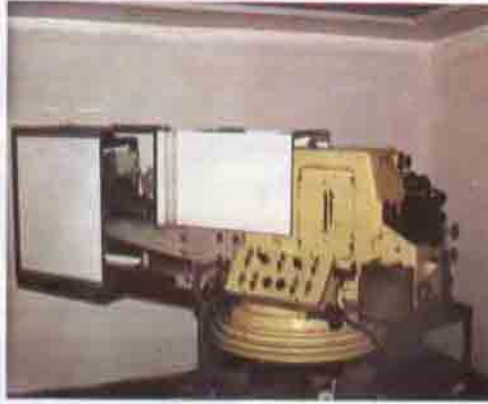


ASTRONOMİDE ÖNEMLİ BİR GELİŞME

MALATYA DANJON ASTROLABI İSTASYONU

Orhan GÖLBAŞ*

İnönü Üniversitesi Gök Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi ile Paris Gözlemevi arasında iki yıldan beri sürdürülen bilimsel işbirliği çerçevesinde, gök cisimlerinin konumlarını ölçen çok amaçlı bir Danjon Astrolabi İstasyonunun kuruluşu tamamlandı. İstasyonun açılışı, VIII. Ulusal Astronomi Kongresi nedeniyle Malatya'da bulunan 50 kadar gökbilimcinin de katıldığı bir törenle, 11 Eylül 1992 tarihinde İnönü Üniversitesi Rektörü Prof.Dr. Mehmet Yücesoy ve Paris Gözlemevi Astrolaplar Grubu Şefi Prof.Dr. Fernand Chollet tarafından yapıldı. Üniversitenin kampüs alanı içinde, deniz seviyesinden yüksekliği 905 m kadar olan küçük bir tepede kurulu istasyonda 15 Eylül tarihinden beri de, her açık gün ve gecede Güneş ve yıldız gözlemleri yapılmaktadır.



Malatya Danjon Astrolabi.

Danjon astrolabi, prizmalı astrolabın Sorbon Üniversitesi profesörü ve Paris Gözlemevi eski müdürlerinden André Danjon tarafından geliştirilmesiyle elde edilmiştir. İlk kez 1956 yılında Paris Gözlemevi'nde hizmete konarak, düzenli yıldız gözlemleri başlatılmıştır. Daha sonra yine aynı gözlemevinde 1963 yılında gezegen gözlemleri başlatılmıştır.

Älele özel bir filtre takılarak Güneş gözlemlerinin yapılması da ilk kez 1974'te Centre d'Etude et de Recherches Geodynamiques et Astronomiques (CERGA)'da bulunan astrolapla gerçekleştirilmiştir. 1974 yılından beri de kuvvetli radyo kaynağı olan yıldızların gözlemleri programa alınmıştır.

60'lı yıllardan itibaren, beş kıtaya yayılan Danjon Astrolabi İstasyonlarından 36 tanesinde sürekli gözlemler yapılmaktadır. Bunlardan, Malatya'daki dahil altı tanesi çok amaçlı olarak hizmet vermektedir. Yani bunlarla hem geceleri (yıldız, gezegen, küçük gezegen) hem de gündüzleri (Güneş) gözlem yapılabilmektedir.

MALATYA DANJON ASTROLABI İSTASYONU

Gök Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde çalışan istasyon, bu alanda en gelişmiş

olanıdır. 1956-1989 yılları arasında, Paris Gözlemevi'nde sürekli gözlem yapılan Danjon Astrolabi İstasyonunun, tümüyle sökülerek İnönü Üniversitesi'ne taşınması sonucunda kuruluş gerçekleştirilmiştir. Diğer beş çok amaçlı istasyonun üretilmesi de bu âlet üzerinde denenen optik ve mekanik değişikliklerle sağlanmıştır.

İstasyon için gerekli duyarlı zaman ise Global Positioning System (GPS) senkronize saat ile sağlanmaktadır. ABD Savunma

Bakanlığı tarafından geliştirilen bu sistemde, Yer yörüngesine yerleştirilmiş 18 uydu yardımıyla, U.S. Naval Observatory (USNO)'nun atom saati, basit bir antenle, televizyon yayınlarında olduğu gibi GPS alıcılarına verilmektedir. Antenin bulunduğu yerde, 18 uydudan herhangi dört tanesi ufkun 20° üstünde olduğunda, GPS otomatik olarak çalışmaya başlamakta ve daha sonra da uydularla bilgi alışverişini sürdürmektedir. GPS bir kere çalışmaya başladıktan sonra, uydulardan herhangi birini görmese bile ± 100 ns duyarlılıkta zamanı korumaktadır. Ülkemizde doğru bir zamanı koruyan ve bunun gidisini karşılaştıran bir zaman servisi bulunmadığından, bu sistemi Türkiye'nin en duyarlı saati sayabiliriz.

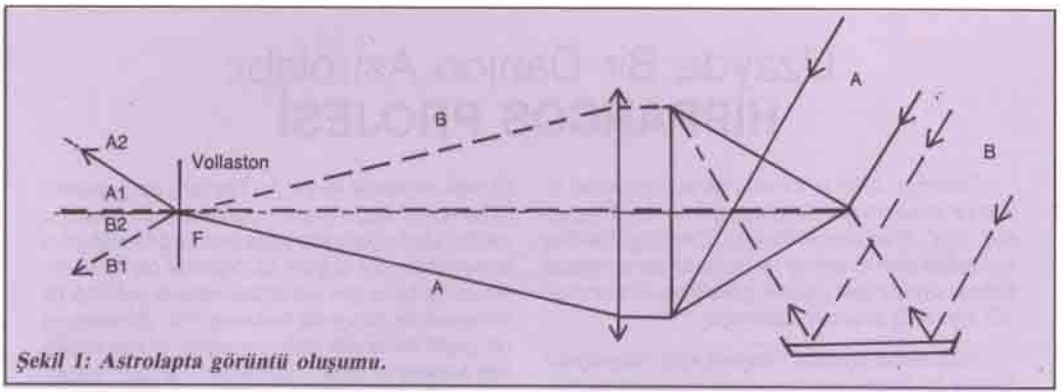
GPS aynı zamanda bir tuşa basıldığında, antenin bulunduğu yerin o anki konumunu (enlem, boylam ve yükseklik) vermektedir. Konumdaki hata, uyduları görmediğinde ± 25 m; en az dört uyduyu gördüğünde ± 5 m olmaktadır.

ÄLETİN PRENSİBİ

Äletin objektif çapı 10 cm odak uzaklığı ise 1 m'dir. Düşey eksenli etrafında 360° dönebilecek şekilde yapılmıştır.

Älet esas olarak, gök cisimlerinin belli bir zenit uzaklığından geçtikleri anda gözlenmesi prensibine dayanır (zenit uzaklığı: gözlem yerindeki tam tepe (başucu-zenit) noktasından ölçülen açı). Bu zenit uzaklığını, objektifin önüne konan prizmanın taban açısı tayin eder. Birden fazla prizma kullanılarak, bir gök cismi farklı zenit uzaklıklarında gözlenebilir. Bu durum özellikle Güneş gözlemlerinde önemli olmaktadır. CERGA'da beş farklı prizma kullanılarak Güneş'in yarıçapı günde 10 kez tayin edilebilmektedir.

* Doç.Dr., İnönü Üniversitesi Fizik Bölümü, Malatya.



Şekil 1: Astrolapta görüntü oluşumu.

Bir istasyonda kurulan Danjon Astrolabı ile $\theta + 30^\circ$ dikaçıklıklı gök cisimlerinin gözlemi yapılabilir. Burada θ istasyonun enlemidir. Malatya'daki istasyonun enlemi $38^\circ 19'$ olduğundan, burada yaklaşık olarak deklinasyonu 10° ile 70° arasında değişen gök cisimlerinin gözlemi yapılabilir. Çe-

şitli enlemlerde astrolap istasyonlarının kuruluşu sırasında bu durum dikkate alınmaktadır.

GÖZLEMLERİN YAPILIŞI

Hazırlanan gözlem programında gözlenecek gök cisimlerinin, prizmanın taban açısı ile tayin edilen yükseklikten geçiş anları ve o sıradaki azimutları (azimut: ufka paralel olarak ölçülen açılal koordinat) belirlidir. Gözlemci, âleti bu azimuta ayarlayarak beklemeye başlar. Gök cismi bu yüksekliğe gelmeden çok az önce, (Şekil 1) de görüldüğü gibi, biri doğrudan üstten (A), diğeri cıva çanağından yansıyarak alttan (B) prizmaya dik olarak giren ışık ışınlarıyla oluşan, gök cisminin iki görüntüsü görüş alanında görülür. Bu iki görüntünün birbirlerine kavuştuğu an, gök cisminin kullanılan prizmanın taban açısına eşit yükseklikte bulunduğu andır. Ancak pratikte bu iki görüntü üst üste çakıştırılmaz; mikrometreye bağlı bir vida ile çakışmadan 1 saniye kadar önce yan yana getirilirler. Görüntülerin çakıştığı odak noktasına konan bir Wollaston 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. Böylelikle, Wollaston prizmasının çok az bir hareketiyle, prizmaya gelen ışınların açısı çok az değişse de, görüntüler hep paralel kalacaktır. Gözlemcinin yapması gereken iş, görüş alanında çakışmadan hemen önce yan yana getirdiği iki görüntüyü sürekli olarak paralel tutmaktan ibarettir. Bunun için motora bağlı bir diferansiyel kullanılmaktadır. Diğer optik hatalar otomatik olarak düzeltilmiştir.

Güneş gözlemleri bundan biraz farklıdır. Tabiatıyla, âlette bazı ek parçalar da kullanılır. (Şekil 2) de Malatya'daki Güneş astrolabının şeması görülmektedir. Burada prizmanın önüne bir filtre konarak, Güneş'in görüş alanındaki parlaklığı Ay'ın parlaklığı mertebesine indirilmiştir. Güneş'in tüm kursu yerine, bir keresinde üst ve diğerinde de alt kenarının belli bir yüksekliğe geldiği an tayin edilir. Böylelikle, tek bir prizma ile meridyenden önce ve sonra olmak üzere, Güneş'in kenarının aynı bir yükseklikten dört kez geçişi gözlenebilir. Buradan, alt ve üst geçiş farkı Güneş'in yarıçapını verecektir. Malatya'daki istasyonda 30° ve 60° lik iki prizma bulunduğundan, şu anda günde dört kez Güneş yarıçapındaki değişimi izlemek mümkün olmaktadır.



Türkiye'nin en hassas ve korunumlu saati Malatya'da. GPS ekranında "A000:00:02:12 UNLOCK" yazılı olduğu görülüyor. Buradan, saatin çalıştırılmasından sonra 2 dakika 12 saniye geçtiğini, "unlock" yazısında da 18 uydudan en az dördünü, ufkun 20° üstünde yakalayamadığını anlıyoruz. Biraz sonra bu durum gerçekleşecek ve ekranda U.S. Naval Observatory'nin son derece duyarlı zamanı görünecektir. Başta ilk üç değer yılın kaçınıcı gününde olduğumuzu, diğerleri de sırasıyla saat, dakika ve saniyeyi göstermektedir.

Uzayda Bir Danjon Astrolabı: HIPPARCOS PROJESİ

Temmuz 1989 tarihinde Fransız Guyanası'ndan bir Ariane roketiyle uzaya gönderilen Hipparcos, High Precision PARalax COLlecting Satellite kelimelerinden türetilmiş ve bununla astrometrisinin babası sayılan eski yunanlı gökbilimci Hipparchus (Ö 190-120) anılmak istenmiştir.

Hipparcos uydusu, başlangıçta karşılaşılan önemli aksiliklere karşı görevini başarıyla sürdürmüş ve 100 000 yıldızın konumu, öz hareketi ve paralaksının ± 2 ms duyarlıkla tayini gerçekleştirilmiştir. Bu değerler yerden yapılan gözlemlerle en fazla ± 0.4 kadar olabilmektedir. İkinci aşamada da 200 000 yıldızın konumu daha az duyarlı olarak elde edilebilecektir. Uyduyla doğrudan uzaklık ölçümlerine ilişkin gözlenebilir uzay hacmi de, yer yüzünde yapılan gözlemlere göre 100 kattan fazla artmıştır.

Bu ölçümlerin astrometri yanında astrofizikte de çok büyük önemi vardır. Yıldızların daha güvenilir uzaklıklarının bilinmesiyle, bunlara ilişkin mutlak kadir ya da parlaklıkları ve yüzey sıcaklıkları bulmak mümkün olacaktır. Böylelikle, yıldızları Hertzsprung-Russel diyagramına yerleştirmede karşılaşılan problemlerin bir kısmı çözülebilecek ve yıldızların evrimine ilişkin araştırmalara katkıda bulunulabilecektir.

Bu arada Hipparcos verilerine dayanan çok duyarlı bir başvuru çerçevesi de elde edilecektir.

Duyarlı olmasına karşın bu başvuru çerçevesinin diğerleriyle bağlantısının yapılması zorunluluğu vardır. Uydu, yalnızca yıldızların birbirlerine göre konumlarını çok duyarlı bir biçimde ölçmektedir. Bir yerde bunu çok net ancak nerede çekildiği bilinmeyen bir fotoğrafa benzetebiliriz. Bu nedenle de, çeşitli tekniklerle yıldız, gezegen, Güneş ve Güneş sisteminin diğer cisimlerinin Yer'den yapılacak gözlemleri büyük önem taşımaktadır. Danjon



Astrolabı, sadece uygun prizma, filtre gibi ek parçaları kullanılarak, 5-10 dakika gibi kısa bir sürede Güneş gözlemi yapabilecek düzeneğe geçebilmektedir. Böylelikle, bu gök cisimlerinin tümünü aynı günde duyarlı ve kararlı bir biçimde gözleyebilen tek alet olma özelliğine sahiptir.

Aslında zaten Hipparcos uydusunun çalışma sistemi, Danjon Astrolabının tamamıyla aynıdır. Bu nedenle uydunun uzayda çalışan otomatik bir Danjon Astrolabı olduğunu söyleyebiliriz. Paris Gözlemeviyle yapılan anlaşma gereğince, Hipparcos uydusunun verilerinin tümü İnönü Üniversitesi Gök Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne gönderilecektir. Buradan, hem gözlediğimiz yıldızlara ilişkin katalog hataları giderilebilecek hem de Hipparcos uydusunun verileriyle kurulacak olan başvuru çerçevesinin, mevcut başvuru çerçevelerine uyarlanması da diğer istasyonlarla birlikte katkıda bulunulabilecektir. □

GÖZLEMLERİN DUYARLIĞI

Gözlemlerin indirgenmesi "eşit yükseklikler yöntemine" dayanır. Ancak burada bunları ayrıntılı olarak vermek okuyucuyu sıkabilir. Bu nedenle sadece gözlemlerin duyarlılığından bahsetmek daha uygun olacaktır.

Malatya'da bulunan Danjon Astrolabıyla zaman (Universal Time - UT) 1 ms duyarlılıkla belirlenebilmektedir.

Yıldızların konumlarındaki hata, sağaçıklıkta ± 0.006 ; dikaçıklıkta $0''.1$ olmaktadır (gök cisimleri için yukarıda sözü edilen zenit uzaklığı ve azimat, gözlem yerine bağlı koordinatlardır. Gözlem yerinden bağımsız, mutlak koordinatlar, dünya ekvator düzleminin gökküredeki uzantısı olan gök ekvatoru-

na göre tanımlanır; gök ekvatoruna dik açısal uzaklık "dikaçıklık", yeni gökküredeki enlem, "sağaçıklık" ise gökküredeki boylam koordinatıdır).

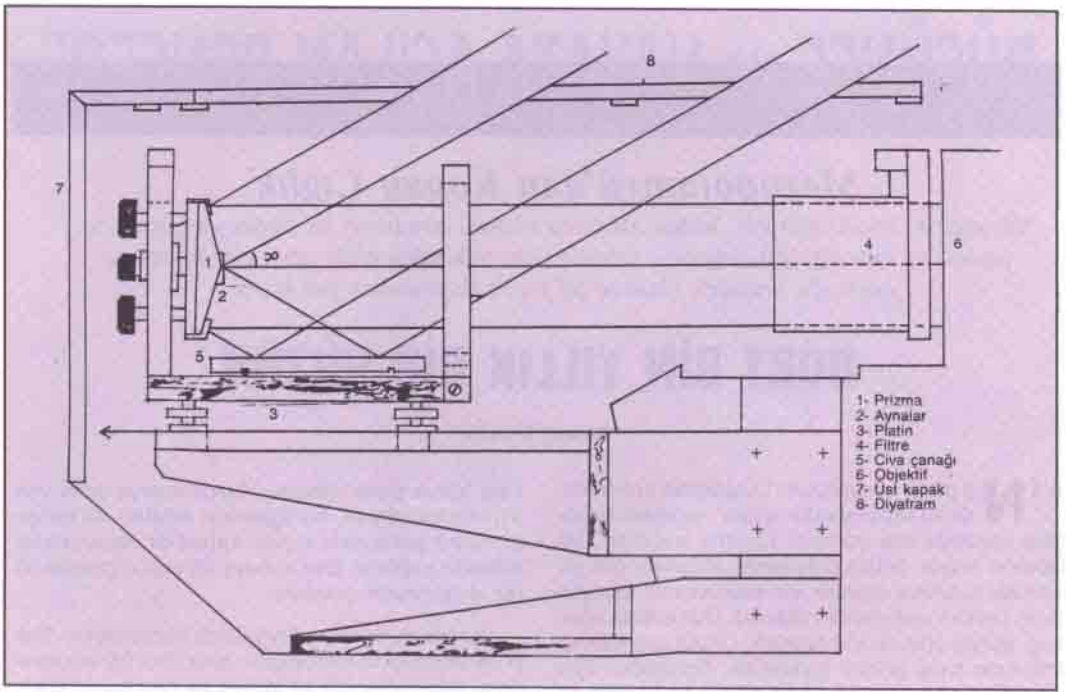
Gezegen gözlemlerindeki hata ise, sağaçıklıkta ± 0.007 ; dikaçıklıkta $\pm 0''.05$ olmaktadır.

Güneş yarıçapındaki değişim ise $\pm 0''.027$ hata ile tayin edilebilmektedir.

Bu değerler, yıldızlar için tek bir grubun gözlemi, gezegen ve Güneş içinse, tek bir geçiş sonucunda elde edilmektedir. Tüm gözlemler dikkate alındığında, duyarlılık daha da artmaktadır.

BİLİMSEL ARAŞTIRMALARA KATKISI

Çok amaçlı Danjon Astrolabı istasyonlarının şu sıralardaki asıl amaçları arasında Güneş'in konumu



Şekil 2: Malatya Güneş astrolabı şeması ($Z = 60^\circ$ için).

ve yarıçapındaki değişim, yıldız kataloğu hazırlanması, başvuru çerçevesi, anlık enlem ve boylam tayini sayılabilir. Bunların yanında ikincil olarak katkıda bulunduğu alanlar da vardır. Bunları kısaca şöyle özetleyebiliriz:

1. Güneş Yarıçapındaki Değişim. Danjon Astrolabıyla Güneş gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucunda, Güneş'in konumu yanında yarıçapındaki değişim de tayin edilmektedir. Buradan da, yarıçapdaki değişimle Güneş'teki fiziksel olaylar arasında ilişki araştırılmaktadır.

2. Katalog Düzenlenmesi. Danjon Astrolabı yıldız katalog düzenlenmesi konusunda en önemli âletlerden biridir. Âletle Temel Katalog (FK5) yıldızlarının % 95'ini, FK5 Supplement kataloğundaki yıldızların ise % 55'ini gözlemek mümkündür.

3. Başvuru Çerçevesi. Bilindiği gibi, 1989 Ağustosunda fırlatılan Çok Duyarlı Paralaks Biriktirme Uydusu (Hipparcos) astrometrik uydusu ile 100 000'den fazla yıldızın konumu 1 ms ile tayin edilmiştir. Böylelikle çok duyarlı bir başvuru çerçevesi de elde edilmiştir. Bunun dışında da, çeşitli tekniklere dayalı birçok başvuru çerçevesi tanımlanmaktadır. Yer-Ay kütle merkezinin Güneş etrafındaki hareketini temel alan Dinamik Sistem, Çok Uzun Tabanlı Enterferometre (VLBI), ekstrasgalaktik gibi... Ancak bu farklı sistemleri birbirine bağlayabilmek için tek yol Güneş Sistemi cisimlerinin ve Hipparcos yıldızlarının yerden gözlenmesidir. Şu anda bu gözlem cisimlerinin hep-

sini duyarlı biçimde gözleyebilen tek âlet de Danjon Astrolabı'dır

4. Yer'in Dönmesi ve Kutup Hareketi. Danjon Astrolabıyla 1 ms duyarlılıkla Üniversal Zaman (UT) tayini yapılmakta, İstasyonun anlık enlem ve boylamı elde edilmektedir. Buradan da, Uluslararası Kutup Hareketi Servisi (IPMS) kanalıyla kutbun hareketine; Uluslararası Saat Servisi (BIH) kanalıyla da günün uzaması, zaman tayini ve korunumu konularına doğrudan katkıda bulunmaktadır.

Görüldüğü gibi, Danjon Astrolabı, özellikle astrometride, ikincil olarak da astrofizik ve jeodezide birçok bilimsel alana doğrudan katkıda bulunan, hem teknik hem de ilgi alanında gerekli değişimleri yaparak güncelliğini koruyan önemli bir âlettir. Son yıllarda Danjon Astrolabıyla CCD kamerası kullanılarak Güneş gözlemlerinin yapılması bunun son örneğidir.

Malatya'daki Danjon Astrolabı İstasyonu'nda 15 Eylül 1992 tarihinden beri, gözlem yapılması mümkün olan her gün ve gecede gözlem yapılmıştır. Malatya, gözleme uygun gün sayısı bakımından da çok uygun görünmektedir. Açık günlerin bu kararlılıkla değerlendirilmesine devam edilmesi durumunda, Malatya'daki İstasyon diğerlerinden çok üstün bir konuma gelecektir. Böylelikle İznik'te doğan Hipparkhos ile İÖ 150 yıllarında başlayan; Semerkand'da kurduğu gözlemevinde 1430 yıllarında Uluğ Bey ile sürdürülen; son yıllarda Hipparcos Uydusuyla doruğa çıkan astrometrik çalışmalara ülkemizden önemli bir katkı bekleyebileceğiz. □