek temel tayf oluşturuldu. Burada kullanılan veriler GHRS tayfçekeri ile alınmış olduğu için, GEIS formatına çevrildikten sonra ".c0h" ve ".c1h" uzantısına sahip olan dosyalardır (Gökay, 2004). Oluşan tayflar *scombine* komutu ile birleştirilerek gürültüsü azaltılmış bir tane tayf elde edilir. Komuta girdi olarak bir veya daha fazla tayf dosyası verilir. Komut bir tane çıktı tayf dosyası üretir. Bu komut, aynı zamanda girdi tayflarının dalgaboyu aralığını ve grupları da göz önüne almaktadır. Tayf üzerinde hangi çizginin hangi elemente ait olduğunu belirlemek önemlidir. Bunun için dalgaboyu ekseninin doğru değerler taşıması gerekmektedir. Sağlamasını yapmak için çalıştığımız aralıkta en şiddetli tayf çizgilerini M99 kataloğundan bulduk. M99 kataloğunun bir avantajı da çizgilerin birbirlerine göre şiddetlerini vermesidir. Tayf üzerindeki şiddetli çizgilerin dalgaboyu değerlerine baktığımız zaman bir kayma varsa, bu kaymayı düzeltmek için *specshift* komutu kullanılır. Bu komut girdi tayfındaki dalgaboyu eksenine yine bir girdi parametresi olan kayma miktarını ilave eder. Tayf artık bilimsel kullanıma hazırlanmıştır. Bir tayf ile çalışılırken hangi çizginin hangi elemente ait olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu

nedenle çalışmamıza ek olarak çizgi tanısı da yaptık. Bunun için *identify* komutu kullanılır. Bu komuta girdi olarak tayf dosyasının adı verilir. Komutu etkileşimli kipte çalıştırdık. Komut çalıştığı zaman ekrana yeni bir terminal penceresi (xgterm) üzerinde tayfı çizer. Etkileşimli komutları bu terminal üzerinde veririz. “:ftype absorption” ile arama yapılacak çizgilerin soğurma çizgisi olduğunu belirtiriz. “:maxfeatures 10000” komutu ile en fazla 10000 çizginin aranmasını belirtiyoruz. Biz tayfımızda 10000’den çok daha az çizgi çıkmasını bekliyoruz. Ama böyle büyük bir değer verince çizgilerin çok daha kolay belirlendiğini tecrübe ettik. Komutun “*linelist*” parametresinde M99’u kullanarak hazırladığımız listeyi belirtiriz. Komutun, bu listede belirtilen dalgaboyu değerlerinin ne kadarlık bir komşuluğunda arama yapacağımızı da belirleyebiliriz. Daha sonra “f” tuşuna basarak komutun eşleştirme yapma işlemini başlattık. Bulunan çizgiler komutun “*database*” parametresinde belirtilen klasöre kaydedilir. Burada MAST’tan alınmış Titan uydusuna ait yüksek ayırma güçlü UV bölge tayflarını kullandık. Tayflar GHRS ile 761.6 sn poz süresi ile alınmış tayflardır. Tayflar alınırken dispersiyon elemanı olarak G270M optikağı kullanılmıştır. Dalgaboyu aralığı $\lambda\lambda$ 2880Å-3020Å’dur. Bu aralıkta toplam 10 tane tekli grup tayf dosyası bulunmaktadır. Liste Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Titan’ın analizinde kullandığımız tayfları

Veriseti	Poz süresi (sn)	Dispersiyon elemanı	R
Z1B60108T	761.6	G270M	20,000
Z1B6010AT	761.6	G270M	20,000
Z1B6010CT	761.6	G270M	20,000
Z1B6010ET	761.6	G270M	20,000
Z1B6010GT	761.6	G270M	20,000
Z1B6010IT	761.6	G270M	20,000
Z1B6010KT	761.6	G270M	20,000
Z1B6010MT	761.6	G270M	20,000
Z1B6010OT	761.6	G270M	20,000
Z1B6010QT	761.6	G270M	20,000

10 tane Titan tayfı gürlütlü düzeyi azaltılmak için *scombine* komutu ile ortalamaları alınarak birleştirilmiştir. Çizgilerin tanısı bu birleşmiş tayf üzerinde yapılmıştır. Çizgi tanısı için dalgaboyu ekseninin son derece kesin değerlerde olması gerekmektedir. Bunu denetlemek için Fe I, Fe II, Ti I, Ti II çizgileri için M99’da verilen görelî şiddet değerlerini kullandık. M99’daki 24 şiddetli çizginin dalgaboyu değerlerini *identify* komutu tarafından bulunan değerlerle karşılaştırdık ve 0.1Å kayma olduğunu gördük. Bu nedenle Titan tayfının dalgaboyu değerlerine *specshift* komutu kullanılarak 0.1 Å eklenmiştir.

Tablo 2. Tanısı yapılan çizgilere ait bilgiler

λ (Å)	Element	Multiplet no (*)	λ (Å)	Element	Multiplet no (*)	λ (Å)	Element	Multiplet no (*)
2880.090	Fe II	6	2923.421	?		2964.505	?	
2880.861	V II	5	2923.668	?		2965.899	Fe II	11
2881.990	Cr I	?	2924.136	Fe I	9	2966.272	Fe II	5
2882.422	Si I	1	2924.862	V II	6	2966.738	Sc I	1
2883.708	?		2925.492	V II	6	2967.399	?	
2884.318	?		2925.831	?		2968.090	Ti I	1
2884.960	Ti II	7	2926.214	Fe I	8	2968.870	?	
2885.877	?		2926.722	?		2969.604	Fe II	3
2887.836	Cr I	2	2927.442	Fe II	9	2970.226	Fe I	1
2888.127	Sc II	6	2927.940	Cr II	?	2974.000	Fe I	6
2888.942	Fe II	8	2928.291	?		2978.410	VI	?
2889.590	Cr II	?	2928.572	?		2978.945	?	
2890.090	Cr I	2	2929.010	Cr II	?	2979.350	Sc I	?
2890.670	Cr II	?	2930.968	Sc I	?	2979.812	Sc I	?
2891.323	?		2931.649	V II	6	2980.539	Sc II	4
2891.916	Ti II	6	2931.962	Ti II	2	2981.628	Sc I	1
2892.773	?		2932.404	?		2982.860	Sc I	?
2893.675	Fe II	10	2933.913	Mn II	1	2985.696	Fe II	11
2894.610	?		2935.249	V II	6	2986.190	Cr II	3
2895.627	Fe II	7	2936.613	Sc I	3	2986.870	Cr I	?
2896.831	?		2937.600	Mg I	1	2987.327	Fe I	1
2898.115	Fe II	4	2938.166	Ti I	1	2988.515	Si I	2
2898.580	Cr II	?	2939.005	?		2989.063	?	
2899.379	Cr II	1	2939.706	?		2989.798	Sc II	1
2900.450	VI	?	2940.167	Mn II	1	2990.833	Sc I	?
2901.010	Mn II	?	2940.833	?		2991.983	Sc I	?
2901.365	Sc I	?	2941.476	?		2992.759	Cr I	1
2901.947	?		2942.142	Sc I	?	2993.465	Ni I	6
2902.476	?		2942.347	V II	6	2994.511	?	
2903.314	Fe II	6	2942.721	Ti II	5	2995.300	Fe I	5
2904.141	?		2943.844	Ti II	2	2995.974	Cr I	3
2904.604	?		2944.060	VI	?	2996.748	?	
2905.240	?		2944.773	Ni I	7	2997.576	Sc I	?
2905.871	?		2946.107	Sc I	?	2998.174	Fe II	1
2906.751	?		2946.839	?		2998.913	?	
2907.698	?		2947.390	VI	?	2999.657	Cr I	4
2908.310	V II	6	2947.700	Cr II	?	2999.930	?	
2908.997	?		2948.064	Sc II	3	3001.326	Fe I	?
2909.660	V II	5	2948.516	Fe II	11	3002.530	Fe I	?
2910.133	?		2949.118	Ti I	1	3003.361	Ni I	6
2911.224	V II	6	2949.853	Sc I	?	3004.496	Ni I	7
2911.517	Ti II	4	2950.490	VI	?	3005.491	?	
2912.238	?		2951.100	Fe I	?	3005.934	Cr I	1
2912.530	Cr II	?	2952.311	?		3006.706	?	
2912.915	Ti I	2	2952.858	Ti II	5	3007.909	?	
2913.309	V II	3	2953.346	?		3008.753	?	
2913.832	Sc II	2	2953.661	?		3009.188	Ti II	8
2914.110	?		2954.210	Cr II	4	3010.746	?	
2914.580	Cr I	?	2955.190	VI	?	3011.317	?	
2915.475	?		2955.443	Ti II	3	3011.946	?	
2915.780	VI	?	2956.075	?		3012.878	Ni I	4
2916.734	V II	1	2956.444	V II	2	3013.295	?	
2917.617	?		2956.997	Ti I	1	3014.169	?	
2919.487	Ti II	2	2958.228	Fe I	6	3015.400	?	
2919.770	?		2958.813	?		3016.799	Fe I	3
2920.107	?		2959.652	Ti II	3	3017.650	V II	7
2920.437	?		2960.464	Fe II	4	3018.450	Cr I	?
2921.209	V II	4	2960.850	Ti I	?	3019.015	Fe I	4
2921.545	Fe I	11	2961.522	?		3019.700	Cr I	?
2921.848	Sc II	8	2962.141	Fe II	9			
2922.663	Cr II	1	2962.999	?				
2923.113	?		2963.640	VI	?			

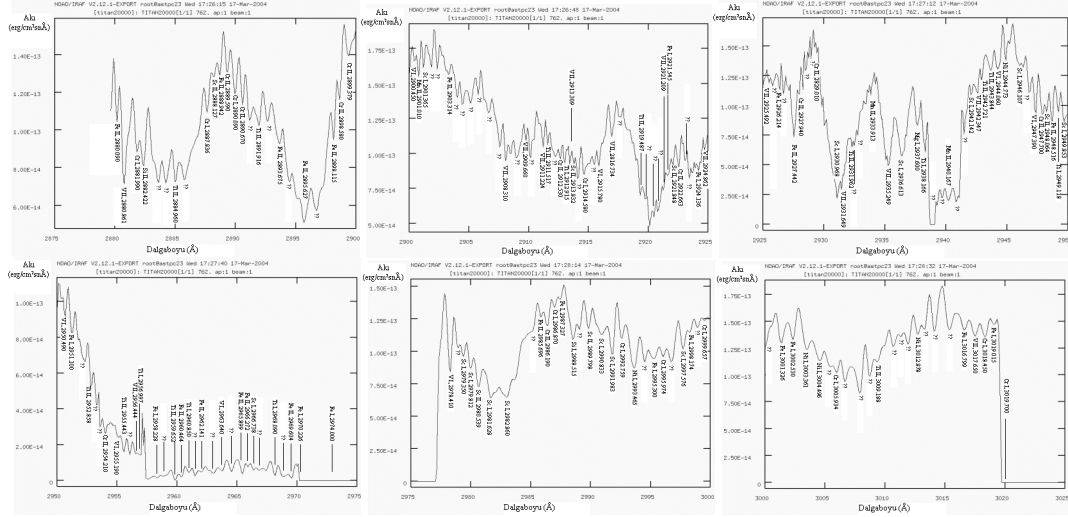
?: Bilgi yok

*: Multiplet numaraları Gökay 2004’ten alınmıştır

Burada *identify* komutunu dalgaboyu kaydırılmış tayf üzerinde bir kere daha çalıştırdık. Komutun çizgi aramasında kullanması için M99’dan oluşturulan liste girdi parametrelerinde tanımlandı. Bu listeden eşleştirme yaparken kullanacağı maksimum

fark değeri ve iki tayf çizgisi arasında bulunan minimum ayrıklık değerleri komutun varsayılan değerinde bırakılmıştır. Şekil 1’de tayf aralığı altına bölünerek her parça üzerinde tanımlanan çizgiler

işaretlenmiştir. Belirtilen elementlere ait bilgiler ise Tablo 2’de yazılmıştır. Ek bir örnek ise Koçak (2004)’te mevcuttur.



Şekil 1. Titan’ın tayfı ve tanımlanan çizgiler

3. Sonuç

IRAF’ın *identify* komutu ile tayf üzerinde toplam 183 çizgi bulunmuştur. Bu çizgilerden seçilen elementlere ait 120 tanesinin tanımlanmıştır. Tanı yapmak için tüm elementler göz önüne alınmadığı için bu sayı normaldir. Söz konusu 120 çizginin sadece 84 tanesine ait multipllet bilgileri M99’da vardır. Kalan 36 tanesine ait geçiş bilgileri bu katalogta bulunmamaktadır. Ayrıca bulunan 84 multiplletin, sadece 12 tanesi Moore (1952, 1961, 1962) multipllet kataloglarında bulunmaktadır.

Böyle yüksek ayırma güçlü tayfçekerlerle alınan tayflar, çizgi kataloglarındaki eksiklikleri gidermek için kullanılabilir ve bu tayflar laboratuvar tayfları olarak da göz önüne alınabilir (Johansson, S, Leckrone, D.S., Davidson, K. 1998).

4. Kaynaklar

- Moore C.E. 1952, 1961, 1962 An Ultraviolet Multipllet Table, National Bureau of Standards Circular, US Govt Printing Office, Washington, DC.
- Johansson, S., Leckrone, D.S., Davidson, K. 1998. The Impact of GHRs on Atomic Physics – A Fruitfull Collaboration Between Laboratory and Stellar Spectroscopy, ASP Conference Series, 143.
- Martin vd (11 yazar) 1999. NIST Atomic Spectra Database (versiyon 2.0), [Online].

<http://physics.nist.gov/asd> [09 Ağu 2004]
National Institute of Standards and Technology
Gaithersburg, MD.

Gökay, H.G. 2004. Yüksek Lisans Tezi. Hubble Uzay Teleskopu ile Alınan Tayfların İndirgenmesi. Danışman: Prof. Dr. İ.Ethem DERMAN. http://derman.science.anka.edu.tr/ogrenci_tezleri/ggokay/index.php

Koçak, S., Derman, E. 2004. Epsilon Orionis Süperdev Yıldızının Moröte Çizgi Tanımı. XIV. Ulusal Astronomi Kongresi (poster).