

29 MART 2006 TAM GÜNEŞ TUTULMASINDA BEYAZ IŞIK KORONASININ YAPISI VE BASIKLIĞI

Z.Funda BOSTANCI¹, M.Türker ÖZKAN¹, Nuro! AL ERDOĞAN¹,
Nilda OKLAY¹, Asuman GÜLTEKİN¹, Adnan ÖKTEN¹, Mevlana BAŞAL¹,
Mehmet KARA¹

Özet

Bu çalışmada, Ilıca da (Antalya-Manavgat) gerçekleştirilen 29 Mart 2006 tam güneş tutulması sırasında yapılan fotografik tutulma gözlemleri kullanılarak güneş koronasının beyaz ışık yapısı ortaya koyulmakta ve basıklık ölçümleri sunulmaktadır. Bu tutulmanın koronal yapı itibarıyla 23. güneş çevriminin minimumu ile genel bir uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Güneş uzaklığının bir fonksiyonu olarak Ludendorff basıklık parametreleri hesaplanmış ve 1.1 ile 1.83 güneş yarıçapı aralığında elde edilen sonuçların daha önce yapılan çalışmalar [3], [6] ve [7] ile tatminkar bir uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Güneş tutulması , korona , koronal yapılar, basıklık.

Abstract

In this work, the preliminary results of the white light structure of solar corona and flattening measurements are investigated using photographic eclipse observations performed during total solar eclipse of March 29, 2006 carried out in Ilıca near Antalya, Manavgat. This eclipse practically coincided with the minimum of solar cycle 23. Ludendorff flattening parameters are computed as a function of the solar distance. The results obtained within the range of 1.1 to 1.83 solar radii seem to be in satisfactory agreement with previous works [3], [6] and [7].

Key words: Solar eclipse, corona, coronal structures, flattening.

1. Giriş

Bir önceki tam güneş tutulmasından 7 yıl sonra yine Ülke'mizden 29 Mart 2006 tam güneş tutulmasını gözlemek bizler için büyük bir fırsat olmuştur. Öncekinin tersine olarak bu defa 11 yıllık güneş etkinlik çevriminin minimum evresinde meydana gelen bu doğa olayı, tutulma koridoru içerisinde hava koşullarının daha uygun olması beklenen Antalya'nın Manavgat ilçesi Ilıca beldesinde gözlenmiştir.

Bilindiği gibi tam güneş tutulmaları güneş koronasının ayrıntılı incelenebilmesi için iyi bir fırsattır. Atmosferin etkisi ortadan kaldırılarak uzaydan gözlem yapma imkanı olmakla beraber, Arz tabanlı korona gözlemleri önemini korumaktadır. Zira, yapılarından dolayı, uzay tabanlı koronograflarla diske 1.3 güneş yarıçapından daha yakın iç koronal tabakaların

¹ İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, Üniversite, İstanbul,
Tel:0212-440 00 00, fax 0212 440 03 70, bostanci@istanbul.edu.tr, ozkant@istanbul.edu.tr, al@istanbul.edu.tr,
nildaoklay@gmail.com, fezadan@hotmail.com, aokten@istanbul.edu.tr, mbasal@istanbul.edu.tr,
mkarameh@yahoo.com

gözlenmesi mümkün değildir. Arz tabanlı tutulma gözlemleri ise, daha iç tabakaların gözlemini mümkün kılmaktan başka, daha büyük odak uzaklıklı aletlerle daha yüksek ayırma güçlü gözlemler yapma imkanı da sağlarlar. Büyük boyutlu cam plaklar veya filmler kullanılmak suretiyle 3-5 güneş yarıçapına kadar olan koronal bölgeler gözlenebilir. Gerekliğinde radyal filtreler kullanarak bu çapı daha da uzatmak mümkündür.

Plazma halindeki çok sıcak ve seyrek gazdan oluşan bu tabaka, iç ve dış korona olmak üzere kabaca iki kısımda incelenir. Konumuz olan iç korona, kendi ışınımı da olmakla beraber, daha ziyade fotosferik ışığın koronal elektronlar tarafından saçılmasıyla görünür hale gelir. Parlaklığı güneş diskinin parlaklığı ile mukayese edildiğinde çok zayıftır. Fotosferinkinden yaklaşık bir milyon kez daha zayıf olan ışığı, normal şartlar altında Arz'dan gözlem yapıldığında fark edilemez. Ancak tam tutulmalar sırasında Ay'ın fotosferi örtmesi sayesinde görülebilir.

29 Mart 2006 tam güneş tutulması, aynı zamanda içinde bulunduğumuz yüzyılın Ülke'mizden gözlenebilen ilk tam tutulmasıdır. Ülke'mizden gözlenebilecek bir sonraki benzer tutulmanın 2060 yılında gerçekleşecek olması, bu tutulmayı bizim için daha da önemli kılmıştır. Dolayısıyla, mümkün olduğunca farklı deneyler yapılarak, çok uzun bir süre tekrarlanmayacak olan bu fırsattan azami derecede yararlanılmaya çalışılmıştır.

Bunlardan biri olan çalışmamızda, güneş koronasının genel yapısı, koronal yapıların şekli ve dağılımı ile koronanın basıklığı incelenmekte ve benzer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmaktadır.

2. Gözlemler ve İndirgemeler

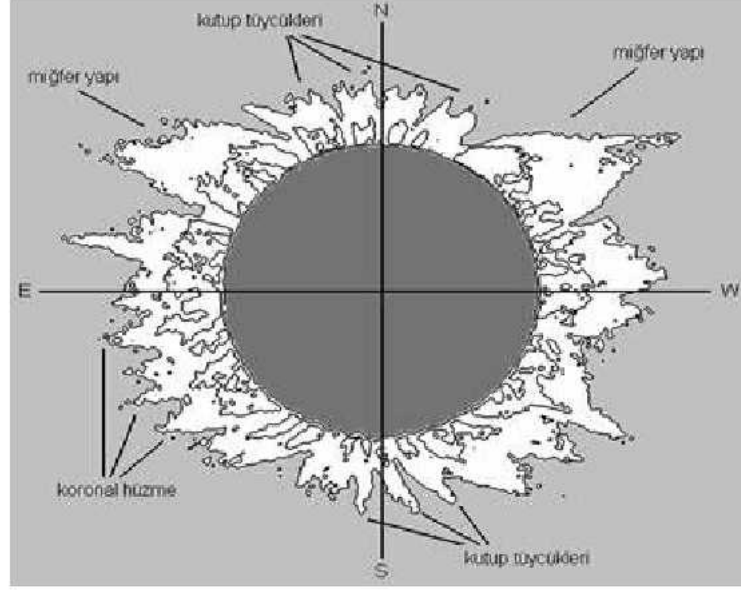
Gözlemler açıklığı 100mm ve odak uzunluğu 1000mm olan bir mercekli teleskop ve buna bağlı Canon EOS 500-N modeli bir fotoğraf makinesi kullanılarak yapılmış, tam tutulma boyunca 35 x 24 mm boyutlu Kodak Tmax 100 pro S/B filmler üzerine farklı poz sürelerinde toplam 53 koronal beyaz ışık görüntüsü alınmıştır. Çekilen filmlerin banyosu Bölüm'ümüz film laboratuvarında yapılmış, elde edilen negatifler Microtek Artix Scan 4000t model 35mm negatif film tarayıcı ile 16 bit gri tonlama ve 2000 dpi ayırma ile taratılarak sayısallaştırılmıştır. Elde edilen sayısal görüntüler 2414x1707 piksel formatındadır. Ancak farklı pozlarda çekilen filmlerden kompozit görüntülerin oluşturulduğu sonraki aşamalarda dış koronal bölgelerin çalışılabilmesi için görüntü boyutları 434x378 piksel'e indirgenmiş, bu sayede disk kenarından $1.83R_{\text{güneş}}$ yarıçapı mesafeye kadar çalışabilme imkanı elde edilmiştir. Yazılan programlar aracılığıyla tüm beyaz ışık koronasını temsil eden kompozit görüntünün oluşturulmasında, sırasıyla 1/1000, 1/500, 1/250, 1/125, 1/60, 1/30, 1/15, 1/8, 1/4, ve 1/2 sn olmak üzere 10 farklı poz süresinde alınan görüntüler kullanılmıştır. Daha önce güneş üzerindeki bazı belirgin oluşumlar (güneş lekeleri ve prominensler) yardımıyla yön tayini yapılmış ve eksenler çizilmiştir. Sonrasında yine hazırlanan yazılımlar vasıtası ile koronal yapılar belirlenmiş ve kompozit görüntü üzerinden kontur haritaları çizdirilmiştir. Koronanın basıklık parametresi bu konturlar esas alınarak tayin edilmektedir. Bunu görüntü üzerinden yaparken Ludendorff bağıntısı olarak bilinen aşağıdaki ifade kullanılmıştır [1],

$$\varepsilon = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{P_1 + P_2 + P_3} - 1 \quad (1)$$

Burada E_1 ve P_1 korona eş yoğunluk eğrilerinin ekvatorial ve kutupsal çaplarını göstermektedir. Kalanlardan E_2 ve E_3 ekvatorial çap E_1 'in her iki tarafından 22.5 derece açıklık ile çizilen eş yoğunluk eğrilerinin çapları, P_2 ve P_3 ise kutupsal eksen P_1 'in her iki tarafından 22.5 derece açıklık ile çizilen eş yoğunluk eğrilerinin çaplarıdır.

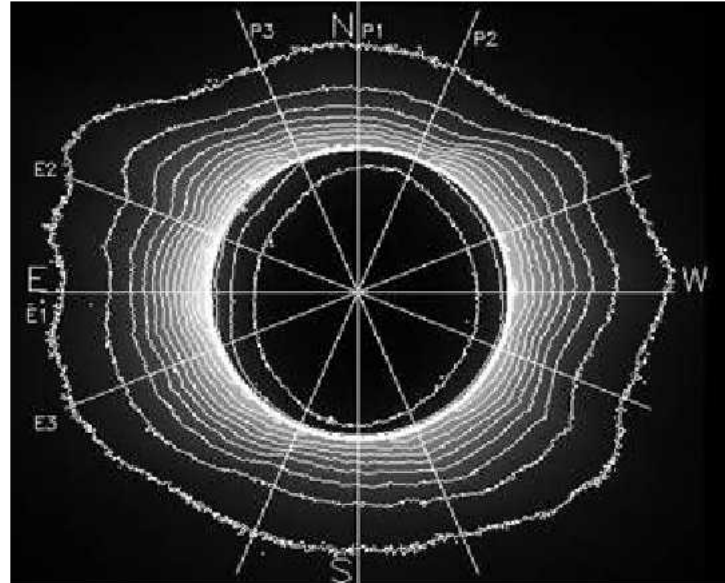
3. Tartışma ve Sonuç

Kompozit tutulma görüntülerinde bir çok koronal yapıyı görmek mümkündür. Şekil 1 de görüldüğü üzere özellikle miğfer yapılar, kutup tüycükleri ve koronal huzmeler çok açık biçimde belirgindirler.



Şekil 1. Beyaz ışık koronasındaki çeşitli yapılar.

Bir önceki bölümde belirtildiği gibi yönleri tayin edilmiş kompozit görüntü üzerinde eş yoğunluk eğrileri çizdirilmiş, yoğunluk değişiminin olduğu bölgeler için E_1 , E_2 ve E_3 ekvatorial çaplar ile P_1 , P_2 ve P_3 kutupsal çaplarını hesaplamak üzere bilgisayar yazılımları hazırlanarak Şekil 2'deki görüntü ve eksenler elde edilmiştir. Bu şekil üzerinden ölçülen değerler Tablo 1'de verilmektedir. Tablo'dan itibaren hesaplanan Ludendorff basıklık parametresi değerleri, Şekil 3'te diskten başlayarak artan yönde uzaklığın fonksiyonu olarak verilmişlerdir. Şekil'den görüldüğü üzere, basıklık disk kenarından koronanın dışına doğru doğrusal olarak artmaktadır.

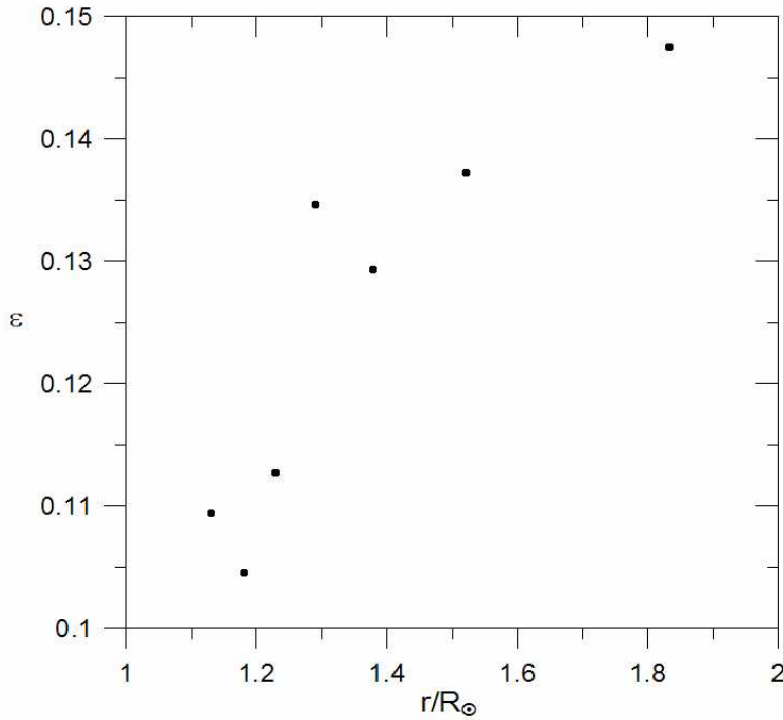


Şekil 2. Koronanın eş yoğunluk eğrileri ve Ludendorff basıklık parametresi hesabı için çizdirilen ekvatorial ve kutupsal çaplar.

Tablo 1. Eş yoğunluk eğrilerinden itibaren ölçülen çaplar (Son sütun disk kenarından Uzaklığı göstermektedir).

Eş Yoğ. Eğrisi	E_1 (Pixel)	E_2 (Pixel)	E_3 (Pixel)	P_1 (Pixel)	P_2 (Pixel)	P_3 (Pixel)	r/R_\odot
1	234,5	223	227	202	203	212	1,12
2	244,5	232	236,5	211	211,5	223	1,17
3	256	242	247,5	219,5	218	232,5	1,22
4	268,75	260	261,5	230	222,5	244	1,29
5	287,5	272,5	282,5	245	242	259	1,37
6	316	303	313	270,5	267,5	281,5	1,52
7	377,5	375	375,5	327	327	329	1,83

29 Mart 2006 tam güneş tutulması 23. etkinlik çevriminin minimum zamanlarında meydana gelmiştir. Elde edilen kompozit görüntünün (Şekil-1), güneş çevriminin minimum evresinden beklenen koronal yapı ile uyumlu olduğunu söylemek zordur. Bu durum muhtemelen söz konusu tutulmanın en önemli özelliklerinden biri olarak kayda geçecektir. Zira tutulma koronasının beyaz ışık yapısındaki çevrimsel değişimler yüz yıldır bilinmektedir [2]. Etkinlik minimumu civarında korona ekvatora doğru belirgin bir biçimde basıklaşmakta, maksimuma yakın ise yapılar neredeyse simetrik bir biçimde tüm yönlerde uzanmaktadır.

**Şekil 3.** Ludendorff parametresinin disk kenarından dışarıya doğru uzaklıkla değişimi.

Şekil-1 de gösterilenler ilk etapta göze çarpan çok bariz yapılardır ve kabaca diske göre simetrik bir dağılım gösterdikleri söylenebilir. Özellikle miğfer yapıların dağılımının buna iyi uyduğu görülmektedir. Kutup tüycükleri ise, yine hem Kuzey'de hem de Güney'de mevcut olmakla birlikte, Kuzey'dekiler hem daha geniştirler hem de diskten daha uzak mesafelere uzanmaktadır. Benzer şekilde Doğu taraftaki koronal huzmelerin de Batı taraftakilere göre biraz daha etkin olduğu görülmektedir. Bu durumun tutulma sırasında Doğu kenarında sırasıyla 45, 65 ve 73 derece konum açılarında (Kuzey'den itibaren ölçülür) gözlenen prominenslerden kaynaklandığı söylenebilir. Aynı şekilde tutulma günü Doğu

kenarına yakın yer alan leke grubu da kenarlar arasındaki etkinlik farkını destekleyen bir unsur olarak düşünülebilir.

Tutulmada gerçekleştirilen diğer gözlemler ile ilgili çalışmalarımız devam etmektedir. Koronal yapıların bu çalışmalar sonucu elde edilecek daha ayrıntılı görüntü ve yorumları ileride sunulacaktır.

Basıklık parametresi hesabına dair ilave olarak şunlar söylenebilir: Tablo-1’de listelenen ε değerleri (Şekil-1) $r=1.12$ ile $1.83 R_{\odot}$ arasındadır. Bu konuda daha fazla yorum yapabilmek için diskten itibaren en az $2-3 R_{\odot}$ mesafelere gitmek ve bu değerlere karşılık gelen basıklıkları hesaplamak gerekir. Halbuki 100 mm açıklıklı teleskop ile 35×24 mm’lik filmler üzerine alınan görüntülerin çapı 9.66 mm’dir (Ay için). Dolayısıyla bu filmler üzerinde disk kenarından itibaren ancak yaklaşık $1.83 R_{\odot}$ ’e kadar gidilebilmektedir.

Bu problemin çözümüne yönelik ilk yaklaşım olarak takip edilen yol şöyledir: Şekil-3 deki basıklık parametresi değerleri güneş diskinden itibaren monoton olarak artar. Ludendorff bağıntısının bu çizgisel artışa tekabül eden kısmı aşağıdaki şekilde verilmektedir [3], [7].

$$\varepsilon = a + b (r / R_{\odot} - 1) \quad (2)$$

Burada $r = 2 R_{\odot}$ alındığında ε değeri $a+b$ değerini vermektedir. Bu değer bahsedilen sebeple kompozit görüntü üzerinden gözlemsel olarak bulunamadığı için, bir ilk yaklaşım olarak az önce ifade edilen (2) doğrusal denklemden bulunmuştur. Diğer taraftan güneş çevrim evresi ϕ ile ε arasında bir ilişki olduğu uzun süredir bilinmektedir [3]. Bu tutulmanın meydana geldiği 23. etkinlik çevriminin evresi

$$\phi = \frac{T - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \quad (3)$$

bağıntısı ile bulunabilir. Burada T tutulma gözleminin yapıldığı tarihi, T_{\min} gözlemin yapıldığı tarihe en yakın çevriminin minimumu ve T_{\max} de çevrimin en yakın maksimumunu gösterir. Buna göre T_{\min} için [4] ve [5], ve T_{\max} için de [5] referansından alınan değerler kullanılarak ϕ için 0.11 hesaplanmıştır. ϕ ’nin değeri, tutulma minimumu civarında yaklaşık 0 ve tutulma maksimumu civarında yaklaşık 1 olmak üzere, 0 ile 1 arasında değişir. ϕ değeri ile $a+b$ arasındaki ilişki, tutulmanın önceki tutulmalara göre basıklığının nasıl olduğunu verir. Yukarıda (2) denklemden bulunan $2 R_{\odot}$ ’teki basıklık değeri 0.103 olurken, [3] ve [6] ile verilen çalışmalar için aynı çevrim evresine (0.11) karşılık gelen gözlemsel basıklık değeri 0.23 ’tür. Aradaki farkın çalışmamızda dikkate alınan doğrusal yaklaşımdan kaynaklandığı düşünülebilir. 1.12 ile $1.83 R_{\odot}$ arasında bulunan basıklık değerlerinin ise, [6]’da Şekil 5 olarak verilen Allen’in minimum korona modeli ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Bu problemi açıklığı 130 mm ve odak uzunluğu 1500 mm olan bir başka teleskopla yaptığımız gözlemleri kullanmak suretiyle tatminkar bir şekilde çözeceğimizi düşünmekteyiz. Bu teleskopa bağlı olan fotoğraf makinesinde kullandığımız filmlerin boyutları 60×60 mm ve üzerine düşen tutulma Ay’ının odak görüntüsü çapı 14.28 mm olduğundan, korona içinde disk kenarından itibaren gidebileceğimiz uzaklık yaklaşık $3.20 R_{\odot}$ olacaktır. Bahsedilen gözlem setinden itibaren hesaplanacak basıklık değerleri bizi daha gerçekçi yorumlara götürecektir.

Teşekkür: Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 470/27122005

Kaynaklar

- [1] Petrov, N., Özkan, M.T., Dermendjiev, V.N., Ökten, A., ve Rompolt, B., 'Structure, Brightness Distribution and Flattening of the 1999 Eclipse Solar Corona', *Proceedings of the International Conference, Varna, Bulgaria, Sept. 11-15, 2000*, ed. D.N. Mishev and K.J.H. Philips, p.57, 2002.
- [2] Koutchmy, S., Zirker, J.B., Steinolfson, R.S., ve Zhugzda, J.D., 'Solar Interior and Atmosphere', ed. Cox, A.N., Livingston, W.C., and Mathews, M.S., The University of Arizona pres, p. 1044, 1991.
- [3] Saito, K., 'Photometry of the Solar Corona at the Total Eclipse on June 20, 1995' *Pub. of the astron. Soc. of Japan*, vol. 8, no. 3-4, 126, 1956
- [4] Thompson, R., Solar Cycle 23 - a Progress Report, Radio and Space Services, <http://www.ips.gov.au/Educational/2/4/6>
- [5] *Solar Cycle Progression, NOAA*, <http://www.sec.noaa.gov/SolarCycle/>
- [6] Hata, S., ve Saito, K., 'The Flattening, Total Light, Brightness Distribution and Polarization of The Solar Corona', *Annals of Tokyo Astron. Observat., second series*, vol. X, No. 1, p.16, 1966.
- [7] Gulyaev, R.A., Vanyarkha, N.Ya. ve Vanyarkha, 'Photometrical Evidences in Favour of the "Flat Solar Corona"', E.S., *IAU Colloq. 144*, 111, 1994.