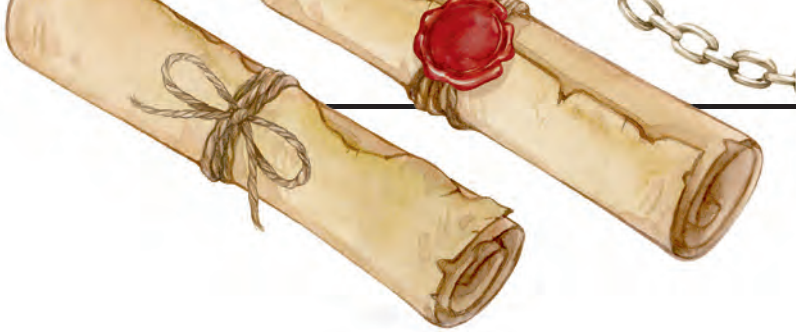


BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Hipparkhos'un Geometri ve Gök Bilim Çalışmaları

Geometri ve Gök Bilimi

Gezegenlerin hareketlerinde gözlemlenen düzensizlikleri açıklamak için yapılan çalışmalar, İskenderiyeli bilim insanlarının geometride kaydettikleri ilerlemelerle farklı bir boyuta taşındı. Özellikle dış-merkezli ve çember-merkezli modeller konuya yeni bir bakış açısı kazandırdı. Ancak Pergeli Apollonios (M.Ö. 262-190) tarafından geliştirilen bu modellerin gezegenlerin hareketlerindeki düzensizlikleri açıkladığından emin olmak, başka bir deyişle gözlem sonuçlarıyla uygunluk gösterip göstermediğini belirlemek gerekiyordu. Tahminen M.Ö. 190-120 yılları arasında yaşamış olan Hipparkhos bu konuda çalışmalar yürüttü. Hayatı hakkında hemen hiçbir bilgi bulunmasa da Hipparkhos'un coğrafya, matematik ve gök bilim alanlarına özgün katkılar yaptığı biliniyor. Helenistik Dönem'de yaşamış bilim insanları arasındaki önemli isimlerden biri olmasına rağmen eserlerinin büyük kısmı günümüze ulaşmadığı için katkılarının bazı ayrıntıları karanlıkta kalmıştır. Ancak Hipparkhos'un gök bilim konusundaki kuramsal ve uygulamalı katkılarından, onu "gerçeğin büyük aşığı" olarak nitelendiren Ptolemaios'un (M.S. 100-170) aktardığı *Yılın Uzunluğu, Ayların ve Günlerin Dizilimi* ve *Gün Dönümleri ile Ekinoksların Değişimi* adlı üç eseri sayesinde haberdarız. Bu sayede

İskenderiye Müzesi'nde çalıştığını, gözlem aletleri yaptığını, çok sayıda yıldızı gözlemlediğini ve ilk detaylı yıldız kataloğunu hazırladığını biliyoruz. Ayrıca çıplak gözle görülebilen yıldızları hem konumlarına hem parlaklıklarına göre sınıflandırdı. Bu, gök bilimcilerin yıldızların parlaklıklarındaki değişimlerin (örneğin bazı yıldızların sönümlenerek kaybolması veya yeni yıldızların görünmesi gibi durumları) açıklamasına yönelik çalışmalarına temel oluşturdu.

wikipedia.org

İznikli Hipparkhos (M.Ö. 190-120)

Geometri Çalışmaları

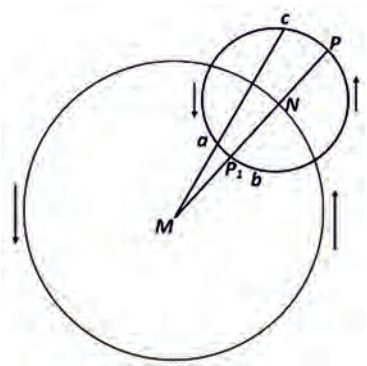
Geometri konusunda önemli çalışmaları bulunan Hipparkhos, dairenin çevresini 360 birime, çapını ise 120 birime böldükten sonra, ilk kez açıların karşısındaki yaylarla değil, kirişlerle ölçülmesini önerdi. İlk bakışta basit bir açı ölçme yöntemi değişikliği olduğu düşünülse de Hipparkhos'un geliştirdiği yeni yöntem trigonometrinin temellerinin atılmasına öncülük etti. Açıların yaylarla ölçülmesi durumunda orantı kurmak zordu. Kirişler yoluyla açı değerlerini belirleme yöntemi ise kolaylıklar sağlasa da bazı zorluklar taşıyordu. İlk zorluk, bazı açıların karşısındaki kirişlerin uzunluğunun kolayca hesaplanabilmesine karşın bazılarının çok karmaşık hesaplamalar gerektirmesiydi. Bir diğer problem ise daha önceki yöntemde kullanılan ve her açıya karşılık gelen yayın ölçüsünün listelendiği cetvele benzer şekilde, her açı derecesinin karşısındaki kirişin uzunluğunun bilinmesini sağlayacak bir kirişler cetvelinin hazırlanmasıydı. Böylece araştırmacılar her seferinde bir açının kirişinin uzunluğunu hesaplamak yerine hazır cetvelde açının karşılık geldiği kiriş uzunluğuna bakarak hesaplamalarını yapabilecekti. Bu cetvel, çok sonraları kullanılmaya başlanan logaritma cetvellerinin benzeridir. Kirişler cetveli bir açının tanjantı, kosinüsü, sinüsü ve kotanjantının rahatlıkla bulunabildiği logaritma cetveliyle aynı amaca hizmet edecek şekilde hazırlandı. Hipparkhos'un trigonometrik cetveller geliştirmiş olması, küresel trigonometrinin (her bir kenarı birer yay parçası olan küresel üçgenlerle ilgilenen geometri dalı) temel teoremlerini bildiğini düşündürüyor.

New York Public Library / SPL

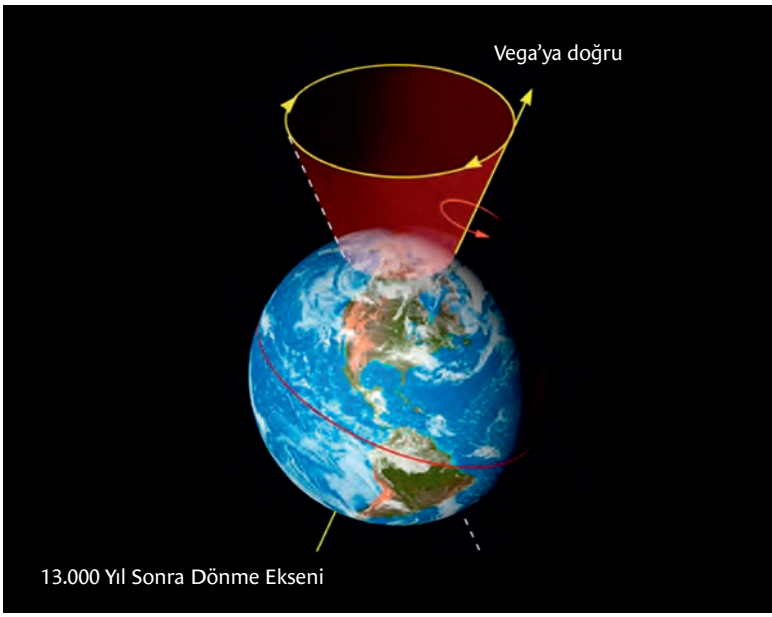
Gök Bilim Çalışmaları

İlk Güneş merkezli gök modelini geliştiren Aristarkhos (M.Ö. 310-230), Antik Yunan'da Yer'in evrendeki konumunu ve hareketini açıklamaya yönelik ilk bilimsel yaklaşımı ortaya koyan doğa filozofu ve gök bilimcisidir. Ondan sonra gelen Apollonios, Hipparkhos ve Ptolemaios gibi bilim insanları ise gezegenlerin gözlemlenen hareketlerini temsil etmek üzere dış-merkezli ve çember-merkezli geometrik modeller geliştirdi. Modelin gözlemlerle uyumlu olup olmadığını dikkate almayan bu bilim insanları için gezegenlerin hareketini modellemekte kullanılan farklı döngüsel hareketler bir arada değerlendirilerek gezegenlerin herhangi bir andaki konumlarını hesaplamak yeterliydi.

Büyük İskender'in zamanına kadar Yunan gök bilimciler, uzun süreli gözlem kayıtlarına dayanan verilere sahip olmadan evrenin yapısı üzerine fikirler ileri sürdü. Bu nedenle gök olaylarını açıklamada sınırlı başarı elde ettiler. İlk uygarlıklardan beri her dönemde insanlar ihtiyaç duydukları doğru ve tutarlı bir takvim yapmak veya var olan takvimleri düzenlemek amacıyla Güneş'in ve Ay'ın döngüsel hareketlerini daha yakından takip etmenin gerekli olduğu fark etmiş, bu da gök bilimin gelişimi hızlandırmıştı. Gök bilimin gelişim süreci, içerisinde yıldızların ve gezegenlerin konumlarının dereceli aletlerle belirlendiği küçük bir gözlemevinin de bulunduğu bir araştırma merkezi olan İskenderiye'deki Müze'nin kurulmasıyla kurumsallaştı. Hipparkhos'un ve Ptolemaios'un gök bilimde büyük keşifler yapmasını sağlayan bu sistemli gözlem çalışmaları, aralarında Apollonios'un da bulunduğu birçok matematikçi tarafından desteklenince gök biliminde ciddi bir ilerleme kaydedildi. Bu sayede burçlar kuşağı olarak da bilinen 12 zodyak takımyıldız ile gezegenlerin gökyüzündeki gözlemlenen hareketlerini eş merkezli bir daire içinde açıklamak mümkün oldu.



Bu modelde Yer, taşıyıcı (deferent) olarak adlandırılan büyük çemberin merkezi olan M noktasında yer alır. Merkezi N olan küçük çember (episikl) ise gezegenin sidereal döngüsünü temsil eder ve Yer'in etrafında döner. Sidereal (yıldız) döngüsü gezegenin, gökyüzünde arka plandaki yıldızlara göre aynı konuma geri dönmesidir ve bu döngüyü tamamlamak için geçen süre sidereal (yıldız) yılı olarak isimlendirilir. Episikl üzerinde bulunan gezegen, sidereal döngüsünü tamamlamak üzere episiklin etrafında deferent ile aynı yönde dolanır. Deferent üzerindeki hareket, boylamdaki yani gezegenin gökyüzünde zodyak kuşağı boyuncaki hareketini; episikl üzerindeki hareket ise gezegenin retrograde yani gökyüzündeki normal hareket yönünün tersi yöndeki hareketini temsil eder. Böylece bu iki doğrusal hızın birbirine oranına bağlı olarak gezegenin gökyüzünde gözlemlenen hareketindeki düzensizliği açıklamak mümkündür. Hipparkhos'un yaptığı budur.



Dünya'nın dönme ekseninin uzayda işaret ettiği nokta 26.000 yıllık bir periyotla daire çizer. Bu hareket "presesyon hareketi" olarak isimlendirilir.

Mark Garlick / SPL

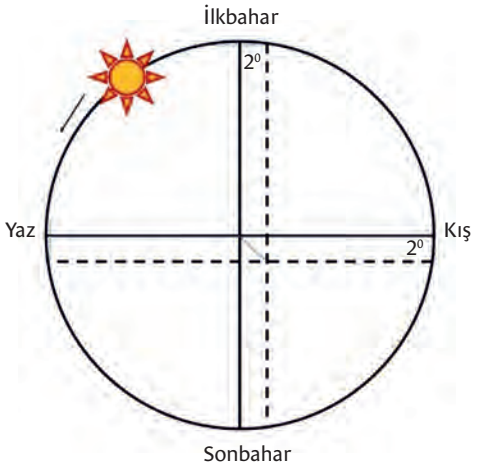
Ekinoksların Presesyonu

Gök cisimlerinin gökyüzündeki hareketlerinin tam olarak anlaşılabilmesi için uzun zaman ölçeklerinde gerçekleştirilen güvenilir gözlem kayıtları gereklidir. Hipparkhos'un yaptığı gözlemlere ek olarak, kendisinden önce İskenderiye'de 150 yıl boyunca yapılan gözlemlere ait veriler ve çok daha eski Babil gözlem kayıtları vardı. Hipparkhos, gözlem kayıtlarının güvenilirliği için hassas ölçümler yapabilmeyi sağlayacak gelişmiş gözlem araçlarına ihtiyacı olduğunu biliyordu.

Bu nedenle çalışmalarına çok sayıda gözlem aracı yapmakla başladı. Geliştirdiği gözlem araçlarıyla yaklaşık 800'den fazla yıldızı gözlemledi ve bu yıldızların konumlarını ve parlaklık derecelerini karşılaştırmalı şekilde belirledi. Bu çalışmaları sonucunda kendisinden önceki bilim insanlarının mevsimlerin zamanlarına yönelik tahminlerinin yanlış olduğunu, mevsimlerin başlangıç zamanlarında Güneş'in gökyüzündeki konumunun, sabit yıldızlara göre zamanla kaydığını fark etti. Bu durumun nedenini araştırdığında ekinoksların presesyonuna yani ötelenmesine dair önemli keşfe imza attı. Babil ve İskenderiye gözlemlerini birleştirerek Güneş ve Ay kuramlarını geliştirdi. Güneş kuramının esasını dört mevsimin her birinin süresinin neden diğerleriyle eşit olmadığı sorusu oluşturuyordu. Güneş'in mevsimler sırasında gökyüzünde eşit mesafeler katetmediğini fark eden Hipparkhos'un, Güneş'in gökyüzündeki hareketine dair gözlemlerle uyumlu bir model oluşturması gerekiyordu.

Hipparkhos çalışmaları sırasında ekinoks zamanlarındaki kaymanın, Yer'in kendi etrafında dönerken ekseninin uzayda işaret ettiği noktanın kademeli yön değiştirmesinden kaynaklandığını anladı ve bu periyodik hareketi ilk kez geometrik yöntemle açıklamayı başardı.

Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hareketi sırasında dönme ekseninin uzayda işaret ettiği yön yavaşça değişir. Bu periyodik hareket "presesyon hareketi" olarak isimlendirilir. Yani gezegenimiz bir topaç gibi yalpalar. Hipparkhos bu hareket nedeniyle yıldızların gökyüzünde ekinoks noktalarına göre zodyak takımyıldızlarının hareket yönünde ilerliyor gibi göründüğünü, gerçekte bunun ekinoks noktalarının (gök küresinin ekvatoru ile Dünya'nın yörünge düzleminin gök küresindeki izdüşümü olan ekliptiğin kesiştiği iki nokta) ötelenmesinden kaynaklandığını keşfetti.



Yer merkezli modeli savunan Hipparkhos'un keşfini açıklayabilmek için Güneş'in yörüngesinin dış-merkezliliğini yani Yer'in merkezden kaç derece kaydırılması gerektiğini hesaplaması gerekiyordu. Şöyle düşündü: Güneş çember şeklinde bir yörüngede sabit hızda hareket ettiğine göre Güneş her yay derecesini eşit sürede dolanmalıdır. Güneş, Yer'in çevresini 365 günde dolanarak 360 derecelik bir yay çiziyorsa bu durumda ilkbahar ekinoksu sırasında olduğu konumdan sonbahar ekinoksu sırasında olduğu konuma kadar olan yarım daireyi 182,5 günde tamamlıyor demektir. Bu sürenin 187 gün olduğunu gözlemeyen Hipparkhos, Güneş'in sonbahar ekinoksu ile ilkbahar ekinoksu arasındaki diğer yarım daireyi de 178 günde dolanacağını hesaplar. Yani teorik olarak hesaplanan ile gözlenen süreler arasında her iki durumda 4,5 günlük bir fark oluşur. Bu süre farkı 4 dereceye denk gelir. Bu da Yer'in, Güneş'in yörünge merkezinden ilkbahar-sonbahar çizgisine göre 2 derece kaydırılması gerektiğini anlamına gelir.

Gelecek sayımızda Ptolemaios'un çalışmalarını ele alacağız. ■

Kaynaklar

Dreyer, J. L. E., *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, (Second Edition), Dover Publications, Inc. 1953.
Pannekoek, A., *A History of Astronomy*, London: Ruskin House George Allen & Unwin Ltd. 1961.
Crowe, M. J., *Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution* (Second Edition), Mineola, New York: Dover Publications, Inc. 2001.