

BİLİME ADANMIŞ ÖMÜR: NASÎRUDDÎN TÛSÎ

Editör
AYKUT KAR
ANAR GAFAROV

gece
kitaplığı

gece
kitaplığı

Yayın Koordinatörü • Yaşar HIZ
Genel Yayın Yönetmeni • Aydın ŞİMŞEK
Editör • Aykut KAR - Anar GAFAROV
Kapak Tasarım • Ali İMREN
İç Tasarım • Ali İMREN
Sosyal Medya • Safacan YILDIZ

Birinci Basım • © Ekim 2017 / ANKARA
ISBN • 978-605-288-014-2
© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı

Adres: Korkut Reis Mh. Yeşilırmak Cd. 10 / B Demirtepe
Çankaya/ANKARA
Tel: 0312 384 80 40

web: www.gecekitapligi.com
e-posta: gecekitapligi@gmail.com



Son Çağ
İstanbul Caddesi İstanbul
Çarşısı 48/48
İskitler/Ankara
Sertifika No:25931
Tel: 0312 341 36 67

İSLÂM DÜNYASINDA ASTRONOMİ VE GÖZLEMEVLERİNİN GELİŞİMİNDE ÖNEMLİ BİR ADIM; MERÂĞÂ GÖZLEMEVİ

Yavuz UNAT¹*

Ortaçağ Hristiyan Dünyası karanlık bir dönemden geçerken (Karanlık Çağ), Ortadoğu'da yeni bir din doğmuş ve bu dinin mensupları, yavaş yavaş Hristiyanların talip olmadıkları bilim ve felsefe mirasını sahiplenmeye başlamış ve sekizinci ve dokuzuncu yüzyıllarda Müslümanlar Yunan biliminin büyük bir bölümünü Arapçaya aktararak bilime katkıda bulunmuşlardır.

İslâm Dininin ortaya çıktığı sırada Arap Yarımadası'nda gelişmiş bir bilimsel faaliyet yoktu, ancak komşu ülkelerde, Doğuda, Hindistan'da, Batıda İskenderiye'de, Bizans'ta ve Suriye'de bir hayli gelişmiş bir bilimsel faaliyet mevcuttu. Müslümanlar yaptıkları Fetihler sonucunda Bizanslılarla ve Perslerle karşılaşmışlar ve kendilerinden önceki medeniyetlerin yarattığı eserlerden yararlanmak gerektiğini anlayarak özellikle Abbasîler döneminde yoğun bir çeviri faaliyetine girişmişler, bilim ve felsefe alanlarında atağa kalkmışlar ve kendilerinden önce varolan birikimi anlamaya ve daha sonra da geliştirmeye çalışmışlardır.

1 * Prof. Dr., Kastamonu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü; yavuzunat@hotmail.com.

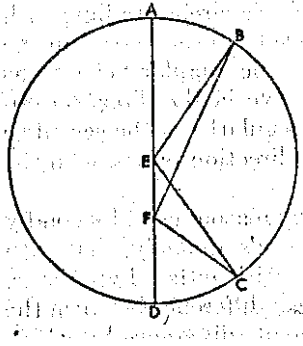
8. yüzyılda gerçekleşen ve İslâm Dünyası'nın çehresini baştanbaşa değiştiren bu bilimsel uyanış döneminde, yoğun olarak çeviriler yapılmıştır. Bu çevirilerin arasında Yunancadan Arapçaya tercüme edilen eserlerin, diğer dillerden tercüme edilen eserlere oranla daha etkili oldukları anlaşılmaktadır.

İslâm'ın ilk dönemlerinde, Hint astronomisi İslâm astronomisinin biçimlenmesinde etkili olmuştur. Müslümanlar, Yunan astronomisi ile tanışmadan önce Brahmagupta'nın (MS 7. yüzyıl) *Siddhanta'sı* aracılığıyla Hint astronomisini tanımışlar ve Batlamyus'u (MS 150'ler) keşfedinceye ve Arapçaya aktarıncaya kadar, araştırmalarını bu esere dayandırmışlardır.

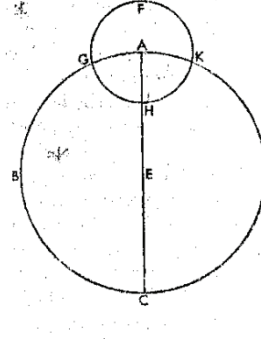
İslâm Dünyası'nda astronomlar birbirleriyle bağlantılı iki tür etkinlik üzerinde yoğunlaşmışlardır. İslâm astronomları hem gözlem aletleriyle gökyüzünü gözlemlemişler hem de gözlem verilerini hareketli geometrik düzeneklerle anlamlandırmaya çalışmışlardır.

Bunlardan ilki pratik astronominin sahasına giriyordu ve bu konuda İslâm astronomları, belki de gözleme daha yatkın olan bilim anlayışlarının bir sonucu olarak Yunanlılardan daha derin izler bıraktılar. İlk gözlemevleri onlar tarafından kuruldu; gözlemlerin dakiklığını arttırmak için yeni gözlem araçları ve gözlem teknikleri geliştirdiler; hatta bu amaçla, açılar ölçümünde kirisler yerine yeni bulunan trigonometrik fonksiyonları kullanmaya başladılar. Ancak kuramsal astronominin sahasına giren ikinci etkinlikte aynı ölçüde başarılı olduklarını söylemek olanaksızdır. Müslüman astronomlar, Aristoteles'in (MÖ 384-322) yolundan giderek, Yer'in hareket etmeksizin evrenin merkezinde durduğuna ve Güneş de dâhil olmak üzere diğer bütün gök cisimlerinin onun çevresinde dairesel yörüngeler üzerinde sabit hızlarla dolandığına inandılar. Bu konuda, Batlamyus tarafından önerilen dışmerkez (eksantrik) ve dışçember (episikl) düzeneklerinin önemli değişiklikler yapılmaksızın aktarıldığı görülmektedir. Ne var ki, İslâm astronomları kuramsal açıdan Yunan astronomisine bağlı kalmış olsalar da Kopernik (1473-1543) astronomisine (Güneş Merkezli Kuram) giden yolda önemli izler bırakmışlardır. Özellikle Batlamyus astronomisinin temel dinamikleri olan eksantrik, episikl ve ekuant² modellerini, Aristoteles fiziği çerçevesinde eleştirmişler ve özel olarak Ay, Merkür ve dış gezegenler olan Mars, Jüpiter ve Satürn için, yine Yer'i merkeze alan ama Aristoteles fiziğine uygun yeni modeller önermişlerdir.

2 Eksantrik dairelerin etrafında dolandıkları nokta. Gezegen episikl üzerinde hareket ederken episiklin merkezi de taşıyıcı küre (deferent) üzerinde dolanır; fakat episiklin merkezinin muntazam hareketi taşıyıcının merkezine göre değil, gözlemciye (merkeze) simetrik olarak yerleştirilmiş ekuant olarak adlandırılan bir noktaya göre ölçülür.



Eksantrik (dışmerkezli) model, basit olarak, merkezi kaydırılmış bir dairedir. Dairenin merkezi E'dir. Yer ise F'de bulunur. B'de bulunan gezegenin hareketi, F ve E noktalarına göre ölçülür.



Episikl (dışçemberli) model, E merkezli taşıyıcı dairenin (deferent) üzerine yerleştirilmiş A merkezli küçük bir daireden oluşur. Yer E'de bulunur ve F'de bulunan gezegenin hareketi E ve A noktalarına göre ölçülür.

İslâm Dünyası'nda Gözlemeyleri

İslâm astronomisinde Batlamyus'un astronomik sistemi kabul edilmesine karşın göksel hareketleri bütün ayrıntılarıyla bilmek isteyen İslâm astronomları, bir süre sonra, sistemin tümünü benimsemekte zorlanmışlar, yeni gezegen tablolarına ihtiyaç duymaya başlamışlardır. Bu yüzden, İslâm Dünyası'nda pek çok gözlemevi kurulmuş ve bu gözlemeylerinde yapılan gözlemlerle elde edilen değerler Batlamyus'un değerleri ile karşılaştırılmış, düzeltilmesi gerekenler düzeltilmeye çalışılmış ve pek çok katalog oluşturulmuştur.

Gözlemeyleri, ilkin İslâm Dünyası'nda ortaya çıkmış önemli bir araştırma kurumudur. Gerçi İslâm Dünyası'ndan önce İskenderiye'de bir gözlemevinin varlığından söz edilmektedir, ancak bu gözlemevi organize bir kurum değildir. Organize bir kurum olarak gözlemeyleri ilk defa İslâm Dünyası'nda karşımıza çıkar.

İslâm dünyasında pek çok gözlemevi vardır. Bunlardan büyük bir kısmı, hükümdarlar tarafından kurulmuştur. Ayrıca özel ve seyyar gözlemeyleri de vardır. Bu gözlemeylerinde, muntazam ve devamlı gözlemler yapılmıştır. Gözlemevinin sabit bir yeri, özenle ve dikkatle hazırlanmış aletleri, özel bir kütüphanesi, gözlemcileri, hesapçıları ve bu gözlem ve hesapları değerlendiren astronomları vardı. Araştırmacılara yardımcı olmak amacı ile idari elemanlar da görevlendirilmişti.

Gözlemeylerinin kuruluşlarındaki en önemli neden, dakik gözlemler yapmak için aletlerin boyutlarının büyümesi ve bu nedenle bu araçların bir yere konulmasının gerekli oluşudur. İslâm gözlemeyleri, çoğunlukla hükümdarla-

rın veya yüksek mevki sahibi kimselerin teşebbüsleri ile kurulmuştur. Fakat gözlemeyleri daimi bir kurum olarak düşünülmediğinden çoğu kısa ömürlü olmuştur. İslâm gözlemeylerinin birçoğunun kuruluşunun, hükümdarın astrolojiye karşı olan ilgisine bağlı olmuştur. Ancak İslâm gözlemeyleri, gerçekte bir astrolojik çalışma kurumu değil, bilimsel bir kurum idi. Gözlemevindeki faaliyet, astronomi biliminin ve ona yardımcı bilim dallarının meseleleri üzerindeki araştırma ve çalışma mahiyetini taşıyordu. Amaç, dakik gözlemlere dayanan yeni ziclerin oluşturulması idi. Yani gözlemler yardımı ile eski astronomik cetveller düzeltilerek daha mükemmelleri hazırlanıyor ve bu işle ilgili her türlü çalışma gözlemevinin faaliyet programında ön planda yer alıyordu.

O dönemlerde, gözlemeylerinde yapılan gözlem sonuçlarının tablolar halinde serimlendiği kataloglara *zîc* denilmekteydi. Zicler, bu tabloların yanı sıra, dönemlerindeki trigonometriye, küresel astronomiye, takvim çeşitlerine ve yapımına, izdüşüm yöntemlerine, gözlem aletlerinin yapılışı ve kullanımına, astrolojiye ve ibadet vakitlerinin belirlenmesine ilişkin bilgileri de kapsamaktaydılar.

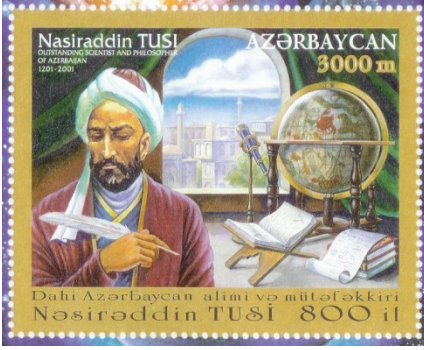
İlk kurulan İslâm gözlemevi, Abbasi halifesi Memûn (813-833) zamanında Bağdad'ta Şemmâsiye Gözlemevi'dir. İkincisi ise, yine Memûn tarafından Şam'da kurulan Kâsiyûn Gözlemevi'dir.

İslâm Dünyası'nda birçok gözlemevi kurulmuştur. Bunlardan en önemlileri şöyledir:

- ❖ Şemmâsiye Gözlemevi (9. yüzyıl)
- ❖ Kâsiyûn Gözlemevi (9. yüzyıl)
- ❖ Rakka Gözlemevi (Battâni kurmuştur; 10. yüzyıl)
- ❖ Hamedân Gözlemevi (İbn Sinâ kurmuştur; 11. yüzyıl)
- ❖ İsfâhan ya da Melikşâh Gözlemevi (Ömer Hayyam kurmuştur; 1075)
- ❖ Merâğa Gözlemevi (Nasirüddîn Tûsî kurmuştur; 1259)
- ❖ Semerkand Gözlemevi (Uluğ Bey kurmuştur; 1421)
- ❖ İstanbul Gözlemevi (Takiyüddin kurmuştur; 1575)
- ❖ Jantar Mantar Gözlemevi (Türk Moğol İmparatoru Bahadır Şah zamanında, Yeni Delhi'de, 1724)

Nasîrüddin-i Tûsî ve Merâgâ Gözlemevi

Nasîrüddin-i Tûsî, İran'ın doğusunda Horasan bölgesinin başkenti durumunda olan Tus şehrinde 17 Şubat 1271'de doğdu. Burada matematik, astronomi, mantık dersleri alarak kendini yetiştirdi. Daha sonra Nişabur'a gitti ve burada önemli âlimlerden dersler aldı. Ünü yayıldıktan sonra İsmaili hâkimi Nasîrüddin Abdurrahim b. EbûMansûr Muhteşem tarafından davet edildi.



ne de katıldı. 25 Haziran 1274 yılında Bağdat'a yapılan bir seferde vefat etti.

Tûsî'nin matematik, astronomi, felsefe, mantık ve ahlak üzerine çok sayıda eseri bulunmaktadır. Astronomi alanında da çok sayıda eseri olmasına karşın bu alanda en çok tanınan eserleri şunlardır:³

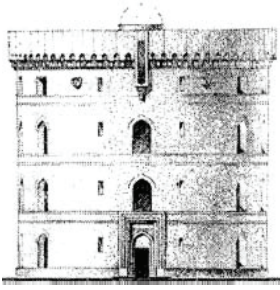
- ❖ *Mecmûa el-Resâil*; matematik ve astronomiye dair makalelerden oluşur.
- ❖ *Zîc-i İlhanî (İlhanlı Zîci)*; gözlemevinde yapılan çalışmaları içerir.
- ❖ *El-Tezkire fî İlmi el-Hey'e*; Batlamyus astronomisinin problemleri ele alınır ve gezegenlere ilişkin yeni modeller tartışılır.
- ❖ *Muhtasar fî İlmi el-Tencîm ve Marîfet el-Takvîm (Risâle-i Sî Fasl)*; astrolojiye dairdir ve astronomiye ilişkin temel kavramlar verilmiştir. Ahmed-i Dâî (ölümü 1421'den sonra) tarafından *Tercüme Sî Fasl fî el-Takvîm* adıyla Türkçeye çevrilmiştir.⁴

Tûsî, Hülâgu nezdindeki saygınlığı sayesinde ondan maddi destek gördü ve Hülâgu'yü ikna ederek 1259'da Urmiye Gölü yakınındaki Tebriz'in güneyinde Azerbaycan'ın bir şehri olan Merâgâ'da bir gözlemevi kurdu. Merâgâ Gözlemevi olarak bilinen bu gözlemevi İslâm gözlemevlerinin gelişiminde önemli bir adımı temsil etmektedir; bu kurum, gözlem aletlerinin zenginliği ve gözlemevinde çalışan bilim adamlarının sayısı ve seçkinliği bakımından, daha önce kurulmuş olan gözlemevlerinden çok ilerdeydi. Burada son derece başarılı gözlem araçları inşa edilmişti. Batı'da bu ayarda bir gözlemevinin kurulması için on altıncı yüzyılı beklemek gerekmektedir.

3 Tûsî'nin eserleri için bkz: Agil Şirinov, "Tûsî, Nasîrüddin", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, Cilt: 41, İstanbul 2012, s. 437-442.

4 Bu çevirinin en önemli özelliği, Ortaçağ astronomisindeki deyimlerin Türkçe karşılıklarının verilmesidir. Ahmed-i Dâî'nin verdiği Türkçe karşılıklar Osmanlı İmparatorluğu'nda yakın zamana değin kullanılmıştır. Böylece Ahmed-i Dâî'nin sadece Osmanlı dil ve edebiyatına değil Osmanlı bilimine de hizmet ettiği anlaşılmaktadır. Ahmed-i Dâî bu çevirinin başında amacını oldukça açık bir biçimde şu sözlerle vermektedir; "*Bu kitabın anlaşılması bazı yeni başlayanlara zor geldiğinden, daha kolayca anlamaları ve yararlanmaları için Türk diline çevirdik.*" (Nasir el-Din el-Tusi, *Muhtasar fî İlmi el-Tencim ve-Ma'rifet el-Takvim*, Türkçeye Çeviren: Ahmed-i Dai, Bugünkü Türkçeye Çevirenler: T.N. Gencan ve M. Dizer, İstanbul 1984).

Gözlemevinin inşasına 1259 yılına başlanmıştır. Astronomik çalışmalara ise 1270 yılı civarında, yani Hülâgu'nun ölümünden (1265) birkaç yıl sonra başlandığı tahmin edilmektedir. Gözlemevi, Tebriz'in yaklaşık 80 km güneyinde ve Urmiye Gölü'nün 29 km doğusunda bulunuyordu. Meridyene tam olarak paralel uzanan bir tepe üzerine inşa edilmişti.



Merâgâ Gözlemevi'nin
temsili resmi

Nasîrüddin-i Tûsî'nin yanı sıra gözleminde çalışmış diğer astronomlar şunlardır: Muhyiddîn b. Ebî el-Şükr el-Magrîbî, Müeyyeddîn el-Urdî, Esîreddîn el-Ebherî, Necmeddîn Debîrân ve Faḥreddîn el-Hilâtî.

Matematiksel coğrafya tarihi bakımından da çok önemli olan bu gözleminde iki büyük astronom, İslâm dünyasının doğusundan Tûsî ve batısından Magrîbî, sıkı bir işbirliği içinde çalışarak, Bağdat'tan geçen sıfır meridyeninden hareketle hesaplanan doğu boylam dereceleri ile Toledo'nun 28°30' batısına kaydırılmış sıfır meridyeninden itibaren hesaplanan batı boylam derecelerini bir bütün oluşturacak şekilde birleştirmeyi başarmışlardır.⁵

Merâgâ Gözlemevi'nde Kullanılan Araçlar

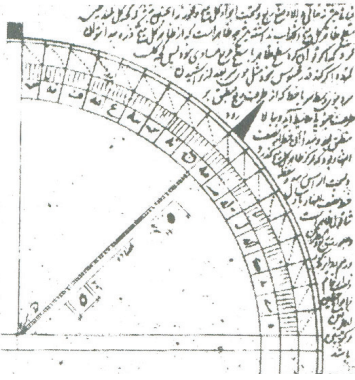
Gözleminde imal edilmiş aletler, astronominin ilerleyen dönemlerdeki gelişimini etkilemiştir. Bu gözlemindeki aletlerin listesini Tûsî ile birlikte çalışan Müeyyüddîn el-Urdî'den öğrenmekteyiz. Urdî, *Risâle fî Keyfiye el-Ersâd* (Gözlemlerin Niteliği Hakkında Makale) adlı eserinde burada kullanılan on aracı tanımlar.

1. Duvar Kadranı (Lebine, Rub): Çapı 430 cm'dir. Meridyen üzerine inşa edilmiş bir duvarın yüzeyine yerleştirilir ve yıldızların meridyen geçişleri gözlemlenir. Burada inşa edilen ilk araçtır. Uzun süre Duvar Kadranı'nı ilk kullanan kişinin 1576 yılında Tycho Brahe (1546-1601) olduğu sanılıyordu. Oysa sonradan anlaşıldı ki bu alet ondan 300 sene önce Merâgâ Gözlemevi'nde yapılmış ve kullanılmıştır.

2. Zât el-Halâk (Halkalı Araç): Gök cisimlerinin enlem ve boylamlarının bulunmasında kullanılır. Dış çapı 160 cm kadardır. Temel koordinatlar kullanılarak (ufuk, ekvator ve ekliptik) gökyüzündeki hareketlerin modeli oluşturulmuştur.

3. Zât el-Sakbeteyn (İki Delikli Araç): Güneş'in ve Ay'ın çaplarını, Güneş ve Ay tutulmalarının miktarını ve gök cisimlerinin büyüklüklerini ölçmekte kullanılır.

5 Fuat Sezgin, İslâm'da Bilim ve Teknik, Beş Cilt, Cilt II, Astronomi, TÜBA, Ankara 2007, 29.



Merâgâ Gözlemevi'nde kullanılan Duvar Kadrani.

Bu Duvar Kadrani'nın en büyük özelliği en dış kuşak üzerindeki yayın çapraz çizgi (transversals) taksimatı sahip olmasıdır. Bu tür taksimatı Batı'da ilk defa on altıncı yüzyılda Tycho Brahe kullanmıştır.

Genellikle Ay'ın paralaksını ölçmeye yarayan bu alete on altıncı yüzyıla kadar inşa edilmiş çoğu gözlemevinde rastlanmaktadır.

6. Gündönümü Halkası: Dönence noktalarını⁷ ve ekliptiğin eğimini belirlemeye yarar. 250 cm çapındadır.

7. Halka el-Üstüva (Ilım Noktaları Halkası): Güneş'in ilım⁸ noktalarından geçişini belirlemeye yarar.

8. Zât el-Ceyb ve el-Sehm: Azimutları ve yükseklik açıklarının tamlayanlarının sinüslerini ölçen bir araç.

9. Zât el-Cüyûb ve el-Semt (Sinüs ve Azimut Ölçen Araç): Azimutları ve yükseklik açıklarının sinüslerini ölçen bir araç.

10. Alet el-Kâmile (Mükemmel Araç): Dikey eksenleri etrafında dönebilen bir araçtır. Yükseklik ve azimut ölçmeye yarar.

4. Zât el-Rubeyn: Yan ve yükseklik açılarını, iki yıldız arasındaki mesafeyi, gök cisimlerinin yükseklik ve azimutlarını⁶ bulmaya yarayan bir araçtır. Teodolitin öncüsü olan bu araç İslâm Dünyası'nda İbn Sinâ'dan (980-1037) beri kullanılıyordu. Tûsî ile en mükemmel düzeye ulaşan bu araç Batı dünyasında ilk defa Tycho Brahe tarafından kullanılmıştır.

5. Zât el-Üstüvaneteyn (İki Sü-tunlu Araç): Ay'ın paralaksını ölçmeye yarayan, meridyen düzlemine tespit edilen, her yönde yükseklik ölçebilen bir araçtır. Üç cetvelden oluşur. Biri ufka dikeydir; diğeri ise bunun tepesine bir eksenle bitleştirilmiştir. Üçüncüsü kırılgan bölünmüştür ve birincinin alt kısmına bir eksenle bağlanmıştır.



Gözlemevinde bulunan Gök Küresinin rekonstrüksiyonu

6 Güney açısı: Ufuk koordinat sisteminde, bir yıldızın güney doğrultusuna göre açılal uzaklığı.

7 Gecelerin uzamadan kısalmaya (22 Aralık, Kış Dönencesi) ya da kısalmadan uzamaya (22 Haziran, Yaz Dönencesi) dönmesi olayı ve bu dönmenin olduğu tarih.

8 Gece ve gündüzün eşit olması ve gece ve gündüzün eşit olduğu noktalar. Güneş'in ekliptikle ekvatorun kesişme noktalarından birine geldiği an.

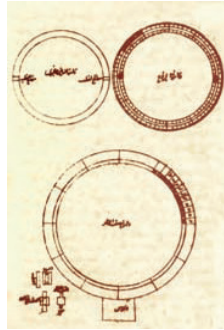
Bu aletler dışında bu gözleminde kullanılan gök küresi de günümüze ulaşmıştır. 1279 yılında Urdî'nin oğlu Muḥammed tarafından yapılan bu küre 1562 yılında Dresden'e ulaşmış ve burada sergilenmektedir. Küre, 144 mm. Çapındaki küreden ve bronz halkalardan oluşmaktadır. Kürede şunlar yer alır; derece taksimatlı ekliptik ve ekvator, gök sembollerinin yerlerini sınırlandıran on iki enlem dairesi, yıldız kümelerinin çerçeve çizgileri ve gölgelemeleri, yıldız kümelerinin, gök sembollerinin ve bazı müstakil yıldızların adları, değişik büyüklükte yıldız diskleri, ekliptik ve ekvator kutuplarının sembolleri ve yapımcının adı.⁹

Nasîrüddin-i Tûsî, burada yapmış olduğu gözlemlerden derlemiş olduğu bulguları, *Zic-i İlḥânî* adlı yapıtta toplamış, bu yapıt, uzun bir süre astronomların elinden düşmemiş ve bir başvuru kitabı olarak kullanılmıştır. Hülâgu, kırk beş yıldan uzun bir süre faaliyet göstermiş olan bu gözleminin çok yakınlarında bir de kütüphane yaptırmıştır; söylentilere göre, Suriye, Irak ve İran'dan gelen Moğollar tarafından yağmalanan kitaplarla oluşturulmuş olan bu kütüphanedeki kitapların sayısı 400.000 cilde ulaşmıştır.

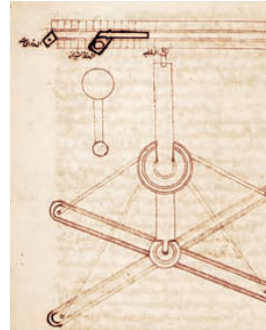
Gözleminde Kullanılan Araçlar



Duvar Kadrânı

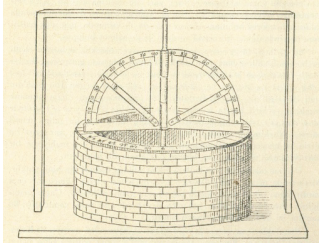


Zât el-Halâk

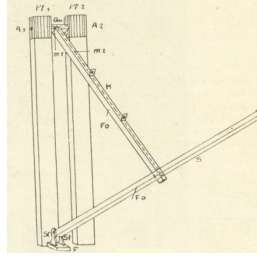


Zât el-Sakbeteyn

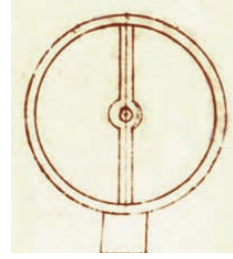
⁹ Sezgin, age., 52.



Zât el-Rubeyn



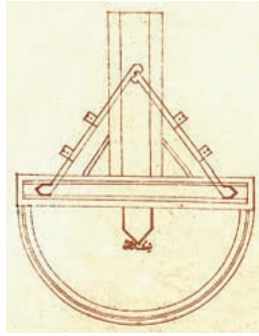
Zât el-Üstüvaneteyn



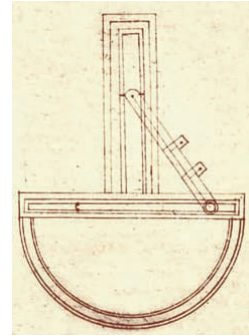
Gündönümü Halkası



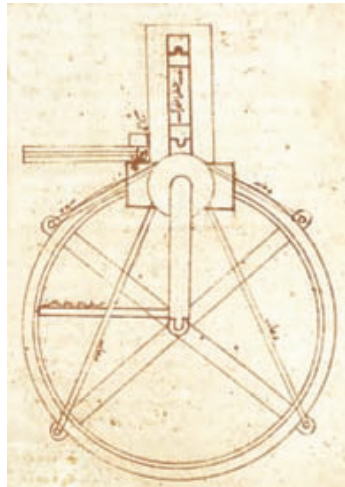
Halka el-Üstüva



Zât el-Ceyb ve el-Sehm



Zât el-Cûyûb ve el-Semt



Alet el-Kâmile (Mükemmel Araç)

Zîc-i İlhânî

Merâğa Gözlemevi'nde yapılmış olan gözlemlerin sonuçları Tûsî tarafından derlenmiş ve 1271 yılında tamamlanarak *Zîc-i İlhânî (İlhanlı Zîci)* adlı yapıtta toplanmıştır.

Zîc-i İlhânî Hicrî, Yezdigird, Selökîd, Yahudî, Melikî ve Çin-Uygur takvimleri hakkındaki bilgilerle başlar. Bu bilgiden sonra, trigonometrik tablolar gelir. Burada, sinüs ve tanjant fonksiyonlarının değerleri verilir. Daha sonra küresel astronomi bilgilerini içeren tablolar gelir. Burada, ekliptik ile ekvator arasındaki eğim, $e = 23;30^0$ olarak alınmıştır. Yine, her 12 dakika için b_m (Ay'ın enlemi) hesaplanmış ve tablo olarak verilmiştir. Bunun için Batlamyus'un *Almagest*'inde de kullanılan $b_m = \max b_m \cdot \sin(l_m - l_n)$ formülü kullanılmıştır (l_m , Ay'ın boylamı; l_n , çıkış düğümünün boylamıdır). *Zîc-i İlhânî*, yaklaşık 245 yerleşim yerinin enlem ve boylam koordinatlarını içerir. 35 yerleşim yerinin ise en uzun gündüz uzunluğu verilmiştir. Zîcte, 60 yıldızın enlemi, boylamı, parlaklığı ve astrolojik mizacı da verilmiştir. 18 yıldızın ise sadece enlem ve boylamları bulunmaktadır. *Zîc-i İlhânî*'de ayrıca diğer zîclerde olduğu gibi astrolojik tablolar da yer almaktadır.

Zîc-i İlhânî uzun bir süre astronomların elinden düşmemiş ve bir başvuru kitabı olarak kullanılmıştır. *Zîc-i İlhânî*'nin bir kısmı Latince olarak John Greaves tarafından *Astronomica Quaedamex Traditione Shah Cholgii Persae* ve *Binae Tabulae Geographicae, una Nassir Eddini Persae, altera Ulug Beigi Tatari* adlarıyla 1652'de Londra'da yayımlanmıştır. *Zîc-i İlhânî*'nin bir nüshası, Arkeoloji Müzesi numara 547'de bulunmaktadır.

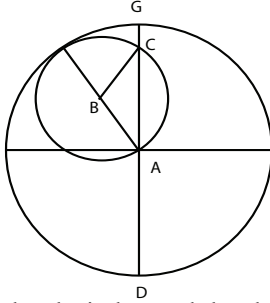
Gözlemevinde Yapılmış Çalışmaların Astronomi Tarihi Açısından Önemi

Bu gözlemevinde oldukça dakik gözlemler yapılmış ve Tûsî bu gözlemlere dayanarak *Zîc-i İlhânî* dışında başka astronomi kitapları da kaleme almıştır. Bunların içerisinde en önemlileri *El-Tezkire fi 'İlm el-Hey'e* (Astronomi Tezkeresi) ve *Tahrîr el-Mecîstî*'dir (Mecîstî'nin Tahrîri). Tûsî bu eserlerinde, Batlamyus'un Yer Merkezli Sistemi'ni eleştirmiş, hatalarını ortaya koymuş, yine Yer merkezli başka bir sistemin planını vermiştir. Bu sistem başarılı olamamış, ancak Kopernik'e giden yolu açmıştır.

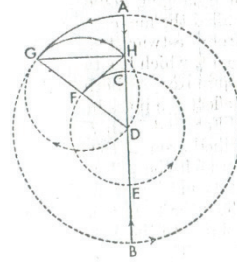
Bilindiği gibi, Batlamyus tarafından geliştirilen ve eksantrik ve episiklik düzenekler yardımıyla gezegenlerin ve yıldızların hareketlerini matematiksel olarak açıklamaya çalışan astronomik dizge, Ortaçağ İslâm Dünyası'nda hem fiziksel hem de matematiksel yönden eleştirilere maruz kalmıştır.

Birçok Müslüman düşünür ve araştırmacı, bu dizgede Batlamyus'un, ek-

santrik ve episiklik düzenekler kullanmak suretiyle, Yer'i evrenin merkezinden kaydırmasını eleştirmiş ve Batlamyus'u, Aristoteles fiziğinin ilkelerine uymamakla suçlamıştır.



Dairesel hareketi doğrusal harekete çeviren Tûsî Çifti. C noktası, içteki küçük dairenin, büyük daireye göre ters yöndeki hareketi ile, GD doğrusu (büyük dairenin çapı) üzerinde hareket eder.



Dairesel hareketi doğrusal harekete çevirmek için Kopernik'in kullandığı model.

Diğer taraftan, Batlamyus sisteminin sadece fiziksel yönden değil, matematiksel yönden de yetersiz olduğunu gösteren bazı noktalar bulunmaktadır. Örneğin, Ay'ın ve Merkür'ün düzensiz hareketlerinin açıklanabilmesi için, Batlamyus'un sisteme yeni daireler eklemesi ve bu yolla gözlem sonuçları ile işlem sonuçlarını uzlaştırmaya çalışması, böyle bir yetersizliğin sonucu olarak değerlendirilmiştir. Nasîrüddin-i Tûsî de, bu doğrultuda çalışan Müslüman astronomların başında gelmektedir; Batlamyus sisteminin sorunlarını görmüş ve bu sorunları giderecek yeni bir düzenek önermiştir. Tûsî, özellikle, Batlamyus'un Ay modelindeki ekuant noktasını eleştirmiş ve kendi merkezinden geçmeyen bir eksen çevresinde düzenli bir harekete zorlanan kürenin durumu fiziksel bir imkânsız olduğunu ileri sürmüştür.

Tûsî *Tezkire*'sinde ilkin iki dairesel hareketin nasıl doğrusal bir hareket oluşturacağını ispatlamış ve bu hareketi kullanarak muntazam hareket ilkesini ihlal etmeden gezegen hareketlerini açıklamaya çalışmıştır.

Tûsî'ye göre problem, hem bir ekuant noktası çevresinde düzenli hareket eden ve fiziksel bir saçmalık yaratan bir episiklik dairesi, hem de çeşitli uzaklıklardan izlenen ve düzenli gözükmeyen düzenli bir

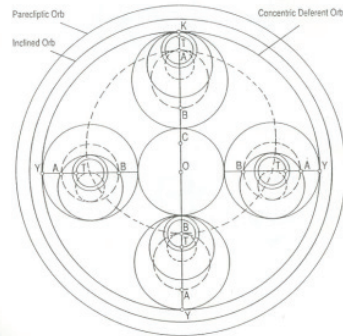
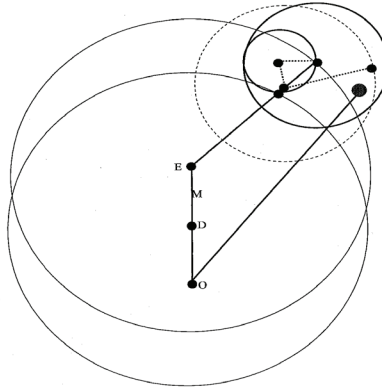


Fig. C15

Tûsî'nin Ay modeli

hareketi. Zira, Batlamyus'un gezegen modellerinde, episikl daireleri, ekuant noktasına göre dolanımını gerçekleştiriyordu. Bu durum fiziksel olarak mümkün olamazdı. Eğer episikl merkezinin düzenli hareket etmesine ve apojeye yaklaştıkça ekuanta yaklaşmasına, perijede iken ise uzaklaşmasına izin verilirse sorun çözülecekti. Bu hareket gözlemlenen olgunun çifte olması demektir.

Tûsî'ye göre bir daire içerisine çapı bu dairenin yarıçapına eşit bir başka daire yerleştirilirse ve içteki dairenin hareketi dıştaki dairenin hareketinin tersi yönünde ve iki katı miktarında olursa, küçük daire üzerinde yer alan bir C noktası, GD doğrusu boyunca doğrusal olarak hareket eder. Böylece, kendi merkezleri çevresinde düzenli hareket etmeleri beklenen dairelerde, salınan bir hareket elde edilmiş olacaktır. Başka bir deyişle, iki düzenli dairesel hareketin birleşmesi sonucunda bir salınım hareketi ortaya çıkmaktaydı. "Tûsî Çifti" olarak adlandırılan bu model Kopernik tarafından da kullanılmıştır. Bu sayede iki dairesel hareketin bileşiminden doğrusal hareketin oluşabileceğini kanıtlayan Tûsî, matematik alanındaki bu buluşunu astronomiye uyarlamıştır.



Ekuant noktasına çözüm bulmak için Dış Gezegenlere
Uyarlanan Tûsî Çifte Bağ

Tûsî Çifti'nin Dış Gezegenlere (Mars, Jüpiter veSatürn) Uygulanması¹⁰

Batlamyus'ta, gezegen episikl üzerinde ekuant noktası (E) denilen bir noktaya göre düzenli hareket eder. Gözlemci deferent dairesinin merkezinden ve ekuant noktasından farklı üçüncü bir noktada (O) bulunur. Tûsî'nin modelinde ise, biri diğerinin iki katı büyüklüğünde ve küçük olanının büyük olana içten teğet olarak yerleştirildiği iki episikl çizilir. Büyük episiklin merkezi ekuant noktası etrafındaki daire tarafından taşınır ve ekuant noktasına göre düzenli hareket eder. Böylece episikl daireleri, Batlamyus'ta olduğu gibi kendi merkezinden geçmeyen bir eksen çevresinde değil, kendi merkezinden geçen bir eksen çevresinde düzenli hareket eder. Sonuçta elde edilen görünüm, Batlamyus'un gözlemlerine uyar.

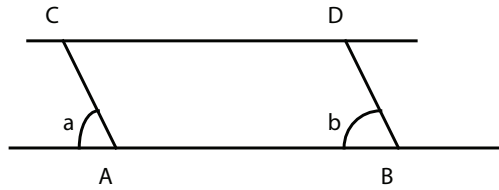
10 Tuba Uymaz, *Ptolemaios ve Kopernik Astronomisinin Karşılaştırılması ve "Yeni Astronominin Temelleri"*, Basılmamış Doktora Tezi, T.C. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilim Tarihi (Felsefe) Anabilim Dalı, Ankara 2015, 204-205.

Tûsî bu buluşunu Batlamyus'un gezegenler modeline uygular ve muntazam hareket ilkesini ihlal etmeyen bir model öne sürer. Tûsî'nin en önemli çalışması Tûsî çiftini Ay'ın hareketlerine uygulayarak Ay'ın düzensiz hareketlerini açıklamaya çalışması ve bu amaçla yeni bir model teklif etmesidir.

Tûsî'ye gelinceye kadar astronomide Batlamyus'un matematiksel modelleri kullanılmasına karşın bu modeller bir türlü gözlemlerle uyuşmuyordu. Çünkü eksantrik ve episikl modeller aslında Aristoteles fiziğine aykırıydı. Tûsî'nin amacı, Aristoteles fiziğine uyacak modeller oluşturmaktır.

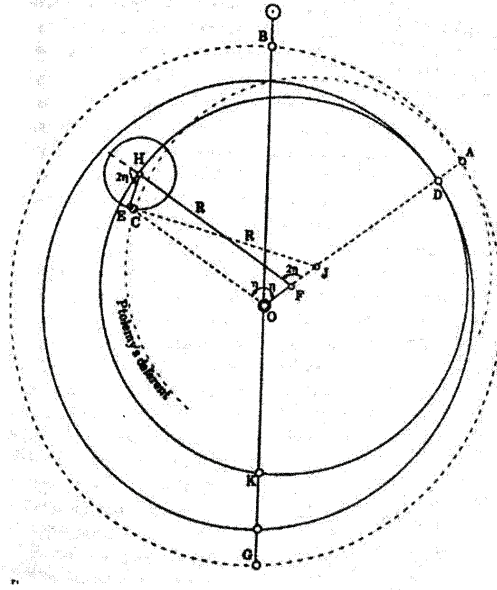
Tûsî ile birlikte 1259 yılında Merâgâ Gözlemevi'nde çalışan önemli bir astronom da Müeyyüddîn el-Urdî'dir (ölümü 1266'lar). Suriyelidir. Doğum ve ölüm tarihleri bilinmemekle birlikte burada kullanılan astronomik araçları tanıtan *Risâle fî Keyfiye el-Ersâd* (Gözlemlerin Niteliği Hakkında Makale) adında bir makalesi vardır. *Kitâb el-Hey'e* (Astronomi Kitabı) adlı eserinde ise Batlamyus astronomisinin sorunlarını çözmek için çalıştı.

Müeyyüddîn el-Urdî de Batlamyus'un kullandığı ekuant noktasını eleştirmiş ve bu noktayı muntazam hareket noktası haline getirdiği bir model önermiştir. Urdî bu modelde üst üste iki episikl kullanılır. Ancak Urdî, her şeyden önce, kendi adıyla anılan bir teorem oluşturmuş ve modelini bu teoreme uygun olarak geliştirmiştir. Bu teorem, daha sonra astronomlar tarafından, İbn el-Heysem'in (965-1038/40) "her daire ancak kendi merkezi etrafında muntazam hareket yapar" prensibi ve Tûsî'nin oluşturduğu "Tûsî Çifti" ile birlikte kullanılacak ve bu üç duruma uygun olarak muntazam hareket ilkesine uygun modeller geliştirilecektir. Urdî bu teoremini ilkin Ay'a uygulamış ve Ay'ın düzensiz hareketlerini açıklamaya çalışmıştır. Urdî, *Kitâb el-Hey'e* adlı eserinde Batlamyus'un dış gezegenler modeline de muntazam hareket ilkesini ihlal ettiği gerekçesiyle karşı çıkmış ve bu ilkeyi esas alan bir model ileri sürmüştür.



Urdî'nin teoremi

"bir düz çizgi üzerine (AB çizgisi), eşit açıda ($a = b$), eşit uzunlukta ($AC = AD$) ve aynı yönde iki çizgi çizelim; bu iki çizginin uçları birleştirildiğinde oluşan çizgi (CD), ilk çizgiye paraleldir (AB)."



Şîrâzî'nin Ay Modeli

Şîrâzî, Ay modelinde ekuanı kullanmamak için, eksantrikliği iki eşit parçaya bölmüştür. Bunu dengelemek için, Urdî'nin üst gezegenlerde yaptığına benzer şekilde dairenin çevresine küçük bir daire yerleştirmiştir. Küçük daireyi deferent ile aynı yönde ve aynı hızda hareket ettirmiş, iki eşit iç açı ve paralel çizgiler oluşmasını sağlamıştır. Böylece deferentin merkezi çevresinde düzenli hareket eden küçük dairenin yarıçapının ucu, evrenin merkezi çevresinde düzenli hareket ediyormuş gibi görünecekti.¹²

12 Uymaz, *age.*, s. 209-210.

KAYNAKÇA

Hamadani-Zadeh, J., "A Second-Order Interpolation Scheme Described in the Zij-i Ilkhani", *Historia Mathematica*, Toronto 1985, 12, 1, s. 56-59.

Kennedy, E.S., "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, Cilt 46, 2, Philadelphia 1956, s. 123-177.

Nasir el-Dîn el-Tusi, *Muhtasar fî 'İlm el-Tencim ve-Ma'rifet el-Takvim*, Türkçeye Çeviren: Ahmed-i Dai, Bugünkü Türkçeye Çevirenler: T.N. Gen-can ve M. Dizer, İstanbul 1984.

Ragep, F. Jamil, *Nasîr al-Dîn al-Tûsî's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fî 'ilm al-hay'a)*, 2 Cilt, New York 1993.

Ragep, F. Jamil, "Nasîr al-Dîn al-Tûsî", *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*, Editor: Helaine Selin, 1997, s. 757-758.

Ragep, F.J., "al-Tûsî, Nasîr al-Dîn", *The Encyclopaedia of Islam*, Cilt X, Leiden 2000, s. 746-752.

Sayılı, Aydın, *The Observatory in Islam*, Ankara 1988.

Sezgin, Fuat, *İslâm'da Bilim ve Teknik*, Beş Cilt, Cilt II, Astronomi, TÜBA, Ankara 2007.

Şirinov, Agil - Gafarov, Anar, "Tûsî, Nasîrüddin", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, Cilt: 41, İstanbul 2012, s. 437-442.

Tekeli, Sevim, "Al-Urdî'nin 'Riselet-ün fî Keyfiyet-il-Ersad' Adlı Risâlesi", *Araştırma*, VIII, Ankara 1972, s. 1-171.

Tekeli, Sevim, *Bilim Tarihine Giriş*, Esin Kâhya, Melek Dosay, Remzi Demir, Hüseyin Gazi Topdemir, Yavuz Unat ve Ayten Aydın Koç, Ankara 1999

Unat, Yavuz, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*, Nobel, Ank.2001.

Unat, Yavuz, "Eski Astronomi Metinlerinde Karşılaşılan Astronomi Terimlerine İlişkin Bir Sözlük Denemesi", *OTAM, Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, Sayı 11, Ankara-2000, Ankara 2001, s. 633-696.

Unat, Yavuz, *Tarih Boyunca Türklerde Gökbilim*, Bilimin Türk-İslam Kaynakları-1, Kaynak Yayınları, İstanbul 2008.

Unat, Yavuz, "Zic-i İlhânî", *İslâm Ansiklopedisi*, TDV, cilt 44, İstanbul 2013, s. 399.

Uymaz, Tuba, *Ptolemaios ve Kopernik Astronomisinin Karşılaştırılması ve "Yeni Astronominin Temelleri"*, Basılmamış Doktora Tezi, T.C. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilim Tarihi (Felsefe) Anabilim Dalı, Ankara 2015.