BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

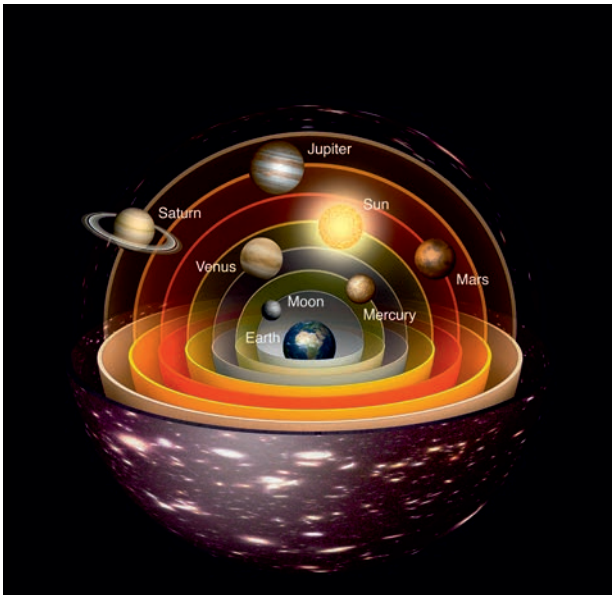
Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Ptolemaios'un Bilimsel Çalışmaları II

Ptolemaios, milattan sonra ikinci yüzyılda yaşamış ve bilimin değişik dallarında önemli eserler yazmış bir bilim insanıdır. Özellikle gök bilimi alanının seçkin örneklerinden biri olan *Almagest* adlı eserinde ileri sürdüğü düşünceleriyle bilim dünyasında uzun süre etkili olmuştur. Ancak yayımlanmasından birkaç yüzyıl sonra Avrupa'da bilimsel araştırmalara verilen önemin azalmaya başlamasıyla bu alanlarda yapılan çalışmalarda önce uzun bir durgunluk ardından da gerileme yaşanmıştı. Bu durum Ptolemaios'un ve kitabının unutulmasına yol açtı. Batılı tarihçiler tarafından Karanlık Çağ diye adlandırılan bu dönemde gök bilimi alanında önemli tek bir keşif bile yapılamadı. Bu nedenle uzun süre karanlıkta kalan *Almagest*, dokuzuncu yüzyılda bilgiye ulaşma merakının bir erdem kabul edildiği, bilimsel araştırmaların sistemli şekilde desteklendiği ve teşvik edildiği İslam dünyasında yeniden ilgi görmeye başladı. Kitapta ortaya konulan modeller ve yaklaşımlar hem İslam dünyasında hem de modern dönemde Batı'da yapılan gök bilimi çalışmalarını etkiledi.

dig.wikipedia.org

ART Collection / Alamy



Mikkel Juul Jensen / SPL

Yer merkezli Ptolemaios modelinin temsili çizimi.

Trigonometrinin Gelişiminde *Almagest*

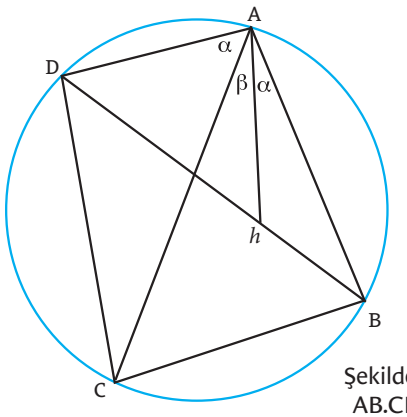
Almagest'in ikinci kitabı trigonometri konusundadır. Ptolemaios, yer merkezli evren tasarımı hakkındaki değerlendirmelerini Yer'in ekliptik eğimini (Güneş'in gök küresi üzerindeki görünür hareketi boyunca izlediği yol olan ekliptik çember ile gök ekvatoru arasındaki açı) ve ekvator dairesini temel alarak açıklamaya çalışır. Bu bağlamda "Bu bölümde öncelikle şunu genel bir kabul olarak anlamalıyız." dedikten sonra "Yer'in ekvator ve kutuplarından geçen daire yayı tarafından dört eşit parçaya bölündüğü varsayıldığında, üzerinde yaşadığımız kısım kuzey yarım küreyle sınırlı dörtte birlik bir alandır." biçimindeki düşüncesini paylaşır. Ptolemaios, bu düşüncesini gözlemlere dayandırır: Ekinoks zamanlarında güneş saati ibrelerinin gölgeleri öğle vaktinde her yerde kuzeye düşer. Ayrıca Ay tutulmaları, kendi yaşadığı coğrafyanın en doğusunda ve en batısında bulunan insanlar tarafından aynı anda gözlemlenir. Ardından "En uzun günün süresi bilindiğinde, ekvator ve ekliptiğin ufukla kesişmesi sonucu oluşan yaylar nasıl belirlenir?" sorusunu cevaplamaya çalışan Ptolemaios, küresel yüzeylerde uzaklıkların hesaplanması, zaman tayini gibi trigonometri bilmeyi gerektiren konular hakkında bilgiler vermeye başlar. Ele aldığı konu başlıklarından bazıları şunlardır: Aynı gözlemsel ölçütler kullanılarak herhangi bir yerin kutup yüksekliği nasıl belirlenir? Güneş hangi coğrafi konumlarda hangi zamanlarda tepe noktasına yükselir? Ekvatoral ve tropikal bölgelerde, öğle vakti Güneş saati ibrelerinin gölge uzunluğunun ibre uzunluğuna oranı nasıl değişir? Bu soruların trigonometri bilgisi gerektirdiğini ve kendi deyimiyle "açılar meselesi" olduğunu hatırlatan Ptolemaios, öncelikle açı ölçümlerinde kullanılacak bir kirişler cetveli hazırlamıştır. Aynı zamanda coğrafi bir bölgede bulunan başlıca kentlerin konumlarının enlemlerine ve boylamlarına göre nasıl belirleneceğini ele alır. Ayrıca bu konuda daha önce çalışmış olan kişilerin yazılarını inceleyerek her kentin üzerinde bulunduğu meridyen boyunca ekvatordan kaç derece uzakta olduğunu ve İskenderiye meridyeninin kaç derece doğusunda ya da batısında yer aldığını belirlemeyi amaçlar. Böylece bu kentlerdeki yerel zamanın İskenderiye meridyenine göre nasıl belirleneceğini açıklar. Ptolemaios, diğer önemli kentlerin zamanlarının tayin edilmesi için İskenderiye'den geçen meridyeni esas alacağını belirtir ve şu cümleleri

yazar: “İskenderiye’ye göre zaman tayini yapılacak bir kentteyken meridyeni farklı başka bir kentteki yerel zamanı bilmek istediğimizde, ekvator boyunca birbirlerinden kaç derece uzakta olduklarını yani meridyenler arasındaki açısal farkı bilmemiz gerekir. Yerel zamanı bulmak istediğimiz kent, bulunduğumuz kentin doğusundaysa aralarındaki derece farkını, bulunduğumuz kentteki yerel zamana eklemeliyiz. Bulunduğumuz kentin batısında yer alması durumunda ise derece farkını yerel zamandan çıkarmalıyız.”

Ptolemaios’un bu açıklamalarından gök biliminde trigonometriye ihtiyaç duyulduğunu ve açıların nasıl hesaplanacağı konusunda detaylı bir cetvele ihtiyaç olduğu anlaşılabilir. O dönemde trigonometrinin henüz bağımsız bir disiplin hâline gelmediğini, bu alandaki araştırmaları Hipparkhos’un (M.Ö. 190-120) başlattığını hatta bir kirişler cetveli hazırladığını ve Hipparkhos’un çalışmalarından Ptolemaios’un haberdar olduğunu biliyoruz. Fakat Hipparkhos, kirişler cetvelini nasıl hazırladığını açıklamamıştı. Buna karşın Ptolemaios, kirişler tablosunu nasıl oluşturduğunu, özellikle belirli açıların kirişlerini nasıl elde ettiğini kitabının birinci bölümünün onuncu alt başlığında açıklamış ve on birinci alt başlığında da kirişler cetvelini vermiştir:

“Kullanıcıya kolaylık sağlamak için çemberin çevresini 360 parçaya böleceğiz. Her yarım derecelik yaya karşılık gelen kirişin uzunluğunu ise çemberin çapının 120 parçaya bölündüğü bir sistemde ifade ederek bir tablo hâline getireceğiz. Bu yöntemi benimsememizin nedeni, hesaplamalarda ortaya çıkacak olan aritmetiksel kolaylıktır. … Geleneksel kesirli sistemin yetersizliği nedeniyle aritmetik hesaplamalarımız için seksagesimal yani 60 tabanlı sayı sistemini kullandık.”

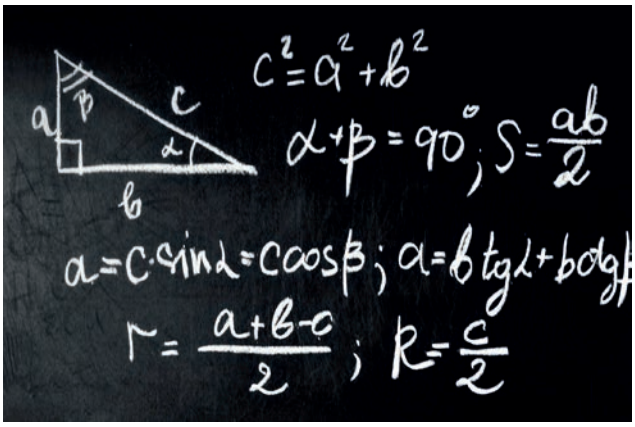
Bu yaklaşım hem trigonometrinin bağımsız bir disiplin hâline gelmesine hem de astronomik hesaplamaların temellerinin oluşturulmasına önemli katkılar sağlamıştır. Zira bazı açıların kiriş uzunluklarını hesaplamak kolayken bazılarınınki zordur. Örneğin 60 derecelik açıya karşılık gelen kiriş yarıçaptır. Benzer şekilde 90 derecenin kiriş uzunluğu Pisagor teoremi ile bulunur. Pisagor teoremine göre bir dik üçgenin hipotenüsü, daima dik açının karşısındaki kenardır ve dik kenar uzunluklarının karelerinin toplamı hipotenüsün karesine eşittir. Ancak bazı açılara karşılık gelen kirişlerin uzunluklarının bulunması zordur, dolayısıyla bu amaçla güvenilir bir yöntem bulmak gereklidir. Bunun için Ptolemaios, kiriş uzunlukları bilinen açıların toplamını veya farkını kullanarak diğer açılara karşılık gelen kirişlerin uzunluklarını belirlemeye çalışır. Bu uğraşları sonucunda bilim tarihinde Ptolemaios teoremi veya kirişler teoremi adıyla bilinen bir teorem geliştirir. Köşeleri bir daire üzerinde bulunan kirişler dörtgeni, bu teoremin esasını oluşturur. Teorem şu şekilde ifade edilir: Dörtgenin karşılıklı kenar uzunluklarının çarpımının toplamı, köşegen uzunluklarının çarpımına eşittir.



Şekilde görüldüğü üzere: AB.CD+AD.BC=AC.BD.

Diğer taraftan eğer bir açıya karşılık gelen kirişin uzunluğu biliniyorsa o açının iki katının veya yarısının kirişi de kolayca belirlenebilir. *Almagest* kitabı dikkatlice incelendiğinde Ptolemaios’un kullandığı tek trigonometrik fonksiyonun kirişler olduğu yani açıları, karşılık gelen kiriş uzunluklarıyla

ilişkilendirdiği görülebilir. Ptolemaios, kitabında trigonometrik hesaplamalarda başvurulacak açık talimatlar vermese de farklı açılara karşılık gelen kiriş uzunluklarını hesaplama problemini sadece dik üçgenlerden yararlanarak çözmeye imkân veren bir yaklaşım kullanmıştır ki bu onun standart yöntemidir.



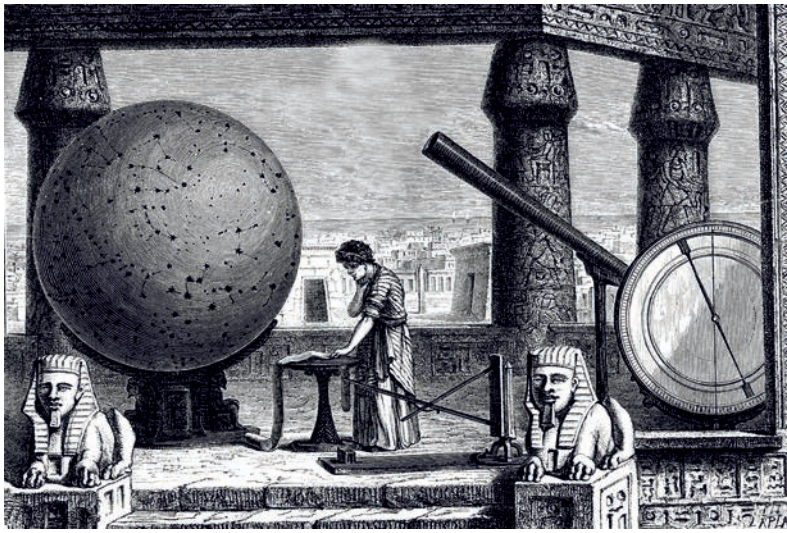
Dmitro2009 / iStock

Pisagor teoreminin temsili gösterimi

Yıldız Kataloğu

Almagest'in bilim tarihine en önemli katkılarından biri de günümüze ulaşan tek eski çağ yıldız kataloğunu barındırmasıdır. Bilim tarihçileri, konumları enlemlerine ve boylamlarına göre tanımlanan 1028 yıldızdan oluşan bu kataloğun Hipparkhos'un oluşturduğu kataloğa dayandığı konusunda görüş birliğine sahiptir. 18. yüzyılda yapılan incelemeler, kataloğun Ptolemaios'un kendi gözlemlerine dayanarak oluşturulduğu fikrine yol açmıştır. 19. Yüzyılda ise katalogda yer alan yıldızların boylamlarına yönelik yapılan kapsamlı analizler, bu bilgilerin milattan önce ikinci yüzyıla yani Hipparkhos'un zamanına ait olma ihtimalinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Çünkü Ptolemaios'un kataloğunda Hipparkhos'un gözlemlediklerinden farklı herhangi bir yıldızın yer almadığı tespit edilmiştir. Ayrıca katalogda yer alan yıldızların konumlarının Ptolemaios'un yaşadığı dönemle değil da Hipparkhos zamanındaki konumlarına daha yakın olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bilim tarihçileri arasında kataloğun Ptolemaios'un kendi özgün çalışması olmadığı, Hipparkhos'un kataloğunun presesyon hareketi (Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hareketi sırasında dönme ekseninin uzayda işaret ettiği noktanın yavaşça yön değiştirmesi) dikkate alınarak Ptolemaios'un ya da diğer astronomların gözlemsel katkılarıyla yeniden düzenlenerek oluşturulduğu görüşü öne çıkmıştır.

Gelecek sayımızda Ptolemaios'un çalışmalarını ele almaya devam edeceğiz. ■



Collection Abecasis / SPL

Ptolemaios İskenderiye Gözlemevi'nde

Kaynaklar

Fomenko, A. T., Kalashnikov, V. V., Nosovsky, G. V., *Geometrical and Statistical Methods of Analysis of Star Configurations: Dating Ptolemy's Almagest*, Florida: CRC Press, 1993.
Ptolemaios, *Ptolemy's Almagest, Translated and Annotated*: G. J. Toomer, New Jersey: Princeton University Press, 1998.
Toomer, G. J., "Introduction", *Ptolemy's Almagest, Translated and Annotated*: G. J. Toomer, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1998.