

# ANI KAYBOLAN BİR FİLAMENTİN İNCELENMESİ

Atila Özgüç

Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi, İSTANBUL

ÖZET : 23 Eylül 1982 günü Kandilli Rasathanesinde gözlenen ani kaybolan bir filamentin zaman içindeki gelişimi, kaybolması, üzerinde görülen düğüm noktalarının hızları incelendi. Diğer güneş etkinlikleri ile olan bağlantıları ve kaybolma nedenleri araştırıldı.

## 1. GİRİŞ

Güneş protüberanslarının hareketleri onların en önemli ve karakteristik özellikleridir. Bunların ani kaybolmalarının nedeni ise henüz tam açıklığa kavuşturulamamış bir olaydır. Geçmişte bazı araştırmacılar spektroheliyograf, spektroheliyoskop, spektrograf ve monokromatik filtre gibi çeşitli gözlem araçları kullanarak protüberansların hızlarını ve ivmelerini hesaplamaya çalışmışlardır (Kleczek ve arkadaşları, 1971). Diğer bazı araştırmacılar da protüberans hareketleri için bazı analitik ifadeler ortaya koymuşlardır (Billings ve Pecker, 1954, Palus, 1972). Bu analitik ifadeler gözlenen protüberanslar için kullanılmış ve ilginç sonuçlar alınmıştır. Diğer taraftan protüberans hareketlerinde üçüncü hız bileşenini hesaplamak çok önemlidir. Üç boyutlu hareketin önemi bazı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Correll ve arkadaşları, 1956, 1958; Kleczek, 1964; Tandberg-Hanssen ve arkadaşları, 1975). Fransızca bir deyim olan "disparition brusque" adıyla da bilinen sakin kökenli olup uyarılmış protüberansların ani kaybolma hareketlerini incelemek araştırmacılara daima ilginç gelmiştir. Protüberansların düğüm noktalarının (Knots) hızlarını, enerjetik karakteristiklerini, koronadaki manyetik alan hakkında bilgileri bu tip protüberansların incelenmesinden elde edebiliriz.

Biz de 23 Eylül 1982 günü 11 00 UT ile 13 00 UT arasında gözlediğimiz bir ani filament kaybolması olayının üç boyuttaki hareketini inceleyerek bazı sonuçlar çıkarmaya çalıştık.

## 2. FİLAMENTİN GELİŞİMİ VE GÖZLEMİ

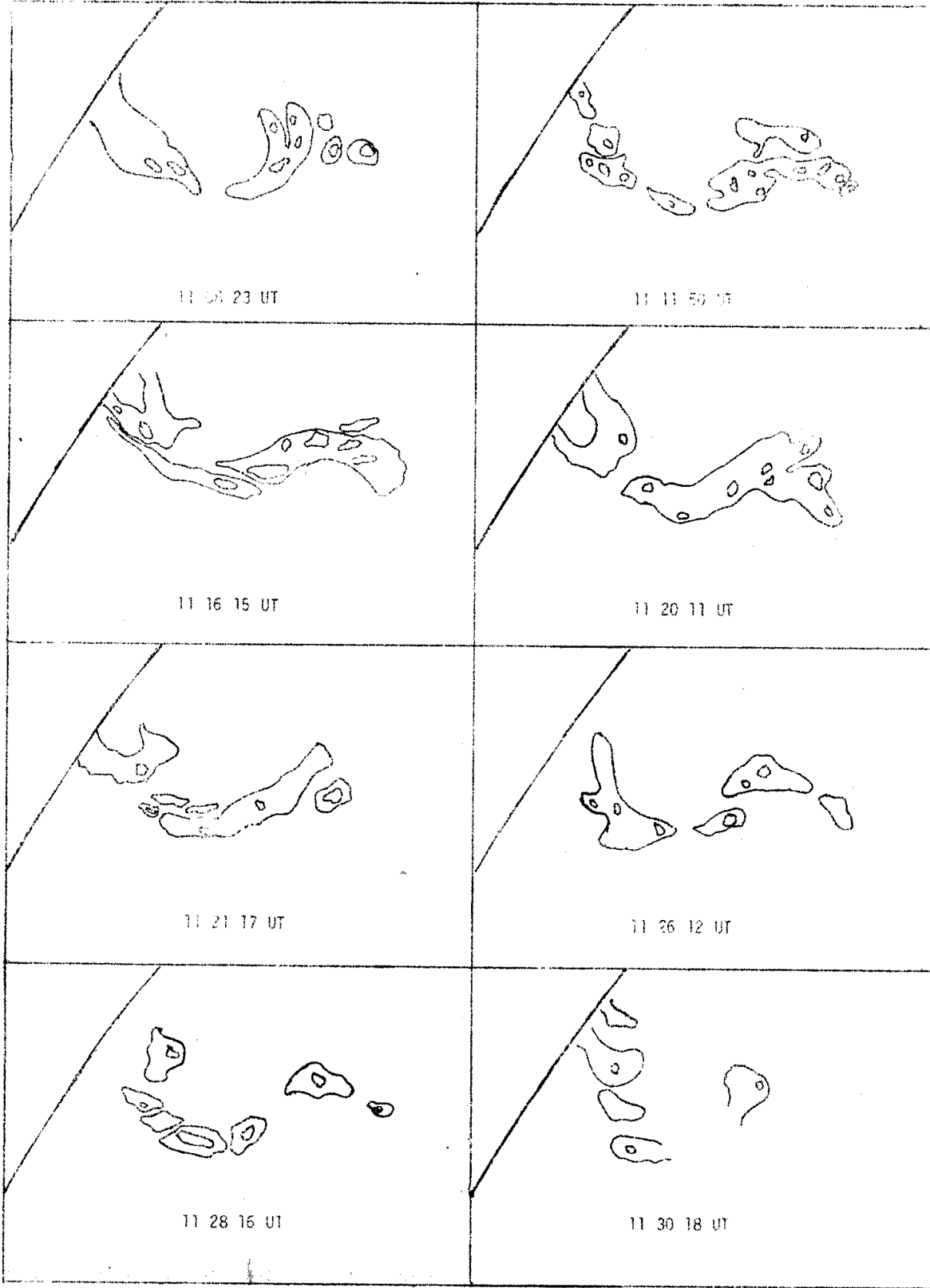
23 Eylül 1982 günü saat 11 10 UT de kaybolması gözlenen filament güneş yüzeyinde ilk olarak, 12 Temmuz – 8 Ağustos arası olan, 1724. rotasyonda, 20 Temmuzda doğu limbinde görülmeye başladı, 26 Temmuzda merkezsiz meridyenden geçti. Bu tarihteki ortalama koordinatı 20N, 168 idi. Daha önceki rotasyonlara gittiğimizde 1722. rotasyonda aynı yerde bir filament görülmekte ancak sonraki 1723. rotasyonda görülmemekteydi. Bu yüzden ilk görülme tarihi olarak 1724. rotasyonu kabul ettik. Filament ikinci rotasyonunda koyu ve yoğun bir görünümdeydi. 23 Ağustosda ikinci merkezsiz meridyen geçişini

yaptı. Bu sırada ekvatora yakın kısmı daha da kalınlaşmıştı. Kuzey ucundan uzamaya ve 25 Ağustosta da genişlemeye başladı. 26 Ağustosta kuzey tarafında oluşan başka bir filamentle birleşti. Filament üçüncü rotasyonunda hızlı bir değişim gösterdi. Limbde görülme-ye başladığı 12–13 Eylül günleri yüksekliği yaklaşık 16 700 Km idi. 14 Eylülde iki kısma ayrılmış durumdaydı, 15–17 Eylül günleri ise yine ikinci rotasyonundaki şekline döndü. Yani ince ve uzun bir filament görünümüne girdi, fakat üzerinde bazı çok yoğun bölgeler oluştu. 19 Eylülde merkezsel meridyen geçişini yaptı. Bu tarihte yaklaşık 25N, 168 koordinatında bulunuyordu ve filamentin güney ucu ilerde olup ekvatorla yaklaşık 130° lik bir açı yapmaktaydı. Uzunluğu yaklaşık olarak 200 000 Km idi. 21 Eylülde filament ortadan yine ikiye ayrıldı ve kuzey tarafı daha az yoğun bir görünüm aldı. Güney ucu ise ekvatora paralel olmaya başladı. 22 Eylül günü ortalama uzunluğu 130 000 Km. civarında idi. 23 Eylül günü 08 00 UT de filament hemen hemen ekvatora paralel bir hale gelmişti. Batı ucu koyu ve yoğun bir görünümde ve şekil olarak da dörtgene benzemeye başlamıştı. Bu yüzden alan ölçmekte zorluk çekmedik. Geride kalan kısım zayıflamış ve parçalanmaya başlamıştı. Aynı gün 11 00 UT den daha önceki bir zamanda batı ucu kaybolmaya başladı. Bundan sonraki rotasyonda filamentin kaybolan kısmı görülmemekte, yalnız güneye doğru yeni bir kol oluşmuş olduğu gözlenmektedir.

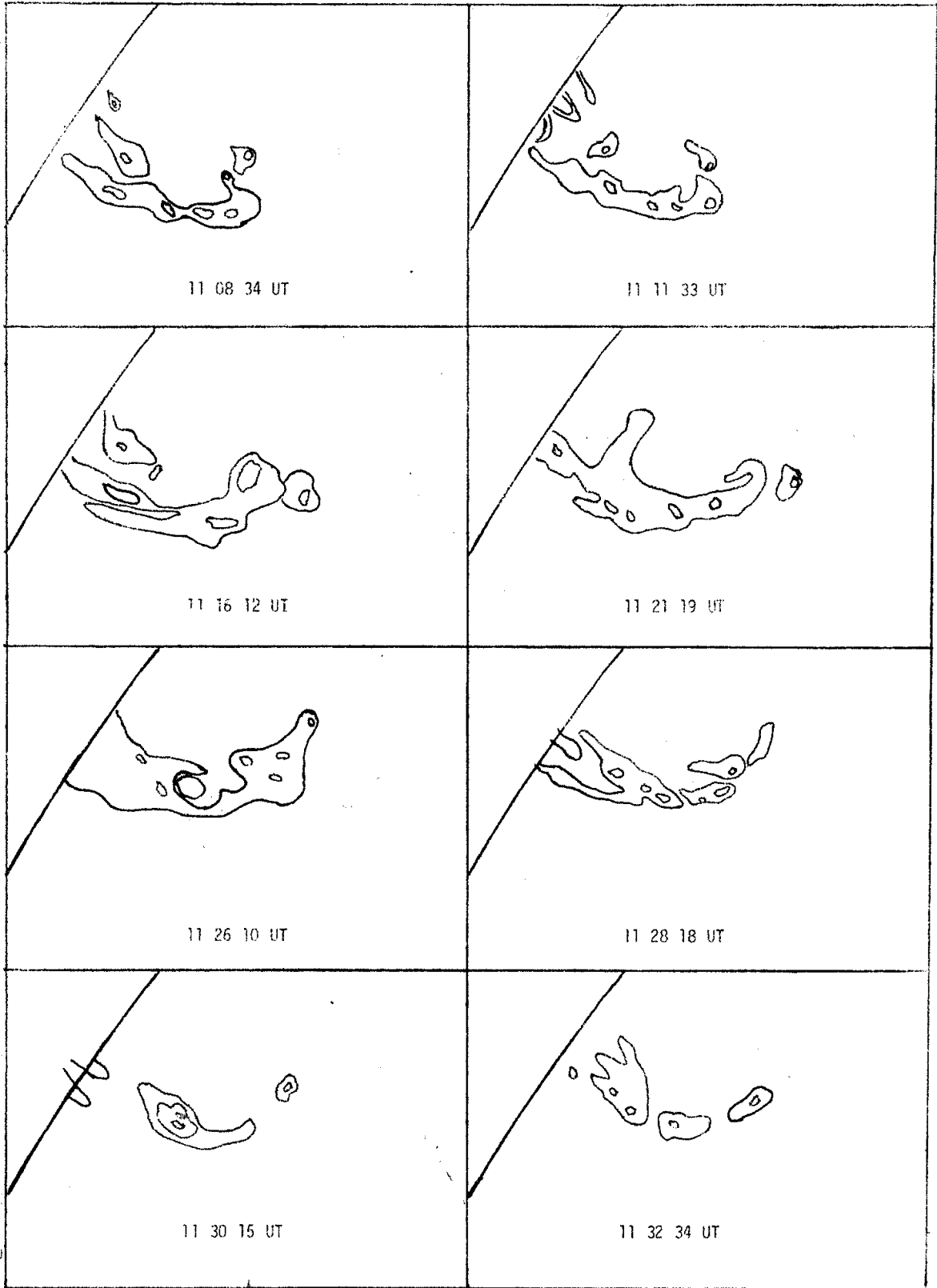
Solar–Geophysical Data'nın ilgili sayılarında olay öncesi ve sonrası hiç bir kromosferik etkinlik rapor edilmemiştir. Güneş radyo emisyonunda da kayda değer bir artış görülmemiştir. Goes uydusu ile alınan X–ışın verilerinde de hiç bir artışa rastlanmamaktadır.

Olay Kandilli Rasathanesi'nin 225 cm odak uzaklıklı ve 15 cm açıklıklı bir dürbünün arkasına yerleştirilmiş Zeiss marka H–alfa monokromatik filtresi ile gözlenmiştir. Filtrenin geçirgenlik aralığı 0.25 Å olup bu aralık H–alfa çizgisinin iki yanında  $\pm 15$  Å kaydırılabilmektedir. Bu kaydırmalar yine 0.25 Å luk adımlarla yapılmakta ve böylece olayın radyal hızından doğan Doppler kaymaları da sağlıklı bir biçimde ölçülebilmektedir. Kaybolma olayı H–alfa çizgisi ile  $H_{\alpha} + 2.5$  Å aralığındaki bir bölgede gözlenmiş yani olayda 122.5 Km/sn civarında bir radyal hıza rastlanmıştır. Bu 2.5 Å luk aralık içinde çeşitli zaman aralıklarında ve 0.5 Å luk adımlarla fotoğraflar alınmıştır (Bakınız şekil 1 a, b ve c). Olayın başlangıcı disk üzerinde gözlenmiş, ancak sonuna doğru diskten dışarı taşarak önce güneye doğru kıvrılmış, daha sonra 289° lik bir pozisyon açısıyla zayıf bir loop görünümü almıştır. 13 00 UT civarında son derece zayıf çizgi şeklini almış ve olay son bulmuştur.

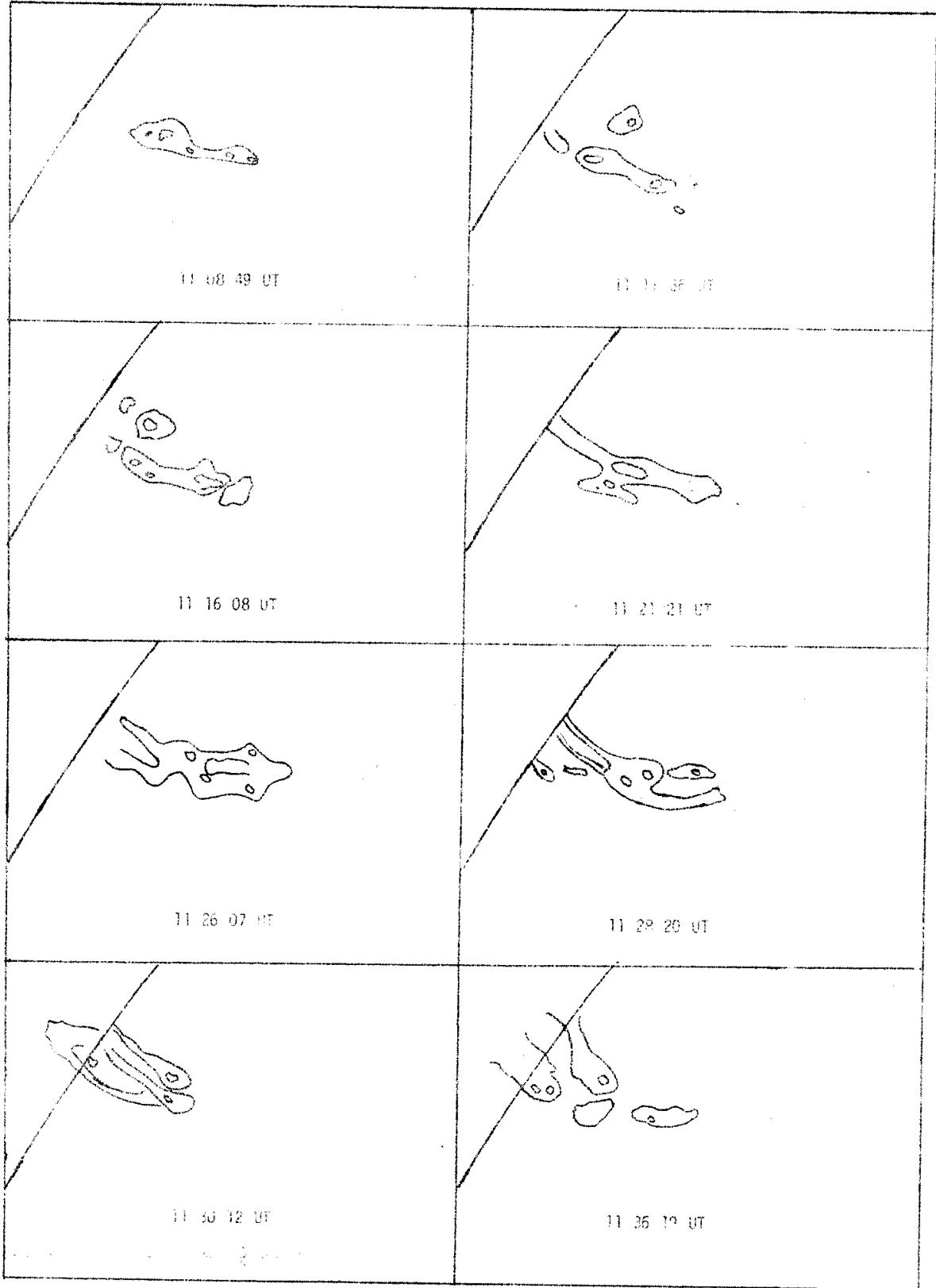
Literatürde geçen olaylarda ve ani kaybolma olayının tariflerinde genellikle güneş yüzeyine dik bir hareketten bahsedilmektedir (Tandberg–Hanssen, 1974; Rusin and Rybansky, 1982, v.b.), halbuki bizim gözlediğimiz olayda madde güneş yüzeyine paralel olarak hareket etmekteydi ve batı limbine yakın olması nedeniyle de merkezsel çizginin kırmızı tarafında gözlenmiştir.



Şekil 1a : Ani kaybolma olayının  $H_{\alpha} + 1.0\text{\AA}$  dalga boyundaki görünümünün çizimi.



Şekil 1b : Ani kaybolma olayının  $H_{\alpha} + 1.5 \text{ \AA}$  dalga boyundaki görünümünün çizimi.



Şekil 1c : Ani kaybolma olayının  $H_{\alpha} + 2.0 \text{ \AA}$  dalga boyundaki görünümünün çizimi.

### 3. ÖLÇÜMLER VE HESAPLAMALAR

Olayın gözleendiği yaklaşık iki saatlik bir aralık içinde farklı dalgaboyu gruplarında 288 kare film çekilmiştir. Ölçümler bu karelerden seçilen filmlerden yapılmıştır. Bu amaçla güneş görüntüsü 42 kez büyütülerek 88 cm çaplı bir kurs olarak bir ekrana düşürülmüş ve yaklaşık olarak eşit zaman aralıklı ve aynı dalgaboylu filmler alınarak bunlar üzerinde yirmi tane düğüm noktası (Knot) belirlenmiştir. Ekran üzerine bir koordinat sistemi yerleştirilmiş ve her film bu sistem üzerinde aynı yere getirilerek seçilen düğüm noktalarının koordinatları okunmuştur. Gözlem yapılan filtre yatay ve altazimut bir selosta önüne yerleştirildiği için güneşin görüntüsü film üzerinde sabit durmayıp zamanla dönmektedir. Buradan gelecek hatayı gidermek için kutupsal koordinatlar kullanılarak ve güneş görüntüsünün dönme miktarı da eklenerek düğüm noktalarının  $r$  ve  $\varphi$  koordinatları ölçüldü. Daha sonra bunlar kartezyen sisteme çevrildi.

Bir  $\Delta t$  aralığında bir noktanın hız bileşenleri

$$V_{xi} = (X_{i+1} - X_i) / (t_{i+1} - t_i)$$

$$V_{yi} = (Y_{i+1} - Y_i) / (t_{i+1} - t_i)$$

olarak verilmektedir. Filmler üzerinden okuduğumuz X ve Y değerlerini yukarıdaki formüllere uygulayarak her bir düğüm noktasının X ve Y bileşen hızlarını çeşitli zamanlar için hesapladık. Hız vektörünün hesaplanmasında gerekli olan üçüncü bileşen  $V_z$  ise filtrenin merkezsel çizgisinin kaydırma miktarından elde edilmektedir. 1 Å luk bir kaymanın Doppler formülünden 45 Km/sn lik bir hıza karşı geldiği hesaplanmaktadır. Hız vektörü

$$\vec{V} = (V_{xi}^2 + V_{yi}^2 + V_{zi}^2)^{1/2}$$

formülü yardımıyla bulunmaktadır. Bu formül yardımıyla her bir düğüm noktasının üç boyuttaki hızları alınarak hız vektörleri hesaplandı (Bakınız çizelge I). Elde edilen hızlar 45 Km/sn ile 114 Km/sn arasında değişmektedir.

Kaybolma olayımız filamentin yaklaşık 66 cı gününde meydana geldi. Yaşını daha sağlıklı olarak saptamamız olanaksızdı. Çünkü filament limbin arka tarafında doğmuştu. Olay Valnicek sınıflamasında (1964) II. tipe uymakla beraber hız daha düşük değerlerde seyretmektedir.

Ani Kaybolma olayının gelişimi bazı önemli koşullara bağlıdır. Bunlar a) sakin protüberansın toplam kütlesi, b) Bozulmaya neden olan kuvvetin şiddeti ve c) protüberanstan fotosfere doğru etkin madde akımı olarak sayılabilir. Olayın hızlarını ölçerken protüberansın boyutlarını da ölçmeye çalıştık. Bulduğumuz değerler bize, bazı kabullerle, olayın enerjetik karakteristikleri hakkında bazı bilgiler sağladı. Bir protüberansın kütlesinin saptanmasında başlıca iki bilinmeyen vardır. Bunlar yoğunluk ve protüberans

## ÇİZELGE I

Seçilen Düşüm noktalarının yaşam süreleri ve hızları

No.	Yaşam süresi (saniye)	Gözlenen dalga boyu	Hız (Km/sn)
1	716	H <sub>+</sub> 0.5	46.64
2	535	"	51.69
3	1312	"	45.55
4	1077	"	44.94
5	479	"	52.04
6	833	"	49.36
7	1069	H <sub>+</sub> 1.0	56.59
8	1193	"	66.14
9	1069	"	53.31
10	1193	"	68.32
11	986	"	71.48
12	774	"	62.49
13	708	"	76.32
14	1668	H <sub>+</sub> 1.5	99.52
15	1668	"	93.42
16	833	"	94.56
17	726	"	110.04
18	1211	H <sub>+</sub> 2.0	104.36
19	676	"	94.35
20	377	H <sub>+</sub> 2.5	114.81

kalınlığıdır. Bizim olayımızda protüberans gayet düzgün bir yüzey gösterdiği için alan ölçülmesi kolay yapılmıştır. Limbden geçerken ölçülen kalınlık yaklaşık 10 000 Km idi. Bu kalınlığın olay gününe kadar değişmediğini kabul ettik. Diğer taraftan yoğunluk sayısı olarak  $10^{17} \text{ m}^{-3}$ , aldık. Bu sayı Tandberg–Hannsen'e (1974) göre sakin ve parlak bir protüberans için alınabilecek bir büyüklüktür. Bu veriler sonucunda protüberansın kütlesini  $M_{\text{pro}} \approx 7 \times 10^{13} \text{ Kg}$  olarak bulduk. Buradan olayda kullanılan enerjinin bir bölümü olan kinetik enerjiyi hesap etmemiz mümkün oldu. Bulduğumuz hızlardan ortalama olarak 80 Km/sn lik bir hız alırsak

$$E = 1/2 m v^2$$

formülü yardımıyla kinetik enerjiyi  $E_k \approx 224 \times 10^{21} \text{ j}$  olarak buluruz. Olayın meydana geldiği yükseklik olarak protüberansın yüksekliği olan 16 700 Km yi alırsak

$$E_{\text{pot}} \approx M g_e h$$

formülü yardımıyla potansiyel enerji olarak  $E_{\text{pot}} \approx 320 \times 10^{21}$  j buluruz.

Toplam enerji

$$E = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$$

olduğuna göre, olayın toplam enerjisi  $E \approx 544 \times 10^{21}$  j bulunur.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Olayın ilk kırk dakikalık bölümü disk üzerinde gözlemlendi ve biz ölçümlerimizi bu aralıkta yaptık. Bulunan hızlar güneşten kaçma hızı olan 618 Km/sn'nin çok altındadır. Bu yüzden 11 40 UT den sonra filament bize göre tam limb olan bölgede kromosfere düşmeye başladı ve protüberans materyalinin kromosfere çarpması sonucu bu bölgede bir fler meydana geldi (infall-impact). Bu limb fleri daha sonra kuzeye doğru kırılarak bir loop görünümü aldı. Bu demektir ki düşen materyal kromosferde büyük bir çalkantıya neden oldu ve bir kısmı tekrar koronaya doğru geri fişkırdı. Ancak yeterli hıza sahip olmadığı için tekrar kromosfere düştü.

Ani kaybolma olaylarında gözlenen hız 110 Km/sn olarak verilmektedir (Tandberg Hanssen, 1974); bizim bulduğumuz hızlar da bu hıza yakındır.

Sonuç olarak  $7 \times 10^{13}$  Kg kütleli sakin bir protüberansın bozulması disk üzerinde hiç bir flerin gözlenmediği bir zamanda ve protüberans yaklaşık 66 günlük iken olmuştur. Bu olayda toplam  $5.44 \times 10^{23}$  j lik enerji harcanmıştır. Ani kaybolma evresinde hiç bir radyo emisyonu artışı kaydedilmediği gibi SID olayına da rastlanmamıştır. Sakin bir protüberansın bir uyarılma sonucu ani kaybolma olayına uğramasına karşın bizim gözlediğimiz olayda bu uyarılmaya neden olacak herhangi bir olay gözlenmemiştir.

Olayımız Svestka'nın (1976) sınıflandırdığı ani kaybolmalardan ilkinde girmektedir. Yani herhangi bir aktif merkezden uzak olan sakin bir protüberansın kaybolması olaydır. Böyle olaylara neden olarak bir dalga hareketinin yayılması gösterilmektedir. Güneş yüzeyinde herhangi bir yerdeki aktif merkezin kaynak olarak gösterilebileceği bu dalga yayılmaları güneş yüzeyinde oldukça uzak bölgelere kadar bozulmadan gitmekte ve bazı değişik olaylara neden olmaktadır. Ohalde olayı yaratan neden olarak böyle bir dalga yayılması söz konusu olabilir. Çünkü filamentimiz güneş yüzeyinde yalnız olmayıp çevresinde bazı aktif merkezler bulunmaktaydı. Bununla beraber Hansen ve arkadaşlarının (1974) belirttiği gibi kromosferden gelen ani bir manyetik alan değişimi de olayı yaratmaya neden olabilir.

#### KAYNAKLAR

- Billings, D.E. ve Pecker, J.C. : 1954, Comp. Rend. Acad. Sci. Paris, 238, 1690.  
 Correll, M., Hazen, M. ve Bahng, J. : 1956, Astrophys. J. 124, 587.  
 Correll, M. ve Roberts, W. O. : 1958, Astrophys. J, 127, 726.  
 Hansen, R.T., Garcia, Ch. J., Hansen, S.F., ve Yakusawa, E.: 1974, Pub. Astron. Soc. Pasific 86, 500.  
 Kleczek, J.: 1964, Publ. Czech. Acad. Sci. 51, 130.



- Kleczek, J., Leroy, J.L. ve Orrall, F. Q.: 1971, Publ. Astron. Inst. Czech. Acad. Sci. 53, 1.
- Palus, P.: 1972, Bull. Astron. Inst. Czech. 23, 60.
- Rusin, V. ve Rybansky, M.: 1982, Bull. Astron. Inst. Czech. 33, 219.
- Solar—Geophysical Data, 1982, 459 Partı I, 463, Partı II.
- Svestka, Z.: 1976, Solar Flares, D. Reidel Publ. Co. Dordrecht, s. 229.
- Tandberg—Hanssen, E.: 1974, Solar Prominances D. Reidel Publ. Co. Dordrecht, s. 24 ve 121.
- Tandberg—Hanssen, E., Hansen, R.T. ve Riddle, A.C.: 1975, Solar Phys. 44, 417.
- Valnicek, B.: 1964, Bull. Astron. Inst. Czech. 15, 107.

