

DEFPOS Verilerinin Parlaklık Ayarlaması

Nazım Aksaker¹, İlhami Yeğingil¹, Muhittin Sahan¹

¹Çukurova Üniversitesi, Fizik Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, 01330, Adana
aknazim@yahoo.com, ilhami@cu.edu.tr, msahan@cu.edu.tr

Özet: DEFPOS:4.76° görüş açısı ile 1200 saniyelik poz süresiyle 4.76°x9° 'lik bir alandan gelen H α ışınımı gözlemleri yapmaktadır. İlk H α tayfı 30 Ekim 2002 gecesi alınmış ve bir yıl içerisinde 27 gece gözlem yapılmış ve alınan verilerden çoğu analiz edilmiştir. DEFPOS yalnız başucu doğrultusunda gözlem yapmaktadır. Dolayısı ile parlaklığı bilinen bir bölgeyi incelemek olanaksızdır. Bu nedenle parlaklık şiddeti ayarlaması için 1° açısal ve 12 km/s hız çözünürlüklü WHAM verileri kullanılmıştır. DEFPOS ve WHAM sonuçları kıyaslanarak DEFPOS'un H α yakınında parlaklık ayarlaması yapılmıştır. Samanyolu gökadasındaki HII bölgelerinden başka atmosferik H α 'yı ve TUG da gökyüzü ışına şiddet değişimi daha hassas araştırabileceğiz. Bu çalışmada parlaklık ayarının nasıl yapıldığı anlatılmakta ve sonuçlar verilmektedir.

Anahtar kelimeler: DEFPOS,HII Bölgeleri, Yıldızlar Arası Ortam, Fabry-Perot Tayföçeri

Abstract: DEFPOS has observed H α emission from 4.76°x9° of square field of view with a 4.76° field of view and 1200 s integration time. The first H α emission has been obtained on 30 October 2002 and from than on, instantaneous observations on 27 nights have been made most of data have been analyzed. Since DEFPOS has been observing at zenith direction, it is impossible to observe a specific region with known intensity so that intensity calibration is not possible. In order to calibrate intensity we have used WHAM data having 1° angular resolution and a 12 km/s velocity resolution. By comparing both results, the intensity of DEFPOS has been determined. In near future, beside HII region in the Milkyway, we would be able to investigate geocoronal H α and sky intensity variation of TUG near H α . In this paper a description of intensity calibration and some results have been given.

Key words: DEFPOS, HII Regions, Interstellar Medium, Fabry-Perot Spectrometer.

1. Giriş

DEFPOS (Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spectrometer- Çift Etalonlu Fabry-Perot Optik Tayföçeri) adını verdiğimiz tayföçer yıldızlararası ortamın sıcak iyonize olmuş hidrojen bölgelerinden gelen zayıf H α çizgisini inceleyebilecek hassas bir tayföçerdir. DEFPOS başucu doğrultusunda 4.76° görüş alanıyla ve 1200 s poz süresi ile gökadan ve dünya atmosferinden gelen H α ışınımı gözlemleri yapmaktadır (Şahan; 2002). Dünyanın yörüngesel hareketinden dolayı, Tayföçer gökyüzünde 1200 s poz süresinde yaklaşık 4.76° x 9°'lik bir açısal alanı taramaktadır. DEFPOS gözlemleri süresince galaksimizin birçok bölgesinden veri almıştır. Dünyanın hareketinden dolayı tayföçer kış aylarında galaksinin kutup bölgelerinden, yaz aylarında ise ekvator bölgelerinden gözlemler yapmıştır. DEFPOS ile elde ettiğimiz veriler ADU(Arbitrary Digital Unit) birimindedir böylece verilerinin analizleri sonucunda parlaklık değeri ADU.km/s'den

oluşmaktadır. Bu verilerin Rayleighs biriminde parlaklık ayarlamasının yapılması gerekmektedir. Tayföçer yalnız başucu doğrultusunda gözlemler yaptığından parlaklığı belli olan bir kaynağa tayföçeri yönlendirmek mümkün değildir. Bu nedenle parlaklık ayarlaması 1°'lik WHAM verileri kullanılarak yapılmıştır. WHAM verileri için www.wham.astro.wisc.edu adresi kullanılmıştır. WHAM verileri 6.dereceden parlak yıldızların olduğu bölgelerde komşu bölgelerin ortalaması alınmıştır. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak parlaklık ayarlaması yeniden düzenlenmiştir.

2.WHAM(Wisconsin H-AlphaMapper)

WHAM tayföçeri yıldızlararası ortamın zayıf optik ışınım kaynaklarının kinematikiğini, dağılımını, sıcaklığını ve iyonlaşma/uyarılma kaynaklarını araştırmak üzere geliştirilmiştir. 15 cm çaplı çift etalonlu Fabry-Perot tayföçeri 0.6 m'lik bir siderostad ile birleştirilerek kullanılmaktadır. WHAM tayföçeri gökyüzünden gelen 1 derecelik ışık huzmelerini 12 km/s hız çözünürlüğü ile alarak ± 100 km/s tayf aralığında ölçüm yapmaktadır. WHAM aleti, modern CCD teknolojisini kullanarak 1° açısal çözünürlükle 30 s'de 0.05 R kadar zayıf

Bildiri tam metni için : Nazım AKSAKER
e-mektup: aknazim@yahoo.com

çizgileri gözlemleyebilmektedir ($1R = 10^6/4\pi$ photons $cm^{-2} s^{-1} sr^{-1} = 2.4 \times 10^{-7}$ ergs $cm^{-2} s^{-1} ster^{-1}$; $T = 8000 K$ 'de $1 R \approx 2.25 pc cm^{-6} H\alpha$ 'da). şiddetindeki zayıf çizgileri inceleyebilmektedir. WHAM tayfölçeri Kitt Peak'te bulunmaktadır ve 1997'nin Ocak ayından beri araştırma devam etmektedir (Haffner; 2003).

Yaklaşık 37565 tayftan oluşan WHAM verilerine yukarıda verilen internet adresinden ulaşılabilmektedir. WHAM ile galaksimizin $\delta > 30^\circ$ bölgesinin $H\alpha$ tayflarından oluşan $H\alpha$ haritası çıkarılmıştır. Bu nedenle WHAM galaksideki iyonlaşmış gazın özelliklerini ve dağılımını ilk olarak araştırmış ve haritalarını hazırlamıştır. WHAM verileri IDL save ve ASCII dosyaları olarak iki farklı formatta bulunmaktadır. Parlaklık değerleri Rayleighs birimindedir.

DEFPOS'un parlaklık ayarı için kullanılan WHAM verilerinin özellikleri aşağıda verilmektedir.

GAL-LON: Derece olarak galaktik boylam.

GAL-LAT: Derece olarak galaktik enlem.

INTEN: Bakılan noktadaki Rayleighs olarak $80 km s^{-1} < v_{LSR} < +80 km s^{-1}$ aralığında $H\alpha$ parlaklık değeri.

ERROR: $H\alpha$ parlaklığındaki hesaplanmış hata.

BLOCK: WHAM verilerinin 30-50 tayf grupları halinde alınmasıdır.

OINTEN: WHAM gözlemlerinde 6. kadirde daha parlak yıldızlar yapıları bozduğundan dolayı bu parlaklığın üzerindeki yıldızların olduğu bölgelerin yerine komşu tayf gözlemlerinin ortalamasının alınmasıdır.

Tablo 1'de 10 adet WHAM verisi örnek olarak verilmiştir.

Tablo 1. WHAM verileri

GALLON (Derece)	GALLAT (Derece)	INTEN R	ERROR R	BLOCK	OINTEN R
69.1506	43.2782	0.6881	0.0363	382.0000	0.0000
70.4906	43.2782	0.8746	0.0358	382.0000	0.0000
71.8406	43.2782	0.7347	0.0000	382.0000	0.7562
73.1906	43.2782	0.6248	0.0350	382.0000	0.0000
74.5307	43.2783	0.4922	0.0356	382.0000	0.0000
73.7307	44.1283	0.6831	0.0359	382.0000	0.0000
72.3706	44.1283	0.7421	0.0356	382.0000	0.0000
69.7606	44.9784	0.7881	0.0368	382.0000	0.0000
71.1506	44.9784	0.6362	0.0377	382.0000	0.0000
72.5307	44.9784	0.6858	0.0000	382.0000	0.2977

2.DEFPOS(Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spectrometer)

DEFPOS ile 30 Kasım 2002–21 Kasım 2003 tarihleri arasında başucu doğrultusunda, 27 gecede gözlem yapmış ve uygun görülen verilerin indirgemeleri yapılarak tayfları elde edilmiştir. DEFPOS TUG'da bulunan $3 \times 3 cm^2$ 'lik görüntüleme CCD'si ile birlikte kullanılmaktadır. Verilerden tayf elde edilebilmesi için verilere bir dizi işlem uygulanmıştır. Bunun için öncelikle aletsel etkilerin çıkarılması gerekmektedir. Bu işlemden ilk olarak temel CCD indirgemesi yapılır. CCD indirgemesi: Verilerden karanlık (Dark) görüntünün çıkarılması, daha sonra düz alan (Flat-Field) görüntüsüne bölünerek verilerden CCD'nin etkisi çıkarılmış olur. Daha sonra bozuk sütunlar ve kozmik ışınların etkileri verilerden çıkarılır. CCD'nin üzerinde var olan bozuk sütunlar şekil 4'te bulunmaktadır. Aletlerden kaynaklı yansımalar da verilerden çıkarılmalıdır aksi takdirde galaktik bir yapı olarak algılanabilir. Bütün bu etkiler çıkarıldıktan sonra halka toplama tekniği kullanılarak her verinin tayfı elde edilir.

Halka toplama tekniği; Fabry-Perot halka deseni üzerindeki eşit alanlı halkaların eşit dalga boyu aralıklarına karşılık gelmesi prensibine dayanmaktadır. Bu özellik Fabry-Perot tayfölçerinin ardışık girişim saçakları deseni denklem 2.1 ile verilmiştir (Reynolds,1990).

$$\frac{m}{2n l} = \sigma \cos \theta, \quad (2.1)$$

Denklemden $m=0,1,2,\dots$ Fabry-Perot girişim saçaklarının tamsayı değerli sıra numarasıdır; l etalonlar arasındaki ayırıcıların kalınlıkları; n_g ise etalonlar arasındaki gazın kırılma indisidir. Yukarıda belirtildiği gibi elde edilen tayfların parlaklık ayarlaması WHAM verileri kullanılarak yapılmıştır. DEFPOS'un uzaysal görüş alanı 4.76° 'dir ve tayfölçer 20 dakikalık başucu gözlemi süresinde DEFPOS'un görüş alanı 9° kaymaktadır. Dolayısıyla 1200 s'deki uzaysal görüş alanı $4.76^\circ \times 9^\circ$ olmaktadır. Böylece DEFPOS'un görüş alanı 20 dakikalık gözlem zamanında elde ettiği bir tayf WHAM ile aynı bölgeden yaklaşık 30 $H\alpha$ tayfının birleşiminden oluşmaktadır. Bu nedenle parlaklık ayarlaması için birkaç gece $4.76^\circ \times 9^\circ$ 'lik bölgelerin DEFPOS verileri ile aynı bölgeye ait WHAM verileri bulunmuştur. Her iki sonuç karşılaştırılarak DEFPOS verilerinin parlaklığına karar verilmiştir.

DEFPOS'un parlaklık ayarlaması yapılırken, öncelikle bir gece boyunca başucu doğrultusundaki koordinatları saniye mertebesinde bulunmuştur.

Daha sonra 37565 tayftan oluşan WHAM verileri yapılan IDL programlarına girilmiştir. Her WHAM verisi ile başucu noktalarımız arasındaki uzaklık denklem 2.2'de verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$r = \sqrt{(LII_W - LII_{DZ})^2 + (BII_W - BII_{DZ})^2} \quad (2.2)$$

LII_W = WHAM verilerinin galaktik enlemi

LII_{DZ} = Defpos başucu galaktik enlemi

BII_W = WHAM verilerinin galaktik boylamı

BII_{DZ} = Defpos başucu galaktik boylamı

r = Defpos'un başucu koordinatları ile WHAM verileri arasındaki uzaklık

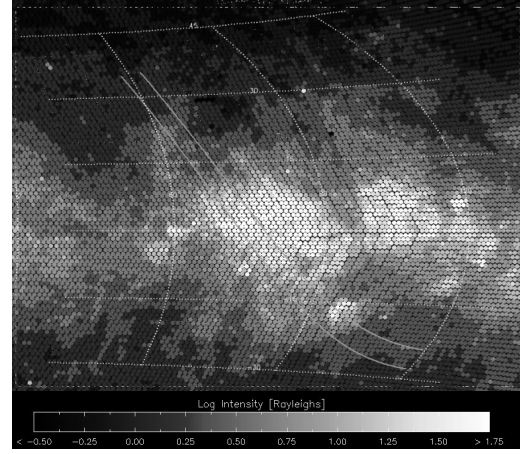
Bu uzaklık bizim için önemlidir. Verinin işleme katılıp katılmayacağına, katılacaksa ne oranda katılacağına bu uzaklık karar vermektedir. $4.76^\circ \times 9^\circ$ lik bölgeye düşen verilerin parlaklık ortalaması alınarak DEFPOS'un görmesi gereken parlaklık değerini Rayleigh mertebesindeki değeri bulunmuştur. Daha sonra birkaç gecelik DEFPOS'un gördüğü parlaklıklarla kıyaslanıp parlaklık ayarlaması yapılmıştır. Sonuç olarak 20 ADU/km/s birimindeki DEFPOS'un parlaklık değeri WHAM verilerine göre 1 R'ye karşılık geldiği bulunmuştur.

3. Sonuçlar ve Öneriler

DEFPOS'un parlaklık ayarlaması yapılırken iki farklı günde alınan veriler kullanılmıştır. Bu veriler 30 Temmuz 2003 ve 14 Ocak 2003 verileridir. Bu verilerin seçilmesinin nedeni yukarıda açıklandığı gibi Temmuz ayında galaksinin ekvator ve ocak ayında galaksinin kutup bölgesinin gözlemlenmiş olmasıdır.

30 Temmuz 2003 tarihinde DEFPOS galaksinin H α yoğunluğu oldukça fazla olan ekvator bölgesini gözlemlemiştir ve şekil 2'de gösterilmiştir. Gece boyunca 1200 s poz süreli 20 tane H α verisi alınmış ve kullanılmıştır. Bu veriler tablo 2'de verilmiştir.

Tabloda alınan her bir verinin ismi, verinin ölçüldüğü zaman ve galaktik koordinatlar verilmiştir. Ayrıca DEFPOS ile WHAM'in aynı koordinatlarda elde ettiği Rayleighs biriminde H α parlaklık değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde DEFPOS başucu doğrultusunda bir gece boyunca $b^I = 37.06^\circ$ ile -25.28° ve $l^I = 60.12^\circ$ ile 113.64° arasında bir bölgeden H α ölçümleri yapmıştır. DEFPOS yada WHAM verilerinde görüldüğü gibi galaktik ekvator düzlemindeki H α parlaklığı oldukça yüksektir.



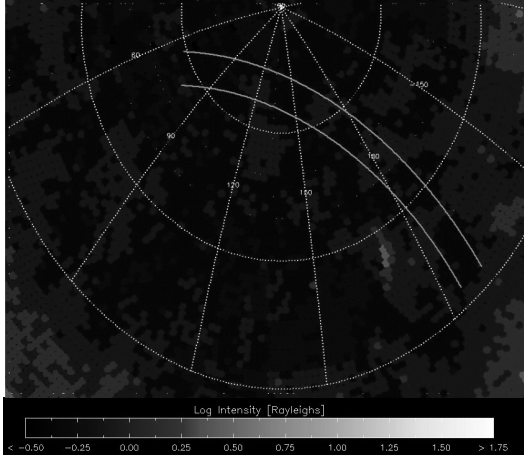
Şekil 1. 30 Temmuz 2003 tarihinde WHAM verileri kullanılarak DEFPOS'un gördüğü alan çıkarılmıştır. Bu bölgede beyaz çizgiler bir gecede taranan alanı göstermektedir.

DEFPOS ile 14 Ocak 2003 tarihinde 7 adet veri kullanılmıştır ve gece boyunca gözlemlendiği bölge şekil 2'de gösterilmiştir. Bu veriler Tablo 3'de verilmiştir. Bu gece boyunca galaksinin yüksek enlemlerinde ölçüm yapıldığından H α yoğunluğu oldukça düşüktür.

DEFPOS yalnız başucu yönüne bakabildiğinden parlaklık ayarı için seçilebilecek bir bölgeye yönlendirilememektedir. Bu nedenle parlaklık ayarlaması WHAM verileri kullanılarak yapılmıştır. DEFPOS'un gözlem bölgesi içerisine düşen 1 derecelik WHAM tayf verilerinin sonuçlarını kullanan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Ön çalışmalar bitmiş ve daha ayrıntılı çalışmalar devam etmektedir.

DEFPOS'un parlaklık ayarlaması yapıldıktan sonra 22 Kasım 2003 günü saat 22:02'de alınmış DEFPOS verisi ile aynı bölgenin ($l = -10^\circ.38$ ve $b = 161^\circ.81$) WHAM verisi karşılaştırılmıştır. Galaktik çizginin parlaklığı 35.5 ± 7.10 R olarak ölçülmüştür ve bu verinin CCD görüntüsü şekil 4'de ve tayfı şekil 5'te verilmiştir. Aynı bölgenin WHAM parlaklığı ise 31.35 ± 6.27 R'dir. Dolayısıyla sonuçlarımız WHAM verileri ile uyusmaktadır. Aynı zamanda bu bölgedeki atmosferik H α ise 7.24 ± 1.45 R olarak ölçülmüştür. ve şekil 5'te 1 numaralı ok ile gösterilmiştir.

Tayfölçer, RTT150 teleskopunun coudé çıkışında kullanıldığında 4 açılı dakikalık bir görüş alanı ile dünya atmosferinde, gökadamızda ve gökadamızın dışında ışınım çizgi ölçümleri yapacaktır. Böylece, 1° lik WHAM haritasında önemli bölgeler 4 açılı dakikalık bir açısal çözünürlük ile daha detaylı olarak incelenebilecektir



Şekil 2. 14 Ocak 2003 gecesine ait $H\alpha$ gözlemlerinden elde edilmiştir.

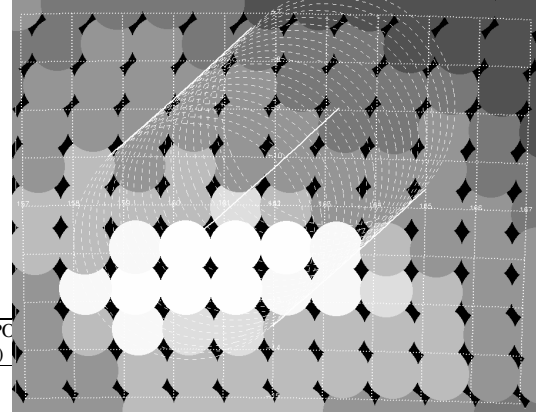
Tablo 2. 30 Temmuz 2003 gecesine ait WHAM ve DEFPOS verilerinin karşılaştırılması.

Veri İsmi	Zaman (ss:dd)	Enlem (°)	Boylam (°)	WHAM (R)	DEFPOS (R)
20030730_2	18:59	32.52	61.09	1.07	2.29
20030730_3	19:21	28.02	62.28	1.46	2.89
20030730_5	20:04	19.39	65.17	2.67	1.69
20030730_6	20:26	15.09	66.93	2.59	2.78
20030730_7	20:48	10.89	68.89	7.11	4.98
20030730_8	21:09	6.79	71.03	25.44	15.03
20030730_9	21:31	2.99	73.29	81.58	54.62
20030730_10	21:53	-0.84	75.85	57.00	30.78
20030730_11	22:15	-4.51	78.65	31.10	20.39
20030730_12	22:36	-7.84	81.56	22.24	16.03
20030730_13	22:58	-11.13	84.85	12.00	9.57
20030730_14	23:20	-14.16	88.41	8.13	6.61
20030730_15	23:42	-16.93	92.24	6.30	6.94
20030730_16	0:03	-19.29	96.17	11.98	9.83
20030730_17	0:25	-21.42	100.5	4.52	5.18
20030730_18	0:47	-23.19	105.14	2.23	2.89
20030730_19	1:09	-24.60	110.18	1.41	4.05
20030730_20	1:25	-25.28	113.64	0.95	2.41

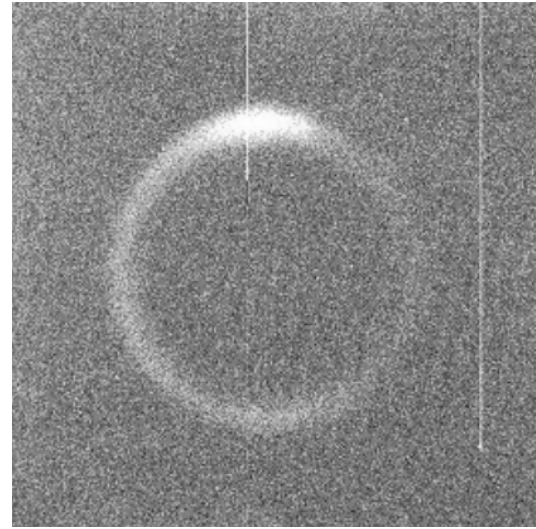
Tablo 3. 14 Ocak 2003 gecesine ait WHAM ve DEFPOS verilerinin karşılaştırılması

Veri İsmi	Zaman (ss:dd)	Enlem (°)	Boylam (°)	WHAM (R)	DEFPOS (R)
20030114_10	0:24	52.22	186.93	0.456	0.7108
20030114_12	1:26	64.91	183.32	0.48	0.8245
20030114_13	1:54	70.41	178.25	0.48	1.2293
20030114_14	2:34	77.20	161.21	0.55	2.1086
20030114_15	2:56	79.70	141.61	0.46	1.9694
20030114_16	3:23	79.99	109.36	0.56	2.0308
20030114_17	3:44	77.96	88.67	0.32	3.8552

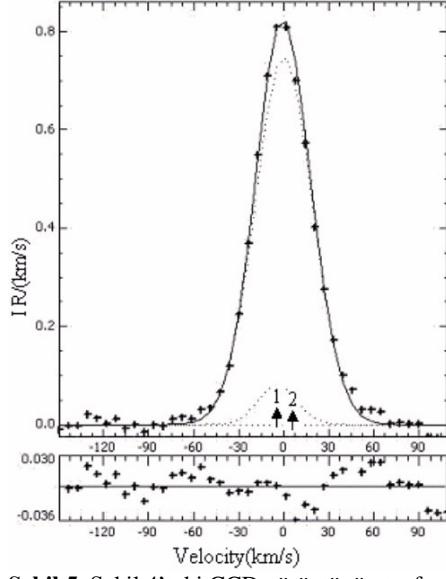
Şekil 3'de $l=-10^{\circ}.38$ ve $b=161^{\circ}.81$ bölgesinden alınmış yaklaşık 110 WHAM verileri ile aynı bölgenin DEFPOS verisi gösterilmiştir



Şekil 3. Tek bir DEFPOS verisi ile WHAM verilerinin uzaysal olarak karşılaştırılması.



Şekil 4. 22 Kasım 2003 günü saat 10:02'de alınmış bir CCD görüntüsü. 1200 s içerisinde gözlemlenmiş görüş alanı içerisinde merkez koordinatları $l=-10^{\circ}.38$ ve $b=161^{\circ}.81$ olmaktadır.



Şekil 5. Şekil 4'teki CCD görüntünün tayfı.

4. Kaynaklar

M.Şahan, İ. Yeğingil, M. Akyılmaz, N. Aksaker ve N. Emrahoğlu, Tubitak Ulusal Gözlemine kurulacak olan Fabry-Perot Tayfölçeri, XIII. Ulusal Astronomi Toplantısı, 2002M. ŞAHAN, DEFPOS Tasarımı ve İlk Sonuçlar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2004

Haffner, Reynolds, Tufte, Madsen, Jaehnig, & Percival. 2003, *ApJS*, **149**, 405.

R. J. Reynolds, F. L. Roesler, F. Scherb, ve J. Harlander, Society of Photo Optical Instrumentation Engineers(SPIE), 1990, V.1235,610