

# 1999 Tam Güneş Tutulması Yeşil Işık Koronası

M. Türker Özkan

İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi  
ve  
İ.Ü. Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

## ÖZET

11 Ağustos 1999 tam güneş tutulması sırasında Turhal da gerçekleştirilen beyaz ışık korona gözlemlerinin yanı sıra, koronanın 5303 Å yeşil çizgisinde polarizasyon gözlemleri de yapılmıştır. Gözlemlerde bir interferans filtre ile beraber aralarında 60 derece fark bulunan bir polaroid filtre kullanılarak üç farklı pozisyonda Güneş koronasının fotoğrafları alınmıştır. Bu çalışma çerçevesinde, elde edilen tüm filmler bir görüntü işleme metodu ile analiz edilmekte, ortaya çıkan sonuçlar tartışılmakta ve beyaz ışık polarizasyon ölçümleri ile bir karşılaştırılması yapılmaktadır.

## 1. GİRİŞ

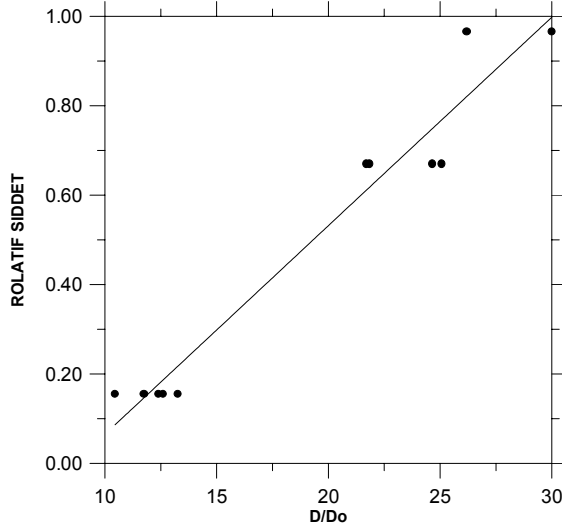
Korona sıcak ve çok seyrek bir plazmadır. Koronal huzmeler 5-10 güneş yarıçapına kadar uzanır. Parlaklığı, görünen güneş diskinin parlaklığı ile mukayese edildiğinde çok zayıftır. Bundan dolayı da normal koşullar altında arzdan gözlem yapıldığında görülemez. Koronanın ışığı fotosferden yaklaşık bir milyon kez daha zayıftır. Ancak tam tutulmalar sırasında ayın fotosferi örtmesinden dolayı görülebilir. Tam güneş tutulmaları güneş atmosferinin farklı bölgelerinin gözlenmesi olanağını sağlar. Böylece gerek beyaz ışık gerekse diğer salma çizgilerinin polarizasyon gözlemlerinden koronanın manyetik alanını da içeren fiziksel koşullar hakkında bilgi çıkarılabilir. Bu amaçla Turhal da gerçekleştirilen 11 Ağustos 1999 tam güneş tutulması gözlemlerinde beyaz ışık ve yeşil ışık polarizasyon gözlemleri tarafımızdan gerçekleştirilmiştir. Bunlardan beyaz ışık polarizasyon gözlem sonuçları daha önce verilmişti ( Özkan ve ark., 2001).

Fe XIV 5303 Å salma çizgisi korona tayfının görünür bölgesindeki en kuvvetli yasak çizgidir ve yaklaşık 2 MK sıcaklığına kadar korona tabakaları hakkında bilgi sağlar (Altrock,1993). Bu çizgi ile beraber Fe X 6374 Å kırmızı çizgisi koronal yoğunluğu ve sıcaklığını tahmin edebilmek için kullanılırlar (Guhathakurta ve ark., 1992). Bu çizgilerde bir çok gözlemci polarimetrik gözlemler yaptılar (Rusin ve Rybansky, 1999, ve içindeki kaynaklar). Ancak bu çalışmalar özellikle polarizasyon konusunda birbirleriyle çelişen sonuçlar verdi. Bu konuda yapılan en yeni bir çalışmada (Badalyan ve Sykora, 1997, Badalyan ve ark., 1999) 11 Temmuz 1991 tutulmasında yeşil ışık polarizasyon dereceleri ile korona ışık şiddetinin ters orantılı olduğu sonucu çıkarılmıştır.

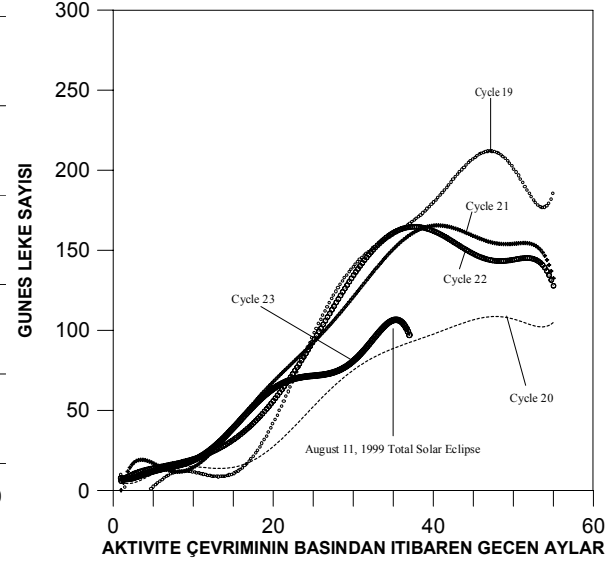
Bu çalışmada 11 Ağustos 1999 tam güneş tutulmasında gerçekleştirilen Fe XIV yeşil çizgisi polarizasyon sonuçlarının bazıları verilmektedir.

## 2. GÖZLEMLER

11 Ağustos 1999 tarihindeki tam güneş tutulması sırasında TUG 'dan geçici temin edilen 2000 mm odak uzunluğunda ve 203 mm ayna çaplı Celestron 8 (C8) teleskopu ile koronanın 5303 Å (FE XIV) yeşil ışık gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu gözlemler için teleskopun arkasına Canon EOS 500-N modeli fotoğraf makinesi bağlanmıştır. Fotoğraf makinesinin önüne bir polaroid filtre ve passbandı 5 Å olan 5303 Å koronal yeşil çizgi interferans filtresi yerleştirilmiştir. Fotoğraf makinesi polaroid filtresi ile birlikte 0, 60 , 120 derece açıyla dönebilecek şekilde teleskopa monte edilmiştir. Tutulma 11:28:29 (UT) de başlamış ve 2 dakika 15 saniye sürmüştür. Bu süre boyunca 15 saniye poz müddeti verilerek toplam 8 film çekilmiştir. Bunlardan ilk üçü doğu kenarına, sonraki üçlü batı kenarına ve son iki poz da tüm diski içermektedir. Bu şekilde çekim yapılmasının nedeni, güneş koronasının 35 mm lik filmlerin üzerine yeterince görüntü vermemesidir. Son iki poz iyi çıkmadığından değerlendirmelerde kullanılmamıştır. Tutulma filmlerinin kalibrasyonlarını yapabilmek için tutulmadan önce ve tutulmadan sonra teleskopun önüne çapı 0.739 ( $\pm 0.022$ ) mm olan bir diyafram konarak çeşitli kombinasyonda nötral filtreler kullanılarak 15 saniye poz süresi ile toplam 27 kalibrasyon çekimi yapılmıştır. Ancak bunlardan uygun olan 11 tanesi kullanılmıştır.



Şekil 1. Normalize edilmiş yoğunluk değerlerine karşılık gelen rölatif şiddet değerleri.



Şekil 2. Son 5 güneş aktivite çevrimi ve 11 Ağustos 1999 tutulmasının 23. çevrimdeki konumu

### 3. GÖZLEMLERİN İNDİRGENMESİ

Gözlem sırasında çekilen filmler Bölümümüz film laboratuvarında banyo edilmiştir. Elde edilen tüm görüntüler Bölümümüzde bulunan Microtek Artix Scan 4000t Film Scanner ile 16 bit dinamik range ile taranmış olup reslosyonu 1000 dpi (25.4 mikron/piksel) dir. Dijitize edilmiş her bir filmin formatı 1100x900 pikselden oluşmaktadır. Bir piksel 2.60" ne karşılık gelmektedir. Tutulma sırasında çekilen filmlerin emisyonunun karakteristik eğrisi kalibrasyon filmleriyle yapılmıştır. Böylece bu filmlerden ölçülen yoğunluk değerlerine karşılık gelen rölatif şiddet değerleri hesaplanmıştır. Şekil 1 de, normalize edilmiş yoğunluk değerlerine karşılık gelen rölatif şiddet değerlerinin grafiği çizilmiştir ve bu noktalardan lineer bir fit geçirilmiştir. Bu fit denklemini kullanılarak tutulma filmlerinin yoğunluklarından rölatif şiddet değerlerine geçilmiştir.

Güneş diskinin doğu ve batı taraflarındaki koronanın 0,60 ve 120 derecelere karşılık gelen 3 film çekildiğinden bunların üst üste çakıştırılması gerekmektedir. Bunu yapabilmek için IDL de yazılan programları kullanarak her iki taraftaki filmleri uygun bir formatta keserek aynı bir merkezde çakışabilecek şekilde merkezin koordinatları ve yarıçap bulunmuştur.

Bir sonraki adım, her iki yöndeki koronaya karşılık gelen toplam parlaklık ve polarizasyonun bulunmasıdır. Bu büyüklüklerin hesabında Newkirk ve ark.(1970) 'in verdiği Stokes parametrelerinden itibaren bulunmaktadır. Söz konusu parametreler aşağıdaki gibi veriliyor.

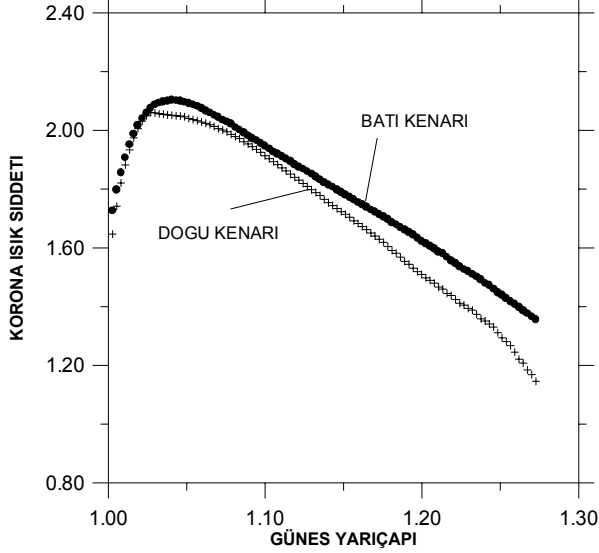
$$I = \frac{2}{3}(B_1 + B_2 + B_3), \quad Q = \frac{2}{3}(2B_1 - B_2 - B_3), \quad U = \frac{2}{3}\sqrt{3}(B_3 - B_2), \quad V = 0$$

$$l = I, \quad p = \sqrt{Q^2 + U^2}, \quad \phi = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{U}{Q}\right)$$

Bağıntılarda geçen  $B_1$ ,  $B_2$ , ve  $B_3$   $P=0$ ,  $P=60$  ve  $P=120$  derece polarizasyon açısına karşılık gelen korona parlaklıklarıdır.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Koronada doğrudan manyetik alan ölçümü, hem gözlem yapılan çizgilerinin büyük genişliği, hem de alanın zayıf olması nedeniyle mümkün değildir (Rusin ve Rybansky, 1999). Ancak koronal çizgilerin polarizasyon oranı ile ilişkisi üzerine kuramsal çalışmalarda yapılan tartışmalar

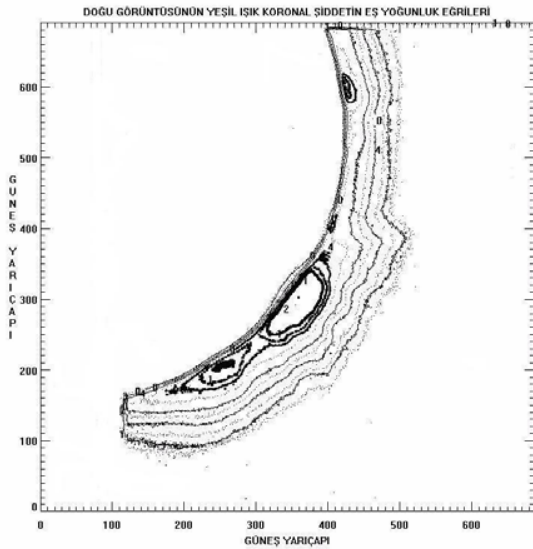


Şekil 3. Doğu ve Batı korona ışık şiddetlerinin karşılaştırılması.

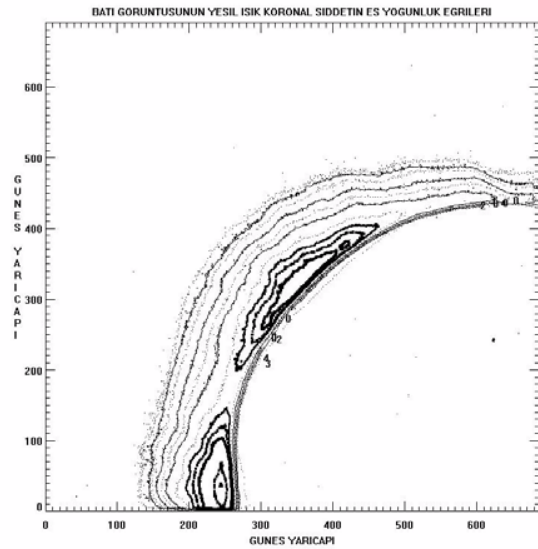
göstermektedir ki, ışının stokes parametrelerinin ölçümü manyetik alan yönünü verebilir (Picat ve ark., 1979, ve oradaki kaynaklar). Özellikle bu görüş doğrultusunda üzerinde tek bir yapı söz konusu olduğunda nispeten kolay olurken, birçok yapı olursa çok daha zor olur. Bu nedenle şimdiye kadar yapılan bu tür gözlemlerin sonuçlarının birbirleriyle tam olarak uymadıkları görülmektedir. Bütün zorluklara rağmen, koronal çizgilerle çalışmak bize iç koronanın fiziksel koşulları hakkında bir çok bilgiye ulaşmamızı sağlar.

Bu çalışmada 1999 tam güneş tutulması sırasında bu koronal çizgilerden biri olan 5303 Å koronal salma çizgisinde yapılan gözlem sonuçlarının bazılarını diğer çalışmalarla karşılaştırmalı olarak vermekteyiz. Bu tutulma 23. güneş çevriminin maksimumuna yakın bir yerde olmuştur (Şekil 1). Daha önceki tutulmalardan bilindiği üzere koronanın şekli çevrimin maksimumunda veya yakın yerlerde olması durumunda korona

maksimum yani küresel şekildedir ki 11 Ağustos 1999 koronası da yaklaşık küreseldir (Özkan ve ark., 2001). Doğu ve batı koronanın yeşil ışıkta parlaklığına bakıldığında (Şekil 3) diskin kenarından uzaklaştıkça ışık şiddetinin azaldığı ancak batı koronanın doğu koronaya göre daha parlak olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Şekil 4 ve Şekil 5 den açık biçimde görüldüğü üzere batı koronada daha büyük parlak yapıların olmasıdır.



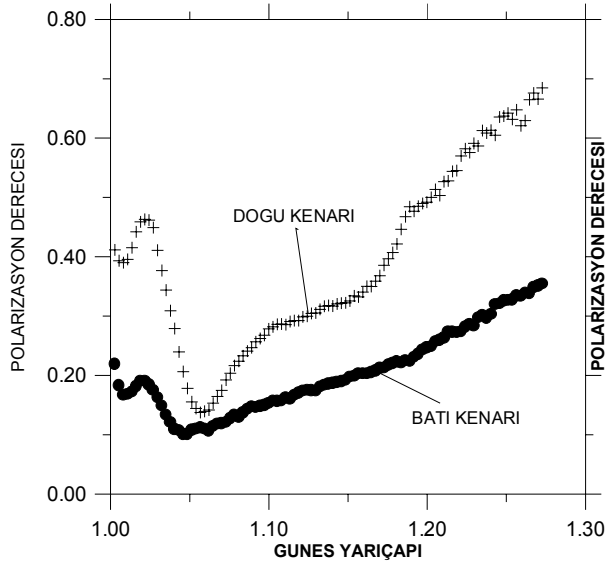
Şekil 4. Doğu koronanın yeşil ışık şiddetinin eş yoğunluk eğrileri



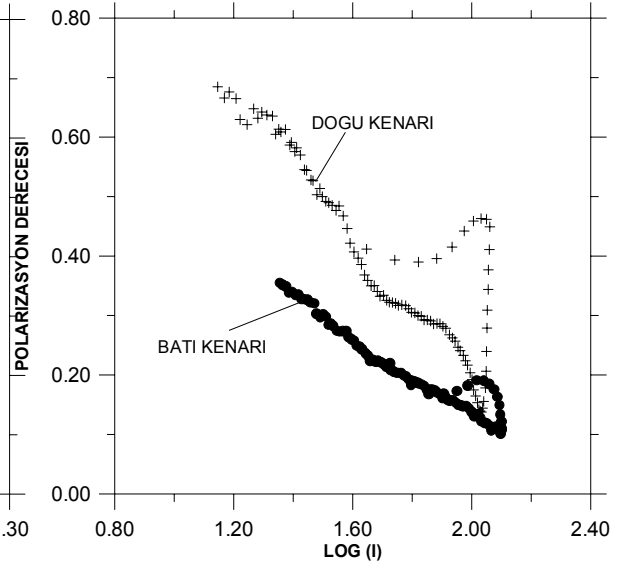
Şekil 5. Batı koronanın yeşil ışık şiddetinin eş yoğunluk eğrileri

Diğer yandan doğu ve batı koronal yeşil ışık polarizasyon derecelerinin disk kenarından itibaren uzaklıkla değişimi Şekil 6 da verilmektedir. Aynı büyüklüğün doğu ve batı koronalardaki dağılımı eş yoğunluk haritaları olarak Şekil 8 ve Şekil 9 da verilmiştir. Gözlemler göstermiştir ki, hem

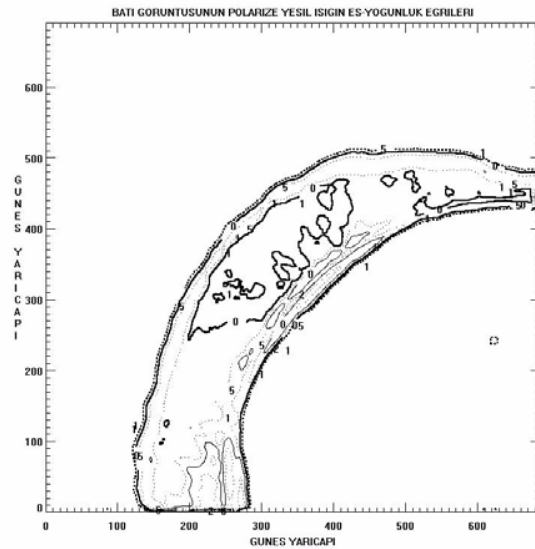
doğu hem de batı koronanın polarizasyonu diskten uzaklaştıkça artmaktadır. Polarizasyon dereceleri kuramsal hesaplamaların verdiği maksimum % 42.9 değerle (Rusin ve Rybansky, 1999) uyumlu olurken, Picat ve ark.(1979) ve Badalyan ve Sykora (1997) nın çalışmalarındaki gözlemsel sonuçlarla da örtüşmektedir. Yine Şekil 6 dan doğu koronada polarizasyon değerlerinin batı koronaya göre daha büyük olduğu görülmektedir. Aynı durum 11 Temmuz 1991 tutulmasında da vardır (Badalyan ve ark., 1999). Halbuki ışık şiddetleri açısından ters bir durum çıkmıştı ( Bak. Şekil 3). Bu ters orantıyı Şekil 7 de daha açık biçimde görme olanağı vardır. Yani gerek doğu gerekse batı koronadaki polarizasyonun ışık şiddetine göre ters bir dağılımı söz konusudur. Bu ters orantı ilk kez Badalyan ve Sykora (1997) tarafından ortaya konmuştur. 1991 tutulmasında ortaya çıkan polarizasyon büyüdükçe ışık şiddetinin azalması ilişkisi 1999 tutulmasında da tarafımızdan ortaya çıkarılmıştır. Söz konusu ilişki genelde ortaya konmasına rağmen, daha ayrıntılı olarak hem uzaklığa bağlı olarak hem de koronal yapılar çerçevesinde araştırılması diğer bazı özelliklerin ortaya çıkması sağlanabilir. Bundan sonraki amaç beyaz ışık gözlemlerini de alarak bu çalışmayı yapmaktır.



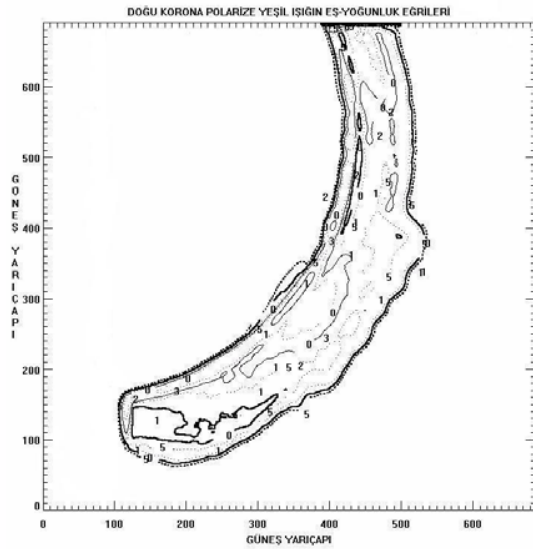
Şekil 6. Doğü ve batı koronadaki polarizasyon derecelerinin radyal uzaklıkla değişimi



Şekil 7. Polarizasyon derecesinin koronal yeşil ışık şiddeti ile değişimi.



Şekil 8. Batı koronanın polarize olmuş yeşil ışığın eş yoğunluk haritası



Şekil 9. Doğü koronanın polarize olmuş yeşil ışığın eş yoğunluk haritası

## KAYNAKLAR

- Newkirk, JR. G., Dupree, R., ve Schmahl, E. J. :1970, Solar Phys. 15, 15.  
Picat, J. P., Felenbok, P. ve Fort, B. : 1979, Astron. Astrophys. 75, 176.  
Altrock, R.C.: 1987, Solar and Stellar Coronal Structure and Dynamics, Proceedings of Ninth Sacramento Peak Summer Symposium, Sunspot, NM, p. 414.  
Guhathakurta, M., Rottman, G. J., Fisher, R. R., Orral, F. Q., ve Altrock, R. C. : 1992, Astrophys. J., 388, 633.  
Badalyan, O. G., ve Sykora, J. : 1997, Astron. Astrophys., 319, 664.  
Badalyan, O. G., Livshits, M. A., ve Sykora, J. : 1999, Astron. Astrophys., 349, 295.  
Rusin, V ve Rybansky, M.: 1999, Proceedings of the 1999 Solar Eclipse Workshop, Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso, Eds. P. Kotrc, E. Markova, V. Rusin, Volume XXVIII, Number 3, p. 187.  
Özkan, M. T., Ökten, A., Ak, T., Özişik, T., Kulijanishvili, V., Al, N. : 2001, XII. Ulusal Astronomi Toplantısı, E.Ü.F.F., Eylül 2000, Sayfa 367-374.

## Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Proje No: UP-16/160399, Ö-1130/19112001 ve UP-15/160399.