

# Güneş'in Fraunhofer Spektrumundaki 5434.534Å Fel ve 6301.508Å Fel Çizgilerinin Merkez-Kenar Değişimlerinin İncelenmesi

Adnan Ökten<sup>1\*</sup>, Nuro! Al<sup>1</sup>, Asuman Gültekin Annak<sup>1</sup>, Mevlana Başal<sup>1</sup>, Michele Bianda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul

<sup>2</sup>Instituto Ricerche Solari Locarno, Switzerland

## Özet

Devam etmekte olan daha kapsamlı bir çalışmanın ön sunumunun yapıldığı bu çalışmada, nispeten dar bir tabaka olmakla birlikte, çeşitli dinamiklerin etkin olduğu ve bu etkinliklerin yükseklikle çokça değiştiği çalkantılı fotosferde, farklı derinlik aralıklarında meydana gelen Fel'e ait 5434.534 Å ve 6301.508 Å dalgaboylu spektral çizgilerin profillerinin merkez-kenar değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla ihtiyaç duyulan spektroskopik gözlemler İsviçre-Locarno'da bulunan IRSOL Güneş Gözlemevi'nin Gregory Coude teleskobu ile yapılmış ve çalışmada indirgemelere ilişkin bilgiler de verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** stars: chromospheres, Güneş Sistemi Astronomisi

## 1 Giriş

Güneş spektrumu genel olarak disk merkezinden kenarına doğru gidildikçe değişim gösterir. Bu Fraunhofer spektrumu için de böyledir. Söz konusu değişim esasen farklı doğrultularda bakıldığında güneş atmosferinin muhatap olunan tabakalarının farklılaşması (tabaka derinliği, tabaka sayısı, sıcaklık rejimi, yoğunluk rejimi...) ile alakalıdır. Kenara doğru çizgilerin giderek daha az sayıda ve ağırlıklı olarak daha yüksek tabakalardan katkılar taşınmaları, değişen fiziksel şartlara bağlı olarak aynı zamanda bir derece farklı dinamiklere tabi olmaları demektir. Bu durum da değişimde çok önemli bir pay sahibidir. Dolayısıyla spektral çizgilerin merkez-kenar değişimlerinin incelenmesi, onların oluştuğu atmosfer aralıklarının bir takım fiziksel özelliklerini yansıtmaktan başka, maruz kaldıkları dinamiklerin tür ve şiddetlerine dair bilgiler de vermektedir. Bu çalışmada, oluşum derinliklerinde hakim olan dinamiklerin anlaşılabilmesi amacıyla, çizgi profillerine yansımalarından itibaren, belli kriterlerle Güneş'in Fraunhofer spektrumundan seçilen iki "temiz" Fel çizgisinin merkez-kenar değişimleri resmedilmiş ve incelenmiş, ayrıca bu amaçla yapılan gözlem ve indirgemelere yer verilmiştir.

## 2 Gözlem ve İndirgeme

Çalışma konusu merkez-kenar değişimi gözlemleri, bir protokole bağlanmış olan işbirliğimiz çerçevesinde, IRSOL Güneş Gözlemevi'nde (Locarno-İsviçre) bulunan 45 cm açıklığa ve 24 m etkin odak uzaklığına sahip Gregory Coude Teleskobu ile, 11 Temmuz 2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan yüksek ayırmalı ( $R \approx 10^6$ ) spektrumlar bu teleskop sistemiyle uyumlandırılmış olan Czerny-Turner tipi bir spektrografla elde edilmiştir. Spektrograf şebekesinin kırım açısı  $63^\circ$ , oluk sayısı 316 çizgi/mm ve boyutu  $180 \times 360$  mm'dir. Gözlemevi'nin alt yapısına dair daha detaylı bilgiler Kleint ve ark. (2011)'nin çalışmasından alınabilir. Rotasyonel yansımayı

**Çizelge 1.** Bu çalışmada kullanılan çizgilere ait Landé faktörü, eşdeğer genişlik, düşük eksitasyon potansiyeli (Moore ve ark. 1966) ile etkin oluşum yükseklikleri (Löhner-Böttcher 2015).

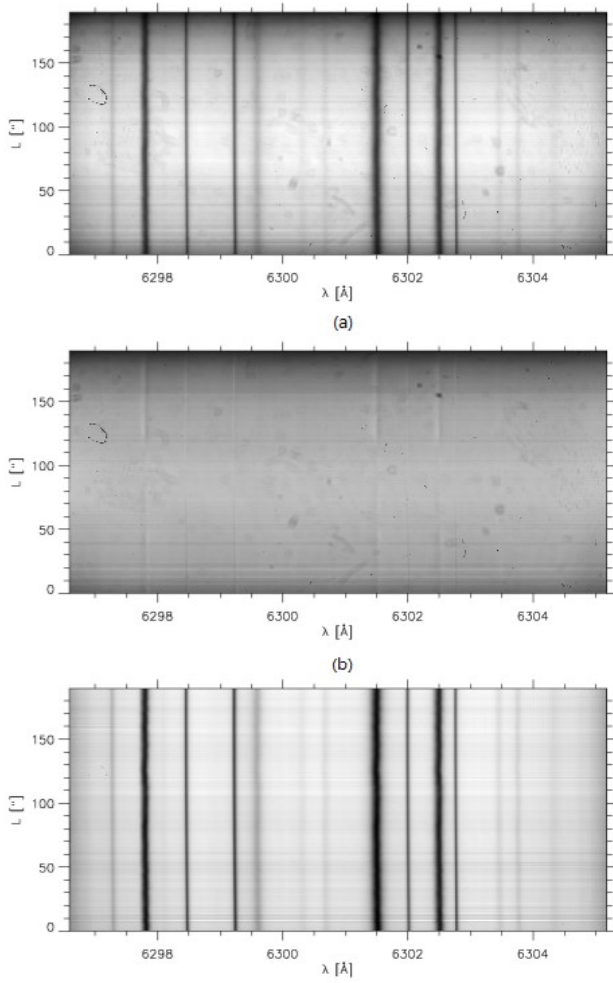
Spektral Çizgi	5434.534 Å Fel	6301.508 Å Fel
Landé faktörü (g)	0	1.67
Etkin oluşum yüksekliği (h)	550 km	300 km
Eşdeğer genişlik (W)	184 mÅ	127 mÅ
Düşük eksitasyon potansiyeli (LEP)	1.01 eV	3.65 eV

bertaraf etmek üzere gözlemler N-S doğrultusunda yapılmış,  $0.6'' \times 190''$  boyutlu bir giriş yarığının diskin kuzey kenarına paralel olarak yerleştirilmesi suretiyle, kenardan merkeze doğru sırasıyla 0.10, 0.15, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95 ve 1.00 olan 13 farklı  $\mu$  değerinde spektrumlar alınmıştır. Bunlar, çalışılan 5434.534Å ve 6301.508Å dalgaboylu Fel çizgileri merkezli yaklaşık 10Å genişliğinde dar spektrum parçalarıdır. Onuncu ve dokuzuncu mertebeleri dikkate alınan bu spektrumlar 0.1 s poz süresi kullanılarak  $1240 \times 560$  piksel boyutlu bir CCD vasıtasıyla kaydedilmişlerdir.

Ayrıca, indirgemelerde kullanılmak üzere, aynı poz süreleriyle her iki çizgi için ayrı ayrı kara akım ve düz alan görüntüleri alınmıştır. Çalışılan Fel çizgilerinin dalgaboylarına göre tanımlayıcı bazı özelliklerinin (g, h, W, LEP) verildiği Çizelge 1'de görüleceği gibi, fotosferik derinlik itibarıyla kuşatıcı bir atmosferik temsil sağlayabilmek için, çizgi seçiminde belirli parametrelerin farklılığı özellikle gözetilmiştir.

Şekil 1 ile sıralı olarak verildiği üzere, IDL'de hazırlanan programlar yardımıyla önce her bir ham spektruma kara akım düzeltmesi uygulanmış (a), sonra bunlar işlenerek Güneş'e ait verilerden arındırılmak suretiyle düz alan görüntüleri elde edilmiş (b), nihayet kara akım düzeltmesi yapılan spektrumların düz alan görüntülerine bölünmesiyle indirgenmiş spektrumlara ulaşılmıştır (c). Öte yandan,  $120''$  lik uzaysal uzanım (L) üzerinden hesaplanan ortalama şiddet profili ile aynı spektral bölgenin FTS Atlası'ndan (Kurucz ve ark. 1984) seçilen şiddet profili

\* aokten@istanbul.edu.tr



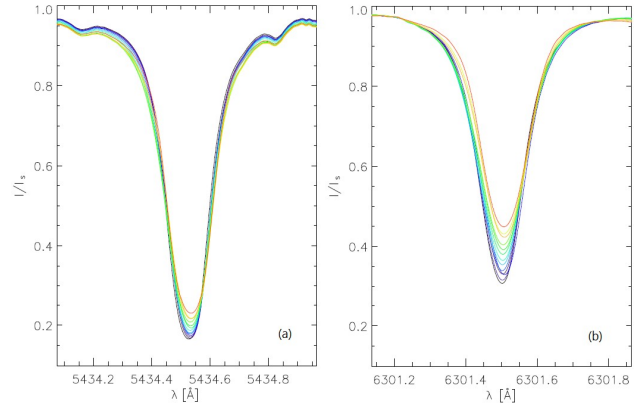
**Şekil 1.** 6301.508Å FeI spektral bölgesinin  $\mu = 1.0$ 'da alınan ham spektrumu (a), Güneş'e ait bilgilerin üzerinden arındırılmış olduğu düz alan görüntüsü (b) ve kara akım düzeltmesi yapılan spektrumun işlenmiş düz alan görüntüsüne bölünmesiyle elde edilen spektrumun görüntüsü (c).

çakıştırılarak, gözlenen spektrumun başlangıç dalga boyu ve lineer dispersiyonu ( $7 \text{ mÅ/piksel}$ ) belirlenmiştir. Apsis ekseninin piksel ölçeğinden dalga boyu ölçeğine dönüştürülmesi bu bilgiler sayesinde mümkün olmuştur.

Son olarak seçilen çizgi bölgelerine ait süreklilikler FTS Atlası'na göre düzeltilmiş ve bölgesel sürekliliğin en yüksek şiddet değeri dikkate alınarak çizgi şiddet verileri buna göre normalize edilmiştir. Yukarıda anlatıldığı gibi elde edilen nihai çizgi profilleri dalga boyu sırasıyla Şekil 2 a ve b'de verilmektedir. Merkez-kenar değişimi farklı pozisyonlar için atanan farklı renklerle temsil edilmiştir.

### 3 Sonuç

Şekil 2'de görüldüğü ve beklendiği gibi, disk merkezinden kenara doğru gidildikçe çizgi profillerinin derinlikleri azalmakta, bir başka deyişle absorpsiyon şiddetleri düşmektedir. Bundan başka, profil biçimlerinde de kayda değer değişimler gözlenmektedir. Profillerin kısa ve uzun dalga boyu tarafları için asimetrik karakterli olan bu değişimlerin detaylı hesabı ve yorumu halen devam etmekte olan ayrı bir çalışmanın konusudur. Bu ves-



**Şekil 2.** Disk merkezinden kenarına doğru dıştan içe sıralı siyah, mavi, turkuaz, yeşil, sarı ve kırmızı ton gruplarıyla gösterildiği üzere, 5434.534 Å (a) ve 6301.508 Å (b) FeI çizgi profillerinin merkez-kenar değişimleri.

ileyle gözlem ve indirgeme ağırlıklı kısmını verdiğimiz detaylı çalışmanın bundan sonraki aşamalarında;

- Merkezi dalga boyu ölçümlerinden itibaren; çizgi kaymaları, bunlara tekabül eden hızlar ve bunların merkez kenar değişimlerine,
- Eşdeğer genişlik ölçümlerinden itibaren; çizgi profil şiddetleri ve bunların merkez kenar değişimlerine,
- Biçimsel profil ölçümlerinden itibaren; asimetri profillerin boyunca gidişatları, toplam profil asimetrisi ve bunların merkez kenar değişimlerine,
- FWHM değerleri, farklı profil derinliğindeki genişlikler ve bunların merkez kenar değişimlerine,

ilişkin sonuçlara ulaşılması ve bunların yorumlanması hedeflenmektedir.

### Kaynaklar

- Kleint, L., Feller, A., Gisler, D.: Imaging spectropolarimetry with two LiNbO<sub>3</sub> Fabry Perot interferometers and a spectrograph. *Astronomy and Astrophysics* **529** (2011) A78
- Kurucz, R. L., Furenlid, I., Brault, J., Testerman, L.: Solar flux atlas from 296 to 1300 nm. National Solar Observatory Atlas (1984)
- Löhner-Böttcher, J.: Ph.D. Thesis, Uni. Freiburg, Germany (2015)
- Moore, C.E., Minnaert, M.G.J., Houtgast, J.: The Solar Spectrum from 2935 Å to 8770 Å. Second Revision of Rowlands Preliminary Tables, NBS Monograph 61 (1966)

### Erişim:

013-1450: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)