

TUG'DA TFOSC İLE TAYF GÖZLEMLERİ

Murat PARMAKSIZOĞLU¹, Zeki ASLAN^{1,2}, Ilfan BIKMAEV³, Birol GÜROL⁴

Özet

TUG'un Sönük Nesne Tayfölçer ve Kamerası TFOSC ile gözlemlere 8 Nisan 2005 tarihinde başlandı. TFOSC'un özelliklerinin ve farklı optik ağılarda sinyal/gürültü oranlarının belirlenmesi ve elimizdeki Demir-Argon, Neon, ve Helium lambalarına ait kalibrasyon atlaslarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *tayfölçer, çizgi kalibrasyon atlası, sinyal/gürültü oranı, TFOSC*

Abstract

Observations with the TUG's Faint Object Spectrograph and Camera, TFOSC, began on April 8, 2005. Reductions of the test observations with different grisms and determination of the signal to noise ratios, and wavelength calibrations of the calibration lamps Fe-Ar, Ne, and He are continuing.

Key words: *spectrograph, line calibration atlas, signal/ noise ratio, TFOSC*

1.Giriş

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin (TUG) TFOSC (TUG Sönük Nesne Tayfölçer ve Kamerası) ile RTT150'de deneme gözlemleri 8 Nisan 2005 tarihinde başladı. Bu bildiriye amacımız TFOSC'u kullanacak gökbilimcilerimize, yıldız tayf ve parlaklığına göre ortalama S/G oranları; Fe-Ar, Helium ve Neon lambalarının farklı grismeler (7, 8, 9+10, 9+11, 9+12, 14, 15, 17) ile dalgaboyu kalibrasyonların yapılması ve atlas oluşturulması hakkında bilgi vermektir.

2. TFOSC'un Temel Özellikleri

Bu tayfölçerin iki çeşit işlevi vardır:

- Doğrudan görüntüleme, ışıkölçüm
- Düşük / Orta çözünürlüklü tayf

¹ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058 Antalya

Tel: 242 2278401, Faks: 242 2278400, e-posta: murat@tug.tug.tubitak.gov.tr, aslan@tug.tug.tubitak.gov.tr

² Akdeniz Üniv., Fen-Ede. Fak. Fizik Böl., Antalya.

³ Kazan Devlet Üniversitesi ve Tataristan Bilimsel Akademisi

e-posta: Ilfan.Bikmaev@ksu.ru

⁴ Ankara Üniv., Fen Fak. Astr. Ve Uzay Bil. Böl. 06100, Tandoğan, Ankara

e-posta: birol@astrol.science.ankara.edu.tr

TFOSC'un temel parçaları ve özellikleri şöyledir:

- Odak indirgeme oranı: 0.68
- Görüş alanı (yay dakikası): ~14x14
- Dalgaboyu aralığı: 330 nm – 1200 nm
- Tayfsal çözünürlük: $R \sim 200- 5000$ (normal ve eşel)
- Mevcut yarıklar: 39, 44, 54, 67, 100 ve 134 mikron (açısanıyesi karşılıkları)
- Kalibrasyon Lambaları: Fe-Ar, Neon, He
- Düz alan lambası (halojen)

(Alet hakkında ve TFOSC CCD kamerası hakkında daha ayrıntılı bilgi TUG web sayfasında vardır [2])

Açıklık tekerleği, süzgeç tekerleği, grism tekerleği ve dönel kapak. Bu tekerleklerin her birinin 8 yuvası vardır. Süzgeç tekerleğine çapı 60 mm'ye kadar olan süzgeçler yerleştirilebilmektedir.

2.1 Seçilen Optik Ağlar

Bu çizelge TFOSC serisine ait “standart” listeden alınan özelliklerdir. TFOSC için üretilen optik ağların daha kesin dalga boyu aralıkları ve yayılma (dispersiyon) değerleri daha sonra verilecektir.

Tablo 1. TFOSC grismlerinin optik özellikleri

Grism	Order	Yayılma Sayısı	Çözünürlük	Dalgaboyu Aralığı	Delta Lamda	Bölge
7	1	107	1331	4300-6250	4.1	Görsel
8	1	88	2189	6200-7850	3.0	kırmızı
9	6-18	25	5099	3350-9400	1.2	Eşel
10	1	456	228	3300-9400	17.0	Mavi, çapraz y.
11	1	341	392	4000-7600	13.0	Görsel, çapraz y.
12	1	913	205	5300-10200	37.0	Kırmızı, çapraz y.
14	2	94	1337	3270-6120	5.4	Mavi
15	2	211	749	3230-9120	12.0	Mavi-görsel, Ç.Y.
17	2	93	2659	6500-12000		Kırmızı

2.2 Yarıklar (slits)

TFOSC'ta 6 uzun yarık var. Kısa yarıklar şimdilik yok. Ama eşel için pinhole (50 mikron) veya 1.74" genişliğindeki yarık da kullanılabilir. Uygun kısa yarık ile eşel tayflarında yansıma göstermeyen basamaklar (order) alınmalıdır.

Tablo 2. TFOSC'da kullanılan yarıkların genişliği

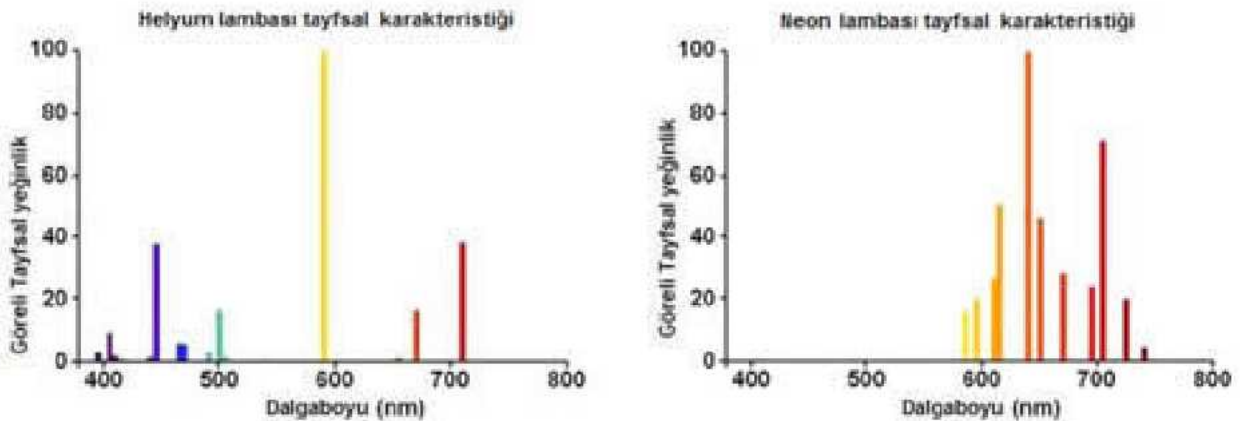
Sıra	Mikron	Yarık genişliği	F7.7	Piksel	
1	39	1.01	0.69	1.8	Işık kaybı
2	44	1.14	0.78	2	Işık kaybı
3	54	1.40	0.96	2.5	Işık kaybı
4	67	1.74	1.19	3	En iyi görüşte
5	100	2.60	1.78	4.5	İyi görüşte
6	134	3.48	2.38	6	Kötü görüşte

2.3 Tayf Lambaları

TFOSC ile aldığımız tayfların dalgaboyu kalibrasyonu için kullanılacak lamba özellikleri.

Tablo 3. Kalibrasyon ve düzalan lambaları

Lamba	Üretici	Tanım	Akım	
Halojen	OSRAM	Taç Yıldızı-64415	12V 10 W	Düz alan için
He	OSRAM	He/10	60V 55 W	Dalgaboyu kalib.
Ne	OSRAM	Ne/10	30 V 30 W	Dalgaboyu kalib.
Fe-Ar	PHOTRON	P826		Dalgaboyu kalib.



Şekil 1. Helyum ve Neon lambaları tayf çizgileri (AFOSC'tan).

3. TFOSC ile Alman Tayfların Tanımlanması

3.1 Başlık Bilgisi (Header)

TFOSC ile alınan görüntüleri yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya doğru okutabilme seçenekleri vardır. Fakat CCD'in konumu nedeniyle okunan görüntülerde DS9 ile görülen, üst taraf doğu yönünü, sol tarafta kuzey yönünü göstermektedir. Başlık bilgilerindeki NAXIS3 satırındaki üçüncü boyut bilgisi bazı programlar (MaxIm DL, DECH gibi) tarafından görüntülenemez. Bunun için IRAF paketlerinden **rfit** (veri okuma paketi) kullanılarak görüntüleri IRAF'ın anlayacağı şekle dönüştürülmelidir. Bu işlem ile TFOSC'dan aldığımız sıkıştırılmış ve uzantısı olmayan görüntüler, IRAF'ın anlayacağı biçime çevrilir. Bu işlemi IDL ve benzeri programlar ile de yapabiliriz. NAXIS3 üçüncü boyutu tanımlanmaktadır. Bu dönemdeki çalışmalarımızda üçüncü. boyutu kullanmadığımız için bu satırı şimdilik kaldırabiliriz (aşağıda kırmızı ile belirtilen satır).

```
SIMPLE =          T / FITS STANDARD
BITPIX =          16 / FITS BITS/PIXEL
NAXIS  =          2 / NUMBER OF AXES
NAXIS1 =          2080 / X AXIS
NAXIS2 =          2048 / Y AXIS
NAXIS3 =          1 / Z AXIS
```

TFOSC ile aldığımız tayflar 90 derece açı ile dönmüş görüntüleniyor. Bunun nedeni CCD'nin yönünden kaynaklanmaktadır. Bunların IRAF ta anlamlı okutabilmek için **rotate** paketini kullanılarak döndürmek gerekir. Döndürmek yerine sütun veya satır okutmak tercih edilebilir.

Başlık bilgilerinde; teleskobun sağaçıklığı, dikaçıklığı, azimut, yükseklik, yıldız zamanı, genel zaman dilimi, Juilen zamanı, sıcaklık, basınç, nem, rüzgar yönü, rüzgar şiddeti, yoğunlaşma sıcaklığı, proje numarası, proje yürütücüsü ve gece gözlemsici bilgileri bulunmaktadır. Teleskop bilgileri RTT150'nin veri depolama (193.40.96.58 IP'li, XP işletim sistemli) bilgisayarından alınmaktadır. Meteoroloji bilgileri TUG-Meteo (193.140.96.60 IP'li, Linux işletim sistemli sunucu) istasyonundan alınmaktadır.

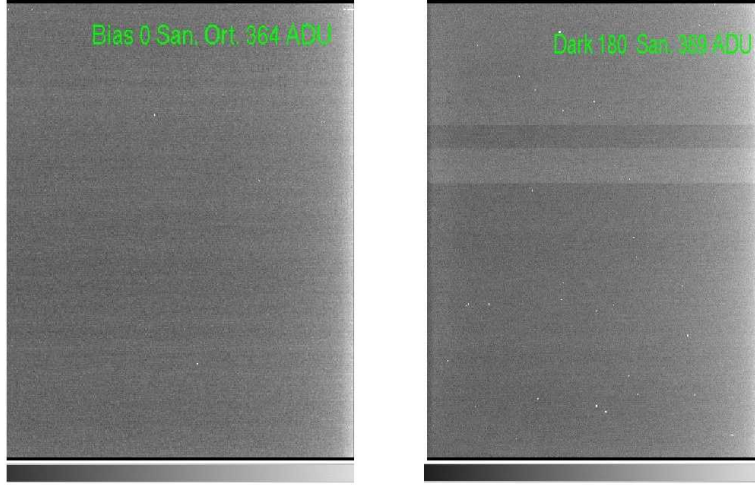
Aşağıdaki liste örnek başlığın bir bölümüdür.

```
RA          = '17:50:39.53'      / Right Ascention taken from database
DEC         = '-6:41:13.00'      /
AZIMUTH     = '43.5053411254827'
ZENITH      = '53.9417666867477'
ST          = '20:06:58.65'      /
UT          = '74460.796875'
JD          = '2453960.36181867'
TEMPERAT    = '15.6000003814697' / Meteo values taken from TUG Meteo
HUMIDITY    = '7.90000009536743
PRESSURE    = '753.099975585938'
WINDDIR     = '68'
WINDSPED    = '0.899999976158142'
DEWPOINT    = '-16.7999992370605'
PID         = '229'
PI          = 'Z.Aslan'
OBSERVER    = 'M.Parmaksızođlu, Z.Aslan'
```

TUG Bilgi işlem sorumlusu İsmail Başlar tarafından oluşturulan yeni başlık sistemi ile Temmuz 2006 tarihinden sonra gözlem verileri veritabanına kaydedilmesine başlanmıştır. Veritabanında, proje sahibi, tarih vb. bilgilere göre sorgulama yapılabilecektir.

3.2 Kara Akım ve Bias Bilgileri

TFOSC CCD'si sıvı azot ile -100 dereceye kadar soğutulup vakum yapıldığı için bir saatten daha az poz sürelerinde kara akım kararlı kalmaktadır. Sıfır saniyede alınmış bias değerleri ile altmış dakikanın altındaki kara akım değerleri okuma gürültüsü düzeyindedir. Bir saatin altındaki tayflarda ve görüntülerde kara akım düzeltmesi yapılmasına gerek yoktur.



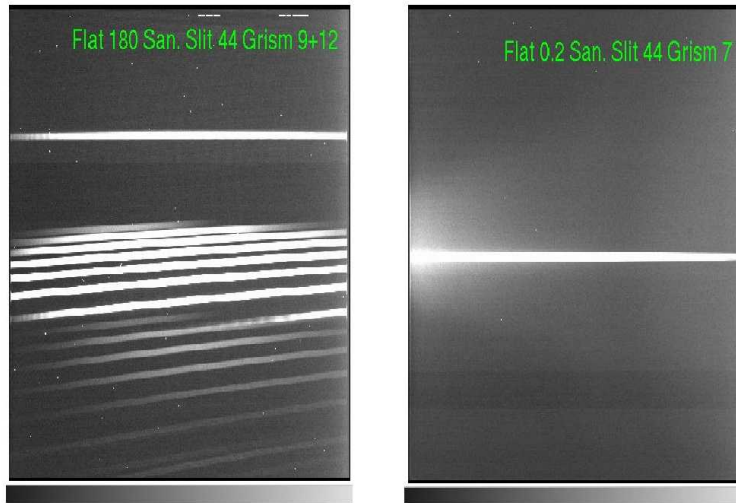
Şekil 2. Bias görüntüsü (sol) ve kara akım görüntüsü (sağ).

TFOSC CCD'sinin bias bölümü ve kesilen bölümün piksel aralıkları tanımlaması aşağıdaki gibi yapılmıştır.

biassec= [1:14,1:2021] Overscan strip image section

trimsec= [15:2048,1:2021] Trim data section

3.3 Düz Alan(Flat) Bilgileri

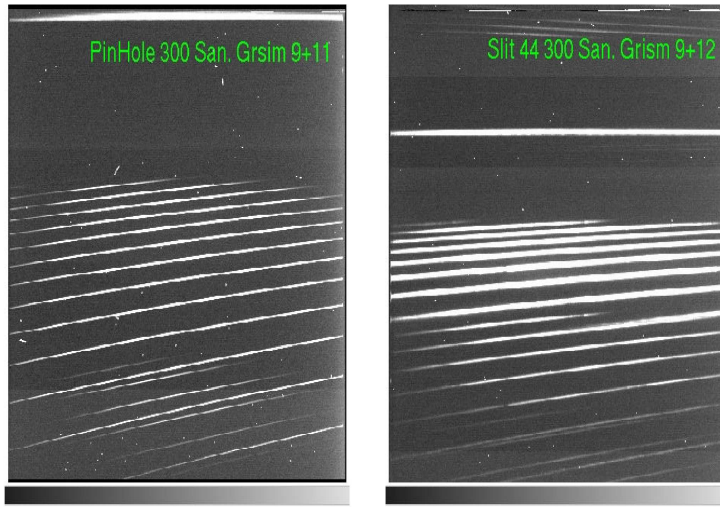


Şekil 3. Eşel düzalan görüntüsü (sol) ve Uzun Yarık Halojen lamba düzalanı (sağ)

Şekil 3'te solda eşel tayflar için kullanılacak halojen lamba düz alanı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda yarık 44 ile alınan eşel görüntülerinde yansımalar görüldü. Uygun kısa yarık denemeleri için PinHole ve 67 mikronluk yarıklar ile çalışıldı.

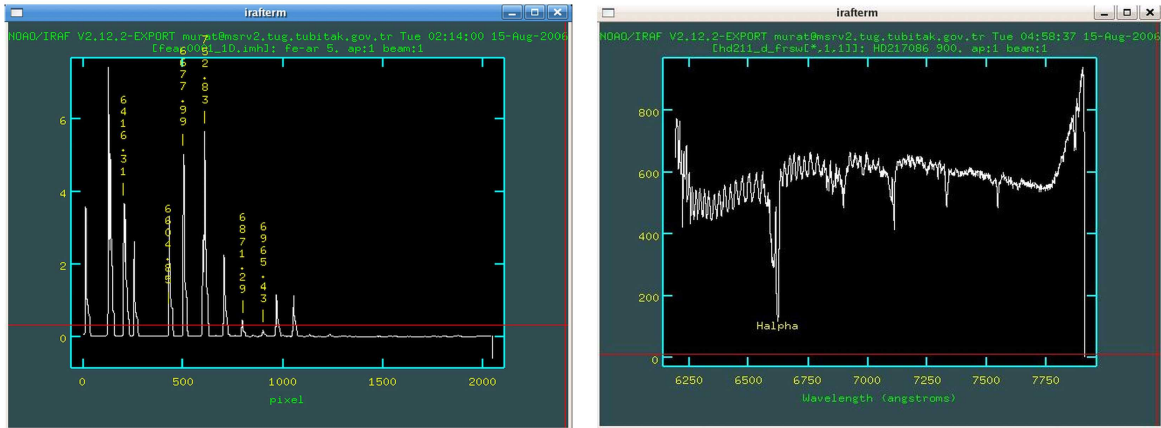
3.4 TFOSC ile Alınan Tayfların Analizi ve Atlasları

Ön indirgeme işlemleri yapıldıktan sonra oned.twodspec.apextract paketinin altında apscatter: (saçılan ışığın çıkartılması) işlemi yapılır. Dalgaboyu tanımlaması ve lamba kalibrasyonu işlemleri için her basamakta (order) en az 4-5 tane çizgi tanımlamak gerekir. AFOSC'da kullanılan benzer lambaların atlasları kullanılarak bizim dalgaboyu kalibrasyon atlasımız çıkarıldı.(<http://www.tug.tubitak.gov.tr/atlaslar>) IRAF'ın altındaki paketlerde yapılan tanımlama sorgulatıldı.



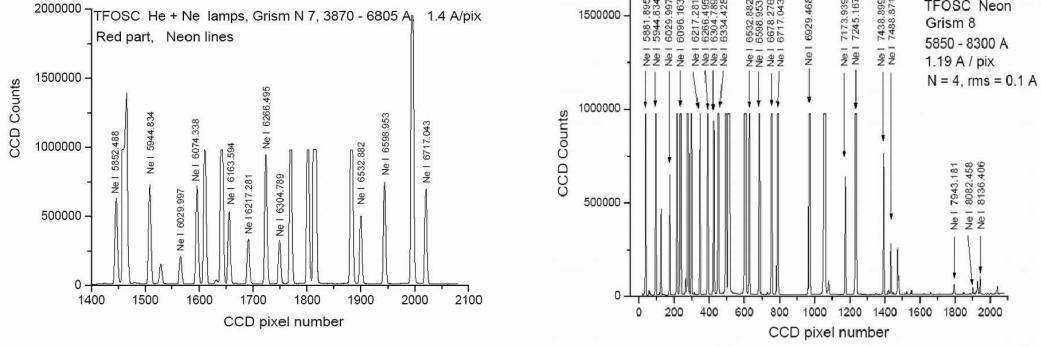
Şekil 4. PinHole-Eşel Tayfı (sol) ve yarık 44 ile Eşel Tayfı (sağ)

Şekil 5'teki görüntü 25 Temmuz 2006 gecesi, grism 9 + grism 11 ve Pin-Hole ile 300 saniyede alınmış BD 28 + 4211 tayf standardı yıldızın eşel tayfı görülmektedir. Şekil 6'da yarık 44 ile 300 saniyede grism 9+12 ile alınmış MY Del eşel tayfı görülmektedir.

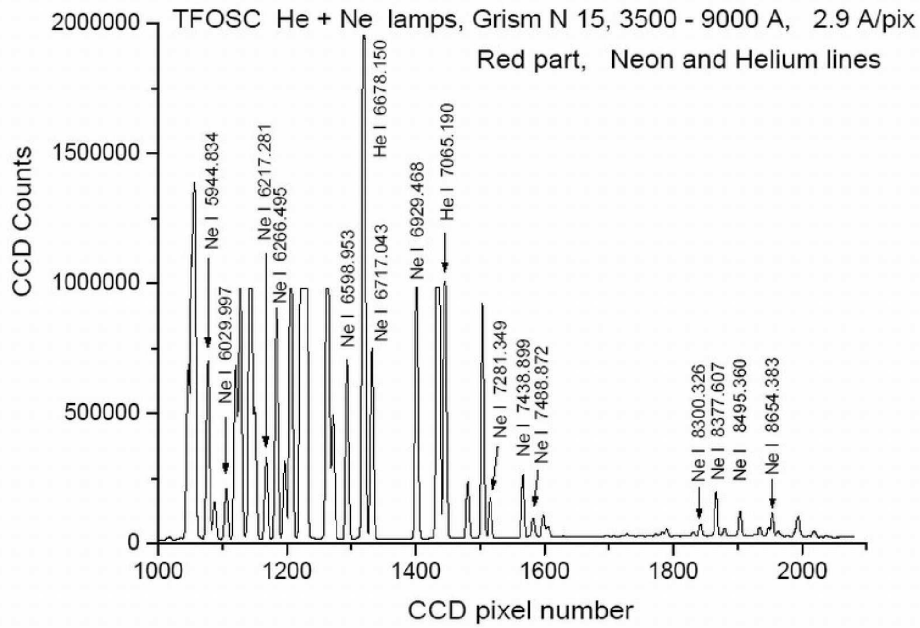


Şekil 5. Fe-Ar Lambasının Dalgaboyu tanımlanması (sol) ve 6563 Å 'da 10 Mart 2006 gecesi alınan Theta Crt yıldızının grism 8 ve yarık 39 (~0.7 yaysaniye) optik ağları kullanılarak 60 sn poz süreli görüntüsü (sağ). Kalibrasyon atlası oluşturmak için tayflarda pikselleri tanımlama kolaylığı sağlayacak H-alpha çizgisi belirtilmiştir. Yatay eksen Å cinsinden dalgaboyu ve düşey eksen sayım (ADU) değerleridir.

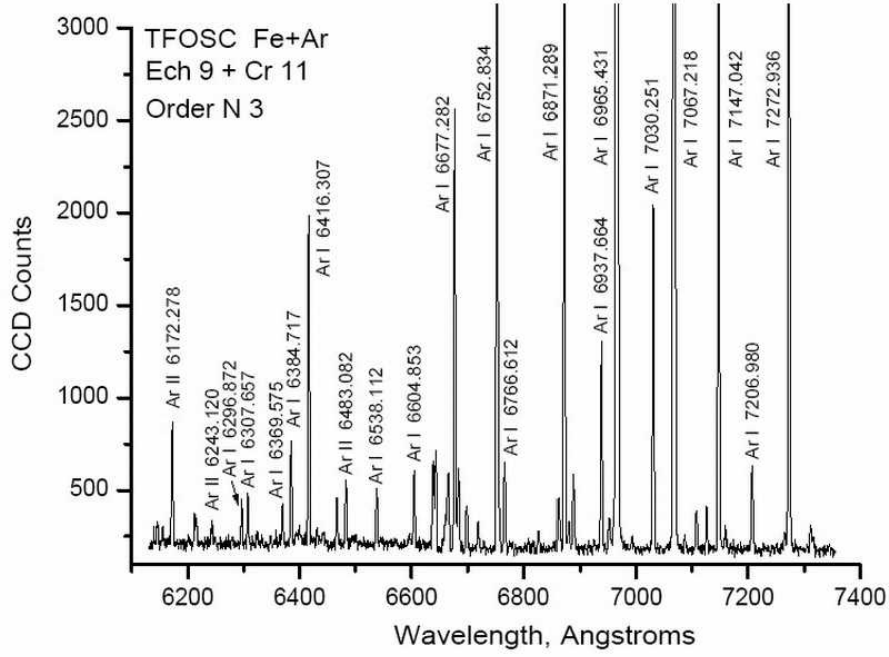
Şekil 5'te solda TFOSC ile Grism 8, yarık 100 (2.60 yaysaniyesi), 10 saniyelik alınmış lamba görüntüsünün dalgaboyu kalibrasyonu görülmektedir. Bu, 6200 ile 7850 Å dalgaboyu aralığında, 2189 çözünürlükte ve yayılma sayısı 88 olan kırmızı bölgedeki tayfları kalibre etmek için kullanılabilir. TFOSC ile aldığımız Fe-Ar lambasının kalibrasyon verileri ile AFOSC'un Fe-Ar dalgaboyu kalibrasyon atlası karşılaştırılarak [1,3] IRAF paketlerinden **noao.onedspec** altında **identify** ile çizgi tanısını yapıldı. Bu işlemlerden sonra TUG ait TFOSC ile Fe-Ar lambasının dalgaboyu kalibrasyon atlası oluşturuldu. Atlasa ait örnekler Şekil 6,7 ve 8'de verilmiştir.



Şekil 6. Grism 7 He-Ne lambası Ne çizgileri (sol) ve Grism 8 He-Ne lambası Ne çizgileri (sağ)



Şekil 7. Grism 15 ile He+Ne lambasında He ve Ne çizgileri



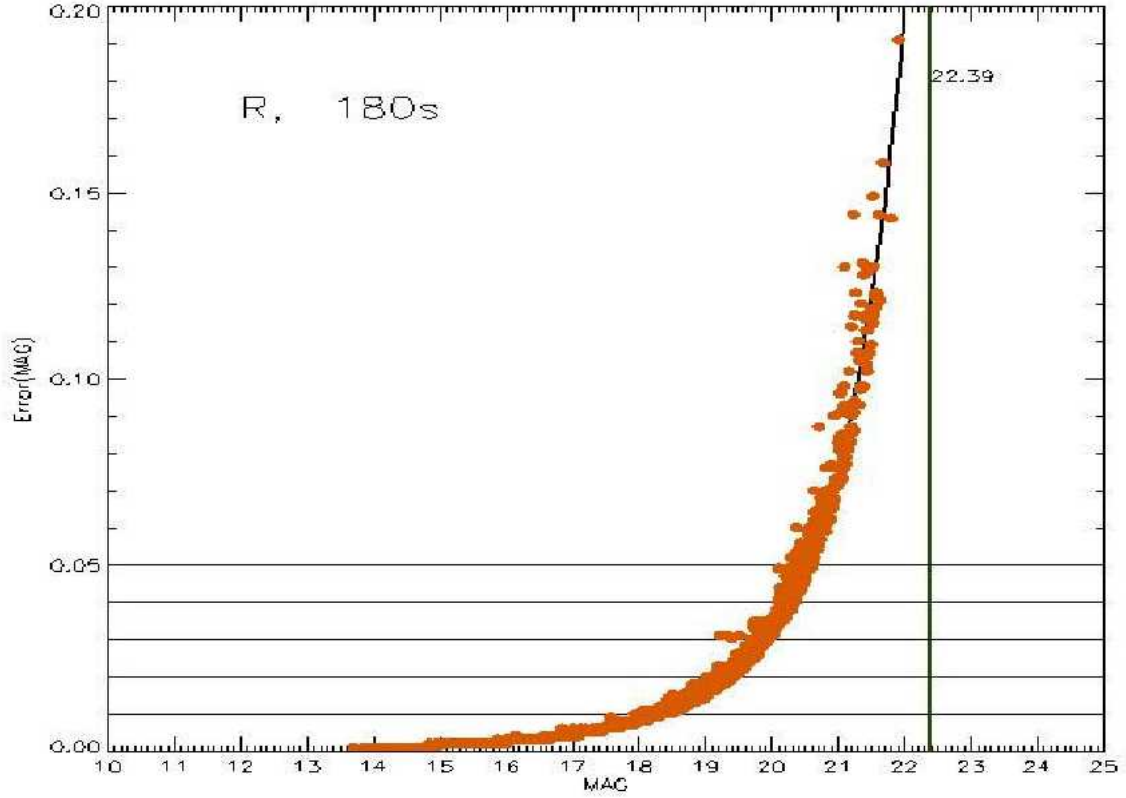
Şekil 8. Eşel (Grism 9 + çapraz dağıtıcı Grism11) ile Fe+Ar çizgileri.

4. Sinyal Gürültü Oranları

CCD ile alınan verileri içeren hemen her makalede, S/G oranının hesabında kullanılan bir çeşit denklem verilmektedir. Verilen S/G değerleri okuyucuya gerçekten gözlemlerin iyilik düzeyi hakkında bilgi vermektedir [4]. (S/G ~100 iyi, S/G ~3 kötü). Fakat yazarlar hesapların nasıl yapıldığını pek anlatmıyorlar! Tablo 4 de verdiğimiz S/G oranı IRAF ile hesaplanmıştır. İsmail Başlar ile TUG'un ana sayfasında ağ üzerinden S/N oranı sorgulatmayı planlıyoruz. Bu per tabanlı bir program ile yapılacaktır.

Tablo 4. Sinyal Gürültü oranları

DOSYA ADI	PARLAKLIK	POZ SÜRESİ (sn)	Yarık	Grism	Ort. Sinyal	Std. Hata	S/G
Dark		180			420.9	3.8	108
Bias		0			422.9	3.7	112
GK Cep	6.99(V)	300	44	9+10	413.2	3.7	111
HR7903	6.07(V)	300	44	9+10	414.5	3.5	116
Fe-Ar		30	44	9+10	411.8	3.6	112
Halojen		10	44	9+10	409.8	3.8	107
Mupsc	4.83	300	44	9+12	416.0	3.7	113
Mupsc	4.83	180	44	9+11	417.2	3.8	109
Fe-Ar		30	44	9+11	414.2	3.7	110
Fe-Ar		60	44	9+11	413.5	3.9	104
Fe-Ar		60	44	9+12	433.8	3.7	115
Flat		180	44	9+11	413.4	3.0	107
Flat		180	44	9+12	412.5	3.0	108
Thetra_Crt	4.70(V)	5	39	7	205.5	3.8	65
Thetra_Crt	4.70(V)	10	39	7	417.9	3.7	110
Thetra_Crt	4.70(V)	20	39	7	417.8	3.8	108
Thetra_Crt	4.70(V)	60	39	7	417.5	3.6	114
Thetra_Crt	4.70(V)	60	39	8	421.0	3.8	108
Thetra_Crt	4.70(V)	120	39	8	424.3	3.7	112



Şekil 9. R süzgecinde ölçü hatasının parlaklığa bağlılığı.

Irek Khamitov'un hazırladığı, 3 dakika poz süresinde R süzgecinde ölçülen parlaklık ile ölçü hatası arasındaki ilişki Şekil 9'da verilmiştir. Sınır parlaklık, astronomik görüş gibi gözlem koşullarına çok bağlıdır. Örnek olarak burada, I. Bikmaev [5] ve arkadaşlarının 17.2 kadirinden etkin çekirdekli bir gökadamada emisyon çizgileri gözlediklerini belirtmekte yarar görüyoruz.

Son olarak, RTT150'nin otomasyon planlarında yer alan otomatik takip mekanizması (Autoguider) Danimarka'da TFOSC'un yapıldığı enstitüde RUS ortaklarımız tarafından yaptırılıp Haziran 2006 döneminden itibaren TFOSC ile beraber kullanılmaya başlanmıştır. Yakında Andor CCD'nin de kullanılacağı şekilde teleskopta sürekli takılı hale getirilecek olan bu sistem, RTT150 teleskobunda şimdilik TFOSC ile uzun poz süreli gözlemlerin yapılmasına imkan vermektedir.

Dr. Tuncay Özışık'a yardımları için çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] *Introduction to Echelle Data Reduction Using the Image Reduction Analysis Spectrograph*. University of California Lick Observatory Technical Report No. 74 Christopher W. Churchill
- [2] www.tug.tubitak.gov.tr
- [3] *A User's Guide to Reduction Slit Spectra with IRAF*. Phil Massey, Frank Valdes, Jeannette Barnes
- [4] *Handbook of CCD Astronomy*. Steve B. Howell
- [5] New nearby AGNs from all sky surveys of INTEGRAL and RXTE observatories. *arXiv:astro-ph/0511405* v2 16 Nov 2005

