

DANJON ASTROLABI İLE YILDIZ VE GÜNEŞ GÖZLEMLERİ

Orhan GÖLBAŞI
İnönü Üniversitesi, Malatya

1. GİRİŞ

Bu çalışmada astronomide önemli bir alet olan Danjon Astrolabı tanıtılacak ve bununla yapılan araştırmalar üzerinde durulacaktır.

Danjon Astrolabı , eski prizmalı astrolabın Sorbon Üniversitesi profesörü ve Paris Gözlemevi eski müdürlerinden André Danjon tarafından geliştirilmesiyle elde edilmiştir. İlk kez 1956 yılında Paris Gözlemevinde hizmete konarak düzenli yıldız gözlemleri başlatılmıştır, (Chollet,1981).

Daha sonra yine aynı gözlemevinde 1963 yılında gezegen gözlemleri başlatılmıştır, (Chollet et al. 1986).

Danjon Astrolabıyla Güneş gözlemleri ise ilk kez Centre d'Etude et de Recherches Geodynamiques et Astronomiques (CERGA)'da bulunan astrolabla 1974 de başlatılmıştır, (Chollet et al. 1978).

1975 yılından beri de kuvvetli radyo kaynağı olduğu tahmin edilen yıldızların gözlemi yapılmaktadır, (Chollet et al. 1986).

Şu anda 35 civarında Danjon Astrolabı istasyonu Dünyanın çeşitli yerlerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Bunlardan 6 tanesinde çok amaçlı gözlemler yapılmaktadır. Yıldız, gezegen, küçük

gezegen ve güneşin gözleendiği bu istasyonların ikisi Fransa'da, ikisi Brezilya'da, diğeri de İspanya ve Şili'de bulunmaktadır.

2. ALETİN PRENSİBİ

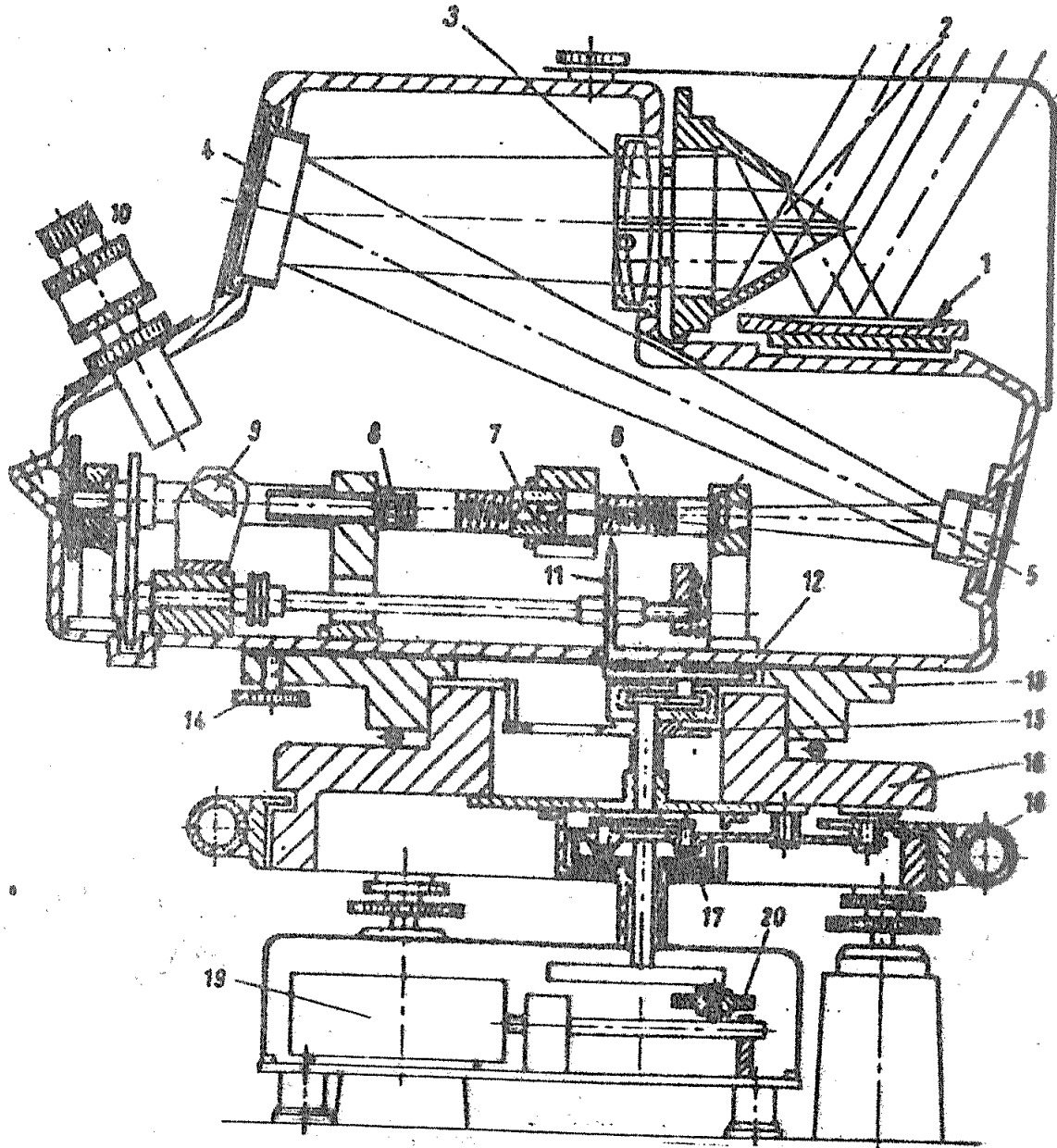
Aletin objektif çapı 10 cm. odak uzaklığı ise 1 m. dir. Düşey ekseni etrafında 360° dönebilecek şekilde yapılmıştır, (Şek.1).

Alet esas olarak, gök cisimlerinin belli bir zenit uzaklığından geçtikleri anda gözlenmesi prensibine dayanır. Bu zenit uzaklığı, objektifin önüne konan prizmanın taban açısı tayin eder. Birden fazla prizma kullanılarak, gök cisimi farklı zenit uzaklıklarında gözlenebilir. Bu durum özellikle Güneş gözlemleri için çok önemli olmaktadır. CERGA'da 5 farklı prizma kullanılmak suretiyle Güneşin yarıçapı günde 10 kez tayin edilebilmektedir.

Bir istasyona kurulan Danjon Astrolabıyla $\psi_{+} 30^{\circ}$ deklinasyonlu gök cisimlerinin gözlemi yapılabilmektedir. Burada ψ istasyonun enlemidir. Çeşitli enlemlerde astrolap istasyonlarının kuruluşu bu boşluklara göre düzenlenmektedir.

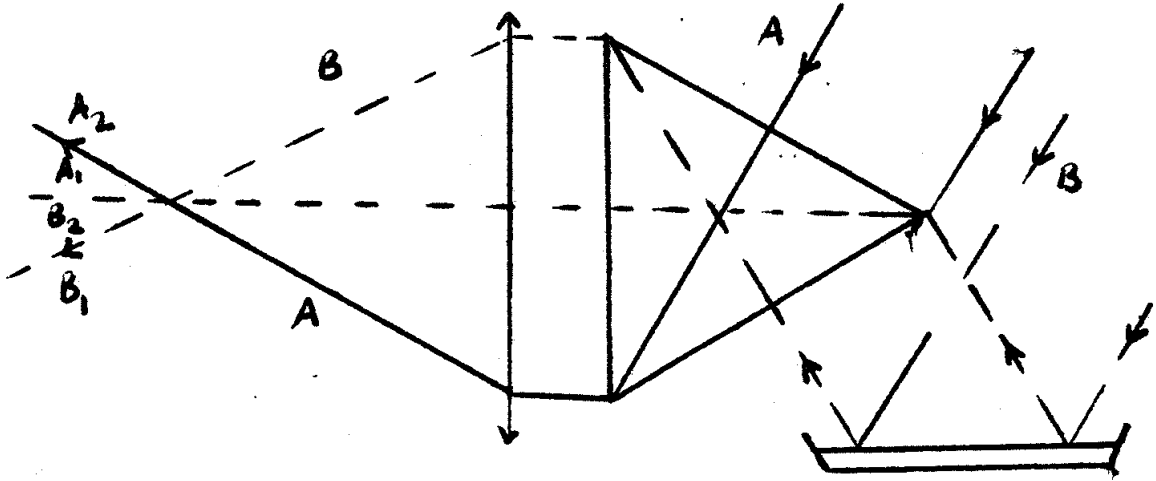
3. GÖZLEMLERİN YAPILIŞI

Hazırlanan gözlem programında gözlenecek gök cisimlerinin, prizmanın taban açısı ile tayin edilen yükseklikten geçiş anları ve o sıradaki azimutları bellidir. Gözlemci aleti bu azimuta ayarlayarak beklemeye başlar. Gök cisimi bu yüksekliğe gelmeden çok az önce. (Sek.2.)'de görüldüğü gibi biri doğrudan doğruya üstten (A), diğeri civa çanağından yansyarak alttan (B) prizmaya dik olarak giren ışık ışınlarıyla oluşan, gök cisminin iki görüntüsü görüm alanında görülür. Bu iki görüntünün birbirlerine kavuştuğu



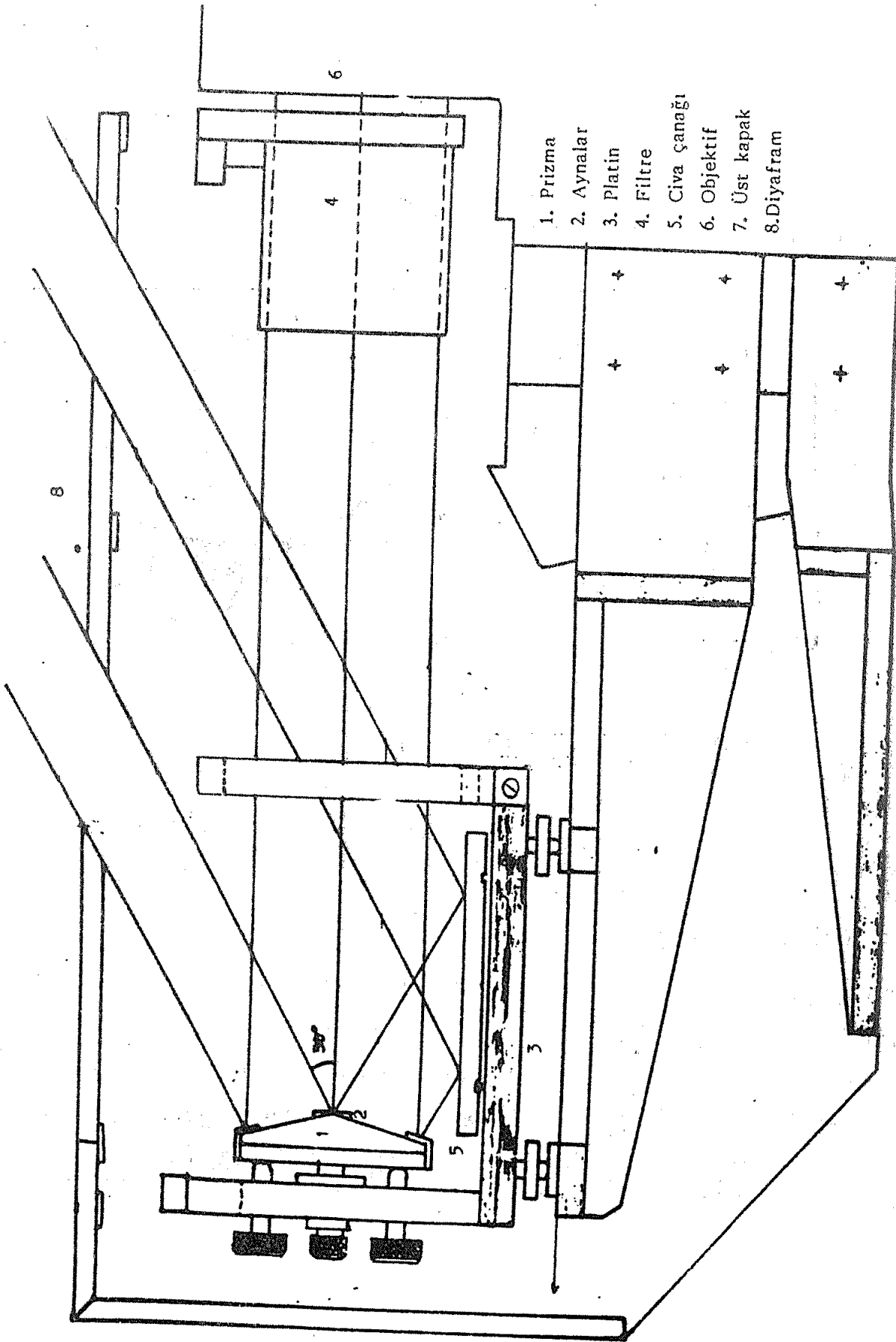
(Şek. 1) - Klasik Danjon Astrolabının Kesiti.(1). Civa çanağı, (2).Prizma (3).Objektif (4).Büyük ayna (5). Küçük ayna (6).Mikrometre vidası (7). Wollaston (8). Taşıyıcı (9) Çevirici prizma (10). Oküler (11). Tekerlek (12). Disk (13). Plato (14) Ayarlama vidası (15). Dişli çark (16). Kaide (17). Diferensiyel (18). Diferensiyel dümeni (19). Motor (20). Hız değiştirici.

an, gökcisminin 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 yanyana 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, görüm alanındaki iki görüntüyü sürekli olarak paralel tutmaktan ibarettir. Diğer optik hatalar otomatik olarak düzeltilmiştir. Alete "L'Astrolabe Impersonnel" denmesinin nedeni de budur.



(Şek. 2)

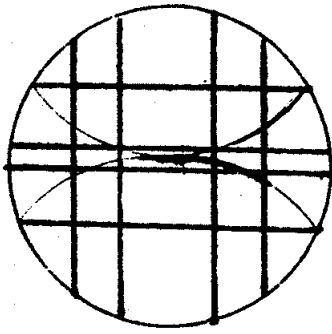
Güneş gözlemleri bundan biraz farklıdır. Tabiatıyla, alette de bazı ek parçalar kullanılır. (Şek.3.)'de Paris gözlemevi Güneş Astrolabının şeması görülmektedir. Burada prizmanın önüne bir filtre konarak, güneşin görüm aletin görüm alanındaki parlaklığı Ay'ın parlaklığı mertebesine indirilmiştir. Güneşin tüm kursu yerine, bir keresinde üst ve diğerinde de alt kenarının belli bir



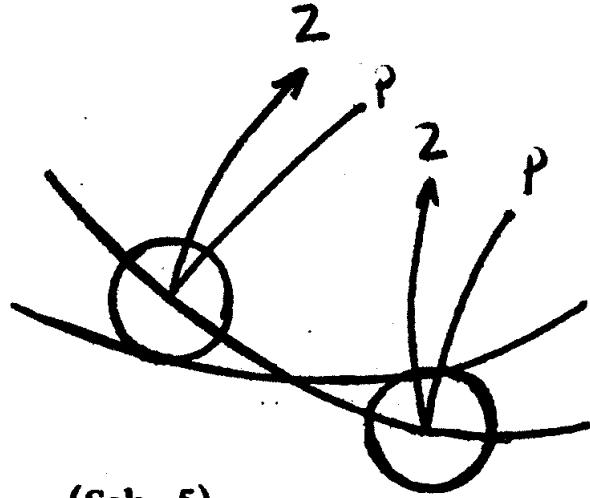
1. Prizma
2. Aynalar
3. Platin
4. Filtre
5. Civa çanağı
6. Objektif
7. Üst kapak
8. Diyafram

(Şek. 3): Paris Gözlemevi Güneş Astrolabı ($z = 60^\circ$ için).

yükseklığe geldiği an tayin edilir. Görüm alanında güneşin kenarının iki görüntüsü (Şek. 4)'deki gibidir. (Şek. 5)'de bir örnek olmak üzere, Güneş meridyeni geçtikten sonra, önce alt ve dahasonra da üst kenarının aynı bir yükseklik paralelinden geçişi temsil edilmektedir. Meridyenden önce bunun tam tersi olur. Böylelikle, bir tek prizma ile, meridyenden önce ve sonra olmak üzere, Güneşin kenarının aynı bir yükseklikten 4 kez geçişi gözlenebilir.



(Şek. 4)



(Şek. 5)

4. YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER

Teknik gelişmeye uygun olarak, alette zamanla birçok yenilikler yapılmış ve bu şekilde hem daha kolay ve duyarlı gözlemler elde edilmiş hem de alet daha kararlı hale getirilmiştir.

1970 yılında ilk kez hizmete konan L'Astrolabe a Pleine Pupile (APP) sistemi ile bir çok hatanın elenmesi ve kararlı hale gelmesi sağlanmıştır. Örneğin bu şekilde, nütasyon gözönüne alındığında % 20 daha iyi sonuç elde edildiği görülmektedir, (Billaud and Guinot, 1971), (Chollet, 1980).

1971'den itibaren Peking Gözlemevinde ve daha sonra CERGA'da fotoelektrik Danjon Astrolabı gözlemlerine başlanmıştır, (Billaud, 1982).

1976 yılından başlayarak, CERGA'da Güneş gözlemleri yapılabilecek şekilde değişiklikler yapılmış ve böylelikle alel gündüzleri de kullanılabilir hale gelmiştir.

1983 yılından itibaren ABD'de Naval Gözlemevinde kurulu bulunan Danjon Astrolabı hareketli hale getirilerek, daha çok jeodezik amaçlı çalışmalar yapılmaktadır, (Lukac et al., 1986).

İspanya'da bulunan bir APP astrolabı da, gözlemi tümüyle elektronik algılayıcılarla yapacak şekilde donatılmıştır. İndirgemeler, klasik astrolaba göre sonuçların 10 kez daha iyi olduğunu göstermektedir, (Sanchez, 1988).

5. GÖZLEMLERİN İNDİRGENMESİ

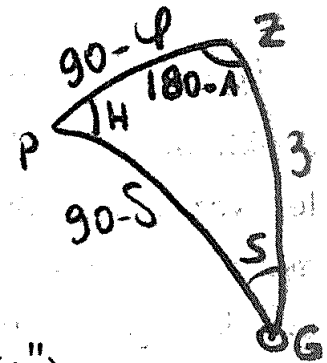
Gözlemlerin indirgenmesi "eşit yükseklikler yöntemine" dayanır. Bu yöntemin Danjon Astrolabına uygulanışı ile ilgili ayrıntılı bilgiler "La Methode des Hauteurs Egales en Astronomy" adlı kitapta (Débarbat and Guinot, 1970) ve verilen diğer kaynaklarda bulunmaktadır. Kısaca belirtilmek istenirse, denklem bilinen küresel üçgen formüllerinden çıkarılır, (Şek. 6).

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H \quad (1)$$

Buradan

$$\sin z \sin a = \cos \delta \sin H \quad (1')$$

$$\sin z \cos a = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos H \quad (1'')$$



(Şek 6)

Daha sonra (1) denkleminin türevi alınıp (1') ve (1'') yerine konursa

$$- \sin z \, dz = - \cos \varphi (\cos S \sin H) \, dH + (\cos \varphi \sin S - \sin \varphi \cos S \cos H) \, d\varphi + (\cos S \sin \varphi - \sin S \cos \varphi \cos H) \, dS$$

ve sonuçta

$$dz = - \cos \varphi \sin Z \, dH - \cos Z \, d\varphi - \cos S \, dS \text{ bulunur.}$$

Yıldız, gezegen ve küçük gezegen gözlemlerinde, bu durumda $d\varphi$ (enlem), dz (zenit hatası, yani prizmanın taban açısının hatası), ve dH (saat düzeltmesi) olarak adlandırılan 3 bilinmeyen vardır. Bu durumda farklı azimutlara sahip 3 yıldızın gözlemiyle bu üç bilinmeyenin bulunması mümkündür. Ancak pratikte 28 yıldızdan oluşan bir yıldız grubu gözlenir. Böylelikle gözlem duyarlılığı artırılmış olur.

Güneş gözlemlerinde durum biraz değişiktir. Gözlenen zenit uzaklığı $(z - d)$ ve $(z + d)$ şeklindedir. Burada d güneşin yarıçapıdır. Bu durumda tek bir prizmayla, meridyenden önce ve sonra olmak üzere, Güneş kenarının belli bir yükseklikten geçişi ile ilgili 4 denklem elde edilir, (Chollet, 1981). Bunlardan Güneş doğudayken ve üst kenarı için denklem yazılırsa

$$R_{SE} = - 15 \sin Z_{SE} \cos \varphi \Delta \alpha + \cos S_{SE} \Delta S + \Delta z + \Delta d$$

denklemi elde edilir. Diğer 3 geçiş için de buna benzer denklemler yazılabilir. Burada φ yıldız ve gezegen gözlemlerinden bilinmektedir. $Y = \cos S \Delta S + \Delta z$ denirse, bu durumda Y , $\Delta \alpha$ ve Δd olmak üzere 3 bilinmeyen vardır. Buna karşılık 4 denklem bulunduğundan çözüm vardır. Ancak bir günde aynı bir prizmayla Güneşin 4 kenarının gözlemi yapılamamışsa, biraz daha karmaşık olarak çözüm bulunabilmekte, buna karşın gözlem duyarlılığı

azalmaktadır, (Bougeard, 1982).

6. GÖZLEMLERİN DUYARLIĞI

Fotoelektrik astrolabla ± 0.002 ile UT tayini yapılabilmektedir, (Billaud, 1986).

APP astrolablarıyla yıldız kataloglarında $\alpha \pm 0.006$ ile; δ ise $\pm 0.1''$ ile belirlenebilmektedir, (Chollet et al., 1986).

Güneş yarıçapının değişimi $0.02''$ ile tayin edilebilmektedir. Tek bir gözlem sonucunda güneşin yarıçapı $0.27''$ duyarlıkla belirlenebilmektedir, (Chollet et al., 1986).

UT tayininde, klasik astrolablarla 5 ms, APP ile 2.5 ms ve son zamanlarda geliştirilen astrolablarla 1 ms duyarlığa erişilebilmektedir.

Gezegen gözlemleri sonucunda $\alpha \pm 0.007$; $\delta \pm 0.05''$ duyarlıkla tayin edilebilmektedir, (Chollet et al., 1986).

7. BİLİMSEL ARAŞTIRMALARA KATKISI

Danjon Astrolabı gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucunda aşağıda ana başlıklarla verilen bilimsel araştırmalara doğrudan katkıda bulunmaktadır.

7.1 Kutup Hareketi

Danjon Astrolabının hizmete konduğu ilk yıllarda en önemli katkılarından biri kutup hareketi problemi olmuştur. Ancak bu alanda kullanılan Laser-Luna ve Laser-Satellite gibi yeni tekniklerle UT tayini 0.0001 duyarlıkla elde edilebilmektedir. Bu nedenle Danjon Astrolabı ve Photographic Zenith Tube (PZT) gibi

optik aletlerin bu alandaki katkısı azalmıştır, ancak yine de elde edilen veriler International Polar Motion Service (IPMS) tarafından kullanılmaktadır.

7.2 Yer'in Dönmesi

Burada da durum kutup hareketinde olduğu gibidir. Bu alanda Very Long Base Interferometer (VLBI) ve radyointerferometri gibi teknikler yanında klasik aletler ikinci plana düşmüştür.

7.3 Katalog

Danjon Astrolabı katalog düzenlenmesi konusunda en önemli aletlerden biri olma özelliğini korumaktadır. Danjon Astrolabıyla FK5 katalog yıldızlarının % 95 ini, FK5 Supplement katalog yıldızlarının ise % 55 ini gözlemek mümkündür, (Billaud et al., 1974). Böylelikle temel katalog hazırlanmasında çok önemli bir katkısı vardır.

7.4 Başvuru Çerçevesi

Bilindiği gibi 1989 da fırlatılması beklenen Hipparcos uydusu ile 200 000 yıldızın konumunun 0.001 duyarlıkla tayini planlanmaktadır. Böylelikle başvuru çerçevesi ve katalog konularında çok önemli adımlar atılacaktır.

Günümüze kadar bir çok başvuru çerçevesi tanımı yapılmıştır. Bunlardan birisi, Yer-Ay kütle merkezinin Güneş etrafındaki hareketini temel alan Dinamik Sistemdir. Uzay Teleskobu, VLBI ve Hipparcos ile ekstragalaktik ve galaktik sistemler elde edilmektedir. Ancak bu farklı sistemleri birbirine bağlayabilmek için tek yol Güneş Sistemi ve Hipparcos yıldızlarının Yer'den gözlenmesidir. Şu anda bunu yapacak tek alet de Danjon Astrola-

bı olarak görülmektedir, (Chollet, 1982).

7.5 Güneş Yarıçapının Değişimi

Danjon Astrolabıyla Güneş gözlemleri sonucunda, Güneşin konumu yanında yarıçapının değişimi de elde edilmektedir. Buradan hareketle Güneşteki fiziksel olaylara da girilebilmektedir. Bu güne kadar yapılan gözlemlerden Güneş yarıçapının değişiminde 0.5 lik ve 1000 günlük dönemli bir salınımın varlığı görülmektedir, (Laclare, 1983). Bundan sonraki gözlemler, bunun Güneşteki fiziksel olaylarla ilişkisini ortaya çıkarabilecektir.

8. GÖZLEM SONUÇLARI

1985, 1987 ve 1988 yıllarında Paris Gözlemevinde Danjon Astrolabıyla yapılan yıldız, gezegen, güneş ve radyo yıldızları gözlemlerine katılmıştır. Bunlardan 1985 yıldız gözlemleri yayınlanmıştır, (Chollet et al, 1987). 1987 ve 1988 gözlemleri de yayınlanmak üzeredir. Bu yıllarda, ülkemizden katılan gözlemcilerin de yer aldığı dönemdeki gözlemler aşağıda tablolar halinde verilecektir.

1985 yılı Temmuz ayı gözlemleri Tablo 1 de verilmektedir.

Tablo 1

Gözlemci	Gözlem grubu sayısı	Gözlem ağırlıkları *		
		Max.	Min.	Ort.
Gölbaşı	19	5.4	0.7	1.5
Texier	10	0.8	0.5	0.6
Mangombi	6	1.9	0.5	0.9
Lam	2	0.5	0.5	0.5

* (Gözlem ağırlığı - duyarlık ilişkisi Tablo 3 de verilmiştir.)

1987 yılı Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları gözlem sonuçları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2

Gözlemci	Gözlem grubu sayısı	Gözlem ağırlıkları		
		Max.	Min.	Ort.
Gölbaşı	8	18.8 ^x	1.9	5.4
Ökten	15	12.2	1.0	3.5
Diğerleri	30	4.5	0.7	1.8

(X) Bu gözlem ağırlığı 1956 yılından beri aralıksız gözlem yapılan Paris Gözlemevinde bu güne kadar elde edilmiş en yüksek değer olmaktadır.

Tablo 1 ve 2 - A ökten ve O. Gölbaşı'nın Paris gözlemevinde en iyi sonuçları elde ettiklerini göstermektedir.

9. SONUÇ

Görüldüğü gibi, Danjon Astrolabı astrometri, astrofizik ve jeodezide bir çok konuda katkısı olan, hem teknik hem de ilgi alanında gerekli değişimleri yaparak güncelliğini koruyan önemli bir alettir. B.Ü. Kandilli Gözlemevine 1967 yılında getirilen ve 1974 yılından sonra hiç gözlem yapılmayan Danjon Astrolabının günümüz tekniklerine uygun bir biçimde yeniden hizmete konması bu nedenle büyük önem taşımaktadır.

Özellikle Paris Gözlemevindeki bilimsel etkinliklere ülkemizden yapılan olumlu katkılar sonucunda, Türkiye'de bir astrolab istasyonunun kurulmasının çok yararlı olacağı, aynı zamanda Astrolabe Working Group'un başkanı da olan, Paris Gözlemevi

Tablo 3

<u>BOYLAM</u>		<u>ENLEM</u>	
<u>Ağır- lık</u>	<u>Hata</u>	<u>Ağır- lık</u>	<u>Hata</u>
≥ 8.8	± 0.002	≥ 12.8	± 0.02
4.5	3	6.5	3
2.8	4	3.9	4
1.9	5	2.6	5
1.3	6	1.8	6
1.0	7	1.4	7
0.8	8	1.1	8
0.7	9	0.9	9
0.8	10	0.8	10
0.5	11	0.6	11
0.4	12	0.5	12

Astrolablar Şefi Dr. F. Chollet tarafından da kabul edilmiştir. Bundan hareketle, Paris Gözlemeviden destek istenmiş ve bunun sonucunda hibe yoluyla İnönü Üniversitesine bir Danjon Astrolabı verilmesi prensipte kabul edilmiştir. Astrolaba hizmet verecek ek ünitelerin satın alınması ve gözlem kulübesinin yapılması ile ilgili çalışmalar üniversite bünyesinde sürdürülmektedir.

1988 Ağustos ayında Baltimore'da yapılan IAU toplantısında da Dr. Chollet'nin vermiş olduğu bildiride bu konuya değinilmiş ve B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve İnönü Üniversitesinde çok amaçlı birer astrolab istasyonunun kuruluş çalışmalarına başlandığı bildirilmiştir. Bir yıl sonra sürekli gözlemlere başlanması planlanan bu istasyonlar hizmete konabilirse, astrometri, astrofizik ve jeodezide, hem araştırma hem de eğitim ve öğretimde önemli etkinliklerin yapılması beklenebilecektir.

KAYNAKLAR

- Billaud, G., and Débarbat, S., La Methode des Hauteurs Egales en Astronomie, Ed. Gordon and Breach, 1970.
- Billaud, G. and Guinot, B., Astron. Astrophys. II, 241, 1971.
- Billaud, G. and Débarbat, S., IAU Symp. No. 61, p. 87, 1974.
- Billaud, G., Reports on Astronomy, IAU, 1982.
- Billaud, G., A New Astrolabe, Astrometric Techniques, H.K. Eichorn and R.J. Leacock (Eds.), IAU, 1986.
- Bougeard, M., Analyse des Observations du Soleil a l'Astrolabe du CERGA, Obs. de Paris, 1982.
- Chollet, F., Demarq, J. et Laclare, F., Astron. ASTROPHYS? Suppl. Ser., 33, 7-9, 1978.

- Chollet, F., Observation du Soleil a l'Astrolabe, These de doctorat d'Etat, 1981, Université Pierre et Marie Curie.
- Chollet, F. and Débarbat, S., Catalogue Hipparcos et Observations au Sol, Proc.Int.Collog. on the Scientific Aspects of the Hipparcos Mission, Strasbourg, 1982.
- Chollet, F. et Débarbat, S., Objets Accessibles aux Astrolabes de Haute Precision: Etoiles et Radioetoiles Brillantes, Planetes, Soleil, Astrometric Techniques, H.K. Eichorn and R.J. Leacock (Eds.), 705-713, IAU, 1986.
- Chollet, F., Débarbat, S., Gölbaşı, O., Hascoet, J.C., Lam, S.K., Lehman, M., Mangombi, J., Texier, P., Astron. Astrophys. Suppl.Ser., 67, 297-301, 1987.
- Laclaire, F., Astron. Astrophys., 115, 200-203, 1983.
- Lukac, C.F., Wheeler, P.J., Keating, R.E. and Clarke, R.T., Timing and Data Acquisition System for a Field Astrolabe, Astrometric Techniques, H.K. Eichorn and R.J. Leacock (Eds.), 397-406, 1986.
- Sanchez, M., (private communications), 1988.

condition, and the fact that the
condition that a person is
and all have said that