

H α SPEKTREL ÇİZGİSİNDE GÖZLENEN KROMOSFERİK İNCE YAPILARA AİT FİZİKSEL PARAMETRELER

Asuman GÜLTEKİN, Nuro! AL ERDOĞAN

İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü Fen Fakültesi, 34452, Üniversite/Beyazıt

Özet

Güneş'in kromosfer tabakası 2002 Mayıs döneminde Observatorio del Teide/Tenerife'deki Vakum Kule Güneş Teleskopu (VTT)'nda kurulu olan iki-boyutlu bir spektrometre ile gözlenmiştir. Gözlemler esnasında H α spektrel çizgisi taranarak, her bir tarama noktasında gerek beyaz ışık gerekse dar bant görüntüler elde edilmiştir. Spekl rekonstrüksiyon tekniği ile Arz atmosferinin bozucu etkilerinden arındırılan dar bant verilerine Beckers'in Bulut Modeli uygulanarak H α çizgi profiline merkez bölgesinde gözlenen ve 'fibril' adı verilen jet benzeri koyu ince yapılara ait kaynak fonksiyonu, hız, Doppler genişliği, optik derinlik gibi fiziksel parametreler hesaplanmış ve buradan da ikinci seviyedeki Hidrojen yoğunluğu, elektron yoğunluğu ve sıcaklık gibi büyüklükler bulunmuştur. Bu çalışmada incelenen yapıların özelliklerine dair sonuçlar verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Güneş: kromosfer, ince yapılar- Teknik: spektroskopik

Abstract

In May 2002, the solar chromosphere was observed with a two-dimensional spectrometer which is mounted in the Vacuum Tower Telescope at the Observatorio del Teide/Tenerife. During the observation, we took white-light and narrow-band images. The latter were obtained by scanning through the H α line at neighbouring spectral positions. The

speckle reconstruction technique was applied to the narrow-band images to compensate for the effects of the earth's atmosphere. Using Beckers's cloud model, we calculated some physical parameters like the source function, the line-of-sight velocity, the Doppler width and the optical depth. From these, we estimated the number density of the second level in hydrogen, the electron density and the temperature of jet-like dark thin fine structures called fibrils which are observed in the core of the $H\alpha$ line profile. Here, we will present several results of this study.

Key Words: Sun: chromosphere, fine structures- Techniques: spectroscopic

1. Giriş

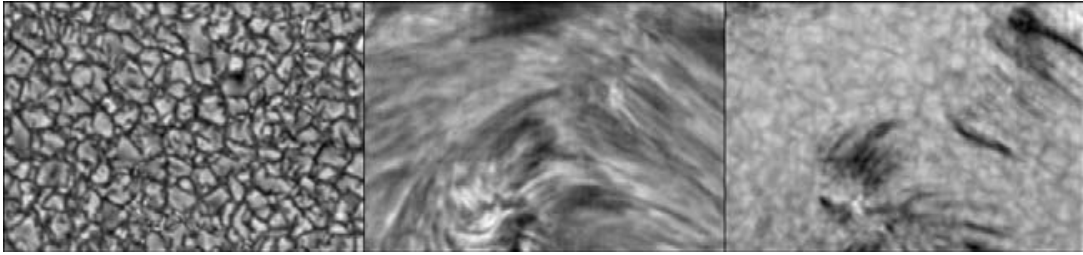
Güneş'in kromosfer tabakası gözlemlerinde jet tipi yapılar görülmektedir. Bunlar Güneş diski kenarında ve Güneş diski üzerinde bulunmalarına göre farklı isimler almaktadır. Bu yapıların doğasının anlaşılması için yüksek uzaysal, spektral ve zamansal çözünürlükte verilere ihtiyaç vardır. Gözlemlerdeki ve görüntü işleme tekniklerindeki gelişmeler, bu ince yapılardan biri olan aktif bölge fibrillerinin de daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (De Pontieu ve diğ., 2007). Bu çalışmada bir Fabry-Perot interferometresi kullanılarak $H\alpha$ 'da yapılan taramalarla elde edilen iki boyutlu görüntüler kullanılmış ve gözlenen fibrillerin fiziksel parametrelerini elde etmek için Beckers (1964) tarafından verilen 'bulut modeli' uygulanmıştır.

Özellikle kromosferik yapıların analizinde yaygın olarak kullanılmış olan Beckers'in bulut modeline göre kromosferde gözlenen yapıların, alttaki tabakalardan tamamen ayrı ve Güneş fotosferinden gelen ışınımı soğuran bulut benzeri yapılar olduğu; kaynak fonksiyonu, radyal hız, Doppler genişlik ve soğurma katsayısının görüş doğrultusu boyunca sabit olduğu kabul edilmektedir.

2. Gözlemler ve Veri İndirgemeleri

Gözlemler 2 Mayıs 2002 tarihinde Kanarya adalarından biri olan Tenerife'de, açıklığı 70 cm olan Vakum Kule Teleskopu'yla yapılmıştır. İncelenen 49 dakikalık zaman serisi 60 adet $H\alpha$ çizgi

taramasından oluşmaktadır. Bir tarama sırasında bir CCD kamera ile $H\alpha$ çizgi profilinde $125 \text{ m}\text{\AA}$ 'luk adımlarla 18 dalgaboyu pozisyonunda 8'er dar-bant görüntüsü kaydedilmiştir. Her bir dar-bant görüntüyle eş zamanlı olarak, yarı şiddetteki tam genişliği 50 \AA ve merkezi dalgaboyu 6563 \AA olan bir girişim filtresi kullanılarak beyaz ışık görüntüsü alınmıştır. Görüntü indirgemelerinde kara akım, düz alan ve görüntü kayması düzeltmele-rinden sonra görüntülere spekl yöntemi (de Boer, 1996; von der Lühe, 1984; Weigelt, 1977; Keller & von der Lühe, 1992) uygulanmıştır. Spekl yönteminin uygulanması sonucunda 60 adet fotosferik beyaz ışık görüntüsünden oluşan bir geniş-bant zaman serisi ile $H\alpha$ çizgi profilinin 18 dalgaboyu konumuna karşılık gelen 18 dar-bant görüntüyü içeren 60 adet taramadan oluşan bir dar-bant zaman serisi oluşturulmuştur. Şekil 1'de zaman serisindeki 7. taramaya ait görüntü işleme teknikleri sonucunda yeniden oluşturulmuş sırasıyla beyaz ışık görüntüsü, $H\alpha$ merkez görüntüsü ve $H\alpha+0.75 \text{ \AA}$ 'daki görüntü verilmiştir.



Şekil 1: (Soldan sağa) Beyaz ışık görüntüsü, $H\alpha$ merkez görüntüsü ve $H\alpha+0.75 \text{ \AA}$ 'daki dar-bant görüntü. Her bir görüntünün boyutu 330×230 piksel², dir.

3. Bulut Modeli ve Sonuçlar

Basit bulut modeline göre kaynak fonksiyonu sabit kabul edildiğinden radyatif transfer denklemi

$$I(\Delta\lambda) = I_0(\Delta\lambda)e^{-\tau(\Delta\lambda)} + S(1 - e^{-\tau(\Delta\lambda)}) \quad (1)$$

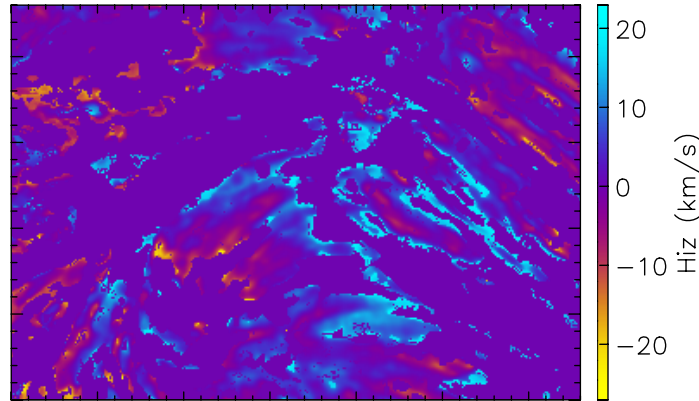
şeklini alır. Buradan kontrast profilini ($C(\Delta\lambda)$) aşağıdaki gibi yazabiliriz;

$$C(\Delta\lambda) = \frac{I(\Delta\lambda) - I_0(\Delta\lambda)}{I_0(\Delta\lambda)} = \left(\frac{S}{I_0(\Delta\lambda)} - 1 \right) (1 - e^{-\tau(\Delta\lambda)}).$$

Dalgaboyuna bağlı optik kalınlık ise

$$\tau(\Delta\lambda) = \tau_0 e^{\left(\frac{\Delta\lambda - \Delta\lambda_I}{\Delta\lambda_D} \right)^2}$$

şeklinde verilmektedir. Burada τ_0 çizgi merkezindeki optik kalınlığı, $\Delta\lambda_D$ Doppler genişlemesini, λ_0 çizgi merkezi dalgaboyunu, c ışık hızını ve v_{LOS} maddenin görüş doğrultusundaki hız bileşeni olmak üzere $\Delta\lambda_I = (\lambda_0 \times v_{LOS})/c$ şeklinde ifade edilen Doppler kaymasını göstermektedir. $I_0(\Delta\lambda)$ için görüntülerde yapıların olmadığı sakin bir bölgenin ortalama şiddeti alınmıştır. Her bir dar-bant taraması için görüş alanındaki her bir piksele ait oluşturulan kontrast profiline lineer olmayan en küçük kareler fiti uygulanarak en iyi uyumu veren S , τ_0 , $\Delta\lambda_D$ ve v_{LOS} parametreleri bulunmuştur. Bu çalışmada fibrillere ait bulunan ortalama bulut parametreleri sırasıyla 0.129, 1.23, 0.4 Å ve 5.23 km/s'dir. Sánchez-Andrade Nuño ve diğ. (2008)'nin fibriller için buldukları parametreler ise 0.154, 1.05, 0.34 Å ve 11.7 km/s şeklindedir.



Şekil 2: Yedinci taramaya ait bulut modeliyle elde edilen hız görüntüsü. Pozitif değerler yukarı yöndeki hareketi, negatif değerler ise aşağı yöndeki hareketi göstermektedir.

Bulut modeliyle belirlenen bu parametrelerden yola çıkarak ikinci seviyedeki hidrojen atomlarının sayı yoğunluğu (N_2), elektron

yoğunluğu (N_e) ve sıcaklık (T) aşağıdaki bağıntılar (Tsiropoula & Schmieder, 1997) yardımıyla hesaplanmıştır;

$$\Delta\lambda_D = \frac{\lambda_0}{c} \sqrt{\xi_t^2 + \frac{2kT}{m}} .$$

$$N_e \approx 3.2 \times 10^8 \sqrt{N_2}$$

$$\tau_0 = 1.38 \times 10^{-8} \frac{N_2 L}{\Delta\lambda_D}$$

L yapıların kalınlığı, ξ_t mikrotürbülans hızı ve m atom kütesidir. τ_0 ve $\Delta\lambda_D$ için ortalama değerlerin kullanılmasıyla, L 'nin 725 km ve mikrotürbülans hızının ise 10 km/s alınması durumunda N_2 , N_e ve T için hesaplanan değerler $5 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$, $7.16 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ve $1.49 \times 10^4 \text{ K}$ 'dir. Mikrotürbülans hızının 5 ve 15 km/s olması durumunda sıcaklık sırasıyla 1.92×10^4 ve $7.26 \times 10^3 \text{ K}$ değerlerini almıştır. Sánchez-Andrade Nuño ve diğ. (2008) çalışmalarında bu büyüklükler için ise sırasıyla $4.5 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$, $6.8 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ve $1.51 \times 10^4 \text{ K}$ değerlerini bulmuşlardır.

Kaynaklar

- De Pontieu, B., Hansteen, V.~H., Rouppe van der Voort, L., van Noort, M., Carlsson, M., (2007), High-Resolution Observations and Modeling of Dynamic Fibrils, *Astrophysical Journal* 655, 624-64
- Beckers, J.M., (1964), PhD Thesis, Utrecht University.
- de Boer, C.R., (1996), Noise Filtering in Solar Speckle Masking Reconstructions, *Astronomy and Astrophysics*, 120, 374-390
- von der Lühe, O., (1984), Estimating Fried's Parameter from a Time Series of an Arbitrary Resolved Object Imaged Through Atmospheric Turbulence, *J. Opt. Soc. Am.*, A1, 510
- Weigelt, G. P., (1977), Modified Astronomical Speckle Interferometry Speckle Masking, *Optics Comm.*, 21, 55
- Keller, C., von der Lühe O., (1992), Solar Speckle Polarimetry, *Astronomy and Astrophysics*, 261, 321- 328
- Tsiropoula, G., Schmieder, B., (1997), Determination of Physical Parameters in Dark Mottles , *Astronomy and Astrophysics*, 324, 1183
- Sánchez-Andrade Nuño, B., Bello González, N., Blanco Rodríguez, J. , Kneer, F., and Puschmann, K. G., (2008), Fast Events and Waves in an Active Region of the Sun Observed in H α with High Spatial Resolution, *Astronomy and Astrophysics*, 486, 577-587