

## *DANJON ASTROLABI İLE MALATYA'DA YAPILAN GÜNEŞ GÖZLEMLERİ VE GÜNEŞ'İN YARIÇAPI*

<sup>1</sup>Hüseyin KILIÇ, <sup>2</sup>Orhan GÖLBAŞI, <sup>1</sup>Ahmet İSKENDER

1 İnönü Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Malatya.

2 Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Antalya.

### *1. GİRİŞ*

Yerin kutbunun hareketi ve dönme döneminin değişimi, Universal Zaman (UT) tayini, konum astronomisinin temel problemleridir. Bu konuları incelemek amacıyla çeşitli aletler geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlisi olan Danjon Astrolabı, İnönü Üniversitesinde kurulan gözlem istasyonunda hizmete konularak, 1992 yılında yıldız, 1993 yılında ise Güneş ve Gezegen gözlemleri başlatılmıştır. Bu çalışmada 1993 yılında yapılan Güneş gözlemleri ve yarıçap tayini üzerinde durulmuştur.

Şu anda Dünya üzerinde çok amaçlı 5 Danjon Astrolabı İstasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlar, Fransa, Brezilya, İspanya, Şili ve Türkiye'de bulunmaktadır. Danjon Astrolabı gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucunda, kutup hareketi, yerin dönmesi, katalog, başvuru çerçevesi ve Güneş yarıçapının değişimi gibi alanlara katkı yapılmaktadır.

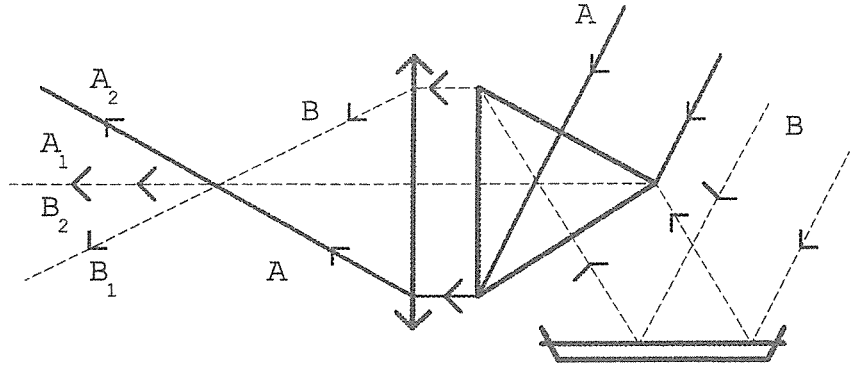
Danjon Astrolabıyla Güneş gözlemleri sonucunda, Güneş'in konumu yanında yarıçapının değişimi de elde edilmektedir. Buradan hareketle Güneş'teki fiziksel olaylara da girilebilmektedir. 1983 yılına kadar yapılan gözlemlerden, Güneş yarıçapının değişiminde 0".59 luk bir değişim ve 1000 günlük dönemli bir salınımın varlığı görülmektedir (Laclare 1983). Delache ve arkadaşları, 1985 ve 1993 yılında yaptıkları çalışmalarda, Güneş'teki nötrino akısı, yarıçap ve p-modu frekans değişiminin arasında zaman bakımından ilişki olabileceğini söylüyorlar. (Delache et al. 1985) ve (Delache et al. 1993).

Malatya'daki istasyonda Danjon Astrolabı ile Güneşin yarıçap değişimleri  $z=30^0$  ve  $z=60^0$  zenit uzaklıklarında iki prizma ile gözlemlendi. Bu çalışmada, sadece  $z=30^0$  ile yapılan gözlemler üzerinde durulmuştur. Sistem, "eşit yükseklikler metodu" olarak bilinen bir metoda dayanmaktadır. Yani, Güneş'in görüntüsü, biri doğuda diğeri batıda olmak üzere aynı yükseklikten geçerken iki kez gözlenmektedir. Her geçişte Güneş'in iki kenarı gözlenerek, tek bir prizma ile aynı günde Güneş'in kenarı dört kez gözlenebilmektedir. Elde edilen dört kenar gözlemi sonucu, dörtlü bir denklem takımında kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile çözülmekte ve Güneş'in yarıçapı bulunmaktadır.

Gözönüne alınan 37 gözlem gününden 28 gözlem gününde, eksiksiz gözlem yapılmıştır. Bu gözlemlerin 22 takımı Hüseyin Kılıç tarafından, son 6 takımı ise Orhan Gölbaşı tarafından gerçekleştirilmiştir. 28 gözlem üzerinden ortalama yarıçap  $959''.31 \pm 0''.10$  olarak bulunmuştur. CERGA Gözlemevinde 1975 yılından 1987 yılına kadar F. Laclare tarafından yapılan gözlemlerin tümü dikkate alındığında bulunan ortalama Güneş yarıçapının  $959''.45$  olduğu görülmektedir. Bu çalışmada bulunan sonuç, CERGA Gözlemevinin sonucu ile karşılaştırıldığında büyük bir yakınlık görülmektedir. Bu sonuç diğer gözlemevlerinin sonuçlarıyla da karşılaştırılmıştır.

## 2. YÖNTEM VE GÖZLEMLERİN İNDİRGENMESİ

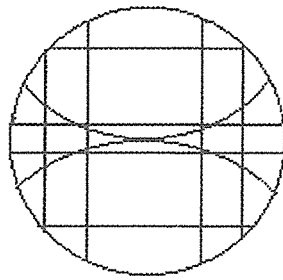
Astrolab, tamamen ufuk koordinat sisteminde çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Hazırlanan gözlem programında, gözlenecek gök cisminin prizmanın taban açısı ile tayin edilen yükseklikten geçiş zamanı ve o sıradaki azimutu bellidir. Gözlemci, aleti bu azimuta ayarlayarak beklemeye başlar. Gök cismi, bu yüksekliğe gelmeden çok az önce şekil-1'de görüldüğü gibi, biri doğrudan doğruya üstten (A), diğeri civa aynasından yansyarak alttan (B), prizmaya dik olarak giren ışınlarla oluşan gök cisminin iki görüntüsü görüm alanında görülür. Bu iki görüntünün birbirine kavuştuğu an, gök cisminin yükseliği prizmanın taban açısına eşit yükseklikte bulunduğu andır. Ancak prensipte bu iki görüntü üst üste çakıştırılmaz, mikrometreye bağlı bir vida ile çakışmadan 1 saniye kadar önce yan yana getirilirler.



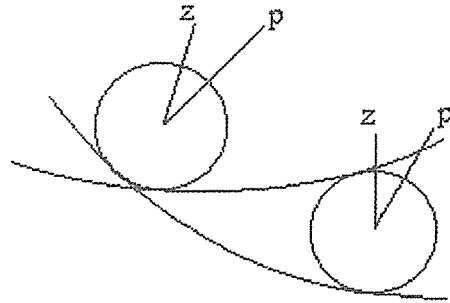
Şekil-1. Gök cisminin, prizma ve civa aynası üzerine düşen ışık ışınlarının odaklanması

Görüntülerin çakıştığı odak noktasına konulan bir wollastron prizma ile ışık demetleri  $A_1$ ,  $A_2$  ve  $B_1$ ,  $B_2$  gibi demetlere ayrılır. Ancak  $A_2$  ve  $B_1$  demetleri uygun perdeler konarak engellenir.

Güneş gözlemleri bundan farklıdır. Tabiatıyla, alette de bazı ek parçalar kullanılır. Prizmanın önüne bir filitre konarak, Güneş'in görüm alanındaki parlaklığı Ay'ın parlaklığı mertebesine indirilmiştir. Güneş'in tüm görüntüsü yerine, birinci geçişte üst kenar ve ikinci geçişte de alt kenar, belli bir yüksekliğe geldiği an tayin edilir.



a)



b)

Şekil-2. a)Güneş'in görüm alanındaki görüntüsü, b)Güneş'in meridyenden geçiş anı.

Görüm alanında Güneş'in kenarının iki görüntüsü Şekil-2(a)'daki gibidir. Şekil-2(b) de Güneş meridyeni geçtikten sonra, önce alt ve daha sonra da üst kenarının aynı yükseklik paralelinden geçişi temsil edilmektedir. Meridyenden önce bunun tam tersi olur. Böylelikle, bir tek prizma ile meridyenden önce ve sonra olmak üzere, Güneş'in kenarının aynı yükseklikten 4 kez geçişi gözlenebilmektedir.

Astrolabla gözlemlerin indirgenmesi, "Eşit Yükseklikler Yöntemine" dayanır. Gözlemde elde edilen başlangıç verileri, gök cisminin bir almukantarattan geçiş anıdır. (almukantarat; ufka paralel küçük dairelerdir). Zenit uzaklığı, prizmanın taban açısı ile belirlenir. Temel astronomik denklemler kullanılarak aşağıdaki temel denklem elde edilir.

$$- \partial h = 15 \cos \phi \sin Z [f(UT_0 - UTC) - \Delta\alpha + \Delta L] + \cos Z \Delta\phi + \partial z \pm \Delta d + \cos S \Delta\delta$$

Burada,  $-\partial h$  gözlenen değerler;  $z$ , zenit uzaklığı;  $\Delta L$ , istasyonun boylamındaki deðişim;  $\Delta\phi$ , istasyonun enlemindeki deðişim;  $\Delta\alpha$  ve  $\Delta\delta$ , Güneş'in koordinatlarındaki düzeltmeler;  $\Delta d$ , Güneş yarıçapındaki deðişim;  $S$ , Güneş'in paralaks açısı;  $Z$ , zenit açısı;  $UT_0-UTC$ , yerel olarak uyarlanmış bir boylam kullanarak yıldız gözlemlerinden elde edilen UT (Gerçek değer) ile koordine edilmiş Universal Zaman arasındaki fark ve  $f$ , yıldız zamanı ile  $UT_0$  arasındaki çarpandır.  $UT_0$ , gözlenen UT zamanıdır. Çok iyi gözlem koşullarında ve aynı günde iki kenarın doğu iki kenarın da batıda gözlenmesiyle 4 denklem elde edilir. Almukantarat, paralel eğrisi, günlük aberasyon, refraksiyon, koordinatların ve sistematik hataların düzeltilmesiyle elde edilen 4 denklem takımı;

$$B_{SE} = -15 \sin Z_{SE} \cos\phi \Delta\alpha + Y + \Delta d$$

$$B_{IE} = -15 \sin Z_{IE} \cos\phi \Delta\alpha + Y - \Delta d$$

$$B_{IW} = +15 \sin Z_{IW} \cos\phi \Delta\alpha + Y - \Delta d$$

$$B_{SW} = +15 \sin Z_{SW} \cos\phi \Delta\alpha + Y + \Delta d$$

olur. Burada,  $Y = \cos S \Delta\delta + \partial z$ , ve B, 4 kenar için kronolojik olarak (gözlenen - hesaplanan) artık değerlerdir. Bu 4 denklem, en küçük kareler yöntemi ile çözümlenerek  $Y$ ,  $\Delta\alpha$  ve  $\Delta d$  nin değerleri bulunur. Bulunan  $\Delta d$  değerleri,

$$d = 1/2 D * \Pi_0 / \Pi_G \pm \Delta d$$

denkleminde yine yazılarak  $d$  hesaplanır. Burada,  $d$ ; Güneş'in yarıçapı,  $D$ ; ham olarak elde edilen Güneş yarıçapı değeri,  $\Pi_0$ ; Güneş paralaksının almanak değeri,  $\Pi_G$ ; günlük paralaks değeridir.

### 3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmaya esas teşkil eden gözlemler, 30° zenit uzaklığında 18 Temmuz ile 23 Ağustos 1993 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Gözönüne alınan 37 gözlem gününden 28 gözlem gününde eksiksiz gözlem yapılmıştır. Yani, Güneş'in kenarı aynı günde 4 kez gözlenebilmiştir. Bu gözlemlerden 22 takımı Hüseyin Kılıç tarafından, son altı takım ise Orhan Gölbaşı tarafından yapılmıştır. 30° zenit uzaklığında yıldız gözlemleri de yapıldığından, gözlemlerin indirgenmesinde kullanılan alet ve prizma ile ilgili tüm veriler, yıldız gözlemlerinden elde edilmektedir.

İndirgemeler sonucunda Güneş'in ortalama yarıçapı, Hüseyin Kılıç tarafından  $959''.22 \pm 0''.12$ , Orhan Gölbaşı tarafından  $959''.65 \pm 0''.18$  olarak bulunmuştur. Tüm gözlemlerin ortalaması alındığında bu değer  $959''.31 \pm 0''.10$  olmaktadır. Bu çalışmadaki gözlemler kısa bir süreyi kapsamakla birlikte, diğer gözlemlerinde bir yılda elde edilen gözlem takımı sayısından daha fazladır. Zaten 30° zenit uzaklığında Güneş'in durumu nedeniyle 4 ay kadar gözlem yapılabilir. Bu çalışmada eksiksiz gözlem takımı 28 iken, San Fernando'da (İspanya) 1991 yılında 25 eksiksiz gözlem yapılmıştır (Sanchez 1991). CERGA (Fransa) Gözlemevinde 30° zenit uzaklığında 1978 yılında 18 takım gözlem yapılabilmiştir (Chollet 1981). Bu gözlemevinde aynı zenit uzaklığında 1979'da 18, 1980'de 19 eksiksiz gözlem yapılmıştır (Bougeard 1983). 1981'de ise gözlem sayısı 12 dir (Laclare 1983). CERGA Gözlemevinde 1975 yılından 1987 yılına kadar F. Laclare tarafından yapılan gözlemlerin tümü dikkate alındığında, bulunan ortalama yarıçap (2700 ölçüm)  $959''.45$  olmaktadır (Laclare 1987). Yine CERGA Gözlemevinde 1975 yılında 1990 yılına kadar yapılan gözlemlerde 30° zenit uzaklığında yıllık ortalama değerler  $959''.14$  ile  $959''.88$  arasında değişmektedir (Laclare et al. 1991). Sao Paulo' (Brezilya) daki Valinhos Gözlemevinde 1974-1987 yılları arasında yapılan gözlemlerde ise ortalama Güneş yarıçapı,  $958''.51$  ile  $959''.27$  arasında bulunmuştur (Leister 1989). 1990 yılında Güneş gözlemlerine başlanan San Fernando'da 1991 yılında elde edilen sonuç  $958''.86 \pm 0''.25$  şeklindedir (Sanchez 1991). yine 1990 yılında gözlemlere başlanan Sntiago du Chili Gözlemevinde ise Güneşin ortalama yarıçapı 1991 ve 1992 yıllarında, CERGA'ya göre 1" büyük bulunmuştur (Chollet et al. 1993).

Görüldüğü gibi, Malatya Danjon Astrolabı Gözlemevinde elde edilen sonuçlar, 15 yıllık CERGA Gözlemevinin sonuçlarıyla tam bir uyum içindedir. 13 yıllık Valinhos Gözlemevinin sonuçlarıyla ise yaklaşık bir uyum olduğu görülmektedir. Güneş Gözlemlerine, bizden bir yıl önce başlayan 2 gözlemeviden San Fernando'da bulunan sonuçlar, yukarıdaki sonuçlardan biraz küçüktür.

Santiago du Chili'nin sonuçları ise 1" kadar büyüktür. Özellikle Santiago du Chili'nin sonuçlarını yorumlamak için, Malatya Danjon Astrolabı Gözlemevinde elde edilecek sonuçlar beklenmekteydi (Chollet 1993). Çünkü bu gözlemevinde kullanılan sistem ile Malatya'daki sistem tamamen aynıydı. Malatya'da da 1" fazlalık bulunmuş olsaydı, sistemden gelen bir sistematik hata araştırılacaktı. Malatya Gözlemevinde 1993 yılında 60° zenit uzaklığında yapılan gözlemlerde de elde edilen sonuçlar, 30° zenit uzaklığında yapılan sonuçlarla tam bir uyum içindedir.

### **KAYNAKLAR**

Bougeard, M; Chollet, F; Laclare, F: Analyse des observations du soleil a l'Astrolabe du CERGA, Astron. Astrophys.126: 161-169 (1983).

Chollet, F.: Observation du soleil a l'Astrolabe, These de doctorat d'Etat, Université Pierre et Marie Curie: (Paris 1981).

Chollet, F.; Noel, F.: Le Nouvel Astrolabe de Santiago du Chili, Description de l'Instrument et premiers Resultats, Astron. Astrophys. (yayına kabul edildi): (1993).

Delache, P.; Laclare, F; Sadsaoud, H: Long period oscillations in solar diameter measurements, Nature. vol.317. n. 6036: 416-418 (1985).

Delache, P.; Gavryusev, V; Gavryusev, E.; Laclare, F.; Regulo, C; Cortes, T.R.: Time correlation between Solar Structural Parameters: p-mode frequencies, radius and neutrino flux, Astronomical Journal. 407: 801-805 (1993).

Laclare, F.; Glentzlin, M.: Observations du soleil a l'Astrolabe du CERGA, Astron. Astrophys. Suppl. ser. 52: 265-267 (1983).

Laclare, F.; CR. Acad. Sci., t.305, ser. 2:451-454 (Paris 1987).

Laclare, F.; Merlin, G: CR. Acad. Sci., t.313, ser. 2:323-330 (Paris 1991).

Leister, N.V.: Tese de Doutorado, Ins. Astron. e Geofis: (1989).

Sanchez, M.: Nuevo Astrolabio Polivalente del Real Instituto y Observatorio de la Armada, Doktora Tezi, Barcelona Üniv.: (Barcelona 1991).