

Kopernik'e Kadar Astronomi Tarihine  
Genel Bir Bakış

Prof.Dr. Kâmuran Avcıođlu

İ.Ü. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

ÖZET: Eski çağ astronomisi, farklı coğrafi bölgelerde yaşayan topluluklarda güncel gereksinimlere ya da mitolojik düşüncelere bağlı olarak, basit fakat bilimsel araçlar yardımıyla, yavaş da olsa önemli gelişmeler göstermiştir. Bu gelişmelerde, her topluluğun yaşam biçimi ile dinsel inançlarının etkileri farklı olarak ortaya çıkmaktadır. Güneş, ay, gezegen ve yıldız gözlemlerinin, günümüzden 5000 yıldan daha önce başladığı Mezopotamya'ya (Babilde) rahipler, Çinde hükümdarlar, Mısırda Firavun ve din adamları etkin olmuş, ancak yapılan sistematik gözlemler, yüzyıllar sonra, kuramsal çalışmalara ve kozmolojik yorumlara dayanan Eski Yunan astronomisinin gelişmesinde rol oynamıştır. Eski Yunanlılarda dinsel inançlardan ve mitolojik düşüncelerden bağımsız olarak filozof-matematikçilerin kurduğu okullarda gelişip, Avrupada Orta Çağın başlamasıyla sona eren astronomik çalışmalar, islâm dininin doğup Müslümanlığın hızla gelişmesiyle birlikte Ortadoğuda canlanmış, bir yandan kurulan büyük rasathanelerde yapılan gözlemler, öte yandan arapçaya çevrilen eski Yunan eserlerinin sonradan tekrar Lâtinçeye tercüme edilmesi, ortaçağın sonunda Avrupada Astronominin yeniden canlanmasını sağlamış, bu da Kopernik Sisteminin temelini oluşturmuştur.

İnsan daima esrarlı ve erişilmez olan gökyüzüne karşı ilgi duymuştur. Gök cisimlerinin gözlemi de, kuşkusuz, insanlığın kendi kadar eskidir. Yüzbinlerce yıl önce insan, düşünmeğe başlayıp, doğa içindeki varlığını hissetmesiyle birlikte dikkatini, bağımlı olduğu gökyüzü olaylarına yöneltmiş olmalıdır. Bu kadar uzun bir zaman süreci içinde insanın gökyüzü ile ilişkisi nasıl ve ne şekilde gelişti? Gök cisimlerinin ve gökyüzü olaylarının incelenmesi hangi aşamalardan geçerek günümüzdeki bilimsel ve teknolojik düzeye ulaştı?

İlkel insan, yazıyı icad etmezden önce güneşin günlük hareketini, ayın evrelerini, mevsimlerin periyodik olarak meydana geldiğini; hergece gökyüzünde, şekli değişmeyen gruplar halinde ortaya çıkan yıldızların günlük hareketini, bu yıldız grupları (takımyıldızlar) arasında bazı parlak gök cisimlerinin (gezegenlerin) hareketini ve güneşin (yıllık) yerdeğişimini biliyordu. Ancak bu ilk kozmografik kavramlar yüzyıllar boyunca mantık dışı düşüncelerden ayrılmayacak, dinsel inançlara bağımlılıktan kurtulamayacaktır. Bununla birlikte, eski çağ insanının çevresine uyum sağlaması, düzenli bir yaşayışa yönelmesi ve korku ile karışık merak duygusu sonucu, Astronomi doğa bilimlerinin en eskisi olmuştur.

Güneşin gökyüzünde doğup-batması, gece-gündüz olayına bağlantılı olarak gün kavramını getirmiş, sabit gök cisimlerine göre hareketi ilk saatin, ayın evreleri de ilk takvimin temelini oluşturmuştur. Gökyüzünün bitkisel çevrimle ilişkisi anlaşılınca insanlar yargılarını gök cisimlerine bağlayıp, bu yoldan gelecekle ilgili tahminler çıkarmağa başlamışlardır. İşte Astrolojinin

(Yıldız Falının) kökeni budur.

Astronominin gelişmesi büyük ölçüde gözlem araçlarına bağlıdır. Oysa binlerce yıl boyunca (17. yüzyıla dek) tek araç insan gözü idi: bir gök cismine nişan almak ve sabit olan başka gök cisimlerine göre konumunu saptamak. Ancak gökyüzü gitgide artan bir merak konusu olduğundan, çıplak gözle yapılan gözlemlerde yavaş yavaş bilimsel yöntemler kullanılmaya başlanmış ve yardımcı araçlar geliştirilmiştir. Bunlardan en eskileri Gnomon adı verilen çubuklar, Alidad ve su saatleridir. Daha sonraları Avrupa ve Ortadoğu'da Astrolab ve Rubu Tahtası gibi araçlar kullanılmıştır.

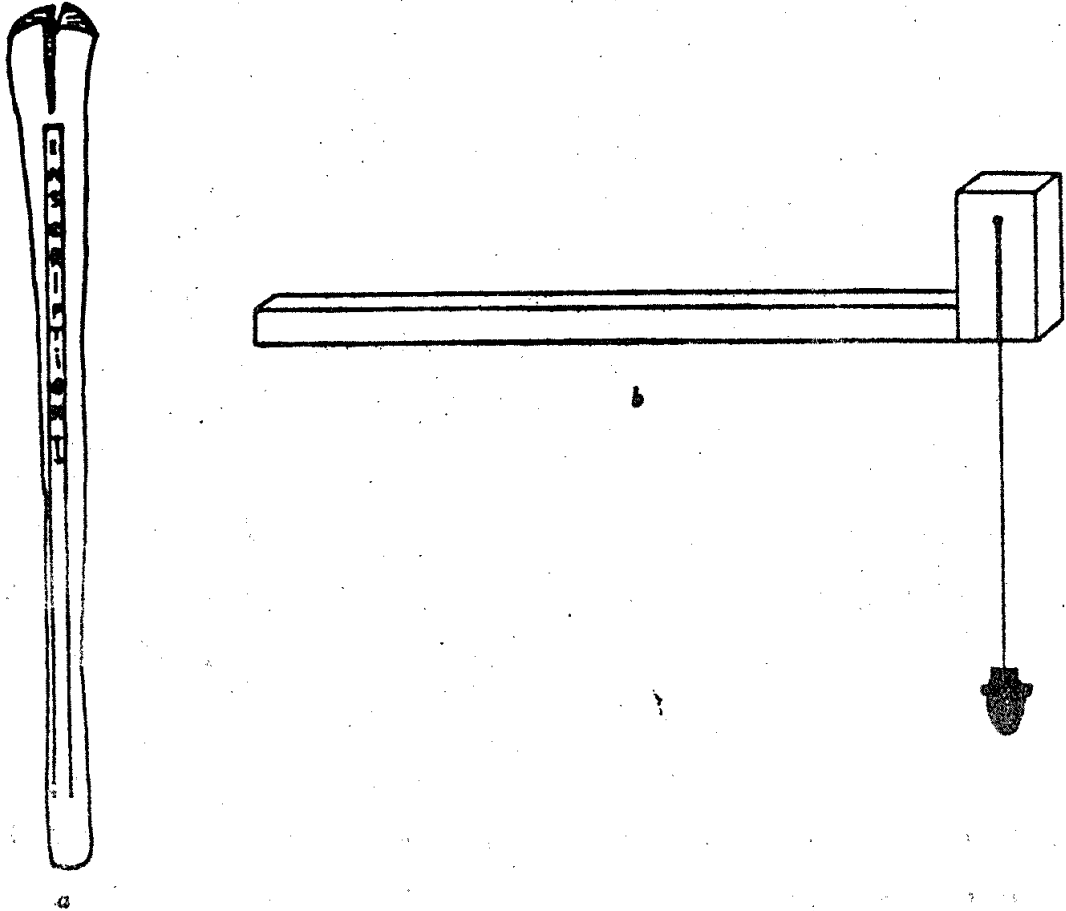
Eski çağ astronomisi bu basit fakat bilimsel araçlar yardımıyla, farklı coğrafi bölgelerde yaşayan farklı toplumlarda, yavaş yavaş olsa, önemli gelişmeler göstermiş, ancak bu gelişmelerin biçimi ve gökyüzü olaylarının yorumu, topluluğun özelliğine bağlı olarak farklı nitelikte olmuştur.

### Eski Çağ Astronomisi

Gök cisimleri ve gök olaylarıyla ilgili en eski gözlemler ve çalışmaların Çin, Mezopotamya ve Mısır'da yapıldığı bilinmektedir. Bu uygarlıklarla ilgili kalıntılar 5000 yıl öncesine kadar uzanır. Bunlardan Çin'de Astro-nomik gözlemler hükümdarların desteğinde saraylarda, Mezopotamya'da (Babilde) doğrudan doğruya rahipler tarafından tapınaklarda yapılmış, Mısırdaki da, din adamlarının ve mitolojik düşüncelerin etkisi altında da olsa, önemli gelişmeler göstermiştir. Her üç toplumda da en önemli gökbilim çalışmaları, takvimle ilgili verileri elde etmek için ay ve güneşin yıl boyunca sürekli göz-

renmesi, sabit yıldızların ve yıldız topluluklarının (takım yıldızların) konumlarının saptanması, hareketli gök cisimlerinin (gezegenlerin) izlenmesi, güneş ve ay tutulmalarının önceden hesabı olmuştur. Ayrıca Matematik, özellikle Cebir bakımından ileri düzeyde bulunan Hindistan'da da, Astronominin hesap yönüne ağırlık verilmiş ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalar Hindu diline çevrilerek, kendi araştırma ve hesapları ile birlikte, yaklaşık 1000 yıllık bir astronomi yapıtı ortaya çıkmıştır.

Günümüz astronomisinin bir bakıma temelini oluşturan ve kimi kez bugünküne çok yakın gözlem sonuçlarını içeren bu çalışmalarda daima dini inançlar ve mitolojik yorumlar etkin olmuş, gökyüzünde doğa üstü varlıkların hakimiyeti kabul edilmiştir.



Şek.1. Eski gözlem araçlarından ikisi

## MEZOPOTAMYA (BABİL) ASTRONOMİSİ

Eski Yunanlılar Mezopotamyalılara, astronom anlamına gelen "Kaldeliler" adını vermişlerdi. Tarihçiler bilimsel Astronominin Mezopotamya'da doğduğu ve gökyüzünün sistematik olarak incelenmesine bu bölgede başladığını öngörmektedirler. Çivi yazısının çözülmesiyle Babil Astronomisinin, M.Ö. 3000 yılından daha eskiye uzandığına ortaya çıkmış, çok eski tarihlere ait "Yıldız Cetvelleri" bulunmuştur. Bu cetvellerin birinde Sümerlilerin Dilgan adını verdikleri bir yıldızın Capella ( $\alpha$  Aur) olduğu anlaşılmış, daha birçok yıldızın idantifikasyonu yapılabilmektedir. Ayrıca bazı "Gökyüzü Haritaları" bulunmuş, bu haritaların üzerinde yapılan hesaplarla bazı yıldızların adları saptanmıştır. Ülke hudutlarını belirleyen taşlarda da "Ekliptikel Takım Yıldızların" (Zodyak) işaretleri bulunmaktadır. Mitolojik de olsa, ilk kozmolojik yorumlara Babil Astronomisinde raslanıyor. "Saros Periyodu" nun (Tutulmaların 223 sinodal aylık aralıkla yinelenmesi) buluşu da Babillilere ait olup (M.Ö. III. yy). tutulmaların önceden hesaplanmasında kullanılmış ve tutulmalarla ilgili çizelgeler yapmışlardır. Beş gezegenin sinodal periyodu, bugünkü değerlerin çok yakın olarak hesaplanmıştır:

Gezegen	Yıl	Babil (gün)	Bugünkü değer (gün)
Merkür	-142	115.878	115.877
Venüs	- 76	583.910	583.921
Mars	-122	779.995	779.936
Jüpiter	-189	398.890	398.884
Satürn	-189	378.102	378.092

Babil takvimi Luni-Solar dır. Ay, yeni ayla başlar. Ay-

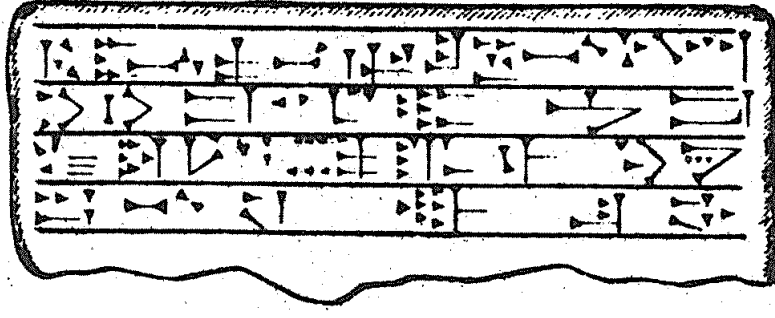
lar sırayla 29 ve 30 gün olduğundan, üç yılda bir bir ay eklenerek yıl 13 ay yapılıyordu (M.Ö. XX. yy.). Daha sonraları (X. yy.) 19 yılda 7 ay eklediler (Meton peryo- du: 19 yılın 235 aya denk düşmesi).

Yıl önce, ilkbahar ekinoksunu, daha sonra sonbahar eki- noksunu izleyen yeni ayla başlatılmıştır. Aylar: Eylül II, Teşrit, Araşamna, Kisilimu, Tebet, Şebet, Adar, Ni- san, Ayar, Sivân, Temmuz, Ab, Eylül II.

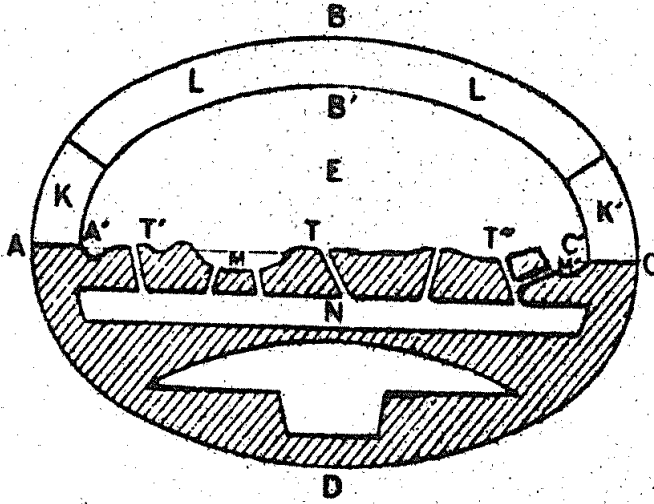
Gün on ikiye bölünüp, her zaman aralığı (2 saate denk) altmışa (2 dakika) ve bunların herbiri yine altmışa (2 saniye) ayrılmıştır.

Özet olarak, Mezopotamyalıların eski astronomiye katkı- ları:

- Parlak yıldızların kataloglanması (ekliptikel koordi- natlar) ve gök haritası
- Zodyak kuşağının 12 bölmeye ayrılması ve Zodyak işa- retleri
- Ayın evreleri
- Güneş, ay ve gezegenlerin hareketleri
- Zaman tayini ve açı ölçümleri  
(Hata; Açılarda: 6', zamanda: 40<sup>s</sup>)
- Tutulmaların önceden hesabı-Saros periyodu
- Gezegenlerin direkt, retrograt hareketlerinin saptan- ması
- Gezegenlerin sinodal periyotları, konjonksiyon ve op- porisyon zamanlarının belirlenmesi
- Gezegenlerin yıldızlararası konumlarını ve doğuş-ba- taşlarını içeren çizelgeler
- İlk kozmolojik yorumlar (Mitolojik)



Şek.2. Çivi yazısı



Şek.3. Babillilerin evren modeli  
 ABC, yukarı gökyüzü  
 A'B'C, aşağı gökyüzü  
 TT'T", arzın farklı kısımları  
 KK', rüzgar hazneleri  
 L, yukardaki su, buz ve karların haznesi  
 MM' Denizler  
 N, nehir ve ırmakları besleyen kaynaklar

## MISIR ASTRONOMİSİ

Mısır uygarlığı hernekadar M.Ö. 40. yüzyıla kadar uzanıyor ve ilk yazı (Hiyoglif) ve Piramitler (M.Ö. 2500) bu uygarlığın gelişimini kanıtlıyorsa da, gözlemlerin ufuk düzlemine indirildiği Mısır astronomisi uzun süre ilkel ve esrarlı görünümünü korumuş, gökyüzü olayları tümüyle mitolojik temele dayanak yorumlanmıştır. Ancak Mısırda, günlük yaşam için gerekli olan takvimle ilgili gözlemlerin, uygarlıkla birlikte başlaması doğaldır. Ayrıca Piramitlerin ana yönleri (Kardinal noktalara) göre 1/10 derecelik bir hassasiyetle yönlendirilmiş olması da Matematik ve Astronomik açıdan büyük önem taşır.

Eski Mısırda (M.Ö. 4000), zaman astronomisi iki olaya dayanmaktadır: Siryüsün (Sothis) helyak doğuşu ve Nil nehrinin taşması. Yılın başlangıcı ve mevsimler bu olaylarla belirlenmiştir. Menfis'te (Kuzey Mısır) Siryüs'ün helyak (Sothyak) doğuşu sırasında Nil nehrinin taşması, Siryüs'ü doğa üstü bir varlık ve gökyüzünün kraliçesi olarak kabul eden rahiplerin bu iki olayı birbirine bağlamasına yol açmış, 1) Nehirde suların yükselmesi 2) Taşması ve 3) Azalması ile üç mevsim belirlenmiştir.

Yıl boyunca helyak doğuşunu gözledikleri ekvatora yakın 36 yıldız seçerek, yılı ve ekvator bölgesini 36 kısma bölmüşler ve her birine Dekan adını vermişlerdir. Özet olarak Eski Mısır Astronomisinde

- Ayın evreleri incelenmiş ve hilâlin doğuşuna (Rüyet) önem verilmiş
- Yaklaşık 30 günlük ay süresi kabul edilmiş
- Mısır yılı: 360 gün = 12x30 gün kabul edilerek,



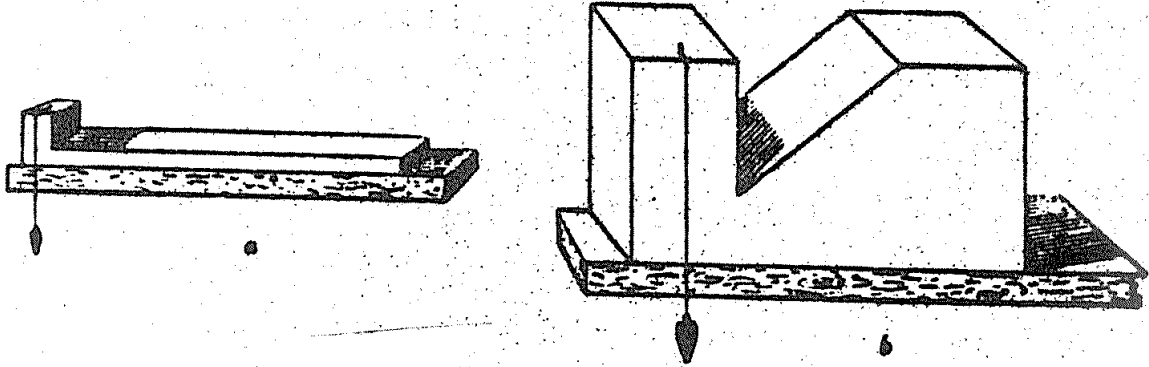
her yılın sonuna 5 gün eklenmiş

- Nilin taşması ve geri çekilmesine bağlı olarak 4'er aylık üç mevsim belirlenmiş
- Siryüs (Sothis) yıldızının helyak (Sofyak) doğuşu yılın başlangıcı kabul edilmiş. Ancak bu doğuşun yavaş yavaş kaydığı gözlenince, rahipler 1460 yıllık periyodu bulmuşlar (4 yılda 1 gün kaydığına göre, 365 gün kayması için gerekli süre).

(Roma İmparatoru Jül Sezar (M.Ö. 47) bundan yararlanarak takvimde reform yapmış ve artık yılı getirmiştir)

- Gökyüzü 10'ar derecelik 36 bölmeyle ayrılmış ve herbirine Dekan adı verilmiş (M.Ö. XXXX yy.). Ekliptikel takımyıldızlarla ilgili bilgi yok.
- 5 Gezegen biliniyor. Venüs ve Merkür'ün hem sabah hem akşam gözleendiği saptanmıştır.

Bunların dışındaki astronomik bilgilerde Babillilerin etkisi görülmektedir. Genelde Mısırlılar Babillilerden çok geride kalmıştır.



Şek.4. Mısırlıların, gölge uzunluğuna göre saat tayininde kullanılan aletleri

## ÇİN ASTRONOMİSİ

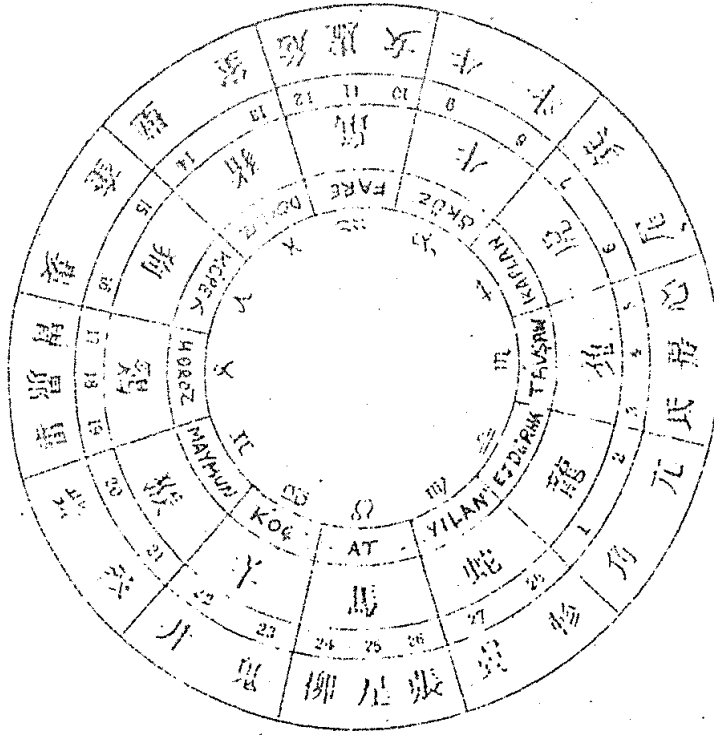
Bilimsel olarak ilk astronomik gözlemler Çinde yapılmıştır (güneş lekeleri, ilk komet gözlemi, 28 ekvatorial takım yıldız, vb). Takvim için gerekli gözlemlerin yapılması, hemen hemen Çin devletinin kurulmasıyla başlamıştır. Takvimin hazırlanması İmparatorun görevi olduğundan, Çinde çok eski tarihlerde kurulmuş gözlemevlerinde İmparator emrinde çalışan astronomlar düzenli gözlem kayıtları tutuyordu. Gökyüzünde, gökcisimlerinin relatif konumlarını saptamak üzere sabit işaretler olarak alınan 28 yıldız ve bu yıldızların adlarıyla belirlenen bölmelerle ilgili ilk çizelgeler M.Ö. 2357 tarihini taşımaktadır. Ancak M.Ö. 213 yılında, sarayın günlükleri dışındaki tüm bilimsel yapıtların zamanın hükümdarı (Zin-Hi-Huang-Ti) tarafından toplatıp yakılması, o tarihe kadar yapılan çalışmalarını karanlığa gömmüştür. 18. yüzyılda misyoner olarak Çine gönderilen ve 36 yıl orada yaşayan bir Cizvit Papazı (Gaubil) bu yıkımdan kurtulan birkaç yapıtı, günlükleri ve M.Ö. 2. yüzyıldan itibaren yapılan çalışmalarını incelemiş, kendi gözlem sonuçlarını da ekleyerek "Çin Astronomisinin Tarihi" adlı 4 bölümlük Çince yazılmış bir derleme eser ortaya koymuş ve bunları peyderpey Fransaya göndermiştir. Çin Astronomi Tarihi ile ilgili bilgileri, Fransız Bilimler Akademisi üyesi Prof. Biot'un kitabından (1862) öğreniyoruz.

Çinlilerin gözlem araçları; Su Saati, Gnomon (1.60m) Alidad ve Laiton (pirinçten, bir küre ve iki çemberden oluşmuş). Çinlilerin buluşlarında hiç bir dış etki yoktur. *Özet olarak yapılan astronomik çalışmalar:*

- Güneşin aynı bir solstis (gündönümü) noktasından ardarda iki geçişi arası (güneş yılı)  $365 \frac{1}{4}$  gün

- Daire  $365 + \frac{1}{4}$  parçaya bölünmüş (sadece Çinlilere özgü)
- Güneşin ekvatora paralel 1(Çin)derecelik  $(0'' 59' 8'' \frac{1}{4})$  günlük hareketi
- Gök cisimlerinin meridiyen geçişlerin su saati yardımıyla saptanması
- Farklı 28 yıldızla sınırlanmış 28 ekvatorial bölme (sieu). Bölmelere, belirtici yıldızların adı verilmiş. (Bölmeler eşit değil).
- Güneş, ay ve gezegenlerin bu bölgelerdeki açısal hareketlerinin saptanması
- Yıldız katalogları; koordinat işareti yok. Yıldızların adları ve relatif konumları verilmiş.
- Laiton'la 28 bölmenin genişliklerinin (ekvatorial) ölçülmesi
- Gnomon'la güneşin her mevsim boyunca meridiyense gölgesinin ölçülmesi (19. yüzyılda Laplace bu gözlemleri kullanarak Loyang kentinin enlemini hesaplamış, sonuç doğru çıkmıştır)
- Çubuğun gölgeleri yardımıyla meridyen çizgileri çizilmesi, alet meridyen üzerine yerleştirilerek, meridyenden geçen gök cisimlerinin işaretlenmesi
- Su saatleri yardımıyla, yıldızın meridyenden ardarda geçişi arasındaki zaman aralığı, güneşin doğuş ve batış zamanları, günlerin uzunluğu, gezegenlerin ufuk üzerinde kaldığı süre ve akşam ve sabah tanlarının hesaplanması
- Konjeksiyon ve oppozisyonların mutlak zamanlarının ve peryotlarının hesaplanması
- Kuzey kutpu çevresindeki yıldız gruplarının adlandırılması
- Ay ve güneş tutulmaları zamanının önceden belirlenmesi

- Güneşin ekvatorial bölmeler içindeki konumlarının tayini
- Günün uzunluğu 100 khe (geceyarısı başlıyor) (Bu birim daima kullanılmış, ancak bölme sayısı değişmiş)  
1 khe =  $14^m 24^s$ .
- Son Han zamanında bulunan eski bir tekst (-1100) yardımıyla, presesyon olayı ortaya çıkmış. Ancak ekvatorial veriler kullanılmış. (Bilimsel açıklaması yok).
- Meridyen çizgisinin, gnomonun gölgeleri arasındaki açının ikiye bölünmesinden saptanması
- Yaz ve kış solstis zamanlarının da gnomon yardımıyla saptanması
- Luni-Solar takvim, yıl 12 parçaya bölünmüş ( $30 \frac{14}{32}$  günlük). Ayrıca herbiri de ikiye bölünmüş ( $15 \frac{7}{32}$  günlük).  
( Farklı hanedanlar, başlangıcı farklı 3 takvim kullanmışlar )



Şek.5. Çinlilerin zodyak işaretleri

## HİND ASTRONOMİSİ

En önemli astronomi yapıtı Sûrya-Siddhânta. Hind astronomi yapıtları soyut kurallar içermektedir (Biot): Güneş, ay ve beş gezegenin görünen konumlarının elde edilmesi için ardarda yapılması gereken nümerik hesap dizilerini içermektedir.

28 Ekvatorial bölme Çinlilerinkine (Sieu) denk düşüyor: 28 Nakshatras. Çoğunda belirtici yıldızların aynı olması, Çin eserlerinin etkisini göstermektedir. Hintlilerin matematikte, özellikle Sayılar Teorisi ve Cebirde çok ileri olması, astronominin hesapla ilgili kısımlarını geliştirmelerini sağlamıştır. Rakamlar Hint kökenlidir. Araplar bunları Avrupaya nakletmiştir. Önemli buluşları: "0". On tabanına göre sayıları kullandıkları için sifıra gerek vardı. Negatif sayıları da ilk kez Hintliler kullanmıştır.

Hind Astronomisi Eski Çin Astronomisi dışında Yunan ve İskenderiye Astronomilerinin etkisinde kalmıştır. M.Ö. III. yüzyıldan önceye ait bilgi mevcut değildir. Bu dönemde bir şiir konusu olan astronomi, sonraki 1000 yıl boyunca bir seri kitap halinde yazılmış olan Siddhânta'larda bilimsel bir görünümle ortaya çıkar. En önemlisi Sûrya Siddhânta olan bu geniş kapsamlı yapıtın içeriği Yunan yazarlarının etkisindedir (1780 den itibaren çevirisi yayınlanmaya başlamış).

- Haftanın yedi gününün herbirinin 7 gezegenin tanrısının adlarının verilmesi (ilk kez)
- Yerin küreselliği ve uzayda bir yere dayanmadan durduğu
- 5 Rasathane yapılmış
- Arzın çapının, ayın uzaklığının, gezegenlerin uzak-

- lıkları tayini
- Gezegenlerin merkez-denklemleri
  - Zodyak yıldızları
  - Daire  $360^{\circ}$  Derecenin tüm alt bölmeleri ( ' , " , '' )
  - Yıl  $365^d 6^h 12^m 36^s.556$  olarak belirlenmiş
  - Yerin dönüşü ve yorumu
  - Episikl yörüngelerin kullanımı ve doğa üstü güçlerin etkisi ile eliptik şekle dönüşmesi (ilk kez)
  - Gezegenlerin direkt, retrograd ve stasyoner hareketleri hakkında açıklamalar
  - Tutulmaların önceden hesaplanması
  - Presesyonun gerçek değere çok yakın olarak hesaplanması:  $1^{\circ} \frac{1}{2}$ .

## YUNAN ASTRONOMİSİ

Bilimsel çalışmaların dinsel inançlardan ayrı olarak ele alınıp, gökyüzü olaylarının mitolojik düşüncelerden arındırılarak, matematik temele dayandırılıp yorumlanması eski Yunan filozoflarıyla başlamıştır. Aynı zamanda astronom ve geometrici olan bu filozoflar, M.Ö. VII. yy.'dan itibaren Yunanistan, Batı Anadolu ve İskenderiye'de okullar kurarak bilimsel çalışmalarını sürdürmüşler ve bunları daha sonraki kuşaklara aktarmışlardır. Eski Yunan astronomları gözlemden ziyade, evrenin yapısını (özellikle Güneş, Ay ve Gezegenlerin hareketi) araştırmaya önem vermişler ve bunun için başlangıçta Mısır ve özellikle Babillilerin gözlem verilerini kullanmışlardır. M.S. 2. yy.'a dek dokuz yüzyıl boyunca yoğun bir biçimde sürdürülen araştırma, hesap ve teorileriyle, eski Yunan astronomlarının gökbilime katkıları büyük olmuştur. Olayları ve bunların nedenlerini düşünceye dayalı bilimsel yöntemlerle araştıran Yunanlılar, Jeosantrik ve dairesel sistemi kabul ettiklerinden, kurdukları teorileri gözlem sonuçlarına uydurmakta güçlük çekmişler, yeni varsayımlarla farkları azaltmaya çalışmışlar ve bu yanlış temele dayalı kuramlarla bu farkları hemen hemen yok etmişlerdir.

Eski Yunan filozofları, Astronomi ve Felsefenin yanında müzik, edebiyat, mantık ve matematiğin okutulup araştırıldığı, öğrencileriyle birlikte kendilerine özgü düşünce sistemini geliştirdikleri okullar, ya da okulların buldukları kentin adıyla anılırlar.

### - Miletos'lu THALES (625-545)

İlk felsefe okulunu kuran Thalesin evren hakkındaki yorumu basit: Tepsi biçimindeki dünya, genişlik ve de-

rinliđi sonsuz olan suyun üzerinde yüzer.

- Samos'lu PYTHAGORAS (580-500)

Evren, iyi organize olmuş, matematik kurallara sahip bir sistem, Arz, evrenin ortasında izole bir küre.

Pythagoras'ın kurduğu okulda böylece ilk kez arzın küreselliği ortaya atılmış. Arzın ekseni çevresinde dönüşünün gündüz ve geceyi oluşturduğu öngörülen okulda, 7 gezegenin arzın çevresinde dolandığı kabul ediliyor.

- İyonya'lı ANAXAGORAS (500-428)

Arz ve ayın düz, gezegenlerin çakıl taşları gibi olduğu kabul ediliyor. Tutulmalar ilk kez gölge olayı ile açıklanıyor: Güneşin aydınlattığı Arzın gölge konisine ay girince tutulma meydana geliyor.

- Atina'lı PLATON (428-347)

Kurduđu Akademi'de Pythagoras sistemi kabul edilmiş. Gezegen hareketlerindeki düzensizlikleri açıklamak için, küreler üzerindeki dairelerde dolandıkları varsayılıyor.

- Knidos'lu EUDOKUS (409-365)

Gezegenlerin hareketleri, küresel katmanlar üzerindeki hareketlerin bileşkesi olarak açıklanıyor. 7 Katman, toplam 26 küre.

- Pontus'lu HERAKLEIDES (388-315)

Arzın rotasyonu, yıldızların doğup batmasına yol açar. Arzın çevresinde güneş, güneşin çevresinde gezegenler dolanır. Bu varsayım, parlaklık değişimleri ile direkt-retrograt hareketi ve stasyoner noktaları açıklıyor.

- Atina'lı ARISTOTELES (384-322)

Ay-Mars ve Jüpiter-Yıldız örtülmesini gözlemiş ve Ar-



zın küreselliğini kanıtlamıştır. Ay'ın yarıçapının ve evrelerinin, ay-arz arasındaki bir diskten kaynaklandığını öngören Aristoteles, Arzın çevresini 63 000 km olarak hesaplamıştır.

- Samos'lu ARISTARCHUS (310-250)

İskenderiye okulunda, matematikçi ve astronom, Arz-Güneş ve Arz-Ay uzaklıklarını; arz, ay ve güneş yarıçaplarını hesapladı. Yöntemler doğru, sonuçlar yanlış Güneş merkezli sistem. (Arşimedin kitabında geçiyor).

- ERATOSTHENES (273-192)

İskenderiye kütüphanesi direktörü. Matematikçi, Astronom ve Coğrafyacı. M.Ö. 230'da arzın çevresini doğru olarak hesaplamıştır (Assuan ve İskenderiyede güneş meridyende iken, İskenderiyede bir obeliskin gölgesinin uzunluğunu ölçüyor. Assuan'da gölge yok. (güneşin görüntüsü bir kuyunun dibinde görünüyor).

İki kent arasında açısal uzaklık  $7^{\circ}$ . Arzın çevresini 40.000 km buluyor. Ayrıca ekliptiğin eğimini hesaplamış:  $23^{\circ} 51' 20''$ .

- Perge'li APOLLONIUS (262-180)

Episikl kuramını ilk kez ortaya koymuş, Gezegenlerin parlaklık değişimini, görünen hareketlerini açıklamıştır.

- İznik'li HIPPARCHUS (160-125)

Yunan tarihinin en önemli bilimcisi. Rodosta rasathane kurmuş, Rodos ve İskenderiyede yaşamış.

Episikl teorisini genişletmiş; eksantrik daire, merkez denklemi

Küresel koordinatlar  $(\alpha, \delta)$ ,  $(\lambda, \beta)$

Presesyon (gözlemlerini eskilerle karşılaştırmış).

(Yapıtları günümüze Ptolemaeus aracılığıyla ulaşmıştır)

Ayın ve Güneşin çap ve uzaklıkları

İlk NOVA gözlemi (134)

Yıldız kataloğu, Yıldızların 6 parlaklık grubuna ayrılması.

Güneş-ay tutulmalarının önceden hesabı.

Yay uzunluklarını içeren çizelgeler

Yıl tanımı ve uzunluğu

Tropal, sinodal ve sideral yıl tanımları

Sinodal, Sideral, drakonistik ve anomalistik ay tanımları

İlkbahar, Sonbahar ve solstis noktalarının saptanması

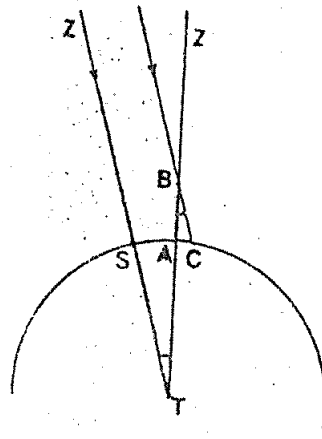
Mevsimlerin uzunlukları

Saros periyodu

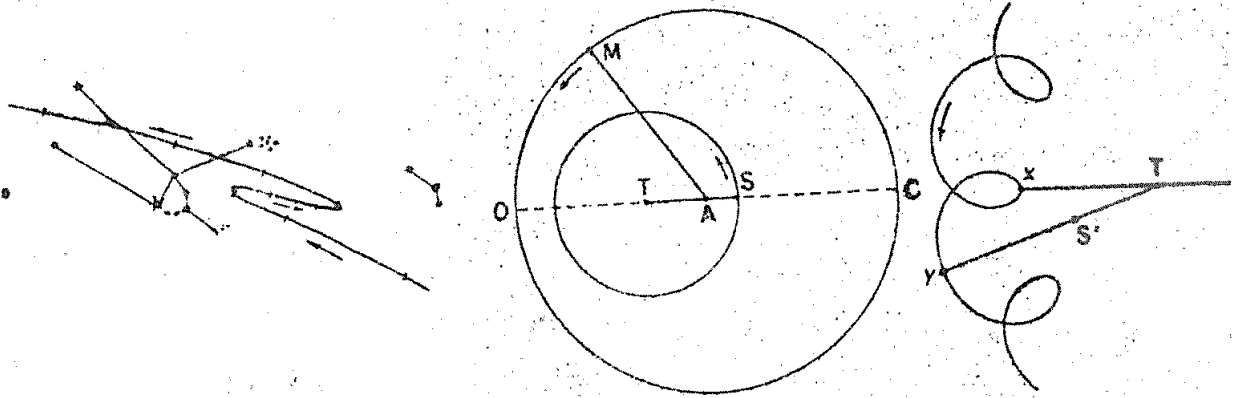
- İskenderiye'li PTOLEMEUS (M.S. II. yy.)

Almagest (Syntaxis)'i yazması, eski Yunan Astronomisi ile ilgili bilgileri gün ışığına çıkarmıştır. Bu eser önce **lâtinceye** çevrilmiş, ama orta çağ ile birlikte etkinliği kaybolmuştur. Ancak 827'de Bağdat'da Al-Hamun'un emriyle arapçaya, 1230'da da arapçadan tekrar **lâtinceye** çevrilmiştir. **Delambre** bu yapıt için: "Ptoleme'nin bu matematiksel **sentezinde** Yunan Astronomisinin tamamı bulunmaktadır" diye yazmıştır.

13 kitaptan oluşan Almagest'in **Giriş** bölümünde Ptoleme evrenin büyüklük ve düzenini göstermektedir. **İlk iki kitap**, tanımları ve genel elemanlar teoremleri içerir. Arzın döndüğünü ve çekimin her yerde arzın merkezine doğru olduğu kanıtlanır, ekliptiğin konumu ve eğiminin hesabı açıklanır. Çeşitli yerler için kutup yüksekliği ile günün uzunluğu verilir. **3. kitapta** güneşin hareketini ve bu hareketteki düzensizlikleri, **Dördüncüde** ayın hareket teorisini ve bu harekette gü-



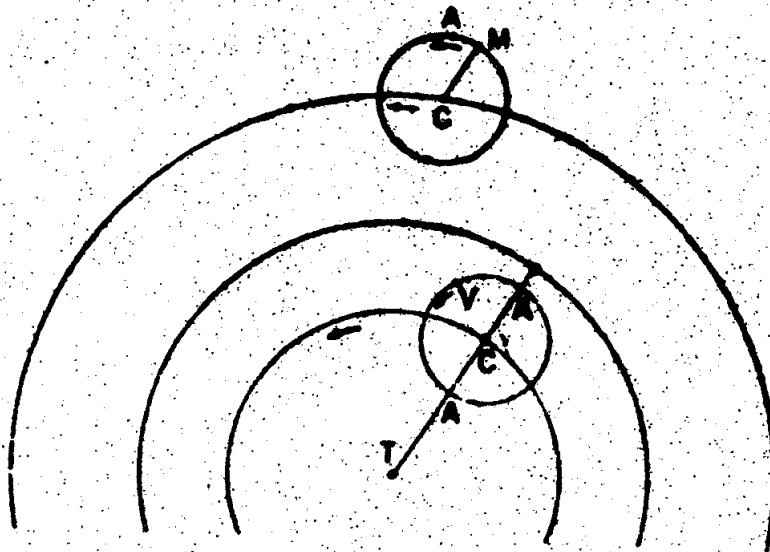
Şek.6. Arz çevresini ölçümü (Eratosthenes)



Şek.7. a) Mars'ın sabit gök cisimleri arasında hareketi  
 b) Marsın eksantrik sistemi (S:güneş, M: Mars,  
 T: Arz)  
 c) Marsın bükümlü yörüngesi

neşin "çekim" etkisinden ileri gelen bozulmaları irdeleyen Ptoleme, Hipparchus'un başlattığı çalışmalarını tamamlamış, "episikl" varsayımlarını genişletmiştir. 5. ve 6. kitap, güneş ve ayın uzaklıklarının, günümüzde kullanılan paralaks yöntemiyle tayinini ve tutulma hesabı için bir yeni yöntemi içerir. 7. ve 8. kitap, 1022 yıldızlık bir katalog olup, Hipparchus'un yıldızlarının, presesyon düzeltmesi yapılmış koordinatları verilmiştir. Yapıtın kalan 5 kitaplık kısmında, Ptoleme'nin astronomiye en önemli orijinal katkısı olan, gezegenler teorisi yer alır. Taşıyıcı ve episikl (tali) yörüngeler sistemini, yeni bir "ekuant" noktasıyla geliştirdiği bu kuramla Ptoleme gezegen hareketleri ile ilgili gözlem verilerine uyan sonuçlar elde edebilmiştir.

Ptoleme'nin en önemli etkinliği, Almagest aracılığıyla kendinden önceki astronomik doktrinleri, özellikle Hipparchus'unukileri koruyarak ve geliştirerek nakletmesidir. Ptoleme ile zengin Yunan astronomi tarihi sona erer.



Şek.8. Ptoleme sistemi

## İSLÂM ASTRONOMİSİ

Ptoleme'den (II.yy) sonra, 16. yüzyıla kadar batıda gökbilimle ilgili önemli bir etkinlik görülmemekte, buna karşın İslâm dininin ortaya çıkıp, Hicretten (622) sonra müslümanlığın orta doğuda hızla yayılmasıyla birlikte, özellikle Abbasi Halifeleri döneminde, Astronomi ve Matematikle ilgili çalışmalar önem kazanmaktadır. Abbasiler önce Hindistanla ilişki kurmuş, diğer konularda olduğu gibi Matematik ve Astronomi alanında da bilgilerinden yararlanmaya başlamışlardır. Al-Mansur Hind astronomi kitaplarının Al-Mansur da Almagest'in arapçaya çevrilmesini emrederek, astronomik gözlem ve çalışmaların yapılmasına ön ayak oldular. Bu dönemde Bağdat ve çevresi başta olmak üzere, orta doğuda bilim merkezleri ve Gözlemevleri kuruldu.

İslâm bilimcilerinin dikkatini astronomiye çeken özel nedenler vardı; bunlar:

- Kible yönünün belirlenmesi
- Namaz vakitleri
- Takvim için ayların saptanması
- Oruç vakitlerinin belirlenmesi
- Astroloji (yıldız falı)

İslâm astronomları çok duyarlı gözlemler, astronomik hesaplar yapıyorlar, "Zic" adını verdikleri astronomik çizelgeler hazırlıyorlar, kitaplar yazıyorlardı. Kataloglarında (Zic'lerde) yer alan bazı yıldız adları ile astronomi ve matematik terimleri halen kullanılmaktadır: Zenit, algebra, azimut, Vega, Denep, vb. Abbasi astronomlarının yapıtları ve latineden arapçaya çevirdikleri Almagest (Al-Magest: arapçadır) sonradan batı dillerine tercüme edilerek günümüze kadar ulaşmıştır. Halen İslâm

astronomisine ait incelenmemiş yüzlerce eser vardır (Özellikle Beyrut kütüphanesinde). Orta doğudaki en ünlü islâm astronomları arasında Al-Fargani, Al-Battani, Al-Sufi, Al-Bruni sayılabilir.

10. yüzyılda Abbasiler gücünü kaybedince İranlı (Persli) hükümdarlar bilimsel çalışmalarını desteklemeyi sürdürdüler; saray bahçesinde kurulan bu gözlemevinde gökbilim araştırmalarına 13. yüzyıla dek sürdü.

Öte yandan ortaçağ islâm astronomisi 11. yüzyılda ~~Maraga'da~~ (Al-Hazen, Bin Yusuf) ve 12. yüzyılda Batı islâm devleti endülüste (İbn Rusd, Al-Betruni) etkin oldu, İspanyada arapların gücü azaldığında, bir hristiyan kral olan Alphonso halifeleri örnek aldı ve astronomik çizelgeler hazırlattı (Alfonso Çizelgeleri). Bu yolla islâm astronomisi İspanyadan Avrupaya geçmiş ve arapça yazılan eserler latinceye çevrilmiştir.

13. yüzyılın ortasında gökbilim çalışmaları İspanyada Alfonso ile birlikte sona ererken, orta doğuda kurulan Türk devletlerinde yeniden canlanmış ve Cengiz Hanın torunu Hulagu Han tarafından Maraga'da çok büyük bir gözlemevi kurularak, düzenli gözlemler yapılmağa başlanmıştır. Hulagu'nun Veziri Nasireddin-al-Tusi ve asistanları 12 yıl süresince gezegenleri gözledikten sonra "İlokhanik Çizelgelerini" hazırladılar. 150 kadar risale yazan Al-Tusi "Tadkira" sında (Memorandum) Ptoleme sistemini, iki episikl ekleyerek, genişletti; Maraga rasathanesinden al-Urdi ile al-Şinazi ise yeni bir düzenleme önerdiler. Ancak bu sistem, filozofik olarak itiraz edilen eksantrikliğe gereğinden fazla yer veriyordu. 14. yüzyılın ortasında Damarkus'ta yaşayan Al Safir ise Ptoleme sistemindeki taşıyıcı ve episikl

dairelerin bazılarını elimine ederek, konsantrik bir düzenleme ile basitleştirdi.

15. yüzyılın başında Türkistan Hakanı Uluğ Bey (Babası Timurlengin torunudur) bilime, özellikle astronomiye çok önem verdiğinden önce bir medrese, sonra da Semerkant yakınında çok büyük bir rasathane kurmuş ve kendi bizzat gözlem ve araştırmalara katılarak, Kadı-zade Rumi, Giyaseddin Cemşit ve Ali Kuşçu ile birlikte 17 yıl süren gözlem ve çalışma sonucu 3 bölümlük çok geniş kapsamlı bir yapıt ortaya çıkarmıştır: "Uluğ Bey zic"i. Bu katalogda 1018 yıldızın 1437.5 yılına ilişkin konumu, zaman ve yön tayinleri, takvim, tutulmalar, trigonometrik ve astronomik çizelgeler yer almaktadır. Uluğ Bey Zic'i batının bilim adamlarınca incelenmiş ve 19. yüzyılın sonuna kadar 6 kez yayınlanmıştır.

Uluğ Beyin ölümünden sonra Ali Kuşçu, Fatih Sultan Mehmet'in daveti üzerine İstanbul'a gelerek Ayasofya Medresesi Müderrisliğine atanmıştır. İstanbul'da astronomi ile ilgili gözlem ve çalışmalar yapan Ali Kuşçu İstanbul'un enlem ve boylamını tayin etmiş, çok sayıda kitap ve risale bırakmıştır. Yaklaşık bir yüzyıl sonra, Astronomiye büyük ilgi duyan ve Ali Kuşçu'nun kitaplarından yararlanarak kendini yetiştiren Takiyettin Münecimbaşıllığa atanmış ve Padişahın desteği ile 1577 de Tophanede bir rasathane kurulmuş, ancak iki yıl sonra zamanın Şeyhülislamının Padişahı etkilemesi sonucu Rasathane yıkılmıştır. Takiyettin'in iki yıl süreyle yaptığı rasatlar yayınlanmış ve 16. yüzyıl sonunda Avrupa'da Tycho Brahe'nin astronomik bakımdan çok önemli ve Kepler Kanunlarının temeli olan gözlem verilerine uygun düştüğü anlaşılmıştır.

## SONUÇ:

Eski Çin Astronomisi yıldızların, hareketli gök cisimlerinin gözlenmesi ve özellikle takvime dayalı gözlem verilerinin değerlendirilmesi, ölçüm ve hesapları açısından önem taşımakla birlikte, bunların batıda tercüme edilip yayınlanması 19. yüzyılı bulduğundan, günümüz astronomisine katkısından söz edilemez. Ancak Hintlilerin Siddhanta dizisinin hazırlanışında Çinlilerin etkisinde kaldıkları sanılmaktadır.

Mezopotamya ve Mısırda yapılan çalışmalar, özellikle Babillilerin yıldız ve gezegen gözlemleri, eski Yunan astronomlarının hesap ve kuramlarının temelini oluşturmuş, Tales'den Hipparchus'a kadar bu verilerden yararlanılarak evren modelleri oluşturulmuş, "Episikl" sistemi geliştirilmiştir. M.Ö. VI. yüzyıldan itibaren Yunanlı filozof Astronomlarının gök cisimleri ve gökyüzü olaylarıyla ilgili olarak gitgide geliştirdikleri teori ve hesapları, yıldızların konumlarına içeren katalogları, özellikle ay, güneş ve gezegenlerle ilgili araştırma ve yorumları, bilimsel astronominin başlangıcı olmuştur. Ptoleme, 500 yıl boyunca yapılan çalışmaları, (özellikle Hipparchus'unkileri) kendi katkılarıyla birlikte Almagest'te toplamış ve Yunan astronomisi Almagest le İslâm astronomlarına, sonra yeniden Latinceye çevrilmiş olarak batıya aktarılmış ve Kopernik'in çalışmalarının kaynağı olmuştur.

Almagest'teki Ptoleme sistemine ilk eleştirenler İslâm astronomları olmuş, 11. yüzyılda Al Hazen "Ptoleme Üzerine Kuşkular" adlı yapıtında "ekuant"lı gezegen mo-

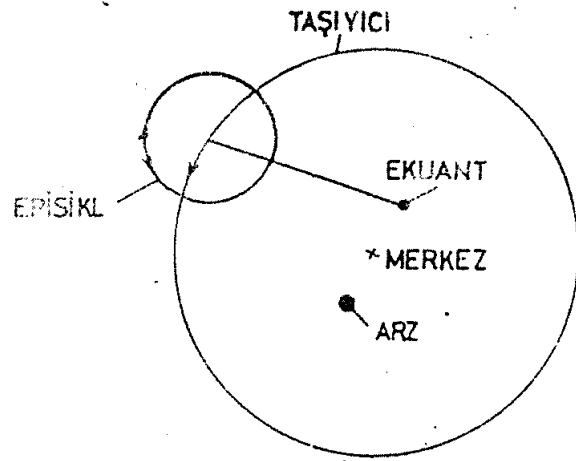


dellerinin yanlışlığını ortaya atmıştır. Daha sonra 12. yüzyılda Endülüslü İbn Ruşt Ptoleme'nin daha ekstrem bir eleştirisini yaparak, öngördüğü sistemin gerçeklere değil sadece hesaplara uygun düştüğünü öne sürmüştür.

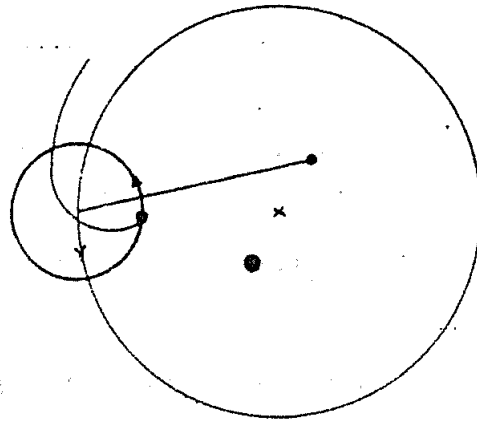
Maraga astronomlarının ve Al-Şatir'in çalışmaları ancak 1950'lerde Beyrut'taki Amerikan Üniversitesinde E.S.Kennedy ve öğrencileri tarafından ortaya çıkarıldı. Kullandıkları sistem Kopernik'in kullandığı sisteme çok benziyordu. Kopernik helyosantrik sistemi kullanmakla birlikte, ön çalışmalarında Al-Şatir'inkine eşdeğer bir düzenleme yer alıyordu. Daha sonra, "De Revolutionibus" da Maraga'dakilerin geliştirdiği bir sisteme eşdeğer bir model uygulayarak eksantrik yörüngelere dönmüştür.

Acaba Kopernik Al-Şatir ve Maraga astronomlarından etkilenmiş olabilir mi? İtalya'da öğrenim gördüğü sırada (1496-1503) bir arapça elyazması görmüş olması ve bunu tercüme etmesi inkânsız değildir. Zira Al-Tusi'nin çalışmalarının Yunanca tercümesinin 15. yy.'da Roma'ya ulaştığı bilinmektedir. Tarihçiler bu konuda ikiye ayrılmışlardır. Ama, Ptolome'yi eleştirme ve ekuant'ı elimine etme fikrinin batıya İslâm alemleri tarafından sokulan görüşlerden kaynaklanmış olduğu inkâr edilemez.

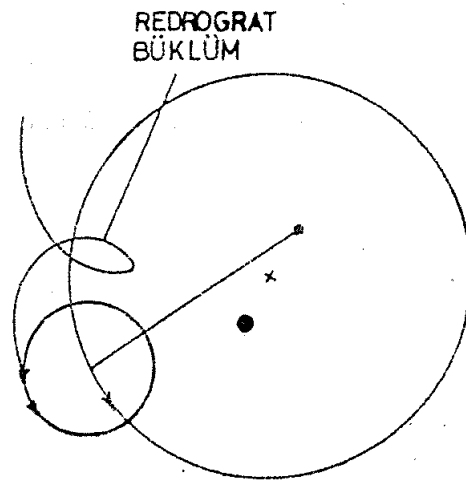
1



2



3



Şek.9. Ptoleme'nin ekvantalı eksantrik sistemi

## Bibliografya

- Abetti, G., The History of Astronomy, Henry Schuman, Inc.,  
New York (1952)
- Bertrand, J., Les Fondateurs de l'Astronomie Moderne, Paris  
(1865)
- Biot, J.B., Etudes sur l'Astronomie Indienne et sur l'Astro-  
nomie Chinoise, M.L.F. Libraires Editeurs, Paris (1862)
- Brunet, Mieli, A., Histoire des Sciences (Antiquité) Payot,  
Paris (1935)
- Couderc, P., Histoire de l'Astronomie Classique, Presses  
Universitaires de France, Paris (1982)
- Dreyer, J.L.E., A History of Astronomy from Thales to  
Kepler, Dover Publ., Inc., (1952)
- Gingerich, O., Astronomy in Islam, Scientific American (1986)  
VOL. 254, No. 4, pp. 74-83
- Guillemard, R., L'Astronomie, Bibliotheque du. C.E.P.L.,  
Paris (1972)
- Kızıllırmak, A., İslam Astronomisi, Kepler Simyozumu, İstanbul (1986)
- Taton, Histoire Générale des Sciences, Vol.1. Presses  
Universitaires de France, Paris (1952)

