

Koronal Tüycüklerin 11 Ağustos 1999 Tam Güneş Tutulması Sırasında Yüksek Ayırma Güçlü Beyaz Işık Gözlemleri

Tuncay ÖZİŞİK, Adnan ÖKTEN, Türker ÖZKAN, Tansel AK, Hulusi GÜLSEÇEN, Mehmet KARA

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34452 Üniversite-İstanbul
e-mail: tozisik@istanbul.edu.tr

1. Giriş

Bilindiği üzere Güneş'ten, Güneş Rüzgârı şeklinde bir kütle kaybı vardır. 1970'lerin başlarında "Skylab" gözlemlerinden bu madde kaybına neden olabilecek bazı yapılar Güneş'in korona tabakasında tesbit edilmiştir. *Koronal delik* adı verilen bu yapıların koronal zeminden en az üç faktörü kadar daha az yoğun ve düşük sıcaklıklı ($2 R_{\odot}$ 'te $1.4-1.8 \times 10^6$ K) geniş bölgeler olduğu daha o zamanlar tesbit edilmişti. İki tanesi sürekli olarak Güneş'in her iki kutbunda olmak üzere bütün Güneş yüzeyine yayılmış tek kutuplu bölgelerin üzerinde bulunan bu yapılar, açık manyetik alana sahip hızlı Güneş rüzgarı akıntısından sorumluydular. Ancak, son on yıl içinde gerek arz tabanlı gerekse uydulardan yapılan, özellikle yüksek ayırma güçlü gözlemler, kutup bölgelerinde bulunan ve *kutup tüycüğü* adı verilen bazı yapılardan da kütle kaybı olduğuna ilişkin ipuçları görülmüş ve bu yapılar ayrıntılı araştırılmaya başlanmıştır. Her ne kadar kutup koronal tüycükleri 22 Temmuz 1878 yılında oluşan tam Güneş tutulmasında ilk kez keşfedilmişlerse de, daha sonraki tutulmalarda gözlemcilerin fazla dikkatini çekmemiş ve ayrıntılı araştırılma yapılmamıştır.

Yakın zamanda koronal tüycükler hakkında bilgiler 2 Aralık 1995 tarihinde atılan SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) uydusunda bulunan aletlerden (B. Fleck, and Z. Svestka, 1997) gelmektedir. Gözlemler beyaz ışıktaki, ultraviyole bölgede ve yumuşak x-ışınlarında yapılmaktadır. SOHO uydusu üzerinde bu amaçla kullanılan aletlerin özellikleri aşağıda verilmektedir.

- **MDI**; Michelson Doppler Imager; 0.6" lik ayırma gücü ile manyetik ve Doppler bilgileri kaydetmekte,
- **CDS**; Coronal Diagnostic Spectrometer; He I, O V ve MG IX spektrel çizgilerinde

tüycüklerin kromosferdeki ayaklarını gözleyiyor,

- **EIT**; EUV Imaging Telescope; Koronal deliklerin Fe IX, Fe X ve He II emisyon çizgilerinde tüycüklerin görüntülerini elde ediyor,
- **SUMER**, Solar Ultraviolet Measurement of Emitted Radiation; Tek bir tüycüğü hızla tarayarak, tüycüğün iç ve dış kısımlarındaki O VI ve Mg IX çizgi profillerinin farkını elde etmektedir.
- **LASCO**; Large Angle Spectrometric Coronagraph; C2 ve C3 koronograflarıyla orta ve üst koronanın görüntülerini kaydetmektedir.

2. Koronal Tüycükler Hakkında Bilinenler

- Başlangıçta birkaç Güneş çapına kadar uzandıkları zannedilen koronal tüycüklerin uzay tabanlı gözlemleri bu yapıların son derece ince huzmeler şeklinde yaklaşık $15 R_{\odot}$ 'e kadar uzandıklarını göstermiştir.
- Tüycükler, kromosferik ağyapı hücre sınırında küçük (yaklaşık 2-5" çaplı), sakin, tek kutuplu manyetik akımın yoğun olduğu bölgelerden yükselirler.
- Tüycükler, tabanlarından itibaren yükseklikle çok hızlı bir şekilde genişlemekte, yüzeyin 30 000 km üzerinde çapları 20 000 – 30 000 km'ye ulaşmaktadır.
- $1.2 R_{\odot}$ 'in üzerinde tüycükler beyaz ışıktaki gözlenebilmektedir.
- Tüycükler, kendilerini çevreleyen koronal deliklerden daha yoğun ve soğukturlar.
- Bariz olarak Fe IX ve Fe XII emisyon çizgilerinde gözlenirler. Bu yaklaşık $1.0-1.5 \times 10^6$ K'lik bir iyonizasyon sıcaklığına karşılık gelir.
- $15''$ den daha büyük ölçekte tüycüklere bakıldığında ($R < 1.3 R_{\odot}$) bu yapıların 24

saatlik bir süre boyunca kararlı oldukları, buna karşılık küçük ölçekte (5-15") birkaç dakikalık bir zaman içinde yoğunlukta ve sıcaklıkta dışarıya doğru akan salınımlar gösterdikleri görülür.

- 10" den daha küçük uzaysal ölçek için, tüycüklerin XUV şiddetlerinin %10-%20 oranında birkaç dakikalık süreç içerisinde değiştiği tespit edilmiştir.
- Kutup tüycüklerinin Güneş rüzgarı ile ilişkisi ise halen tartışılmaktadır. Bazı yazarlar kutup tüycüklerinin yüksek hızlı Güneş rüzgarlarının kaynağı olabileceğini düşünürken diğer yazarlar buna katılmamaktadırlar.
- EIT gözlemlerinden her bir tüycüğün genişliği boyunca izotermal, sıcaklıklarının da yaklaşık $1.0-1.5 \times 10^6$ K olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber tüycükler zemin sıcaklığından yaklaşık %30 daha soğukturlar.
- Tüycükler Fe IX/X (171 Å) çizgisinde görünür haldedir. Fe XV (284 Å) çizgisinde de mevcuttur, fakat daha az belirgindirler. Ancak He II (304 Å) görüntülerinde ortaya çıkmazlar.
- Gözlenen tüycükler Güneş diski merkezi ile kenarı arasında kalan bir noktadan radyal bir şekilde dışa doğru genişleyerek uzanmaktadır.

Tüycükler içindeki şiddet değişimlerinin dışa doğru 300-500 km/sn hızla yayıldığı gözlenmiştir. Buradaki yayılma hızı Alfven hızına çok yakındır.

3. Beyaz Işık Gözlemleri

Güneş'in beyaz ışık koronasının Arz-tabanlı yüksek ayırma güçlü gözlemleri hala büyük öneme sahiptir. Özellikle kutup tüycüklerinin, koronal deliklerin iç yapısının bir özelliği veya hızlı Güneş rüzgarı akıntısının kaynağı ile ilişkili olup olmadıkları henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Kutup tüycüklerinde ve kutup koronal deliklerinde ortaya çıkan fiziksel işlemlerin $1.3 - 2 R_{\odot}$ 'te oluşması beklenmektedir. Bu bölge, potansiyel manyetik alanın yavaş yavaş radyal gezegenlerarası alana dönüşmeye başladığı yerdir. Diğer taraftan, uzay tabanlı SOHO-LASCO C2/LASCO C3 koronografları kutup tüycüklerinin bulunduğu bu bölgeleri gözleyememektedir. Bundan dolayı yüksek ayırma güçlü arz-tabanlı **tam tutulma gözlemleri** ayrıntılı gözlem verisi elde etmenin tek yoludur. Bu tip arz-tabanlı gözlemler EIT/LASCO C1'in iç korona kutup tüycükleri görüntüleri ve LASCO C2 ve C3 dış korona gözlemleri arasındaki boşluğu doldurabilir.

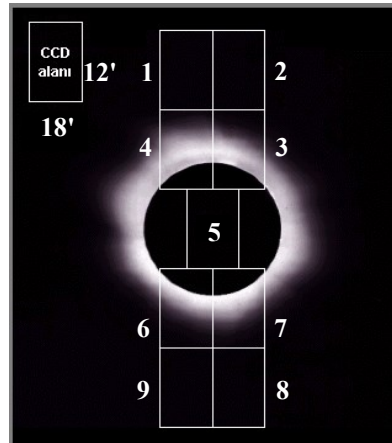
4. CCD Gözlemi

11 Ağustos 1999 Tam Güneş Tutulması sırasında Güneş'in kutup bölgelerinden yüksek ayırma güçlü beyaz ışık görüntülerinin elde edilebilmesi için çapı 203 mm ve odak uzaklığı 1280 mm olan (f/6.3) elektronik kontrollü bir teleskop kullanılacaktır. Bu teleskobun odak düzlemine sayısal görüntüleme amacıyla 768x512 piksel formatında, 9x9 mikron piksel büyüklüğü olan 16 bitlik bir CCD kamera yerleştirilmiştir (Şekil-1). Bu sistem ile Güneş üzerinde 1.4"



Şekil-1. Tutulma gözlemi için kullanılacak teleskop ve CCD.

ayırma gücü elde edilerek yaklaşık 18'x12' büyüklüğünde bir alan görüntülenebilecektir. CCD görüntüleri hızlı bir veri iletişim standardı olan SCSI arabirimine sahip PIII-450 MHz hızında bir bilgisayara yüklenecektir. Dolunay kullanılarak yapılan deneme gözlemleri sonucu tam tutulma sırasında kullanılacak CCD poz süresinin 5 ms ve bir CCD görüntüsünün bilgisayara aktarılması işleminin de 14 sn sürdüğü tespit edilmiştir. Durum böyle olunca Elazığ'da 2 dak. 03 sn. süreceği hesaplanan tam tutulma safhası boyunca Güneş koronasında daha önceden tespit edilecek bölgelere ait en fazla 9 görüntü alınabilecektir. Bu amaçla Güneş kutupları civarı parsellenerek (Şekil-2) teleskobun bu



Şekil-2.



Şekil-3. CCD görüntülerinin aktarılacağı ve teleskobun kontrol edileceği bilgisayarlar, video monitörü ve kesintisiz güç kaynağından oluşan gözlem ve kontrol masası.

koordinatlara hassas, hatasız ve hızlı bir şekilde yönlenebilmesi için bilgisayar kontrollü bir yönlendirme sistemi tasarlandı. Teleskobun RS232 arabirimi üzerinden istenilen koordinatlara (RA ve DEC) yönlendirilmesini sağlayacak bir bilgisayar programı hazırlandı ve kurulan sistem Dolunay ve Güneş (filtre ile) görüntüleri üzerinde birçok kez test edildi.

Gözlem sırasında PC tabanlı bir bilgisayar ile bir gözlemci teleskobun yönlendirilmesini sağlayacak, CCD görüntüleme sistemine bağlı diğer bir PC tabanlı güçlü bir bilgisayar da ikinci bir gözlemci kontrolünde sayısal görüntüleri alacaktır (Şekil-3). Teleskobun takip dürbününe yerleştirilen ikinci bir Video-CCD ve bir monitörden oluşan sistem ile aynı zamanda tüm tutulmanın video kaydı yapılacak ve gözlem sırasında teleskobun hareketi izlenecektir. Tasarlanan bu deneyden elde edilecek yüksek ayırma güçlü sayısal korona görüntülerinin işlenmesiyle, haklarında çok az şey bilinen kutup tüycüklerinin koronal deliklerin içinde olup olmadıkları, koronanın hangi bölgelerine kadar uzandıkları, sayı yoğunlukları ve fiziksel karakterleri hakkında bilgiler elde edileceği amaçlanmaktadır.

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Proje No: UP-15/160399, UP-16/160399 ve 114/010598.

Kaynaklar

B. Fleck, and Z. Svestka Eds., "The First Results From SOHO", Kluwer Academic Publisher, 1997.