ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nadire BAHALI

DEFPOS KULLANILARAK ATMOSFERİK HİDROJEN ALFA IŞINIMININ İNCELENMESİ

FİZİK ANABİLİM DALI

ADANA, 2008

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEFPOS KULLANILARAK ATMOSFERİK HİDROJEN ALFA IŞINIMININ İNCELENMESİ

Nadire BAHALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZİK ANABİLİM DALI

Bu tez …./…./2008 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....….....… İmza..... İmza.....

Doç.Dr. H. Mustafa KANDIRMAZ Prof.Dr. Vedat PEŞTEMALCI Yrd.Doç.Dr. Muhittin ŞAHAN

DANIŞMAN ÜYE İKİNCİ DANIŞMAN

İmza.....….....… İmza.....

Yrd.Doç.Dr. Nuri EMRAHOĞLU Yrd.Doç.Dr. Faruk KARADAĞ

ÜYE ÜYE

Bu tez Enstitümüz Fizik Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr.Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Ç. Ü. Bilimsel Araştırma Proje Birimi Tarafından Desteklenmiştir. Proje No:FEF2006YL65

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Sevgili Aileme...

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEFPOS KULLANILARAK ATMOSFERİK HİDROJEN ALFA IŞINIMININ İNCELENMESİ

Nadire BAHALI

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI

Danışman: Doç.Dr. H. Mustafa KANDIRMAZ
Yıl :2008, Sayfa: 134
Jüri : Doç.Dr. H. Mustafa KANDIRMAZ
Prof.Dr. Vedat PEŞTEMALCI
Yrd. Doç.Dr. Muhittin ŞAHAN
Yrd. Doç.Dr. Nuri EMRAHOĞLU
Yrd. Doç.Dr. Faruk KARADAĞ

Dünya atmosferinden ve galaksimizin yıldızlararası ortamından gelen hidrojenin Balmer alfa (Hα: 6563 Å) çizigisini ölçmek için DEFPOS (Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spetrometer-Çift Etalonlu Fabry-Perot Optik Tayfölçeri) adı verilen 7.5 cm çaplı çift etalon bir Fabry-Perot tayfölçeri geliştirildi ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ne (TUG: Antalya /Bakırlıtepe) yerleştirildi. 2002-2004 tarihleri arasında başucu doğrultusunda 4.76°'lik görüş açısı 1200s poz sürelerinde toplam 448 Hα verisi alındı. Bu çalışmada, güneşin depressiyon açısına (SDA) ve gölgeleme yüksekliğine (SDWH) bağlı olarak değişen atmosferik Balmer α şiddetinin belirlemek için alınan tüm veriler analiz edildi ve daha sonra bu verilerden galaktik Hα ışınımların etkileri çıkartıldı. Gecelik ölçülen ortalama atmosferik Balmer α şiddeti için Hα şiddetinin genel olarak 1R ile 12 R arasında olduğu bulunmuştur. Bu ilk sonuçlar, atmosferik Balmer α ışınımı için yapılan önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Başucu doğrultusunda yapılan test çalışmalarının tamamlanmasından sonra, yaklaşık 4 açı dakikasına sahip HII bölgelerinden ve bazı gezegenimsi bölgelerden gelen zayıf optik yayınım çizgilerini ölçmek amacıyla, tayfölçerin optik dizaynı yeniden yapılmış ve 2007 tarihinde teleskopun coude çıkışına yerleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geocornal Hidrojen, Fabry-Perot Tayfölçeri, Teknikler ve Metodları

ABSTRACT

MSc. THESIS

INVESTIGATIONS OF GEOCORONAL HYDROGEN ALPHA EMISSION WITH DEFPOS

Nadire BAHALI

DEPARMANT OF PHYSICS
INSTITUTE OF NATURAL APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervısor: Doç.Dr. H. Mustafa KANDIRMAZ
Year :2008, **Pages:134**
Jury : Doç.Dr. H. Mustafa KANDIRMAZ
Prof.Dr. Vedat PEŞTEMALCI
Yrd. Doç.Dr. Muhittin ŞAHAN
Yrd. Doç.Dr. Nuri EMRAHOĞLU
Yrd. Doç.Dr. Faruk KARADAĞ

A 7.5 cm dual etalon Fabry-Perot spectrometer called DEFPOS (Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spectrometer) has been developed and located at TUBITAK National Observatory (TUG: Antalya/Bakırlıtepe) to observe faint optical emission lines from the earth's upper atmosphere and from interstellar medium in our Galaxy. Total 448 Hα data were taken on 21 nights with 4.76° field of view in zenith direction at 1200 s exposure times between 2002-2004. In this study, to determine geocoronal Balmer α intensity depending on solar depression angle (SDA) and shadow height (SDWH) , all data were analyzed and then galactic Hα lines were removed from each individual data. For the averaged geocoronal Balmer α intensities measured in nighttime, we found that the intensity was generally greater than 1 R and less than 12R. These first results show that there is agreement with the theory and measurements made by other groups regarding the geocoronal Balmer α.

After completed test observations through the zenith direction the spectrometer has been newly redesigned for coude observations in 2007 and then set up at the coude exit of the telescope to detect and study the faint optical emission lines from selected HII regions and planetary nebulae with small angular size near 4 arcmin FOV.

Key Words: The Geocoronal Hyrogen, Fabry-Perot Spectrometer, Techniques and Methods

TEŞEKKÜR

Öncelikle, bu tezin yönetiminde ve oluşumunda aynı zamanda çalışmalarım sırasında karşılaştığım sorunların çözümünde her türlü desteğini esirgemeyen, çalışma yapmak için bütün olanakları sağlayan hocam Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin son dönemlerinde benden yardımlarını esirgemeyen birinci danışmanım Sayın Doç. Dr. H. Mustafa KANDIRMAZ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarımın her aşamasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ikinci danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Muhittin ŞAHAN'a teşekkür ediyorum.

Bu zor ve stresli günlerimde beni sonuna kadar destekliyen ve elinden geldiği kadar yardımcı olmaya çalışan sevgili arkadaşım Nazım AKSAKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Böyle yoğun bir çalışma sürecinde beni sonuna kadar maddi manevi olarak destekleyen ve her türlü fedakârlığı gösteren annem Sabahat BAHALI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ..... I
ABSTRACT..... II
TEŞEKKÜR..... III
İÇİNDEKİLER..... IV
ŞEKİLLER DİZİNİ..... VI
TABLOLAR DİZİNİ..... X
1.GİRİŞ..... 1
1.1. Atomik Hidrojen ve Hidrojenin Balmer α Çizgisi..... 3
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.. 12
3.MATERYAL METOD…... 26
3.1.Materyal..... 26
3.1.1. Fabry–Perot Tayfölçerleri..... 26
3.1.2. ϕ Bileşeni……..... 31
3.1.3. Fabry-Perot Tayfölçerinin Özellikleri 33
3.1.3.1. Serbest Tayf Genişliği……..... 33
3.1.3.2. Saçak Genişliği (Full Width at Half Maximum-FWHM)……... 34
3.1.3.3. Yansıtıcı Yüzeylerin Yansıma İnceliği (Finesse-F)…… 36
3.1.3.4. Teorik (Kuramsal) Ayırma Gücü…… 38
3.1.4. DEFPOS Tayfölçeri…….. 38
3.2.Metod..... 42
3.2.1. Halka Toplama Tekniği..... 42
3.2.2. CCD/Fabry-Perot Görüntü İşleme ve Tayf Analiz Yöntemleri..... 47
3.2.2.1. Görüntü İşleme ve Tayf Analiz Yöntemleri..... 50
3.2.2.2. Hidrojen Alfa Lamba Görüntüsü Kullanılarak CCD Merkezinin Saptanması……..... 50
3.2.2.3. Kozmik Işınların Kaynaklanan Bozuk Piksellerin Çıkarılması..... 54
3.2.2.4. Düz Alan Görüntüsü (Flat Field)..... 57
3.2.2.5. Karanlık Alan Görüntüsü……..... 59

3.2.2.6. Galaktik ve Düz Alan Görüntülerinden Karanlık Alan Görüntülerinin Çıkarılması…….. 61
3.2.2.7. Düz Alan Görüntüsünün Normalize Edilmesi……..... 63
3.2.2.8. Galaktik Hα Görüntülerinin Normalize edilmesi..... 64
3.2.2.9. Yansıyan Halkaların Çıkarılması..... 66
3.2.2.10. Tayfların Düzeltilmesi, Tayflara Gauss Eğrilerinin Geçirilerek Atmosferik ve Galaktik Yapıların Hızlarının Belirlenmesi…….. 69
3.2.2.11. Galaktik Verilerin Çıkarılması……..…… 74
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.. 78
5. SONUÇLARVE ÖNERİLER.... 91
KAYNAKLAR..... 94
ÖZGEÇMİŞ..... 98
EKLER..... 99

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Hidrojen atomunun enerji düzey diyagramı…..……..……... 6

Şekil 1.2. Atomik hidrojenin yedi izinli Balmer α geçiş diyagramı: kesiksiz çizgiler ile gösterilen çizgi Lyman β uyarılması sonucu oluşan izinli Balmer α geçişleridir.diğer beş çizgi ise diğer Balmer α çizgilerini göstermektedir (Mierkiewicz, 2002)…….. 8

Şekil 1.3. Işınım çizgileri ile orantılı olarak tahmin edilen yayılmış g faktörlerinin yedi Balmer α kaskat ince yapı ışınımları. Tayfsal ayrılmalar $3^2P_{1/2} \rightarrow 2^2S_{1/2}$ geçişine göre hesaplanmıştır (Mierkiewicz, 2002)…….. 10

Şekil 3.1. Fabry Perot etalonlar arasında oluşan çoklu yansımalar…..... 26

Şekil 3.2 Fabry-Perot etalonları üzerine A_0 genliği ile gelen ışınımların etalonlar arasından yansıması ve geçmesi…… 27

Şekil 3.3. İki Fabry-Perot etalon yüzeyinden yansıyan ışınların optik yok farkı (Mierkiewicz, 2002)……..... 32

Şekil 3.4. Airy fonksiyonunun serbest tayf genişliği (FSR) ve saçak genişliği (FWHM)…….. 34

Şekil 3.5. Fabry-Perot etalonun yansıtıcılık katsayısı arttıkça geçen tayflar dar ve daha belirgin olur…….. 37

Şekil 3.6. Fabry-Perot yansıtıcı yüzeyinin F katsayısı a=1, b=10, c=100…….. 37

Şekil 3.7. DEFPOS tayfölçerinin ölçeksiz optik diyagramı ($\lambda_\theta = \lambda_0 \cos\theta_t$)(Şahan ve ark., 2007)……..……..... 40

Şekil 3.8. Tek renkli homojen bir ışık kaynağı ile aydınlatılan Fabry-Perot etalonlarında oluşan iç içe geçmiş aynı merkezli 13 girişim deseni…….. 42

Şekil 3.9. Halka toplama tekniğindeki CCD üzerindeki 1. ve N. Fabry-Perot halkaları, P bir boyuttaki pikselin sayısı, s her bir

pikselin genişliği……..…….. 45
Şekil 3.10. CCD halka toplama tekniğine uygulanan N tane iç içe geçmiş ardışık çözünürlük elementine sahip Fabry-Perot dağılım ilişkisinin r yarıçapına bağımlılığının grafiksel gösterimi……..……..... 46
Şekil 3.11. Veri indirgeme işleminde izlenen yöntemlerin akış diyagramı ……..... 49
Şekil 3.12. CCD kamerası ile 5 s poz süresinde alınan Hα lamba görüntüsü ……..... 51
Şekil 3.13. Ds9 programı kullanılarak 03.12.2004 tarihinde alınan Hα lamba verisinin koordinatlarının bulunması…….. 52
Şekil 3.14. Ds9 programı kullanılarak 03.12.2004 tarihinde alınan Hα lamba verisinin koordinat merkezlerinin gösterimi…….. 53
Şekil 3.15. Şekil 3.12'deki CCD görüntüsünden elde edilen tayf 54
Şekil 3.16. 30 Temmuz 2003 tarihinde saat 00:03'de 1200 s poz süresine alınan Hα görüntüsü……..... 55
Şekil 3.17. Şekil 3.16'daki CCD görüntüsünden bozuk piksellerin çıkarılmış görüntüsü……..... 56
Şekil 3.18. Şekil 3.17'deki CCD görüntüsüne halka toplama tekniği uygulanması sonucu elde edilen tayf…..... 57
Şekil 3.19. 04 Aralık 2004 tarihinde 90 s poz süresinde alınan düz alan görüntüsü ……..... 58
Şekil 3.20. Şekil 3.19'daki düz alan görüntüsüne halka toplama tekniği uygulanmasıyla elde edilen tayf……..…….. 59
Şekil 3.21. 3 Aralık 2004 tarihinde yerel saat ile 19:47'de alınan karanlık alan görüntüsü……..…...……. 60
Şekil 3.22. Şekil 3.21'deki karanlık alan görüntüsüne halka toplama tekniği uygulanmasıyla elde edilen tayf ……..…….. 61
Şekil 3.23. Galaktik Hα görüntüsünden karanlık alan görüntüsü çıkarıldıktan sonra elde edilen tayf ……..... 62

Şekil 3.24. Düz alan görüntüsünden karanlık alan çıkarıldıktan sonra elde edilen tayf 64
Şekil 3.25. 1200 s poz süresinde alınan Hα verisinin normalize görüntüsü ……..... 65
Şekil 3.26. Şekil 3.25'deki normalize edilmiş Hα görüntüsünden elde edilen tayf …….... 66
Şekil 3.27. Normalize edilmiş olan Hα verisinden yansıyan halkaların çıkarılması ile elde edilen görüntü……. 68
Şekil 3.28. Yansıyan halkalar çıkarıldıktan sonra elde edilen tayf…….. 69
Şekil 3.29. Şekil 3.28'te elde edilen tayfın eğimi düzeltilmiş görüntüsü…….....……..... 71
Şekil 3.30. DEFPOS ile başucu doğrultusunda 27.09.2003 tarihinde ve 00:03'de alınmış galaktik ve atmosferik Hα tayfı..... 74
Şekil 3.31. Şekil 3.30'daki galaktik ve atmosferik yapıların birleşimi olan yapıdan galaktik veriler çıkarıldıktan sonra elde edilen atmosferik Hα tayfı……..... 76
Şekil 4.1. 27.09.2003 tarihinde saat 17:14'de elde edilen CCD görüntüsü…… 82
Şekil 4.2. Şekil 4.1'deki CCD görüntüsünden elde edilen galaktik ve atmosferik Balmer α tayfları……... 83
Şekil 4.3. Şekil 4.1'deki CCD görüntüsünden elde edilen atmosferik Balmer α tayfı…… 84
Şekil 4.4. 30 Temmuz 2003 tarihinde SDWH ve SDA değerlerinin zamanla değişimi…… 86
Şekil 4.5. 30 Temmuz 2003 tarihinde alınan 19 Hα ışınımlarından çıkarılan atmosferik Hα ışınımlarının parlaklık değerlerinin zamanla değişim grafiği…… 86
Şekil 4.6. 19 Kasım 2003 tarihinde SDWH ve SDA değerlerinin zamanla değişimi…… 88
Şekil 4.7. 19 Kasım 2003 tarihinde alınan 26 Hα ışınımlarından çıkarılan atmosferik Hα ışınımlarının parlaklık değerlerinin

zamanla değişim grafiği…… 88

Şekil 4.8. 2003-2004 yılları arasında alınan 20 günlük atmosferik Hα ışınımlarının parlaklık değerlerinin SDA'nın bir fonksiyonu olarak değişim grafiği……. 90

TABLOLAR DİZİNİ **SAYFA**

Tablo 1.1. Hidrojen atomunun enerji düzey diyagramı…….. 5

Tablo 1.2. Balmer α yayınım bileşenleri.[c]hız aralığı 4. bileşen referans alınarak yapılmıştır. [a]boşluktaki dalga sayısı,[b]Balmer α μ=1.0002762 olduğu yerlerde $\lambda_{air}=\lambda_{vac}/\mu$ ……...…….. 9

Tablo 4.1. DEFPOS ile başucu doğrultusunda 25.06.2003-06.12.2004 tarihleri arasında alınan Hα verileri ve analizleri tamamlanan veri sayıları…… 80

Tablo 4.2. 30 Temmuz 2003 tarihinde DEFPOS kullanılarak başucu doğrultusunda 1200 s'lik poz süresinde alınan Hα ışınımlarından galaktik Hα ışınımları çıkarıldıktan sonra elde edilen atmosferik Hα ışınımların parlaklık, SDA ve SDWH değişimi……. 85

1.GİRİŞ

Geocorona olarak da adlandırılan eksozfer, dünya atmosferinin en üst tabakasını oluşturmakta ve içerisindeki gaz non-Maxwellian hızlarla nitelendirilmektedir. Ekzosfer, yaklaşık olarak exobase denilen atmosfer tabakasından (500 km) başlayarak dünya atmosferinin gezegenlerarası boşluğuna (80.000 km) kadar genişlemektedir. Atmosferik bölgeler arasındaki oluşum süreçlerinin anlaşılmasını sağladığı için, özellikle atmosferdeki değişim sorunları dikkate alındığında, bu bölgenin iyi bilinmesi son derece önemlidir. Örneğin; metan ve karbondioksit gibi sera etkisi gösteren gaz miktarı arttığı zaman, gaz sıcaklığında bir artışın olması ve en üst atmosferdeki kimyasal bileşenlerde bir değişimin meydana gelmesi beklenmektedir (Roble ve Dicinson, 1989; Nossal, 1994). Hidrojen döngüsü açısından, bu modeller, alt atmosferdeki metan gazındaki artışların orta atmosferdeki su buharlarında belirli artışlara neden olacağını ve en sonunda da eksozferdeki hidrojenin miktarında belirli artışların olacağı tahmin etmektedirler (Nossal, 1994).

Ekzosferin alt kısımlarındaki ana bileşen olarak başlıca O, He, N_2, H ve O_2 gibi gazlar bulunmaktadır. En hafif gaz olan hidrojen en fazla üst atmosferde bulunmaktadır. Exobasede, gaz bileşenlerinin yoğunluğu 2.2×10^{7} cm^{-3} iken dünyanın yüzeyine yakın kısımlarda bu yoğunluk 2.5×10^{19} cm^{-3} olmaktadır. Nötral hidrojenin exobase yoğunluğu yaklaşık olarak 8.0×10^{4} cm^{-3} 'dir ve 1000 km'lik yükseklikte yoğunluk 5.0×10^{4} cm^{-3} 'e düşmektedir (Chamberlain ve Hunten, 1987).

Dünyanın üst atmosferinde (geocorona) yayılı durumdaki bir hidrojen tabakasının varlığı ve termal kaçışlar sonucu azalması on dokuzuncu yüzyılın ortalarında, o zamanlar hidrojenin hemen hemen tamamı HII molekülü şeklinde olduğu düşünülmesine rağmen, tahmin edildi. Ciddi olarak geocoronal (atmosferik) çalışmalar modern çağ olarak adlandırılan 1955 yılında yoğun hidrojenin Lyman α (Lα:1216 Å) çizgisinin ölçümleri ile başladı. İlk zamanlarda bu emisyon kaynakların yersel ya da gezegenler arası olduğu hakkında önemli tartışmalar yapılıyordu, daha sonradan bunların güneş kaynaklı Lyman α fotonlarının atmosferdeki atomik hidrojenlere çarparak saçılması sonucunda oluştuğu anlaşıldı (Tinsley, 1974). Lyman

α yayınım çizgilerinin keşfi gibi, yaklaşık aynı zamanda Zvenigorod'ta yapılan gece gökyüzü yerel gözlemlerinde hidrojenin Balmer α (Hα: 6563 Å) yayınım çizgileride bulunmuştur. Balmer α "nightglow" güneşten gelen Lyman β'nın (Lβ:1026 Å) atmosferdeki hidrojenden saçılmasının bir sonucudur (Mierkiwicz, 2002).

Lyman-α dan daha sönük olan hidrojenin Balmer alfa (Hα:6563 Å) çizgisinin ölçümleri yer gözlemleri ile yapılmaktadır. Geocoronal Balmer α iki ince yapı bileşenini kapsamaktadır ve güneşten gelen Lyman beta fotonlarının atomik hidrojenden floresans saçılması sonucu oluşmaktadır. Dünya atmosferinin üst kısımlarında, güneşin aydınlattığı hidrojen atomları sürekli olarak güneşten gelen Lyman β fotonlarını soğurur. Soğurulan fotonların %88'i rezonans saçılması diye adlandırdığımız yöntemle hidrojen atomları tarafından yeniden ışıma yapılarak L_b olarak yayınırlar. %12'si ise Hα fotonları olarak hidrojen atomları tarafından ışıma yapılır. Rezonans ışıması (resonant fluorescence) olarak adlandırılır. Dünyanın gölgelenme yüksekliği artınca, ″èxospher″'in alt tabaklarına güneş ışınları ulaşmamakta bu da Lyman β rezonans saçılmasını azaltmaktadır (Nossal, 1994; Şahan, 2004). Hα ışınım çizgisi çok sönük bir ışık olduğundan dünya gölgelemesinin eksozferin farklı bölgelerini araştırmalarda kullanabilmek için Balmer α gözlemleri gece ve ayın olmadığı zamanlarda yapılmaktadır (Nossal, 1994).

Kış aylarında dünyanın gölgelenme açısı daha fazla olduğundan gece süresince ortalama ışıma şiddeti azalmaktadır. Yaz aylarında ise gölgelenme yüksekliği küçüldüğünden ışıma şiddeti artmaktadır. Dünya atmosferindeki Hα çizgisinin yarı genişliği ve yeri yaklaşık olarak sabittir. Fakat, dünyanın kendi çevresinde dönmesinden dolayı, bir yüzeye gelen atmosferik Hα çizgisinin şiddetinde bir değişim gözlenmektedir. Güneş ufuk düzleminin hemen altında olduğunda, ölçülen atmosferik Hα parlaklığı en yüksek değere sahip olur. Zaman geçtikçe dünya atmosferindeki gölgelenme nedeniyle atmosferik Hα çizgisinin şiddeti azalarak en düşük düzeye düşmekte ve daha sonra tekrar artmaya başlamakta ve güneş ufkun üzerine çıkmadan hemen önce maksimum olmaktadır (Shih ve ark., 1985; Şahan ve ark., 2007).

1.1. Atomik Hidrojen ve Hidrojenin Balmer α Çizgisi

Atomik hidrojenin tayfında bazı düzenli yapıların olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Atomik yapı ve atomik tayf arasındaki ana ilişki, atomlardaki kesikli enerji seviyelerinin var oluşuyla ortaya çıkar. Çekirdek etrafında belirli bir yörüngede dolanan elektron kararlı bir durumdadır. Bu yörüngede kaldığı süre içerisinde elektromanyetik ışıma yapamaz.Elektronun dolanabileceği yörüngeler açısal momentumun kuantize olduğu yörüngelerdir. Açısal momentum L, ancak h/2π sayısının tam katları olabilir. Burada h, Planck sabitidir ve değeri 6.626×10^{-34} J.s'dir.

$$L = n\frac{h}{2\pi} = n.\hbar = m_e vr \qquad (1.1)$$

Burada n=1, 2, 3,… tam sayı değerleri alır. Elektron ancak enerjisi E_i olan bir kararlı durumdan enerjisi E_s olan bir son durumuna geçiş yaptığında frekansı, $\nu\equiv\Delta E/h$ olan bir foton yayınlar veya soğurur.

$$E_i - E_s = h.n \qquad (1.2)$$

Eğer $E_i > E_s$ ise enerji ışıması olmuştur. $E_s > E_i$ ise atom enerji soğurmuştur denir.

Elektron ve proton arasındaki çekim kuvveti, Columb kuvveti olup merkezcil bir kuvvettir. Bu nedenle,

$$F_m = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(Ze)}{r^2}e = \frac{mv^2}{r} \qquad (1.3)$$

yazılabilir. 1.1 denkleminden r'yi çekersek

$$r = \frac{n\hbar}{mv} \qquad (1.4)$$

elde edilir. Bunu 1.3. denkleminde yerine koyarsak,

$$\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{n\hbar} = v \tag{1.5}$$

eşitliği elde edilir. Bunu 1.4 denklemine yerleştirirsek,

$$r = \frac{n^2 4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{Ze^2 m} \tag{1.6}$$

eşitliği elde edilir. 1.5 denklemi kinetik enerji denkleminde yerine yazarsak,

$$T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{Z^2e^4}{(4\pi\varepsilon_0)^2}\frac{m}{n^2\hbar^2} \tag{1.7}$$

bulunur. Potansiyel enerjisi ise

$$V = -\frac{(Ze)e}{4\pi\pi_0 r} = \frac{-Z^2e^4}{2(4\pi\varepsilon_0)^2}\frac{m}{n^2\hbar^2} = -2T \tag{1.8}$$

eşitliği ile verilir. 1.7 ve 1.8 eşiliğinden toplam enerji yazılırsa Z=1 için

$$E = T + V = \frac{Z^2e^4m}{2(4\pi\varepsilon_0)^2\hbar^2}\frac{1}{n^2} = -\frac{13.6}{n^2}\ eV \tag{1.9}$$

elde edilir. Eşitlik 1.9'da n=1'e karşılık gelen en düşük enerjili duruma taban durumu adı verilir. Eşitlik 1.9'u kullanarak iki enerji seviyesi arasındaki enerji farkı,

$$\Delta E_{is} = E_i - E_s = \frac{Z^2e^4m}{2(4\pi\varepsilon_0)^2\hbar^2}\left[\frac{1}{n_s^2} - \frac{1}{n_i^2}\right] \tag{1.10}$$

olarak bulunur. Eşitlik 1.2'den $E_i > E_s$ için yayınlanan ışınımın frekansı

$$v = \frac{E_i - E_s}{h} = \frac{Z^2e^4m4\pi^2}{2(4\pi\varepsilon_0)^2h^3}\left[\frac{1}{n_s^2} - \frac{1}{n_i^2}\right] \tag{1.11}$$

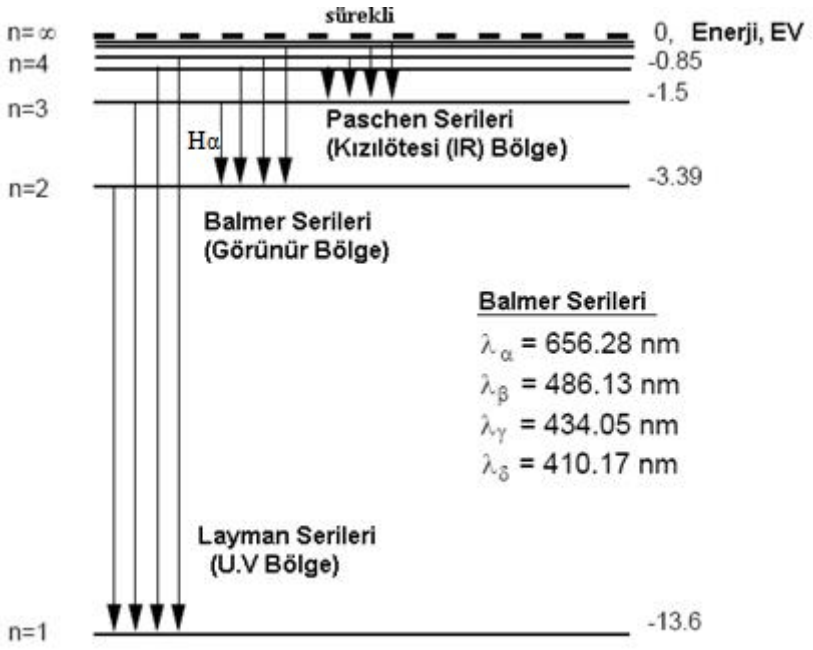
elde edilir. Bu denklemi spektorskopik verilerle karşılaştırmak için frekans yerine dalga sayısını ($\sigma=1/\lambda$, cm^{-1}) yazmak daha uygundur.

$$\frac{1}{\lambda}=\frac{\nu}{c}=\frac{Z^2me^4(2\pi)^2}{2(4\pi\varepsilon_0)^2h^3c}\left[\frac{1}{n_s^2}-\frac{1}{n_i^2}\right]=R\left[\frac{1}{n_s^2}-\frac{1}{n_i^2}\right] \qquad (1.12)$$

bulunur. Burada R, Rydberg sabiti adını alır. 1.12 denkleminde Z atom numarası, m elektron kütlesi, e elektron yükü, ε_0 ortamın geçirgenliği ve c ise ışık hızıdır. Hidrojen atomu (Z=1) için Rydberg sabitinin değeri $R_H=10968\ cm^{-1}=1.0968\times10^{+7}\ m^{-1}$'dir. Tayfsal çizgiler n_i tam sayı değerli çizgi setleri ile ifade edilen seriler ile sınıflandırılır. Atomik hidrojen tayfının değişik serileri Tablo 1.1'de ve bu geçişler Şekil 1.1 de verilmiştir.

Tablo 1.1. Hidrojen atomunun enerji düzey diyagramı

Serilerin İsimleri	Dalgaboyu Aralığı	Seri İfadeleri
Lyman	Mor ötesi (Ultraviolet)	$\frac{1}{\lambda}=\mathrm{R}\left[\frac{1}{1^2}-\frac{1}{\mathrm{n_j^2}}\right].\quad n\geq 2$
Balmer	Görünür ve Yakın UV	$\frac{1}{\lambda}=\mathrm{R}\left[\frac{1}{2^2}-\frac{1}{\mathrm{n_j^2}}\right].\quad n\geq 3$
Paschen	Kızılötesi (IR)	$\frac{1}{\lambda}=\mathrm{R}\left[\frac{1}{3^2}-\frac{1}{\mathrm{n_j^2}}\right].\quad n\geq 4$
Brackett	Kızılötesi	$\frac{1}{\lambda}=\mathrm{R}\left[\frac{1}{4^2}-\frac{1}{\mathrm{n_j^2}}\right].\quad n\geq 5$
Pfund	Kızılötesi	$\frac{1}{\lambda}=\mathrm{R}\left[\frac{1}{5^2}-\frac{1}{\mathrm{n_j^2}}\right].\quad n\geq 6$



Şekil 1.1. Hidrojen atomunun enerji düzey diyagramı

Bu serilerin birincisi 1885'te J. J. Balmer tarafından, hidrojen tayfının görünür bölümüne ilişkin çizgilerin düzeni vermek üzere elde edilmiştir. En uzun dalga boylu çizgisi nötr hidrojenin n=3→n=2 geçişinde oluşan hidrojen alfa (Hα) çizgisinin dalga boyu 6563 Å'dur. n=4→n=2 bir sonraki geçiş olan hidrojen beta (Hβ) çizgisinin dalga boyu 4863 Å'dur ve diğerleri de benzer şekilde adlandırılır. Dalgaboyu azaldıkça, ötesinde artık tek tek çizgilerin değil, fakat sönük bir sürekli bir tayfın bulunduğu 364.6 nm'deki seri limitine ulaşıncaya kadar, çizgiler birbirlerine yaklaşır ve şiddetleri azalır. Bu serideki dalgaboylarını veren Balmer bağıntısı şöyledir:

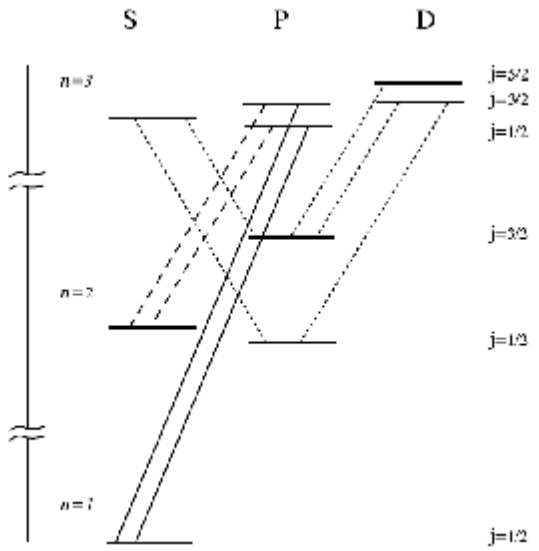
$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad \text{(n=3,4,5….)} \qquad (1.13)$$

Hidrojen Balmer α çizgisi Şekil 1.2'deki enerji seviye diyagramında gösterilen yedi ince yapı bileşeninden oluşmaktadır. Tablo 1.2'deki listede ise bu yedi geçişin, bileşenler arasındaki etkin doppler kayması ve boşluktaki dalga boyları verilmiştir (Nossal, 1998).

Dinamik kaymalar ile karşılaştırmak amacıyla, Tablo 1.2' de verilen hidrojenin ince yapıların her biri hız biriminde (Δv: kms^{-1}) verilmektedir. Her çizginin hız değeri;

$$\frac{\Delta v}{c} = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta s}{s} \qquad (1.14)$$

eşitliği kullanılarak ve 4. geçişteki ($3\ ^2P_{1/2} \rightarrow 2\ ^2S_{1/2}$) çizgi referans alınarak yapılmıştır. Örneğin, 1. geçişteki Δv hız değişimini bulmak için 1. geçiş ile 4. geçişteki dalga boyları arasındaki dalga boyu farkı $\Delta\lambda$=–0.062 Å olarak bulunur. Bu değişim hızı Δv=-2.824 km s^{-1} olarak bulunur. Benzer hesaplamalar yapıldığında, diğer 6 geçiş için Δv hız değerleri bulunur. n=3 durumundaki 3*S*, 3*P*, 3*D* durumlarının genel popülasyon oranları uyarılma oranlarına bağlıdır. Bununla birlikte, 3*S*, 3*P*, 3*D* durumlarından oluşan, çizgi şiddet oranları optik olarak ince olan atmosferdeki uyarılma durumu için, kuantum mekaniksel tahminler sağlamaktadır (Nossal, 2004; Şahan, 2004).



Şekil 1.2. Atomik hidrojenin yedi izinli Balmer α geçiş diyagramı: düz çizgiler ile ($P_{3/2}\rightarrow S_{1/2}$; $P_{1/2}\rightarrow S_{1/2}$) gösterilen çizgi Lyman β uyarılması sonucu oluşan izinli Balmer α geçişleridir. Diğer beş çizgi ise diğer Balmer α çizgilerini göstermektedir (Mierkiewicz, 2002)

Bir çizginin şiddeti,

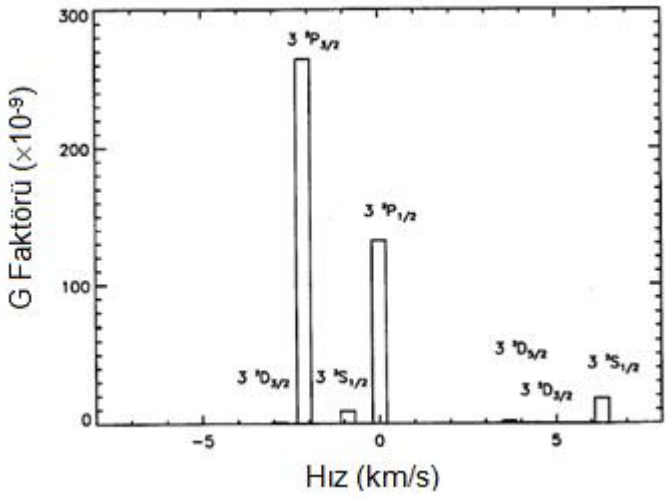
$$I = \mathbf{g}\frac{N}{4\pi} \qquad (1.2)$$

eşitliği ile belirlenmektedir. Burada N her bir çizgi için hidrojenin sütun yoğunluğu ve g görüş çizgisi boyunca her hidrojen atomu tarafından güneşin Lyman β fotonlarını soğurulmasına bağlı olarak saniyede oluşan Hα fotonlarının sayısıdır. Tablo 1.2'de yedi ince Balmer α çizgisi için ışınım g (s^{-1}) faktörleri verilmektedir. Atmosferik Balmer α'nın yedi ince yapı bileşenleri için g faktör hesaplamaları Meier (1995) tarafından Tousey ve ark.'nın (1962) bulduğu deney sonuçları kullanılarak hesaplanmıştır (Nossal ve ark., 1998). Tablo 1.2'de listelenen geçiş sayılarına karşılık gelen şiddet kuralları, şiddet oranlarına göre bulunur. Şiddet oranları ise g faktörü ile orantılı olduğundan, g faktörleri oranlanarak bulunur. Dolayısıyla, şiddet oranları; I_2:I_4=2:1 (P Durumuları), I_3:I_7=1:2 (S Durumları) ve I_1:I_5:I_6=5:9:1 (D Durumları) oranlarını vermektedir. Üst atmosferdeki (Geocoronal) atomik hidrojen durumunda ise, Balmer α çizgisi güneşin Lyman β çizgisi ile büyük ölçüde uyarılmaktadır (Şahan, 2004).

Tablo.1.2. Balmer α yayınım bileşenleri.[c]hız aralığı 4. bileşen referans alınarak yapılmıştır. [a]boşluktaki dalga sayısı,[b]Balmer α μ=1.0002762 olduğu yerlerde $\lambda_{air}=\lambda_{vac}/\mu$ (Nossal, 1994; Şahan, 2004; Mierkiewicz, 2002)

Bileşen	Geçiş	σ (cm^{-1})[a]	λ_{air}(Å)[b]	Δv(km/s)[c]	g Faktörü ($\times10^{-10}$)(s^{-1})
1	$3^2D_{3/2}\rightarrow2^2P_{1/2}$	15233.399279	6562.710	-2.824	0.934
2	$3^2P_{3/2}\rightarrow2^2S_{1/2}$	15233.364177	6562.725	-2.133	0.229
3	$3^2S_{1/2}\rightarrow2^2P_{1/2}$	15233.301551	6562.752	-0.90	9.00
4	$3^2P_{1/2}\rightarrow2^2S_{1/2}$	15233.255771	6562.772	0.0	0.115
5	$3^2D_{5/2}\rightarrow2^2P_{3/2}$	15233.06954	6562.852	3.665	1.68
6	$3^2D_{3/2}\rightarrow2^2P_{3/2}$	15233.033406	6562.868	4.376	0.186
7	$3^2S_{1/2}\rightarrow2^2P_{3/2}$	15232.935678	6562.910	6.299	18.00

Tablo 1.2'deki Balmer α çizgilerinin ışınım g faktörlerinin hıza bağlı olarak değişimi Şekil 1.3'de grafiksel olarak verilmiştir. Buradaki hızlar ince yapı ışınımları arasındaki ayrımlara eşdeğer olan Doppler kaymalarını temsil etmektedir. Şekil 1.3'te kaskat (çağlayan) oluşturan Balmer α ışınımı Meier'in hesaplamaları tahmininde büyüklük mertebesi olarak 3S geçişlerinin %6.3, 3D geçişlerinin %0.7 olduğu görülmektedir (Nossal ve ark., 1998).



Şekil 1.3. Işınım çizgileri ile orantılı olarak tahmin edilen yayılmış g faktörlerinin yedi Balmer α kaskat ince yapı ışınımları. Tayfsal ayrılmalar $3^2P_{1/2} \rightarrow 2^2S_{1/2}$ geçişine göre hesaplanmıştır

Balmer α gibi sönük ışınımları gözlemek için verimli çalışan Fabry-Perot girişim aygıtları kullanılmaktadır. Fabry-Perot girişim aygıtı kullanılarak yapılan tayfölçer ile ilk Hα gözlemleri Reynolds ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada gökadamızda birkaç bölge gözlenerek Hα parlaklığı ve kinematik özellikleri saptanmıştır (Reynolds ve ark., 1973;1974). Daha sonra bu çalışmalara devam edilmiştir.

Gece gökyüzündeki atmosferik Balmer α yayınımlarının ilk gözlemleri 1957 yılında Sovyetler birliğindeki Zvenigorod'ta yapılmaya başlanmıştır. Daha sonraları yüksek çözünürlükte Hα tayf profilerinin ilk gözlemleri 1971-1972 yılları arasında ve 1980 sonlarında Puerto Rico'daki Arecibo Gözlemevi'nde bulunan düşük duyarlılıklı Fabry-Perot tayfölçeri kullanılarak yapılmıştır. Atmosferik Balmer α yayınım çizgilerinin profil ölçümleri düzenli olarak 1970'ten beri Madison yakınlarındaki Wisconsin Üniversitesi Pine Bluff Gözlemevinde (PBO) (Madison,USA) yapılmaktadır. Wisconsin Ünivertitesi'nden Reynolds, Roesler ve Scherb liderliğinde bir grup araştırmacı tarafından Arizona'daki Kitt Peak Ulusal Gözlemevinde kurulan WHAM (Wisconsin Hydrogen Alpha Mapper) olarak isimlendirilen yeni bir proje geliştirmişlerdir. WHAM ile 1997 yılından itibaren yıldızlararası ortamdan 37000'nin üzerinde Hα tayfı alınmış ve ilk galaktik Hα haritası hazırlanmıştır. WHAM ilk olarak yıldızlararası ortamdan gelen astronomik ölçümleri yapmak için

kullanılmasına rağmen alınan her tayf atmosferik Hα tayfında içerdiğinden, sonraki zamanlarda atmosferi çalışmalar içinde zengin bir kaynak oluşturmuştur. Atmosferik Balmer α gözlemlerinin yapılmasına devam edilmektedir (Nossal ve diğ, 2001;2006, Mierkewicz ve diğ, 2006).

Benzer şekilde hidrojenin galaktik ve atmosferik Hα çizgilerini incelemek amacıyla, 2002 yılında Fabry-Perot girişim aygıtı kullanan bir tayfölçer yapılmıştır. TUBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) bulunan tayfölçer 7.5 cm çaplı, çift etalondan oluşmaktadır. DEFPOS (Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spectometer-Çift Etalonlu Fabry-Perot Optik Tayfölçeri) adını verdiğimiz tayfölçer, 150 cm çaplı teleskopun (RTT150) coude çıkışında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Fakat, teleskopun coude odası o zaman hazır olmadığından tayfölçer teleskop binasının üst katında bir odaya yerleştirilmiş ve başucu doğrultusunda 4.76° görüş alanıyla ve 1200 s poz süresi ile gökadadan ve dünya atmosferinden Hα gözlemleri yapmaya başlamıştır. Tayfölçer dünyanın yörüngesel hareketinden dolayı, gökyüzünde 1200 s poz süresinde 4.76°×9°'lik açısal alanı taramıştır (Şahan, 2004). Bu tez çalışmasında, 2002-2004 yılları arasında elde edilen veriler kullanılarak atmosferik Hα çizgisinin gecelik değişimi incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünya çevresindeki hidrojen Lyman α ışıma gözlemleri OGO–4 uzay gemisinden yapılmıştır. Güneşin zenith açısına bu yayınımların bağımlılığını gösterebilmek için 400–900 km yükseklikten veriler alınmıştır. Lyman α, atmosferik hidrojende güneşten gelen Lyman α fotonlarının ışımalı geçişleri kullanılarak açıklanmaya çalışılmıştır. Veriler seçilen hidrojen modelleri kullanılarak küresel ışımalı geçiş problem çözümleri kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan gözlemin özellikleri Kockarts, Nicolet ve Chamberlain modellerinin birleştirilmesiyle açıklanmıştır ve 1967 sonbaharı için 100 km de cm^{-3} başına düşen hidrojen atomu 3×10^{7} olarak hesaplanmıştır. Teori ve gözlemlerden yükseklikte hidrojenin günlük yoğunlaşma değeri için dört kata kadar bir üst limit belirtilmiştir (Meier,1969).

1971 Ekim ve 1972 Mart ayları arasında 40 tan fazla farklı yönde gözlemler yapılmıştır. NASA'nın Maryland'de bulunan Goddard Uzay Uçuş Merkezinde (Goddard Space Flight Center- GSFC) bulunan 91 cm teleskop ile 150 mm çaplı Fabry-Perot tayfölçeri kullanılarak yapılmıştır. Tayfölçerin tayfsal çözünürlüğü 25000 (12 kms^{-1}) dır. Yayılmış Hα ve Hβ ışınım çizgilerinin galaktik ve galaktik olmayan bileşenleri tayfölçer kullanılarak incelenmiştir. Her iki ışınım çizgisi için galaktik olmayan parçaları 30°'den daha büyük galaktik enlemlerde hesaplanmıştır. Hidrojen atomu başına ortalama iyonisazyon oranı için galaktik bileşenlerin yoğunluk değeri 10^{-15} ve $10^{-14}\ s^{-1}$ arasında bulunmuştur. Galaktik olmayan Hα ve Hβ çizgileri 0 kms^{-1} de merkezlenmiş ve yayınım yapan bölgeler için sıcaklık 1500 K den daha düşük, yoğunluk ise 0.3–0.4 R olarak bulunmuştur (Reynolds, 1972).

Atmosferik Balmer α (Hα) yayınımlarının yer gözlemleri, atmosferik yayınımları galaktik ve zodyak ışığından doğru bir şekilde ayırabilen, geniş açıklıklı, çift etalonlu, çözünürlük gücü 25000 olan bir tayfölçer kullanılarak yapılmıştır. Değişik zaman aralıklarında yoğunluk değişimlerini ölçmek için çoklu saçılmalarla güneşten gelen Lyman β (Lβ) nın tekli saçılmalarından gelen yayınımları karşılaştırmak için her bir gözlem gecesi boyunca veriler iki farklı yön arasında

toplanılmıştır. İlk yön güneş açısıyla zenith arasında 60°'lik bir açıda, diğeri ise güneşin battığı yönün tam tersi yönünde (antisolar) veriler alınmıştır. Yoğunluğun kalibrasyonu, her bir gözlem gecesinde astronomik fotometrik standart kaynakların gözlenmesiyle elde edilmiştir. İki yönde de yapılan Hα yoğunluk gözlemlerinin sabah verilerinde; atmosferik hidrojen modellerinin günlük değişim değerlerinin tahmin edilenden daha az olduğu bulunmuştur. Fakat orta enlemde hidrojen yoğunluk azalmaları uydu verilerinden çıkarılan hidrojen yoğunluk değerleriyle tutarlı bulunmuştur. Işınımsal geçiş hesaplamaları hidrojen yoğunluk modeline ve güneşten gelen Lβ dağılımlarına dayanılarak yapılmaktadır. Gözlemler antisolar yönde olmayıp tek saçılımın baskın olduğu yönlerde yapılmaktadır. Gözlenen yoğunluklar, ikincil Hα üretme mekanizmasının mümkünlüğünü gösteren hesaplamalardan yüksek bulunmuştur. Hα yoğunluğu Jacchia 1977 modeline dayanılarak atmosferik Hα yayınım oranı ve egzosferik sıcaklıklar arasındaki ilişkinin dağılımlarının geometrik gösterimleri farklı zamanlarda alınan gözlemler ile karşılaştırılmıştır. İlk hesaplamaların gösterdiği sonuçlar; hidrojen α yoğunluk değişimleri birkaç uydu deneyi sonuçlarıyla tutarlı bulunmuştur. Bu uydu deneylerinde bulunan sıcaklıkla egzosferin tabanındaki hidrojen yoğunluklarının değerleri sadece hidrojen kaçış mekanizmasında Jeans'in kaçış tahminlerinden daha az bulunmuştur (Shih, 1983).

Yelle'nin 1984 yılında yapmış olduğu tezi atmosferik Balmer α çizgi profillerinin yer gözlem sonuçlarını içermektedir. Gözlemlerde geniş açıklıklı PEPSİOS tayfölçeri kullanılmıştır galaktik yayınımlardan ve hava parıldamalarından gelen parazit ışıkları elemek için düz aynalı siderostat kullanılmıştır. Gözlenen çizgi profilleri Chamberlain modelinde (1963, 1976) tahmin edilenden daha dar ve Hodges ve arkadaşlarının (1981) Monte Carlo hesaplamalarıyla tutarsızdır. OGO–5 Lyman α çizgi genişlik ölçümleri (Bertaux, 1978) ve Lyman α çizgi genişlik ölçümlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Profillerin dar kısımlarında meydana gelen ufak değişikliklerin uydu atomlarından gelen yayınımların yol açtığı belirtilmiştir. Dar çizgi profilleri termosferdeki tartışılan soğuk bölgelerden gelen yayınımlar tarafından oluştuğu belirtilmiştir. Gözlenen profiller simetrik olmayıp, Chamberlain teorisi

tarafından tahmin edilenden daha büyük kırmızı kanata sahip olduğu görülmüştür. Çizgi profillerindeki kırmızı kanat kaçan atomları belirtmekte, ayrıca yük değişimlerinden dolayı kaçış akısı için bir delil niteliğindedir. Simetrik olmayan profiller, gece için yük değişimlerini içeren Hodges, Rohrbaugh ve Tinsley (1981) in Monte Carlo hesaplamalarında tahmin edilenden daha büyüktür, fakat gündüz Monte Carlo hesaplamasıyla tutarlı görünmüştür. Kaçış akısını içeren yük boşalımları plazma dağılımlarına bağlı olduğundan Monte Carlo hesaplamalarında kullanılan iyon dağılımları gözlem zamanlarında farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Kırmızı kanatın konumu ek ince yapı bileşenlerinin varlığıyla tutarlı bulunmuştur. Egsozferde ölçülen sıcaklığın standart emprical modeli (MSIS–83) temel alınarak yapılan tahminlerden daha büyük çıkmıştır. Bu egzosferin tabanındaki yük yoğunluğu kaçış akısı için önemli sonuçlara sahiptir. Veri tabanları izinli ayrıntılı hesaplamalar için sınırlıdır, fakat bu yönde (43° enlem) tutarsızdır (Yelle, 1984).

Yelle ve Roesler atmosferik Balmer α çizgi profillerinin yer gözlemleri sırasında alınan verilerin incelemelerini yapmışlardır. Gözlemlerde galaktik yayınımlar ve hava ışıldamalarından gelen parazit ışıldama çizgilerini çıkartmak için düz bir aynalı siderostatın geniş açıklıklı PEPSIOS tayfölçerine birleştirilmesiyle kullanılmıştır. Tek bir dağılımlı Lyman β uyarılma modeli temel alınarak, gözlenen çizgi profilleri Chamberlian teorisine dayanarak (1963, 1976) tahmin edilenden daha dar bulunmuş ve Hodges ve ark. (1981) nın Monte Carlo hesaplamalarıyla tutarsız görülmektedir. OGO-5 Lyman α çizgi genişlik ölçümlerine oranla profillerin dar kısımları küçük farklılıklarıyla uydu atomlarından çıkan yayınımlardan dolayı olabileceği ileri sürülmüştür. Dar yayınımlar, alt termosferdeki soğuk hidrojen tarafından üretilmesinde olanaklıdır. Gözlenen profiller simetrik değildir. Chamberlian teorisi tarafından tahmin edilenden daha büyük uzanımlı kırmızı bir kanata sahiptir. Fakat yük değişiminden dolayı arttırılmış bir kaçış değişimiyle tutarlı olmasının yanında kırmızı kanatın pozisyonu çarpma-uyarma mekanizmasının sebep olabileceği ince yapı bileşenlerinin mevcudiyetiyle uyumludur. Yalnızca çoklu Lyman β saçılmalarını içeren modellemenin tamamlanmasına kadar, sonuçların bir kısmına geçici olarak bakılmasına rağmen, atmosferik hidrojenin düzgün bir şekilde

anlamamıza yol gösterecek çeşitli açıklamaların ölçümleri net olarak gösterilmektedir (Yelle, 1985).

Atmosferik Balmer α gözlemleri daha çok güneş ile ilgili bir çevrim için standart astronomik nebulaların yoğunlukları referans alınaraktan Wisconsin'de yapılmaktadır. Bu ölçümler çift etalonlu, basınç taramalı, 15 cm açıklıklı Fabry-Perot tayfölçeri ile yapılmıştır. Uzun zamanlı alınan veriler egzosferin yerel olarak durgunluk ve değişkenlik derecesi ile ilgili olan sorulara ilişkin kaynaklara ek olarak egzosferin üst kısmına güneş çevriminin etkisini incelemek için bir fırsat sağlamaktadır. Bu makalede bulunan atmosferik Balmer α nın mutlak yoğunluk ölçümleri, görüş alanının geometrik değişimleri Anderson ve ark.'ı tarafından yapılan referans egzosferik model tahminleri için verilerin normalize edilmesi ile değiştirilmiştir. Ancak bağıl yoğunluğun SDA'ya bağlı olması güneş döngü değişimi olarak gösterilmiştir. Bu oluşan değişimler diğer açıklanan yorumlardan oluşabilmesine rağmen diğer açıklamalar kullanılmamış bunlar yerine egzosferdeki hidrojen yoğunluk profilindeki değişimlerle ilgili olduğu ileri sürülmüştür. Ek olarak iyi kalibre edilmiş veriler daha uzun zamanlı sürelerde alınmıştır. Sonuçta güneş döngüsü çevrimi üzerinde küçük genlikli değişimler ve sera gazlarından çıkan egzosferdeki hidrojenin yavaş monoton artışının test tahminleri incelenmiştir (Nossal ve Ark., 1993).

Nossal'ın 1994 yılında yapmış olduğu tez çalışmasında atmosferik hidrojen Balmer α yayınımlarının Fabry-Perot gözlemlerine odaklanılmıştır. Tezde kullanılan bütün gözlemler Wisconsin, Madison yakınlarındaki çift etalonlu Fabry-Perot tayfölçeri kullanılarak yapılmıştır. Tezin ilk kısmında Wisconsin'den alınan atmosferik Balmer α yoğunluk verilerinin uzun zamanlı analizlerinden bahsedilmiştir. Uzun dönemli eğilimleri ve güneş çevrimi incelemeleri yapılmıştır. Atmosferdeki sera ve metan gazlarındaki artışın sonuçlarını tahmini egzosferik hidrojen artışlarına bağlayan tartışmaları da içermektedir. Verilerimizdeki eğilim ve güneş çevrim değerleri ipucu olarak görünmesine rağmen, bu çıkan değerlerin istatistiksel olarak bir anlamı bulunmamaktadır. Ancak atmosferik Balmer α için uyarım akısının ölçümleri ve ortak model geliştirilmesiyle, Balmer verilerini kullanıp dünya atmosferinin üst kısımlarında bulunan metanın etkisi için test edilen üst sınır

model tahminlerinin potansiyel durumu açıklanmıştır. Verilerin uzun zamanlı seri gruplarını içeren sonraki gözlem verilerinin çoğu NSF tarafından desteklenen ortak egzosferik CHARM (Collaborative H-Alpha Radar Measurements) ürünü kullanılarak alınmıştır. Bu gözlemler tez boyunca modellerin ilişkileriyle birlikte verilmiştir. Wisconsin CHARM veri grupları, düşük gölge yüksekliğinde birkaç nokta dışındaki verilerde kesin olmamasıyla birlikte diğer verilerle uyuşmaktadır. Tezin son bölümünde Fabry-Perot tayfölçere birleştirilmiş CCD görüntü kamerasıyla alınan yüksek çözünürlüklü Balmer α çizgi profil ölçümleri tartışılmıştır. CCD nin çoklu kanal detektörü ve yüksek kuantum verimliliği ile diğer tarama/foto çoğaltıcı aletlere nazaran daha kısa zamanda yüksek vuru gürültü oranlı zayıf ışıkların çizgi profil verilerini toplamaya imkan sağlamıştır. Tezin ilk kısmında CCD görüntülerine ve halka toplama tekniği üzerinde durulmuştur. Verilen çizgi profilleri bu teknik kullanılarak incelenmiştir. Bu profillerin şekillerinde yüksek enerjili Lyman uyarım çizgilerinden gelen cascade tarafından uyarılan ince yapı yayınımlarının Balmer α çizgilerini içermektedir. Cascadenin katkısı %5-15'lik değişime neden olmaktadır. Verilerde çıkan sonuçlar bu değişimlerle tutarlı bulunmuştur. Değişiklik gözlemlerin SDA değişimleri ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Çizgi profillerinden etkin sıcaklıklar hesaplanmış ve model tahminleriyle bu sıcaklıklar karşılaştırılmıştır. İki ek bölümde egzosferin dinamiği hakkındaki teoriler belirtilmiş, atmosferik Balmer α çizgilerinin ince yapı bileşenlerinin uyarılmalarıyla ilişkili atom fiziği tartışılmıştır. Son ekte ise Fabry-Perot/CCD halka görüntülerime sisteminin kullanılmasıyla çizgi merkez kalibrasyonu ve tayf tekniği astronomik ölçümleme kaynaklarının parlaklık kontrolü için kullanılan deneysel dizaynlar gösterilmektedir (Nossal,1994).

Güneşten gelen atomik hidrojen Lyman seri çizgileri, güneşin aktivitesinin düşük olduğu bir zamanda, 1962 yılının Ağustos ayında, Naval Araştırma laboratuarında (Naval Research Laboratory-NRL) solar-pointed extreme-ultraviolet (EUV) tayfölçeri kullanılarak ses roketlerinin uçuşları boyunca yüksek tayf çözünürlüğünde (0.14 Å) gözlemler yapılmıştır. Burada güneşin atomik hidrojen Lyman seri çizgilerinin günlük ölçümleri yüksek çözünürlüklü tayfölçer kullanılarak incelenmiştir. Tayf çizgilerinin yoğunluk analizi Lyman 1–10 arasında çizgi genişlikleri için değerler sağladığı belirtilmiştir. Sadece Lyman α (N=1) ve Lyman β

(L=2) çizgilerinin bozulması gösterilebilinmiştir. Farklı çizgi şekillerine rağmen Lyman α ve Lyman β için etkin genişlik yaklaşık 1 Å birbirine yakın bulunulmuştur. Lyman serilerinin diğer üyeleri için etkin genişlik 0.14 ile 0.4 Å oranındadır. Işığın geçiş teorisi ve çizgilerin bilgi problemlerini içine alarak, atmosferdeki uyarım test modelleri için bu çizgi profilleri kullanılarak incelemeler yapılmaktadır. Tayf akısı, Lyman α ve Lyman β çizgilerinin asıl yapısını açıklayamamıştır, fakat Lyman 3–10 için gauss şekil çizgileri gözlenmiştir. Bağımsız gözlemlerde kullanılan mutlak skalada çizgi akılarını yerleri, gezegen ve gezegenler arası hidrojen atomları için uygulanabilen uyarım oranı hesaplanabilmiştir. Bu hesaplamada, cascade ışınım etkisi, Lyman serisinin uyarım dallanma oranını gösteren detaylı bir model niteliğindedir. Cascade modeli, çoklu Balmer α nın durumları 3^2S, 3^2D ve 3^2P seviyelerinin uyarılma oran hesaplamalarında uygulanmaktadır. İki ince yapı bileşenlerine ek olarak, beş ek çizgi 3^2S ve 3^2D seviyelerinden yükselerek 3^2P seviyesinden yayılmaktadır. Sonraki çizgiler 3^2P yayınımıyla karışıktır ve hidrojen atomunun dinamik yapısından çizginin kırmızılaşma değerini ve egzosferin etkin sıcaklığı hesaplanabilmektedir. Nossal ve arkadaşları yedi ince yapı bileşenlerinin mümkün olan izinli geçişlerini toplam yayınımın yaklaşık %10'luk bir kısmının kırmızı kanatın yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Nossal ve Roesler yedi ince çizgiyle tekrar ve iki ince çizgiyle veri uyumlarını cascade uyarılmalarını göz önüne alarak egzosferin sıcaklığını 100–200 K daha sönük olduğunu bulmuştur. Atmosferik Balmer α yayınım ölçümleri için hesaplanan uyarım oranı göstermiştir ki; 3^2S ve 3^2D durumlarından çıkan yayınım çizgileri, 3^2P durumunun Lyman β tarafından doğrudan uyarılması sonucunda çıkan toplam yayınımın %6.4 ve %0.7 oranında katkıda bulunmaktadır. Hidrojenin 3^2P durumunun Lyman β uyarımın tahminlere bağlı olarak %10±%5'lik fazla yoğunlukla çizginin kırmızı tarafında gösterilmiştir ve sonuçlar yer gözlemleriyle tutarlıdır (Meier, 1995).

Atmosferik Balmer α ışınım çizgilerini yakalaya bilmek için Wisconsin Pine Bluff Gözlemevinde duyarlılığı ve çözünürlüğü arttırılmış Fabry-Perot halka toplama tekniği kullanılmaktadır. Çift etalonlu Fabry-Perot girişim deseni foto metrik PM 512 CCD çipinin üzerinde görüntülenmektedir. Daha önce kullanılan tarama sistemlerine

oranla, Fabry-Perot halka toplama tekniği, CCD'nin yüksek kuantum verimliliği ve çoklu kanal detektörü çizgi profilini incelemek için gerekli olan toplam zamanın 10 katı kadar zaman kazanılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun sonucunda daha kısa gözlem süreleri kullanılarak veri gözlemleri yapılabilmekte ve çok sönük (1–10 R) Balmer α çizgilerini incelemeye olanak sağlamıştır. Verilerdeki vuru-gürültü oranındaki artış simetrik olmayan Balmer α çizgilerini incelemeye olanak sağlamıştır. Güneşten gelen yüksek enerjili parçacıklardan dolayı oluşan cascade ışıması sonucunda ortaya çıkan Balmer α ların %10 luk kısmı tahminler ile uyumlu bulunmuştur. Bu yapılar daha önceki Balmer α çalışmalarında egzosferdeki hidrojenin maxwellian olmayan dinamik özelliğini bulmada önemsenmemekte idi. Egzosferin dinamiği hakkında çizilen sonuçlardan önce yapılan çalışmalarda, düşük gölge yüksekliğinde çizgi profillerinde küçük karışıklıklar olduğu tahmin edilmiş ve cascade ışımasının bu karışıklığı gizlediği bulunmuştur. Cascade ışınım hesaplamaları exobase yakınlarında bulunan egzosferik hidrojen atomlarının sıcaklıklarını bulmada yardımcı olmaktadır. Bu makaledeki çalışmayla hem atmosferik Balmer α çizgi profillerinin sonuçları hem de halka toplama tekniğinin sorunları tartışılmıştır. Şubat 1992, Ağustos 1992, Ocak 1993 ve Mart 1993 ayları boyunca Fabry-Perot tayfölçeri ile alınan veriler ile egzosferin etkin sıcaklığı hesaplanmıştır. Veriler MSIS 90 ve Anderson ve ark. modelleri ile karşılaştırılmıştır. MSIS 90 modeli deneysel bir model olup, yaklaşık 400 km yükseklikten mezosferden termosfere kadar genişletilmiş, belirli geografik, geofizik ve geçici durumlar için uyarlanmıştır. Nossal ve ark. aldığı veriler MSIS-90'nın tahminleri ile uygun bulunmuştur. Verilerin hata paylarında Şubat veri grubu hariç modelin tahminiyle veriler arasında uyuşma gözükmüştür. Anderson modeli sıcaklık ve atmosferik Balmer α yoğunluğu için tahminler sağlamaktadır. Verilerde gösterilen gölge yüksekliğindeki artışla etkin sıcaklıktaki azalış bir tahmindir. Veriler ve model tahminleri arasında veri gruplarının her ikisinde de uyuşmalar vardır. Sonuçlar yüksek gölge yüksekliğinde 700° daha az etkin sıcaklık gözlenmiştir. Sonuçlarda olduğu gibi Harlander ve Roesler da ilk yapılan gözlemlerinde etkin sıcaklık daha sabit olduğu gözlenmiştir. Profillin simetrik olmayan kısımlarında Yelle, Roesler ve

Harlander tarafından yapılan gösterimler de tutarlıklık vardır. Ama Kerr tarafından rapor edilen profil şekillerindeki değişimler tutarsızdır. Gözlem sonuçlarındaki bu farklılıklar gözlemevlerinin farklı enlemlerde olmasından kaynaklandığı bilinmektedir (Arecibo: L=18°.21′, Wisconsin: L=43°.05′). Ayrıca Arecibo'daki zenith gözlemleri, Wisconsine göre çok yüksekten incelenmiş olup, Arecibo gözlemevi düşük enlemde bulunmaktadır (Nossal ve Ark., 1996).

Önemli bir ölçüde hassaslığının ve çözünürlük gücünün geliştirilmesiyle atmosferik Balmer α profil verileri elde etmek için Wisconsin Üniversitesi Pine Bluff Gözlemevinde Fabry-Perot halka toplama tayfölçer tekniği kullanılmaktadır. Çift etalonlu Fabry-Perot girişim deseni foto metrik PM 512 CCD'nin üzerinde görüntülenmektedir. Böylece CCD üzerindeki ışığın çoklu tayf binlerinin toplanılmasına olanak sağlanmaktadır. Daha önce kullanılan tarama sistemlerine oranla CCD'nin yüksek kuantum etkinliği ve Fabry-Perot halka toplama tekniğiyle birleşik olarak kullanılan çok kanalı dedektör çizgi profilini çalışmak için gerekli toplam zamanın 10 katı kadar zaman kazanılmasına imkân sağlamıştır. Bunun sonucunda hem çok zayıf (1–10 R) Balmer α ışınımlarının çizgi şekillerini tam olarak gözlenmesine ve veriler kısa bir zaman kullanılarak alınabilmektedir. 1992 - 1993 yılları boyunca elde edilen çizgi profil verileri kullanılarak egzosferin etkin sıcaklığı hesaplanmış durumdadır. Bu veriler Anderson ve ark. (1987) ve MSIS–90 modeliyle karşılaştırılmıştır. Bazı tutarsızlıklara ek olarak uyuşan noktalarda vardır. Bu makalede hem atmosferik Balmer α gözlemleri için halka toplama teknik uygulamalarının sonuçları tartışılmış hem de bu teknik kullanılarak veri sonuçlarının tartışılması yapılmıştır (Nossal ve Ark.,1997).

Wisconsin Hα Mapper (WHAM) galaksi diski ve halesindeki yayılmış iyonize gazdan gelen zayıf optik ışınım çizgilerini yakalamada ve bu çizgiler üzerinde çalışılmasına olanak sağlamıştır. 0.6 m bir teleskoptan ve 15 cm çaplı Fabry-Perot tayfölçerinden oluşmaktadır. WHAM, Wisconsin, Madison'dan 2400 km uzaklıktaki Arizona, Kitt Peak'te bulunmaktadır. Gökyüzüne 1° lik bir görüş alanı ile bakabilmekte, 200 kms^{-1} (4.4 Å) tayf aralığında 12 kms^{-1} (0.26 Å) tayfsal çözünürlükte tayf oluşturmaktadır. İlk sonuçlar galaksi merkezinin dışında

gökyüzünün 70°×100° bir bölgesinin Hα haritasını, MI ve yüksek hızlı bulutlardan gelen Hα ışınım çizgilerini, sıcak iyonize ortamlardan gelen zayıf "diagnostik" çizgileri ve [OI]λ6300'ün incelemelerini içermektedir. Ocak 1997 ile Eylül 1998 arasında, WHAM gökyüzünün kuzey yarım küresini, 1° açısal çözünürlükle inceleyerek yaklaşık 33000 Hα tayfını analiz etmiştir ve Hα haritası hazırlamıştır. Her tayf 30 s bir poz süresinde alınmıştır. Tayfların niteliği bozulmaması için bütün gözlemler ayın olmadığı zamanlarda yapılmıştır. Bu çalışma daha önceden 21 cm de hazırlanmış HI bölge haritası ile karşılaştırılmış ve HII bölgelerinin kinematiğini ve dağılımını anlamaya imkan sağlamıştır (Reynolds ve Ark.,1998).

Bu makalede atmosferik Balmer α çizgi profil ölçümlerini ve profillere uygun modelleri göstermektedir. Modeller n=3 veya n>3 enerjili güneşten gelen Lyman β tarafından doğrudan uyarılmış cascade ışımasını içine alan profilleri göstermektedir. Yapılan bütün gözlemler ve verilerdeki vuru-gürültü oranındaki artış ile ilgili hesaplamalar Wisconsin Pine Bluff Gözlemevinde bulunan Fabry-Perot halka toplama tekniği kullanılarak yapılmıştır. Veriler alınırken foto metrik PM 512 CCD kamerası kullanılmıştır. Hassaslığı arttırılmış olan tayfölçer çizgi profillerinin simetrik olmayan kısımlarını detaylı incelemeye olanak sağlamıştır. Atmosferik Balmer α yayınımlarının yaklaşık olarak %10'luk bir kısmı cascade ışınımlarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Atmosferik Balmer α için baskın durumda bulunan uyarılma mekanizması doğrudan Lyman β uyarımında bulunmayan küçük dalga kaymaları ince yapı alanı boyunca Balmer α yayınımları oluşturur. Bu nedenle cascade mekanizması gözlenen profillerin niteliğini değiştirmektedir. Balmer α çizgi profil ölçümlerinden etkin sıcaklık ve maxwellian olmayan egzosferik hidrojen parçalarının hız dağılım çalışmalarının ince yapı uyarılmalarını nasıl etkilediği tartışılmıştır. Daha geniş bir anlatımla egzosferik hidrojen yoğunluklarının uzun dönemli değişimleri ve kısa dönemli güneşin jeofizik etkilerini bulabilmek için yeni radyasyon modellerinde onların potansiyel ve doğruluğunu geliştirebilmekte cascade ışımasının nasıl göz önünde tutulacağı araştırılmaktadır. Gözlemler zenith yönünde yapılmış, Balmer α çizgi profillerinin yoğunluğu alacakaranlıkta yaklaşık 10 R, yüksek gölge yüksekliğinde yaklaşık 1 R oranında bulunmuştur. Gözlemler kırmızı

tarafında bir simetriklik olmadığını göstermiş ve çıkan sonuçlar ilk sonuçlarla tutarlı bulunmuştur (Nossal ve Ark., 1998).

Güneşten gelen uyarılmış Balmer α yayınım çizgileri yoluyla, atmosferik hidrojenin yer gözlemleri, son zamanlarda atmosferik yayınım verilerinin niteliğini çok iyi bir şekilde incelemeye imkân sağlayan Fabry-Perot halka toplama tekniği ve kapasitesi artırılmış aletler ile yapılmaktadır. İlk açıklamalar ne ölçüde olursa olsun halka toplama tekniği, görüntü problemlerine yol açan geleneksel Fabry-Perot tayfölçerlerin yeniden uyarlanmış şeklidir. Fabry-Perot halka toplama tekniğinin optik sistemi, atmosferik Balmer α çalışmaları için çizgi genişlik kalibrasyonu, dalga boyu ve yoğunluk değerlerinin düzeltmesine yardımcı olmak ve görüntüyü küçültmek için yeniden dizayn edilmiştir. Fabry-Perot halka toplama tayfölçerinin yeni dizaynı Wisconsin üniversitesi Pine Bluff Gözlemevinde (PBO) (2000–2001) kurulmuştur. Yaklaşık olarak 71 geceyi aşkın bir zamanda 1500 tayflık atmosferik Balmer α veri grupları toplanılmıştır. Bu tezde Fabry-Perot halka toplama tayfölçeri ve atmosferik Balmer α yayınımlarının atom fiziğiyle birleştirilmesi, geçmiş atmosferik gözlemler, PBO Fabry-Perot'un dizaynı, kalibrasyon ve performansı tartışılmıştır. 2000–2001 PBO atmosferik Balmer α veri gruplarının hepsini içermekte olup Balmer α yoğunluğu, doppler genişliği ve yayınımlara cascadenin etkisi hakkında bilgiler içermektedir. Günlük sinyallerde çizgi genişlikleri hariç çizgi yoğunlukları açık olarak gözlenmiştir. Gölge yüksekliğindeki artışla Balmer α doppler genişliğindeki azalış azalışın önemli değişimi her gecede belirgin bir şekilde gösterilmiştir. Balmer α yayınımları için cascade etkisinin yaklaşık %5 oranında bulunmuştur ve son yıllardaki hesaplamalar ile uyuşma sağlanmıştır (Mierkiewicz, 2002).

Fabry-Perot tayfölçeri dünyanın üst atmosferinde güneş çevrinin etkisini incelemek için kullanılmıştır. Bu etkiyi anlamak temel bölgenin durumunu belirlemede mümkün olan uzun vadeli iklim ile ilgili eğilimleri anlamada ve doğal değişimleri ayırt etmede önemli rol oynamaktadır. Güneş çevrim 23 boyunca Wisconsin Hα Mapper (WHAM) Fabry-Perot tayfölçeri tarafından yapılan termosferin ve egzosferik Hα ışınım gözlemleri güneş en yüksek durumda olduğu

zaman boyunca yüksek yayınımların gözlenmesiyle istatistiksel olarak önemli güneş çevrim değerleri gösterilmiştir. Bu bilgi 1977 den bu ana kadar yayılmış gözlemleri içeren Wisconsin uzun dönemli ortalama enlemde yapılmış Hα ışınım bilgilerinin temeline eklenmiştir. Yüksek vuru-gürültü oranlı WHAM gözlemleri Wisconsin'de yapılan ilk güneş çevrim üzerindeki Hα yayınım gözlemleri güneş çevrimi eğilim önerilerini doğrulamaktadır (Nossal ve Ark.,2004).

Gökadamızdaki yayılmış, iyonlaşmış hidrojen gazından kaynaklanan zayıf optik Hα ışınım çizgilerini gözlemek ve özelliklerini incelemek amacıyla, DEFPOS (Dual Etalon Fabry Perot Optical Spectrometer: Çift Etalonlu Fabry-Perot Optik Tayfölçeri) olarak adlandırdıkları bir Fabry-Perot tayfölçeri yapılmıştır. Tayfölçer, 7.5 cm çapında çift etalondan oluşmakta ve algılayıcı olarak yüksek kuantum verimli (Hα dalga boyunda %78), 2086×2048 piksel boyutlu CCD kamerası kullanılmıştır. DEFPOS'un ayırma gücü 11000 'dir ve Antalya Bakırtepe'deki TUBITAK Ulusal Gözlemevinde (TUG) bulunmaktadır. DEFPOS doğrudan 4.76°'lik görüş açısı ile başucu yönüne bakmakta ve 1200 s poz süresi ile atmosferik ve galaktik Hα ışınımı gözlemektedir. 30 Kasım 2002-21 Kasım 2003 tarihleri arasında 27 gecede 545 Hα tayfı alınmış ve analizleri tamamlanmış olup atmosferik Hα ve iyonize hidrojen parlaklıkları ve LSR'a göre hızlarını belirlenmiştir (Şahan, 2004).

Galaksimizin %90 hidrojen, %10 helyum ve eser miktarda da ağır elementlerden meydana gelmektedir. Yıldızlararası ortamda hidrojen atomik (HI), moleküler (H_2) ve iyonlaşmış (HII) olarak 3 şekilde bulunmaktadır. İyonize hidrojen bölgelerine klasik HII bölgeleri de denilmektedir. Bu bölgeler sıcak yayılmış bileşenleri 10^4 K sıcaklığında bulunabileceği gibi daha sıcak 10^6 K sıcaklığında da bulunabilmektedirler. Yıldızlararası ortamlarda, yayılmış iyonize gaz bileşenleri enerji çevriminden başka ayrıca yıldızlarda ve yıldızlararası ortamda bulunan maddeler ile önemli bir etkileşim içinde bulunup, galaktik genişleme süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Fabry-Perot tayfölçeri hidrojen Balmer α çizgilerini kullanaraktan, yıldızlararası ortamı incelemek için tasarlanmıştır. Tayfölçer galaksi halesinde ve diskinde bulunan yayılmış iyonize gazdan gelen zayıf ışınım çizgilerini incelemede kullanılır. Çift etalondan oluşan tayfölçere DEFPOS (Dual Etalon Fabry-

Perot tayfölçeri) denilmektedir. DEFPOS, Antalya'nın 50 km güneybatısında bulunan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinde (TUG) bulunmaktadır. Tayfölçer yıldızlararası ortamdaki HII bölgelerinden gelen Hα ışınımlarını incelediği gibi çok sönük olan SII, NII ve OIII gibi iyonize gaz yayınımlarını da inceliyebilmektedir. Fabry-Perot tayfölçerinin bilinen en önemli avantajı, tayfsal ayırma gücünün kırınım ağına göre 100–200 kat daha büyük olmasıdır. Son yıllarda tayfölçerin verimliliği düşük gürültülü, yüksek kuantum verimli CCD kameralarını kullanılmasıyla daha çok artmıştır. Tayfölçer ile 30 Ekim 2002 de çalışılmaya başlanılmış ve ayın olmadığı 37 gecede gözlem periodları boyunca dalga boyu 6563 Å yakın toplam 545 tayf toplanmıştır. 1200 s poz süresinde parlaklığı 0.5 R olan Hα ya yakın çizgiler için vuru gürültü oranı 10 dan büyük hesaplanmıştır. Bu ölçüm atmosferik Hα için yüksek olmaktadır. Atmosferik çizgilerin yoğunluk değişimleri 2–15 R arasında bulunmuştur. 28 Eylül 2003 gecesi boyunca alınan atmosferik Balmer α'nın yoğunluk ölçümleri 2–12 R arasında değiştiği gösterilmiştir (Şahan ve Ark., 2005).

Balmer α (6563 Å) "gece parıldaması" (nightglow), güneşten gelen Lyman β nın atmosferdeki atomik hidrojen tarafından saçılmasının bir sonucudur. Bu saçılma gelişi güzel olmakta olup, Balmer α yayınımlarının %12'lik bir kısmı floresans saçılmanın bir sonucudur. Balmer α yayınım oranı hidrojenin yoğunluk profiline, güneşten gelen Lyman β çizgi merkezine, uyarılma akısına ve gözlem görüş geometrisine bağlıdır. Sinyallerin büyüklüğü ise yüksek enerjili Lyman seri çizgileri tarafından hidrojen uyarımına, cascade işlemine ve dünyanın gölgesindeki Lyman β'nın çoklu saçılmasıyla ilişkilidir. Tipik zenith yönünde yapılan gözlemlerde Balmer α yoğunluğu 2–15 R arasındadır. Wisconsin araştırma grubu atmosferik çalışmalar için iki tane CCD'li Fabry-Perot tayfölçeri yapmışlardır. Birinci alet Arizona Kitt Peak'te (31.98° N, 348.40° E), ikinci alet Wisconsin Pine Bluff gözlemevinde (PBO) (43.07° N, 270.33° E) bulunmaktadır. PBO Fabry-Perot gökyüzünü 1.4° optik görüş alanına sahip olup, 3.75 kms^{-1}'lik (~0.08 Å) tayfsal çözünürlüğe ve 75 kms^{-1}'lik (~1.6Å) Balmer α tayf aralığına sahiptir. PBO Fabry-Perot atmosferik Balmer çizgi profilleri için tam yarı genişlik (FWHM) 7 kms^{-1}

çözünürlüğündedir. Geniş bantlı etalon ve azot basınç kontrol sistemi 4500 ve 9000 Å arasındaki veri grupları için PBO 75 kms^{-1}'lik tayf penceresine izin verebilmektedir. "Geocoronal hydrogen studies using Fabry-Perot interferometers" çalışması iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm atmosferik hidrojen için pratik olarak Fabry-Perot tayfölçer tekniğini açıklamıştır. İkinci bölümde ise Balmer α yayınımlarının uzun zamanlı gözlemlerinden ve sonuçlarından bahsedilmektedir (Mierkiewicz ve Ark., 2006).

Atmosferik Balmer α yayınım yoğunluğunun etkilerini güneş çevriminden ve diğer faktörlerden nasıl etkilendiğinin daha iyi anlamak ve çalışabilmek için alınan veriler gözden geçirilmiş ve sadece iyi hava koşullarında alınan veriler incelenmiştir. Galaktik yayınım, görüş geometrisi, atmosferik basınç, cascade ışıması, hava koşulları ve diğer düşük yoğunluklu atmosferik çizgilerin oluşumu yayınım yoğunluklarında gözlemlenen güneş çevrimi farklılıkları için hesaplanmalıdır. Güneş çevrimi 22 boyunca alınan yüksek vuru gürültülü WHAM gözlemleri Pine Bluff'ten alınan Balmer α yayınım gözlemlerinde görünen güneş çevrimi eğilim önerisini doğrulamaktadır. Güneş çevrim 22 gözlemlerinde foto çoğaltıcı detektörler kullanılmıştır. Güneş çevrim 22 boyunca güneşim maksimumdaki yoğunluğu minimum durumundakinden daha yüksektir. Ancak böyle bir eğilimin istatistiksel bir önemi yoktur. Uzun zamanlı çalışmaların yorumlarının sonraki fazında güneş çevrim 22 ve 23 gözlemlerine odaklanılacaktır. Gözlemler arasındaki farklılıklar analiz gidişatı, gözlem, kalibrasyon, görüş geometrisi gibi aletin farklılıklarından kaynaklanabilmektedir. Şubat 2000 gözlem periodları boyunca Pine Bluff ve Kitt Peak'ten alınan gözlemler arasında uyuşmalar gözlenmiştir. Uzun dönemli atmosferik Balmer α gözlemleri 1983 yılından günümüze kadar Arecibo gözlemevinde yapılmaktadır. Bu gözlemler için tek etalonlu Fabry-Perot tayfölçeri kullanılmıştır. Arecibo ve Kitt Peak gözlemevlerinde bir farklılık bulunmaktadır. Bu farklılıklardan birincisi Arecibo'daki yayınım yoğunluğu yaklaşık %50 fazladır, yani yüksek gölge yüksekliğinde hiçbir farklılık görünmez iken 2000 km den daha küçük gölge yüksekliği için güneşin minimumu maksimumundan daha yüksektir. Buna karşın WHAM verileri tam tersi olup, gölge yüksekliklerinde, güneşim maksimumu minimumundan %50 daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar Wisconsin'den alınan

güneş çevrim 22 gözlem analizleri ile uyumludur. Bu durum güneş çevrim değerlerini ve yayınım yoğunluklarının güneş maksimumda iken yüksek olduğunu göstermektedir. Arecibo ve Kitt Peak arasındaki farklılıkları açıklamak ve ilişkilendirmek için iki grup tarafından analiz tekniği ve kalibrasyonun gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu gibi atmosferik Balmer α çalışmaları atmosferin üst kısımlarındaki doğal değişim kaynaklarını anlamamıza yardımcı olmaktadır. Bu gibi bilgiler dünya ikliminin etkilerindeki rolleri ve atmosferin farklı katmanları arasındaki ilişkiyi anlamamıza yardımcı olabilir (Nossal ve Ark., 2006).

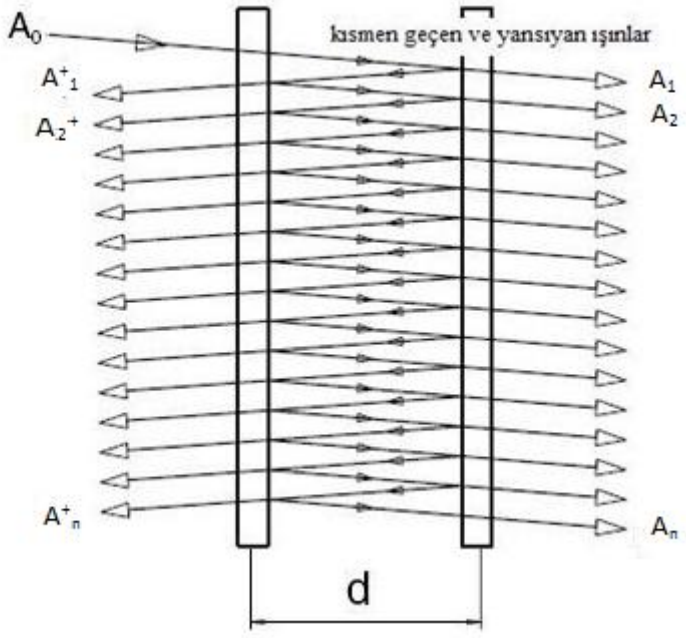
Fabry-Perot tayfölçerinin duyarlılığı CCD kamerasının geliştirilmesiyle olumlu bir artış olmuş, zayıf ışınım çizgilerinin ölçülmesine imkân sağlamıştır. Galaksimizdeki yıldızlararası ortamdan ve dünya atmosferinin üst kısımlarından gelen Hα ışınım çizgilerini incelemek için çift etalonlu Fabry-Perot tayfölçeri yapılmıştır. Tayfölçer şuan Antalya'da bulunan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinde bulunmaktadır. Tayfölçer 1200 s poz süresinde 4.76° görüş alanıyla zenith yönünde gözlemler yapmaktadır. Bu makale 2002 ve 2004 yılları arasında 47 gecede alınan verilerin analizlerini, sonuçlarını ve DEFPOS'u açıklamak için yapılmıştır. Gecelik ortalama atmosferik Balmer α şiddet ölçümleri için bulunan yoğunluk 1-12 R arasında olup, bu ilk sonuçlar diğer gruplar tarafından yapılan atmosferik Balmer α yoğunluk ölçümleri ve teorik hesaplamalarla uyuşmaktadır. Yakın zamanda da, DEFPOS 150 cm teleskopla coude çıkışında kullanılacağı ve gökyüzünün istenilen herhangi bir yönünün daha doğru gözlemlenebileceği vurgulanmıştır (Şahan ve Ark., 2007).

3. MATERYAL METOD

3.1. Materyal

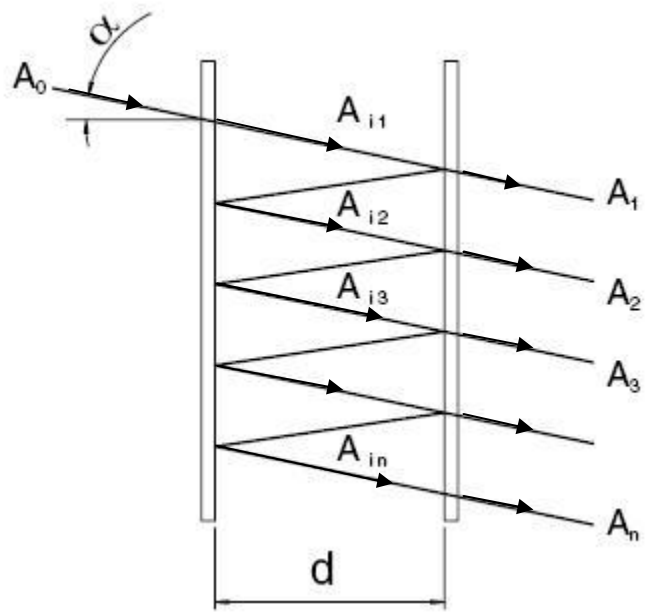
3.1.1. Fabry-Perot Tayfölçerleri

1899 yılında C. Fabry ve A. Perot tarafından tasarlanan Fabry-Perot tayfölçeri, uzayda yayılı durumda olan kaynakların incelenmesinde oldukça kullanışlı aletlerdir. Aynı dağılım elementine sahip grating (kırınım ağı), prizma gibi diğer tayfölçerlere göre 100-300 kat daha hassas aletlerdir (Roesler, 1974). Fabry-Perot tayfölçeri temel olarak, çok düz ($\lambda/200$), paralel ve birer yüzeylerin yansıtma sabiti yüksek (>%90), çok katmanlı dielektrik madde ile kaplı iki optik cam plakadan oluşmaktadır. Yarı geçirgen yansıtıcı yüzeyler Şekil 3.1'de görüldüğü gibi aralarına *d* kalınlıklı ayırıcılar yerleştirilerek birbirlerine bakacak şekilde yerleştirilir (Şahan, 2004; Şahan ve ark., 2005). Şekil 3.1'de gösterilen, yarı geçirgen yansıtıcı yüzeylerin aralarında *d* kadar bir mesafe oluşturulmasıyla yapılan bu sisteme Fabry-Perot sistemi veya Fabry-Perot etalonu veya yalnız etalon denir.



Şekil 3.1. Fabry-Perot etalonları arasında oluşan çoklu yansımalar

Her biri yansıtma sabiti R olan iki cam plaka aralarında d mesafesi olacak şekilde yerleştirilir. Yüzeylerde saçılma ve soğurma olmadığını kabul edilirse R=1-T olur. Burada R yüzeylerin yansıtma sabiti, T ise geçirgenlik sabitidir. Fabry-Perot etalon üzerine A_0 genliğine sahip bir ışın α açısı ile geldiğini farz edildiğinde Şekil 3.2'de görüldüğü gibi ışınlar etalonlar arasında hem yansırlar (A_{in}) hemde etalonlarden dışarı çıkarlar (A_n).



Şekil 3.2. Fabry-Perot etalonları üzerine A_0 genliği ile gelen ışınımların etalonlar arasından yansıması ve geçmesi

Etalona gelen ışınımın şiddeti I_0 ile gösterilsin. Işığın şiddeti $I=E^2$ ile orantılı olduğundan, ilk etalondan geçtikten sonra ışığın yoğunluğu

$$I_1 = (1-R).I_0 = T.I_0 \qquad (3.1)$$

olur. Burada T etalonlardan geçirilen ışığı temsil eder. Eşitlik 3.1'dan yararlanarak birinci yüzeyden geçen (etalonlar arasından yansıyan) ışınların genliği

$$A_{i1} = \sqrt{1-R}.A_0$$

$$A_{i2} = R.A_{i1} = \sqrt{1-R}.R^1.A_0$$

$$A_{i3} = R.A_{i2} = \sqrt{1-R}.R^2.A_0$$

$$A_{i4} = R.A_{i3} = \sqrt{1-R}.R^3.A_0$$

…….

$$A_{in} = R.A_{i(n-1)} = \sqrt{1-R}.R^{n-1}.A_0 \quad (3.2)$$

olur. İkinci yüzeyden geçen (etalonları terk eden) ışınların genlikleri ise

$$A_1 = \sqrt{1-R}.A_{i1} = (1-R).A_0$$

$$A_2 = \sqrt{1-R}.A_{i2} = (1-R).R^2A_0$$

$$A_3 = \sqrt{1-R}.A_{i3} = (1-R).R^3A_0$$

…….

$$A_n = \sqrt{1-R}.A_{in} = (1-R).R^nA_0 \quad (3.3)$$

değerine sahiptir. Hesaplamaların daha kolay olması için

$$E = A.\cos(\omega t + kx + \phi) \quad (3.4)$$

eşitliği kullanılır. *w,* açısal frekans *t* ise zamandır. k, ($k=2\pi/\lambda$) dalga sayısı x ise dalganın konumudur. Burada, $\phi=2kd/\cos\alpha$, etalonlar arasındaki çoklu yansımalarda bir yol farkı oluşmakta ve bu yol farkından dolayı oluşan faz kaymasıdır. Fabry-Perot etalonları terk eden ve birbirine paralel olan ardışık ışınların ışınım şiddeti

$$E_1 = A_1.\cos(\omega t + kx)$$

$$E_2 = A_2.\cos(\omega t + kx + \phi)$$

$$E_3 = A_3.\cos(\omega t + kx + 2.\phi)$$

…….

$$E_n = A_n.\cos(\omega t + kx + (n-1)\phi) \quad (3.5)$$

şeklindedir. Eşitlik 3.3'de verilen A_n genliği eşitlik 3.5'de yazılırsa

$$E_n = (1-R).R^n.A_0.\cos(\omega t + kx + (n-1)\phi \quad (3.6)$$

olur. Etalonlardan geçen net ışınım şiddetini bulmak için ışınların toplamı alınırsa

$$E = \sum_0^\infty E_n \quad (3.7)$$

ve hesaplamaların daha kolay olması için aşağıdaki eşitliği kullanılırsa,

$$cos\gamma = Re[cos\gamma - i.sin\gamma] \quad (3.8)$$

$Re[\ \ ]$ karmaşık bir sayının gerçek kısmıdır.

$$cos\gamma = \frac{e^{i\gamma}+e^{-i\gamma}}{2} \quad (3.9)$$

$$sin\gamma = \frac{e^{i\gamma}-e^{-i\gamma}}{2i} \quad (3.10)$$

3.8 eşitliğinde 3.9 ve 3.10 denklemlerini yerlerine yerleştirip gerekli sadeleştirmeleri yapıldığında $cos\gamma = Re\left[e^{i\gamma}\right]$ şeklinde buluruz. 3.5 eşitliğinde gerekli düzenlemeler yaptıktan sonra

$$E = Re\left\{e^{i(\omega t+kx)}.\sum_0^p A_n.e^{i(n-1)\phi}\right\} \quad (3.11)$$

A_n ve $e^{-i\phi}$ bileşenlerini 1 den p ye kadar toplamları alınır. Eşitlik 3.3 eşitlik 3.11'de yerine yazıldığında ve gerekli düzenlemeler yapıldığında,

$$E = Re\left\{e^{i(\omega t+kx)}.(1-R).A_0.e^{-i\phi}.\sum_{n=1}^p R^n.e^{in\phi}\right\} \quad (3.12)$$

eşitliği elde edilir. Burada $\sum_{n=1}^p R^n.e^{in\delta}$ toplamı için aşağıda verilen geometrik açılımı kullanılırsa

$$\sum_{n=1}^p R^n.e^{in\phi} = \frac{1-R^p.e^{ip\phi}}{1-R.e^{i\phi}} \quad (3.13)$$

Eşitlik 3.12'teki elektrik alan şiddeti

$$E = Re\left\{e^{i(\omega t+kx)}.(1-R).A_0.e^{-i\phi}.\frac{1-R^p.e^{ip\phi}}{1-R.e^{i\phi}}\right\} \quad (3.14)$$

gibi olur. Sonsuz sayılar için R^p değeri sıfıra giderse 3.14 eşitliği

$$E = Re\left\{e^{i(\omega t+kx)}.(1-R).A_0.e^{-i\phi}.\frac{1}{1-R.e^{i\phi}}\right\} \quad (3.15)$$

olur. Etalonlardan geçen toplam ışınımı bulmak için 3.15 denkleminde elde edilen E ile E'nin karmaşık eşleniği (E^*) ile çarpılır.

$$I = E.E^*$$

$$I = A_0^2 \frac{(1-R)^2}{(1-R.e^{i\phi}).(1-R.e^{-i\phi})}$$

$$I = A_0^2 \frac{(1-R)^2}{1-R.e^{i\phi}-R.e^{-i\phi}+R^2}$$

$$I = A_0^2 \frac{(1-R)^2}{1+R^2-2Rcos\phi} \quad (3.16)$$

şeklinde bulunur. Burada $I_o = A_0^2$'dir.

$$I = I_0 \frac{(1-R)^2}{1+R^2-2R\cos f} \quad (3.17)$$

dolayısıyla eşitlik 3.17'deki cosϕ için yarım açı formülü kullanılırsa ($2.sin^2\left(\frac{\phi}{2}\right) = 1-\cos\phi$)ve bu düzenlenip eşitlik 3.17'de yerine yazılırsa

$$I = I_0 \frac{(1-R)^2}{1+R^2-2R.(1-2sin^2(\phi/2))} \quad (3.18)$$

olur. Burada gerekli matematiksel işlemler yapıldığında 3.18 eşitliği

$$I = I_0 \frac{(1-R)^2}{(1-R)^2+4.R.sin^2(\phi/2)} \quad (3.19)$$

olarak yazılabilir. Oluşan faz kaymasının değeri $\phi = \frac{2.d.k}{cos\alpha}$ yansımaların sonsuz olduğu durumlarda α açısı sıfıra eşit olacağından faz kayması $\phi=2.d.k$ değerini alır. Burada k=2π/λ'dır ve sonuç olarak 3.19 denklemi

$$I = I_0 \frac{(1-R)^2}{(1-R)^2+4.R.sin^2(\frac{2\pi d}{\lambda})} \quad (3.20)$$

olur. Bu fonksiyon ilk G. B. Airy tarafından bulunmuştur ve Airy fonksiyonu olarak bilinir. Airy fonksiyonu ışığın ideal bir etalondan geçişini tanımlar ve Fabry-Perot etalonlardan geçen saçak desenlerini belirlemek için kullanılır (Dicmann, 1992).

3.1.2. ϕ Bileşeni

Fabry-Perot etalon yüzeyine λ dalga boyunda bir ışık geldiğinde Şekil 3.1'de görüldüğü gibi yüzeyler arasında çoklu yansımalar oluşur. Yansıyan ışınlar bir önceki ışına göre bir optik yol farkı ile etalonu terk eder. Ardışık iki ışınım arasındaki optik yol farkından dolayıda bir faz farkı oluşmaktadır.

İki ışınım arasındaki optik yol farkını (Δ) hesaplamak için Şekil 3.3'den faydalana biliriz. d iki etalon arasındaki ayırıcının kalınlığı, m ise etalonlar arasındaki materyalin kırıcılık indeksidir. Şekil 3.3'den optik yol farkı

$$\Delta = \mu(AB + BC) - (AD) \quad (3.21)$$

olarak yazılabilir. AB=BC ve BC//OA olduğundan $AB = BC = \frac{d}{cos\theta_t}$ olur. Aynı şekilde Şekil 3.3'den $AD = AC \sin\theta_i$ ve $AC = 2d \tan\theta_t$ olarak yazılabilir. AB, BC ve AD denklemleri 3.21 eşitliğinde yerine yazıldığında optik yol farkı;

$$D = m\frac{2d}{cos\theta_t} - (2.d.tan\theta_t)(sin\theta_i) \quad (3.22)$$

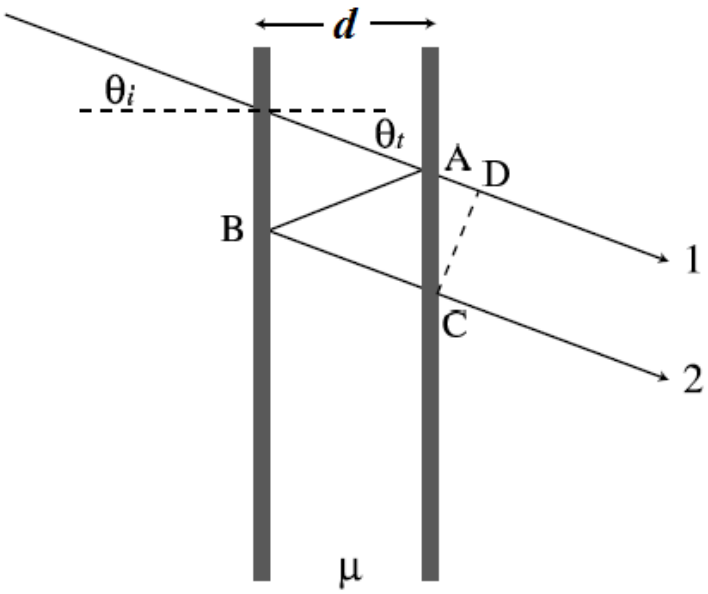
bulunur. Snell yasasını $(\sin\theta_i = \mu \sin\theta_t)$ kullanıldığında ardışık iki ışınım arasındaki optik yol farkı

$$\Delta = \mu \frac{2d}{\cos\theta_t}(1 - sin^2\theta_t) \quad (3.23)$$

olarak yazılabilir. Burada q_i ve q_t sırasıyla etalonlar üzerine gelen ve etalonlardan ayrılılan ışığın normalle yaptığı açıdır. 3.23 denkleminde $cos^2\theta_t = 1 - sin^2\theta_t$ eşitliğini kullanılırsa optik yol farkını

$$\Delta = 2\mu d cos\theta_t \quad (3.24)$$

bulunur.



Şekil 3.3. İki Fabry-Perot etalon yüzeyinden yansıyan ışınların optik yol farkı (Mierkiewicz, 2002)

İki ışınım arasındaki faz farkı;

$$\phi = (2\pi s)D \quad (3.25)$$

ifadesi ile verildiğinden 3.24 eşitliği faz farkı denkleminde yerine konulduğunda

$$\phi = (4\pi s)\mu d \cos\theta_t \quad (3.26)$$

denklemi elde edilir. Burada $\sigma=1/\lambda$ (cm^{-1}) dalga sayısıdır, μ etalon yüzeyler arasındaki gazın kırıcılık indeksidir. 3.26 eşitliğinde gerekli matematiksel işlemler yapıldığında, faz farkı

$$\frac{\phi}{2} = \frac{2\pi}{\lambda}\mu d cos\theta_t = m\pi \quad (3.27)$$

olur. Burada m=1, 2, ….. etalonlarda meydana gelen girişim saçaklarının mertebe sayısıdır. 3.27 eşitliği düzenlendiğinde,

$$2\mu d cos\theta_t = m l \quad (3.28)$$

olarak Fabry-Perot etalonun temel girişim denklemi elde edilir.

3.1.3. Fabry-Perot Tayfölçerinin Özellikleri

3.1.3.1. Serbest Tayf Genişliği

Fabry-Perot etalonları (sabit m, q ve d) tek renkli bir ışık kaynağı ile homojen olarak aydınlatıldığı zaman eşitlik 3.28'de verildiği Şekil 3.6 ve Şekil 3.8'de görüldüğü gibi aynı merkezli iç içe geçmiş sonsuz tane girişim saçakları (halka desenleri) oluşur. Oluşan halka desenleri iki boyutlu tayflara dönüştürüldüğünde Şekil 3.4'de görüldüğü birbirini izleyen dalgalar oluşmaktadır. İki dalga tepesi arasındaki mesafeye serbest tayf genişliği (Free Spectral Range-FSR:θ_σ) olarak adlandırılmaktadır.

Eşitlik 3.28 dalga sayısı cinsinden tekrar yazılırsa,

$$\sigma_m = \frac{m}{2\mu d \cos\theta_t} \quad (3.29)$$

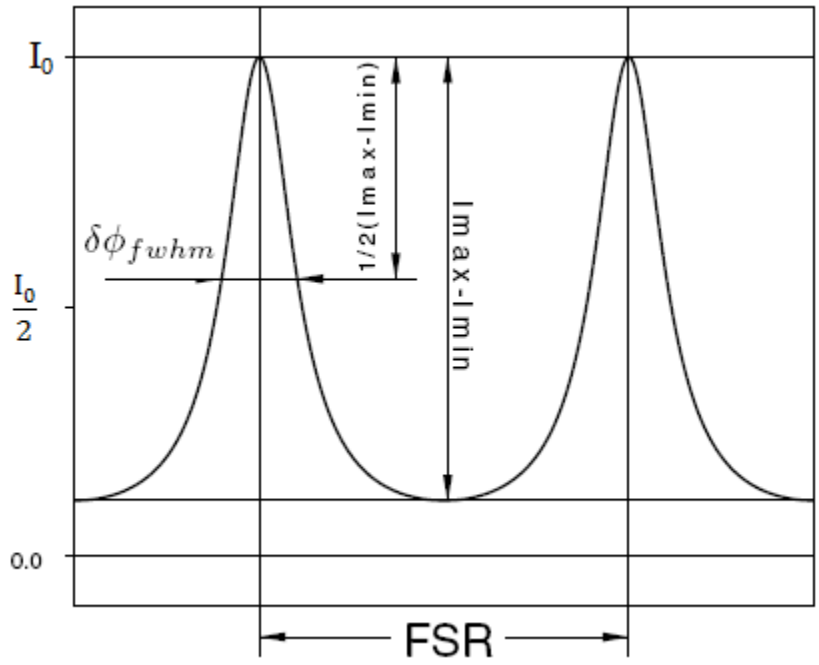
olur. s_m, m. mertebeden geçen dalga sayısıdır. Serbest tayf genişliği (Q_s) σ_m'in bir fonksiyonu olarak yazıldığında,

$$Q_\sigma = \frac{\Delta\sigma}{\Delta m} = \frac{1}{2\mu d \cos\theta_t} \quad (3.30)$$

bulunur. Burada ışığın optik eksene dik geldiği (q_t=0) ve gazın kırılma indisini 1 olduğu kabul edilirse $mcosq_t$@1 olur. Bu durumda 3.30 eşitliği

$$Q_\sigma = \frac{1}{2d} \tag{3.31}$$

olarak elde edilir. Bu durumda serbest tayf genişliği 3.31 eşitliğinde görüldüğü gibi sadece etalonlar arasındaki ayıcının kalınlığına bağlı olacaktır.



Şekil 3.4. Airy fonksiyonunun serbest tayf genişliği (FSR) ve saçak genişliği (FWHM)

3.1.3.2. Saçak Genişliği (Full Width at Half Maximum-FWHM)

Fabry-Perot sisteminin tayfsal çözünürlüğü (Çözme Limiti) Şekil 3.4'de gösterilen saçak genişliği (yarı genişlik-FWHM) $\delta\phi$'ye bağlıdır. Saçak genişli Şekil 3.4'te görüldüğü gibi bir dalganın maksimum ve minimum noktası arasındaki farkın yarısına eşittir (I_0/2) yani,

$$I = \frac{I_{max}-I_{min}}{2} \tag{3.32}$$

dir. Etalonların yansıma katsayısının değeri R≈1 alınırsa I_{min}≈0 olur ve 3.32 eşitliği

$$I = \frac{I_{max}-I_{min}}{2} \approx \frac{I_{max}}{2} = \frac{I_0}{2} \tag{3.33}$$

veya $I/I_0=1/2$ 'olur. ϕ_1 ve ϕ_2 değerini hesaplaya bilmek için eşitlik 3.18'de verilen Airy fonksiyonunu ½'ye eşilenirse.

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{2} = \frac{(1-R)^2}{(1-R)^2+4.R.sin^2\left(\frac{\phi}{2}\right)} \tag{3.34}$$

olur. ϕ'yi bulmak için gerekli matematiksel işlemler yapıldığında

$$\frac{1}{2} = \frac{(1-R)^2}{(1-R)^2\left(1+\frac{4.R}{(1-R)^2}sin^2\frac{\phi}{2}\right)} \tag{3.35}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{\left(1+\frac{4.R}{(1-R)^2}sin^2\frac{\phi}{2}\right)} \tag{3.36}$$

$$2-1 = \frac{4.R}{(1-R)^2}sin^2\frac{\phi}{2} \tag{3.37}$$

$$\frac{(1-R)^2}{4.R} = sin^2\frac{\phi}{2} \tag{3.38}$$

$$\sin\frac{\phi}{2} = \pm\frac{(1-R)}{2\sqrt{R}} \tag{3.39}$$

Burada küçük açı yaklaşımı yapılırsa ($\sin\frac{\phi}{2} \cong \frac{\phi}{2}$)

$$\frac{\phi_1}{2} = +\frac{(1-R)}{2\sqrt{R}} \tag{3.40}$$

ve

$$\frac{\phi_2}{2} = -\frac{(1-R)}{2\sqrt{R}} \tag{3.41}$$

elde edilir. Yarı maksimumdaki tam genişliği bulmak için 3.40 ve 3.41 eşitliklerinin farkları

$$\phi_1 - \phi_2 = \delta\phi_{1/2} = \frac{2.(1-R)}{\sqrt{R}} \tag{3.42}$$

elde edilir. Buradan yarı maksimumdaki tam genişlik değerinin sadece etalonların yansıtıcılığına (R) bağlı olduğu görülür. Yarı genişlik dalga sayısı cinsinden ifade edilirse $\delta_{1/2}\sigma = \frac{(1-R)}{2\pi\ell\sqrt{R}}$ olarak yazılabilir.

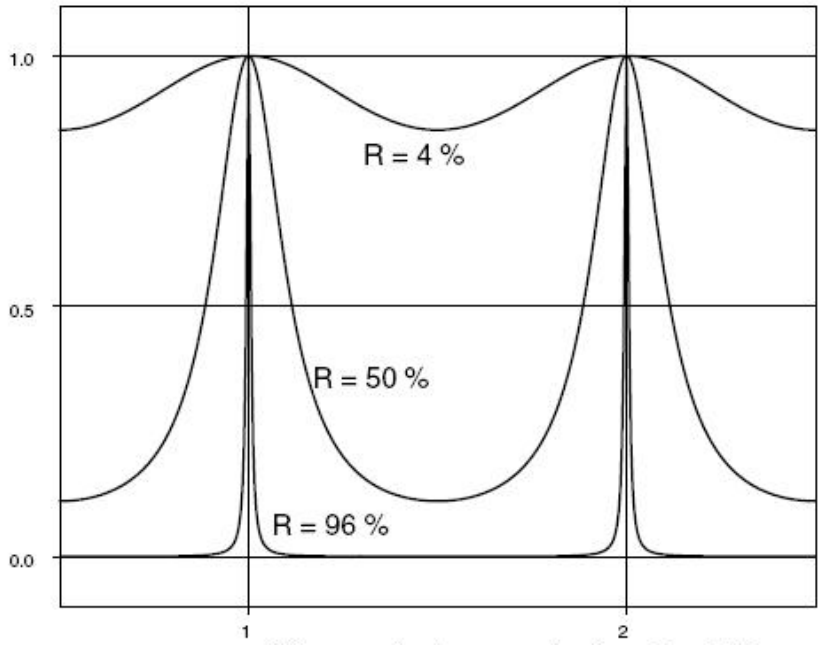
3.1.3.3. Yansıtıcı Yüzeylerin Yansıma İnceliği (Finesse-*F*)

Yansıma inceliği (Finesse), Fabry-Perot etalonundan geçen tayflar arasındaki serbest tayf genişliğinin yarı genişliğine (FWHM) oranlanması ile bulunur. Airy fonksiyonunu kullanarak iki komşu saçak arasındaki serbest tayf genişliği $Q_\phi=2\pi$ olarak bulunur ve oranlamayı yaparsak yansıtıcı yüzeylerin yansıma inceliğini,

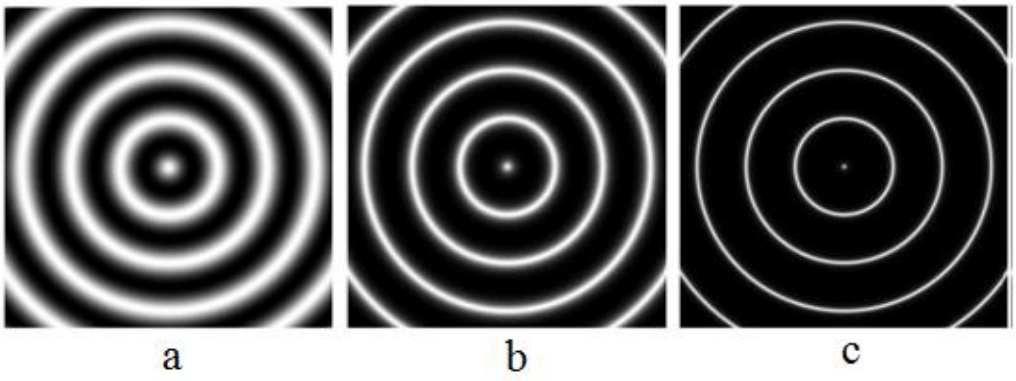
$$F = \frac{Q_\phi}{\delta\phi} = \frac{\pi\sqrt{R}}{1-R} \tag{3.43}$$

olarak bulunur. Yansıma inceliği 3.43 denkleminden de görüldüğü gibi sadece etalon yüzeylerin yansıtıcı katsayısına bağlıdır. Geniş *F* değerlerinde geçen pikler dar ve iyi ayrılmış demektir (Roesler, 1974). Yani büyük *R* değerleri için Şekil 3.5'de görüldüğü gibi etalondan geçen tayflar daha dar ve belirgindir. Şekil 3.5'de üç farklı yansıma inceliğine (%4, %50 ve %96) karşı elde edilen tayflar verilmiştir. Etalonun yansıtıcılığı arttıkça tayfların yarı genişliği daralmakta ve iki komşu saçak arasındaki

FSR değeri artmaktadır. Şekil 3.6'da görüldüğü gibi oluşan görüntülerin netliği ve belirginliği *F* katsayının artmasıyla artmaktadır.



Şekil 3.5. Fabry-Perot etalonun yansıtıcılık katsayısı arttıkça geçen tayflar dar ve daha belirgin olur



Şekil 3.6. Fabry-Perot yansıtıcı yüzeyinin *F* katsayısı a=1, b=10, c=100

3.1.3.4. Teorik (Kuramsal) Ayırma Gücü

Bir tayfölçerin çözünürlük limiti, ayırt edilebilir en küçük tayf aralığı olarak tanımlanır. Teorik ayırma limiti ise yaygın olarak tayfölçerin ideal geçiş fonksiyonunun yarı maksimumdaki tam genişliği (FWHM) olarak bilinir. Fabry-Perot sistemleri için bu saçak genişliği Airy fonksiyonu ile belirlenir (Mierkiewicz, 2002).

Teorik ayırma gücü ($\Re_0$)

$$\Re_0 \equiv \frac{\sigma}{\delta\sigma_{FWHM}} = \frac{\lambda}{\delta\lambda_{FWHM}} = \frac{\phi}{\delta\phi_{FWHM}} \tag{3.44}$$

veya

$$\Re_0 = \frac{F_\sigma}{Q_\sigma} = \frac{F_\lambda}{Q_\lambda} \tag{3.45}$$

olarak bulunur. 3.27 ve 3.42 denklemlerini 3.45 de yazıldığında kuramsal ayırma gücünü

$$\Re_0 = mF \tag{3.46}$$

olarak bulunur.

3.1.4. DEFPOS Tayfölçeri

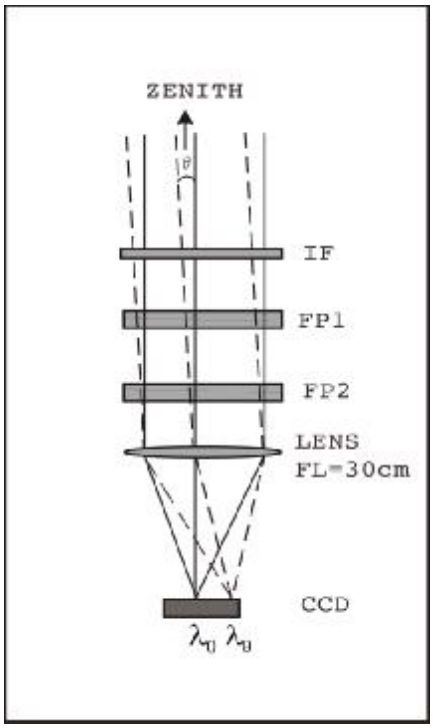
DEFPOS (Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spectrometer- Çift Etalonlu Fabry-Perot Optik Tayfölçeri) tayfölçeri, yıldızlararası ortamın sıcak (10^4 K), iyonize olmuş hidrojen bölgelerinden gelen zayıf Hα çizgisini incelemek amacıyla dizayn edilmiştir (Şahan, 2004; Şahan ve diğ., 2005).

Tayfölçer, TUG'da bulunan 150 cm ayna çaplı RTT150 teleskopunun coude çıkışında kullanmak için tasarlanmış, fakat teleskopun coude çıkışı hazır olmadığından, tayfölçerin test çalışmalarının başlatılabilmesi için teleskop

binasındaki bir odaya yerleştirilerek 4.76° görüş alanı ile başucu doğrultusundan ilk test çalışmalarına başlanmıştır (Şahan, 2004; Şahan ve ark., 2005).

Tayfölçer ile Kasım 2002-Aralık 2004 tarihleri arasında 4.76° görüş alanı (FOV) ile başucu doğrultusundan galaktik ve atmosferik Hα ışınım çizgilerini ölçmüştür. Ölçülen galaktik ve atmosferik Hα ışınım çizgileri sonraki bölümlerde açıklanan yöntemlerle birbirlerinden çıkarılmıştır. Elde edilen ilk galaktik (Şahan ve Ark., 2005) ve atmosferik Hα ışınım çizgilerinin sonuçları (Şahan ve Ark., 2007) yayınlanmıştır.

Şekil 3.7'de DEFPOS'un ölçeksiz optik dizaynı gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi tayfölçer doğrudan başucu doğrultusuna bakmakta ve 4.76° görüş alanı ile Hα gözlemleri yapılmıştır. Tayfölçerde üst üste yerleştirilmiş dört ayrı odacık bulunmaktadır. En üstteki odacıkta dar bantlı Hα filtresi (~15 Å), ortadaki iki odacıkta Fabry-Perot etalonları (FP1 ve FP2) ve en alttaki odacıkta ise etalonlarda oluşan halka görüntüsünü CCD üzerine odaklamak için kullanılan odaklama merceği (*f=10 cm*) bulunmaktadır. Böylece başucu doğrultusundan gelen ışık, dar bandlı Hα girişim filtresinden geçtikten sonra FP etalonlardan geçer ve CCD üzerine odaklanır. Tayfölçer ile birlikte girişim filtresi kullanılmasındaki amaç, Fabry-Perot girişim aygıtlarına parazitli ışık geçişini engellemek ve Hα'ya yakın tayfın geçmesini sağlamaktır (Şahan, 2004).



Şekil 3.7. DEFPOS tayfölçerinin ölçeksiz optik diyagramı ($\lambda_\theta = \lambda_0 \cos\theta_t$)(Şahan ve ark., 2007)

DEFPOS sisteminde 7.5 cm çaplı çift etalon (FP1, FP2) bulunmaktadır. Fabry-Perot etalonları tayfölçerin en önemli ayırıcı elemanlarıdır. Fabry-Perot plakaları arasında silika camdan yapılmış aynı kalınlığa sahip üç adet ayırıcı bulunmaktadır. Ayırıcıların sıcaklığa bağlı olan genişleme katsayıları düşüktür. FP1 etalonun arasında kullanılan ayırıcı (d_1), 148×10^{-4} cm kalınlığındadır. Bu etalon sistemi düşük çözünürlüklü etalon olarak adlandırılmaktadır. FP2 etalonu arasında ise (d_2), 198×10^{-4} cm kalınlığında ayırıcı kullanılmakta ve etalon yüksek çözünürlüklü etalon olarak adlandırılmaktadır. Her iki etalonda da farklı kalınlıklı ayırıcılar kullanıldığından, her biri farklı çözünürlüğe sahiptirler ve eşitlik 3.27'ye göre her etalonda farklı girişim saçakları oluşturmaktadır.

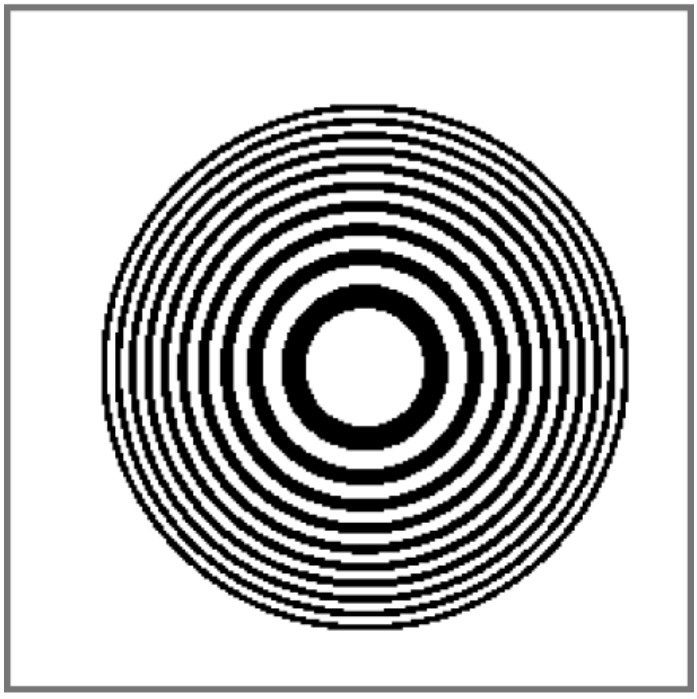
DEFPOS ile kullanılan görüntüleme CCD (Charged Coupled Deviced) kamerası, 2086×2048 piksel boyutlarına sahiptir. Her CCD yongası ışığa duyarlı ışık hücrelerinden (fotocell) oluşmaktadır. CCD'nin çok kanallı olması ve yüksek kuantum verimliliğine (Hα'da %78) sahip olması nedeni ile görüntüleme zamanını foto katlandırıcılara göre 10 kat azaltır. CCD'nin her bir pikseli 15×10^{-4} cm

boyutundadır. CCD'nin kontrol kartı fiber-optik kablo aracılığıyla Sun Ultra 1 bilgisayarına bağlanmıştır. CCD kamerası bir Loral LICK 3 2k×2k, arkadan aydınlatmalı, kalay kaplamalı ve AR (Anti Reflection) kaplamalıdır ve Infrared Labs soğutma kabının içinde durmaktadır. CCD sıvı azot (N_2) ile yaklaşık olarak -110 °C'ye kadar soğutulmaktadır (Şahan, 2004; Şahan ve ark.,2005,2007).

3.2. Metod

3.2.1. Halka Toplama Tekniği

Fabry-Perot tayfölçeri tek renkli homojen bir ışık kaynağı ile aydınlatıldığında, 3.27 eşitliğine göre aynı merkezli iç içe geçmiş ve birbiri ile örtüşmeyen dar halka desenleri meydana gelir. Şekil 3.8'deki halkanın kalınlığı merkezden dışa doğru daralmaktadır. Böylece, Fabry-Perot girişim saçaklarının dalga boyu optik eksene göre merkezden dışa doğru q_t açısına bağlı olarak $l = l_0 cos q_t$ eşitliğine göre azalmaktadır. Burada l_0; q_0=0'da optik eksen boyunca Fabry-Perot etalonlardan geçen dalga boyudur. Halka toplama tekniği, Şekil 3.8'de gösterilen, temel olarak eşit alanlı halkaların eşit dalga boyu aralıklarına karşılık gelmesi prensibine dayanmaktadır (Coackley ve ark., 1996; Nossal ve ark., 1998).



Şekil 3.8. Tek renkli homojen bir ışık kaynağı ile aydınlatılan Fabry-Perot etalonlarında oluşan iç içe geçmiş aynı merkezli 13 girişim deseni (Mierkiewichz, 2002)

Bu özellik Fabry-Perot tayfölçerinin ardışık girişim saçakları oluşturan 3.27 eşitliğine dayanmaktadır. Etalonlar üzerine ışık normal doğrultuda (q_t=0) geldiğinde, etalonlar $s=s_0$ dalga sayısını geçirmektedir. Belirli bir sırada $m/2nd$ değeri sabit olmaktadır. Böylece halka merkezinden başlayarak dışa doğru gidildikçe dalga sayısı;

$$\sigma = \sigma_0 \cos\theta_t \tag{3.47}$$

eşitliğine göre değişmektedir. Küçük açılar için merkezden dışa doğru $Ds=s-s_0$ dalga sayısı değişimi;

$$\Delta\sigma = 1 - \cos\theta_t \cong 1 - \left(1 - \frac{\theta_t^2}{2}\right) = \frac{\theta_t^2}{2} \tag{3.48}$$

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = 1 - \cos\theta_t \cong 1 - \left(1 - \frac{\theta_t^2}{2}\right) = \frac{\theta_t^2}{2} \tag{3.49}$$

olarak bulunur. Şekil 3.8'de görüldüğü gibi Ds'nın $\delta\sigma=\sigma_0/\Re_0$ genişliğinde iç içe geçmiş ve birbirleriyle örtüşmeyen N tane çözünürlük elementi için 3.49 eşitliği;

$$N\frac{\delta\sigma}{\sigma_0} = \frac{\theta_N^2}{2} \tag{3.50}$$

olarak yazılabilir. Burada $\Re_0$ kuramsal ayırma gücü ve θ_N ise N. yani ilk tayfsal elementin dış açısal çapıdır.

$$\theta_N = \sqrt{N}\theta_1 \tag{3.51}$$

olur. Burada q_1, $N=1$ için

$$\theta_1 = \sqrt{\frac{2}{\hat{A}_0}} = \sqrt{\frac{2\delta\sigma}{\sigma_0}} \tag{3.52}$$

elde edilir. Sonuç olarak her açısal taysal element için açısal alan (W),

$$\pi\left(\sqrt{N}\theta_1\right)^2 - \pi\left(\sqrt{N-1}\theta_1\right)^2 = \pi\theta_1^2 = \frac{2\pi}{\hat{A}_0} = W \qquad (3.53)$$

şekilde hesaplanır. f odak uzaklıklı halka görüntü merceğinin odak düzemlindeki eşit alanlı halkalar (Ωf^2) eşit tayf aralıkları oluşturacaktır (Coadley, 1996; Mierkiewichz, 2002).

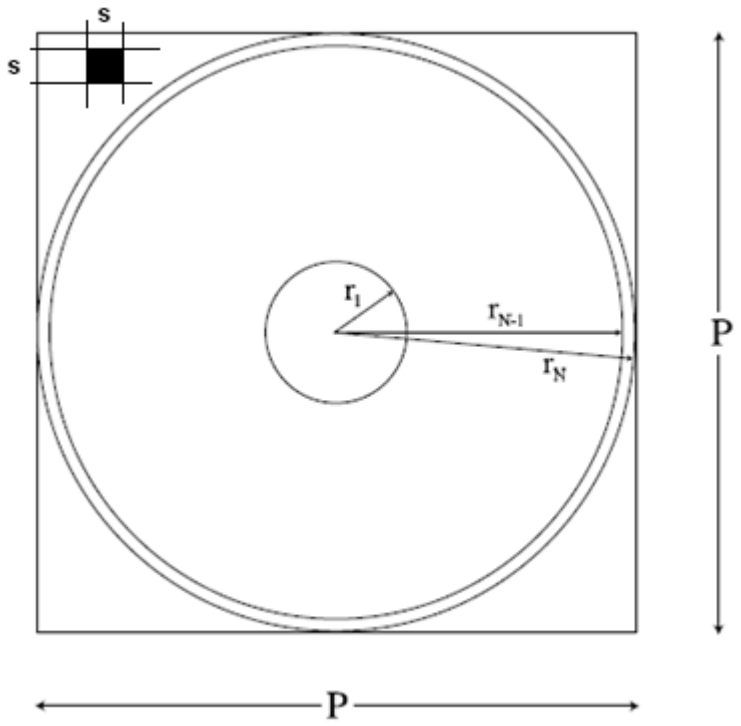
Bu durumda eşitlik 3.51,

$$r_N = \sqrt{N} r_1 \qquad (3.54)$$

olacaktır. Burada

$$r_1 \approx \theta_1 = \sqrt{\frac{2}{\hat{A}_0} f} \qquad (3.55)$$

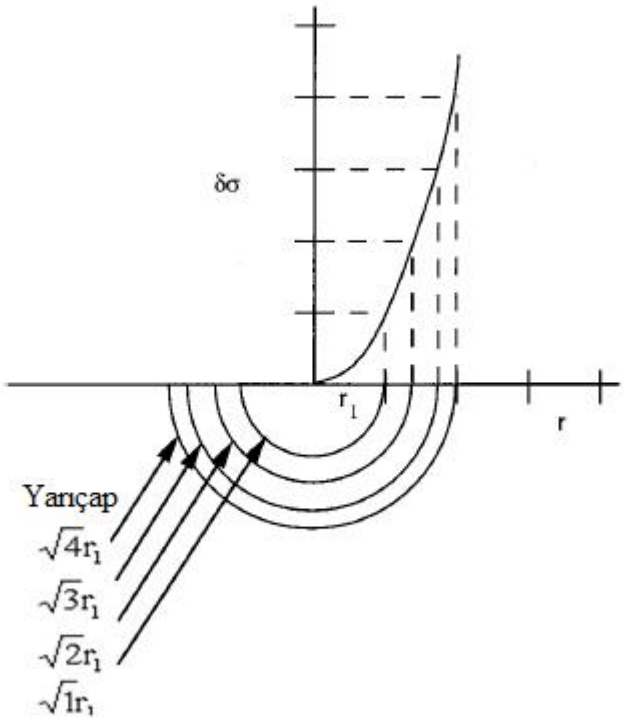
Şekil 3.9'de gösterilen merkez çözünürlük elementinin çapıdır. Denklem 3.54'de gösterilen $r_{1,}$ Şekil 3.9'te gösterilen $P\acute{}P$ piksel boyutlu CCD yongası üzerindeki en küçük halkanın yarıçapıdır. r_N ise N. halkanın yarıçapıdır.



Şekil 3.9. Halka toplama tekniğindeki CCD üzerindeki 1. ve N. Fabry-Perot halkaları, P bir boyuttaki pikselin sayısı, s her bir pikselin genişliği (Mierkiewichz, 2002)

Şekil 3.10'da CCD halka toplama tekniğine uygulanan N tane iç içe geçmiş ardışık çözünürlük elementine sahip Fabry-Perot dağılım ilişkisinin r yarıçapına bağımlılığı gösterilmektedir (Coadley, 1996; Şahan, 2004).

Halkaların yarıçapları (r_N) 1. halkanın yarıçapının $\sqrt{N}$ katına bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 3.10. CCD halka toplama tekniğine uygulanan N tane iç içe geçmiş ardışık çözünürlük elementine sahip Fabry-Perot dağılım ilişkisinin r yarıçapına bağımlılığının grafiksel gösterimi (Coadley, 1996; Şahan, 2004)

P×P boyutlu bir CCD üzerindeki olası en büyük halkanın yarıçapı 3.54 eşitliğine göre;

$$r_N = \frac{P_S}{2} = \sqrt{N} r_1 \qquad (3.56)$$

ile hesaplanır. Burada P, Şekil 3.9'da gösterildiği gibi CCD'nin bir boyutundaki piksellerin sayısı ve s her bir pikselin boyutudur (Şahan, 2004).

Nyquist teoremi için, çözünürlük elementi başına iki halka örneği gereklidir. Şekil 3.9'da gösterildiği gibi en geniş halkanın çözünürlük elementi her biri bir piksel genişliğinde iki halka olacak şekilde seçilir; yani en dıştaki iki halkanın piksel genişliği $2s = \left(\sqrt{N} - \sqrt{N-1}\right) r_1$ olur. 3.56 eşitliği kabaca $2s = \frac{4\sqrt{N} r_1}{P}$ şeklinde yazabiliriz. Bu ifadeler birleştirildiğinde CCD'nin P piksel sayısı ile N tayfsal element sayısı arasında;

$$N = \frac{P^2}{8P-16} \tag{3.57}$$

ifadesi bulunur. 3.57 eşitliği N>3 için yaklaşık olarak;

$$N = \frac{P}{8} \tag{3.58}$$

değerini alır. Burada N, P×P piksel boyutlarına sahip olan bir CCD yongasının merkezinden dışa doğru en düşük çözünürlük kaybı ile bölüne bilen en büyük halkanın sayısıdır. Her bir çözünürlük elementindeki pikselin sayısı p ile gösterilirse ve $N = \frac{P}{8}$ yazılırsa bu piksellerin sayısı yaklaşık olarak;

$$p = \pi\left(\frac{r_1}{s}\right)^2 = \pi\left[\frac{P}{(2\sqrt{N})}\right]^2 = 16\pi N \tag{3.59}$$

elde edilir (Şahan, 2004).

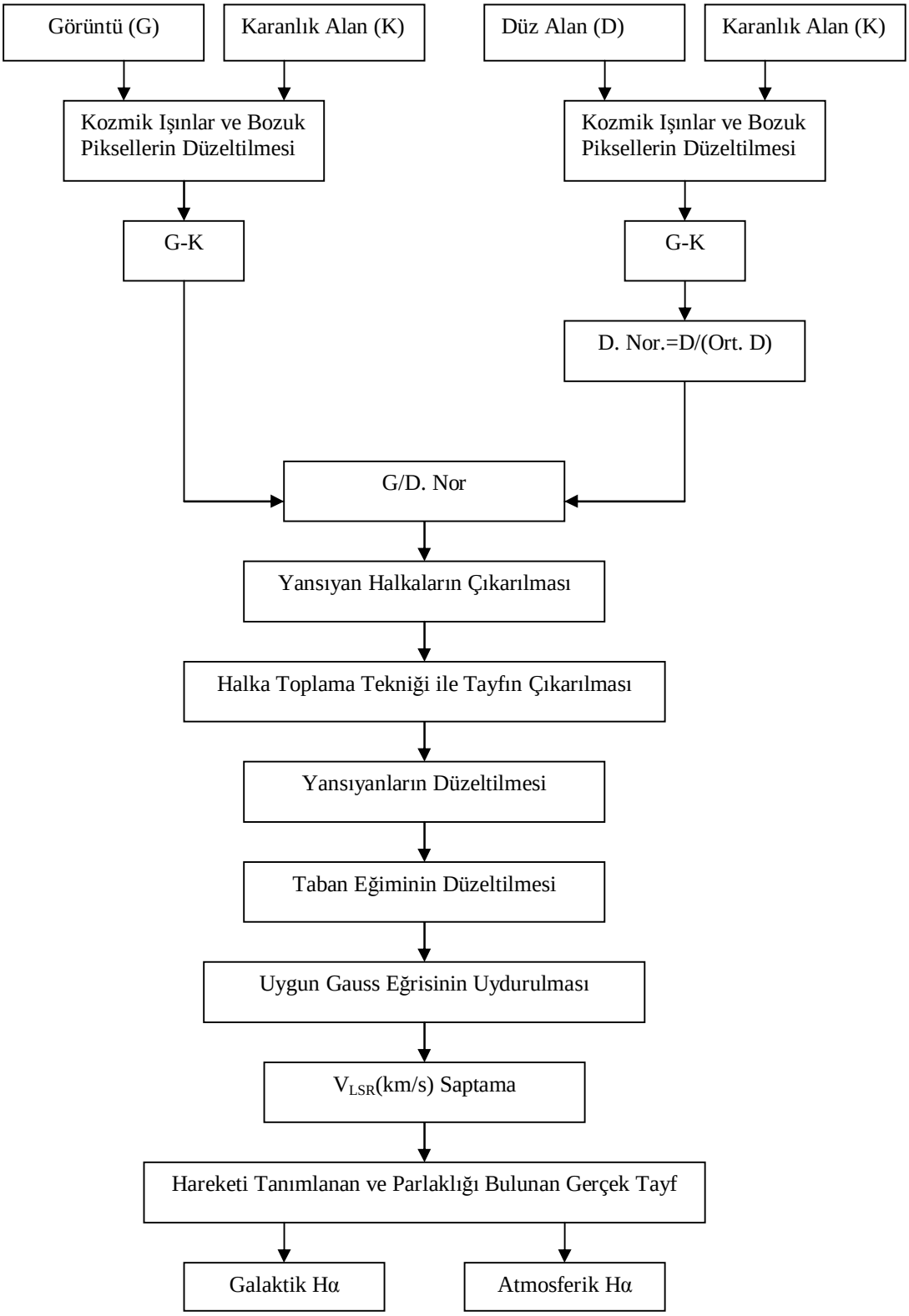
Çift etalonlu DEFPOS tayfölçeri ile birlikte kullanılan 2086×2048 boyutundaki CCD için en fazla $N = \frac{2048}{8} = 256$ tane tam olarak çözülmüş olan çözünürlük elementi aynı anda CCD üzerinde görüntülenebilir. Her bir tayfsal element yaklaşık olarak p=12.861 tane piksel bulunur (Şahan, 2004).

3.2.2. CCD/Fabry-Perot Görüntü İşleme ve Tayf Analiz Yöntemleri

TUBITAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) kurulan DEFPOS tayfölçeri ile 2002-2004 tarihleri arasında başucu doğrultusunda 4.76° görüş açısı ile yayılı, sıcak ve iyonize olmuş kaynaklardan gelen sönük Hα yayınım çizgi gözlemleri yapılmıştır (Şahan, 2004). DEFPOS ile bir gözlem gecesinde 1200 s poz süresinde Hα verileri alınmıştır. Bu verilerin CCD indirgemelerini yapabilmek için her gözlem gecesinde karanlık alan (dark field) ve düz alan (flat field) görüntüleri alınmıştır. Ayrıca CCD üzerinde halka deseninin merkezini ve atmosferik Hα çizgisinin yerini belirleye bilmek için hidrojen lambası kullanılarak Hα görüntüsü alınmıştır. Karanlık alan

görüntüleri gözlemden önce, gözlem sırasında ve gözlemden sonra değişik poz sürelerinde alınırken, düz alan görüntüleri gözlemden önce ve sonra alınmıştır. Hα lamba görüntüsü ise en az üç tane olmak üzere değişik poz sürelerinde alınmıştır. Bir gözlem gecesi boyunca başucu doğrultusunda en az yirmi beş tane Hα verisi alınmıştır. Bu verileri düzenli bir şekilde ve bulunması da daha kolay olsun diye verinin alındığı günün tarihi verilerek depolanmıştır. Örneğin, 25.06.2003 tarihinde alınmış bir veriye 20030625_1 ismi verilmektedir. Alınan verilerin CCD ön indirgemesi ve tayf analiz yöntemleri Şekil 3.11' da verilen şemadaki sıraya göre yapılmıştır.

DEFPOS ile kullanılan CCD kamerası değişik projeler için bazı zamanlarda tayfölçerden sökülmüştür. Bu nedenle diğer gözlem gecesinde tayfölçere takılan CCD' nin merkez ayarı bozulmuştur. CCD' nin merkez ayarını yapabilmek için 1 veya 2 s lik poz sürelerinde hidrojen lambası ile gözlemler alınmıştır. Eğer halka görüntüsünün merkezi CCD' nin merkezine yakın değilse kamera ileri geri hareket ettirilerek merkez ayarlaması yapılmıştır.



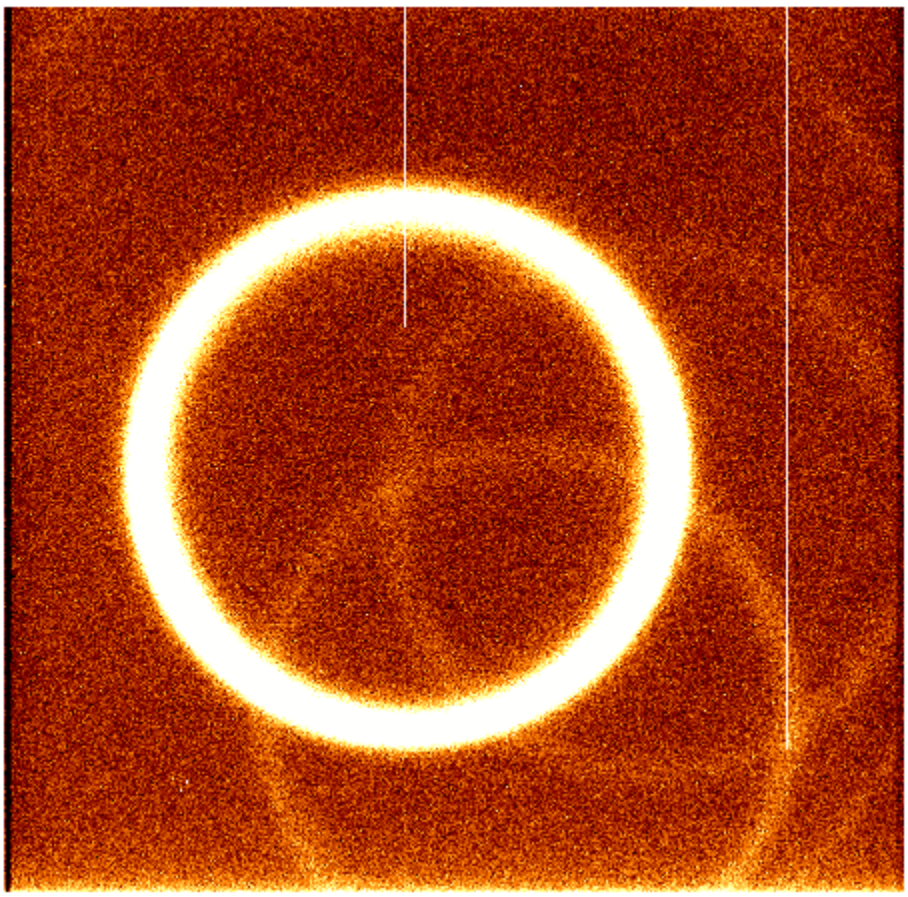
Şekil 3.11. Veri indirgeme işleminde izlenen yöntemlerin akış diyagramı (Şahan, 2004)

3.2.2.1. Görüntü İşleme ve Tayf Analiz Yöntemleri

Alınan görüntülerin halka toplama tekniğine göre tayfları elde edilmeden önce, görüntülerin ön indirgeme işlemini yapmak için EK-A'da verilen ve IDL 5.4 (The Interactive Data Language) programlama dilinde yazılan programlar kullanılmaktadır. IDL 5.4 programı, bir dizi alt program ile birlikte çalışmaktadır. Bu programlar kullanılarak, Şekil 3.11 ile verilen akış diyagramındaki sıraya göre önce CCD verilerinin indirgemeleri yapılmakta ve daha sonra indirgenmiş olan görüntülerin halka toplama tekniğine göre tayfları elde edilmektedir.

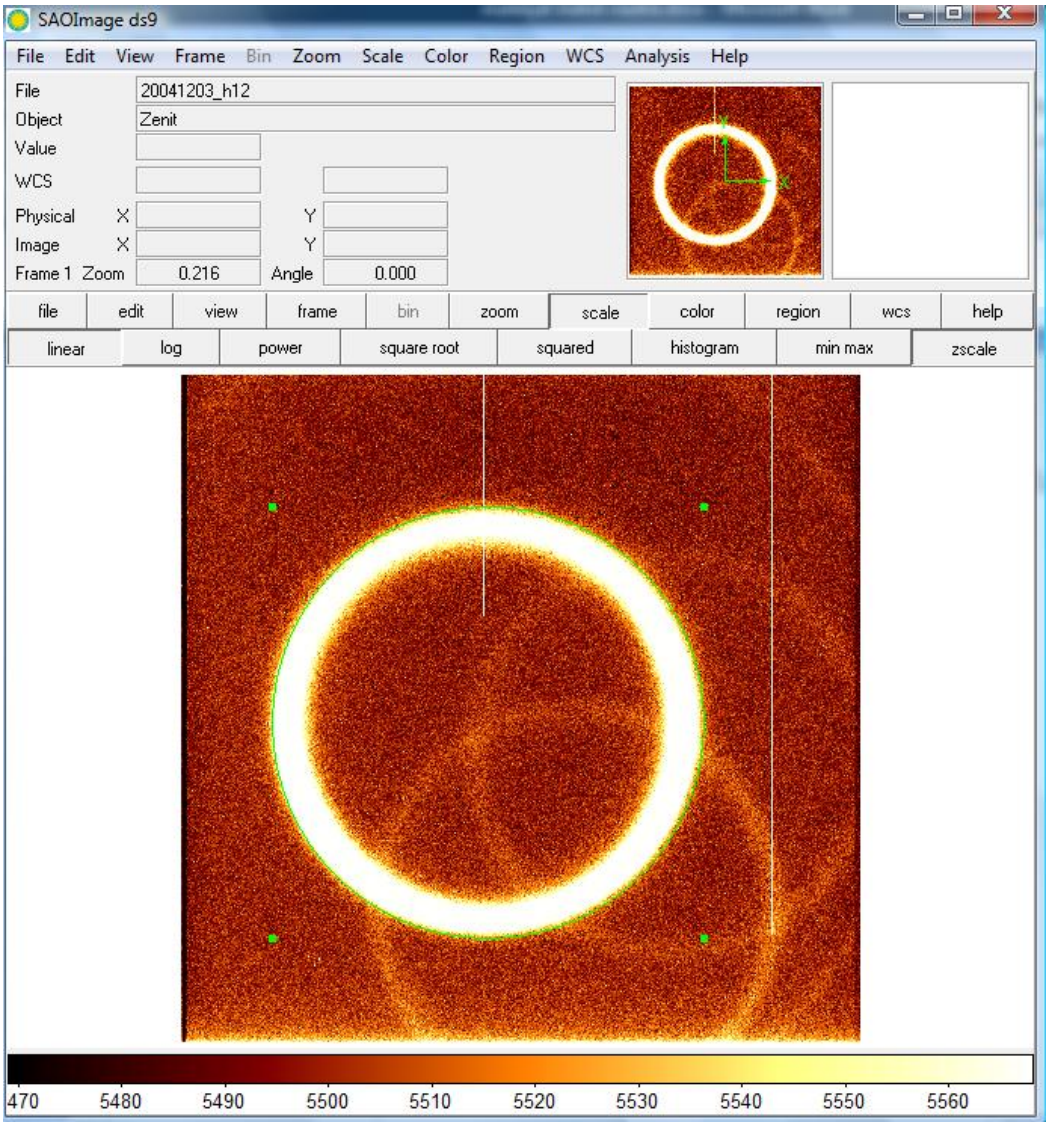
3.2.2.2 CCD Merkezinin Saptanması

Halka toplama tekniği kullanarak görüntülerin tayfa dönüştürülmesi sırasında, Fabry-Perot halka desenlerinin merkezlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Halka görüntünün merkezini belirlemek için hidrojen lambası kullanılmaktadır. Hidrojen lambasının yayınımı gece gökyüzünden olan yayınıma göre daha parlak ve daha dardır (Nossal, 1997). Lamba verisinde poz süresi arttırıldığında (yaklaşık 10 s) halka görüntüsünden başka ayrıca Şekil 3.12'de görüldüğü gibi yansıyan halkaların merkezleri de belirlenmektedir.



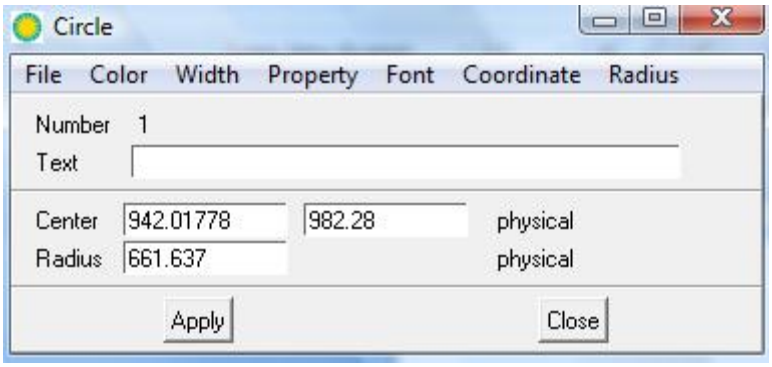
Şekil 3.12. CCD kamerası ile 5 s poz süresinde alınan Hα lamba görüntüsü

Fabry-Perot halka görüntülerinin merkezlerinin belirlenmesinde SAOImage Ds9 2.1b7 versiyonlu paket program kullanılmaktadır. Bu program ile Şekil 3.13'de gösterildiği gibi görüntü üzerinde çizilen çemberin yarıçapını istenilen oranda artırılarak halka deseninin üzerine en iyi şekilde uyan bir tane çember seçilmektedir.



Şekil 3.13. Ds9 programı kullanılarak 03.12.2004 tarihinde alınan Hα lamba verisinin koordinatlarının bulunması

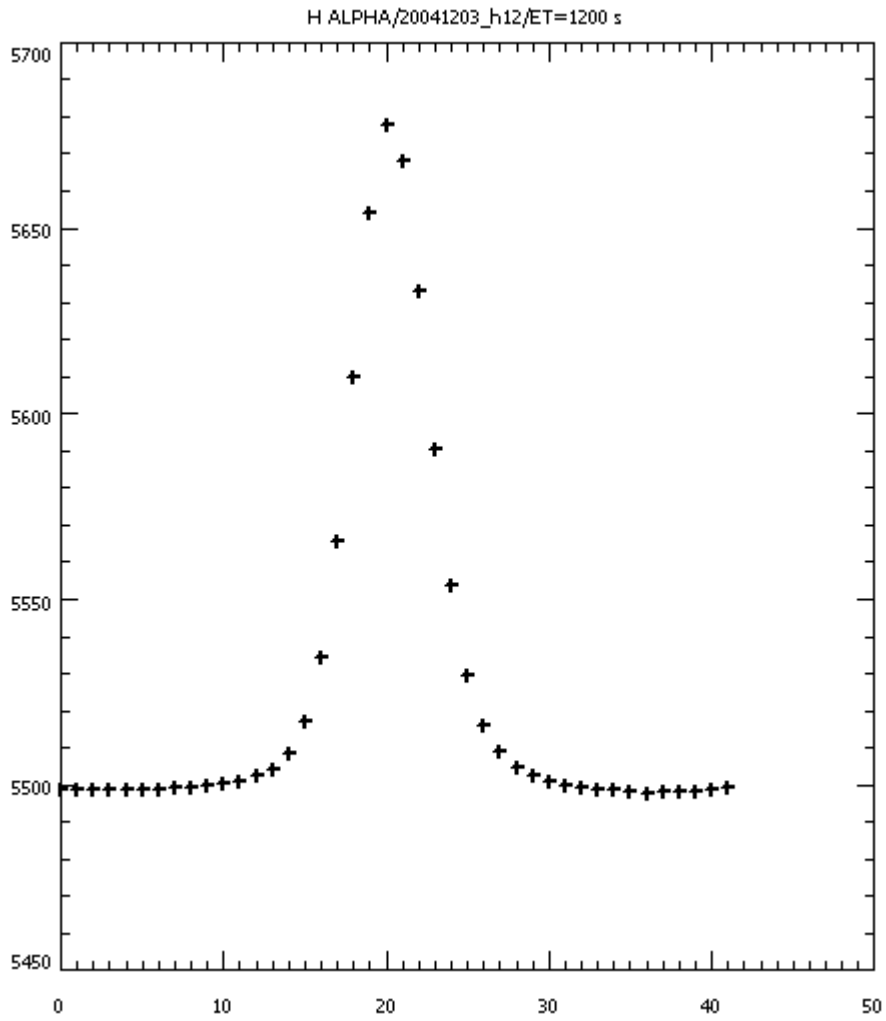
Şekil 3.14'de gösterilen Ds9 programının bir parçası olan pencere ile çemberin Xc ve Yc koordinatlarını merkezi program yardımı ile bulunmuş ve bu merkeze göre halka toplama tekniği uygulanarak görüntü tayfa dönüştürülerek tayfın düzgünlüğüne bakılmıştır. Eğer tayf düzgünse, belirlenmiş olan bu merkezler o geceki verilerin merkezleri için kullanılır. Gözlemden önce, her gece, lamba verisi alınarak bu merkezler kontrol edilmektedir.



Şekil 3.14. Ds9 programı kullanılarak 03.12.2004 tarihinde alınan Hα lamba verisinin koordinat merkezlerinin gösterimi

Şekil 3.12'de, 03.12.2004 tarihinde 5 saniyelik poz süresinde alınan Hα lamba görüntüsü verilmiştir. Görüntü üzerinde merkezdeki gerçek görüntüye göre merkezleri farklı ve daha sönük olan iki yansıyan halkada tam olarak görülmektedir. SAOImage Ds9 ile CCD üzerindeki bu görüntünün merkezi Xc= 942.01778 piksel ve Yc= 982.28 piksel olarak belirlenmiştir.

Belirlenen merkez değerleri IDL programı kullanılarak Şekil 3.12'deki görüntünün tayfı halka toplama tekniği ile Şekil 3.15'de gösterildiği gibi elde edilmiştir. Tayftaki değerler ADU (Analog to Digital Unit) birimindedir. Her tayf grafiğinin üzerinde verinin ismi ve poz süresi verilmektedir. Şekil 3.15'deki lamba görüntü tayfının 5500 ADU değerinden başlamasının nedeni karanlık alan görüntüsünün çıkarılmamasıdır. Karanlık alan çıkarıldıktan sonra bu seviye yaklaşık olarak sıfır seviyesine düşmektedir.

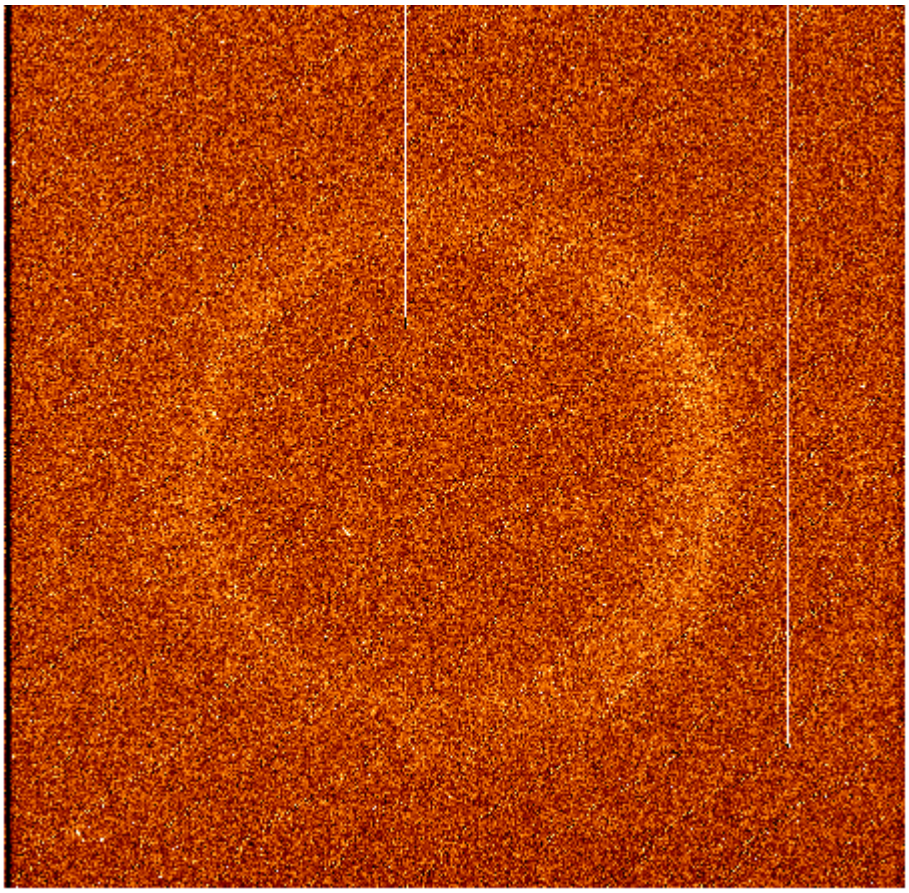


Şekil 3.15. Şekil 3.12'deki CCD görüntüsünden elde edilen tayf

3.2.2.3. Kozmik Işınlardan Kaynaklanan Bozuk Piksellerin Çıkarılması

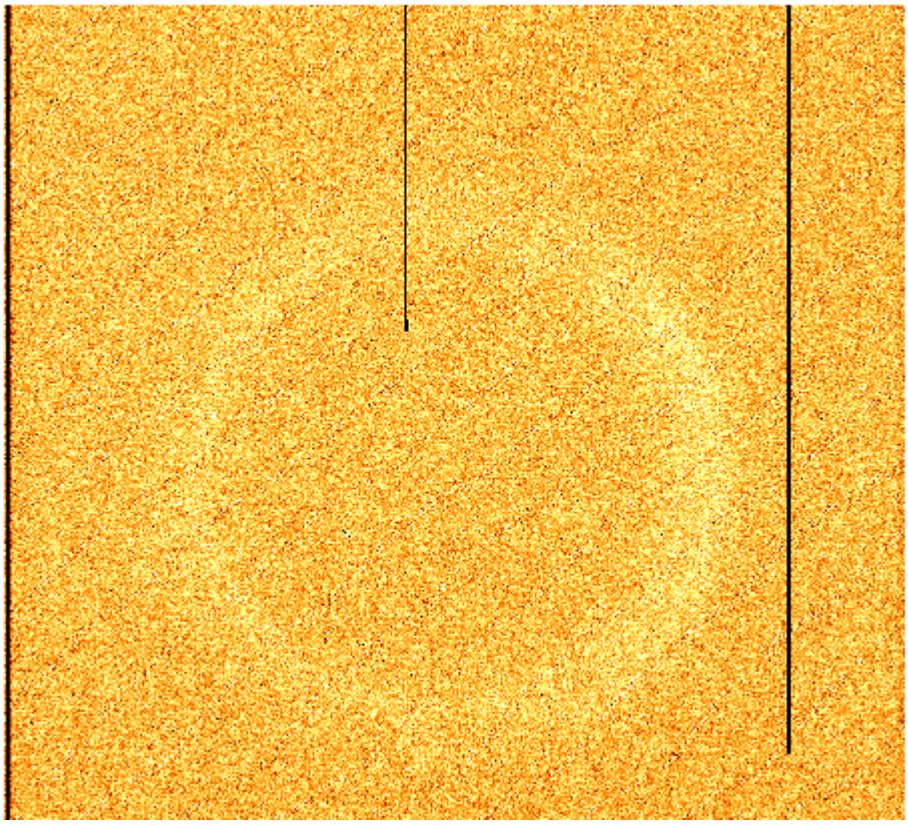
Evrende ışık hızına yakın bir hızda yol alan yüksek enerjili parçacıklara kozmik ışın parçacıkları denilmektedir. Kozmik ışınlar CCD piksellerine çarptıklarında piksellerin parlaklıklarını arttırırlar. Parlaklıkları artmış bu piksellere sıcak pikseller denilmektedir. Ortalama gök parlaklığının üstünde olan bu yapılara sahip olan piksellerin görüntüden çıkarılması gerekmektedir. Bu pikselleri tayf elde etme yöntemine katmamak için piksellerin parlaklık değeri ortalamanın üç standart sapma (3σ) üzerinde ve 0'ın altındaki negatif pikseller indirgeme işlemlerine dahil edilmemektedir (Şahan, 2004).

Verileri incelemeye başlamadan önce galaktik, düz alan ve karanlık alan görüntülerinde bulunan bozuk piksellerin çıkarılması gerekmektedir. 3σ büyük olan pikseller ile bozuk sütunlara -9999 sayısı yazılmaktadır. Bozuk piksellerin parlaklık değerleri uygun bir program ile atılmaktadır.



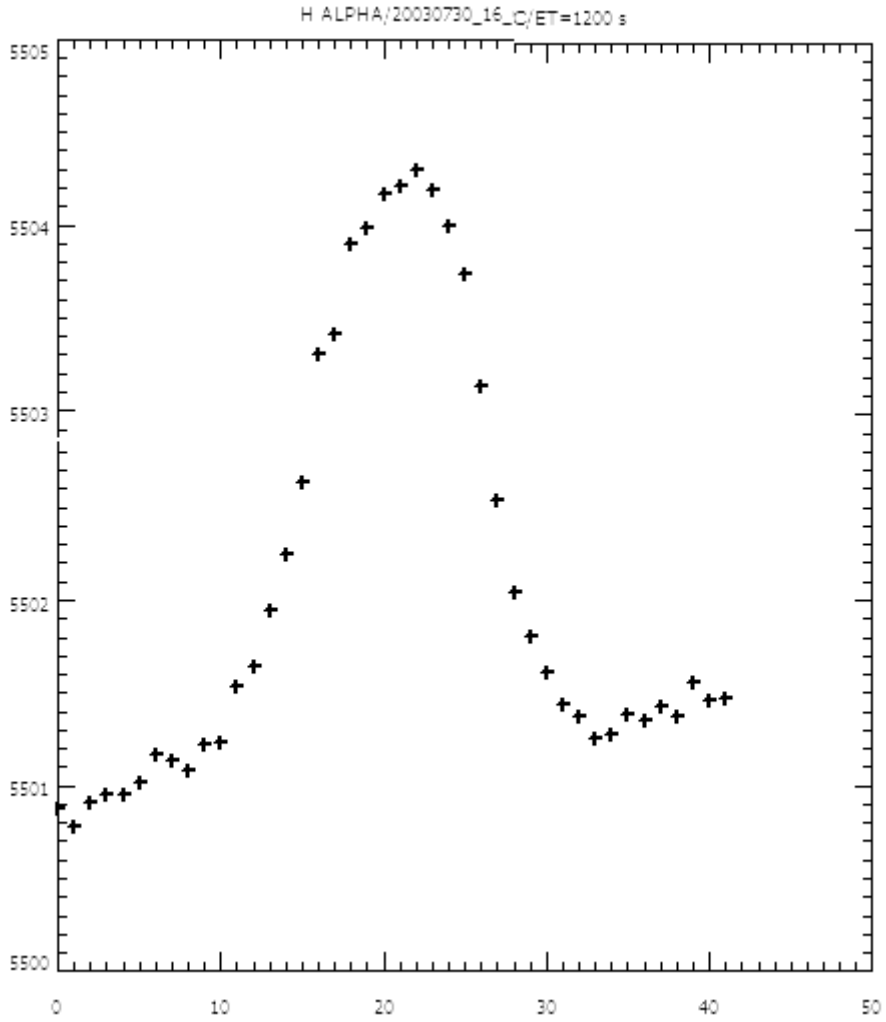
Şekil 3.16. 30 Temmuz 2003 tarihinde saat 00:03'de 1200 s poz süresine alınan Hα görüntüsü

Şekil 3.16'da 30.07.2003 tarihinde saat 00:03'de 1200 saniyelik poz süresinde alınan 20030730_16 Hα görüntüsünde, beyaz çizgi olarak görünen iki farklı bozuk sütun vardır. Bu sütunlardan biri 927-932 pikseller arasında ve 5 piksel genişliğindedir. y- doğrultusunda ise 1308. pikselden başlayarak 2048. piksele kadar gitmektedir. Diğer bozuk sütun ise 1812-1818 piksel aralığında ve 6 piksel genişliğinde ve y- doğrultusunda ise 332-2048 piksel arasındadır. Bozuk pikseller atıldıktan sonra Şekil 3.17'deki duruma gelmektedir.



Şekil 3.17. Şekil 3.16'de CCD görüntüsünden bozuk piksellerin çıkarılmış görüntüsü

Şekil 3.17'deki Fabry-Perot halka görüntüsüne halka toplama tekniği uygulanarak Şekil 3.18'deki tayf elde edilmiştir. Halka toplama tekniği için kullanılan IDL programı ek-A'da verilmiştir.



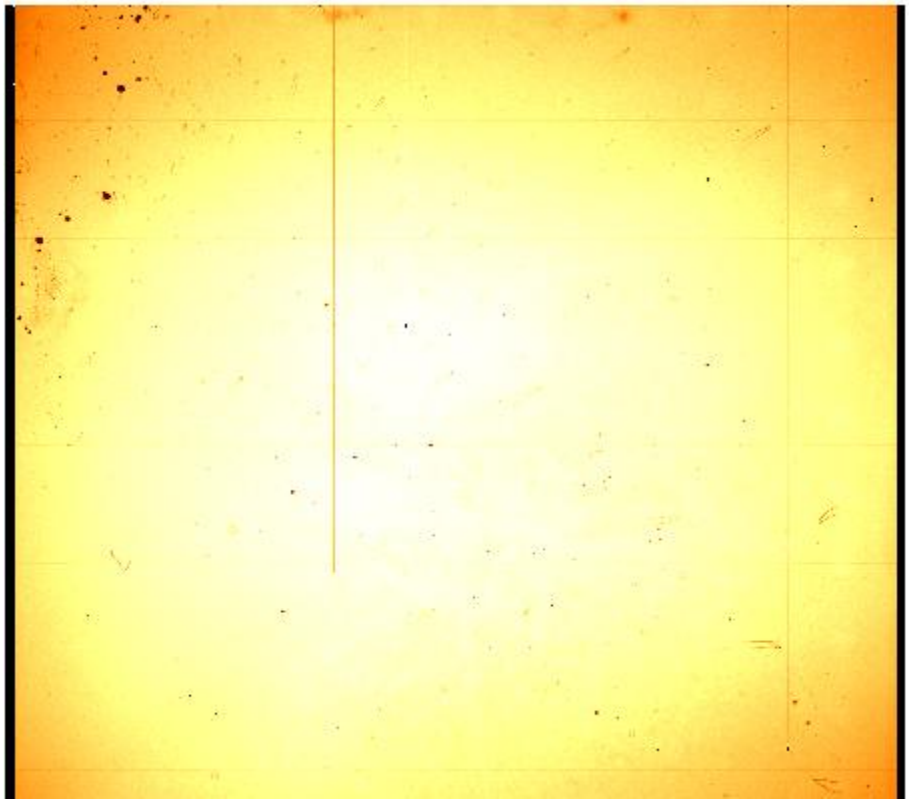
Şekil 3.18. Şekil 3.17'deki CCD görüntüsüne halka toplama tekniği uygulanması sonucu elde edilen tayf

3.2.2.4. Düz Alan Görüntüsü (Flat Field)

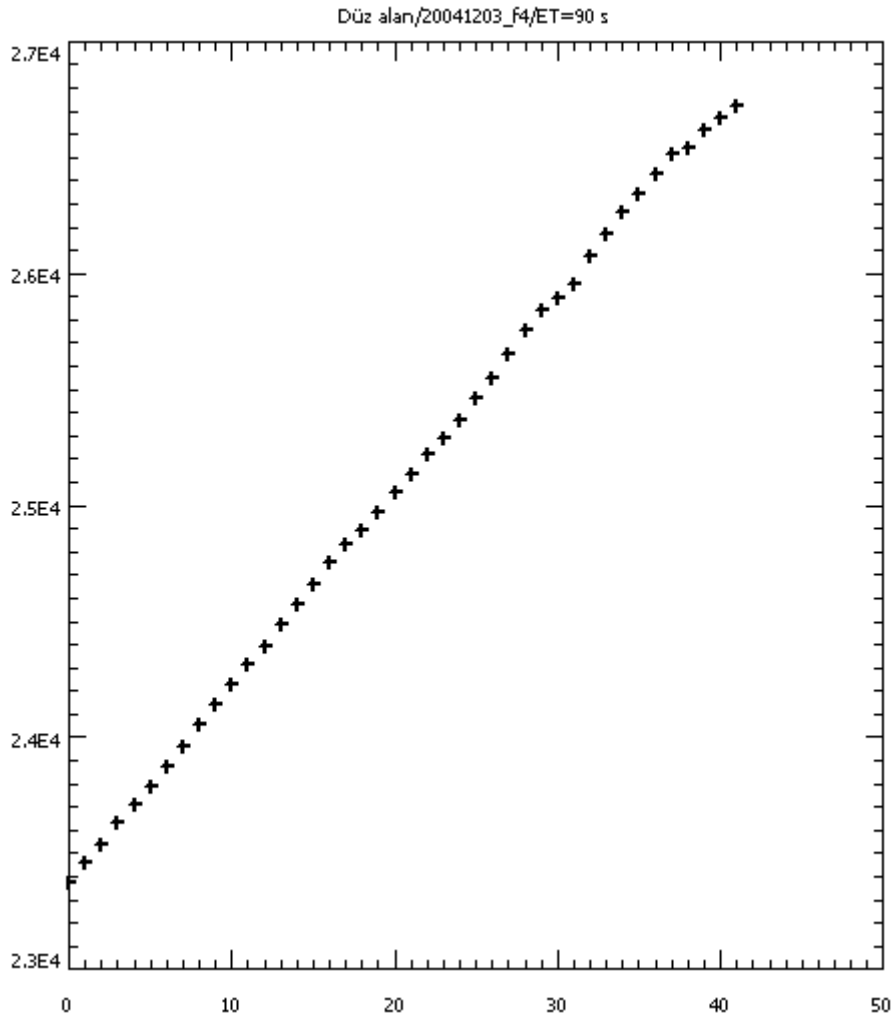
Düz alan görüntüleri tayfölçerin optik ekseninin dışına doğru olan kararmaları düzeltmek (vignetting), CCD'de pikselden piksele değişen kuantum etkinliği farklılıklarını gidermek ve tayfölçerin optiğinden kaynaklanan bölgesel farklılıklarını gidermek amacıyla kullanılmaktadır. Bu etkilerden en güçlüsü CCD üzerinde yarıçap artarken şiddetteki azalmaya neden olan kararmalardır. CCD üzerindeki her pikselin kuantum etkinliği birbirinden farklıdır. Dolayısıyla tayfsal olarak iyi bir düz alan

elde etmek için homojen aydınlatılmış yayılı bir ışık kaynağı kullanılması gerekir (Şahan, 2004).

Şekil 3.19'de 04.12.2004 tarihinde iki tane 100 watt'lık beyaz ışık ile 90 s poz süresinde alınan 20041203_f4 adlı düz alan görüntüsü verilmiştir. Düz alan görüntüsünün halka toplama tekniğine göre çizilen tayfı Şekil 3.20'de verilmiştir. Tayfa baktığımızda düzgün bir şekilde artmalar görünmektedir. CCD'nin merkezinden dışarı doğru gidildikçe tayfölçerdeki gölgelenmelerden dolayı merkeze daha çok merkezden dışarılara daha az ışık düşmektedir ve CCD'nin merkezinde parlaklık 26700 ADU iken dışa doğru gidildikçe 23300 ADU değerine düşmektedir.



Şekil 3.19. 04 Aralık 2004 tarihinde 90 s poz süresinde alınan düz alan görüntüsü



Şekil 3.20. Şekil 3.19'daki düz alan görüntüsüne halka toplama tekniği uygulanmasıyla elde edilen tayf

3.2.2.5. Karanlık Alan Görüntüsü

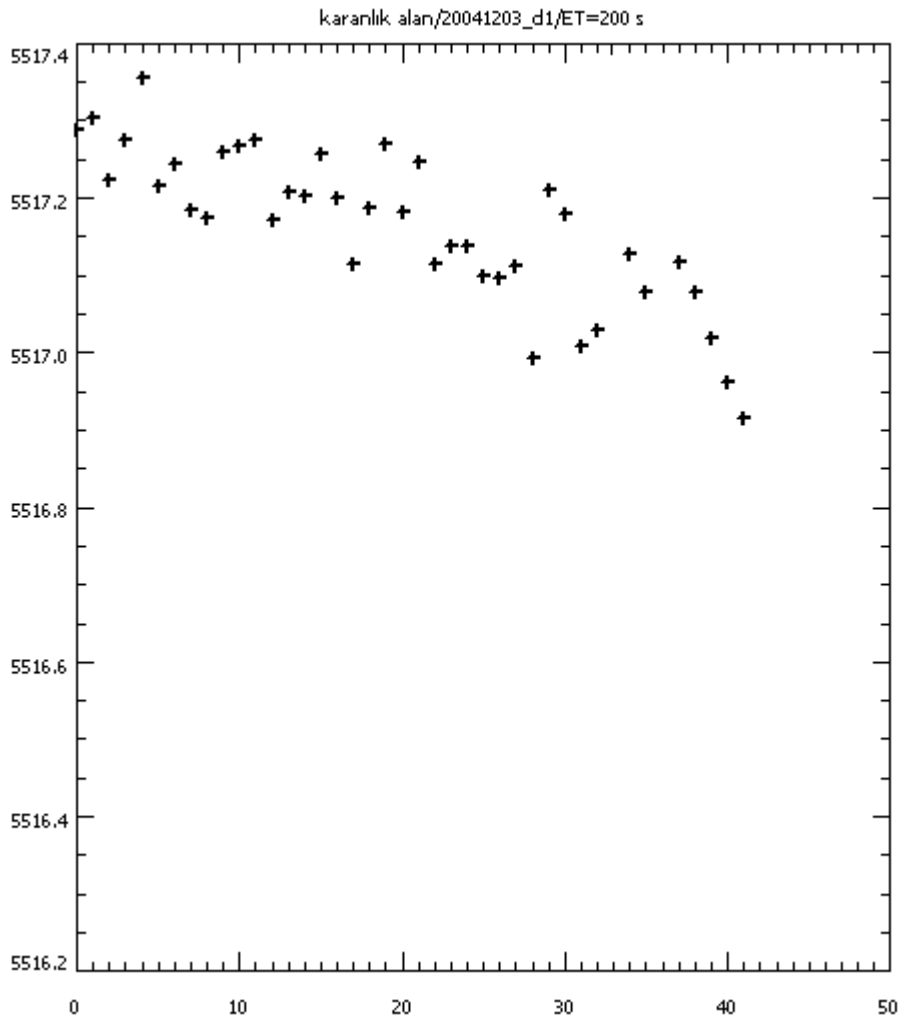
Gözlemler sırasında kullanılan CCD kamerası, sıvı (N_2) azot kullanılarak -110 °C'a kadar soğutulmasına rağmen, sinyal ile karşılaştırıldığında, CCD yongası üzerinde hala sıcaklıktan kaynaklanan ve ihmal edilemeyecek ölçüde gürültüler oluşmaktadır. Bu karanlık gürültüleri ölçmek için, CCD yongası kapatılarak gözlem için verilen süre ile poz alınmaktadır. Daha sonra bu etki piksellerden çıkarılmaktadır. Bu işleme karanlık alan çıkarma işlemi denir (Şahan, 2004).

Her gece gözlemden önce, gözlem yapılırken ve gözlemden sonra gözlem süresi kadar poz süresinde belirli miktarlarda karanlık alan görüntüsü alınmaktadır.



Şekil 3.21. 3 Aralık 2004 tarihinde yerel saat ile 19:47'de alınan karanlık alan görüntüsü

Şekil 3.21'de 03.12.2004 tarihinde yerel saat 19:47'de, 20041203_d1 ismi ile alınan karanlık alan görüntüsü verilmiştir. Karanlık alan görüntüsünün üzerinde okunan gürültünün oranı yaklaşık olarak 5515 ADU civarındadır. Halka toplama tekniği kullanılarak Şekil 3.22'de karanlık alan görüntüsünün tayfı gösterilmektedir.

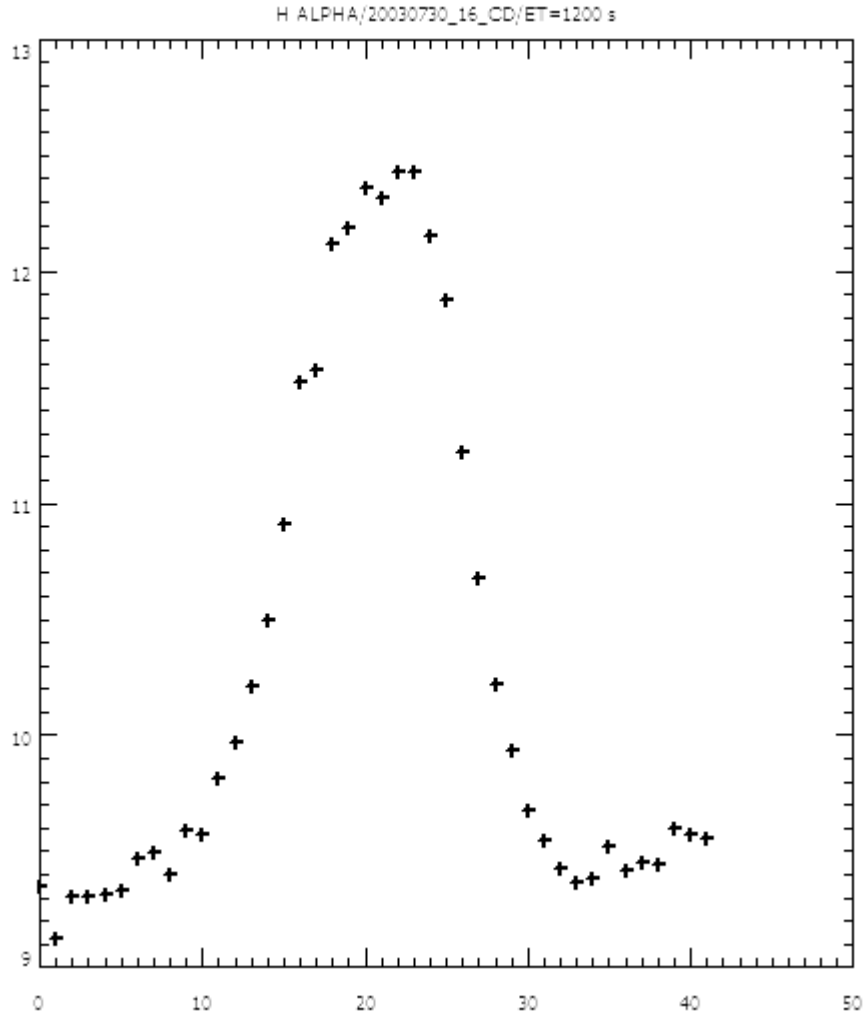


Şekil 3.22. Şekil 3.21'deki karanlık alan görüntüsüne halka toplama tekniği uygulanmasıyla elde edilen tayf

3.2.2.6. Galaktik ve Düz Alan Görüntülerinden Karanlık Alan Görüntülerinin Çıkarılması

Galaktik ve düz alan görüntüleri karanlık alan görüntüsü içermektedir. Bu nedenden dolayı her görüntüden karanlık alan görüntülerinin çıkarılması gerekmektedir. Örneğin 30.07.2003 tarihinde alınan 20030730_16 verisinin Şekil 3.18'deki tayfını göz önüne alalım. Tayfın taban düzeyi yaklaşık 5500 ADU seviyesindedir. Bu değerin altında kalan değerler atmosferin parlaklığının neden olduğu gürültülerden ve özellikle CCD'nin ısınmasından kaynaklanmaktadır. Bu değerlerinin verilerden çıkarılması gerekmektedir. Her pikselden karanlık alan

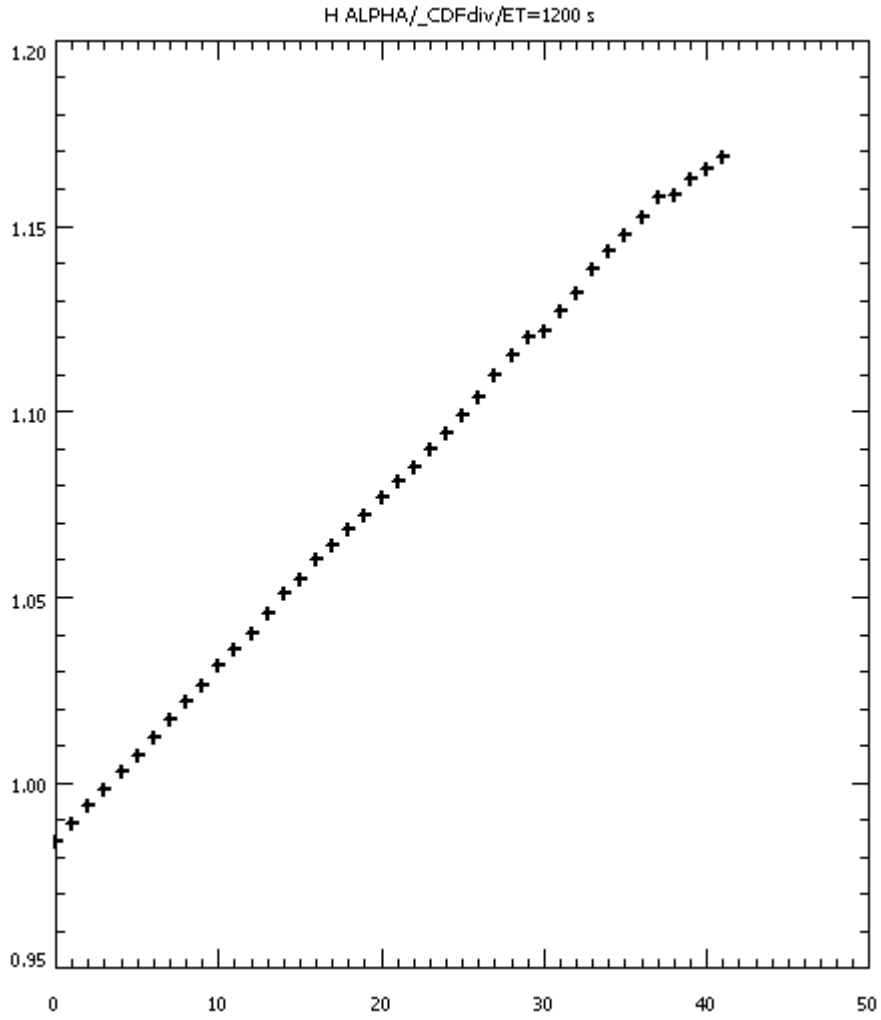
görüntüsü çıkarıldığında, kalan parlaklık değeri görüntünün net parlaklık değeri olur. Şekil 3.23'de karanlık alan görüntüsü çıkarıldıktan sonra elde edilen tayf verilmiştir. Şekil 3.18'de tayfın taban düzeyi 5500 ADU seviyesinde iken, karanlık alan görüntüsü çıkarıldıktan sonra tayfın taban düzeyi yaklaşık 9 ADU seviyesine gelmiştir.



Şekil 3.23. Galaktik Hα görüntüsünden karanlık alan görüntüsü çıkarıldıktan sonra elde edilen tayf

3.2.2.7. Düz Alan Görüntüsünün Normalize Edilmesi

İlk olarak düz alan görüntüsünden karanlık alan görüntüsü çıkarılır. Sonra, düz alan görüntüsündeki bozuk pikseller haricindeki tüm piksellerin parlaklık değerlerinin ortalaması bulunur. Şekil 3.19'de verilen düz alan görüntüsünün ortalama parlaklık değeri 23289'dur. Yapılan incelemelerde sadece halka toplama tekniğinin kullanılacağı bölgenin ortalamasının alınmasına karar verilmiştir (Şahan, 2004). Şekil 3.20'de görüldüğü gibi görüntünün merkezinde parlaklık değeri 23400 ADU ile 26800 ADU arasında değişmektedir ve normalize sonucunda 0.98 ile 1.16 arasında olmaktadır. Normalize edilen düz alan görüntüsünden elde edilen tayf Şekil 3.24'de verilmiştir.

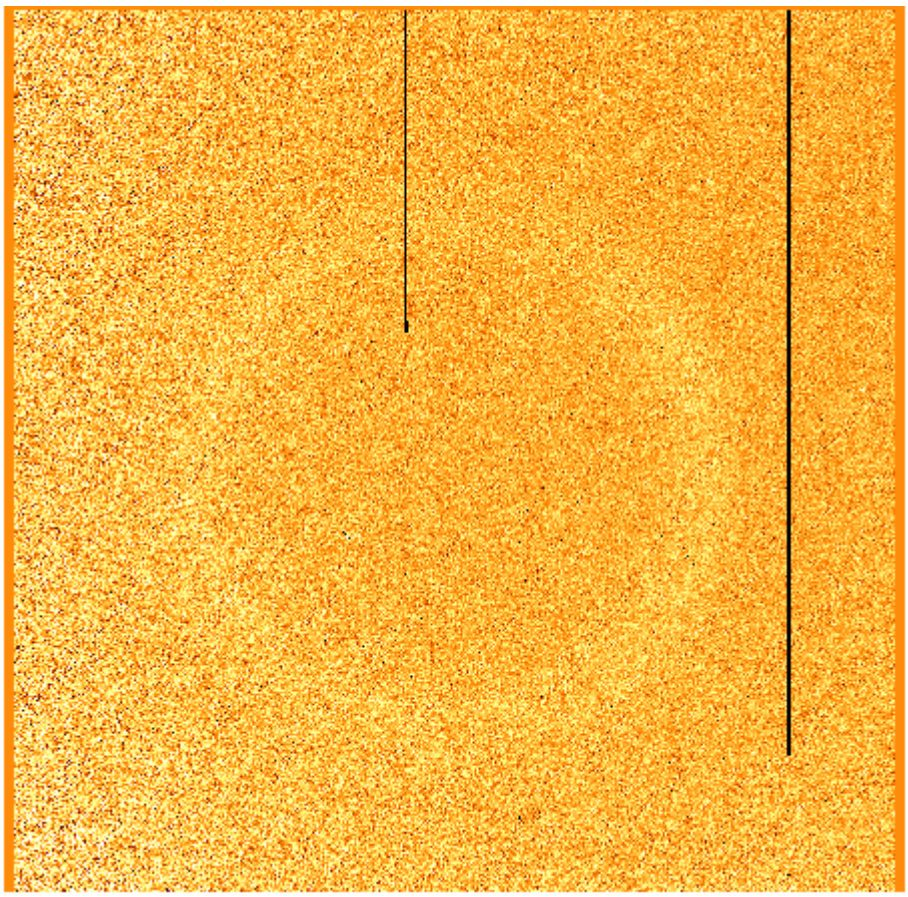


Şekil 3.24. Düz alan görüntüsünden karanlık alan çıkarıldıktan sonra elde edilen tayf

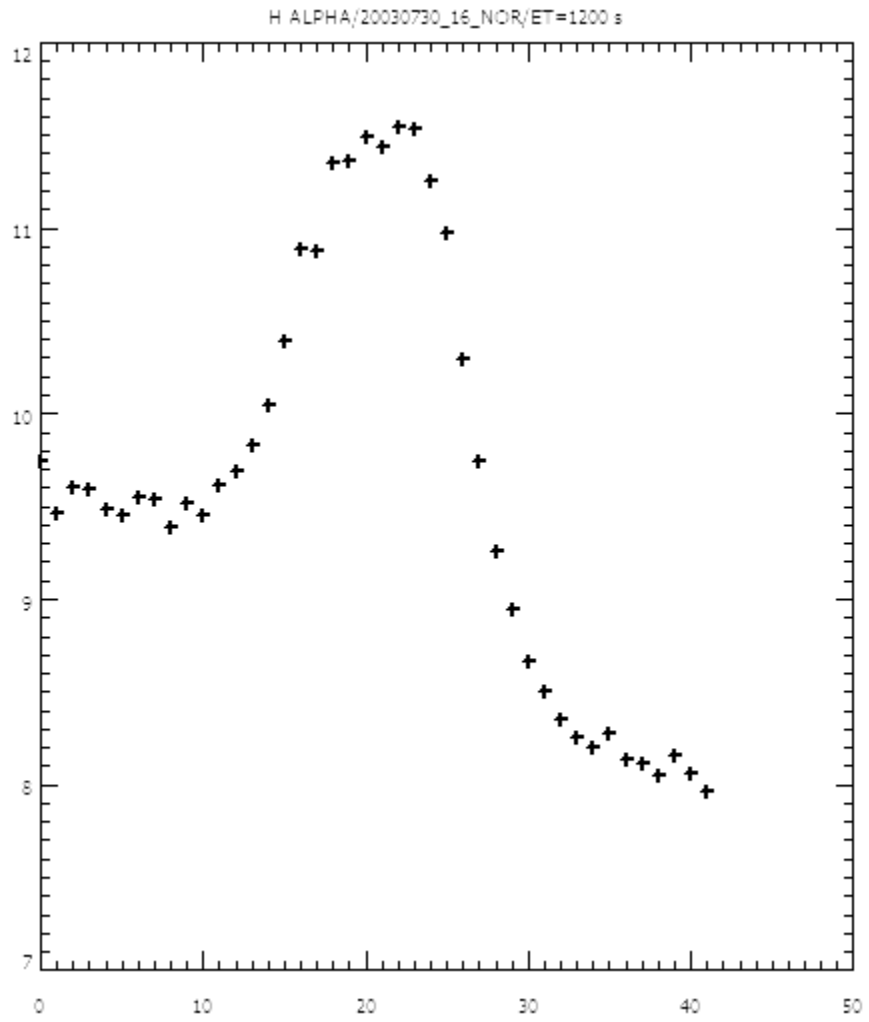
3.2.2.8. Galaktik Hα Görüntülerinin Normalize Edilmesi

Galaktik Hα görüntülerinde vignetting olayı nedeni ile ışık CCD'nin merkez bölümüne daha fazla düşmekte ve merkezden dışa doğru gidildikçe parlaklık oranında azalmalar görülmektedir. Bu nedenle optik geçirgenliğin farklılıklarını ortalıktan kaldırmak amacıyla, her görüntü normalize edilmiş düz alan görüntüsüne bölünmektedir (Şahan, 2004). Bu işlem sonucunda parlak olan tayfsal elementlerin değerinde azalmalar olurken, zayıf olan tayfsal elementlerin değerinde artmalar görülür. Şekil 3.16'daki galaktik Hα görüntüsü normalize edildiğinde Şekil 3.25'deki

görüntü elde edilmektedir. Şekil 3.25'deki görüntü halka toplama tekniği kullanılarak Şekil 3.26'de verilen tayf elde edilmiştir.



Şekil 3.25. 1200 s poz süresinde alınan Hα verisinin normalize görüntüsü



Şekil 3.26. Şekil 3.25'deki normalize edilmiş Hα görüntüsünden elde edilen tayf

3.2.2.9. Yansıyan Halkaların Çıkarılması

Şekil 3.12'de verilen lamba görüntüsünde açık olarak görüldüğü gibi etalonlardan ve odaların ara yüzeylerindeki camlardan kaynaklanan CCD görüntüsü üzerinde oluşan gerçek görüntüden başka iki tane farklı merkezlere sahip olan yansımış görüntü vardır. Yansıyan halkalardan birinin merkezi sabittir (alttaki) ve bu halkanın FP1 etalonunun yüzeyinden yansıdığı saptanmıştır. İkinci yansıyan halkanın merkezi çözünürlüğü yüksek olan etalonun (FP2) bulunduğu odadaki gaz basıncına bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla iki yansımada çözünürlüğü yüksek olan etalonun bulunduğu odacık ile çözünürlüğü düşük olan etalonun bulunduğu odacığın

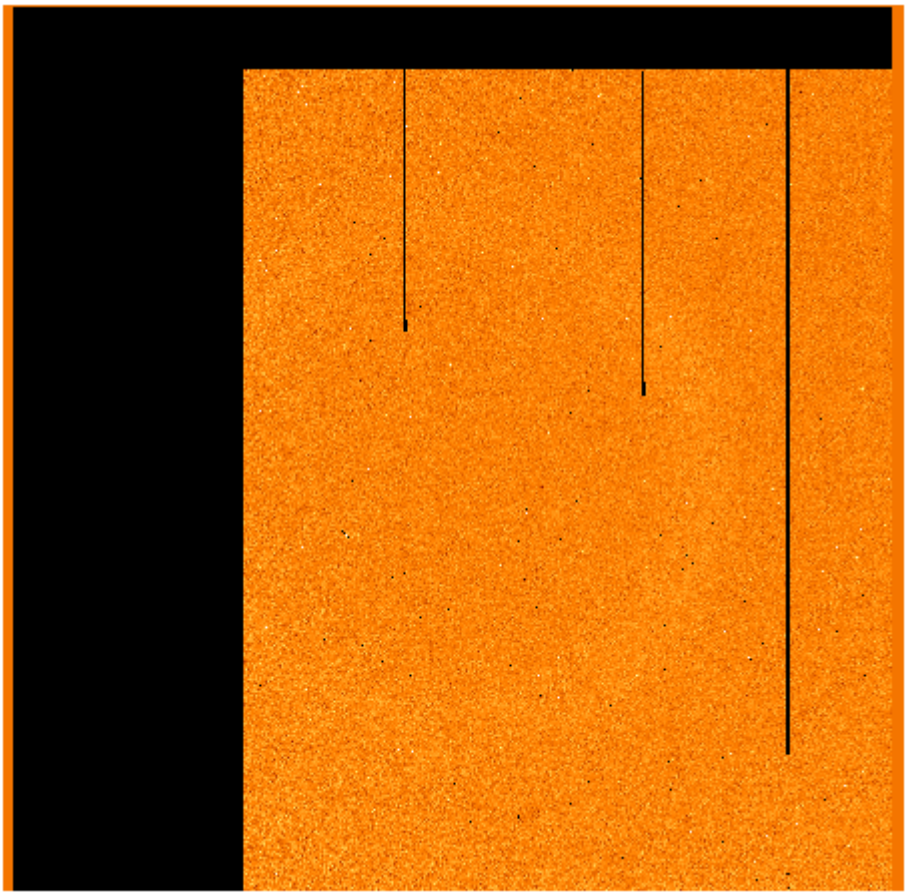
ara yüzeyindeki camdan kaynaklanmaktadır. Yansımış halkaların parlaklık olarak etkisi tüm tayfın üzerine dağılmış durumdadır. Bu nedenle, yansıyan halkaların parlaklıklarının etkileri gerçek görüntünün parlaklık değerinden çıkarılması gerekmektedir (Şahan, 2004).

Bunun için önce SAOImage Ds9 programı kullanılarak halka deseninin merkezi belirlenmektedir. Yansımalardan ortaya çıkan halkalardan birinci (alttaki) halkanın merkezi Xc1=1215.5156 ve Yc1=412.10667 piksellerdedir. Birinci yansıyan halka gerçek halkanın merkezinden dx1=268.86227 piksel sağda ve dy1=570.17333 piksel aşağıdadır. İkinci yansıyan halkanın merkezi (üstte) Xc2=1498.2844 ve Yc2=861.75556 pikseldir. Gerçek görüntüye göre dx2=551.63107 piksel sağda dy2=120.52444 piksel aşağıdadır. Birinci yansıyan halkanın parlaklık değeri gerçek görüntünün yaklaşık %7'si kadar ikinci yansıyan halka parlak halkanın yaklaşık %4.5'i kadardır (Şahan, 2004).

Gerçek görüntüden merkezi belirlenmiş olan yansıyan iki halka görüntüsünün çıkarılması için 2086×2048 piksel boyutunda iki tane boş kare çerçeve oluşturulmaktadır. Bu boş kare çerçevelerden birisinin merkezi gerçek CCD görüntüsünün merkezinden dX1 ve dY1 kadar yukarıda oluşturulur. Gerçek görüntünün her pikselinin %7'si kadar parlaklık değeri ile çarpılarak yeni bir görüntü elde edilir. Birinci yansımış halkanın yeni görüntüsü gerçek görüntüye göre dX1 ve dY1 kadar yer değiştirmiş olduğundan, bu görüntünün gerçek görüntüye göre dX1 ve dY1 kadar bölümleri boş kalmakta ve bu pikseller kullanılmamaktadır. Aynı Şekilde, ikinci boş kare alan için gerçek görüntüye göre merkezi dX2 ve dY2 kadar kaymış bir kare alan oluşturulur. Bu alana gerçek görüntünün her pikselinin %4.5'i kadar parlaklık değeri ile çarpılarak ikinci bir görüntü oluşturulur. Bu iki yapay görüntü gerçek görüntüden çıkarılarak yansımalar yok edilir (Şahan, 2004).

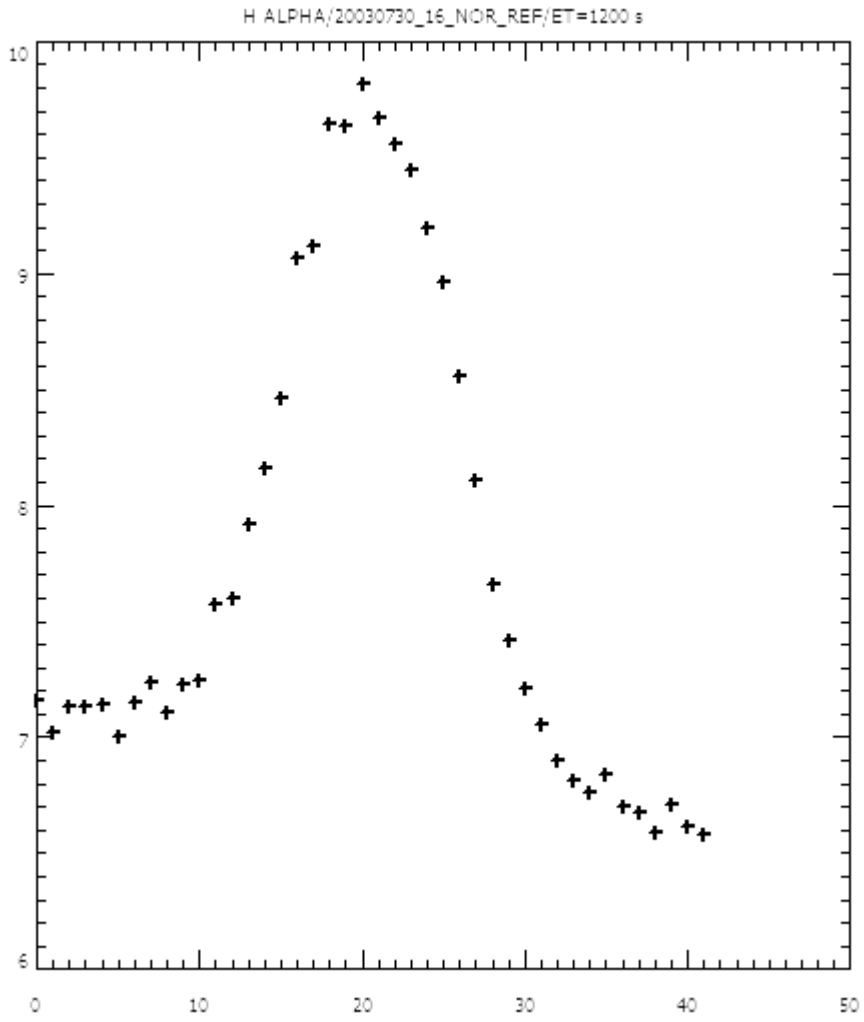
Yukarda belirtildiği gibi bu halka deseninin merkezi belirlendikten sonra, veri indirgemesi yapılacağı zaman halka toplama programında gerçek görüntünün merkezi ve her iki yansıyan halkanın dX1, dY1, dX2 ve dY2 değerleri programda gerekli yerlere yazılır. Oluşturulan 2086×2048 piksel boyutundaki iki görüntü Şekil 3.25'deki indirgenmiş olan gerçek CCD görüntüsünden çıkarılır. Çıkarma işlemi

yapılırken, -9999 olan pikseller çıkarma işlemine dâhil edilemezler. Yansıyan halkalar çıkarıldıktan sonra elde edilen CCD görüntüsü Şekil 3.27'de verilmiştir.



Şekil 3.27. Normalize edilmiş olan Hα verisinden yansıyan halkaların çıkarılması ile elde edilen görüntü

Görüntünün dış kısımlarındaki siyah görünen bölgeler, yansımış halkalar için oluşturulan görüntülere -9999 yazılan kısımlardır ve buradaki pikseller kullanılmamaktadır. Şekil 3.27'deki görüntüden halka toplama tekniği kullanılarak elde edilen tayf Şekil 3.28'de verilmiştir.



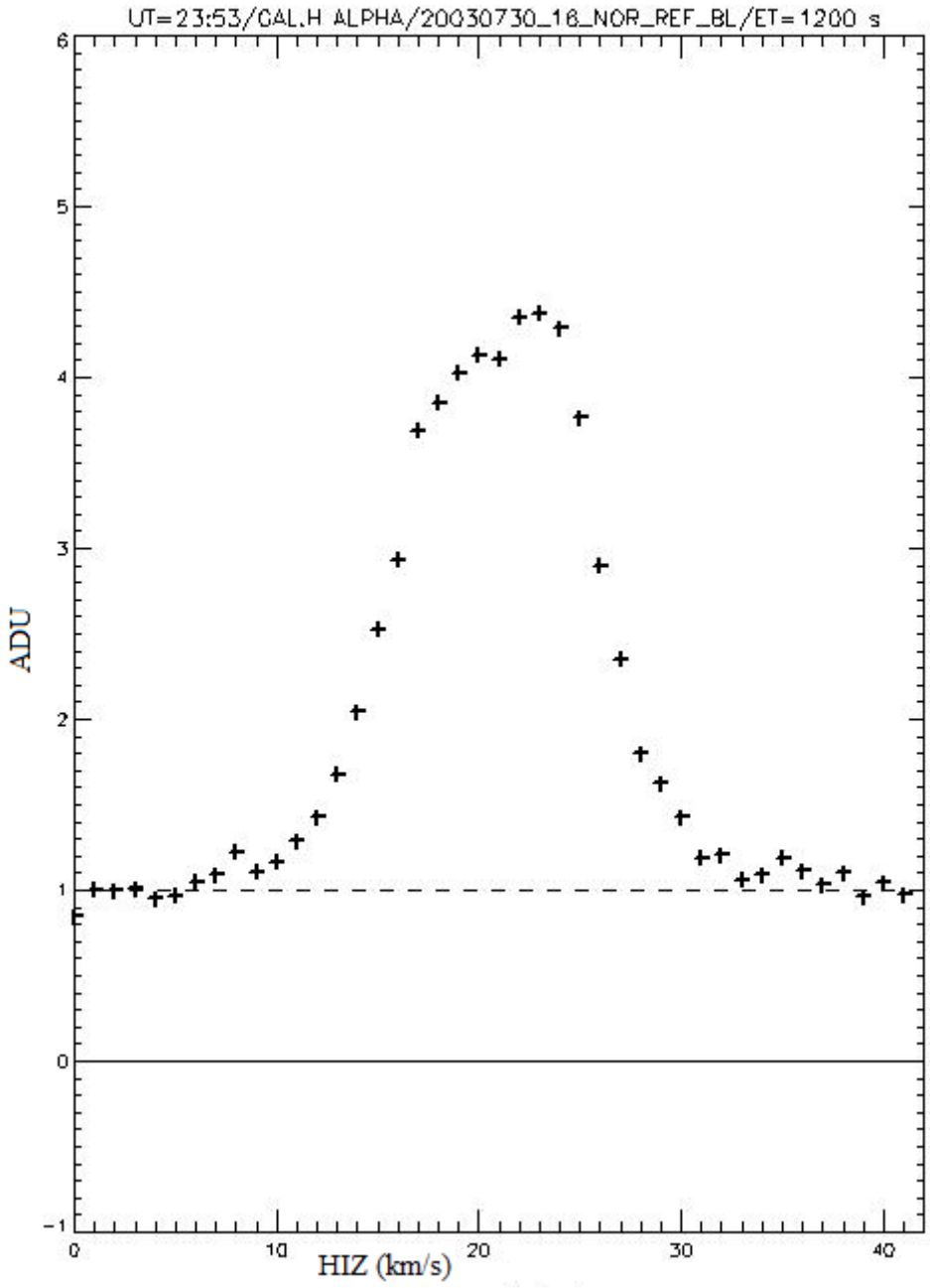
Şekil 3.28. Yansıyan halkalar çıkarıldıktan sonra elde edilen tayf

3.2.2.10. Tayfların Düzeltilmesi, Tayflara Gauss Eğrileri Geçirilerek Atmosferik ve Galaktik Yapıların Hızlarının Belirlenmesi

İndirgeme işlemleri yapılırken, karanlık alan görüntü piksellerinin parlaklık değerine göre elde edilen tayfların taban düzeyleri sıfır seviyesinin altında veya üzerinde olmaktadır. Bu nedenle bu düzeyin sıfır seviyesine getirilmesi gerekmektedir. Tayf, normalize edilen düz alan görüntüsüne oranlandığında bu eğimin düzelmesi gerekmektedir. Fakat özellikle sönük görüntülerde bu eğim devam etmektedir. Bunun için IDL programı yardımıyla tayfın alt düzeyi sıfır seviyesine

getirilmekte ve eğim düzeltilmektedir (Şahan, 2004). Bu işlemi yapmak için kullanılan program BASELINE4.PRO programı ekte verilmiştir.

Şekil 3.28'deki tayfta bu IDL programı kullanıldığında Şekil 3.29'teki tayf elde edilmektedir.



Şekil 3.29. Şekil 3.28'de elde edilen tayfın eğimi düzeltilmiş görüntüsü

Başucu yönünden alınan verilerin tayfları atmosferik ve galaktik Hα çizgilerinin birleşiminden oluşmaktadır. Atmosferik ve galaktik verileri birbirinden ayırt etmek için elde edilen tayfların üzerinden Peakfit 4.00 (Jandel Scientific Software) programı kullanılarak gauss eğrisi veya eğrileri geçirilir. İndirgenmiş olan her veri için başlangıçta atmosferik Hα çizgisinin merkezi ve tam yarı genişliği

belirlemek gerekir. Atmosferik Hα çizgisinin yerini belirlemek amacıyla uygun poz sürelerinde Hα lamba görüntüleri kullanılmaktadır. Lamba verisinin üzerinden bir gauss eğrisi geçirilir, bu eğrinin merkezi ve yarı genişliği atmosferik çizginin merkezi ve yarı genişliği olarak kullanılmaktadır. Atmosferik çizginin yarı genişliği ve merkezi belirlendikten sonra, başucu doğrultusunda alınan galaktik Hα tayfında atmosferik çizginin gauss eğrisi merkezleştirilir. Merkezi ve genişliği değişmeden şiddeti değiştirilerek tayfın üzerine bu verinin uyup uymadığına bakılır (Şahan, 2004).

Atmosferik çizgi için kullanılan gauss eğrisi deneysel Hα tayfının üzerine tam olarak uyuyorsa, bu tayf sadece atmosferik çizgiden oluşmuştur. Eğer atmosferik çizgi için kullanılan gauss eğrisi tayfa uymuyorsa, buraya ikinci bir gauss eğrisi daha yerleştirilir. Yerleştirilen ikinci çizginin yarı genişliği, merkezi ve genliği değiştirilerek iki gauss eğrisinden oluşan toplam eğri Hα tayfının üzerine uydurulmaya çalışılır. Eğer iki çizgide tayfa uymuyorsa üçüncü bir gauss eğrisi daha eklenir. Bu şekilde uydurulan gauss eğrilerinin toplamı olan çizgi, yaklaşık olarak deneysel tayfın üzerindeki bütün tayfsal elementlerden geçecek şekilde gauss eğrileri yerleştirilir. Dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan birisi, atmosferik çizginin merkezi ve yarı genişliği değişmemeli, ikinci önemli nokta ise tayfın içine en az ve en iyi gauss eğrisi ya da eğrileri yerleştirilmelidir. Hα çizgi profiline gauss eğrileri eklendikten sonra bu gauss eğrilerinin şiddetleri, yarı genişlikleri ve bu eğriler hakkındaki istatistiksel bilgiler bilgisayarın diskine kaydedilmektedir (Şahan, 2004).

Gözlemlerden elde edilen her tayf 43 tane tayfsal elementten oluşmaktadır. Her tayfsal element DEFPOS için hız biriminde 6.3 kms^{-1}'e karşılık gelmektedir. Bu nedenle, bu 43 tane tayfsal elementin her biri 6.3 ile çarpılarak hız ölçeğine çevrilmektedir.

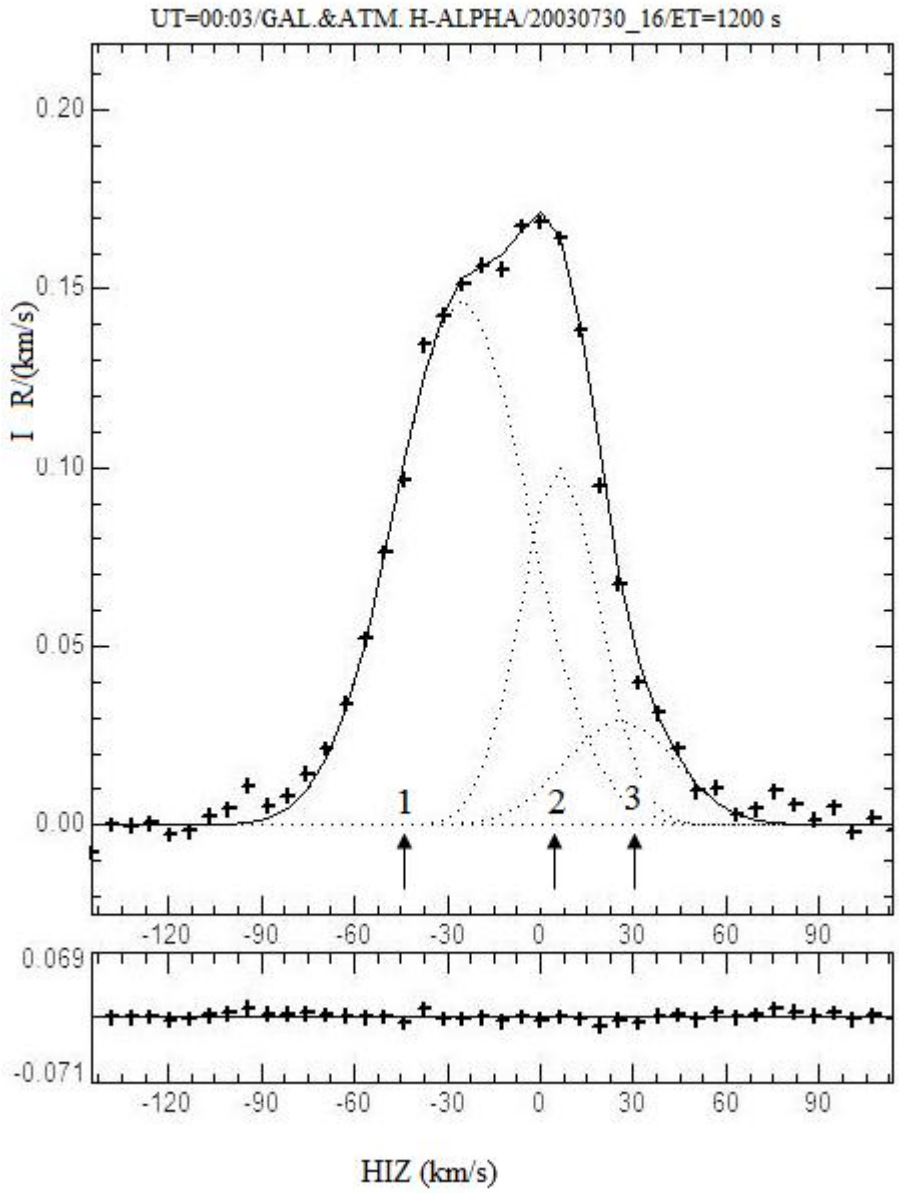
Tayfölçer doğrudan başucu doğrultusuna baktığından, gökyüzü üzerinde deklinasyonu (δ) değişmediğinden sürekli TUG'un enlemine eşittir. Ekvatoral koordinat sistemine göre gök küre üzerinde tayfölçerin baktığı noktanın açıklığını (α) ve deklinasyonu kullanarak galaktik koordinat sistemindeki galaktik enlem (b) ve galaktik boylam (l) hesaplanmaktadır. İnternet aracılığı ile galaktik enlem (b) ve

galaktik boylam (l) değerlerine göre veya ekvatoral koordinatlara göre Durgun Yerel Standart (LSR) hız hesaplanmaktadır[1]. Her tayfta bulunan atmosferik çizgiyi LSR hızına eşitleyerek diğer galaktik yapıların hızları bu hıza göre belirlenmektedir.

Bir tayfın üzerine geçirilen gauss eğrileri atmosferik ve galaktik yapıdan oluşmaktadır. Bu galaktik yapıların hızları LSR'a göre hesaplanmaktadır. Tayfların grafiklerinde görünen yatay eksen LSR hızları, dikey eksen ise tayfın şiddetini göstermektedir. Çizginin şiddet değeri ile yarı genişliğinin çarpımı galaktik ya da atmosferik çizginin parlaklığını vermektedir. Galaktik yapılar genellikle atmosferik çizginin sağında veya solunda oluşmaktadır. Atmosferik çizgi LSR'da olduğundan, galaktik yapı atmosferik çizginin sağında ise hızı pozitiftir. Doppler hız kaymasına göre hızı artı olan bir yapı LSR'a göre uzaklaşmakta ve görünür bölgenin kırmızı ucuna doğru kaymaktadır. Galaktik yapı atmosferik çizginin solunda ise bu durumda hızı negatif olmakta ve yapı LSR'a yaklaşmaktadır. Bu yapının dalga boyu ise görünür bölgenin mavi ucuna doğru kaymaktadır.

Şekil 3.30'da, Şekil 3.29'da elde edilen tayfın üzerinden geçirtilen atmosferik ve galaktik çizgilerin gauss eğrileri gösterilmektedir. Şekilde 1 ve 3 galaktik tayfları 2 ise atmosferik tayfı göstermektedir.

[1] http://fuse.pha.jhu.edu/support/tools/vlsr.html



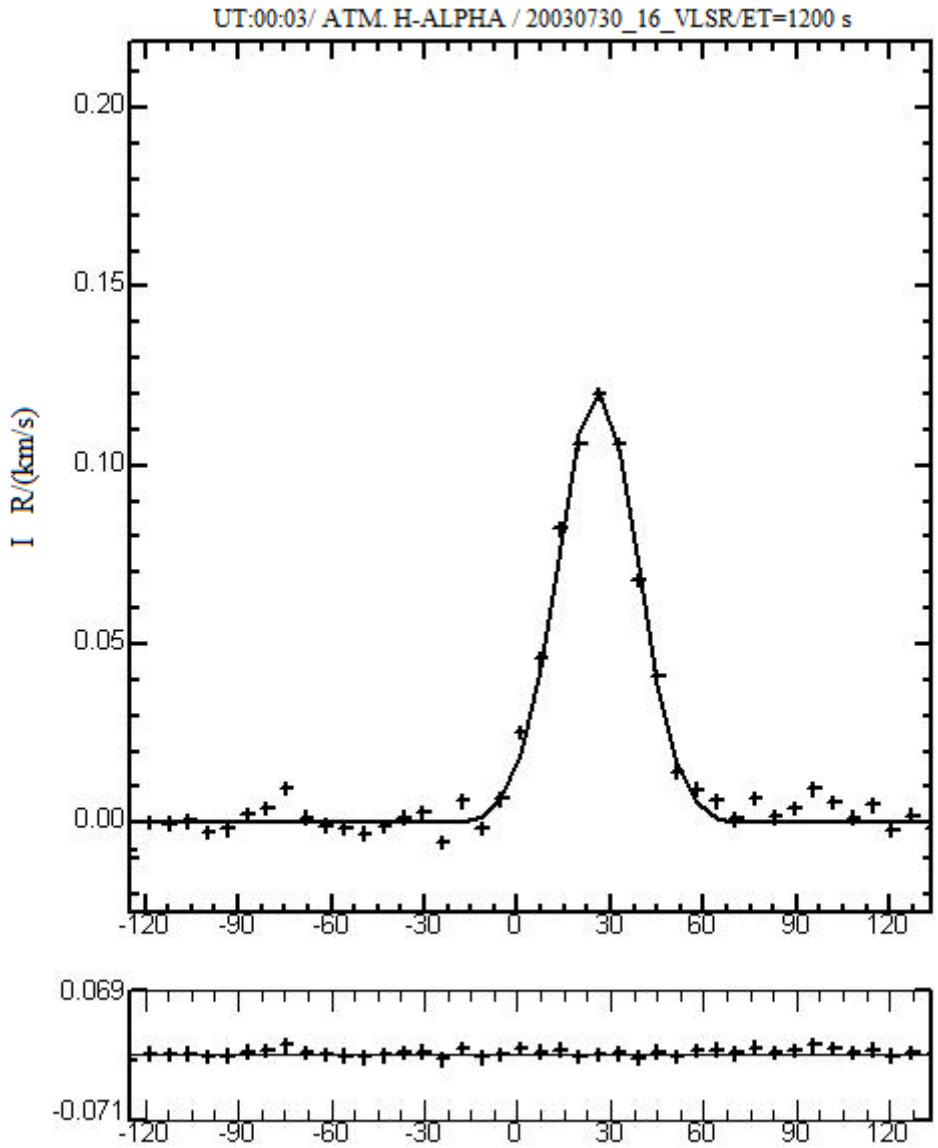
Şekil 3.30. DEFPOS ile başucu doğrultusunda 27092003 tarihinde ve 00:03'de alınmış galaktik ve atmosferik Hα tayfı

3.2.2.11. Galaktik Verilerin Çıkarılması

Her tayfta var olan atmosferik çizginin galaktik çizgiden ayırt edilmesi gerekmektedir. Bu işlemi yapabilmek için IDL programı ile her tayftaki galaktik yapı ve atmosferik yapı çıkarılmaktadır. Şekil 3.31 görüldüğü gibi Şekil 3.30'daki toplam tayftan galaktik yapılar çıkarılarak sadece atmosferik veri elde edilmiştir.

Aynı şekilde IDL programı kullanılarak, galaktik çizgiden atmosferik çizgide çıkarılmakta ve grafikleri çizilmektedir. Bu şekilde bir gece boyunca elde edilen tayftan atmosferik ve galaktik veriler elde edilmektedir. Bu atmosferik verilere bakılarak atmosferdeki iyonize hidrojenin özellikleri incelenebilmektedir.

Şekil 3.30'da tayfın üzerine geçirilen atmosferik ve galaktik çizgilerin gauss eğrileri gösterilmektedir. 1 ve 3 numaralı tayflar galaktik yapıları, 2 numaralı tayf ise atmosferik yapıyı göstermektedir. Bu veri yerel saat ile 00:03'de alınmıştır. Alındığı saate bağlı olarak atmosferik verinin şiddeti diğer galaktik yapıya göre daha azdır. Bu durum alındığı saatteki dünyanın gölgeleme yüksekliğine ve hava koşullarına bağlıdır. Daha öncede açıklandığı gibi tayf üzerine başlangıçta atmosferik verinin merkezinde ve yarı genişliğinde bir tane gauss eğrisi yerleştirilmiştir. Şekil 3.30'da 2 numaralı tayf olarak gösterilen ayrıca Şekil 3.31'de gösterilen bu eğrinin merkezi LSR olarak kabul edilmiş ve merkezi 6.21 kms^{-1} (LSR) olarak hesaplanmıştır. Genliği (şiddeti) 2 ADU ve tam yarı genişliği 30.35 kms^{-1} olarak hesaplanmıştır. Parlaklığı 3.23 R'dır. Şekil 3.30'da gösterilen 1 numaralı galaktik yapının hızı -25.57 kms^{-1}, yarı genişliği 50.36 kms^{-1} ve genliği 2.94 ADU olarak hesaplanmıştır. Parlaklığı ise 7.88 R'dır. Şekil 3.30'da 3 numara ile gösterilen ikinci galaktik yapının hızı 25.79 kms^{-1}, yarı genişliği 41.79 kms^{-1} ve genliği 0.59 ADU olarak hesaplanmıştır. Parlaklığı ise 1.3 R'dır.



Şekil 3.31. Şekil 3.30'daki galaktik ve atmosferik yapıların birleşimi olan yapıdan galaktik veriler çıkarıldıktan sonra elde edilen atmosferik Hα tayfı

Yapılan işi kısaca özetlemek istersek, DEFPOS tayfölçeri kullanılarak 1200 saniye poz süresinde alınan halka deseninin CCD üzerindeki görüntüsünün merkezlerini belirleyebilmek için Hα lamba görüntüsü kullanılmaktadır. Aynı gecede alınmış olan karanlık ve düz alan görüntüleri kullanılarak her verinin CCD indirgemesi yapılmaktadır. Halka toplama tekniği kullanılarak CCD görüntüsünden tayf elde edilmektedir. Tayf üzerinde gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra atmosferik ve galaktik çizgiler belirlenmektedir. Galaktik yapıların koordinatları

belirlenerek, LSR hızları bulunmakta ve atmosferik yapılar ve galaktik yapılar birbirinden ayrılmaktadır.

DEFPOS ile elde edilen bütün CCD görüntülerinin tamamı Şekil 3.11'de verilen grafiğe göre yapılmıştır ve bu verilerin tamamı tezin sonunda EK- B'de detaylı olarak tablolar halinde verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, galaksimizdeki yıldızlararası ortamdan ve dünyanın üst atmosferinden gelen hidrojen Balmer α ışınım çizgilerini gözlemek için Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümünde yapılan DEFPOS (Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spectrometer- Çift Etalonlu Fabry-Perot Tayfölçeri) adı verilen tayfölçer kullanılmıştır. Tayfölçer, 7.5 cm çapında çift etalondan oluşmakta ve algılayıcı olarak yüksek kuantum verimli CCD kamerası kullanılmaktadır. Tayfölçerin yapımı tamamlandıktan sonra 10 Temmuz 2003 tarihinde Antalya Bakırlıtepe'deki TUBITAK Ulusal Gözlemevinde bulunan RTT150 teleskop binasının üst katındaki bir odaya kurulmuştur. Bu odada tavanda bulunan bir açıklıktan yalnız başucu yönünde 4.76° bakış açısı ve 1200 sn poz süresinde dünya atmosferinden ve galaksimizden gelen Balmer α ışınım çizgilerinin gözlemleri yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı DEFPOS ile 2003-2004 yılları arasında elde edilen galaktik Balmer α verilerinden atmosferik Balmer α verilerini ayırmak ve atmosferik Balmer α verilerinin parlaklık ve gün boyu değişim değerini belirlemektir. Tablo 4.1'de verilen 20 günlük gözlem günlerinde 428 tane veri alınmış ve uygun olan 393 verinin analizleri yapılmıştır.

Başucu doğrultusunda elde edilen hidrojen Balmer α verilerinin uygun olanları belirlenerek Şekil 3.11'deki çizelge kullanılarak CCD indirgemeleri yapılmış ve halka toplama tekniği kullanılarak tayfları elde edilmiştir. Verilerin indirgemesi ve tayf dönüştürülmesinde EK-A'da verilen IDL programları kullanılmıştır. Tayflar Şekil 4.2'de görüldüğü gibi atmosferik ve galaktik ışınım çizgilerinin birleşiminden oluşmaktadır. Her tayf 6.3 kms^{-1} tayfsal hız çözünürlüğüne karşılık gelen 42 tayfsal elementten oluşmaktadır. Bu nedenle DEFPOS ile elde ettiğimiz galaktik ve atmosferik Hα ışınım çizgilerinin tamamı 260 kms^{-1} hız aralığına düşmektedir. Hα tayfları yaklaşık olarak bir gaussa benzediğinden Peakfit programı kullanılarak tayfların üzerinden uygun gauss eğrileri geçirilmiş ve Şekil 4.2'de görüldüğü gibi atmosferik ve galaktik Hα ışınım çizgilerinin yerleri, yarı genişlikleri, genlikleri ve dolayısıyla da parlaklıkları belirlenmiştir. Dünya atmosferindeki Hα çizgisinin yarı genişliği ve yeri yaklaşık olarak sabittir. Yüksek çözünürlüklü Fabry-Perot tayfölçeri

kullanılarak, yaklaşık 30 kms^{-1} yarı genişliğine sahip olan atmosferik Hα çizgisini galaktik Hα çizgisinden ayırt etmek mümkündür (Reynolds, 1990; Haffner, 1998). Her bir tayftaki atmosferik Hα çizgisinin yeri hidrojen lambasının tayf çizgi profili ile uyuştuğu bulunmuştur (Meriwether ve ark., 1980). Bu sebeple bu tezdeki verilerde atmosferik Hα ışınım çizgilerinin yerlerini ve yarı genişliklerini belirleyebilmek için hidrojen lambası kullanılmıştır.

Bu tezde kullanılan veriler alınırken 1200 sn'lik poz süresi kullanılmıştır. Bu süre içerisinde tayfölçer dünyanın yörüngesel hareketinden dolayı 4.76°×9°'lik bir açısal alanı taramaktadır. Bu nedenle verilerin koordinatlarını, Durgun Yerel Standart (LSR-Local Standart of Rest) hızlarını belirlerken kullanılan zaman olarak gözlemin süresince geçen zamanın ortalaması (600 sn) kullanılmaktadır. Bu zaman ortalaması sonucunda EK-B'de verilen tablodaki zamanlar veri alınmaya başladıktan 10 dakika sonraki zamanlardır. Ölçülen verilerin LSR'a göre hızları belirlenmiştir. Atmosferik çizginin yeri –VLSR-2.33 olarak belirlenmiş ve diğer çalışmalarda kullanılan galaktik çizgilerin hızları ise bu hıza göre belirlenmiştir. Buna göre eğer Şekil 4.2'de görüldüğü gibi galaktik çizgi atmosferik çizginin solunda ise çizginin hızı (-) olmakta ve Doppler hız kaymasına göre yapı maviye kaymaktadır (1 numaralı tayf). Aynı şekilde, galaktik çizgi atmosferik çizginin sağında (3 ve 4 numaralı tayf) ise yapının hızı (+) LSR'dan uzaklaşmakta ve dalga boyu kırmızıya kaymaktadır (Şahan, 2004).

DEFPOS ile elde edilen galaktik Balmer α ışınım çizgilerinin tayflarının genlik ve parlaklık değerleri ADU (Analog to Digital Unit) biriminde ölçülmektedir. ADU biriminde elde edilen tayfların Rayleigh (R) birimine çevrilmesi için $1^{o'}$lik WHAM verileri kullanılmıştır ($1R = (10^6/4\pi)$ foton $cm^{-2}\ sr^{-1}s^{-1}=2.41x10^{-7}$ erg $cm^{-2}\ sr^{-1}s^{-1}$ = 2.25 cm^{-6} pc). WHAM, 1°'lik açı ile yaklaşık 37000 Hα tayfını kullanarak galaksinin Hα dağılım haritasını hazırlamış durumdadır. Böylece galaksinin herhangi bir bölgesindeki bir yapının Hα parlaklık değeri WHAM verileri ile saptanabilmektedir. DEFPOS'un 1200 s'de 4.76°x9^o'lik alanda ADU biriminde entegre ettiği Hα ışınım tayflarının parlaklık değerlerini aynı bölgedeki WHAM verileri ile karşılaştırıldığında, 20 ADU kms^{-1} parlaklığı 1 Rayleigh'e (R) karşılık geldiği ilk çalışmalarda bulunmuştur. Bu tez çalışmasında 1200 s'lik poz süresinde

elde edilen verileri ADU birimindeki parlaklık değerleri için 1R= 20 ADU kms^{-1} değeri kullanılmıştır (Şahan, 2004).

Tablo 4.1. DEFPOS ile başucu doğrultusunda 25.06.2003 - 06.12.2004 tarihleri arasında alınan Hα verileri ve analizleri tamamlanan veri sayıları

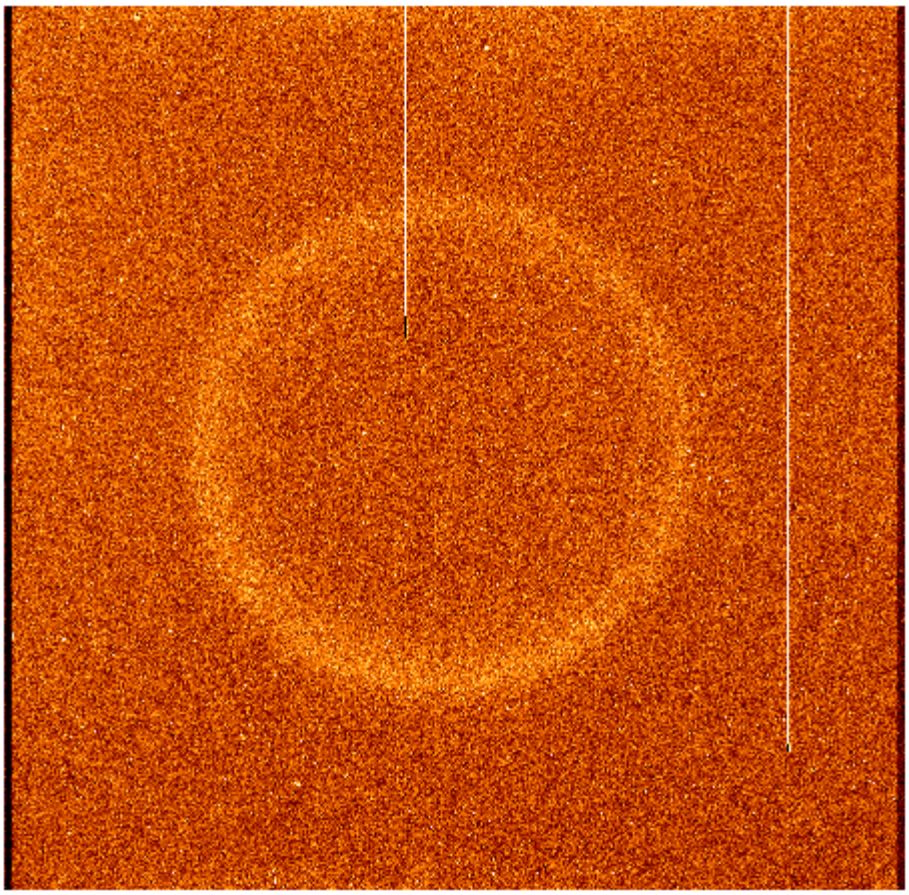
TARİH	Alınan Veri Sayısı	Analiz Edilen Veri Sayısı	TARİH	Alınan Veri Sayısı	Analiz Edilen Veri Sayısı
25 Haziran 2003	18	15	19 Kasım 2003	27	26
26 Haziran 2003	12	11	20 Kasım 2003	28	28
27 Haziran 2003	19	18	27 Haziran 2004	22	19
30 Temmuz 2003	22	19	06 Eylül 2004	21	16
02 Ağustos 2003	13	13	08 Eylül 2004	19	19
25 Eylül 2003	25	23	09 Eylül 2004	26	25
26 Eylül 2003	30	27	10 Eylül 2004	18	18
27 Eylül 2003	30	27	03 Aralık 2004	16	16
28 Eylül 2003	26	26	04 Aralık 2004	18	13
18 Kasım 2003	12	10	06 Aralık 2004	26	24
			TOPLAM	**428**	**393**

Tablo 4.1'de verilen verilerin analiz sonuçları EK-B'de detaylı olarak verilmiştir. Ölçülen her veriden elde edilen atmosferik Hα ışınımlarının ismi, evrensel zaman (UT), dünya atmosferindeki Hα ışınımının genliği (ADU ve R/kms^{-1}), LSR hızı (kms^{-1}), yarı genişliği (kms^{-1}) ve alanı (ADU kms^{-1} ve R) verilmektedir.

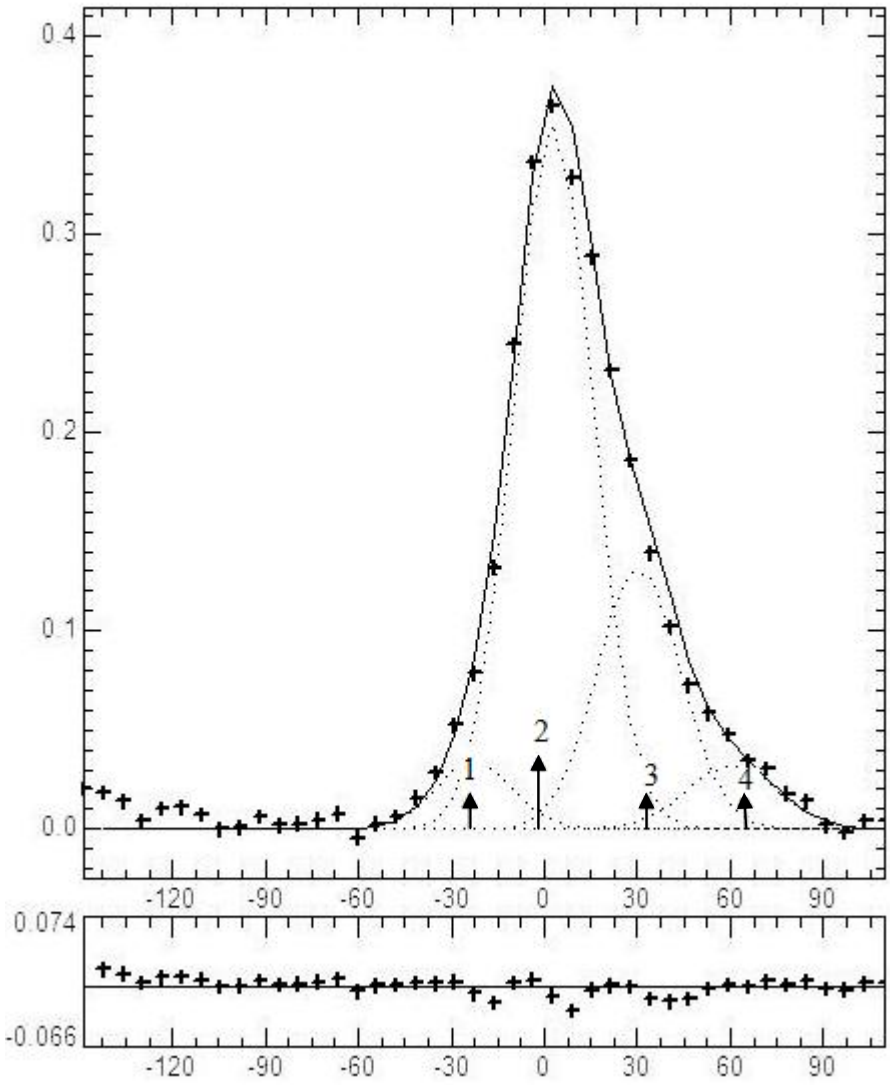
DEFPOS tayfölçeri güneş ufuk düzleminin altında olduğu zamanlarda gözlem yapmaya başlamaktadır. Bir gözlem gecede boyunca, başucu doğrultusunda gözlem yapılırken, atmosferin üst tabakalarındaki (geocorona) atmosferik Hα ışınımını ve zayıf yayılı kaynaklardan gelen galaktik Hα ışınımını birlikte gözlenmektedir. Dünya atmosferinin üst kısımlarında, güneşin aydınlattığı hidrojen atomları sürekli olarak güneşten gelen Lyman β (L_β) fotonlarını soğurur. Soğurulan bu fotonların %88'i rezonans saçılması (resonant scattering) diye adlandırdığımız yöntemle hidrojen atomları tarafından yeniden ışıma yapılarak L_β olarak yayınırlar. %12'si ise Hα fotonları olarak hidrojen atomları tarafından ışıma yapılır. Buna da rezonans ışıması (resonant fluorescence) denir. Dünyanın gölgelenme yüksekliği artınca,

″èxospher″'in alt tabaklarına güneş ışınları ulaşmamakta bu da Lyman β rezonans saçılmasını azaltmaktadır. Kış aylarında dünyanın gölgelenme açısı daha fazla olduğundan gece süresince ortalama ışıma şiddeti azalmaktadır. Yaz aylarında ise gölgelenme yüksekliği küçüldüğünden ışıma şiddeti artmaktadır (Shih, 1981). Dünya atmosferindeki Hα çizgisinin yarı genişliği ve yeri yaklaşık olarak sabittir. Fakat, dünyanın kendi çevresinde dönmesinden dolayı, bir yüzeye gelen atmosferik Hα çizgisinin şiddetinde bir değişim gözlenmektedir. Güneş ufuk düzleminin hemen altında olduğunda, ölçülen atmosferik Hα parlaklığı en yüksek değere sahip olur. Zaman geçtikçe dünya atmosferindeki gölgelenme nedeniyle atmosferik Hα çizgisinin şiddeti azalarak en düşük düzeye düşmekte ve daha sonra tekrar artmaya başlamakta ve güneş ufkun üzerine çıkmadan hemen önce maksimum olmaktadır (Şahan, 2004).

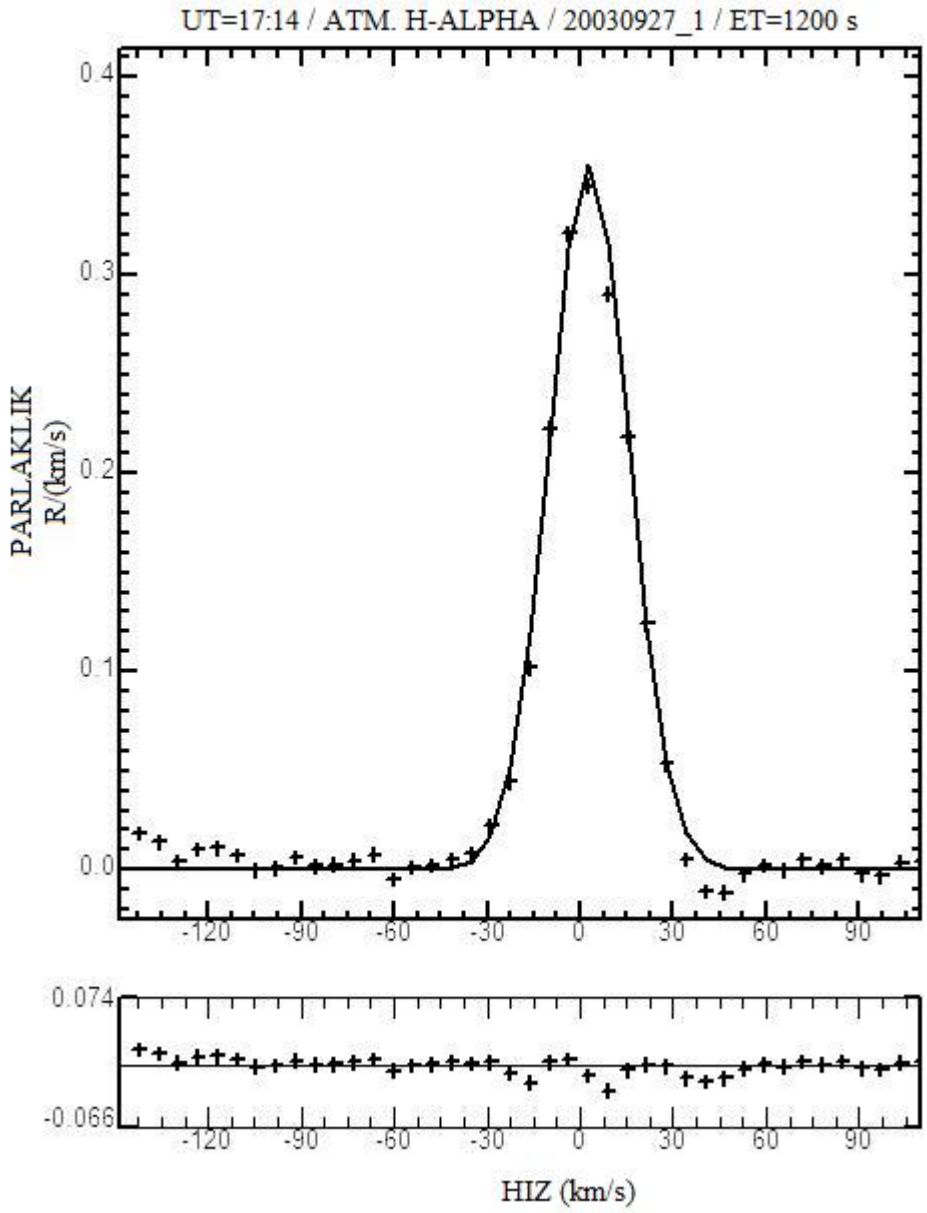
Atmosferik Hα ışınımının yüksek olduğu duruma örnek olarak 27 Eylül 2003 tarihinde saat 17:14'de alınan veri seçilmiştir. Şekil 4.1'de görünen CCD görüntüsü güneş battıktan hemen sonra alınmıştır. Verinin alındığı zamanda dünyanın gölgeleme yüksekliği 319 km, güneşin eğim açısı 17.7°'dir. Dünyanın gölgeleme yüksekliği küçük olduğundan elde edilen CCD görüntüsündeki halka parlak ve belirgin bir şekildedir. Şekil 4.1'deki CCD görüntüsü halka toplama tekniği kullanılarak Şekil 4.2'deki tayf elde edilmiştir ve gerekli işlemler yapıldığında Şekil 4.3'teki atmosferik tayf elde edilmiştir. Şekil 4.3'te görüldüğü gibi, atmosferik Hα ışınım çizgisi LSR'a göre -5.11 kms^{-1}'dir. Çizginin şiddeti 0.37 $R/(kms^{-1})$ ya da 7.01 ADU, yarı genişliği 30.35 kms^{-1} ve parlaklığı 11.32 R olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1. 27.09.2003 tarihinde saat 17:14'de elde edilen CCD görüntüsü



Şekil 4.2. Şekil 4.1'deki CCD görüntüsünden elde edilen galaktik ve atmosferik Balmer α tayfları



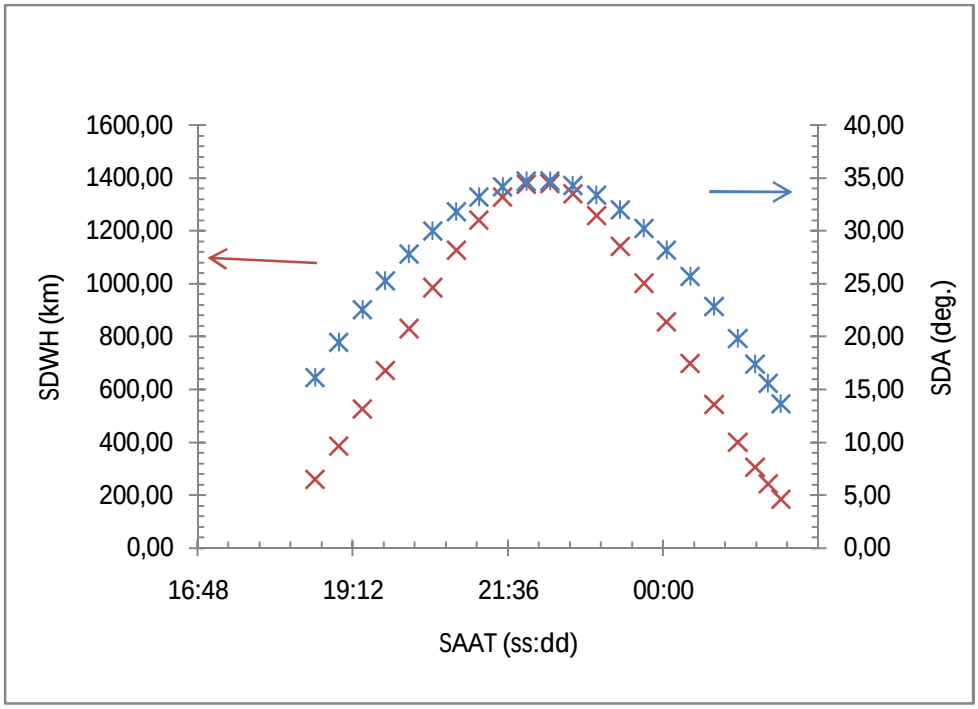
Şekil 4.3. Şekil 4.1'deki CCD görüntüsünden elde edilen atmosferik Balmer α tayfı

Tablo 4.2'de 30 Temmuz 2003 tarihinde alınan 19 tane Hα ışınımlarından galaktik Hα ışınımları çıkarıldıktan sonra elde edilen atmosferik Hα ışınımlarının alındığı zamanları, parlaklıkları, alındığı zamandaki dünyanın gölgeleme yüksekliği ve güneşin eğim açısının değerleri verilmiştir.

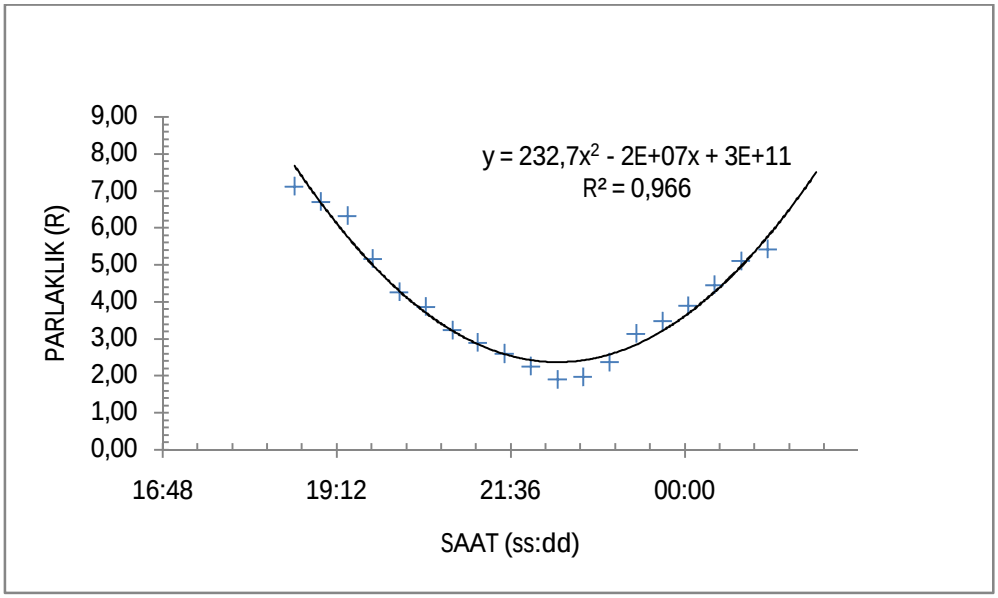
Tablo 4.2. 30 Temmuz 2003 tarihinde DEFPOS kullanılarak başucu doğrultusunda 1200 s'lik poz süresinde alınan Hα ışınımlarından galaktik Hα ışınımları çıkarıldıktan sonra elde edilen atmosferik Hα ışınımların parlaklık, SDA ve SDWH değişimi

VERi iSMi (ATM)	SAAT (ss:dd)	SDA (deg)	SDWH (km)	PARLAKLIK (R)
20030730_1	18:37	16.10	260.32	7.12
20030730_2	18:59	19.42	384.92	6.70
20030730_3	19:21	22.52	526.51	6.32
20030730_4	19:42	25.23	672.62	5.16
20030730_5	20:04	27.78	830.61	4.26
20030730_6	20:26	29.98	985.40	3.86
20030730_7	20:48	31.81	1127.34	3.23
20030730_8	21:09	33.17	1241.40	2.89
20030730_9	21:31	34.15	1329.06	2.59
20030730_10	21:53	34.66	1376.43	2.25
20030730_11	22:15	34.69	1379.03	1.89
20030730_12	22:36	34.27	1339.47	1.97
20030730_13	22:58	33.35	1257.79	2.36
20030730_14	23:20	31.99	1142.25	3.14
20030730_15	23:42	30.21	1002.42	3.47
20030730_16	00:03	28.15	855.74	3.89
20030730_17	00:25	25.66	697.67	4.45
20030730_18	00:47	22.86	543.52	5.09
20030730_19	01:09	19.79	400.31	5.42

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi evrensel saate göre 18:37'de ilk veri alınmaya başlanmıştır ve veri alma işlemi gece 01:09'a kadar devam etmiştir. Bu süre içerisinde dünyanın gölgelenme yüksekliğindeki değişim 260 km'den (16.10°) başlayarak 1379 km (34.69°)'de maksimum olmuş ve daha sonra tekrar azalarak 400 km (19.79°) değerine düşmüştür. Dünyanın gölgeleme yüksekliğinin (SDWH-kırmızı simge) ve güneşin eğim açısının (SDA-mavi simge) zamanla değişimi Şekil 4.4'te verilmiştir. Güneş ufuk düzleminin hemen altındayken ölçülen atmosferik Hα değeri en yüksek değere sahiptir. Evrensel saat ile 18:59'da atmosferik Hα ışınımının parlaklığı 7.12 R değerindedir.



Şekil 4.4. 30 Temmuz 2003 tarihinde SDWH ve SDA değerlerinin zamanla değişimi

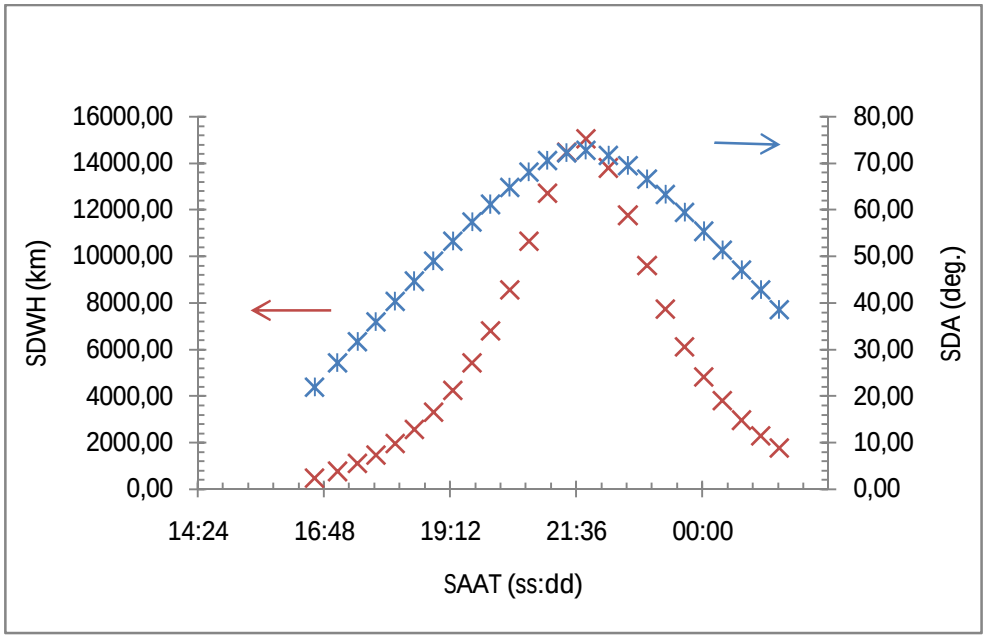


Şekil 4.5. 30 Temmuz 2003 tarihinde alınan 19 Hα ışınımlarından çıkarılan atmosferik Hα ışınımlarının parlaklık değerlerinin zamanla değişim grafiği

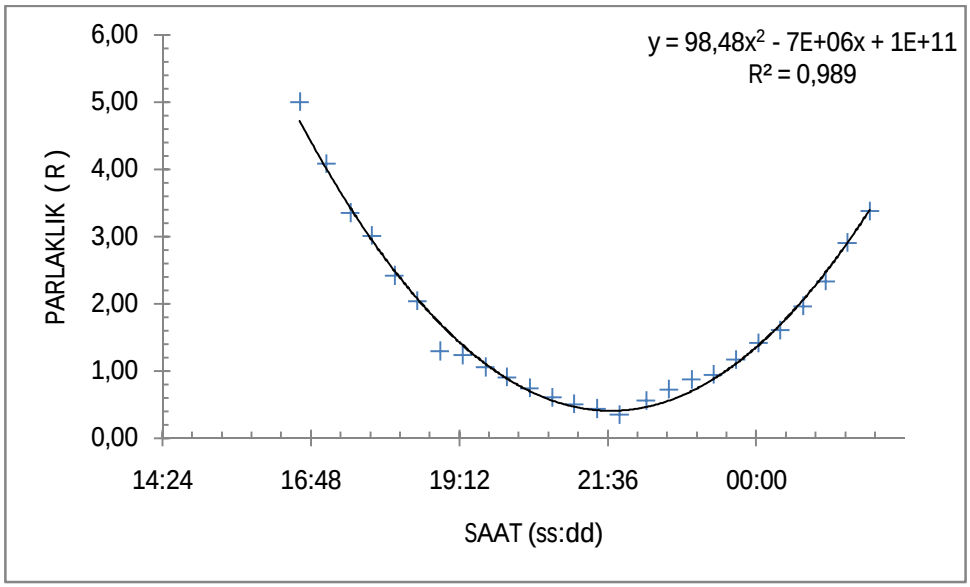
Zamanla dünyanın gölgelenme yükseklindeki artışla eksozferin alt tabakalarına güneşten gelen ışınlar ulaşamamakta ve Lyman β saçılmasının azalmasıyla atmosferik Hα ışınımının şiddeti azalarak en düşük düzeye düşmektedir.

30 Temmuz 2003 tarihinde evrensel saat ile 22:15'te alınan atmosferik Hα ışınımının parlaklığı dünyanın gölgelenme yüksekliğinin artışına bağlı olarak parlaklığı 1.89 R değerine düşmekte ve tekrar artmaya başlayaraktan 01:09'da atmosferik Hα ışınımının parlaklığı 5.42 R değerine ulaşmaktadır. 30 Temmuz 2003 tarihinde alınan atmosferik Hα ışınımının gecelik parlaklık değişim grafiği Şekil 4.5'de verilmiştir. Şekil 4.5'deki bir gecelik atmosferik Hα ışınımının değişimi yaklaşık olarak ikinci dereceden bir parabol eğrisine benzemektedir. Bu değerler üzerinden bir eğri geçirildiğinde eğrinin denklemi $y = 232.74x^2 - 2e^{+7}x + 3e^{+11}$ olarak belirlenmiştir.

Kış aylarında dünyanın gölgelenme açısı daha fazla olduğundan gece boyunca ölçülen atmosferik Hα ışınımının parlaklık değerlerindeki değişimi yaz aylarında ölçülen değerden daha küçüktür. Kış aylarında alınan atmosferik Hα ışınımının parlaklık değer değişimini göstermek için 19 Kasım 2003 tarihinde alınan veri seçilmiştir. Verilerin alınma süresi boyunca dünyanın gölgelenme yüksekliği ve güneşin eğim açısındaki değişim Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekil 4.6'daki değişime bağlı olarak da atmosferik Hα ışınımının parlaklık değişimi Şekil 4.7'de verilmiştir. 2003 yılındaki Kasım ayı boyunca dünyanın gölgeleme yüksekliğindeki değişim Şekil 4.6'da da görüldüğü gibi 16:37'de 495 km (21.88°) olan yükseklik, saat 21:47'de 15057 km (72.69°) ye ulaşmakta sonra gecenin ilerleyen saatlerinde tekrar azalarak saat 01:50'de 1326 km (34.12°) değerine düşmektedir. Atmosferik Hα ışınımının parlaklık değeri de buna bağlı olarak güneş ufuk düzleminin hemen altında iken saat 16:37'de alınan verinin parlaklığı 5 R iken, saat 21:47'de 0.35 R değerine kadar düşmekte ve tekrar yükselmeye başlayarak atmosferik Hα ışınımının değeri saat 01:50'de 2.41 R değerine ulaşmaktadır. Şekil 4.7'deki parlaklık değerlerinin üzerinden bir eğri geçirildiğinde eğrinin denklemi $y = 98.486x^2 - 7e^{+6}x + e^{+11}$ olarak hesaplanmıştır.



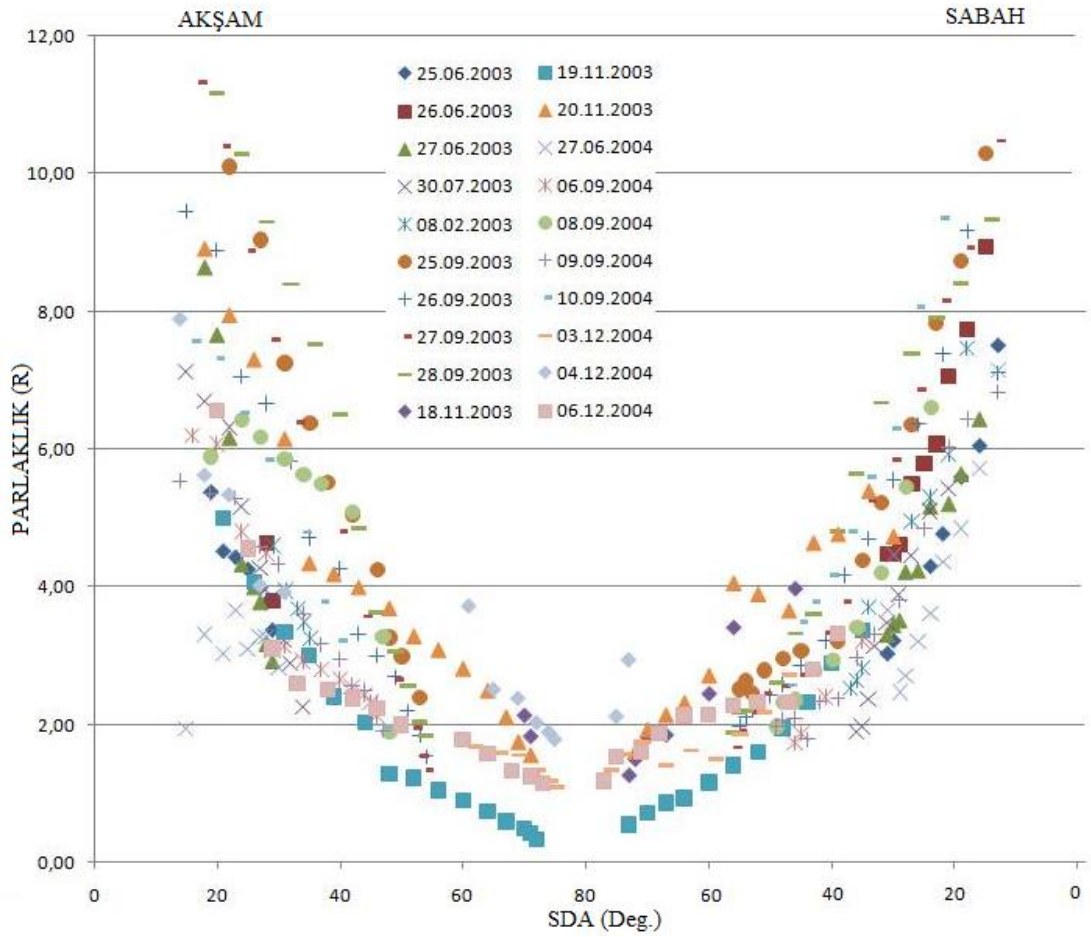
Şekil 4.6. 19 Kasım 2003 tarihinde SDWH ve SDA değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 4.7. 19 Kasım 2003 tarihinde alınan 26 Hα ışınımlarından çıkarılan atmosferik Hα ışınımlarının parlaklık değerlerinin zamanla değişim grafiği

30 Temmuz 2003 ve 19 Kasım 2003 tarihinde alınan veriler incelendiğinde atmosferik Hα ışınımının parlaklık değeri dünyanın gölgelenme yüksekliği ve mevsimler ile orantılı olduğu görülmüştür. Yaz aylarında atmosferik Hα ışınımının parlaklığı kış aylarına oranlarla daha parlaktır. Bunun nedeni ise yaz aylarında dünyanın gölgelenme yüksekliğinin kış aylarına nazaran daha küçük olmasıdır. Güneşten gelen Lyman β fotonları dünyanın gölgeleme yüksekliği düşük olduğunda atmosferin alt kısımlarına kadar ulaşabilmekte ve daha fazla Lyman β rezonans saçılması olmaktadır. Rezonans saçılmasındaki bu artış atmosferik Hα ışınımının parlaklığı ile doğrudan orantılıdır.

Tablo 4.1'de verilen tarihlerde alınan 393 Hα ışınımı Şekil 3.11'de verilen akış diyagramına göre ve EK-A'da verilen IDL programları kullanılarak galaktik Hα tayflarından atmosferik Hα tayfları çıkarılarak Şekil 4.8'de SDA'nın bir fonksiyonu olarak parlaklık değerleri gösterilmiştir. Bazı geceler diğer verilerden oldukça farklı olduğu görülmektedir. Şekil 4.8'de görüldüğü gibi sabah saatlerinde ölçülen atmosferik Hα ışınımının parlaklık değişimi gece ölçülen verilere göre daha yavaş değişmektedir. Güneş eğim açısı sabah ve akşam saatlerinde aynı olmasına rağmen ölçülen atmosferik Hα ışınımının parlaklığı farklıdır. Gece boyunca ölçülen atmosferik Hα parlaklık ölçümleri 0.5 R'dan büyük 12 R'dan küçük olarak bulunmuştur.



Şekil 4.8. 2003-2004 yılları arasında alınan 20 günlük atmosferik Hα ışınımlarının parlaklık değerlerinin SDA'nın bir fonksiyonu olarak değişim grafiği

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dünyanın üst atmosferinden hidrojen Balmer α ışınım çizgilerini ve yıldızlararası ortamdaki sıcak (10^4 K), düşük yoğunluklu (0.1 cm^{-3}) ve hemen hemen tamamı iyonlaşmış hidrojen bölgelerini (HII bölgeleri ya da Strömgren küreleri) incelemek için DEFPOS (Dual Etalon Fabry–Perot Optical Spectrometer-Çift Etalonlu Fabry–Perot Optik Tayfölçeri) adını verdiğimiz Fabry-Perot girişim aygıtı kullanan bir tayfölçer kullanılmıştır. Kullanılan tayfölçerde, 7.5 cm çaplı çift Fabry-Perot girişim aygıtı, 30 cm odak uzaklıklı odaklama merceği ve dar bantlı (15 Å) Hα girişim filtresi bulunmaktadır. Algılayıcı olarak tayfölçerle birlikte sıvı azot (N_2) soğutmalı, pixel boyutu $15x10^{-4}$ cm olan 2086x2048 pixel boyutlu görüntüleme CCD (Charge Coupled Device) kamerası kullanılmıştır. Tayfölçerin yapımı tamamlandıktan sonra 10 Temmuz 2002 tarihinde Antalya Bakırlıtepe'deki TUBITAK Ulusal Gözlemevinde bulunan RTT150 teleskop binasının üst katındaki bir odaya yerleştirilmiştir. 30 Kasım 2002 tarihinden itibaren başucu doğrultusunda 4.76° görüş açısı ile gökadamızdan ve dünya atmosferinden gelen Hα gözlemleri yapmaya başlamıştır.

Hα çizgisinin ışıma şiddeti düşük olduğundan, gözlemlerde 1200 s (20 dk) poz süresi kullanılmıştır. Her verinin Durgun Yerel Standart (LSR) hızlarını belirlemek için gözlemin başlangıç ile bitişi arasındaki sürenin ortalaması olan zaman kullanılmıştır. Dünyanın ekseni etrafında dönmesi nedeniylede, tayfölçer 1200 s poz süresinde gökyüzünde yaklaşık 9°'lik bir alanı taramaktadır ve bir gözlem verisi boyunca 4.76°×9°'lik bir açısal alanın gözlemi yapılmıştır.

DEFPOS, 25 Haziran 2003- 06 Aralık 2004 tarihleri arasından 20 gözlem gecesi boyunca 428 tane Hα gözlemi yapılmıştır. Bu verilerde kullanılabilirliği saptanan 393 Hα verisinin analizleri Şekil 3.11'de verilen akış diyagramına göre yapılmıştır. Analizlerde EK-A'da verilen IDL programları kullanılmışır. Gözlemlerde dünyanın üst atmosferindeki hidrojenin güneşten gelen Lyman β (L_b) ışınımı ile uyarılması sonucunda atmosferik Hα ışınımını ve gökadamızdan gelen galaktik Hα ışınım çizgilerini birlikte ölçmüştür. Bu nedenle, elde edilen tayflar

atmosferik ve galaktik Hα ışınımlarının birleşiminden oluşmaktadır. Her tayfta var olan ve yarı genişliği yaklaşık 30 kms^{-1} olan atmosferik Hα ışınım çizgisinin yerini belirlemek amacıyla düşük poz süreli Hα lamba verileri kullanılmıştır. Verilere Gauss eğrileri uydurmak için Peak Fit 4.0 programı kullanılmış ve uygun gauss eğrileri geçirilen verilerde atmosferik Hα ışınım çizgisi ile galaktik Hα ışınım çizgi veya çizgilerinin yerleri (kms^{-1}), yarı genişlikleri (kms^{-1}) ve genlikleri (ADU) belirlenmiştir (Şahan, 2004).

DEFPOS ile elde edilen atmosferik ve galaktik Balmer α ışınım çizgilerinin tayflarının genlik ve parlaklık değerleri ADU (Analog to Digital Unit) biriminde ölçülmüştür. ADU biriminde elde edilen tayfların Rayleigh (R) birimine çevrilmesi için $1^{o'}$lik WHAM verileri kullanılmıştır. WHAM, 1°'lik açı ile yaklaşık 37000 Hα tayfını kullanarak galaksinin Hα dağılım haritasını hazırlamış durumdadır. Böylece galaksinin herhangi bir bölgesindeki bir yapının Hα parlaklık değeri ^{o}'lik WHAM_NSS (WHAM North Sky Survey) haritasından belirlenebilir. DEFPOS'un 1200 s'de $4.76°x9^{o}$'lik alanda ADU biriminde entegre ettiği Hα ışınım tayflarının parlaklık değerlerini aynı bölgedeki WHAM verileri ile karşılaştırıldığında, 20 ADU kms^{-1} parlaklığı 1 Rayleigh'e (R) karşılık geldiği ilk çalışmalarda bulunmuştur ($1R = (10^6/4\pi)$ foton $cm^{-2}\ sr^{-1}s^{-1}=2.41x10^{-7}$ erg $cm^{-2}\ sr^{-1}s^{-1} = 2.25\ cm^{-6}$ pc) (Haffner ve ark., 2003). Bu tez çalışmasında 1200 s'lik poz süresinde elde edilen verileri ADU birimindeki parlaklık değerleri için 1R= 20 ADU kms^{-1} değeri kullanılmıştır (Şahan, 2004, Şahan ve ark., 2005:2007).DEFPOS ile elde edilen ve analizleri tamamlanan 413 Hα tayfının analiz sonuçları EK-B'deki tablolarda verilmiştir. Tablolarda her verinin ölçüm zamanları, LSR hızları, genlikleri, yarı genişlikleri ve parlaklıkları verilmiştir.

Analiz sonuçlarında elde edilen değerlerle atmosferik Hα verisinin gecelik değişimi incelenmiştir. Sonuçlarda güneş ufuk düzleminin hemen altında iken atmosferik Hα ışınımının parlaklığı maksimum olduğu görülmüştür. Zaman ilerledikçe gece 22:00 saatlerinde atmosferik Hα ışınımının parlaklık değerinin en az seviyeye indiği gözlenmek ve daha sonra tekrar artarak sabaha güneş doğmadan önce atmosferik Hα ışınımının parlaklık değeri tekrar maksimum olmaktadır. Atmosferik

Hα ışınımının parlaklık değeri ile güneşin gölgeleme yüksekliği arasında ters orantı vardır. Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Tablo 4.2'de görüldüğü gibi güneşin gölgelenme yüksekliği minimum olduğunda atmosferik Hα ışınımının parlaklığı maksimum olmakta ve saat 22.00 civarında güneşin gölgelenme yüksekliği maksimum olduğu için atmosferik Hα ışınımının parlaklık değeri minimum olmaktadır.

Bu çalışmada, 2002-2004 tarihleri arasında başucu doğrultusunda 4.76°'lik görüş açısı 1200s poz sürelerinde toplam 428 Hα verisi alınmış ve gecelik bütün verilerde bu değişim gözlenmiştir. Gözlenen değerler TUG'un pozisyonunda gözlenen açısal değerlerdir. Bu çalışmada, güneşin depressiyon açısına (SDA) ve gölgeleme yüksekliğine (SDWH) bağlı olarak değişen atmosferik Balmer α şiddetinin belirlemek için alınan tüm veriler analiz edilmiş ve daha sonra analiz edilen verilerden galaktik Hα ışınımların etkileri çıkartılmıştır. Gecelik ölçülen ortalama atmosferik Balmer α şiddeti için Hα şiddetinin genel olarak 1R ile 12 R arasında olduğu bulunmuştur. Bu ilk sonuçlar, atmosferik Balmer α ışınımı için yapılan önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür (Shih, 1985, Nossal, 1994, Şahan ve ark., 2007).

KAYNAKLAR

AKSAKER, N., 2004. Yüksek Lisans Tezi 2004.

AKSAKER, N., ŞAHAN, M., YEĞİNGİL, İ., 2008. Intensity Calibration of DEFPOS Data. Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics manuscript no

BETZLER, K., PHYSIK, F., OSNABRUCK UNIVERSITAT. Fabry-Perot Interferometer.

CHAMBERLAIN, J.W., HUNTEN, D.M., 1987. Theory of planetary atmospheres: an introduction to their physics and chemistry, 2nd Ed., Academic Press, Inc., California, 330-415.

COAKLEY, M.M., ROESLER, F.L., REYNOLDS, R.J., NOSSAL, S., 1996. Fabry-Perot CCD annular-summing spectroscopy: study and implementation for aeronomy applications. Optical Society of America. Vol. 35, No. 33.

DICKMANN, I. 1992/2003. Fabry-Perot Resonator. Meos.

HAFFNER, L. M., REYNOLDS, R.J.,TUFTE, S.L., 1998. Faint Large Scale Hα Filaments In The Milky Way. The Astrophysical Journal, 501, L83-L87.

MERIWETHER, J. W., ATREYA, S.K., DONAHUE, T.M., BURNSIDE, R.G., 1980. Measurements of the spectral profile of Balmer alpha emission from the hydrogen geocorona. Geophys. Res. Lett., 7, 967-970.

MIERKIEWICZ, E. J., 2002. PhD Thesis, University Of Wisconsin, Madison

MIERKIEWICZ, E. J., REYNOLDS, R.J., NOSSAL, S. M., 2006. Geocoronal Hydrogen Studies Using Fabry-Perot Interferometers, Part 1: Instrumentation, Observations, and Analysis, *JASTP*, *68*, doi: 10.1016/j.jastp.2005.08.024, 1520-1552, 2006.

MEIER, R.R., 1969. Balmer alpha and Lyman beta in the hydrogen geocorona, J. Geophys. Res., 74, 3561, 1969.

MEIER, R.R., 1995. Solar Lyman Series Line Profiles And Atomic Hydrogen Excitation Rates. The Astrophysical Journal, 452:462-471.

NOSSAL, S., ROESLER, F.L., COAKLEY, M., 1996, Use Of Fabry-Perot Annular Summing Spectroscopy To Acquire Geocoronal Hydrogen Balmer-α Line Profile Data. Proc. SPIE, Vol.2830, 52-63.

NOSSAL, S., REYNOLDS, R.J., ROESLER, F.L., SCHERB, F., HARLANDER, J., 1993. Solar Cycle Variations Of Geocoronal Balmerα Emission, Journal Of Geophysical Research.Vol.98, No. A3., 3669-3676.

NOSSAL, S., 1994. Fabry-Perot Observations of Geocoronal Hydrogen Balmerα Emission. PhD Thesis, University Of Wisconsin, Madison

NOSSAL, S., ROESLER, F. L., COAKLEY, M. M., REYNOLDS, R. J., 1997. Geocoronal Hydrogen Balmer-α Line Profiles Obtained Using Fabry-Perot Annular Summing Spectroscopy: Effective Temperature Results. Journal of Geophysical Research, Vol.102, No. A7, p 14,541-14,553.

NOSSAL, S., ROESLER, F.L., COAKLEY, M.M., 1998. Cascade Excitation In The Geocoronal Hydrogen Balmer α Line. Journal Of Geophysical Research, Vol 103, No A1, 381-390.

NOSSAL, S.M., ROESLER, F.L., REYNOLDS, R.J.,HAFFNER, M., TUFTE, S. BISHOP, J., PERCIVAL, J., 2001. Geocoronal Balmer α intensity measurements using the WHAM Fabry-Perot facility. J. Geophys. Res., 106, 5605-5616.

NOSSAL, S.M., MIERKIEWICZ, E.J., ROESLER, F.L., REYNOLDS, R.J., HAFFNER, L.M., 2006. Geocoronal hydrogen studies using Fabry-Perot interferometers, part 2: Long-term observations. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Pyhsics, 68, doi:10.10.16/j.jastp.2005.08.025, 1553-1575, 2006.

NOSSAL, S.M., ROESLER, F.L., MIERKIEWICZ, E.J., REYNOLDS, R.J., 2004. Solar cycle variations in the geocoronal Hα column emission intensities. Geophys. Res. Let., 31, doi:10.1029/2003GLO18729, L06110, 2004.

REYNOLDS, R.J., SCHERB, F.,1973. A Search For Hα Emission From Interstellar Clouds. The Astrophysical Journal 181:L79-L82.

REYNOLDS, R.J., ROESLER, F.L., SCHERB, F.,1973. Low-Intensity Balmer Emissions From The Interstellar Medium And Geocorona. The Astrophysical Journal, 179:651-657.

REYNOLDS, R.J., ROESLER, F.L., SCHERB, F., 1974. The Intensity Distribution Of Diffuse Galactic Hα Emission. The Astrophysical Journal, 192, L53-L56.

REYNOLDS, R.J., ROESLER, F.L., SCHERB, F., 1977. Faint Optical Emission Lines From The Interstellar Medium Limits On The Temperature And Ionization State Of The Emitting Gas. The Astrophysical Journal, 211:115-121.

REYNOLDS, R.J., OGDEN P.M., 1979. Optical Evidence For A Very Large Expanding Shell Associated With The I Orion OB Association Barnard's Loop, And The High Galactic Latitude Hα Filaments In Eridanus. The Astrophysical Journal, 229, 942-953.

REYNOLDS, R.J., 1984. Optical Emission Line Studies And The Warm Ionized Component Of The Local Interstellar Medium. International Colloquium On The Local Interstellar Medium.

REYNOLDS, R.J., 1987. Hα Scans Of High Velocity Clouds (HVCLs. The Astrophysical Journal, 323: 553-556.

REYNOLDS, R.J., 1988. An Extended, Low-Density HII Region Associated With XI Persei. The Astronomical Journal, Vol 96 No 2.

REYNOLDS, R.J., 1989. Lower Limits On The Temperature And Hydrogen Ionization Fraction In The Diffuse Ionized Interstellar Gas. The Astrophysical Journal, 345, 811-814.

REYNOLDS, R.J., 1990. The Power Requirement of The Free Electron Layer In The Galactic Disk,.The Astrophysical Journal, 349:L17-L19.

REYNOLDS, R.J., TUFTE S.L., HAFFNER L.M., JAEHNIG K., PERCIVAL J.W. 1998. The Wisconsin Hα Mapper (WHAM): A Brief Review of Performance Characteristics and Early Scientific Results. Publ. Astron. Soc. Aust., 15, 14-18, 1998.

ROBLE, R.G., DICKINSON R.E. 1989. How will changes in carbon dioxide and methane modify the mean structure of the mesosphere and thermosphere.Geophys. Res. Lett., 16, 1441– 1444.

ROESLER, F.L., 1974. Fabry-Perot Instruments For Astronomy, Methods of Experimental Physics. Vol. 12, Academic Press. Inc. Part 12.

SHIH, P., 1983. PhD Thesis, University Of Wisconsin, Madison

SHIH, P., ROESLER, F.L., SCHERB, F., 1985. Intensity variations of geocoronal Balmer alpha emission: 1. Observation results, J. Geophys. Res., 90, 477-490.

SHIH, P., ROESLER, F.L., and SCHERB, F., 1995. Intensity Variations of Geocoronal Balmerα Emission, I. Observational Results, J. Geophysics. Res., 90, 477.

ŞAHAN, M., 2004. Doktora Tezi 2004.

ŞAHAN, M., YEĞİNGİL, İ., AKSAKER, N., KIZILOĞLU, Ü., AKYILMAZ, M., 2004. DEFPOS and Its First Results. Chin. J. Astron. Astrophys., Vol. 5 (2005), No. 2, 211–220.

ŞAHAN, M., YEĞİNGİL, İ., AKSAKER, N., 2007. Observation of the Geocoronal Balmer Alpha with DEFPOS. Terr. Atmos. Ocean. Sci., Vol. 18, No. 1, 85-96, 2007.

TINSLEY, B.A., 1974. Hydrogen in the upper atmosphere, Fund. Cosmic Phys., 1, 201-300, 1974.

YELLE, R.V., 1984. PhD Thesis, University Of Wisconsin, Madison

YELLE R.V., ROESLER F.L., 1985. Geocoronal Balmer Alpha Line Profiles and Implications For The Exosphere. Journal Of Geophysical Research, Vol. 90, No. A8, p. 7568-7580.

YEĞİNGİL, İ., KIZILOĞLU, U., SAHAN, M., AKYILMAZ, M., AKSAKER, N., 2004. DEFPOS (Dual Etalon Fabry-Perot Optical Spectrometer), The Magnetized Interstellar Medium, eds Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R., Copernicus GmbH, Katlenburg-Lindau, p.227-231

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Mersin'nin Tarsus ilçesinde doğdum. İlkokulu Dumlupınar Hürriyet İlkokulunda okudum. Lise ve orta öğretimini Barbaros Hayrettin Lisesinde tamamladım. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümüne girdim. 2003 yılında lisans eğitimimi tamamladım. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi tezsiz yüksek lisans eğitimini kazandım. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü tezli yüksek lisans eğitimine başladım ve hala devam etmekteyim.

EKLER

EK-A: 100-121

IDL Programları

EK-B: 122-134

DEFPOS ile elde edilen verilerin analiz sonuçları

EK-A : IDL PROGRAMLARI:

PRO DEFPOS_AUTONOR

;Bu programlar CCD görüntüsünden Hα tayfı elde etmek için kullanılır.
;Program 8 tane alt programdan çalışmaktadır.
;Görüntülerden kozmik ışınlar çıkarılır. Görüntülerden ve flatten dark çıkarılır. Flat görüntüsü ;normalize edilir ve görüntü normalize edilen flat görüntüsüne bölünerek normalize edilir. ;Normalize edilen görüntüden yansıyan halkalar çıkarılarak tayf elde edilir.

PRO DEFPOS_AUTONOR

```
datadir='D:\nadire_bl_dat\20030927_BL_DAT_\20030927\'
datadirr='20030927_'

MAGIC=-9999
SF= fltarr(2086,2048)
flatframe=''
READ, flatframe, PROMPT='Flat Frame : '
darkframe=''
READ, darkframe, PROMPT='Dark Frame : '
FF = readfits(datadir+flatframe,hdr2)
DF = readfits(datadir+darkframe,hdr3)
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
;Xc=1000.0
;Yc=1064.0
Xc=1006.9156
Yc=937.00889
X1=1349.9467
Y1=884.93333
X2=1558.5467
Y2=861.75556
;;;;;;;;;;;;;;;;;
dx1=X1-XC  & dy1=Y1-XC  &  dx2=X2-XC  &   dy2=Y2-XC

defpos_autonor2_noread,FF,datadir,flatframe,hdr2,FFc
defpos_autonor2_noread,DF,datadir,darkframe,hdr3,DFc
defpos_autonor4_noread,FFc,DFc,datadir,flatframe,hdr3,FFcd
defpos_autonor5_noread,FFcd,datadir,flatframe,hdr1,CDFdiv

for d=1,1  do begin
k=strcompress(string(d), /REMOVE_ALL)
```

```
SF=readfits(datadir+datadirr+k,hdr1)
UT='
ET='1200 sn
;UT=str_sep(sxpar(hdr1,'UTSTART'), ':')
;ET=sxpar(hdr1,'EXPTIME')
;UT1=UT(0)   ;hour
;UT2=UT(1)   ;minute
;UT3=UT(2)
;UT4=1+UT1
;UT5=string(UT4+UT2+UT3)

defpos_autonor1_noread,SF,datadir,datadirr,k,hdr1,SFc
defpos_autonor3_noread,SFc,DFc,datadir,datadirr,k,hdr1,SF1ex

SF1=fltarr(2086,2048)& FF1=fltarr(2086,2048)&img=intarr(2086,2048)
SF1=SF1ex
defpos_autonor6_noread,img,SF1,CDFdiv,datadir,datadirr,k,hdr1,SF_nor
defpos_autonor7_noread,SF_nor,datadir,datadirr,k,hdr1,Xc,Yc,dx1,dy1,dx2,dy2,SF_
ref
defpos_autonor8_noread,SF_ref,datadir,datadirr,k,hdr1,Xc,Yc,UT,ET
endfor
end
```

PRO DEFPOS_AUTONOR1,im,datadir,datadirr,k,hdr,im1

```
MAGIC=-9999
filename=fltarr(2086,2048)
 mean= total(im)/n_elements(im)
 result=moment(im) & sdev=sqrt(result(1))
for i=22,2065 do begin
for j=1,2040 do begin
        if im(i,j) lt 0 then begin  &im(i,j)= MAGIC & end ;
        if im(i,j) gt (mean+3*sdev) then begin  & im(i,j)=MAGIC & end;
endfor & endfor
;1. ortadaki 2. alttaki cizgiyi siliyor
for i=927,929 do begin & for j=1323,2047 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor
 for i=927,932 do begin & for j=1293,1323 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor

 for i=1812,1818 do begin & for j=318,343 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor
 for i=1812,1817 do begin & for j=343,2047 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor
 im1=im
```

```
 writefits, datadir+datadirr+k+'_C', im
return
end
```

PRO DEFPOS_AUTONOR2,im,datadir,scienceframe,hdr,im1

```
MAGIC=-9999
im1=intarr(2086,2048)
 mean= total(im)/n_elements(im)
 result=moment(im) & sdev=sqrt(result(1))
for i=22,2065 do begin
for j=1,2040 do begin
        if im(i,j) lt 0 then begin  &im(i,j)= MAGIC & end ;
        if im(i,j) gt (mean+3*sdev) then begin  & im(i,j)=MAGIC & end;
endfor & endfor
;1. ortadaki 2. alttaki cizgiyi siliyor
for i=927,929 do begin & for j=1323,2047 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor
 for i=927,932 do begin & for j=1293,1323 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor

 for i=1812,1818 do begin & for j=318,343 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor
 for i=1812,1817 do begin & for j=343,2047 do begin
 im(i,j)= MAGIC & endfor&endfor
 im1=im
 writefits, datadir+scienceframe+'_C', im,hdr
return
end
```

PRO DEFPOS_AUTONOR3,SF,DF,datadir,datadirr,k,hdr,im1

```
img=intarr(2086,2048)
MAGIC=-9999
for i=22,2060 do begin& for j=1,2040 do begin
if ((SF(i,j) eq MAGIC) or (DF(i,j) eq MAGIC)) then begin
 img(i,j)= MAGIC & endif else begin
img(i,j)= SF(i,j)-DF(i,j)
endelse
endfor&endfor
im1=img
writefits, datadir+datadirr+k+'_CD', img,hdr
return
END
```

PRO DEFPOS_AUTONOR4,FF,DF,datadir,scienceframe,hdr,im1

```
img=intarr(2086,2048)
MAGIC=-9999
for i=22,2060 do begin& for j=1,2040 do begin
if ((FF(i,j) eq MAGIC) or (DF(i,j) eq MAGIC)) then begin
 img(i,j)= MAGIC & endif else begin
img(i,j)= FF(i,j)-DF(i,j)
endelse
endfor&endfor
im1=img
writefits, datadir+scienceframe+'_CD', img,hdr
return
END
```

PRO DEFPOS_AUTONOR5,img,datadir,scienceframe,hdr,im1

```
img1=fltarr(2086,2048)
MAGIC=-9999
sum=0 & cnt=0
for i=22,2060 do begin
for j=1,2040 do begin
if (img(i,j)ne MAGIC) then begin& sum=double(sum)+img(i,j)&
cnt=double(cnt+1)& endif
endfor&endfor
avr=sum/cnt
for i=22,2060 do begin
for j=1,2040 do begin
if (img(i,j) eq MAGIC)  then begin & img1(i,j)= MAGIC & endif
if (img(i,j) ne MAGIC) then begin & img1(i,j)=img(i,j)/avr
endif
endfor&endfor
im1=img1
;writefits, 'D:\_CDFdiv',img1,hdr
return
end
```

PRO DEFPOS_AUTONOR6,img,SF1,FF1,datadir,datadirr,k,hdr,im1

```
MAGIC=-9999
for i=22,2065 do begin & for j=1,2040 do begin
if ((SF1(i,j) eq MAGIC) or (FF1(i,j) eq MAGIC)) then begin
img(i,j)= MAGIC & endif else begin
img(i,j)= (SF1(i,j)/FF1(i,j))+0
endelse
```

```
endfor&endfor
im1=img
writefits, datadir+datadirr+k+'_NOR', img,hdr
return
END

PRO
DEFPOS_AUTONOR7,image,datadir,datadirr,k,hdr,Xc,Yc,dx1,dy1,dx2,dy2,im1

;image=intarr(2086,2048)
image1=FltArr(2086,2048)& image2=FltArr(2086,2048)
img=intArr(2086,2048)&imgss=intArr(2086,2048) &  MAGIC=-9999
;;;;;;;;;;
        for I=1,2085 do begin
                for J=1,2046 do begin
                 image1(I,J)=0
                 endfor&endfor
for J=1,dy1 do begin
 for I=1,2065 do begin
 image1(I,J)=MAGIC
  endfor&endfor
        for I=20,dx1 do begin
                for J=1,2046 do begin
                image1(I,J)=MAGIC
                        endfor&endfor
for I=20,2065 do begin
for J=1,2046 do begin
if (image(i,j) eq MAGIC)  then begin
image1(I,J)= MAGIC & endif else begin
II= I+dx1
                if II gt 2065  then  goto, son1
                JJ= J+dy1
                if JJ gt 2046 OR JJ LT 0 then goto, son1
                image1(II,JJ)=image(I,J)*0.07
                                son1:
                 endelse
                 endfor&endfor
;*************************************************
;submıt reflectanceII
;*************************************************
;image=readfits(datadir+datadirr+k+'_NOR')
for I=1,2065 do begin
for J=1,dy2 do begin
image2(I,J)=0
endfor&endfor
```

```
for J=dy2,2065 do begin
for I=1,2065 do begin
if J gt 2046 or J lt 0 then goto, son2
image2(I,J)=MAGIC
son2:
endfor&endfor
for I=1,dx2 do begin
for J=1,2046 do begin
image2(I,J)=MAGIC
endfor&endfor

;*************************
for I=4,2065 do begin
for J=1,2046 do begin
if (image(i,j) eq MAGIC)  then begin
image2(I,J)= MAGIC & endif else begin
II= I+dx2
if II gt 2065 or II lt 0 then  goto, son3
JJ= J+dy2
if JJ gt 2046 or JJ lt 0 then goto, son3

image2(II,JJ)=image(I,J)*0.045
son3:
endelse
endfor&endfor
for I=20,2055 do begin
for J=1,2046 do begin
if ((image(i,j) eq MAGIC) or (image1(i,j) eq MAGIC)or (image2(i,j) eq MAGIC))
then begin
img(i,j)= MAGIC & endif else begin
img(i,j)= image(i,j)-(image1(i,j)+image2(i,j))
endelse
endfor&endfor
;;;;;;;;;;;;;;;;;;
im1=img
writefits, datadir+datadirr+k+'_NOR_REF', img
return
end

PRO DEFPOS_AUTONOR8,img,datadir,datadirr,k,hdr1,Xc,Yc,UT,ET

close,1
OPENW, 1,  datadir+datadirr+k+'_NOR_REF'+'.dat'
```

```
;*****************************************************************
***************
DEFPOS_RINGSUM12345, img, 2086, 2048, 52033.0, Xc, Yc, 850.0, s, var, cnt,
ndp
;*****************************************************************
*****************
v=findgen(ndp)& vr=dblarr(ndp)
        for i=0,ndp-1 do vr (ndp-i-1)=v(i)
        for x=1,ndp-1 do begin
        printf,1,vr(x),s(x)
        endfor
close,1
;*************************************************************
A=FltArr(42)& B=FltArr(42)&      C=FltArr(42)&                D=FltArr(42)&
        E=FltArr(42)
F=FltArr(42)& G=FltArr(42)& H=FltArr(42)& P=FltArr(42)
;*************************************************************
WINDOW,4,COLORS=0, XSIZE=500, YSIZE=650, TITLE='GRAPHIC WINDOW
FOR ->'+datadir+datadirr+k+'_NOR_REF'+'.dat'
white=!D.N_COLORS-1
;!P.MULTI=[0,1,1]

OpenR,1,datadir+datadirr+k+'_NOR_REF'+'.dat'
        WHILE NOT EOF(1) DO BEGIN
        ReadF,1,x,y
        A(x)=x
        B(x)=y
ENDWHILE
close,1
for t=0,41 do begin
B(t)=(B(t)-0)
H(t)=4.7*A(t)
; printf,2,B(t),H(t)
endfor
 x2=FLTARR(42)
for i=0,41 do begin
X2(i)=H(i)-100
endfor
plot,X2,B,          SYMSIZE      =      1.3,THICK      =      1.5,
PSYM=1,Color=0,/YNOZERO,Background=!D.N_COLORS-1,$
;plot, x2, B,  SYMSIZE = 1.3,THICK = 1.5, PSYM = 1 ,yrange=[5870,5880],
background = white, Color=0 ,$

CHARSIZE =0.80,$
 XTITLE = 'VELOCITY (km/s)', YTITLE = 'ADU',$
```

```
TITLE =strcompress(string(' UT='+UT+'/'+'GAL.H
ALPHA'+'/'+datadir+datadirr+k+'_REF'+'/'+'ET='+ET))

CLOSE,1
close,1
oplot, [-100,100],[0,0],color=0
oplot, [-100,100],LINES=2,[1,1],color=0
WRITE_JPEG, datadir+datadirr+k+'_REF'+'.jpg', TVRD()
end
```

PRO DEFPOS_RINGSUM12345, image, nx, ny, area, xc, yc, rmax, spect, var, cnt, ndp

```
;bu program halka toplama tekniğini kullanan programdır.

MAGIC = -9999
NDPMAX = 300
PI = 3.14159
  rad_2 = dblarr(NDPMAX)
  sum = dblarr(NDPMAX)
  sum_2 = dblarr(NDPMAX)
  avg_rough = dblarr(NDPMAX)
  var_rough = dblarr(NDPMAX)
  spect = dblarr(NDPMAX)
  var = fltarr(NDPMAX)
  cnt = fltarr(NDPMAX)

nrads = 0.0
rad_2(0) = area / PI
;
while (rad_2(nrads) lt rmax^2) do begin
  nrads = nrads + 1
  rad_2(nrads) = area * (nrads+1.0) / PI
 ; print,nrads,sqrt(rad_2(nrads))
endwhile
;
for i = 0, nrads do begin
  sum(i) = 0.0
  sum_2(i) = 0.0
  cnt(i) = 0
endfor
for ix = 0, nx-1 do begin
 for iy = 0, ny-1 do begin
   r_2 = (ix-xc)^2 + (iy-yc)^2
     if (r_2 lt rad_2(nrads)) and (image(ix,iy) ne MAGIC) then begin
```

```
        ringnum = floor(PI * r_2 / area)
            sum(ringnum) = sum(ringnum) + image(ix,iy)
        sum_2(ringnum) = sum_2(ringnum) + image(ix,iy)^2
        cnt(ringnum) = cnt(ringnum) + 1
          endif
  endfor
 endfor
  for i = 0, nrads do begin
    if (cnt(i) gt 0) then begin
      spect(i) = sum(i) / cnt(i)

      var(i) = sum_2(i) / cnt(i) - sum(i)^2 / cnt(i)^2
          print,i,spect(i),cnt(i),SQRt(rad_2(i))
    endif
 endfor
;
ndp = nrads
;
return

end
```

PRO ANALIZ1234, image, nx, ny, area , xc, yc, rmax, spect, var, cnt, ndp

```
MAGIC = -9999
NDPMAX = 300
PI = 3.14159

   rad_2 = dblarr(NDPMAX)
   sum = dblarr(NDPMAX)
   sum_2 = dblarr(NDPMAX)
   avg_rough = dblarr(NDPMAX)
   var_rough = dblarr(NDPMAX)
   spect = dblarr(NDPMAX)

   var = fltarr(NDPMAX)
   cnt = fltarr(NDPMAX)

nrads = 0.0
rad_2(0) = area / PI
;
while (rad_2(nrads) lt rmax^2) do begin
   nrads = nrads + 1
   rad_2(nrads) = area * (nrads+1.0) / PI
 ; print,nrads,sqrt(rad_2(nrads))
endwhile
```

```
;
for i = 0, nrads do begin
   sum(i) = 0.0
   sum_2(i) = 0.0
   cnt(i) = 0
endfor
for ix = 0, nx-1 do begin
  for iy = 0, ny-1 do begin
     r_2 = (ix-xc)^2 + (iy-yc)^2
        if (r_2 lt rad_2(nrads)) and (image(ix,iy) ne MAGIC) then begin
        ringnum = floor(PI * r_2 / area)
            sum(ringnum) = sum(ringnum) + image(ix,iy)
        sum_2(ringnum) = sum_2(ringnum) + image(ix,iy)^2
        cnt(ringnum) = cnt(ringnum) + 1
          endif
  endfor
 endfor
  for i = 0, nrads do begin
    if (cnt(i) gt 0) then begin
      spect(i) = sum(i) / cnt(i)

      var(i) = sum_2(i) / cnt(i) - sum(i)^2 / cnt(i)^2
          print,i,spect(i),cnt(i),SQRt(rad_2(i))
    endif
 endfor
;
ndp = nrads
;
return

end
```

PRO DEFPOS_BASELINE4

;Bu program tayf elde edildikten sonra, tayfı 1.115 ile carparak tayfın taban düzeyi sıfır düzeyine getirmek için kullanılır.

```
;dd='D:\DEFPOS\200303\2003_SONUC_TEZ\200306_SON\20030627\20030627_F
ARK\h20\'

dd=     'D:\nadire_bl_dat\20030730_BL_DAT_ - Kopya\20030730\20030730_1\'
DATADIR='D:\nadire_bl_dat\20030730_BL_DAT_                          -
Kopya\20030730\20030730_1\'

;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
```

```
A=FltArr(42)& B=FltArr(42)&      C=FltArr(42)&                D=FltArr(42)&
D1=FltArr(42);******

ds='20030730_'
UT=' ' & ET='

for s=16,16 do begin
k=strcompress(string(s), /REMOVE_ALL)
;;;
```

```
if D(i)  lt 0 then begin
 d(i)=(d(i)-BAS_ORTxx+1) ;&endif
ENDIF ELSE BEGIN
d(i)=(d(i)-BAS_ORTxx+1) ;&endif
ENDELSE
  printf,1,A(i),D(i)
  ;  print,A(i),D(i)
endfor

 close,1

WINDOW,4, COLORS=0, XSIZE=500, YSIZE=550, TITLE='GRAPHIC
WINDOW FOR ->'
white=!D.N_COLORS-1
Plot, A, d, SYMSIZE=1.3,THICK = 1.5, PSYM = 1 , background =
white,xstyle=1,ystyle=1,xrange=[0,41],$
yrange=[min(d)-1,max(d)+1], Color=0 ,$
 XTITLE = 'VELOCITY (km/s)', YTITLE = 'ADU',$
TITLE =' UT='+UT+'/'+'GAL.H ALPHA'+'/'+d7+'/'+'ET='+ET
oplot, [0,41],LINES=3,[1,1],color=0

oplot, [0,41],[0,0],color=0
CLOSE,2
close,1
WRITE_JPEG,DATADIR+d7+'.jpg', TVRD()
;WAIT, 1
endfor

end
```

PRO DEFPOS_ATM_GAL_VLSR_R

;Bu program atmosferik gauss eğrisini galaktik gauss eğrilerinden çıkarmak için kulanılır.

```
x=FLTARR(42) & y=FLTARR(42) & y1=FLTARR(42)&
y2=FLTARR(42)&y3=FLTARR(42)& y4=FLTARR(42)
 &K1=FltArr(42)&K2=FltArr(42)&K3=FltArr(42)&K4=FltArr(42) & Res
=FLTARR(42)&
  y5=FLTARR(42)&  K=FltArr(42)&RES1=FltArr(42)&tg1=FltArr(42)&
y21=FLTARR(42)& TG =FLTARR(42)
 & TG1 =FLTARR(42)& TG2 =FLTARR(42)& TG3 =FLTARR(42)& TG4
=FLTARR(42)& TG5 =FLTARR(42)
& Res1 =FLTARR(42)& Res2 =FLTARR(42)& Res3 =FLTARR(42)& Res4
=FLTARR(42)& Res5 =FLTARR(42)&
```

```
;;;
```

```
;*************************************************************
kat=0.01
reskat=-0.07
alt=-.02
ust=0
genis1=.06

;;;
```

```
                                    ;          y6(i)=[A6*exp(-(x(i)-V6)^2/STD6)]*R

;;;
```

```
                    TG4(i)=(y4(i))
                        RES4(i)=-(TG4(i)-K4(i))
                        aa4=max(res4(i))&bb4=min(res4(i))
                         ENDIF ELSE BEGIN

                         IF VATM1  EQ v5  THEN BEGIN

              K5(i)=y(i)-(y1(i)+y2(i)+y3(i)+y4(i))
                    TG5(i)=(y5(i))
                        RES5(i)=-(TG5(i)-K5(i))
                        aa5=max(res5(i))&bb5=min(res5(i))

 ENDIF
        ENDELSE
        ENDELSE
              ENDELSE
                ENDELSE
ENDFOR
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;

WINDOW, 0, COLORS=2, XSIZE=1000, YSIZE=650, TITLE='GRAPHIC
WINDOW FOR ->'
        white=!D.N_COLORS-1
              !P.MULTI=[0,2,2]
                    CHARSIZE =.8
                    !P.FONT = 0
                          DEVICE, SET_FONT='Helvatica*16'


PLOT, x, Y,ystyle=1,yrange=[-0.025,(a+.05)], XTICKINTERVAL=30
,xstyle=1,xrange=[MN,MX], SYMSIZE = 1.1,$
              background = white,THICK = 1.8, PSYM = 1, Color=0,
POSITION=[0.05, 0.28, 0.45, 0.95]  ;

        PLOTS, x, y1, LINESTYLE=1, COLOR=0
        PLOTS, x, y2, LINESTYLE=1, COLOR=0
        PLOTS, x, y3, LINESTYLE=1, COLOR=0
        PLOTS, x, y4, LINESTYLE=1, COLOR=0
        PLOTS, x, y5, LINESTYLE=1, COLOR=0
        PLOTS, x, TG,LINESTYLE=0, COLOR=0


        BB=bb-kat-genis1
        AA=aa+kat+genis1
```

```
PLOT, X, res,SYMSIZE = 1.1,background = white,ystyle=1,YTICKFORMAT='(
F10.3)',YTICKS =1,XTICKS =2 ,Color=0,$
yrange=[bB,aa],xstyle=1,XTICKINTERVAL=30
,xTICKLEN=.15,xrange=[MN,MX],THICK = 1.5, PSYM =1, POSITION=[0.05,
0.15, 0.45, 0.25]
OPLOT, [MN,MX],LINES=0,[0,0],color=0
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;    1:  ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
```

```
;;;;;;;;;;;;;;;;;;    3:  ;;;;;;;;;;;;;;;;;;
```

```
printF,5,'V2 =',V2
printF,5,'FWHM2 =',FWHM2
printF,5,'AREA2 =',1.064*FWHM2*A2/20
printF,5,'A3=',A3
printF,5,'V3 =',V3
printF,5,'FWHM3 =',FWHM3
printF,5,'AREA3 =',1.064*FWHM3*A3/20
printF,5,'A4=',A4
printF,5,'V4 =',V4
printF,5,'FWHM4 =',FWHM4
printF,5,'AREA4 =',1.064*FWHM4*A4/20
printF,5,'A5=',A5
printF,5,'V5 =',V5
printF,5,'FWHM5 =',FWHM5
printF,5,'AREA5 =',1.064*FWHM5*A5/20
printF,5,'A6=',A6
printF,5,'V6 =',V6
printF,5,'FWHM6 =',FWHM6
printF,5,'AREA6 =',1.064*FWHM6*A6/20
printF,5,format='(A,3x,A)','UT="' ,data[1,st]
printF,5,'VLSR=',VLSR
printF,5,'SDA=',SDA
printF,5,'SHDWH=',SHDWH
close,5
WRITE_JPEG,d9+d7+'.jpg', TVRD()
End
```

PRO ZENITH_HEADER_RA_VLSR

```
; Bu program CCD görüntüsünün headerinden tarihi ve ünüversal zamanı okuyarak
; verinin alındığı zamanı,lsr,SDA,SHDWH degerlerini hesaplayarak  diske yazıyor

lat=36.825& lng=30.3333& dec0=27.13& ra0=282.86& rad=0.017453292 & SF=
intarr(2086,2048)

datadir= 'G:\NADIRE_BL_DAT\20030927_BL_DAT\20030927\'
datadir2= 'G:\NADIRE_BL_DAT\20030927_BL_DAT\'
datadirr='20030927_'
close,2 &close,3 &CLOSE,4&CLOSE,5
OPENW, 2, datadir2+datadirr+'RA_bII_LII_VLSR'+'.DAT'
OPENW, 3, datadir2+datadirr+'UT_VLSR'+'.DAT'
OPENW, 4, datadir2+datadirr+'_SDA_SDWH'+'.DAT'

;printf,2,'  DATA      UT   VLSR     RA      G.LAT      G.LON          ET
printf,4,'  DATA                  SDA          SHDWH
```

```
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
for d=1,30  do begin
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
k=strcompress(string(d), /REMOVE_ALL)
SF=readfits(datadir+datadirr+k,hdr1)
name=datadir+datadirr+k
time1=str_sep(string(sxpar(hdr1,'DATE-OBS')), '/')
time2=str_sep(string(sxpar(hdr1,'UTSTART')), ':')
expos=sxpar(hdr1,'EXPTIME')
day=time1(0)                    ;day
month=time1(1)                          ;month
yearr=time1(2)                          ;year
year=string('20'+yearr)
hour=string(time2(0))           ;hour
minute=string(time2(1))         ;minute
second=string(time2(2))         ;second
minute=FIX(minute+(expos/120))     ; VLSR icin EXP.TIME/2  ekliyoruz'

if second gt 60 then begin & second=second-60  & minute=minute+1 &endif
if minute gt 60 then begin & minute=minute-60 & hour=hour+1 & endif
if hour gE 24 then begin & hour=hour-24 & day=string(day+1)& endif

date=julday1(month,day,year,hour,minute,second)
                        d2rad = !DPI / 180.D0  &  h2rad = !DPI / 12.D0
ct2lst, lst, lng, tzone, date
                ra = (lst) * h2rad   &  dec = ra*0. + lat * d2rad
                        rahh=(ra/rad)/15   &  decdeg=(dec/rad)
                        hh=FIX(rahh)       &  rahh1=rahh-hh
                        ramm=rahh1*60      &  ramm1=FIX(ramm)
                        mm=ramm-ramm1      &  ss=mm*60  &  ss1=FIX(ss)
dec0r=dec0*rad  &  ra0r= RA0*rad  & rar=ra*rad
;ra_vlsr=((hh+ramm1/60.0+ss1/3600.0))*15
;ra_vlsr=( rahh)*15
ra_vlsr=( lst)*15
vlsr_SON, date, ra_vlsr, lat, vlsr1
GLAT= [sin(dec0r)*sin(dec)-cos(dec0r)*cos(dec)*sin(ra-ra0r)] & b1=asin(GLAT)
GLON=[cos(dec)*cos(ra-RA0r)/cos(b1)] & b1=asin(GLAT) &     L1=acos(GLON)
bII=b1/rad     &         LII=(L1/rad)+32.93

hra=string(hh)&mra=string(ramm1)& sra=string(ss1)
time_ra=string(hra+':'+mra+':'+sra)
timehour_ra=strcompress(time_ra, /REMOVE_ALL)

bIII=string(bII) & time_bIIson=string(bIII)
time_bIIson=strcompress(time_bIIson, /REMOVE_ALL)
```

```
lIII=string(lII) &time_lII=string(lIII)
time_lII=strcompress(time_lII, /REMOVE_ALL)

day1=string(day) & month1=string(month) & year1=string(year)
timdateyear=string(year+month+day)
timdateyear=strcompress(timdateyear, /REMOVE_ALL)

hour=string(hour) & minute=string(minute) & second=string(second)
timdatehour=string(hour+':'+minute+':'+second)
timdatehour=strcompress(timdatehour, /REMOVE_ALL)
expos_son=FIX(expos)
hour1=hour
minute1=minute
 timdatehour1=string(hour1+':'+minute1)&  timdatehour1=strcompress(timdatehour1,
/REMOVE_ALL)

ZENITH_SHADOWHEIGHT_2_FOR_VLSR,HOUR,minute,YEAR,MONTH,DAY
,SDA,SHDWH

printF,3,';;;;_____
printf,3,'datadir1="',STRING(timdateyear+'_'+k),'_NOR_REF_BL.DAT

;printf,2,format='(A,3x,A,f8.2,A,3x,3A,f8.2,A3,3x,f8.2)',STRING(timdateyear+'_'+k
),timdatehour1,vlsr1,SDA,SHDWH;,timehour_ra,time_bIIson,time_lII,expos_son

printf,2,format='(A,3x,A,f8.2,A,3x,3A,A3,f8.2,3x,A,3x,A,3x,f8.4)',STRING(timdate
year+'_'+k),timdatehour1,vlsr1,SDA,SHDWH
printF,3,"
 printF,3,'A1='
 printF,3,'V1 ='
  printF,3,'FWHM1 ='
 printF,3,'A2='
 printF,3,'V2 ='
  printF,3,'FWHM2 ='
   printF,3,'A3='
 printF,3,'V3 ='
  printF,3,'FWHM3 ='
   printF,3,'
    printF,3,format='(A,3x,A)','UT="' ,timdatehour
vlsr1=string(vlsr1)   &   vlsr1=strcompress(vlsr1, /REMOVE_ALL)
printF,3,'VLSR=',vlsr1
  printF,3,'VATM =V'
 printF,3,'VATM1 =V'
 printF,3,'
```

```
  printF,3,'HOUR  =',HOUR
 printF,3,'MNT =',minute
 printF,3,'YEAR=',YEAR
 printF,3,'MONTH =',MONTH
 printF,3,'DAY=',DAY
 printF,3,'SDA=',SDA
  printF,3,'SHDWH=',SHDWH
printf,3,'R.A=',timehour_ra
printf,3,'G.Lat (b)=',time_bIIson
printf,3,'G.Lon (l)=',time_lII
; printF,4,format='(A,3x,A,3x,A,3x,f8.2,x,f8.2,x,f8.2,3x,a)',SDA,SHDWH
; print ,SDA,SHDWH
 printF,4 ,SDA,SHDWH
;print,2,
format='(A,3x,A,3x,A,3x,f8.2,3x,f8.2,3x,f8.2,3x,a)',STRING(timdateyear+'_'+k),tim
datehour,timehour_ra,time_bIIson,time_lII,vlsr1,expos_son
endfor
close,2
close,3
close,4
close,5
end
```

EK-B: DEFPOS. 25 Haziran 2003–06 Aralık 2004 Tarihleri Arasında Başucu Doğrultusunda 4.76° Bakış Açısı İle Dünya Atmosferinden Balmer a **(H**a**) Işınım Çizgileri**

Toplam 20 gözlem gecesinde toplam 428 Hα gözlemi yapmıştır. Bu verilerden 393 verinin kullanılabilir olduğu saptanmış ve analizleri yapılmıştır. Uygun görülen 393 CCD görüntüsünün şekil 3.11'deki akış diyagramında verilen sıraya göre ön indirgemeleri yapılmış ve tayfları elde edilmiştir. Veri analizleri için, EK-A'da verilen ve IDL'de yazılan programlar kullanılmıştır. Tayf üzerinde gerekli düzeltmeler yapılarak atmosferik ve galaktik çizgiler belirlenmiştir. Galaktik yapıların koordinatları belirlenerek. LSR hızları bulunmuş ve atmosferik yapı ile galaktik yapılar birbirlerinden ayrılmıştır. Aşağıda her veri için bu değerler tek tek verilmiştir.

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20030730_1	18:37	-6.96	4.42	0.24	30.26	142.38	16.10	260.32	1200	7.12
20030730_2	18:59	-8.75	4.16	0.22	30.27	133.96	19.42	384.92	1200	6.70
20030730_3	19:21	-10.53	3.92	0.21	30.27	126.34	22.52	526.51	1200	6.32
20030730_4	19:42	-12.31	3.20	0.17	30.35	103.19	25.23	672.62	1200	5.16
20030730_5	20:04	-14.07	2.64	0.14	30.35	85.26	27.78	830.61	1200	4.26
20030730_6	20:26	-15.82	2.39	0.13	30.35	77.20	29.98	985.40	1200	3.86
20030730_7	20:48	-17.49	2.00	0.11	30.35	64.60	31.81	1127.34	1200	3.23
20030730_8	21:09	-19.10	1.79	0.10	30.35	57.84	33.17	1241.40	1200	2.89
20030730_9	21:31	-20.64	1.61	0.09	30.35	51.86	34.15	1329.06	1200	2.59
20030730_10	21:53	-22.09	1.39	0.07	30.35	45.02	34.66	1376.43	1200	2.25
20030730_11	22:15	-23.42	1.18	0.06	30.27	37.87	34.69	1379.03	1200	1.89
20030730_12	22:36	-24.64	1.22	0.06	30.35	39.32	34.27	1339.47	1200	1.97
20030730_13	22:58	-25.73	1.46	0.08	30.35	47.28	33.35	1257.79	1200	2.36
20030730_14	23:20	-26.68	1.94	0.10	30.35	62.72	31.99	1142.25	1200	3.14
20030730_15	23:42	-27.48	2.15	0.11	30.35	69.49	30.21	1002.42	1200	3.47
20030730_16	00:03	-28.12	2.41	0.13	30.35	77.76	28.15	855.74	1200	3.89
20030730_17	00:25	-28.60	2.76	0.15	30.35	89.08	25.66	697.67	1200	4.45
20030730_18	00:47	-28.92	3.16	0.17	30.35	101.90	22.86	543.52	1200	5.09
20030730_19	01:09	-29.07	3.36	0.18	30.35	108.38	19.79	400.31	1200	5.42

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20030802_1	20:14	-15.04	2.98	0.16	29.06	92.18	29.52	951.47	1200	4.61
20030802_2	20:36	-16.70	2.45	0.13	30.30	79.03	31.58	1108.67	1200	3.95
20030802_3	21:08	-19.04	2.28	0.12	30.30	73.64	33.85	1301.87	1200	3.68
20030802_4	21:30	-20.51	2.26	0.12	29.06	69.90	34.87	1395.43	1200	3.49
20030802_5	21:52	-21.94	2.02	0.11	30.30	65.19	35.40	1446.96	1200	3.26
20030802_6	22:15	-23.24	1.57	0.08	30.35	50.75	35.44	1450.58	1200	2.54
20030802_7	22:38	-24.48	1.64	0.09	30.30	52.99	34.94	1402.50	1200	2.65
20030802_8	22:59	-25.50	1.72	0.09	31.00	56.67	34.03	1317.67	1200	2.83
20030802_9	23:21	-26.39	2.30	0.12	30.30	74.22	32.62	1194.79	1200	3.71
20030802_10	00:26	-28.18	3.08	0.16	30.30	99.27	26.16	727.95	1200	4.96
20030802_11	00:48	-28.46	3.36	0.18	29.71	106.11	23.32	567.36	1200	5.31
20030802_12	01:09	-28.59	3.84	0.20	29.06	118.66	20.36	424.97	1200	5.93
20030802_13	01:31	-28.56	4.43	0.24	31.64	149.32	17.03	292.54	1200	7.47

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20030925_1	17:43	-5.68	6.26	0.33	30.35	202.03	22.77	539.02	1200	10.10
20030925_2	18:10	-6.10	5.60	0.30	30.35	180.74	27.87	836.73	1200	9.04
20030925_3	18:31	-6.49	4.49	0.24	30.35	145.05	31.71	1119.37	1200	7.25
20030925_4	18:53	-6.95	3.96	0.21	30.26	127.48	35.59	1465.10	1200	6.37
20030925_5	19:15	-7.46	3.46	0.18	29.99	110.47	39.27	1861.07	1200	5.52
20030925_6	19:37	-8.03	3.13	0.17	30.35	100.94	42.72	2302.71	1200	5.05
20030925_7	20:04	-8.78	2.65	0.14	30.26	85.20	46.51	2889.52	1200	4.26
20030925_8	20:26	-9.45	2.03	0.11	30.26	65.33	49.17	3376.44	1200	3.27
20030925_9	20:48	-10.17	1.84	0.10	30.72	59.99	51.34	3831.32	1200	3.00
20030925_10										
20030925_11	21:40	-11.90	1.49	0.08	30.35	48.04	54.06	4487.86	1200	2.40
20030925_12	22:03	-12.68	1.56	0.08	30.35	50.52	54.02	4478.97	1200	2.53
20030925_13	22:26	-13.48	1.65	0.09	30.09	52.72	53.21	4272.40	1200	2.64
20030925_14	22:47	-14.22	1.50	0.08	31.00	49.37	51.84	3943.69	1200	2.47
20030925_15	23:09	-14.96	1.76	0.09	29.89	55.87	49.81	3505.94	1200	2.79
20030925_16	23:35	-15.82	1.84	0.10	30.35	59.39	46.77	2934.51	1200	2.97
20030925_17	23:58	-16.57	1.87	0.10	31.00	61.61	43.61	2430.43	1200	3.08

20030925_18	00:33	-17.62	1.99	0.11	30.35	64.36	38.13	1730.60	1200	3.22
20030925_19	00:55	-18.22	2.66	0.14	31.00	87.86	34.38	1350.43	1200	4.39
20030925_20	01:16	-18.77	3.24	0.17	30.35	104.59	30.64	1034.85	1200	5.23
20030925_21	01:40	-19.31	3.95	0.21	30.26	127.13	26.20	730.40	1200	6.36
20030925_22	02:01	-19.76	4.86	0.26	30.26	156.44	22.21	511.26	1200	7.82
20030925_23	02:23	-20.14	5.78	0.31	28.41	174.75	17.95	326.43	1200	8.74
20030925_24	02:45	-20.47	6.37	0.34	30.35	205.78	13.63	184.88	1200	10.29

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20030926_1	17:08	-5.20	6.12	0.33	29.06	189.26	16.28	266.38	1200	9.46
20030926_2	17:30	-5.39	5.52	0.29	30.29	177.84	20.58	434.66	1200	8.89
20030926_3	17:51	-5.65	4.28	0.23	31.00	141.09	24.61	637.47	1200	7.05
20030926_4	18:13	-5.97	4.13	0.22	30.35	133.33	28.75	896.80	1200	6.67
20030926_5	18:34	-6.35	3.62	0.19	30.29	116.52	32.58	1191.43	1200	5.83
20030926_6	18:56	-6.79	2.86	0.15	31.00	94.18	36.45	1550.94	1200	4.71
20030926_7	19:22	-7.39	2.69	0.14	29.71	85.10	40.75	2041.64	1200	4.25
20030926_8	19:43	-7.95	2.01	0.11	31.00	66.22	43.97	2483.94	1200	3.31
20030926_9	20:04	-8.54	1.85	0.10	30.35	59.87	46.89	2954.48	1200	2.99
20030926_10	20:27	-9.21	1.63	0.09	30.99	53.68	49.66	3475.86	1200	2.68
20030926_11	20:48	-9.89	1.32	0.07	31.20	43.77	51.73	3920.36	1200	2.19
20030926_12	21:22	-11.01	1.16	0.06	29.71	36.79	53.94	4456.56	1200	1.84
20030926_13	21:45	-11.77	0.95	0.05	30.27	30.54	54.51	4607.63	1200	1.53
20030926_14	22:08	-12.57	1.31	0.07	28.41	39.46	54.29	4549.22	1200	1.97
20030926_15	22:30	-13.36	1.30	0.07	30.29	41.87	53.35	4307.82	1200	2.09
20030926_16	22:52	-14.11	1.60	0.09	25.89	44.07	51.76	3926.73	1200	2.20
20030926_17	23:15	-14.91	1.50	0.08	30.29	48.28	49.48	3438.58	1200	2.41
20030926_18	23:38	-15.67	1.63	0.09	29.71	51.58	46.67	2916.55	1200	2.58
20030926_19	23:59	-16.37	1.76	0.09	30.48	57.20	43.73	2447.74	1200	2.86
20030927_20	00:21	-17.05	1.98	0.11	30.35	64.06	40.33	1988.50	1200	3.20
20030927_21	00:42	-17.69	2.62	0.14	29.91	83.28	36.85	1592.56	1200	4.16
20030927_22	01:04	-18.28	2.91	0.15	30.33	93.88	33.01	1227.64	1200	4.69
20030927_23	01:26	-18.84	3.45	0.18	30.29	111.05	29.01	914.77	1200	5.55
20030927_24	01:47	-19.34	3.95	0.21	30.29	127.24	25.07	663.36	1200	6.36
20030927_25	02:09	-19.78	4.78	0.25	29.06	147.71	20.85	447.01	1200	7.39

20030927_26	02:30	-20.17	6.07	0.32	28.41	183.53	16.76	282.87	1200	9.18
20030927_27	02:52	-20.50	7.22	0.38	29.18	224.25	12.42	152.76	1200	11.21

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20030927_1	17:14	-5.11	7.01	0.37	30.35	226.42	17.77	319.38	1200	11.32
20030927_2	17:35	-5.30	6.46	0.34	30.24	207.86	21.86	494.05	1200	10.39
20030927_3	17:57	-5.55	5.52	0.29	30.24	177.55	26.07	722.51	1200	8.88
20030927_4	18:18	-5.87	4.72	0.25	30.24	151.74	30.00	986.71	1200	7.59
20030927_5	18:40	-6.25	3.97	0.21	30.24	127.85	33.99	1314.35	1200	6.39
20030927_6	19:02	-6.70	3.40	0.18	30.24	109.26	37.81	1695.36	1200	5.46
20030927_7	19:23	-7.19	2.96	0.16	30.56	96.12	41.27	2107.56	1200	4.81
20030927_8	19:45	-7.74	2.22	0.12	30.30	71.53	44.63	2583.84	1200	3.58
20030927_9	20:06	-8.34	2.00	0.11	30.24	64.37	47.53	3067.32	1200	3.22
20030927_10	20:29	-9.01	1.67	0.09	30.00	53.32	50.27	3600.64	1200	2.67
20030927_11	21:05	-10.16	1.21	0.06	30.35	39.11	53.42	4325.52	1200	1.96
20030927_12	21:26	-10.87	0.97	0.05	30.35	31.20	54.49	4602.54	1200	1.56
20030927_13	21:48	-11.60	0.83	0.04	30.61	26.97	54.92	4718.41	1200	1.35
20030927_14	22:09	-12.35	1.04	0.06	30.35	33.54	54.64	4642.98	1200	1.68
20030927_15	22:33	-13.18	1.18	0.06	30.35	38.20	53.53	4352.04	1200	1.91
20030927_16	22:54	-13.94	1.36	0.07	30.24	43.82	51.92	3963.07	1200	2.19
20030927_17	23:16	-14.69	1.53	0.08	30.24	49.33	49.68	3478.23	1200	2.47
20030927_18	23:37	-15.43	1.60	0.08	30.15	51.18	47.09	2989.13	1200	2.56
20030927_19	00:00	-16.17	1.67	0.09	30.66	54.50	43.84	2464.60	1200	2.72
20030928_20	00:22	-16.86	2.11	0.11	29.71	66.69	40.41	1998.58	1200	3.33
20030928_21	00:43	-17.51	2.35	0.13	30.24	75.74	36.91	1598.26	1200	3.79
20030928_22	01:05	-18.13	3.24	0.17	30.51	105.32	33.04	1230.36	1200	5.27
20030928_23	01:26	-18.70	3.63	0.19	30.24	116.94	29.20	928.83	1200	5.85
20030928_24	01:48	-19.22	4.26	0.23	30.24	137.14	25.07	663.24	1200	6.86
20030928_25	02:10	-19.70	5.07	0.27	30.24	163.00	20.84	446.38	1200	8.15
20030928_26	02:31	-20.11	5.55	0.30	30.24	178.56	16.73	282.07	1200	8.93
20030928_27	02:53	-20.46	6.49	0.35	30.35	209.43	12.39	152.03	1200	10.47

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20030928_1	17:30	-5.10	6.95	0.37	30.24	223.52	21.20	462.97	1200	11.18
20030928_2	17:52	-5.31	6.40	0.34	30.24	205.84	25.44	684.74	1200	10.29
20030928_3	18:13	-5.60	5.64	0.30	31.00	186.14	29.40	942.65	1200	9.31
20030928_4	18:35	-5.95	4.99	0.27	31.64	168.03	33.43	1264.14	1200	8.40
20030928_5	18:57	-6.36	4.68	0.25	30.24	150.63	37.30	1640.13	1200	7.53
20030928_6	19:18	-6.84	4.05	0.22	30.24	130.27	40.82	2049.55	1200	6.51
20030928_7	19:40	-7.37	3.14	0.17	29.06	97.15	44.25	2526.60	1200	4.86
20030928_8	20:02	-7.96	2.26	0.12	30.36	72.84	47.37	3040.19	1200	3.64
20030928_9	20:24	-8.59	1.90	0.10	30.36	61.41	50.10	3565.51	1200	3.07
20030928_10	20:47	-9.28	1.61	0.09	30.03	51.36	52.43	4083.47	1200	2.57
20030928_11	21:08	-9.98	1.35	0.07	28.41	40.89	54.01	4476.14	1200	2.04
20030928_12	21:43	-11.15	1.13	0.06	30.65	36.94	55.27	4818.63	1200	1.85
20030928_13	22:05									
20030928_14	22:27									
20030928_15	22:48									
20030928_16	23:09	-14.20	1.48	0.08	30.36	47.95	50.76	3705.12	1200	2.40
20030928_17	23:31	-14.95	1.70	0.09	29.06	52.50	48.16	3182.99	1200	2.62
20030928_18	23:52	-15.68	2.01	0.11	31.06	66.60	45.28	2686.43	1200	3.33
20030929_19	00:14	-16.40	2.34	0.12	29.06	72.35	41.94	2196.09	1200	3.62
20030929_20	00:37	-17.12	2.98	0.16	30.35	96.31	38.16	1733.14	1200	4.82
20030929_21	00:58	-17.77	3.69	0.20	28.79	113.03	34.50	1361.36	1200	5.65
20030929_22	01:20	-18.38	4.14	0.22	30.36	133.62	30.51	1025.30	1200	6.68
20030929_23	01:43	-18.99	4.58	0.24	30.36	147.82	26.21	730.73	1200	7.39
20030929_24	02:05	-19.49	5.01	0.27	29.71	158.38	21.99	500.27	1200	7.92
20030929_25	02:26	-19.94	5.21	0.28	30.36	168.25	17.89	324.11	1200	8.41
20030929_26	02:49	-20.35	5.78	0.31	30.36	186.76	13.35	177.16	1200	9.34

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20031118_1										
20031118_2	21:07	5.47	1.33	0.07	30.24	42.78	70.69	12914.33	1200	2.14
20031118_3	21:28	4.19	1.14	0.06	30.33	36.71	72.12	14400.94	1200	1.84
20031118_4	21:50	2.78	0.79	0.04	30.24	25.41	72.42	14734.91	1200	1.27
20031118_5	22:12	1.26	0.93	0.05	30.24	30.06	71.42	13638.97	1200	1.50
20031118_6	22:33	-0.34	1.13	0.06	30.24	36.42	69.44	11780.42	1200	1.82
20031118_7	22:56	-2.10	1.15	0.06	30.35	37.09	66.42	9564.42	1200	1.85
20031118_8	23:18	-3.90	1.34	0.07	30.24	42.96	62.97	7657.30	1200	2.15
20031118_9	23:39	-5.73	1.52	0.08	30.24	49.05	59.35	6133.09	1200	2.45
20031119_10	00:02	-7.64	2.07	0.11	30.98	68.28	55.14	4780.70	1200	3.41
20031119_11	00:53	-12.09	2.52	0.13	29.71	79.54	45.30	2688.98	1200	3.98

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20031119_1	16:37	8.06	3.11	0.17	30.25	99.98	21.88	495.20	1200	5.00
20031119_2										
20031119_3	17:03	9.03	2.52	0.13	30.42	81.59	27.05	783.42	1200	4.08
20031119_4	17:26	9.66	2.08	0.11	30.31	66.99	31.65	1114.08	1200	3.35
20031119_5	17:47	10.08	1.83	0.10	30.93	60.21	35.85	1490.72	1200	3.01
20031119_6	18:09	10.33	1.48	0.08	30.73	48.33	40.25	1978.12	1200	2.42
20031119_7	18:31	10.40	1.26	0.07	30.35	40.76	44.62	2582.30	1200	2.04
20031119_8	18:53	10.28	0.80	0.04	30.26	25.86	48.94	3332.42	1200	1.29
20031119_9	19:15	9.98	0.75	0.04	31.00	24.72	53.19	4266.62	1200	1.24
20031119_10	19:37	9.50	0.64	0.03	31.00	21.10	57.32	5432.84	1200	1.05
20031119_11	19:58	8.86	0.55	0.03	30.81	18.09	61.08	6812.38	1200	0.90
20031119_12	20:20	8.04	0.45	0.02	31.00	14.89	64.76	8578.47	1200	0.74
20031119_13	20:42	7.04	0.38	0.02	30.35	12.14	68.01	10652.34	1200	0.61
20031119_14	21:03	5.92	0.31	0.02	30.35	10.09	70.50	12731.34	1200	0.50
20031119_15	21:25	4.65	0.27	0.01	30.99	8.75	72.20	14488.97	1200	0.44
20031119_16	21:47	3.25	0.22	0.01	30.25	6.95	72.69	15057.79	1200	0.35
20031119_17	22:13	1.37	0.34	0.02	31.00	11.13	71.58	13811.62	1200	0.56
20031119_18	22:35	-0.27	0.45	0.02	30.35	14.52	69.43	11777.45	1200	0.73
20031119_19	22:57	-2.01	0.56	0.03	29.06	17.45	66.49	9608.02	1200	0.87

20031119_20	23:18	-3.81	0.57	0.03	31.00	18.85	63.17	7755.21	1200	0.94
20031119_21	23:40	-5.66	0.72	0.04	30.25	23.32	59.36	6137.84	1200	1.17
20031120_22	00:02	-7.56	0.86	0.05	31.02	28.31	55.32	4832.15	1200	1.42
20031120_23	00:23	-9.47	0.99	0.05	30.35	32.07	51.33	3828.67	1200	1.60
20031120_24	00:45	-11.38	1.23	0.07	30.09	39.28	47.04	2981.45	1200	1.96
20031120_25	01:07	-13.29	1.42	0.08	31.00	46.68	42.70	2300.18	1200	2.33
20031120_26	01:28	-15.15	1.78	0.09	30.61	58.12	38.51	1773.39	1200	2.91
20031120_27	01:50	-16.97	2.10	0.11	30.22	67.52	34.12	1325.94	1200	3.38

Veri Adı (ATM)	**UT (ss:dd)**	**Hız,V (kms^{-1})**	**A (ADU)**	**A (R/kms^{-1})**	**FWHM (kms^{-1})**	**Alan ($ADUkms^{-1}$)**	**SDA (deg)**	**SDWH (km)**	**Poz (Dak.)**	**Parlaklık (R)**
20031120_1	16:20	7.70	5.54	0.29	30.27	178.38	18.61	351.85	1200	8.92
20031120_2	16:42	8.63	5.03	0.27	29.71	159.08	22.95	548.31	1200	7.95
20031120_3	17:04	9.41	4.62	0.25	29.71	146.13	27.33	801.13	1200	7.31
20031120_4	17:25	10.01	3.73	0.20	31.00	123.07	31.52	1104.02	1200	6.15
20031120_5	17:47	10.44	2.70	0.14	30.27	86.89	35.92	1498.14	1200	4.34
20031120_6	18:08	10.70	2.60	0.14	30.27	83.70	40.12	1962.89	1200	4.19
20031120_7	18:30	10.77	2.53	0.13	29.71	79.89	44.50	2563.89	1200	3.99
20031120_8	18:51	10.66	2.26	0.12	30.73	73.78	48.63	3273.00	1200	3.69
20031120_9	19:13	10.37	2.04	0.11	30.28	65.68	52.90	4194.57	1200	3.28
20031120_10	19:35	9.90	1.91	0.10	30.41	61.67	57.05	5346.88	1200	3.08
20031120_11	19:56	9.25	1.74	0.09	30.42	56.23	60.85	6714.01	1200	2.81
20031120_12	20:18	8.43	1.57	0.08	29.82	49.88	64.57	8474.29	1200	2.49
20031120_13	20:39	7.46	1.28	0.07	30.85	42.18	67.75	10464.34	1200	2.11
20031120_14	21:01	6.33	1.05	0.06	31.13	34.94	70.48	12707.15	1200	1.75
20031120_15	21:23	5.04	0.98	0.05	29.71	31.09	72.30	14603.41	1200	1.55
20031120_16	21:57	2.77	0.77	0.04	30.27	24.78	72.71	15078.65	1200	1.24
20031120_17	22:19	1.18	1.00	0.05	30.27	32.11	71.33	13542.18	1200	1.61
20031120_18	22:40	-0.50	1.19	0.06	30.35	38.50	69.04	11455.31	1200	1.93
20031120_19	23:02	-2.28	1.32	0.07	30.35	42.76	65.94	9267.90	1200	2.14
20031120_20	23:23	-4.11	1.44	0.08	30.27	46.36	62.53	7449.08	1200	2.32
20031120_21	23:45	-5.99	1.68	0.09	30.27	54.20	58.65	5880.79	1200	2.71
20031121_22	00:07	-7.90	2.51	0.13	30.35	81.09	54.56	4621.79	1200	4.05
20031121_23	00:28	-9.84	2.46	0.13	29.76	77.94	50.53	3656.37	1200	3.90
20031121_24	00:50	-11.77	2.27	0.12	30.27	73.09	46.23	2841.94	1200	3.65

20031121_25	01:11	-13.68	2.87	0.15	30.35	92.80	42.07	2214.02	1200	4.64
20031121_26	01:33	-15.56	2.96	0.16	30.27	95.33	37.68	1681.15	1200	4.77
20031121_27	01:55	-17.40	3.41	0.18	29.71	107.90	33.28	1251.57	1200	5.39
20031121_28	02:16	-19.16	2.94	0.16	30.27	94.73	29.09	920.54	1200	4.74

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20040627_1										
20040627_2										
20040627_3	19:00	-1.16	1.50	0.08	24.54	39.04	16.19	263.43	1200	1.95
20040627_4	19:21	-3.58	2.10	0.11	29.71	66.34	18.94	365.24	1200	3.32
20040627_5	19:43	-6.02	1.88	0.10	30.35	60.63	21.57	480.09	1200	3.03
20040627_6	20:04	-8.51	2.26	0.12	30.35	73.13	23.79	592.16	1200	3.66
20040627_7	20:26	-10.95	1.96	0.10	29.71	62.10	25.79	705.59	1200	3.10
20040627_8	20:52	-13.93	2.08	0.11	29.71	65.62	27.68	824.47	1200	3.28
20040627_9	21:14	-16.30	2.07	0.11	29.71	65.47	28.85	903.76	1200	3.27
20040627_10	21:36	-18.54	1.94	0.10	29.77	61.41	29.59	956.75	1200	3.07
20040627_11	21:58	-20.71	1.75	0.09	30.35	56.43	29.89	978.92	1200	2.82
20040627_12	22:19	-22.73	2.28	0.12	30.24	73.32	29.77	969.51	1200	3.67
20040627_13	22:41	-24.61	2.77	0.15	30.24	89.28	29.20	928.47	1200	4.46
20040627_14	23:02	-26.32	1.54	0.08	30.24	49.60	28.25	862.74	1200	2.48
20040627_15	23:23	-27.85	1.69	0.09	30.24	54.30	26.94	776.08	1200	2.72
20040627_16	23:45	-29.22	2.00	0.11	30.24	64.37	25.18	669.45	1200	3.22
20040628_17	00:06	-30.37	2.25	0.12	30.24	72.38	23.16	559.28	1200	3.62
20040628_18	00:28	-31.32	2.72	0.14	30.24	87.39	20.74	442.03	1200	4.37
20040628_19	00:49	-32.07	3.01	0.16	30.24	96.88	18.16	334.27	1200	4.84
20040628_20	01:11	-32.58	3.55	0.19	30.24	114.21	15.20	231.19	1200	5.71
20040628_21	01:33	-32.87	4.43	0.24	30.24	142.70	12.01	142.78	1200	7.13

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20040906_1	17:43	-7.19	3.89	0.21	29.94	123.81	16.97	290.34	1200	6.19
20040906_2	18:06	-7.97	3.78	0.20	30.21	121.37	21.19	462.60	1200	6.07
20040906_3	18:27	-8.75	2.98	0.16	30.24	96.02	24.92	654.76	1200	4.80
20040906_4	18:49	-9.58	2.79	0.15	30.24	89.66	28.66	890.85	1200	4.48
20040906_5	19:10	-10.43	1.95	0.10	30.24	62.64	32.05	1147.13	1200	3.13
20040906_6	19:32	-11.29	1.81	0.10	30.24	58.39	35.37	1443.20	1200	2.92
20040906_7	19:53	-12.16	1.74	0.09	30.24	55.92	38.26	1744.28	1200	2.80
20040906_8	20:15	-13.08	1.65	0.09	30.24	52.99	40.95	2066.00	1200	2.65
20040906_9	20:37	-13.96	1.58	0.08	30.24	50.92	43.23	2375.20	1200	2.55
20040906_10	20:59	-14.86	1.54	0.08	29.71	48.80	45.03	2647.37	1200	2.44
20040906_11	21:20	-15.71	1.44	0.08	30.35	46.41	46.26	2847.67	1200	2.32
20040906_12	21:42	-16.56	1.32	0.07	30.35	42.59	46.98	2971.29	1200	2.13
20040906_13	22:07									
20040906_14	22:28									
20040906_15	22:49	-18.89	1.14	0.06	28.54	34.73	45.43	2710.70	1200	1.74
20040906_16	23:11	-19.53	1.26	0.07	27.77	37.36	43.76	2453.13	1200	1.87
20040906_17	23:48	-20.52	1.49	0.08	30.24	48.09	39.88	1933.52	1200	2.40
20040907_18	00:10									
20040907_19	00:31	-21.40	2.01	0.11	30.04	64.26	34.03	1318.18	1200	3.21
20040907_20	00:52									
20040907_21	01:14									

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20040908_1	17:55	-7.52	3.67	0.20	30.17	117.83	19.82	401.31	1200	5.89
20040908_2	18:21	-8.40	3.99	0.21	30.31	128.63	24.52	631.60	1200	6.43
20040908_3	18:43	-9.16	3.83	0.20	30.31	123.52	28.33	867.01	1200	6.18
20040908_4	19:04	-9.96	3.63	0.19	30.31	117.19	31.79	1124.72	1200	5.86
20040908_5	19:27	-10.82	3.49	0.19	30.31	112.64	35.34	1439.62	1200	5.63
20040908_6	19:48	-11.65	3.41	0.18	30.31	109.90	38.32	1749.69	1200	5.50
20040908_7	20:27	-13.21	3.17	0.17	30.13	101.65	43.00	2340.54	1200	5.08
20040908_8	20:49									
20040908_9	21:33	-15.77	2.16	0.11	28.41	65.33	47.53	3065.01	1200	3.27

20040908_10	21:55	-16.56	1.28	0.07	27.77	37.83	47.88	3128.31	1200	1.89
20040908_11	22:16	-17.32	1.36	0.07	27.12	39.39	47.63	3082.65	1200	1.97
20040908_12	22:40	-18.13	1.49	0.08	29.32	46.49	46.66	2911.62	1200	2.32
20040908_13	23:02	-18.79	1.47	0.08	30.08	47.05	45.17	2665.58	1200	2.35
20040908_14	23:38	-19.80	1.73	0.09	30.35	55.84	41.64	2154.29	1200	2.79
20040908_15	23:59	-20.31	1.90	0.10	29.06	58.69	39.06	1833.84	1200	2.93
20040909_16	00:27	-20.89	2.19	0.12	29.28	68.19	35.13	1418.93	1200	3.41
20040909_17	00:53	-21.34	2.68	0.14	29.51	84.14	31.08	1067.70	1200	4.21
20040909_18	01:17	-21.64	3.38	0.18	30.35	109.15	27.06	783.43	1200	5.46
20040909_19	01:41	-21.84	4.10	0.22	30.31	132.08	22.84	542.11	1200	6.60

Veri Adı (ATM)	**UT (ss:dd)**	**Hız,V (kms^{-1})**	**A (ADU)**	**A (R/kms^{-1})**	**FWHM (kms^{-1})**	**Alan ($ADUkms^{-1}$)**	**SDA (deg)**	**SDWH (km)**	**Poz (Dak.)**	**Parlaklık (R)**
20040909_1	17:28	4.33	3.43	0.18	30.40	110.79	15.08	227.42	1200	5.54
20040909_2	17:54	5.12	3.39	0.18	29.71	107.25	19.96	407.42	1200	5.36
20040909_3	18:16	5.81	3.28	0.17	30.35	105.81	23.96	601.27	1200	5.29
20040909_4	18:38	6.56	2.85	0.15	30.26	91.74	27.81	833.09	1200	4.59
20040909_5	19:00	7.34	2.69	0.14	30.26	86.68	31.49	1101.54	1200	4.33
20040909_6	19:21	8.14	2.24	0.12	30.26	72.13	34.80	1388.80	1200	3.61
20040909_7	19:43	8.97	2.00	0.11	29.71	63.36	38.00	1715.71	1200	3.17
20040909_8	20:05	9.80	1.80	0.10	30.74	58.95	40.88	2057.75	1200	2.95
20040909_9	20:26	10.64	1.58	0.08	30.55	51.36	43.28	2382.20	1200	2.57
20040909_10	20:48	11.50	1.56	0.08	30.17	50.09	45.35	2696.74	1200	2.50
20040909_11	21:16	12.56	1.45	0.08	30.26	46.58	47.23	3014.19	1200	2.33
20040909_12	21:37									
20040909_13	21:59	14.15	1.21	0.06	29.71	38.28	48.25	3200.48	1200	1.91
20040909_14	22:20	14.89	1.23	0.07	30.04	39.47	47.88	3131.66	1200	1.97
20040909_15	22:42	15.61	1.28	0.07	30.35	41.34	46.89	2955.07	1200	2.07
20040909_16	23:03	16.27	1.29	0.07	30.31	41.69	45.41	2707.84	1200	2.08
20040909_17	23:24	16.88	1.10	0.06	30.35	35.67	43.47	2409.88	1200	1.78
20040909_18	23:46	17.46	1.47	0.08	29.71	46.62	40.98	2070.98	1200	2.33
20040910_19	00:08	17.96	1.47	0.08	30.35	47.53	38.12	1728.74	1200	2.38
20040910_20	00:29	18.39	1.84	0.10	30.39	59.47	35.08	1415.48	1200	2.97
20040910_21	00:51	18.76	2.06	0.11	30.26	66.24	31.63	1112.79	1200	3.31
20040910_22	01:12	19.06	2.36	0.13	30.26	76.09	28.13	854.53	1200	3.80

20040910_23	01:33	19.28	3.01	0.16	30.26	96.92	24.47	629.49	1200	4.85
20040910_24	01:55	19.43	3.75	0.20	30.26	120.60	20.49	430.74	1200	6.03
20040910_25	02:16	19.50	4.00	0.21	30.26	128.84	16.58	276.56	1200	6.44
20040910_26	02:38	19.49	4.32	0.23	29.71	136.70	12.38	151.92	1200	6.84

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20040910_1	17:36	4.53	4.69	0.25	30.35	151.54	16.91	288.15	1200	7.58
20040910_2	17:58	5.18	4.53	0.24	30.44	146.61	21.01	454.38	1200	7.33
20040910_3	18:20	5.85	4.05	0.22	30.29	130.68	25.00	659.25	1200	6.53
20040910_4	18:42	6.59	3.63	0.19	30.35	117.11	28.83	902.60	1200	5.86
20040910_5	19:17	7.83	2.97	0.16	30.29	95.89	34.54	1364.44	1200	4.79
20040910_6	19:38	8.63	2.34	0.12	30.35	75.69	37.66	1678.46	1200	3.78
20040910_7	20:00	9.45	2.00	0.11	30.29	64.37	40.63	2025.77	1200	3.22
20040910_8	20:22	10.28	1.46	0.08	30.29	47.01	43.23	2375.48	1200	2.35
20040910_9	21:27	12.75	1.22	0.06	30.29	39.34	48.10	3172.78	1200	1.97
20040910_10	22:56	15.82	1.63	0.09	29.71	51.41	46.30	2853.30	1200	2.57
20040910_11	23:18	16.46	2.18	0.12	30.12	69.72	44.38	2546.24	1200	3.49
20040910_12	23:39	17.05	2.34	0.12	30.45	75.72	42.11	2219.83	1200	3.79
20040911_13	00:01	17.57	2.63	0.14	29.80	83.30	39.34	1868.79	1200	4.17
20040911_14	00:24	18.08	3.09	0.16	29.19	96.04	36.08	1513.42	1200	4.80
20040911_15	00:46	18.48	3.49	0.19	30.22	112.15	32.67	1198.66	1200	5.61
20040911_16	01:08	18.81	3.93	0.21	30.19	126.23	29.03	916.59	1200	6.31
20040911_17	01:29	19.07	5.13	0.27	29.62	161.66	25.39	681.64	1200	8.08
20040911_18	01:51	19.25	5.81	0.31	30.29	187.38	21.42	473.04	1200	9.37

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20041203_1	20:02	-15.54	1.05	0.06	30.27	33.71	62.72	7539.04	1200	1.69
20041203_2	20:24	-14.45	0.99	0.05	30.27	31.85	66.59	9672.63	1200	1.59
20041203_3	20:45	-13.19	0.97	0.05	30.27	31.19	69.93	12207.76	1200	1.56
20041203_4	21:07	-11.76	0.84	0.04	30.27	27.05	72.84	15244.97	1200	1.35
20041203_5	21:28	-10.13	0.74	0.04	30.27	23.71	74.74	17857.34	1200	1.19
20041203_6	21:50	-8.41	0.68	0.04	30.27	21.92	75.42	18957.12	1200	1.10
20041203_7	22:11	-6.56	0.84	0.04	30.27	26.97	74.65	17719.65	1200	1.35

20041203_8	22:33	-4.60	0.98	0.05	30.27	31.45	72.57	14915.41	1200	1.57
20041203_9	22:54	-2.55	1.09	0.06	30.27	35.06	69.73	12030.04	1200	1.75
20041203_10	23:16	-0.34	0.88	0.05	30.44	28.44	66.19	9419.19	1200	1.42
20041203_11	23:37	1.84	1.01	0.05	30.40	32.57	62.48	7424.48	1200	1.63
20041203_12	23:59	4.06	0.93	0.05	30.35	30.08	58.38	5786.58	1200	1.50
20041204_13	00:20	6.29	1.16	0.06	30.27	37.39	54.34	4561.71	1200	1.87
20041204_14	00:42	8.52	1.33	0.07	30.84	43.56	50.02	3548.71	1200	2.18
20041204_15	01:03	10.72	1.72	0.09	29.71	54.41	45.85	2779.23	1200	2.72
20041204_16	01:24	12.88	1.71	0.09	30.27	54.93	41.66	2159.16	1200	2.75

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20041204_1	15:59	-14.22	4.91	0.26	30.24	158.05	15.06	226.76	1200	7.90
20041204_2	16:20	-15.40	3.49	0.19	30.28	112.54	19.11	371.86	1200	5.63
20041204_3	16:41	-16.39	3.37	0.18	29.77	106.81	23.21	561.48	1200	5.34
20041204_4	17:03	-17.20	2.48	0.13	30.43	80.39	27.54	815.35	1200	4.02
20041204_5	17:24	-17.80	2.46	0.13	29.93	78.44	31.72	1119.66	1200	3.92
20041204_6	20:00	-15.95	2.30	0.12	30.34	74.40	62.36	7372.64	1200	3.72
20041204_7	20:22	-14.84	1.53	0.08	30.79	50.09	66.27	9468.90	1200	2.50
20041204_8	20:43	-13.57	1.48	0.08	30.23	47.52	69.67	11978.59	1200	2.38
20041204_9	21:05	-12.10	1.28	0.07	29.71	40.44	72.68	15042.09	1200	2.02
20041204_10	21:28	-10.37	1.19	0.06	29.71	37.69	74.84	18012.09	1200	1.88
20041204_11	21:50	-8.57	1.11	0.06	30.24	35.55	75.55	19183.33	1200	1.78
20041204_12	22:16	-6.27	1.31	0.07	30.35	42.31	74.44	17392.81	1200	2.12
20041204_13	22:38	-4.24	1.87	0.10	29.49	58.72	72.12	14392.06	1200	2.94

Veri Adı (ATM)	UT (ss:dd)	Hız,V (kms^{-1})	A (ADU)	A (R/kms^{-1})	FWHM (kms^{-1})	Alan ($ADUkms^{-1}$)	SDA (deg)	SDWH (km)	Poz (Dak.)	Parlaklık (R)
20041206_1	16:29	-16.58	4.08	0.22	30.14	130.96	20.82	445.80	1200	6.55
20041206_2	16:54	-17.64	2.81	0.15	30.48	91.05	25.73	701.74	1200	4.55
20041206_3	17:16	-18.33	1.89	0.10	30.85	62.05	30.08	992.66	1200	3.10
20041206_4	17:38	-18.81	1.61	0.09	30.46	52.07	34.46	1357.63	1200	2.60
20041206_5	17:59	-19.06	1.55	0.08	30.35	50.14	38.66	1789.92	1200	2.51
20041206_6	18:21	-19.10	1.47	0.08	30.55	47.68	43.06	2351.64	1200	2.38
20041206_7	18:42	-18.92	1.35	0.07	31.00	44.58	47.25	3018.47	1200	2.23

20041206_8	19:03	-18.53	1.24	0.07	30.21	40.01	51.42	3848.65	1200	2.00
20041206_9	19:25									
20041206_10	19:53	-16.82	1.09	0.06	30.76	35.61	61.06	6802.67	1200	1.78
20041206_11	20:15	-15.75	0.97	0.05	30.35	31.46	65.06	8749.33	1200	1.57
20041206_12	20:36	-14.50	0.82	0.04	30.35	26.62	68.62	11116.30	1200	1.33
20041206_13	20:57	-13.08	0.78	0.04	30.24	25.00	71.75	13988.18	1200	1.25
20041206_14	21:19	-11.49	0.71	0.04	30.35	23.07	74.29	17173.79	1200	1.15
20041206_15	21:40									
20041206_16	22:01	-7.89	0.73	0.04	30.35	23.60	75.60	19262.34	1200	1.18
20041206_17	22:23	-5.91	0.96	0.05	30.24	30.79	74.11	16919.29	1200	1.54
20041206_18	22:53	-2.91	1.00	0.05	30.04	31.93	70.35	12584.78	1200	1.60
20041206_19	23:15	-0.70	1.15	0.06	30.56	37.33	66.82	9825.53	1200	1.87
20041206_20	23:36	1.55	1.32	0.07	30.35	42.61	63.11	7726.23	1200	2.13
20041206_21	23:58	3.84	1.32	0.07	30.35	42.76	59.02	6011.20	1200	2.14
20041207_22	00:19	6.13	1.39	0.07	30.85	45.50	54.97	4734.47	1200	2.28
20041207_23	00:40	8.42	1.47	0.08	29.71	46.42	50.85	3724.99	1200	2.32
20041207_24	01:02	10.69	1.43	0.08	30.46	46.48	46.49	2885.56	1200	2.32
20041207_25	01:23	12.92	1.70	0.09	30.84	55.85	42.30	2244.64	1200	2.79
20041207_26	01:45	15.11	2.04	0.11	30.62	66.50	37.90	1704.32	1200	3.32