DİJİTAL KÜTÜPHANE KANALI

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

https://rantey.org

Yedek ve Duyuru Kanallarımız
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

• Telegram: https://t.me/birkitapbir

• WhatsApp Kanalımız : https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4IvMoc0Y

İslam Bilim Tarihi

I

Ed. Rüşdi RAŞİD

LITERA YAYINCILIK

İSLAM BİLİM TARİHİ

Ed. Rüşdi RAŞİD

LITERA YAYINCILIK

RÜŞDİ RAŞİD

1936 yılında Kahire'de doğan Prof. Dr. Rüşdi Raşid, felsefe ve matematik alanında lisansını tamamlayıp doktorasını Paris üniversitesi matematik bölümünde Matematik tarihi ve felsefesi alanında yaptı. 1965 yılından beri Fransız Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezinde çeşitli görevler aldı. 2001 yılına kadar Denis Diderot-Paris VII Universitesi'nde Bilim tarihi ve epistemoloji alanında doktora çalışmalarının yöneticiliğini yaptı. Yine CNRS'da REHSEIS (Research on Epistemology and History of Sciences and Scientific Institutions) Araştırma grubunun kuruculuğu (1984) ve başkanlığını (1993) yürüttü. Bilim tarihi ve felsefesi alanlarında kıymetli çalışmalara imza atmış olan Dr. Raşid, pek çok ödülün de sahibidir. Bunlardan en önde gelenleri 1989 yılında Fransa başbakanından aldığı Chevalier de la Legion d'Honneur ödülü, 1990'da aldığı International Academy for the History of Sciences (Alexander Koyre Medal) ödülü ve 1999 yılında "Evrensel bilimsel mirasın bir parçası olarak İslam kültürünün tanınması ve farklı kültürler arası diyolog alanında yapmış olduğu katkılar" nedeniyle UNESCO genel başkanı Federico Mayor'dan aldığı Avicenna Gold Medal ödülüdür. Dr. Raşid'in özellikle bilimlerin gelişiminde Müslüman bilim adamlarının rolü konusundaki saygın dergilerde yayınlanmış sayısı yüzü aşan makale ve otuzu aşkın kitaplardan oluşan çalışmaları, bilim dünyasındaki yerini almıştır. Editörlüğünü yaptığı en önemli serilerden birisi olan elinizdeki üç ciltlik kitap, İslam Bilim Tarihi alanında halen başat eser özelliğini korumaktadır. Bunun dışında eserlerinden bazıları şunlardır:

1- Philosophie des mathématiques et théorie de la connaissance. L'OEuvre de Jules Vuillemin , éd. R. Rashed et P. Pellegrin, Collection Sciences dans l'histoire, Paris, Librairie A. Blanchard, 2005.

2- Ibræhîm ibn Sinæn. Logique et géométrie au xe siècle, en collaboration avec Hélène Bellosta, Leiden, E.J. Brill, 2000.

3- Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindî. Vol. II : Métaphysique et Cosmologie, (avec J. Jolivet), Leiden, E.J. Brill, 1998

4- Œuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindî. Vol. I : L'Optique et la Catoptrique d'al-Kindî, Leiden : E.J. Brill, 1997

5- The Development of Arabic Mathematics: Between Arithmetic and Algebra (Boston Studies in the Philosophy of Science, 156) by R. Rashed; Kluwer Academic Publishers; ISBN: 0792325656; (August 1994).

6- Etudes sur Avicenne. Dirigées par J. Jolivet et R. Rashed. Collection "Sciences et philosophie arabes - Etudes et reprises". Paris : Les Belles Lettres, 1984.

İSLAM BİLİM TARİHİ

I

ED. RÜŞDİ RAŞİD

Litera – 27

İnceleme-Araştırma – 03

İslam Bilim Tarihi I Astronomi, Rüşdi Raşid

Özgün Adı: HISTOIRE DES SCIENCES ARABES
Tome 1. Astnomie, théorique et appliquée
Un collectif sous la direction de Roshdi Rashed.

Çeviri: Habip Türker
Cemile İpar

Editör: Mehmet Dalkılıç

Kapak Tasarım: TRP Ajans
Baskı: Yaylacık Matbaacılık
Yaylacık Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti. Litros Yolu Fatih San. Sitesi
No: 12/197-203 Topkapı-İstanbul

Tel. 0212 567 80 03

Copyright©Editions du Seuil, 1997.

Copyright©Litera Yayıncılık Ltd. Şti. 2006
Bu eserin Türkçe çeviri ve yayın hakları Litera Yayıncılık'a aittir. Yayıncının izni olmaksızın tümüyle veya kısmen yayınlanamaz, kısmen de olsa fotokopi, film vb. tekniklerle çoğaltılamaz ve elektronik ortamlarda yayınlanamaz.

İstanbul–2006

İcadiye-Bağlarbaşı Yolu 59/3 İcadiye 34674

Üsküdar-İstanbul

Tel: (0 216) 492 43 92–Fax: (0 216) 341 59 92

Web: www.literayayin.com
e-mail: litera@literayayin.com

KÜTÜPHANE BİLGİ KARTI

Library of Congress A CIP Catalog record

Roshdi Rashed

İslam Bilim Tarihi I

1. Bilim Tarihi 2. İslam Bilim Tarihi 3. Astronomi 4. Ortaçağ Düşüncesi

ISBN 975-6329-28-9

İSLAM BİLİM TARİHİ

I

ASTRONOMİ

ED. RÜŞDİ RAŞİD

Çeviri: Habip Türker
Cemile İpar

Editör: Mehmet Dalkılıç

LİTERA YAYINCILIK
İSTANBUL – 2006

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ 7

1.

İSLAM ASTRONOMİSİNİN GENEL BİR İNCELEMESİ 15

Régis Morelon

2.

DOĞU İSLAM DÜNYASINDA 8. VE 11. YÜZYILLAR ARASINDA ASTRONOMİ 39

Régis Morelon

3.

MİLADİ 11. YÜZYILDAN SONRA MÜSLÜMANLARIN GEZEGEN TEORİLERİ 85

George Saliba

4.

ASTRONOMİ VE İSLAM TOPLUMU KIBLE GÜNEŞ SAATİ KURAMI VE VAKİT HESAPLAMA 161

David A. King

5.

MATEMATİKSEL COĞRAFYA 227

Edward S. Kennedy

6.

İSLAM DENİZCİLİK BİLİMİ 249

Henry Grosset-Grange ve Henri Rouquette

7.
İSLAM BİLİMİNİN ENDÜLÜS'TEKİ GELİŞİMİ 295
Juan Vernet ve Julio Samsó

8.
İSLAM BİLİMİNİN İBRÂNÎ DİLİNDEKİ MİRASI 333
Bernard R. Goldstein

9.
İSLAM ASTRONOMİSİNİN ORTAÇAĞ BATI DÜNYASINA ETKİSİ 343
Henri Hugonnard-Roche

KAYNAKÇA 369

DİZİN 405

ÖNSÖZ

Aydınlanma Çağı'nın tam kalbine denk gelen 18. yüzyılda, bilim tarihinin bir disiplin olarak doğuşundan beri filozoflar ve bilim tarihçilerinin İslam bilimine[1] olan ilgilileri ve onu araştırmaya yönelik girişimleri, -en azından bazı alanlarına- hiç kesilmemiştir. Bu dönemin öncülerinden olan Condorcet, İslam bilimini 'hurafelerin ve karanlık'ın hüküm sürdüğü bir dönemde, aydınlamanın devam ettirilen gelişiminin bir garantisi olarak görmüştür. Montucla başta olmak üzere, sonraki dönem bilim tarihçileri ise İslam biliminin sadece bilimin tarihsel iskeletini oluşturmak için değil, aynı zamanda matematiksel disiplinlerin tarihi hakkındaki gerçeklerin ortaya çıkarılması için de gerekli olduğunu savunmuşlardır. Fakat hem felsefeciler hem de tarihçiler İslam bilimini, eski Latinceye çevrilmiş eserlerden ancak yansımalar şeklinde takip edebilmişlerdir. Hiç şüphe yok ki aşırı genellemelerden ya da bakış açısından kaynaklanan hatalardan kaçınılmalı ve bilimlerin kendi tarihleriyle hep aynı bağlantıyı sürdürmediği akıldan çıkarılmamalıdır. Nitekim en azından matematiksel bilimlerden olan astronomi, kendi tarihiyle irtibatı en sıkı olan bilimdir; çünkü astronomlar zaman içinde gözlem değerlerini kitaplara kaydediyor ve ardılları da bunlara müracaat ediyordu. Neticede İslam astronomisi ayrıcalıklı bir konum elde etmiş ve 19. yüzyılın başında, Fransız bilim adamları adına, Caussin de Perceval, Delambre ve her şeyden önce J.-J. Sédillot gibi tarihçilerin dikkatini çekmeyi oldukça hızlı bir şekilde başarmıştır.

---

[1] Orijinal metinde 'Arabic Science' yani 'Arapça bilim' ifadesi kullanılmış ve buna verilen dipnotta şu belirtilmiştir: "Bu ifadeyle, tıpkı Grek bilimi ya da Latin bilimi dediğimizdeki gibi, Arapça yazılan bilimsel eserleri kastediyoruz". Çeviride biz bunu, daha uygun bir karşılık olarak düşünüp tercih ettiğimiz 'İslam bilimi' ifadesiyle karşıladık. (ç.n)

Aynı yüzyılın ilerleyen dönemlerinde, İslam biliminin çehresi değişmeye ve ince ayrıntılarla çetrefilleşmeye başlamıştır. Alman Romantik felsefesi ve bu felsefenin doğurduğu Alman filoloji okulu, filolojik ve tarihsel disiplinlere ciddi bir ivme kazandırmıştır. İslam bilim tarihi araştırmaları bu hızlı genişlemeden nasibini almış, ancak daha sonraları bu genişlemenin kurbanı olmaktan da kurtulamamıştır: Grek veya Latin bilimsel metinleri üzerine yapılan çalışmalar, İslam eserlerinin incelenmesinin kaçınılmaz olduğunu ortaya koymuştur.[2] Ancak tarihin diller aracılığıyla kurduğu tuzak -ki bundan başka bir yerde bahsetmiştik[3]- İslam bilim tarihi araştırmalarının değerini düşürmüş ve onu gerilemeye mahkûm etmiştir. Böylece İslam bilim tarihi hükmen (*de jure*) varolma hakkını yitirmiş olmakla birlikte, fiili durumda (*de facto*) tarihçilerin vazgeçemedikleri ve giderek artan bir şekilde başvurduğu bir alan olmuştur.

Bu paradoks, sadece ikinci derecede eserlerde görülmekle kalmayan, Pierre Duhem'in *Le Système du Monde* gibi bir başyapıta bile nüfuz etmiş olan, aslında çok derin bir zaruretin ifadesidir. Klasik bilim tarihçisi, doktrinsel görüşü ne olursa olsun, tarihiyle ilgilendiği disipline dair olayları gözden geçirirken İslam bilimini göz ardı edemez. Klasik bilim hakkında Batı öğretisi çizgisini izleyen, İslam bilimini Helenistik bilimin muhafaza edildiği bir ambarı, geç Helen bilimi olarak görebilir; buna göre bilim teorik olarak Grek bilimidir ve deneysel metot olarak 17. yüzyılda doğmuştur. Bu anlayış için İslam bilimi, Helenizm'in izini süren arkeologlar misali, tarihçilerin üzerinde çalıştığı bir kazı alanıdır. Bu yaklaşım sıklıkla Grek biliminin sonuçlarının, 17. yüzyıl biliminin sonuçları gibi çarpıtılmasına ve tarihsel bir süreklilik içerisinde zincirin iki ucu bağlanmak istendiğinde kaçınılmaz bir çarpıklığa yol açmıştır. Diğer yandan bu yaklaşımın sadece yorumu değil anlamayı da etkileyen büyük yanlışlara götürmüş olması tesadüfî değildir. Bu öğretisel görüşler (Nasireddin Tûsî'nin astronomi risalesini çeviren) Carra de Vaux ve (ondan alıntılayan) ünlü tarihçi P. Tannery'nin, çok daha sonra Neugebauer'in vurgulayacak olduğu yenilikleri, gerektiği gibi kavramasına engel olmuştur. Fakat klasik bilim tarihçileri bu öğretiden sıyrıla-

---

[2] Örneğin G. Libri, B. Boncompagni, M. Curtze ve J. L. Heiberg'e ait esere bakınız.

[3] Raşid (1984).

bilmiştir; öncekiyle çağdaş olan diğer bir tarihsel pratik, Alexander von Humboldt'un eseriyle hayat bulmuştur. Humboldt'un etkisindeki bazı akademisyenler, İslam bilimleri tarihinin tetkikiyle doğrudan ve yenilikçi çalışmalar yapmışlardır. Örneğin F. Woepcke ve L.A. Sédillot, ki bunların çalışmaları bilahare 1950'den sonra bu doğrultudaki araştırmalara emsalsiz bir ivme kazandırarak Nallino, Wiedemann, Suter, Ruska, Karpanski, Hirschberg, Kraus, Luckey, Nazif vb.leri tarafından takip edilmiştir.

Onlarca yılda gerçekleşen bu çalışma, İslam bilim tarihi ve onun klasik bilime sağladığı katkıya ilişkin çok daha iyi bir bilgi edinilmesine giden yolu açmış ve şimdiye kadar karanlık kalmış başka temel özelliklerinin anlaşılmasını olanaklı kılmıştır. İslam biliminde, Helenistik bilimin bir potansiyelliği aktif hale getirmiştir: Greklerde filizlenmeye başlayan bir alanın sınırlarının ötesine geçme, bir kültürün ve geleneklerinin sınırlamalarını kırma, dünya çapında boyut kazanma eğilimi, böyle bir şey olarak değil fakat merkezdeki ve antik dünyanın çevresindeki tüm medeniyetlerin değiş tokuş ettiği Akdeniz çevresinde gelişen bir bilimde gerçekleştirilmiştir. (Raşid 1984)

Bu gün denilebilir ki, İslam bilimi kaynaklarıyla olduğu kadar, gelişimi ve uzantılarıyla da uluslararası bir niteliğe sahiptir. Bu kaynakların büyük kısmı Helenistik kökenli olmakla birlikte Süryanice, Sanskritçe ve Farsça kaynaklar da vardır. Bu farklı kaynakların sağladığı katkılar şüphesiz eşit değildir. Fakat bu, kaynak çeşitliliğinin İslam biliminin gelişimi için gerekli olduğu gerçeğinin değerini azaltmaz ve Grek biliminin 'mirası' olduğunu kimsenin inkâr edemeyeceği matematikte bile gerçek bir kavrayış için başka kaynaklara başvurmanın gerekliliği çok açıktır. Örneğin, kitabın astronomiye ayrılan bölümünde, sadece astronomi ile ilgili gözlemler ve hesaplamalarda değil, aynı zamanda Batlamyusçu astronominin yeniden yapılandırılmasında, astronominin Hint ve İran'a dayanan köklerinin önemi görülmektedir.

Bu yeni çerçevede bulguların aktarılması, farklı bilimsel geleneklerin bir araya getirilmesi fırsatından daha az önemli hale gelmiş ve bundan böyle İslam medeniyetinin faaliyet alanı içinde birleştirilmiştir. Bu görüngünün getirdiği yenilik, bunun şans eseri buluşmaların meyvesi ya da kervanların veya gemicilerin düzenli ya da beklenmedik geçişleri-

nin sonucunda gerçekleşmiş olmamasıdır. Bilakis bu hadise, güçle desteklenen ve bizzat araştırmanın kendisinin de teşvik ettiği meslekten astronomların, bazen birbirine rakip olarak yürüttüğü muazzam bir bilim ve felsefî çeviri hareketinin bilinçli bir sonucudur. Bu hareketin sonucu olarak döneminin dünya çapında bir kütüphanesi gelişme imkanı bulmuştur. Nitekim farklı kökenlere ve dillere sahip gelenekler, bilimsel dili Arapça olan bir medeniyetin unsurları olmuş ve bu yeni metotlar hatta bazen de öngörülmeyen yeni disiplinler doğuracak şekilde birlikte hareket etmenin yollarını bulmuştur; örnek olarak cebirle ilgili bölüme bakınız (cilt II, bölüm 11). İslam bilimi üzerine yapılacak olan sosyal çalışmalar, bir gün bizi bu tarihsel harekette, İslam toplumu ve şehirlerinin rolü konusunda aydınlatacak ve o zaman, önceden birbirinden bağımsız olarak gelişmiş olan bilimsel akımların nasıl olup da buluşup kaynaştığını anlayacağız.

İslam biliminin bu özelliği zaten İslam biliminin ilk safhalarında belirlenmiş, sonraları çok daha fazla telaffuz edilir olmuştur. 11. ve 12. yüzyıl âlimleri, başka yerlerde elde edilmiş sonuçları, kapsamını genişletip, köken itibariyle alanlarına yabancı olan kuramsal yapılarla bütünleştirerek tartışmaya devam etmişler. Tıp, farmakoloji (ilaç bilimi) ve simyada ortaya çıkan bu görüngü, Bîrûnî ya da Semevel'in Hint kökenli ikinci dereceden ara değer bulma metodu üzerine yaptıkları daha sonraki çalışmalarda ya da 'Çin kalan' teoremine dair İbnü'l-Heysem tarafından yapılan formülleştirmede görüldüğü gibi matematiksel bilimleri de etkilemiştir.

İslam bilimi ile birlikte, antik bilimsel çalışmaların ve çağdaş araştırmaların çevirilerini tek bir dilde okumak mümkün olmuştur. Daha sonraki çalışmalar Bağdat, Şam, Kahire veya Palermo yoluyla, Gırnata'daki gibi Semerkant'ta da Arapça olarak yapılmıştır. Hatta bir bilim adamı, -mesela Nesevî ya da Nasireddin et-Tusî gibi- anadilinde, özellikle Farsça yazdığında bile kendi eserini Arapçaya çevirmeyi ihmal etmemiştir. Özetle 9. yüzyıldan itibaren bilim dili Arapçaydı ve bu dil evrensel bir boyut kazanmıştı; Arapça artık yalnız bir halkın değil birçok milletin dili, yalnız bir kültürün değil bütün ilimlerin öğrenim dili haline gelmişti. Nitekim önceden var olmayan kanallar, orta Asya'dan Endülüs'e kadar tüm bilim merkezleri ve ilim adamları arasındaki doğrudan iletişimi ve etkileşimi kolaylaştırmak için ardına kadar açılmıştır.

Ondan sonra iki uygulama, emsalsiz bir yayılma alanı bulmuştur. İlki, öğrenme ve öğretme amacı güden bilimsel geziler olmuştur; bize eski tabakat kitabı yazarları tarafından miras bırakılan, âlimlere ait biyografilerde bu gezileri belgeleyen bolca malzeme bulunmaktadır. Bunlara, İbn Heysem'in Basra ve Kahire arasında; İbn Meymun'un Kurtuba'dan Kahire'ye ve Şerafeddin Tusî'nin Hemedan, Musul ve Halep'ten geçerek Tus'tan Şam'a yaptığı geziler örnek olarak verilebilir. İkinci uygulama, yeni bir yazın türü olan bilimsel yazışmalar; kullanımı ve standartları ile ilim adamları arasındaki işbirliği ve bilimsel araştırmanın yaygınlaşması için araç işlevi görmüştür. Ondan sonra çağının dünyasına uygun olarak İslam bilimini, ileride göreceğimiz gibi, ardı ardına değişiklikler izlemiştir; böylece eski gelenekler arasındaki ilişkiler düzelmiş, bilimsel kütüphanenin muhteviyatı değişmiş, âlimlerin ve fikirlerin hareketliliği önceden olduklarından farklı bir yelpazede olmuştur.

İslam biliminin böyle temel ve açık bir özelliğinin karanlık kalması ve tarihçilerin dikkatinden kaçması şaşırtıcıdır. Bu olay, şüphesiz klasik bilimi yalnız Avrupalıların başarısı gibi gören tarihsel bir ideolojinin çarpık bakış açısına bağlanabilir. Fakat buna biri bilim tarihine ait, diğeri bilim tarihi yazıcılığı ile ilgili iki husus daha ilave etmek gerekmektedir. Bu öncelikle İslam bilimini Latin uzantıları ile birleştiren ayrıcalıklı bağlara, daha genel bir ifadeyle İslam bilimini 17. yüzyıla kadar Batı Avrupa'da gelişen bilimle birleştiren bağlara dair bir problemdir. Aslında 12. yüzyıldan itibaren Latin bilimi, Arapçadan Latinceye yapılan çeviriler olmadan anlaşılamazdı; öyle ki en ileri düzey araştırmalar dahi, Fibonacci'nin ve Nemours'lu Jordan'nın matematik üzerine yaptığı araştırmalar, Witelo'nun ya da Freiberg'li Theodoric'in optik üzerine yaptığı araştırmalar, Harezmî, Ebû Kâmil ve İbn Heysem'e atıfta bulunmuyorsa takdir edilmezdi. Bu yakın bağlantılar, tarihçilerin dikkatini çekmiş ve İslam bilimini Dünya'nın diğer bölgeleriyle, özellikle Hindistan ve Çin'le birleştiren bağları gölgelemiştir. 17. yüzyıl biliminin üstünlüğü tarih yazıcılığının bir ön kabulüdür. Haksız olarak tek bir kalıp ve baştanbaşa devrimsel olduğu kabul edilen söz konusu bu bilime tarihçilerin yazılarında tarihî gerçekliği olmayan bir üstünlük verilmiş, yine o önceki ilimlerin yerini tayin konusunda mutlak merci olarak görülmüştür. Meraga okulunun ve seleflerinin astronomi eserlerinin, Hayyam ve Şerafeddin Tûsî'nin cebir ve cebir geometrisi, İbn Kurrâ ve İbn Hey-

sem'in sonsuz küçükler konusunda çalışmaları, otantik bilgisinin yokluğunda bir ön kabul olarak sunulan bu mutlak üstünlük, doğal olarak 17. yüzyılın bilimsel çalışmalarından önce bir boşluk yaratmıştır. İslam Biliminin en parlak başarılarını bile sönükleştiren bir İslam bilimi modeli ortaya çıkarmıştır.

İslam biliminin iyi kavranması, Kepler'in astronomide, Galileo'nun hareket biliminde (kinematik)* ya da Fermat'ın sayı teorisindeki buluşlarının değerini azaltmayacaktır; aksine bu, bize nerede bulunduklarını daha açık bir şekilde gösterecek, hatta çoğu durumda nerede olmadıklarını araştırmak, onları daha kesin konumlandırmamızı sağlayacaktır. Bu bilginin artması, bu büyük yüzyıla ve daha önceki yüzyıllara ait bilimsel faaliyetleri daha derinlikli ve daha özenli idrak etmemizi sağlayacaktır. Bu artış, bazı tasavvurların ve bir takım tarih yazıcılığı metotlarının gözden geçirilmesi hususunda bizi cesaretlendirecek, bilimsel devrim ve sairlerini araştırmakla meşgul olurken, özellikle bilimsel Rönesans fikri gibi geçerliliği şüpheli olan mefhumlardan bizi koruyacaktır. Fakat İslam bilimi kozmopolit karakterini tekrar kazanmak zorundadır ki bu, İslam medeniyeti dillerinde özellikle Farsçada olanlar söz konusu edilmeden İslam biliminin, sırayla, Latin ve İtalyan uzantılarıyla İbranî, Sanskrit ve Çin uzantılarının takip edilmesi anlamına gelir. Son olarak, İslam bilimi hakkında tatmin edici bir düzeyde bilgiye sahip olmak için, İslam bilimini, içinde bulunduğu şartlarla, doğuşuna şahit olan toplumla ve o toplumun hastaneleri, gözlemevleri, camileri, okulları vs.leriyle yeniden kurmak gerekir. İslam şehirleri ve kurumları dikkate alınmadan, bilimin oralarda gerçekleştirdiği işlev ve oynadığı rolü nasıl anlaşılabilir? Bu zorunlu teemmüllerin, bilimi şehrin en dış sınırlarındaki marjinalliğe hasreden cehaletin yol açtığı hatalı fakat hâlâ yayılan görüşleri yok etmesi ya da 12. yüzyıldan bu yana hayalî bir teolojik karşı devrimin etkisi olarak sanal bir bilimsel çöküşü keşfetmesi güç olmayacaktır.

İslam bilim tarihi ancak bu bedel karşılığında iki temel işlevini yerine getirebilir: 9. yüzyıldan 19. yüzyıla kadar klasik bilim tarihinin çok daha etkin bir şekilde anlaşılmasına imkân veren yolun açılmasını sağlamak ve İslam kültürü bilgisinin zaten ondan hiç kopmamış olan bilimsel kültür boyutuna katkıda bulunmak.

---

* Mekaniğin kuvvet ve kütleleri hesaba katmaksızın sırf hareketleri inceleyen bölümü, devinim/hareket bilimi (ç.n.).

Bu kitap, İslam bilim tarihinin yukarıda bahsedilen hedefleri yerine getirmesinde bir pay sahibi olması amacıyla tasarlanıp hazırlandı. Aslında bu alanda, bu ruhta yapılan *first synthesis* (ilk sentez) çalışmasıdır; eğer bugün böyle bir sentez mümkünse bu, geçen yüzyıldan beri süre gelen ve özellikle 1950'den sonra hız kazanan araştırmalara borçludur. Kitabın oluşumuna katkıda bulunması için yardımlarını istediğimiz uzmanlar, yazılarını sadece bu alandaki meslektaşları için değil, aşırı basite indirgemeksizin hem bilgili hem de sıradan insanların anlayabileceği bir tarzda yazdılar. Bu eseri oluştururken hedefimiz eserin gerçek bir başucu kitabı niteliğinde olmasını sağlamaktı. Antik kaynakların tahlilline önem vererek ve kitabın bazı bölümlerini bu analizlerin Latin ve İbranî uzantılarına ayırarak, İslam biliminin gerçek durumunu ve gerçek yerini belirlemeye çalıştık. Yeterince uzmanının bulunmaması nedeniyle diğer alanların uzantıları üzerinde daha az durmayı tercih ettik. Kitap bir bütün olarak, İslam bilim tarihinin yaklaşık yedi asırdan fazla bir sürecini kapsamaktadır.

Fakat bir sentez ve özellikle de alanında ilk olan bir sentez çalışması, güçlü bir araştırmanın öncüsü olamaz. Yine bu çalışmanın, bilimin farklı dallarında aynı seviyede bir başarı yakalaması da mümkün değildir. Ayrıca İslam biliminin özellikle yer ve hayat bilimleri gibi bazı alanlarına eserde yer verilmemiştir. Sayfa sayısını düzenlerken, karşılaştığımız sınırlılıklardan dolayı, sözde kapsayıcılık adına ister istemez yüzeysel ve zayıf olacak bir metin çıkarmaktan daha çok, bazı boşluklar bulunması pahasına da olsa, derinlemesine çalışmayı seçtik. Çalışma boyunca, kendimize mümkün olan insanî her güvenceyi sağladık; kitabın her bölümü, yazarlar grubu üyesi olan veya olmayan konunun uzmanı iki ayrı kişiye daha sunuldu. Bu kişiler arasında yazarlara ek olarak J. Vuillemin, G. Simon, H. Rouquette, E. Poulle, S. Matton, C. Houzel ve K. Chemla'ya teşekkür etmek istiyorum.* Ayrıca A. Auger'e de şükranlarımı sunuyorum.

Rüşdi Raşid

Bourg-la-Reine, Şubat 1993

---

* Kitabın hazır hale gelmesiyle basımı arasında geçen sürede beş yazar hayata gözlerini yummuştur: G. C. Anawati, H. Groddet-Grange, D. Hill, A. S. Saidan ve A. Youschkevitch. Bu yüksek derecede kabiliyetli yazarlara sonsuz hürmetlerimi sunarım.
Editör, bazı bölümlerin Fransızcadan çevrisini cömertçe düzenleyen ve denetleyen yayıncıya duyduğu minneti ifade eder.

I

İSLAM ASTRONOMİSİNİN GENEL BİR İNCELEMESİ

Régis MORELON

Astronomiye (felekiyat-gökbilim) olan ilgi, hicretin 2. yüzyılından (miladi 8. yüzyıl) itibaren İslam kültürünün vazgeçilmez özelliklerinden biri olmuştur. Teorik astronomi konusunda çalışan bilim adamlarının yazılan risalelerin, gözlem konusunda başarılı çalışmalar yürüten resmi ya da gayri resmi gözlemevlerinin; bu bölgede faaliyet gösteren ve kayıtları tutulan gözlemevlerinin kesin sayılarını ifade eden rakamlar, bu alanı keşfetmeye başlayan bir araştırmacıyı ilk etapta etkileyen verilerdir.

Bu bölüm, astroloji sorununu göz önünde bulundurmaksızın sadece pozitif bir bilim olarak astronomiyi ele almaktadır. Aslında aynı yazarların, her iki disiplinde de yazdıkları eserler bulunmasına rağmen bu yazarlar asla salt astronomi mantığı ile salt astroloji mantığını birbirine karıştırmamışlardır. Birçok örnekte de görülebileceği üzere çalışmanın başlığı bile hiçbir şüpheye mahal bırakmaksızın eserin hangi disipline ait olduğunu açıkça ifade etmektedir.

Astronomi bilimi temel olarak 'gök kubbe'nin bilimi anlamına gelen *ilmul'felek* ve (evrenin) yapısının bilimi anlamına gelen *ilmu'l-hey'e* terimleriyle tanımlanmaktadır. Bu terimlerden ikincisi birçok durumda 'kozmografya' olarak tercüme edilebilir. Bunların yanı sıra pek çok astronomi çalışması Grekçe "*kanôn*" kelimesinin Fars dilindeki karşılığı olan 'zîc' kelimesiyle ifade edilir ve asıl anlamıyla yıldızların hareket cetvelinin koleksiyonları anlamına gelir; onların listelenmesine imkân tanıyan açıklayıcı çizelgelerle oluşturulur. 'Zîc' kelimesi aynı zamanda içeri-

sinde çeşitli cetvellerin bulunduğu birçok astronomi ile ilgili çalışmayı tanımlamak için de kullanılır. Fakat çoğu zaman cetvelleri içeren başlıca astronomi risaleleri için genel bir terim olarak da kullanılır.[1]

Astronomide yıldızları belirtmek için kullanılan terim *kevkeb* ve çoğulu *kevâkib'dir*. Bu terimle benzer bir anlama gelen *necm* (çoğulu *nucûm*) kelimesinin daha çok astrolojik bir ilave anlamı vardır ve astroloji aşağıdaki terim üzerine temellendirilen ifadelerin yardımıyla açıklanır: *"İlmu ahkâmi'n-nucûm, sınâ'atu'n-nucûm, tencîm..."*[2] Buna rağmen *ilmu'n-nucûm* 'yıldızlar bilimi' hem astroloji hem de astronomiyi, aynı gerçeğe giden iki farklı yaklaşım olarak içerebilir.[3]

Tüm eski Ortadoğu'da olduğu gibi Arap yarımadasında da gökyüzünü gözlemleme geleneği tarihi çok eskiye dayanmaktaydı. Müslüman astronomların (gökbilimcilerin) eserin yeniden revaçta olduğu zamanda verdiği isimle *Treatises on the Anwa'* (Enva' Üzerine Risaleler) adlı çalışma bu geleneklerden özellikle kayda değer olanıdır.

Enva' terimi *nev'* kelimesinin çoğuludur ve güneş yılının belirli dönemlere bölünmesine izin veren birtakım yıldız kümelerinin doğuş ve batışının gözlemlenmesi ile ilgili bir hesaplama sistemini anlatır. Yıldızların yılın belli bir zamanında gökyüzünde görülmesi havanın değişimine işaret olan meteorolojik bir olay olarak algılanırdı, bu yüzden *nev'* terimi yağmur ya da fırtına anlamına gelmekteydi. Sabit yıldızların doğuş ve batışını, Güneş'in görünen yörüngesinin ilk dikey izdüşümünü kabataslak bir şekilde gösteren şekil 1.1 kısaca anımsatmaktadır.

Şekil 1.1

---

1 Örneğin Bettânî'nin önemli eseri, *ez-Zîccü's-Sâbî* veya Bîrûnî'nin *el-Kanûnü'l-Mes'ûdî*, bu eserde tespit edilen Grekçe kavramların bir çevriyazısı vardır ve bibliyografyada bahsedilmektedir. Sonraki bölüme bakınız.

2 Raşid'in Diophante'de *müneccim* terimi üzerine notuna bakınız (1984, c. III).

3 Örneğin bk. Ebû Abdullah el-Harezmî, s. 210 vd.

AB ufuk düzlemi ve O'da Güneş'in henüz doğmadan ufuk çizgisinin altında bulunduğu konumdur. Ekliptik* düzleminin hemen yanında A noktasında bulunan bir yıldız doğmaya başladığında görülebilirlik sınırındadır ve gündoğumundan hemen önce ufuk düzlemindeki gökyüzünün parlaklığına göre B noktasında bulunan bir yıldız ise battığında görünebilirlik sınırındadır. Bu durum, A yıldızının doğuşunu ve B yıldızının batışını gösterir. Bir sonraki gün, Güneş'in görünen hareketi dolayısıyla A ve B aynı durumda kalırken, Güneş her gün ufuk düzleminden uzaklaşır (yaklaşık olarak her gün bir derece) ve ufuk düzlemi az parlak olacağı için A ve B yıldızı daha belirgin görünecektir. Yaklaşık altı ay sonra A ve B yıldızları konumlarını değiştirecek; A yıldızı batarken B yıldızı da doğacaktır.

Aslında belirli yıldız kümelerinin bu görüngülerinin gözlemi, güneş yılının yaklaşık bir rakamla 28 sabit döneme bölünmesine imkân vermektedir. 8. yüzyıldan sonra Hint geleneğinin etkisiyle bu hesaplama sistemi, kamerî ay esnasında her gece Ay'ın bulunduğu göğün bölgelerini çizerek ekliptiğe yakın sabit yıldızlar kümesi olan 28 Ay menzillerinin (Menâzilü'l-Kamer) hesaplama sistemiyle birleştirildi. *Treatises on the Anwâ'* (Envâ' üzerine Risaleler), 9. yüzyıl geleneğine göre yazılmış ve Ay menzillerine tekabül eden yıldızların doğuşu ve batışı için güneş takvim tarihlerini, geleneksel olarak onlarla ilişkilendirilen meteorolojik görüngülerle birlikte veren yıllık serileri gibidir. Bu sistemde bir yıl, on üç ya da on dört günden oluşan yirmi sekiz periyoda bölünür.[4]

Aslında deneysel olan bu eski gelenek, Müslüman astronomlar tarafından, Güneş'in doğuşu veya batışı anında ufukta yıldızların görünüşü ve kayboluşuyla ilgili çalışmaların bünyesi içinde bilimsel bir yöntem olarak canlandırılmıştır ki bu aşağıda tartışılan, kısmen Batlamyus'un *Phaseis*'i üzerine temellendirilmiştir.

---

* Dünyamızdan bakan birinin gözüktüğü şekliyle Güneşin yeryüzü çevresinde bir yılda çizdiği görünür yörüngesinden başka bir şey değildir, diğer bir ifadeyle yer merkezli sistemin bir verisidir.

4 *Envâ'* için krş. C.A. Nallino (1911:117–40, konferanslar 18 ve 19); *İslam Ansiklopedisi*, I, 523–5. Ay menzilleri için krş. *İslam Ansiklopedisi*, 'Menâzil', VI, 374-6.

İSLAM ASTRONOMİSİNİN KAYNAKLARI

8. yüzyılda Arapçaya çevrilen ilk bilimsel astronomi metinleri Hintçe ve Farsça kaynaklıydı; 9. yüzyılda ise önceliği Yunanca kaynaklar almıştır. Biz, Grekçe metinlerden başlayarak onları kronolojik bir düzende tartışacağız.[5]

Yunanca Kaynaklar

Yunanca astronomi metinleri iki türdür: Kelimenin eski anlamıyla biri 'fiziksel' astronomi, diğeri ise 'matematiksel astronomi'dir.

Fiziksel astronominin amacı, salt niteliksel düşünce vasıtasıyla evrenin küresel bir fiziksel temsiline ulaşmaktı. Bu astronomide Aristoteles'in, eşmerkezli hareket eden küreler, ortak bir merkez etrafında iç içe sıralanmış yeryüzü ve o noktada sabit tutarlı dünya düzeninin etkisi baskındı. İlk gök küresi Ay'a aitti –oluşun ve bozuluşun varlığı ayaltı âlemi, sürekliliğin ve tekbiçimli dairesel hareketin, yalnızca semavî cisimlerin mükemmelliğine uyabilen hareketin olduğu ayüstü âlemi– her bir gezegen hareket ettireceği kendi feleğine ve bunun üzerinde de evrenini kuşatan sabit yıldızlar feleği sahipti.

'Matematiksel' astronomi, belirli sayısal gözlemlere dayanarak evrenin sırf teorik, geometrik temsilini bulmaya çalışır, 'fiziksel' türün tutarlı dünyasıyla bağdaşabilirliğinin zorunlu olup olmadığını nazarı itibara almaksızın, ölçülmüş gök fenomenlerini açıklayabilecek, belirli bir anda gezegenlerin konumunun hesaplanmasını mümkün kılan geometrik, parametrik modelleri bulmaya çalışır.

Antik bilimsel astronominin tarihi, kısmen aynı bilimin bu iki farklı yaklaşımı arasındaki gerilim üzerine kurulmuştur.

'Matematiksel' astronomi özellikle bir önceki çağdan Apollonius'un eserlerini uyarlayan Hipparchus (yaklaşık MÖ 160–126) zamanından itibaren Helenistik astronomi yapısı içerisinde geliştirildi, fakat milâdî 2.

---

[5] Özellikle Sinan b. Sabit b. Kurrâ (ö. 331/943) *Kitâbu'l-Envâ*'da *Phaseis*'in ikinci kitabının bir kısmını alıntılamıştır. Bk. Neugebauer, (1971).

yüzyılda Grek dilindeki en yüksek başarısını temsil eden Batlamyus'un eseriydi.

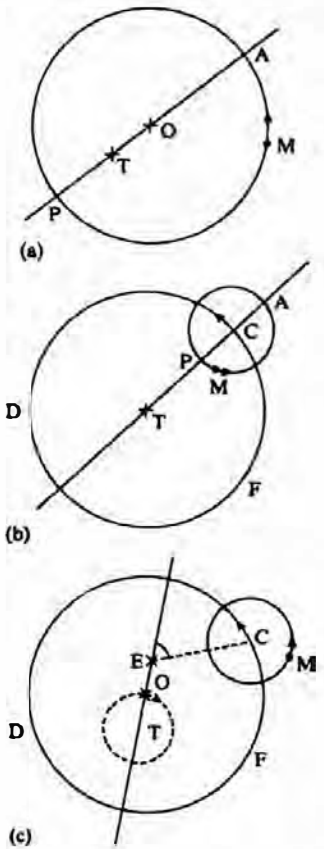
Batlamyus, 17. yüzyıla kadar eserleri en iyi tetkik edilmiş, gözden geçirilmiş, yorumlanmış ve sonraki astronomlar tarafından eleştirilmiş bir bilim adamıdır. Onun astronomiyle ilgili dört eseri tertip sırasına göre, *el-Macestî, Planetary Hypotheses* (Gezegenlere Dair Faraziyeler), *Phaseis* ve *Handy Tables*'tir. İlk ikisi en önemli olanıdır.

Grekçe aslıyla ve birkaç Arapça tercümesiyle günümüze kadar gelen *el-Macestî* veya *Great Mathematical Compendium (Megale Syntaxis Mathematike)* standart yazma sayılır ki tıpkı Öklid'in *Elements* (Elementler) adlı eseriyle matematiğe hizmet ettiği gibi o da astronomiye hizmet etmiştir. Şu kadarını söylemek yeter ki Batlamyus, seleflerinin araştırmalarını kendi gözlemelerine göre tadil ederek ve eski geometrik modelleri tasfiye ederek veya yenilerini ikame ederek bu on üç ciltlik muazzam eserinde sentezlemiştir. Eserin başlığının 'matematiksel' kelimesini içermesi tesadüfî değildi, çünkü Batlamyus orada evrenin 'fiziksel' durumuna, üstü kapalı da olsa küçük atıflar yapmaktadır. Antik astronominin iki ön doğrusuna dayanarak gözlemlenmiş görüngüleri açıklayabilecek geometrik yöntemler kurup geliştirdi. Buna göre yeryüzü Dünya'nın merkezinde sabittir ve tüm semavî hareket tekbiçimli dairesel hareketlerin kombinasyonuyla açıklanmalıdır. O kendi metodunu şöyle açıklar:

1. Mümkün olan en yüksek sayıda gözlemleri biriktirmek
2. Tekbiçimli (uniform) dairesel hareketle ilişkisinde gözlemlenen hareketlerdeki anomalileri (sapaklık) teşhis etmek.
3. Periyotları yöneten kanunları ve anomalilerin büyüklüğünü deneysel olarak belirlemek.
4. Tek düze dairesel hareketleri eşmerkezli ya da dış merkezli dairelerin yardımıyla ve gözlemlenmiş görüngüleri açıklayan döndürücü feleklerle birleştirmek.
5. Gezegenlerin konumlarını hesaplamaya cetveller oluşturmak için bu hareketlerin parametrelerini hesaplamak.

Batlamyus'un yöntemi bu yüzden kusursuz bir şekilde belirlenebilir, fakat onun arzusu, kendisini pratikte bir takım prensiplerini ihlal

etmeye götüren ve bazı delillerine emprizmin girmesine izin veren 'görüngüleri kaydetmek'tir. Nitekim eserinin son cildinde şöyle demektedir: Her birimiz semavî hareketlerle uyuşan yapabildiğimiz en basit faraziyeleri yapmaya çalışmalıyız, fakat bu mümkün değilse olgulara uyan faraziyeleri seçmek zorundayız.



ŞEKİL 1.2

Batlamyus döndürücü felekler ve dışmerkezler sistemini geliştirdiğinde, Hipparchus tarafından gerçekleştirilen çalışma hakkındaki geometrik model araştırmasını Apollonius'tan sırayla çıkarsayarak temellendirdi. Yeryüzü T noktası, gözlemleyicinin konumunda sabit olsun. Basit dış sistemde (şekil 1.2(a)) M'de bir gezegen tekbiçimli dairesel hareketle MAP dairesi üzerinde O merkezine doğru seyretmektedir, fakat

gözlemci, gezegen, A yerötesinde (evç, apogee) ya da P yerberisinde (hadid) olduğunda farklı görünen bir hızı fark eder. Bu geometrik modele Güneş'in görünen hareketini izah için başvurulabilir. Basit döndürücü felek sisteminde (şekil 1.2(b)), gözlemleyiciyi T'de, bir CDF dairesinin merkezinde (taşıyıcı felek) hayal ediyoruz, M gezegeni döndürücü felek denen küçük bir daire üzerinde hareket etmektedir ve merkezi Batlamyus dairesi üzerinde tekbiçimli hareket eden C'dir. M gezegeninin hareketi tekbiçimli dairesel bir harekettir. Nitekim C merkezinin açı hızı, M gezegeninin orta hareketine mutabıktır. Bu döndürücü felek sistemi, dış merkez sistemi gibi yeryüzüyle olan mesafedeki farkı açıklayabilir fakat hepsinden yukarıda, gezegenlerin doğudan batıya doğru gider gibi görünen hareketlerini, fiziksel kürelerin sırf dış merkezli sisteminden çok daha ikna edici bir tarzda açıklayabilir. Bir gezegen P'de olduğunda ve döndürücü felekteki görünür açısal hızı C'ninkinden daha büyüktür, görünürde doğudan batıya doğru giden bir harekete sahiptir; öte yandan o, A'da olduğunda, toplam iki hız ve T'deki gözlemciye C'den daha hızlı hareket ediyormuş gibi görünür.

Bu döndürücü felek sistemi çok yönlüdür ve ilgili unsurlarının daha karmaşık terkibiyle uyum gösterir: CDF taşıyıcı feleği yeryüzüne göre (şekil 1.2.(c)) dış merkez sayılabilir ve dönüşünde T etrafında dairesel bir hareket yapar. Bunun için yüksek karışık modellere ulaşılabilir, Ay'ın ya da Merkür'ünki gibi. Daha büyük gezegenler için (Mars, Jübiter, Satürn) Batlamyus, O'yu ve henüz T'de konumlanmış gözlemciyi merkez alarak bir CDF merkezdışı taşıyıcı felek alır, fakat Batlamyus döndürücü feleğin C merkezinin tekbiçimli hareketinin O etrafında olmadığını, ancak O'nun TE'nin ortasında olacak şekilde E noktası etrafında olduğunu iddia eder. E noktası '*ekuant noktası*'* olarak adlandırılır. Bu yol teorik modellerle gözlemler arasında daha iyi bir mutabakata götürür, fakat tekbiçimli dairesel hareketin temel ilkesine aykırıdır.[6]

Bunun için gökyüzündeki farklı gezegenlerin konumunu bulmak mümkündür; sadece her bir durumda farklı parametrelerin, dışmerkez-

---

* Batlamyus astronomisinde, dünyanın bütün gezegenleri kuşatan en dış çemberin merkezine olan uzaklığına, tersi yönünden denk olan nokta.

6 Batlamyus'un *el-Macestî*'de önerdiği geometrik gezegen modellerinin az ve öz bir tasviri için bk. Neugebauer (1957: ek I, Fransızca çeviri, s. 239–55).

lilikler, yarıçaplar ve farklı dairelerdeki açısal hızlar, gözlemlere dayalı hesaplamasını gerektirir.

Planetary Hypotheses (Gezegenlere Dair Faraziyeler) Grekçe olarak kısmen (eserin dörtte birinden biraz daha az) fakat Arapça baskısında tam olarak günümüze gelmiştir.[7] *el-Macestî*'den daha kısadır ve genel niteliği çok farklıdır. İlk olarak Batlamyus, el-Macestî'de verilere göre gezegenlerin maksimum ve minimum uzaklıklarını hesaplar. Bunun için ateş, hava, su kürelerini ve yeryüzünü Ay feleğinin altına yerleştirerek Aristoteles çizgisinde evreni; her biri muayyen bir gezegenin hareket edebildiği mekânı temsil eden eşmerkezli kısımlara böler. Ondan sonra kendi görüş açısı, matematiksel olmaktan ziyade Aristotelesçi anlamda 'fiziksel' olur. Maddî cisimlerin şekillerini betimlemeye çalışır; öyle ki çeşitli hareketlerin nedenini açıklayan daireleri bu şekillerin içinde düşünmemiz mümkündür; bu da gerçek fiziksel evrenin oluşumunun bir izahıdır. Aristoteles'in merkezleri bir olan kürelerini hatırlatarak 'esîr'i bir diğerine teğet (tangent) olan kalın kürelere böler. Fakat Batlamyus merkezleri bir olmayan küreleri kullanır ve halkalar ve disklerin daha geniş bir düzenlenmesini ekler. Sonuç sırf geometrik bir sistemle Aristoteles'in tanımladığı gibi tutarlı bir fiziksel sistem arasında yüksek derece karmaşık bir telif (uzlaştırma) türüdür. Batlamyus somut bir fiziksel sistemde teorisini tecessüm ettirmeye kalkışmıştı, fakat *Planetary Hypotheses* (Gezegenlere Dair Faraziyeler) onun uzaklık ve sonraki astronomlar tarafından geniş ölçüde kabul edilen gezegenlerin boyutlarına dair yaptığı hesaplamalarının dışında *el-Macestî*'den daha az etki yapacaktır.

Phaseis Güneş'in doğuşundan hemen önce ya da Güneş'in batışından hemen sonra sabit gezegenlerin ortaya çıkışı ve kayboluşunu konu edinir. Bu eser iki bölümden oluşmaktadır; sadece ikinci kısmı Grekçe olarak gelmiştir ve yıl içinde ufukta gezegenlerin doğuşu ve kayboluşuna dair bir takvim içermektedir. Bu hususi görüngülerin sırf teorik bir analizi olan ilk kısmın içeriği ise sadece Arapça metin aracılığıyla bilinmektedir.[8]

---

[7] Bk. Batlamyus, *Planetary Hypotheses* (Gezegenlere Dair Faraziyeler). Bu metnin Arapça sürümünü şahsen ben üstlendim (Morelon 1993).

[8] Bu kitabın içeriği Bîrûnî'nin eserinin bir bölümünde betimlenir, *el-Kanûnü'l-Mesudî*; bk. Morelon (1981).

Handy Tables, (Batlamyus'un Zîci) İskenderiyeli Theon'un 4. yüzyıldaki *Commantary on the Handy Tables*'inde (Batlamyus Zîcine Şerhi) Grekçe olarak gelmiştir. *Batlamyus'un Zîci*, *el-Macestî*'nin teorik sonuçları hakkında *Phaseis* ve *Commantary on the Handy Tables*'deki *Planetary Hypotheses* (Gezegenlere Dair Faraziyeler) sonuçlara uygun olarak ve ayrıntılı cetveller oluşturarak bir takım parametrelerin tadiliyle pratik biçimde yeniden düşünmeyi temsil eder.

Tüm bu eserler, Pappus ve İskenderiyeli Theon tarafından tertip edilmiş *el-Macestî*'ye yazdığı şerhlerle ve ayrıca *el-Macestî*'yi okumaya bir giriş sayıldığı için 'Küçük Astronomi Koleksiyonu' olarak bilinen ve bir Grekçe risaleler dizisi olan *Data* (Veri), *Optics* (Optikler), *Catoptrica* ve *Öklid'in Phenomenia*'sı[9] (Görüngüler) 9. yüzyıldan itibaren şunlarla birlikte Müslüman astronomlar tarafından zikredilmiştir: *Spherics*, *On Habitations* (Mevkiler Üzerine) ve Theodosius'un *On Days and Nights*[10] (Günler ve Geceler Üzerine); *On the Moving Sphare* (Hareket eden Küreler Üzerine) ve Autolycus'un *On Risings and Settings*[11] (Doğuş ve Batış Üzerine); Samos'lu Aristarchus'ın *On the Sizes and Distances of the Sun and Moon*[12] (Güneş'in ve Ay'ın Büyüklüğü ve Uzaklığı Üzerine);

---

9 Öklid, MÖ 300 dolaylarında yaşadı; onun verileri geometriyle ilgili öğelerin çeşitli tanımlamalarını içerir; *Optik*'i görme ve perspektif nazariyesi geliştirir; *Catoptrica*'sı aynalar üzerine bir çalışmadır; *Phenomena*'sı gök küreleri hakkında geometrik bir çalışmayı içerir.

10 Theodosius, MÖ 2. yüzyılda yaşadı; *Spherics*'i kürelerin geometrisiyle ilgilidir; *On Habitations* adlı eserinde yeryüzünün bölgelerine göre gök kürelerinin hangi kısımlarının görülebilir olduğunu göstermektedir; *On Days and Nights*'ta (Gecelere ve Gündüzlere Dair)'de bütün bir yılın her bir gününde Güneşin geçtiği ekliptiğin kısımlarını belirler.

11 Autolycos, MÖ 3. yüzyılda yaşadı; *On the Moving Sphere*'de (Hareket eden Gök Küreye Dair) gök cisimlerinin farklı dairelerini ve felek deviniminin sebep olduğu kendi konumlarındaki değişiklikleri betimler; *On Risings and Settings*'te (Doğuş ve Batışa Dair) ufuk üzerindeki gezegenlerin, onlar doğar ve batarken görülebilirlik fenomenlerini anlatır.

12 Aristarchus, MÖ 3. yüzyılda yaşadı ve kısa ömürlü Güneş merkezli bir hipotez ileri sürmüş olmasıyla ünlüdür; *On the Sizes and Distances of the Sun and Moon* (Güneş ve Ayın Büyüklük ve Uzaklıklarına Dair) risalesinde onların yeryüzüne olan mesafesini ve dördündeki ve tutulmadaki konumlarına dayalı kendi büyüklüklerini hesaplar.

Hypsicles'in *On the Ascensions of Stars*[13] (Yıldızların Ufuktan Yükseklik Derecesi) ve Menelaus'un *Spherica*'sı.[14]

Hintçe ve Farsça Kaynaklar

İlk kuşak Müslüman bilim adamları, üç Hint astronomisi metninden bahseder: 499'da *Aryabhatiya* tarafından yazılmış olan ve Müslüman müellifler tarafından *el-Aryabhar* başlığı altında bahsedilen *Aryabhatiya*, Brahmagupta'nın (ö. 665'ten sonra) Arapçada *Zîcu'l-Arkand* adıyla bilinen *Khandakhadyaka*'sı ve 7. yüzyılın sonlarına doğru ya da 8. yüzyılın başlarında yazılmış, Arapçaya da *Zîcu's-Sindhind* adı altında geçmiş olan *Mahassidhanta*.[15]

Bu metinler, Hint kozmolojisine ve onların Batlamyus'tan ziyade Helenistik astronominin ilk dönemiyle ilişkili olan bilimsel geleneğine uygun olarak yıllık devirler üzerine kurulmuştur. Dolayısıyla onlar ta Hipparchus zamanına değin izi sürülebilecek bir takım unsurlar barındırır. Bunlarda birkaç teorik gelişme de buluyoruz; bunun yanında hem cetveller yapmak için hesaplama metotları hem de gezegenlerin hareketinin çok sayıda parametrelerini ölçmek için hesaplama yöntemleri vardır. Bu alanda Hint bilim adamlarının başat bilimsel yeniliği trigonometri hesaplamalarına, bunları Hipparchus (bk. c. II, Bölüm 15) zamanından beri Grek astronomisinde kullanılan yayların kirişlerinden çok daha az kullanışsız yapan *sinüs*'ün (çift yayın yarı kirişi) sokulması olmuştur.

Fars bölgesinde Sâsânîler devrinde (MS 226–651) Pehlevî dilinde hem Hint hem de Grek etkisi altında bilimsel astronomiye dair bazı etkinlikler ortaya çıktı (3. yüzyılda Batlamyus'un *el-Macestî*'si Pehleviceye çevrildi). Bu eser temel olarak astroloji eğilimli görünmekte ve izleri 8. yüzyılın sonlarından kalma Arapça metinlerde bulunmaktadır. Bunlar

---

[13] Hypsicles MÖ 15 civarında yaşadı; *Ascensions*'unda belirli bir yerin farklı burç işaretlerinin yükselişini, o yerdeki en uzun ve en kısa gün arasındaki ilişki bakımından belirler.

[14] Menelaus milâdî ilk asırda yaşadı; eseri *Spherica*'sı, Batlamyus'un tam bir küresel dörtgen üzerinde yayların kirişleri arasında eşit oranlar oluşturarak *el-Macestî*'de kullandığı küresel trigonometrinin temel formüllerini içerir (Cilt II'deki trigonometri bölümüne bakınız).

[15] Bk. el-Hâşimî, *Book of the Reasons*, s. 2001–11.

özellikle *Şah Zîc*'inden (Zîcu'ş-Şâh) söz ederler, bildirilen müteakip birkaç baskısı: 450, 556'dan ve 630 ya da 640 (III: Yezdicerd zamanında). Bu cetveller ilke olarak Hint parametrelerine bağımlıdır.[16]

Gelecek bölümler Müslüman astronomlarının bu farklı kaynaklarla nasıl çalıştığı hakkında tafsilat vermektedir.

GÖZLEMLER VE GÖZLEMEVLERİ

Küçük taşınabilir aletler ve güneş saatleri 4. ve 5. bölümde betimlenmektedir. Burada biz kendimizi gözlemevlerinin ve onların geniş ölçekli aletlerinin kısa bir sunumunu yaparak sınırlandıracağız.[17]

İbn Yunus, astronomik gözlemlerin 8. yüzyılın sonunda, eseri kaybolmuş olan Nihâvendî (ö. 174/790) tarafından Cundişâpûr'da gerçekleştirildiğini bildirmektedir.[18] Fakat bize gelen en erken kesin gözlem sonuçları, önce Bağdat'ın Şemmâsiye semtinde, sonra da Halife Me'mun (813–833) döneminin son yıllarında ve onun teşvikiyle Şam'daki Kâsiyûn dağında kaydedilmiştir. Onlar özellikle Güneş ve Ay ile ilgili belli bir programı içermekteydiler ve hicrî 216–17'de (MS 831–2) Şam'da bütün bir yıl boyunca sürekli gözlem yapılıyordu. Eser, Halife Me'mu'nun ölümünden sonra bu iki noktada gözlemleri sürdürmüş görünmüyor.

Son metinlerde bulunan sayısal sonuçlardan başka, bu iki gözlemevi, onların işlevi, büyüklüğü vs. hakkındaki bilgimiz azdır; Bağdat'ta gözlemevi işinden sorumlu olan ve meşhur 'Hikmetevi'ne (Beytü'l-Hikme) bağlı çalışan Yahya b. Ebî Mansûr dışında; Halifenin bizzat kendisi kullanılan bu aletlerin mümkün olan en kesin sonuçları vermesi gerektiğini söylemiştir. Kullanılan aletlerin türleri hakkında net bir açıklama yoktur, fakat sonuçların biçimi ve yapılan gözlemlerin türü Batlamyus'un gözlemevi ile aynıdır ve *el-Macestî*'de betimlenenlere benzer olan aletlere işaret etmektedir; yani ekvatoral ya da ekinokssal halka,

---

[16] Bk. 'İran'da Astroloji ve Astronomi', *Encyclopedia Iranica* (1987: c. II, s. 858–71) ve Kennedy (1958).
[17] Gözlemevleri hakkında bk. Sayılı (1960).
[18] Bk. İbn Yunus, *Le Livre*, s. 140–1.

meridyen halka, ekvatoral rubu, paralakssal çubuk, geniş güneş saati milleri, görünür çapları ölçmeye yarayan Hipparchus'un iki delikli aracı (zâtü's-sakbeteyn-dioptra) ve halkavarî küre (Singer ve diğerleri, 1957, III, 586–601); bunlar özellikle daha çok kesinlik elde etmek için çok daha geniş daireler oluşturmaya çalışmış, Müslüman bilim adamları tarafından kademe kademe geliştirilen eski astronominin klasik aletleridir.[19]

Bağdat ve Şam'da ilk dizilerin hemen akabinde, Habeş el-Hâsib, Benû Musa, Mâhânî, Sinan b. Sâbit vb. tarafından 9. yüzyıl süresince başka gözlemler kaydedilmiştir. Kayıt vakalarının büyük çoğunluğunda herhangi bir kolektif yapının dışında, özel gözlemevlerince uygulandığını gösteren, gözlemin yapıldığı ortamlar belirtilmeksizin, sadece yer ismi (örneğin Bağdat, Şam, Samarra veya Nişabur) zikredilir.

Tüm bu birikmiş gözlemler henüz sistematik olarak düzenlenmemişti, ancak bir karşılaştırma yapmak gerekirse Batlamyus *el-Macestî*'deki tüm çalışmasını, MÖ 720 ile MS 141 tarihleri arasında yapılmış olan 94 gözleme, Babil'de yapılan en eski kayıt ile Batlamyus'un kendisinin yaptığı en geç kayıta (35'i) (Pedersen 1974:408–22) dayandırmıştır. Bundan dolayı açıktır ki 9. yüzyıldan itibaren Müslüman astronomların gözlem sonuçlarını düzenlerken ellerinde olan son gözlem sonuçlarının sayısı, Batlamyus'un eserini oluştururken ulaşabildiklerinden çok daha fazladır.

9. yüzyılın sonunda ve 10. yüzyılın başında Bettânî, İslam astronomi tarihinin ilk döneminin en önemli gözlemcisi olarak ortaya çıkar. Bugünkü Suriye'nin kuzeyinde bulunan Rakka bölgesinde, 30 yıl boyunca sistematik bir program uygulayan Bettânî ufuktaki hilalin yerinin tespiti konusunda Grek-Müslüman bilimsel geleneğinde yazılmış olan bir risalede 'gözlem tüpleri'nden ilk söz eden kişi olmuştur.[20] Merceksiz olan bu gözlem aletleri ışık engellemesini ortadan kaldırarak gözlemciye gökyüzünün bir kısmına odaklanmasına imkan sağlıyordu.[21] Bettânî bu cihazlardan, sadece bahsetmekle yetiniyor, ancak Bîrûnî'nin eseri bu tür

---

[19] Özellikle Bağdat ve Şam'da ilk gözlemevleri zamanından itibaren.

[20] Bk. el-Bettânî, *el-Bettânî*, c. 3, s. 91 ve 272.

[21] Bk. Eisler, 'Kutupsal Görüş Tüpü'. Bu 'gözlem tüpleri' kesinlikle günümüze herhangi bir Helenistik astronomi metininde bahsedilmez, fakatonlar 6. yüzyıldan beri Çin'de bilinmektedir; bk. Needham ve Wang Ling (1959:332–4).

cihazların ayrıntılı bir tasvirini içermekte, ayrıca eserdeki bir bölüm hilalin gökyüzündeki yerini tespit etmeye ayrılmıştır:[22]

> Bu tüp, bir sütunun üstüne yerleştirilmiştir ve iki hareket kabiliyeti bulunmaktadır. İlki sütunun kendi hareketidir ki gözlem aletine her yöne dönebilme imkânı vermektedir; diğeri ise gözlem tüpünün kendi ekseni etrafındaki hareketidir ki böylece tüp içinde bulunduğu yükseklik dairesinin geometrik düzleminde hareket eder. Tüp, uzunluk olarak beş zira* genişlik olarak da bir zira'dan daha kısa olmamalıdır. Tüpün gölgesi ve karanlığı, onun içsel siyahlığıyla artırıldığı için görüş yoğunlaştırılır ve güçlendirilir. Sütun Hint dairesinin merkezine yerleştirildiğinde hilalin ufuk açısı (azimut) çizgisindeki tüpün sonuna sabitlenmiş olan şakul çizgisine kadar etrafında döndürülebilir. Ondan sonra tüp, hilalin yüksekliğine eşit olan yeryüzüyle bir açı yapıncaya kadar diğer hareket kullanılır. Bu, sütuna yerleştirilmiş ve onunla, tüpe paralel dönen 90 dereceye bölünmüş basit bir çeyrek dairedir.

En az 9. yüzyılın sonundan 10. yüzyılın başına kadar kullanımı İslam dünyası tarafından test edilen bu gözlem cihazı, daha sonra ortaçağ Latin Avrupa'sına geçmiş ve orada standart bir astronomi aleti olmuştur.[23]

10. yüzyıl boyunca Doğu'da sayısız gözlem çalışması gerçekleştirilmiştir. Şimdi kısaca özellikle o yüzyılın sonunda, Şerefüddevle (372–9/982–9) zamanında Bağdat'ta bulunan kraliyet sarayının bahçesinde inşa edilmiş büyük gözlemevinden Kûhî ve Ebu'l-Vefa el-Buzcânî tarafından yapılan çalışmalardan, İsfahan'da sabit gezegenleri sistematik olarak gözlemleyen, onların konumlarını ölçen ve sonuç olarak Batlamyus'un eserinin tam bir gözden geçirilmesi olan meşhur gezegenler katalogunu yayımlayan Abdurrahman es-Sûfî'nin (ö. 376/986)[24] ve İbn Yunus'un Kahire'de 10. yüzyılın sonuyla, 11. yüzyılın başında yapmış olduğu çalışmalardan bahsedelim[25]; fakat bundan önce Rey'de bulunan gözlem evine daha yakından bakalım.

---

[22] Bîrûnî, *el-Kânûn*, s. 964, risale 8, bölüm 14, 2. kısım.

* Yaklaşık 85.8 cm olarak kabul edilen eski uzunluk ölçü birimlerinden biridir.

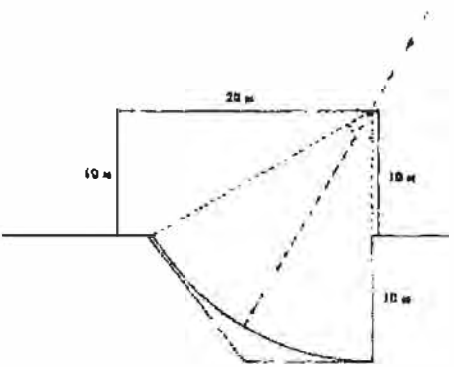
[23] Bk. Eisler (1949), 'Kutupsal Görüş Tüpü'.

[24] Bk. es-Sûfî, *Kitâbu's-Suveri'l-Kevâkib*.

[25] Bk. İbn Yunus, *Le Livre*.

Bu gözlemevi, Tahran'ın 12 km güneyinde bulunan Rey kentinde Fahrüddevle'nin (366–87/977–97) desteğiyle inşa edilmiştir. Hucendî (ö. H. 390), Güneş'i gözlemek için karanlık oda ilkesine dayanarak çok geniş bir sekstant (südüs) tasarlayıp yaptı, ki çatısında gökyüzüne açık ufak bir delik bulunan karanlık bir oda vardı (Bruin 1969).

Meridyen boyunca kuzey güney doğrultusunda inşa edilmiş olan bina genişliği 20 m, yüksekliği 10 m civarında ve birbirlerine 3,5 m mesafede olan iki paralel duvardan oluşmaktaydı (bk. Şekil 1.3); binanın çatısının güney köşesinde bulunan ufak açıklığın dışında oda hiçbir şekilde ışık almamaktadır. Zemin iki duvar arasında kısmen kazılmış olduğundan 20 m çapındaki bir sekstant ancak onun merkezi olarak çatıdaki açıklıkla çizilebilmektedir. Sekstantın yayının içi bakır bir tabaka ile kaplanmıştır ve güneş ışınları binanın yapılmış olduğu meridyen doğrultusunda geldiği zaman bu bakır tabakada Güneş'in görüntüsü oluşmakta ve bu tabakada oluşan işaretler Güneş'in ufuktaki yüksekliğinin veya en zirvedeyken ne kadar uzakta yer aldığının hesaplanmasına olanak vermektedir. Her derece yaklaşık olarak 35 cm olarak ölçülmüş ve her biri 10 saniyenin 360 birimine bölünmüştür. Güneş'in görüntüsü meridyenden geçerek yaklaşık 18 cm çapında bir daire oluşturur; dairenin merkezini bularak bakırın yüzeyinden kesin bir açı okunabilir. 994'te Hucendi ekliptik (tutulum) düzlemin eğimini 23:32,19 ve Rey'in enlemini de 35;34,39 olarak hesapladı, ancak bu sekstantın ne kadar süreyle kullanıldığına dair elimizde başka bir başvuru kaynağı bulunmamaktadır.



Şekil 1.3

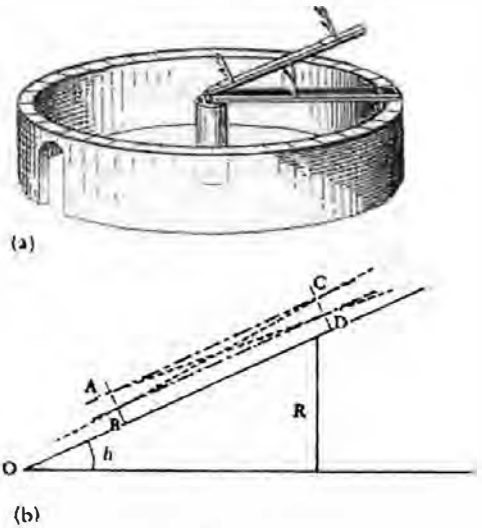
İlk dönem çeşitli gözlemevlerinde kullanılan büyük ölçekli aletler konusunda bir kaç bahis mevcuttur, -örneğin Bağdat'ta Şerefüddevle'nin gözlemevinde bulunan, 12,5 m çapında, Güneş'in seyrettiği yolu izlemek için küresel bir şekil inşası gibi- Fakat Rey şehrindeki bu büyük sekstantın tasviri, bir gözlemevi ortamında sürekli bulunan geniş ölçekli bir yapı hakkında ilk kez bu kadar kesin ayrıntılar vermektedir. Oysa Helenistik tasarımlı aletlerin çoğu geniş hacimli bakır daireler ya da Bettânî'ninkine benzer tüpler içeren taşınabilir veya bir yerde yapılabilir ve kullanmaya devam etmek için bir başka yere nakledilebilirdi.

Bir inşaatın sabit temeli üzerine bölümlenmiş olan bir diğer büyük ölçekli alet İbn Sînâ (370–428/980–1037) tarafından *Makâle fi'l-âlâti'r-rasadiyye* isimli risalesinde anlatılmıştır.[26] 7 m çapında yuvarlak bir duvarın tam ortasında tamamen dikey olarak bulunan bir silindir vardır. Dairesel duvarın üzerinde yaklaşık 7 m çapında tamamen yatay dereceli bir daire bulunmaktadır. Dairenin merkezinde çift, dikey eklemli bir cetvel taşıyan ve merkezin etrafında yatay olarak dönebilen bir direk vardı. Derecelendirilmiş dairenin üzerinde daha düşük kaide (dayanak) bulunmaktadır ve ufuk açısının ölçülmesine izin vermektedir; bir görüş sistemi taşıyan üst kaide ve iki kaide arasındaki açı gözlemlenmiş nesnenin açısını verirdi. Bu inşaat, bundan dolayı Bîrûnî'nin anlattığı gözlem tüpündekine benzer bir ilkeye dayandırılmıştı. Yaklaşık iki asır sonra Meraga'da İbn Sînâ'nın aygıtı, iki gök cisminin ufuk açısının yüksekliğini eşzamanlı ölçmeye imkân veren ikinci bir eklemeli kaideler dizisinin ilavesiyle ya da geniş bir taş daire merkezinin etrafında bağımsız olarak dönen iki dikey gözlem aygıtının benzer bir düzenlenmesiyle daha da geliştirildi.

İbn Sînâ'nın anlattığı -ve muhtemelen kendisinin bulduğu- bu alet, önceki aletlerden dakika ve derecelerin okunmasını çok daha kesin ve bağımsız bir şekilde verip yeni görüş sistemi sağladığı için özel bir ilgiyi hak etmektedir.

---

[26] Bu iki bilim adamının *Dictionary of Scientific Biography*'deki kayıtlara bakınız.



Şekil 1.4

Üst cetvel, her biri üst üste hizalanmış iki yiv içeren, hareket edebilen iki aynı görüş alanıyla donatılmıştır (Şekil1.4(b)). A ve B ilk görüş alanı, C ve D ise ikinci görüş alanının üzerinde bulunmaktadır ki böylece AB=CD'dir. CAD açısına *a*, CBD açısına da *b* diyelim. Biz bu iki açının, iki görüşün (sight) perspektif konumları vasıtasıyla üst cetvelden okunduklarını biliyoruz. Bu iki A ve C veya B ve D yivleriyle bir gezegene odaklanırsa gözlemlenmiş olan gök cisminin gereken yüksekliği daha düşük cetvel üzerindeki daha küçük R cetvelinin konumuyla belirlenen *h* açısı olacaktır.

Eğer biz aynı nesneyi A ve D yiviyle gözlemlersek, R'nin konumu h_1 değerinin O'daki bir açıyı verecek şekilde değiştirilmesi gerecektir ki böylece $h=h_1 - a$ olsun. Eğer biz B ve C yivleriyle gözlemlersek O'daki açıyı h_2 değeri alması için yeniden değiştirmek zorundayız ki böylece $h=h_2+b$ olsun. Dolayısıyla bu şekilde küçük R cetvelini gözlemlenen cismin gerçek yüksekliğine en yakın –en çok h_1 veya en az h_2- olan tüm derecelere uygun bir konuma getirmek mümkündür, ondan sonra A ve D veya B ve C ile gezegeni gözlemlemek için iki görüşün konumunu kullanmak, bu amaçla da bir *a* açısını oluşturmak ya da bir *b* açısını ekle-

mek gerekiyor, özel bir duruma göre bu açılar, bir dereceden ve üst cetvelde tam olarak belirlenmiş olandan daha azdır. Küçük ölçekli R cetvelinin pozisyonu, dereceleri; AB ve CD görüşünün konumu ise dakikaları vermektedir. Bu yöntem, kaydedilen ölçümlerin kesinliği bakımından, çok ileri bir adımı temsil etmekteydi.

1074 dolaylarında, muhtemelen İsfahan bölgesinde Melikşah (465–85/1072–92) tarafından, hocaları arasında özellikle Hayyam'ın sayıldığı çok büyük ve oldukça düzenli bir gözlemevi inşa edildi. Gözlemlerin planlanması otuz yıldan fazla bir süre aldı. Bu dönem tam bir Satürn (Zühal) devrimi dönemidir. Zira o devirde Satürn'ün Dünya'ya en uzak gezegen olduğu düşünülüyordu (Sayılı 1960:160–6). Aslında bu müessese, kurucusunun ölümüne kadar geçen 18 yılda faaliyetlerini sürdürdü. Söz konusu gözlemevi, böylesine çok iyi planlanmış bir yapıyla desteklenen, uzun süreli bir etkinliğe sahip ilk resmi kurumdu. 13. yüzyılın ikinci yarısında kurulmuş, iyi bir kayıt sistemine sahip olan ve İslam astronomi tarihinin dönüm noktalarından birini oluşturan Meraga gözlemevi tamamen bu geleneğe dayalı inşa edilmiştir (Sayılı 1960: 188–223; Vardjavand 1980).

Meraga gözlemevi –ki günümüz İran'ının kuzeybatısındadır- 'İlhanlı Zîc'leri' olarak bilinen yeni astronomi cetvelleri dizisinin oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Fakat hepsinden önce, bünyesinde çalışan bilim adamlarına, orada eşzamanlı çalışmayı olanaklı kılan, aletlerinin yüksek kalitesi, çalışmanın ciddi organizasyonu ve fazlasıyla yüksek nitelikli araştırmaların katkısıyla, gök cisimlerinin hareketlerini açıklamak için Batlamyus'unkilerinden daha iyi geometrik modeller oluşturma fırsatı verdi. Nasîruddîn et-Tûsî (597- 672/1201–74) söz konusu çalışmaların baş sorumlusuydu; Urzî (ö. 664/1266) ise teçhizatın tasarımını üstlenmişti. Gözlemevi, çalışmaların kesintisiz devamını sağlamak amacıyla bir vakfın gelirini bu kuruma bağışlayan Hülagü Han (ö. 663/1265) tarafından finanse edilmekteydi. Elimizdeki bilgilere göre bir gözlemevine ilk kez böylesi bir ayrıcalık tanınmış olmaktadır. Bu da söz konusu gözlemevinin, kurucusu olan Hülagü'nün ölümünde sonra, nasıl olup da faaliyetlerini devam ettirdiğini bize açıklamaktadır. Maddî kaynaklar, Melikşah'ın gözlemevi örneğinde gerçekleştiğinin tersine, bu kaynağı sağlayan kişinin ölümüyle birden bire kesilmemiştir.

Meraga'da bulunan gözlemevinin inşaatı hicri 657 (miladî 1259) yılında başladı ve 661/1263 yılında tamamlandı. Bu külliye 280mX220m'lik bir arazi üstüne yapılmıştır. Burada çeşitli aletlerin yanı sıra çok önemli bir bilimsel kütüphane ve bakır aletlerin yapılması için bir de dökümhane bulunmaktaydı. Urzî tarafından tasarlanan cihazlar, Meraga için yapıldığı anlaşılan biri dışında, yani ufuk üzerindeki iki gezegenin yüksekliğini eşzamanlı ölçmeye yarayan iki kadran ile donatılmış azimutsal çember dışında önceden bilinen cihazların daha gelişmiş ve iyileştirilmiş şeklidir.

Melikşah'ın gözlemevinde, son otuz yıl için Nasîruddîn et-Tûsî tarafından planlanan süreğen bir gözlemleme programı, aynı nedenden dolayı 12 yıla indirilmiştir. Jüpiter'in (Müşteri) dönüşü periyodu ve 'İlhanlı Cetvelleri' bu dönemden sonra neşredilmiştir. Meraga'da pek çok ilim adamı çalışmıştır. Bunlardan en ünlüleri Nasîruddîn et-Tûsî, Müeyyidüddin Urzî ve ayrıca gelecek bölümlerde kendilerinden bahsedeceğimiz Muhyiddin Mağribî ve Kutbuddîn eş-Şîrâzî'dir. Bunların tümü, Batlamyus astronomisini geliştirme vazifesine katılmış bilim adamlarıdır. Böylece sonraları doğudaki gelişmeler üzerinde önemli bir etkisi olacak olan Meraga dolaylarında gerçek bir 'okul' kurulmuştur.

Gözlemevindeki faaliyetlerin izleri, gözlemevinin bilinen son yöneticisi olan ve 704/1304 yılında bu göreve gelen Asîlüddin'in 715/1316 yılındaki ölümüne kadar sürmektedir. Binalar ise 1350 yılına kadar ayakta kalmıştır. Sonuç olarak, eldeki veriler ışığında bölgedeki faaliyetlerin kesin olarak ne zaman sona erdiğini bilemesek bile Meraga gözlemevinin kesinlikle 50 yılı aşkın bir süre faaliyet gösterdiğini söyleyebiliriz.

Bu gözlemevi, -aşağıda açıklayacağımız gibi- sadece gerçekleştirdiği bilimsel çalışmanın ehemmiyetinden dolayı değil, ayrıca kendinden sonra kurulmuş olan ve cihazlarının niteliğiyle takdire şayan Semerkant ve İstanbul gözlemevlerine (rasathanelerine) bir model teşkil etmesi açısından da önemli bir etkiye sahiptir. Semerkant'taki gözlemevi kendisi de yüksek derecede bir bilim adamı-hükümdar olan Uluğ Bey tarafından 823/1420) tarihinde kurulmuştur ve yaklaşık 1500 yılına kadar faaliyetlerini sürdürmüştür (Sedillot 1853). İstanbul'da kurulmuş olan Gözlemevi ise kendisi de bir astronom olan Takiyyüddin tarafından 982/1575) yılından itibaren birkaç yıl faaliyette bulunmuştur (Sayılı

1960: 259–305). Meraga geleneğinde son büyük gözlemevleri 18. yüzyılda Jai Singh tarafından Hindistan'da, özellikle Jaipur'da (1740) kurulmuş olanıdır; bu gözlemevindeki cihazların çoğu hâlâ yerinde durmaktadır.

Bu kısa araştırma bize Doğu'daki gözlemevlerinin gelişimi hakkında fikir sunmaktadır. Müslüman batıda, Endülüs ve Mağrip'te astronomik gözlemler çok daha az gelişmiştir. Bu bölgelerdeki astronomi çalışmaları birbirini takip eden bir geleneğin parçası değildir; ayrıca onlarda intizamlı genel gözlemevlerinin izi de yoktur. Bu bölgede günümüze ulaşan tam gözlem çalışmaları, hicrî 4. yüzyılın sonunda (miladî 10. yüzyıl) özel gözlemevleri sahiplerince, Mesleme b. el-Mecrîtî ve hicrî 5. yüzyılda (miladî 11. yüzyıl) Ortaçağ Latin Avrupa'sına damgasını vuran 'Toledo Cetvelleri'nin sahibi Zerkallî tarafından yürütülmekteydi.[27]

UYGULAMALI ASTRONOMİNİN SORUNLARI

8. yüzyılın sonundan itibaren fen bilimlerinin düzenli Müslüman toplumların özel bağlamında gelişmesiyle, çeşitli disiplinlerden bilim adamları, Müslüman toplumların pratik hayatta karşılaştığı sosyal ve dinsel meseleleriyle ilgili sorunlarını çözmeye çağrıldı. Bu bağlamda astronomlara düşen, resmi sosyal rolleri önemli olan astrologların isteklerini teknik olarak karşılamaktı. Gök cisimlerinin konumlarını hesaplamaya yarayan astronomi cetvelleri, kısmen bu amaçla oluşturulmuştur. Ancak bunlardan önce astronomların takvim, zaman, kara ve denizlerle ilgili pratik sorunların çözümüne yardım etmesi gerekiyordu. Aşağıdaki paragraf İbn-i Yunus'un 11. yüzyılın başında yazdığı Hâkimî Zîci (Hakemite Tables) isimli eserinin başlangıç kısmından alınmıştır:

> Gök cisimlerinin gözlemlenmesi dînî meselelerle bağlantılıdır; çünkü namaz vakitlerinin, oruçlu insanın yeme-içmesinin haram oluğu fecir vaktinin, imsak vaktinin, iftara ve dini vecibeye ara vermenin

[27] Bu iki bilim adamı hakkında yazılanlar için bk. *Dictionary of Scientific Biyography*.

> işareti olan gün batımı zamanının bilinmesine, ayrıca küsuf (güneş tutulması) vakti hakkında bilgi edinilerek buna göre namaz kılınmasına ve namaz kılanlar için Kıble yönünün tespit edilebilmesine, aynı şekilde ayların ve şüpheli günlerin başlangıcının ve ekim ve ağaçların döllenme, meyvelerin hasat zamanının bilinmesine ve bir yerden bir başka yere yönelmenin ve yanlış yöne sapmadan yolun nasıl bulunacağının bilgisine imkân verir.[28]

Tüm bu konular aslında pratik problem sınırlarını çok aşan önemli teorik gelişmelere yol açmıştır. Bu konular, güneş saati yapımı, zaman bilimi, herhangi bir yerin Mekke'ye göre yönünü belirleme, hilalin görülmesinin (rü'yet-i hilal) hesaplanması, matematiksel coğrafya ve bir yerin enlem ve boylamının ölçülmesi, denizde seyreden gemiler için deniz astronomisi bilimi vb. ile ilgili konular gelecek bölümlerde tartışılacaktır. Burada takvim sorununa biraz dikkat çekelim.

İslam dünyasındaki resmî takvim Ay takvimidir. Başlangıç tarihi 16 Haziran 622 cuma günü yani hicretin gerçekleştiği tarihtir (İslamî yıllara atıf yapılırken, Avrupa geleneğinde Hicretten sonra (AH) denir) ve bir *ay yılı*, 29 veya 30 günden meydana gelen 12 aydan oluşmaktadır. Tarihlerdeki değişim için gün batımı esas alınırken sonraki aya geçiş; Güneş'in batışından hemen sonra, ilk hilalin ufukta belirmesi ile gerçekleşiyordu. Batlamyus, ay takviminin ortalama uzunluğunu çok doğru bir değer olarak yirmi dokuz buçuk gün (ve yaklaşık 44 dakika) olarak hesaplamıştı. Böylece on iki aylık bir *ay yılı*, 354.367 güne denk geliyordu. Bu değer 9. yüzyıldan itibaren Müslüman bilginler tarafından tekrar doğrulandı ve yeniden uyarlandı. Ondan sonra bir ayı yirmi dokuz ila otuz gün arasında değişen resmî bir takvim yapmak için otuz yıllık bir dönem oluşturdular, ki bu devirde on birinci yılda (normalde 29 günden oluşan) son aya ilave bir güne sahipti. Bunlar dönemin 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 ve 29'uncu yıllarıydı. Böylece astronomi konusundaki uyuşma uzun zamanda astronomik verilerle iyi bir şekilde tamamlandı, fakat yirmi dokuzuncu günün akşamı ufukta ilk hilalin görülmesi her zaman gözlemin yapıldığı yerde ayın değişimine neden oluyordu, ki bununla İslam dünyasının diğer kısmı için ayın günlerinde bir birim fark olabiliyordu. Gerçi hilalin bilfiil görülmesi din açısından gerekli olmasına rağmen astronomların karşılaştığı sorun en başta ayın

[28] İbn Yunus, *Le Livre*, s. 60–1.

yirmi dokuzuncu gününün akşamında muayyen bir yerde hilalin görülebilirliğinin önceden nasıl hesaplanarak haber verileceği idi; resmî takvimin verileri ne olursa olsun (geçen metinde İbn Yunus'un 'şüpheli günler' dediği); ilgili parametrelerin adedi açısından, Güneş'in ve Ay'ın gök koordinatları bu iki ışıklı cismin görünüşteki izafî hızı, yerin enlemi, gökyüzü ufkunun parlaklığı vs. zor bir meseledir; pek çok astronom bu meseleyi araştırdı ve bu suretle Güneş'in batışından hemen sonra ufuktaki gök cisimlerinin görünebilirliği ile ilgili önemli kuramsal gelişmeler kaydettiler.

İran'daki güneş yılına dayalı takvim, her zaman ay takvimiyle birlikte kullanılmıştır ve ilk olarak Miladî 632 ile başlayan takvim Yezdicerd devrinde uygulamaya konulmuştur. Mısır takvimi *el-Macestî*'de Batlamyus tarafından kullanıldığı şekliyle 30 günlük 12 eşit aya bölünüyor ve sene sonunda bir ilave beş gün, artık yıl olduğunda da her dört yıl için bir altı gün ekleniyordu. Bunlara Grekçe 'epagomenes günler' denirdi ve resmî yılın astronomi güneş yılı ile uyuşmasına izin verirdi. Bu, Bağdat astronomları tarafından başlangıcından itibaren adapte edilmişti, çünkü Güneş'in devri astronomiye ait ölçümlere dayanmaktadır ve her zaman otuz güne eşit olan aylar için gök cisimlerinin hareketlerinin cetvelini yapmak daha kolaydı. Fakat güneş yılının uzunluğu 365,25'ten biraz daha azdır ve 11. yüzyılın sonunda Celâlüddevle Melikşah, -yukarıda söz edilen büyük gözlemevinin kurucusu- bu takvimin tertibini yeniden gözden geçirmek için tayin ettiği astronomlardan, Güneş'in görünürdeki hareketiyle olan küçük çelişkinin yığılma oluşturmaması için gerekli düzeltmeleri yapmasını istedi. Böylece önceki ölçümlerdeki iki-üç yıl yerine, otuz üç yılda sekiz artık yıl içeren ve astronominin hesaplamalarıyla iyi bir şekilde uyuşan 'Celâlî Devri' başladı (467/1075). Bu düzeltme, -batının yapmak için 1582'ye kadar beklediği düzenleme ile aynıydı- ki o zaman Julyen takvimi Gregoryen takvimine dönüşmüştü.[29]

Fakat açıkladığımız uygulamalı astronomiden başkaca Müslüman Astronomların en önemli katkısı, yukarıdakiyle ilgisi olmayan salt kuramsal astronomi alanındadır.

[29] Bk. Celâlî maddesi, *The Encyclopedia of Islam, II*, s. 397–9.

İSLAM ASTRONOMİ TARİHİNDE MÜKEMMEL DÖNEMLER

İslam astronomi tarihi genel olarak, kesişme noktasında 11. yüzyılın yer aldığı iki büyük döneme ayrılabilir.

9. yüzyıldan 11. yüzyıla kadar Batlamyus'tan tevarüs edilen hemen hemen sadece geometrik modeller alanında olan çalışma, yeni gözlemler temelinde yeniden çalışıldı ve eleştiriden geçirildi. 11. yüzyılda, İbn Heysem (354–430/965–1039) *eş-Şukûk alâ Batlamyus* (Batlamyus'a İlişkin Kuşkular) adlı yapıtında iki asırdan beri biriken bilimsel varakların bir değerlendirmesini yaptı.[30] Batlamyus'un üç eseri; *el-Macestî*, *Planetary Hypotheses* (Gezegenlere Dair Faraziyeler) ve *Optics*'teki (Optikler) hâlâ çözülmemiş tüm çelişkilerin, -herhangi bir çözümünü önermeksizin- katalogunu yaptı.

Bu eleştirel değerlendirme geçici bir çıkmaza neden oldu, çünkü çözümler yalnız astronominin kendisini sınırlandırdığı çerçevenin dışında bulunabilirdi. Bu nedenle, biri Müslüman Batı'da, diğeri Doğu'da olmak üzere birbirinden çok farklı iki çözüm türü arandı.

Endülüs'te, döndürücü feleklerin ve dışmerkezlerin terk edilip 'fiziksel' astronomi görüş açısından çok daha tutarlı olan insan merkezli kürelere dönülerek Aristotelesçi ilkelerin yeniden uyarlanması önerisi vardı. Bu okulun en karakteristik temsilcisi Bitrûcî'dir (12. yüzyılın sonu); fakat onun dayanakları hemen hemen tamamen felsefî idi ve çıkarsamalarının herhangi bir hesaplamasını yapmak veya *on*'lu sayısal gözlemlerle doğrulamak imkânsızdı. Temel felsefî yöntemleri ilginç kalmaya devam etse de, bu yaklaşım verimsizdi.

Doğu'daki yanıt bilimseldi ve gök cisimlerinin hareketlerini, döndürücü felek ve dışmerkezin, yermerkezli fakat Batlamyus'çu olmayan yeni geometrik modelleriyle açıklayan araştırmalar yapıldığında İslam astronomisinin ikinci büyük dönemi dediğimiz döneme aşama kazandırdı. Bu çalışmanın esas kısmını, yukarıda anlattığımız Meraga gözlemeviyle bağlantılı bir çalışma grubu yerine getiriyordu.

---

[30] İbn Heysem, *Şukûk*.

İslam dünyasında, kuramsal astronominin tarihî gelişimi bundan dolayı iki büyük doğu dönemine uygun olarak gelecek iki bölümde iki büyük devre ayrıldı ve Müslüman batıdaki astronomların çalışması Endülüs'te İslam bilimine dair bölümde (7. bölüm) anlatıldı.

2

DOĞU İSLAM DÜNYASINDA 8. ve 11. YÜZYILLAR ARASINDA ASTRONOMİ

Régis MORELON

Kıftî'ye göre astronomi ile ilgilenen ilk Müslüman bilim adamı Abbasiler döneminin başlarına denk gelen ve 8. yüzyılın ikinci yarısında yaşamış olan Muhammed b. İbrahim el-Fezârî'dir.[1] Meşhur bir rivayete göre içlerinde bir astronomun da bulunduğu bir Hint heyeti Halife Mansur tarafından 770 dolaylarında Bağdat'ta ağırlanmıştır. Rivayette astronomun ismi geçmemekte ancak astronomun yanında Sanskritçe yazılmış bir astronomi kitabı bulunduğundan bahsedilmektedir. Bu kitap daha sonra *Indian Astronomical Table* (Hint Astronomi Zîci; Zîcu'l-Sindhind)[2] adı altında Fezârî ve Yakub b. Tarık[3] tarafından ve Hint astronomun denetimi ve yönetimi altında Arapçaya çevrilmiştir. Detayları göz önüne alındığında, bu rivayetin tarihsel önemi ne olursa olsun adı geçen iki yazar kendilerinden sonra gelen ve astronomi ile ilgilenen tüm

1 Bk. el-Kıftî.

2 Birinci bölümde referans olarak gösterilen Hint kaynaklarına bakınız.

3 Bölüm Bîrûnî, *Kitab fi Tahkik*, s. 351–2. Bîrûnî bilimsel nitelikteki gelenekleri anlatırken özellikle Hindistan ile ilgili olanlarda genelde oldukça güvenilirdir ve burada bahsedilen gelenek de muhtemelen tarihsel gerçeklere dayanmaktadır. Ancak bazı önemli hususlar eksiktir. Bu hususlar açık olarak bilinmeden olay ile ilgili belirtilen her şeyin doğruluğuna tam olarak ikna olmak mümkün değildir. Bu hususlar şöyle sıralanabilir: Birçok farklı İslam kaynağı olayın tam günü konusunda çelişmektedir; Hintli astronom kimdi ve bilgi alışverişi hangi dilde gerçekleşti? Bu, kelimenin tam manasıyla bir metnin çevirisi miydi, eğer öyleyse hangi metin, çünkü Zîcu's-Sindhind ifadesi oldukça genel bir ifadedir, yoksa sadece sonuçların cetveller halinde verilmesinden mi ibaretti? vs.

ilim adamlarınca bilimsel astronomiyi Hindistan'dan alıp İslam Dünyasına tanıtan isimler olarak anılacaktır. Fezârî ve Yakub b. Tarık'ın çalışmaları bugün kayıp olsa da bu çalışmaların birçok parçası daha sonra yaşamış olan yazarların eserlerinde yer almıştır.[4] Bilindiği kadarıyla Fezârî *Zîcu'l-Sindhind el-Kebîr* (*Büyük Hint Zîci*) isimli eseri yazmış ve daha sonra bu eserden yapılan alıntılar, Fezârî'nin Hint parametreleriyle, İranlılara ait *Zîcu'ş-Şah* (*Şah Zîci*) adlı eserde yer alan ilkeleri harmanladığını göstermektedir. Bugün, elimizde Yakub b. Tarık'ın *Zîcu Mahlûl fi-l-Sindhind li'd-Derecetin Derece* (*Hindistan'da Derece Derece Çözülen Zîc'i*), *Terkibu'l-Eflak* (*Feleklerin Tertibi*) ve *Kitabu'l-Ilel* (*Illetler Kitabı*) isimli üç eserine dair izler bulunmaktadır. Bu üç eserde de Yakub b. Tarık, çağdaşı olan Fezârî ile aynı temele dayanan düşüncelere yer vermiştir. Bu iki yazar, bilimsel astronomiyi İslam Dünyasına tanıtmanın büyük onuruna sahiptirler. Ancak bu yazarların eserlerinden geriye kalanlara bakılarsa bu yapıtların, yazarların tasarrufunda bulunan unsurların bir derlemesi görünümünde olduğunu, gözlemlerle doğrulanmamış ve belli bir iç uyuma, iç tutarlılığa yönelik girişimden yoksun olduğunu söylemek gerekir.

Bize bir bütün olarak ulaşan ilk İslam astronomi eseri, Muhammed b. Musa Harezmî'ye (yaklaşık 800–850) aittir. Bu eser *Indian Astronomical Table* (Hint Astronomi Zîci; *Zîcu'l-Sindhind*) olarak bilinir ve kendinden önceki gelenekle uyuşmakla beraber Batlamyus astronomisinden de bir takım kavramlar içerir. Kitaba ait Arapça metin kayıptır ve eser ancak Endülüs'te Mecrîtî'nin (ö. 398/1007–8)[5] tekrar gözden geçirdiği nüshasının 12. yüzyılda Adelard'de Bath tarafından Latinceye çevrilmesiyle günümüze ulaşmıştır.

Harezmî bir matematikçi olarak cebir konusunda yaptığı çalışmalarla oldukça şöhret kazanmıştır. Harezmî'nin, Me'mun döneminde (813–33) astronomi üzerine yazdığı eser, hiçbir teorik unsur içermemektedir. Bu eser Güneş'in, Ay'ın ve bilinen beş gezegenin hareketiyle ilgili Zîc'leri ve bunların pratik kullanıma yönelik bir açıklamayı içermektedir. Uyarlanan parametrelerin birçoğu ve bunun gibi anlatılan hesapla-

---

[4] el-Fezârî için bk. Pingree (1970). Yakub b. Tarık için bk. Pingree (1968: 97–125).

[5] Metnin Latincesi Suter (1914) tarafından düzenlenmiştir; yorumla beraber çeviri Neugebauer'e aittir (1962a).

ma metotları, örneğin sinüsün kullanımına dair metotlar, Hint kökenlidir. Ancak bazı unsurlar Batlamyus'un *Handy Tables* (El Cetvelleri) (Neugebauer 1962a; 101–8) adlı eserinden alınmış ve yazarın Hintlilerden alınanlarla Batlamyus'tan alınan farklı sonuçlar arasında bir uyuma ulaşmak için herhangi bir teşebbüsü yoktur. Burada biz Fezârî ve Yakub b. Tarık'ın aynı zamanda Hint ve İran kaynaklarını kullanmalarındakine benzer bir problemle karşılaşmaktayız.

9. yüzyıl boyunca Bağdatlı astronomlar, sadece hesaplama metotlarından ve cetvellerin (Zîc'lerin) teşkilinde kullanılan parametrelerden oluşan Hint geleneğini oldukça çabuk benimsemişler, daha sonra da teorik muhakemeyle donatılmış Batlamyus astronomisini kabul edip, astronominin eksiksiz bir bilim dalı olarak gelişmesini sağlamışlardır. Fakat Batı'daki Müslümanlarda (Endülüs ve Mağrip'te) astronomi cetvellerinin derlenmesinde Hint geleneği bazı alanlarda etkilerini sürdürmüştür (Kennedy ve King 1982).

Grek Astronomisine Giriş

Batlamyus okumaları için hazırlık niteliğinde olduğu kabul edilen 'Küçük Astronomi Koleksiyonu' adı altında toplanmış ve Grekçe yazılmış olan, önceki kısımda da isimleri zikredilmiş on bir adet kısa eser, 9. yüzyıl boyunca iyi derecede Grekçe ve Arapça bilen Huneyn b. İshak (ö. 877), oğlu İshak b. Huneyn (ö. 911), Sâbit b. Kurrâ (ö. 901) ve Kustâ b. Lûkâ (ö. yaklaşık 900) gibi saygın bilim adamlarınca çevrilmiştir.[6]

Birinci kısımda bahsi geçen ve Batlamyus'a ait dört astronomi eseri de 9. yüzyılda Arapçaya çevrilmiştir. Yarattığı etki bakımından *el-Macestî* bu eserlerin en önemlisidir.[7] *el-Macestî*'nin birbirini takip eden birçok çevirisi yapılmış ve bu konuda 12. yüzyıl yazarlarından İbn Salah şöyle demiştir:

> *el-Macestî*'nin farklı dillere çevrilmiş olan beş nüshası vardır: Birincisi Grekçeden Süryaniceye çevrilmiş olan bir nüshadır. İkincisi Ha-

[6] Öklid'e ait dört metin, Huneyn ve Sâbit tarafından, Theodosius'a ait üç metin Kusta tarafından, Autolycus'un iki metni sırasıyla İshak ve Kusta tarafından, Arigezegenchus ve Hypsicles'in metinleri Kusta tarafından ve Menelaus'un kitabı ise Huneyn ya da oğlu İshak tarafından çevrilmiştir.

[7] *el-Macestî*'nin Arapçaya taşınması için, bk. Kunitzsch (1974).

> san b. Kureyş tarafından Me'mun için Grekçeden Arapçaya çevrilmiştir. Üçüncü nüsha Haccâc b. Yusuf b. Matar ve Halyâ b. Sercûn tarafından ve yine Me'mun için Grekçeden Arapçaya çevrilmiştir. Dördüncüsü İshak b. Huneyn tarafından Ebu's-Sakr b. Bülbül için Grekçeden Arapçaya çevrilmiştir; İshak'ın kendi elinden çıkma orijinal esere sahibiz. Beşinci nüsha ise Sâbit b. Kurrâ tarafından İshak b. Huneyn'e ait nüshanın tekrar gözden geçirilmesi ile oluşmuştur.[8]

Bu nüshaların üçü bugün kayıptır. Yukarıda ilk olarak bahsedilen ve anonim olan Süryanice nüsha, ikinci olarak bahsedilen, Hasan b. Kureyş'e ait Arapça nüsha; bu son nüshanın özellikle Bettânî'nin 10. yüzyılda ortaya koyduğu eserinde izlerine rastlanmaktadır (Kunitzsch 1974: 60–4); dördüncüsü, Sâbit tarafından yeniden şekillendirilmeden önce, İshak b. Huneyn'e ait olan nüshadır. Bugün üçüncü ve beşinci nüshalar elyazması halinde elimizde bulunmaktadır.[9] Bunlar, Me'mun'un buyruğu ile Haccâc tarafından çevrilen 827–8 yıllarına ait nüsha ve İshak b. Huneyn'e ait olup, Sâbit b. Kurrâ tarafından 892'de yeniden gözden geçirilen nüshadır ve her ikisi de Grekçeden Arapçaya çevrilmiştir. İbn Salah tarafından oluşturulan listeye *el-Macestî*'nin yeniden gözden geçirilmiş diğer bir nüshası veya aslında yeniden yazılmış bir nüshası da eklenmelidir. Bu nüsha İbn Salah'tan sonra 13. yüzyılın ortalarında Nasiruddîn et-Tûsî tarafından İshak-Sâbit nüshası kullanılarak yazılmış, bundan sonraki dönemlerde Arapça konuşan astronomlar arasında yaygın olarak bilinir hale gelmiştir.

Şimdi, 9. yüzyılda yazılmış olan iki nüshayı karşılaştıralım. Haccâc'ın nüshası eserin orijinali olan Grekçe metne oldukça yakındır ve bu nüshada, Grekçenin cümle yapısı büyük oranda korunmuştur. Arapçada kullanılan bilimsel kelime dağarcığı bazen belirsizliklere yol açabiliyor ve bu da Arapça olarak ifade edilmiş olsa bile metni doğru anlamak için orijinal metne baş vurmayı gerektiriyordu. Bu kadar temel bir metnin çevirisinde beliren bu kusurlar, 9. yüzyılın sonlarına doğru bilimsel astronomi ve Helenistik gelenek üzerine elli yıldan fazla süren çalışmaların ürünü olan İshak-Sâbit nüshasının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu nüsha Grek metinlerine başvurma gerekliliğini ortadan

---

[8] İbnü's-Salâh, Arapça metin, s. 155, II. 12–18.

[9] Bu iki nüshanın sadece tek parçası yayınlanmıştır: *el-Macestî'nin* yıldız katalogu. Bk. Batlamyus, *el-Macestî: Der Sternkatalog*, Kunitzsch tarafından düzenlenip Almancaya çevrilmiştir.

kaldırmıştır. Dili ve kelime dağarcığı kusursuz derecede açık olup belirsizlikten uzaktır. Nitekim bu iki dayanak noktası, astronomide kullanılan İslam bilim dilinin 827 ile 892 yılları arasında geliştiği hükmüne varmamıza yol açmıştır.

Batlamyus'un diğer üç eserinin çevirileri hakkında yukarıdaki kadar açık bilgilere sahip değiliz. En azından 9. yüzyılın ortalarından beri İslam eserlerinde, *Planetary Hypotheses*'ten (Gezegenlere Dair Faraziyeler) alıntılara (özellikle Bîrûnî tarafından) *Kitabu'l-Iktisâs* ya da *Kitabu'l-Menşûrât* adlı eserlerde yer verilmiştir. Tamamlanmış fakat şimdiye kadar basılmamış bir çeviri, *Planetary Hypotheses'in* (Gezegenlere Dair Faraziyeler) Grekçe orijinalindeki kayıp olan son üç çeyreğini bulundurmaktadır (bk. s. 6–7). Çevirmenin ismi belirtilmemiş olmakla birlikte, eseri ihtiva eden tamamlanmış iki elyazmasından birinde, metnin Sâbit b. Kurrâ tarafından düzeltildiği belirtilmiştir.[10]

Sâbit b. Kurrâ, *Book concerning the Appearance of the Fixed Stars* (Sabit Yıldızların Görünümü Üzerine Kitap) ya da *Phaseis* isimli kitaptan alıntılara *Kitâb fi Zuhûr'il-Kevâkibi's-Sâbite* adı altında yer vermiştir. Sâbit, Grekçe bilmekteydi fakat bu bilgi, metnin tercüme edildiğine dair yeterli bir kanıt teşkil etmemektedir. Ancak Mesudî (ö. yaklaşık 345/956)[11] Arapça çeviriden alıntı yapmış ve çeviri Sinan b. Sâbit (ö. hicri 332, miladi 943) tarafından eseri *Kitâbu'l-Envâ*'da kullanılmıştır (bk. bölüm 1). Bundan dolayı *Phaseis*'in Arapça çevirisinin en azından 10. yüzyılın başında yapılmış olduğuna inanılmakta ve her ne kadar orijinal tercüme elimizde olmasa da çeviri İslam astronomları tarafından sayısız defa referans gösterilmiştir.

Batlamyus'un *Handy Tables* (El Cetvelleri) daha önce de bahsettiğimiz gibi Harezmî, daha sonra da Kusta b. Luka (9. yüzyılın ortasında)[12] tarafından kullanılmıştır. Aynı zamanda bu yazarlardan sonra yaşamış birçok başka yazarın çalışmalarında da bu eserin izine rastlamaktayız. Fakat ne Arapça çevirinin kendisi, ne de çevrildiği dönemin şartları hakkında bir bilgiye sahibiz.

---

[10] Bk. Leiden veya elyazması 180, vr. 1[a].
[11] Mes'ûdî, *Kitâbu't-Tenbîh*, s. 15–16.
[12] *Hey'etü'l-Eflâk* isimli kitabının içinde, elyazması Oxford, Bodl., Seld. 3144.

Batlamyusçu astronomi bağlamında, İskenderiyeli Theon'un *el-Macestî* üzerine yaptığı şerhlerin 9. yüzyılda Arapça olarak da mevcut olduğunu eklemeliyiz. Bunu Yakup b. İshak el-Kindî'nin (ö. yaklaşık 873)[13] *Kitâbun fî-Sinâ'ati'l-'Uzmâ* adlı astronomi eserinde bu yorumlarla ilgili oldukça uzun literal alıntılara yer vermesinden biliyoruz. Theon'un eserinin Arapçaya çevrilmiş nüshası günümüze ulaşamamıştır.

Bahsettiğimiz gibi Bağdat'ta gerçek bir bilim olarak astronomi gelişiminin başlaması hicretten sonra 3. yüzyıla (MS 9. yüzyıl) ve temel olarak Batlamyus'un çalışmalarına dayanmaktaydı. Astronomiyle ilgili ilk İslam eserlerinden mevcudiyetini devam ettirebilenlerin sadece çok az bir kısmı düzenlenmiş ya da ayrıntılı bir bilimsel incelemeye tabi tutulmuştur ve birçok durumda atıflar elyazması kaynaklara yapılmıştır. Bu yüzden de bu merhalede yapılan tüm sentez çalışmaları geçici olmak durumunda kalmış ve ciddi olarak yapılan her düzenleme ışığında konu sürekli bir şekilde yeniden gözden geçirilmiş ve ortaya çıkan metinler yorumlanmıştır. Bu noktada bilimsel astronominin Arapçada geçirdiği evrimin ilk aşamasını ortaya çıkarmak için önemli çalışmaların ve uygulamaların bir kısmını ele alacağız. Bunu yaparken, özel ilgilerine rağmen, gezegenlerin hareketine dair farklı parametrelerin hesabına yer vermek yerine muhakeme metotlarının devamlı değişimi konusuna yoğunlaşacağız.

9. YÜZYIL BOYUNCA DOĞUDA İSLAM ASTRONOMİSİ

Doğu'daki İslam astronomisinin erken dönem gelişimine bir giriş olarak bu alanda çalışmaya başlamış farklı bilim adamlarının katkılarını, ilgilerine göre basitten karmaşığa doğru şöyle sıralayacağız: Batlamyus astronomisinin yayılması, Batlamyus'un sonuçlarının eleştirel analizi ve son olarak astronomiye dair muhakemenin büyük ölçüde matematiksel-

[13] Metnin düzenlenişi için Kindî'ye ve analizi için Rosenthal'in değerlendirmesine bakınız.

leştirilmesi ve 9. yüzyılın bitip 10. yüzyılın başladığı dönemlerde Rakka'da çalışmış ünlü astronom Bettânî'ye ayrılmış olan bir ek kısım.

Batlamyus Astronomisinin Yayılması

9. yüzyılın ilk yarısından itibaren, *el-Macestî*'de yer alan bulguları daha basit bir dille anlatmak ya da *el-Macestî*'yi özetlemek ve böylelikle uzmanlaşmış astronomlar çevresi haricinde mümkün olan en büyük okuyucu kitlesine ulaşabilmek için birçok eser kaleme alınmıştır. Bu tür eserler arasında en iyi bilinen örnek Ahmed b. Muhammed b. Kesir el-Fergânî tarafından yazılmış olan kitaptır. En yaygın olan eseri önce Arapçada (tüm dönemlerden ve bölgelerden seçilip listelenen birçok el-yazması tarafından tasdik edilmiş), ondan sonra Latincede (12. yüzyılda arka arkaya çevrilmiş iki Latince tercümesi vardır) ve birçok farklı isim altında geçmiştir ki bunlardan en sık rastlanılanı *Kitâbun fî Cevâmi' İlmi'n-Nücûm*'dur (Genel Yıldızlar Bilimi Kitabı).[14] Yazar hakkında, Me'mun (813–33) tarafından oluşturulmuş bir bilim adamları topluluğunun üyesi ve 861'den sonra ölmüş olduğundan başka bir bilgiye sahip değiliz. Kitabı, büyük bir ihtimalle 833'den sonra ve 857'den önce yazmıştır. Evrenbilimi (kozmografya) hakkında bir çeşit el kitabı niteliğinde olan eser, basılmış nüshasında yaklaşık yüz sayfalık bir kısmı ile Fergânî'nin, Batlamyus'un bulgularına göre evrenin durumunu anlattığı otuz bölümünü içermektedir. Kitap tamamı ile betimsel nitelikte olup hiçbir matematiksel ispat içermemektedir. Kitapta sırasıyla yılın aylarının, farklı dönemlerde (İslam, Suriye, Bizans, İran ve Mısır) hesaplanmasının bir betimlemesi, gökyüzü ve Dünyanın küreselliğinin doğrulanması, daha sonra gökyüzünün iki farklı dairesel hareketinin bulunmasına rağmen kâinatın merkezinde sabit olduğu, ekvator üzerinde ekliptiğin meyli, Dünyanın meskûn kısımlarının farklı bölge ve kasabalarının yedi iklimde alacağı durumların açıklanması, Dünyanın büyüklüğü, hem enlem ve hem de boylam bakımından yedi 'hareketli yıldızın' (el-Kevâkibu'l-Mütehayyire) hareketlerinin dışmerkez ve döndürücü felek metotları ile açıklanması, sabit yıldızların presesyon* hareketi, tüm gök cisimlerinin Dünyaya olan uzaklığı ve bu cisimlerin bü-

[14] Bk. el-Fergânî.

* Gece- gündüz eşitliği zamanının öne gelmesi, gerilemesi.

yüklükleri, Güneş'in doğuşu ve batışı, Ay'ın evreleri, uzaklık açısı, Güneş ve Ay tutulmaları konularından bahsedilmiştir.

Bu eser, antik bilimsel astronominin temel problemlerini ortaya koymuş, bu nedenle de en saygın bilim adamları tarafından, başta Bîrûnî[15] olmak üzere tekrar tekrar şerh edilmiştir. Fergânî, Batlamyus'u hemen hemen tek kaynak olarak kullanmış, fakat Me'mun'un astronomları tarafından elde edilen sonuçlara göre Batlamyus bazı noktalarda düzeltilmiştir. Bunlar, ekliptiğin eğimini 23;51'den 23;33'e düzeltmesi, Güneş ve Ay'ın yerötelerinin sabit yıldızların presesyon hareketini takip ettiğini ileri sürmesi ve Me'mun'un astronomları tarafından belirlenen Dünyanın çevresinin ölçümünü kullanmasıdır. Buna ek olarak Fergânî, Batlamyus'un sadece Güneş'le Ay arasındaki mesafeyi ve bu gök cisimlerinin büyüklüklerini ölçtüğünü belirttikten sonra bilgileri aldığı kaynağı belirtmeksizin verdiği sayısal değerler, *Planetary Hypotheses*'tekiyle (Gezegenlere Dair Faraziyeler) aynıdır; bu da Fergânî'nin *el-Macestî*'yi bildiğini fakat *Planetary Hypotheses*'ten haberdar olmadığını gösterir.

Kusta b. Luka'nın özel bir çalışmasını içeren basılmamış bir eser ve Sâbit b. Kurrâ'ya ait daha bilimsel iki çalışma başta olmak üzere özellikle gök cisimlerinin hareketi üzerine yoğunlaşmış ve düşünce sistemini *Planetary Hypotheses*'ten[16] almış benzer içerikteki bazı başka eserler de vardır.

Bu metinler, bulgularını bir araya getirerek bilimsel astronomiyi kolay ulaşılabilir hale getirdi. Bunu da profesyonel astronomların oluşturduğu bugün 'en yüksek seviyenin genelleştirilmesi' olarak adlandırabileceğimiz anlaşılabilir bir biçimde yaptı ve dönemin eğitim çevrelerine derin bir şekilde nüfuz etti. Bu gelenek İbn Sînâ gibi ansiklopedi yazarlarınca devam ettirilmiştir ki felsefe üzerine meşhur eseri *Şifa*'da *el-Macestî*'nin bütün rivayetlerinin özetine yer vermiştir.

Batlamyus'un Sonuçlarının Eleştirel Analizi

Me'mun döneminde *el-Macestî* Arapçada bulunabilir hale gelince, bu eserin bulgularını doğrulama çalışmaları başlamıştır ve bu ilk kısım-

[15] Biz artık, 200 varak şeklinde numaralandırılmış açıklamasına, sahip değiliz.
[16] Sâbit bin Kurrâ, 1. ve 2. risaleler. Kusta'nın metni için not 2'ye bakınız.

da sözü geçen Bağdat ve Şam'da astronomi gözlemlerinin ilk programının başlamasına yol açtı. Batlamyus'la aralarında yaklaşık 700 yıl olan Me'mun'un astronomları *el-Macestî*'yi incelediklerinde onda belirli tarihlerde gök cisimlerinin konumlarını kuramsal olarak hesaplamaya yarayan ölçüm şemaları ve cetveller bulmuşlardır. 700 yıllık bir zaman dilimini kapsayan bu hesaplama sonuçları, Bağdat ve Şam'da kayıtları tutulan gözlem verilerine aykırıydı ve elde edilen bu iki rakamsal değerler arasında bir tutarsızlık kaydedilmişti.

Bu kadar uzun bir zaman dilimi içinde kaçınılmaz olan bu farklılık, Bağdatlı astronomlar sadece 'saatlerini tekrar ayarlama' yani bir cetvelin bütün kısımlarına bir düzeltme ekleme değil, bilakis Batlamyus'un sonuçlarını dayandırdığı teorik temelleri, öne sürdüğü mekanizmaları ve farklı hareketlere ait parametreleri tekrar hesaplamak için gözden geçirme ihtiyacı hissettirmiştir. Bu çalışmaya 9. yüzyılın başından alınan üç örnek yeterli olacaktır: '*ez-Zîcu'l-Mumtehan*' (Doğrulanmış Cetvel), '*Kitâbun fi Seneti'ş-Şems*' (Güneş Yılı Üzerine Kitap) ve Habeş el-Hâsib'in çalışması.

'Doğrulanmış Cetvel'

Arapça *ez-Zîcu'l-Mumtehan* terimi, gözlemlere dayanan ve bu yüzden de bilimsel doğruluğa dair mümkün olan tüm garantiyi temin eden cetveller topluluğuna karşılık gelen kendine has bir ifadedir. Fakat 'doğrulanmış cetvel' terimi tek başına kullanıldığında, özel olarak Bağdat ve Şam'daki gözlemevlerinde yapılan gözlemlerin sonuçlarına dayanan ve Arapça olan astronomi ile ilgili ilk cetveller kümesini çağrıştırmaktadır. Bu gözlemler, Me'mun'un araştırmayı düzenlemesi için tayin ettiği Yahya b. Ebî Mansur (ö. 217/832) tarafından yapılmıştır. Bu cetveller, Batlamyus'dan beri Helenistik astronomi geleneği içerisinde takip edilerek kaydedilen dikkatle yapılmış bilimsel gözlemlerin ilk seri kayıtları olmaları bakımından büyük bir etkiye sahip olmalarının yanı sıra İbn Yunus ve Bîrûnî gibi sonraki dönemde, birçok Müslüman astronom tarafından da yaygın olarak kullanılmıştır.

Orijinal metnin tamamı bize kadar ulaşmamıştır.[17] Bununla birlikte daha sonraki yazarlar tarafından alıntılanan eserdeki kayıtlı sonuçlar, gök cisimlerinin hareketine dair farklı parametrelerin tekrar hesaplandığını göstermektedir.[18] Bu cetvellerdeki gözlemlerden çıkarılabilecek en önemli sonuç, Güneş'in hareketi ile ilgilidir: Gözlemler, Güneş feleğinin yerötesinin sadece günlük harekete bağlı olduğunu ileri süren Batlamyus'un görüşünün aksine, sabit yıldızların presesyonu ile bağlantılı olduğunu göstermiştir.[19]

Her ne kadar *ez-Zîcu'l-Mümtehan* (Doğrulanmış Cetvel) ve *'Book on the Solar Year'* (Güneş Yılı Üzerine Kitap) isimli eserlerden çıkarılan bu sonuç arasında açık bir ilişki kuramasak da, söz konusu ikinci kitap sabit yıldızların ve Güneş'in hareketi arasındaki bağlantının delilini içermektedir.

'Book on the Solar Year'
(Güneş Yılı Üzerine Kitap)[20]

Yazma geleneği bu metni Sâbit b. Kurrâ'ya atfetmektedir, ancak detaylı bir eleştirel analiz, kitabın bu yazardan daha önceki bir döneme ait olduğunu ve muhtemelen Sâbit'in sahneye çıkışından yani yaklaşık 9. yüzyılın yarısından önce, muhtemelen Benû Musa etrafında oluşturulan araştırmacılar topluluğunun ürünü olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu risalenin yazarı, kendi konumunu, Güneş'in hareketini ve güneş yılının uzunluğunun hesaplanmasına ilişkin olarak Batlamyus'a nispetle tanımlamıştır. Şekil 2.1 bu konu üzerinde *el-Macestî*'de söylenenlerden geriye kalanı göstermektedir.

E noktası, evrenin merkezinde sabit bir yerküre üzerindeki gözlemcinin konumudur. Güneş dışmerkezli bir daire üzerindeki dairesel bir yörüngede yeryüzüyle ilişki içinde tekbiçimli hareket eder (D mer-

---

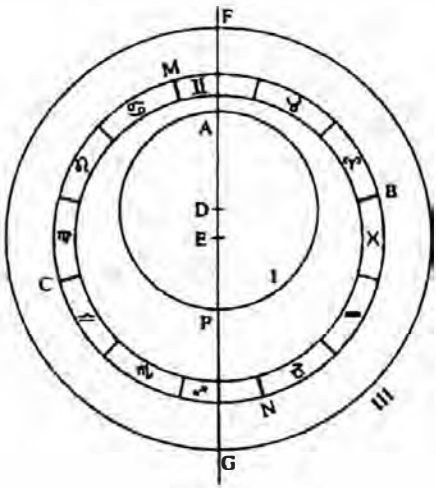
17 Arapça elyazması Escurial 927 açık olarak 'Me'mun'un Gözlemlerine Göre Doğrulanmış Cetvel' başlığını taşır, ancak metin 9. yüzyıldan sonrasına ait birçok unsur içermektedir. Bk. Vernet (1956) ve Kennedy (1956: 145–7) analizi.

18 Hâşimî tarafından cetvel halinde düzenlenmiştir, s. 50–3.

19 Sâbit tarafından, 2. risale s. 22 satır 4–5 ve Fergânî tarafından s. 50-3'de alıntılanmıştır.

20 Bu eserin Arapça metni Sâbit'te bulunabilir, s. 26–67; bk. giriş bölümü, sayfa XLVI – LXXV ve burada bahsedilen argümanların tamamlayıcı notları (s. 189–215) detaylandırılmıştır.

kezli I dairesi) bu yörüngenin en önemli noktaları yeröteyi (apogee) gösteren A ve yerberiyi gösteren P noktalarıdır. E noktası aynı zamanda II ile gösterilen ekliptik dairenin de merkezidir ve bu daire, Güneş'in yıl boyunca izlediği görünen yörüngesidir.



Şekil 2.1

B ve C ekinoksları ve M ve N gündönümleri ekliptiğin merci noktalarıdır. Bu iki dairenin (I ve II) ortak düzleminin sabit yıldızlar feleği ile kesişimi, E merkezli olan III dairesi ile gösterilmiştir.

Güneş dışmerkezli yörünge I'deki turunu, tekbiçimli düzenli bir hareketle bir yılda tamamlamaktadır. Bu tam turun tamamlanış zamanı, başlangıç noktasından bağımsız olarak sabittir. Bu *aykırı yılın* (anomalous year) değeri, yani Güneş'in kendi yörüngesinde harekete başladığı noktaya tekrar ulaşması için geçen süredir. Bu değer, sabit bir merci olarak düşünülebilecek tek değerdir, ancak E noktasından doğrudan ölçülemez. Çünkü dışmerkezli felek tek başına yeterli derecede kesin merci unsuru içermemektedir. Bu ölçümü yapmak için gözlemci, dışmerkezli daireyi (I numaralı daire), II ya da III numaralı daireye göre konumlandırmalıdır.

E noktasından, Güneş'in II numaralı daire üzerindeki hareketi gözlemlendiğinde ve Güneş'in aynı noktadan, örneğin ilkbahar ekinoksunu

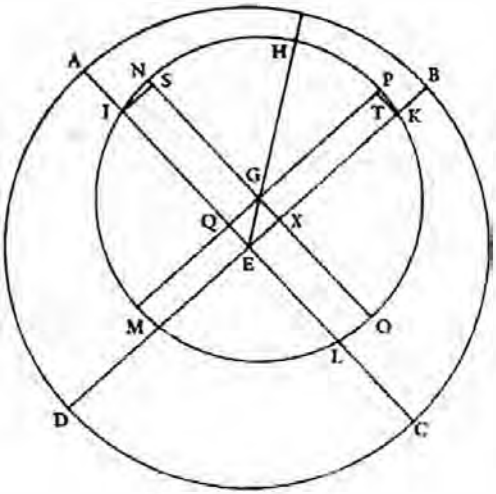
gösteren B noktasından arka arkaya iki geçişi arasındaki zaman aralığı ölçüldüğünde, *dönence yılının* (tropical year) değeri elde edilir.

E noktasından, Güneş'in III numaralı daire üzerindeki hareketi gözlemlendiğinde ve Güneş'in aynı yıldız ile arka arkaya iki konjonksiyonu (buluşması) arasındaki zaman aralığı ölçüldüğünde *yıldız yılının* (sidereal year -Güneşin sabit bir yıldızdan iki kere geçtiği yıl) değerini elde ederiz.

Eğer I, II ve III numaralı daireler birbirlerine göre sabit olsalardı, yukarıda belirlenen güneş yılının üç değeri de mutlak olarak aynı olurdu; fakat durum bu değildir. Antik dönem astronomların çözümlemeye çalıştığı problem, Güneş'in II ya da III numaralı dairelerdeki düzensiz hareketinin gözlemlerinden hareketle, tek mutlak sabit değer olan I numaralı yörüngedeki aykırı yılın değerini bulmak olmuştur.

Güneşin hareketine dair inceleme *el-Macestî*'nin üçüncü kitabında detaylı olarak anlatılmıştır. Batlamyus bu kitapta, Hipparchus çizgisinde, yıldız yılının dönence yılından biraz daha uzun olduğunu belirtmiş, fakat aranan mutlak sabitin dönence yılı olduğunu ispatlamak için bunun üzerine yoğunlaşmıştır. Batlamyus böylelikle *dönence yılı* ile *aykırı yılı* birbiriyle örtüştürmüştür. Bunu, I ve II. daireyi, III. daire ilk ikisine bağlı olarak ekinoksların presesyonu hareketiyle hareket ederken, birleştirmek suretiyle yapmıştır ki presesyon Batlamyus tarafından yüzyılda 1° derece olarak hesaplanmıştır.

Batlamyus, dışmerkezli güneş yörüngesine ait parametreleri hesaplamak için Şekil 2.2'de gösterilen modeli kullanmıştır. ABCD, aynı zamanda gözlemcinin de durduğu nokta olan E noktasını merkez kabul eden ekliptik dairedir; G merkezli MNPO Güneş'in dolandığı dışmerkezli yörünge olup A ve C ekinoksları, B de yaz gündönümünü göstermektedir. Bu şekil, MQGP ve NGXO doğru çizgileriyle, belirtildikleri sıra ile DEB ve AEC paralelleriyle ve EGH doğru çizgisi, dışmerkezli yörüngesi, gündönümü olan H noktasında kesişerek tamamlanmaktadır. Güneş'in A,B ve C noktalarından geçtiği anları gözlemleyip, Güneş'in ana hareketine dayanan basit bir hesap yapıldığında dışmerkez üzerindeki IL, IK, KL, IN, PK, LO yaylarının değerleri ve tüm parametreler netice olarak elde edilebilir.



Şekil 2.2

Genel kanıya uyarak dışmerkezli yörünge yarıçapının 60 'parça' olduğunu kabul ettikten sonra Batlamyus, EG'in dışmerkezinin bu parçaların 2;30'na eşit olduğunu, yeröteyi gösteren H noktasının ekliptik üzerinde sabitlendiğini ve İkizler burcunun 5;30°'de konumlandığını belirtmiş ve tropikal güneş yılının (Güneşin ekliptik üzerindeki aynı noktadan ikinci kez geçmesi) uzunluğunun 365; 14,48 güne eşit olduğunu söylemiştir.

Bağdat'ta 830 ile 832 yılları arasında yapılan gözlemlerden sonra, *el-Macestî*'den yaklaşık olarak 700 ve Hipparchus'tan 950 yıl sonra, *'Book on the Solar Year'* (Güneş Yılı Üzerine Kitap) eserinin yazarı, kendi döneminde Güneş'in yerötesinin alanının İkizler burcunun 20;45°'ine denk geldiğini ve Hipparchus'un gözlemlerinden bu yana gerçekleşen 15;15°'lik sapmanın, sabit yıldızların presesyonundan kaynaklanan sapmaya benzer olduğunu belirtmiştir. Sabit yıldızların presesyonu Arslankalbi Yıldızı'nda (Regulus), yazarın kendisinin de farkında olduğu gözlemsel hatalar hariç tutulduğunda 13; 10° olarak ölçülmüştür. Bu benzerlikten dolayı, yazar, Şekil 2.1'de I ve III ile gösterilen daireleri ilişkilendirmiş ve güneşin dışmerkezli yörüngesinin yerötesinin, presesyon hareketine bağlı olduğu sonucunu çıkarmıştır. Bu yüzden de tek

mutlak sabit olan aykırı yılı, dönence yılından değil de yıldız yılından yola çıkarak bulmuştur. Fakat yıldız yılı sadece teorik bir referans olduğu için tek pratik referans olan ve yıl boyunca yeryüzünde zamanın ölçülmesine imkân veren dönence yılını, yıldız yılından çıkarmak gereklidir.

Dışmerkezli yörünge ekliptik dairesine bağlı olarak saptığı için dönence yılının uzunluğunun ölçümünü, Güneş'in ekliptik üzerindeki aynı noktadan ardışık iki geçişi arasındaki zamana bakarak doğrudan hesaplayamayız. Dönence yılının uzunluğu ancak yıldız yılı ve presesyon sabitine dayalı bir hesaptan çıkarılabilir. Aslında Güneş'in yeröteden başlayan dışmerkez üzerindeki orta hareketi ele alındığında bu hareketin presesyon hareketinden ötürü de çok az saptığı ve bu hareketi ekliptiğe bağlamak için sabit değere sahip bu iki sapmayı da göz önüne almak gerektiği ortaya çıkmaktadır.

'Book on the Solar Year' (Güneş Yılı Üzerine Kitap) adlı eserin yazarı, bu yolla Batlamyus'un sonuçlarına, hesaplarına hatta gözlemlerinin kalitesine ciddi bir şekilde meydan okumuştur; yazar Batlamyus'un bütün gözlemlerini kendi gözlemleri ve Hipparchus'un gözlemleri ile karşılaştırmış ve Batlamyus'un gözlemlerinin yerini Hipparchus'unkilerin alması gerektiği sonucunu çıkarmıştır. Yazar bu ciddi eleştirisini şöyle bitirmiştir:

> Batlamyus, güneş yılını ekliptik üzerindeki bir noktaya bakarak hesaplama hatasına düştüğü gibi gözlemlerinin sonuçlarını analiz ederken de hata yapmıştır; gözlemlerini yürütmesi gerektiği şekilde yürütememiş ve ileri sürdüğü hesaplama metoduna en çok zarar veren ise hatanın bu kısmı olmuştur.[21]

Yaptığı eleştirilere rağmen yazar, Batlamyus'un metodunun Güneş'in yörüngesinin parametrelerini hesap etmek için hâlâ en iyi geometrik metot olduğunu söylemiştir. *el-Macestî*'nin üçüncü kitabı üzerinde yeniden çalışmış, kitapta yer alan geometrik metodu adapte ederek kitabın büyük bir kısmını alıntılamış, kitabın içeriğini koruyarak kısmen de olsa planını yeniden düzenlemiş ve sadece Hipparchus'a ve kendine ait gözlemlere yer vermiştir. Güneş'in yörüngesine dair parametreleri hesaplarken şekil 2.2'de gösterilen Batlamyus'un metodunu

[21] Sâbit, 3. risale, s. 61.

temel almış, fakat gözlemlerin konumunu değiştirmiştir; A, B ve C noktaları artık ekinokslara ve gündönümüne denk gelmemektedir. Yazar bu konuda şunu kaydetmiştir:

> Gündönümlerini gözlemlemek zor olduğundan, üç ölçüm üzerinde herhangi bir gündönümü gözlem sonucunu kullanmayacağız. Batlamyus, güneş yılına dair anomaliyi saptadığı üç ölçümde de yaz gündönümüne ait bir ölçü kullanmıştır ki biz buna katılmıyoruz; aksine bunun Batlamyus'u az da olsa hatadan korumasına imkân verdiğini düşünüyoruz.[22]

Gündönümü boyunca Güneş'in meyli gerçekten oldukça belirsizdir ve Güneş'in tam bu noktadan geçtiği anı belirlemek oldukça zordur. Bu yüzden kitabın yazarı üç gözlemi de 45° derece değiştirmiş ve Güneş'in ekliptik üzerinde Kova, Boğa ve Aslan'ın ortasından geçişini ölçmüştür. *el-Macestî*'de verilen hesaplama metodunu 'yenileyerek' tekrar formüle etmiştir, yani metodu bunların kirişlerine dayandırmak yerine yayların sinüsüne dayandırmış (bk. cilt II, bölüm 15) ve aşağıdaki sonucu elde etmiştir:[23]

> Güneşin yeröte'sinin konumu 20; 54° İkizler (22; 53°)
> Presesyon sabiti 0; 0, 49, 39° her yıl (0; 0, 50, 1)
> Yıldız yılı 365; 15, 23, 34, 33 gün (365; 15, 22, 53, 59)
> Dönence yılı 365; 14, 33, 12 gün (365; 14, 32, 9, 20)
> Güneş yörüngesinin dışmerkezi 2; 6, 40

'Book on the Solar Year' (Güneş Yılı Üzerine Kitap) adlı eser, dönemin ölçüm araçlarını da göz önünde bulundurduğumuzda, sonuçların bugün bilinen gerçek değerlerine yakınlığı bakımından ve İslam astronomisinin Batlamyus'un mirasından nasıl geliştiğini anlamak açısından çok önemlidir. Bu kitap 9. yüzyılın ilk yarısında, Haccâc'ın *el-Macestî*'yi Arapçaya çevirmesinden hemen sonra yazılmış ve otuzun üzerinde metin tarafından iktibas edilmiştir. Bu metin, ilk nesil Müslüman astronomların bu temel metni nasıl kullandığını değerlendirmemiz ve bu eserler sonucunda ortaya çıkan bilimsel buluşları görmemiz açısından önemlidir.

---

[22] Sâbit, 3. risale, s. 49.
[23] 830 yıllık dönem için yeniden hesaplanmış sonuçlar parantez içinde verilmiştir.

Yukarıda anlatıla gelenleri özetlemek gerekirse, *'Book on the Solar Year'* (Güneş Yılı Üzerine Kitap) adlı eserin yazarı bir yandan Batlamyus'un özellikle presesyon sabiti ile ilgili bazı hesaplama hataları yaptığı sonucuna varırken öte yandan gözlemlerinin Hipparchus'unki lerden daha az güvenilir olduğunu belirtmiştir. Bu yüzden de Batlamyus'un gözlemlerini ve sonuçlarını yer vermemiştir. güneş yerötesinin yerdeğişimini (displacement) ve onun sabit yıldızların presesyonu ile ilişkisini saptadıktan sonra yıldız yılını hesaplamak için Güneş'in aynı yıldıza geri dönmesi için gerekli olan süreyi bulmasına yarayacak bir metot ortaya koymuştur. Batlamyus'un geometrik akıl yürütmesini ve *el-Macestî* III'de işlenen konuları muhafaza etmiştir. İki bölümün yerini oynatarak sıra tertibini biraz değiştirmiş ve tüm bu unsurları yeniden düzenlemiştir. Sonuçlar *'Book on the Solar Year'*ın (Güneş Yılı Üzerine Kitap) soyut bir risale olarak yazılmadığını, aksine *el-Macestî*'nin yapısını, teorik mantığını koruyarak fakat gözlem ve hesaplamalarını eleyerek eserin tekrar yazılmasını amaçlayan büyük bir projenin parçası olduğunu gösterir. *'Book on the Solar Year'* (Güneş Yılı Üzerine Kitap) adlı eserin yazarı, Hipparchus'un gözlemlerini benimsemiş, bu gözlemleri yakın dönemde Bağdat ve Şam'da yapılan gözlemlerle kıyaslamış ve Batlamyusun teorilerine dayanan yeni hesaplama metotları bulmuştur.[24] Söz konusu *'Yeni el-Macestî'* projesinin devam ettirilip ettirilmediğini bilmiyoruz, ama üzerinde tartışmakta olduğumuz kitabın içeriği ve yapısı açıkça göstermektedir ki bu önemli eser, Bağdat'ta 9. yüzyılın ortasında Benû Musa tarafından bir araya getirilen âlimler topluluğuna aittir.

'Book on the Solar Year' (Güneş Yılı Üzerine Kitap) daha sonraki astronomlar tarafından alıntılanan birçok yenilik de içermektedir. Bu yeniliklerden ilki; eser tertip edildikten sonra kabul edilmiş olan güneş yörüngesinin yerötesinin (evç, apogee) ekliptikle ilişkili olarak hareket ettiği ve bu ilişkinin yıldız yılı, presesyon sabiti ve dönence yılı arasında var olduğudur. (Buna rağmen Endülüslü astronom Zerkallî'nin, güneş yerötesinin gerçek destekleyici hareketinin her yüzyılda 19 dakika olduğunu hesap etmesi 11. yüzyılın başını bulacaktır). Daha sonra kitabın yazarı, Batlamyus'un aksine tıpkı diğer gezegenlerin yörüngelerinin ye-

[24] Muhakeme detayları için bk. Sâbit, s. LX – LXIII.

rötelerinde olduğu gibi güneş yörüngesinin yerötesinin hareketi ile Ay yörüngesinin yerötesinin hareketini sabit yıldızlar feleğinin presesyon hareketi ile ilişkilendirmiştir. Böylelikle de sabit yıldızlar feleğinin hareket ederken bütün gök kürelerini de beraberinde götürdüğünü, Güneş ve Ay'ın da kâinatta istisnaî bir duruma sahip olmadığını söylemiştir. Bu sayede ekliptiğin dairesi, yerüstü zamanının akışıyla ve mevsimlerin düzeniyle konumlandırılan, tamamıyla teorik bir daire olmuştur. Son olarak gündönümü gözlemlerinde ortaya çıkabilecek hatalardan korunmak için Güneş'le ilgili yapılan üç gözlemin 45° yer değiştirmesi ilkesi daha sonraki astronomlar tarafından güneş hareketinin parametrelerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.[25]

Habeş el-Hâsib'in Çalışması

Habeş'in hayatı hakkında çok az şey bilinmektedir. Halife Me'mun'un astronomlarından biri olduğu ve 254/859'da, o yılda onun adına atfedilen bir hesaptan dolayı hayatta olduğu bilinmekte, fakat ölüm tarihi ile ilgili bir bilgi bulunmamaktadır. Sadece orijinal fakat eksik eserlerinden biri yayınlanmıştır; gök cisimlerinin büyüklükleri ve uzaklıkları üzerine olan kısa risalesi, tek elyazması halinde kısmen korunmuştur (Langermann 1985). Habeş'e ait ayrıntılı bir çalışma, *ez-Zîcu'd-Dimeşkî* (Şam Cetvelleri), iki farklı nüsha halinde günümüze ulaşmıştır. Bu nüshalardan biri Berlin'de diğeri İstanbul'da olup, Berlin nüshası daha sonraki birçok yazar tarafından elden geçirilmiştir. İstanbul nüshası ise Habeş'in orijinal eserine oldukça yakındır, fakat henüz yayınlanmamıştır.[26]

Bu eser, Batlamyus geleneğine bağlı olmakla birlikte *'Book on the Solar Year'* (Güneş Yılı Üzerine Kitap) gibi *el-Macestî*'nin kısmen yeniden yazılması şeklinde değildir. Habeş özellikle kendi çalışmaları ve Bağdat ile Şam'da yapılan ilk dönem teorik astronomi çalışmalarından toplanan veriler ışığında, düzeltilmesi gerektiğinden şüphelendiği konular üzerine yoğunlaşmıştır. Bu yüzden Habeş'in çalışması *el-Macestî*'nin yerini alacak bir eser değil, ancak onunla beraber kullanılabilecek bir metin niteliğindedir. 'Şam Zîcleri'nin önemli bir kısmı trigonometriyle

[25] Bu noktada Neugebauer'deki yoruma bk. (1962b: 274–5)
[26] Bu elyazmasının içeriği Debarnot tarafından detaylıca analiz edilmiştir (1987).

ilgilidir. Habeş, *el-Macestî*'de yer alan teorileri, kirişlerin yerine sinüs, kosinüs ve tanjantı kullanarak 'modernleştirmiştir' ve astronomi ile ilgili farklı hesaplarda kullanılabilecek bir formül öne sürmüştür. Bu konu cilt II, bölüm 15'de detaylı bir şekilde incelenecektir. Bu bölümde, Habeş tarafından ortaya atılan ve sadece astronomiyi ilgilendiren bazı noktalar üzerinde duracağız.

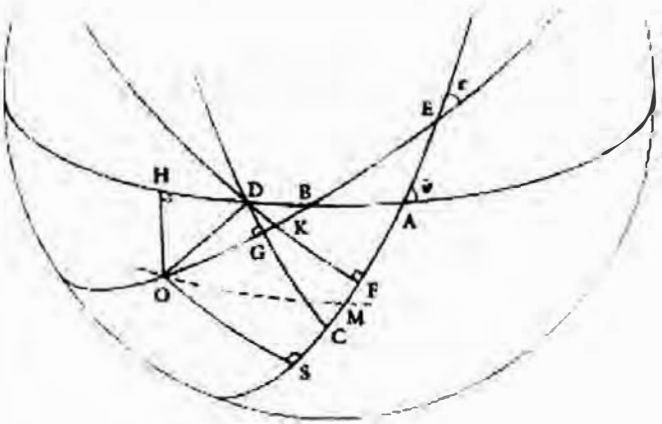
Şam cetvellerinin ilk kısmı kronolojiyi ve uygunluk cetvelleri üzerine odaklanarak tarihlerin, Fars, Mısır, Grek ve Hicrî takvimlerin vs. denkliklerinin hesaplanması için farklı devirler arasındaki geçişi ele alır. Buna ek olarak Habeş, gök cisimlerinin Ay yılına dayalı hareketi için cetveller çizmiş, hesapları tekrar yapmış ve bunu yaparken oldukça itina göstermiştir; çünkü kendi toplumunda geçerli olan yıl, 'Ay yılı'dır. Ancak bu girişim Müslüman astronomlar tarafından devamı getirilmemiştir; çünkü Ay yılının astronomi teori ve hesaplamaları, hem Baltamyus'un Helenistik dünyada hem de İran'da kullanılan otuz günlük nizami ayların yer aldığı güneş yılına oranla oldukça az benimsenmişti.

Eseri boyunca Habeş, Batlamyus tarafından farklı gök cisimlerinin hareketinin hesaplanmış parametreleriyle kendi hesaplarını karşılaştırmış ve geometrik modellerin teorik yönüne dönmeden sistematik bir şekilde cetvellerin tertibini her bir parametre grubu için değiştirmiştir. Ancak Habeş'in en önemli teorik buluşu, 'hilalin görünürlüğü' hakkında olmuştur.

Hilalin görünürlüğü problemi, Grek astronomisinde ilgi görmemişti. Ancak Hint geleneğinde bu probleme dair bazı çözüm metotlarına rastlamak mümkündür. Habeş'in çözümünü incelemeden önce, gök küresi üzerindeki çeşitli merci unsurlarına dayanan ve Habeş'ten önce geliştirilen iki çözüm metodunu irdelemek daha uygun olacaktır.

Yeryüzünün evrenin merkezinde sabit olması durumunda, Güneş ve Ay, her biri günlük 'kendilerine has hareket'lere, gündüz hareketinin tersi yönünde sahip olacaktır. Bu hareketler sırasıyla Güneş için ekliptiğe göre 1°'den daha az, Ay için yine ekliptiğe göre 13° civarında olup ekliptiğin her iki tarafında da gerçekleşmektedir (ekliptiğin maksimum enlem derecesi 5°dir). Bu nedenle her ay, Ay Güneş'i 'yakalar' ve geçer, daha sonra da hilal yeniden ufkun batısında Güneş'in batmasından hemen sonra görünür hale gelir. Bu, yeni bir ayın (Ay yılına göre)

başlangıcının işaretidir. Şekil 2.3 Ay'ın D noktasında batışını, Ay'ın enlemini DG olarak ve Güneş'in ufkun altındaki O noktasında olduğu bir durumu göstermektedir. HDA gözlem noktasından görünen ufku, E noktası da en yakın gündönümü noktasıdır (şekilde sonbahar gündönümünü göstermektedir). OGE ile ekliptik ve MAE ile gök ekvatoru gösterilmektedir. OM, günbatımında ufkun konumunu göstermektedir, OH Ay batarken Güneş'in ufka olan uzaklığını göstermektedir, OG Güneş ile Ay arasındaki boylamsal mesafedir ve ufuk ile ekvator arasındaki A açısı yerin enlemini tümleyene eşittir.



Şekil.2.3

Daha önce bahsettiğimiz Yakûb b. Tarık ve Harezmî, Güneş'in batışı ile Ay'ın batışı arasında geçen zamana, yani Şekil 2.3'de MA yayına dayalı, Hint kökenli bir çözümü benimsemişlerdir.[27] Bu iki yazara göre eğer gözlem yapılan günde bu yay en az 12° olursa hilal görülebilir ki bu da Ay ve Güneş'in batışları arasında en az 48 dakika fark olması anlamına gelir.

Habeş, sabit yıldızların ve gezegenlerin ufuk üzerindeki görünürlükleri üzerine yaptığı çalışmasında Batlamyus tarafından yaratılan geleneği takip etmiştir.[28] Batlamyus hiç bir zaman hilalin görünürlüğüyle

[27] Bk. Kennedy (1965–1968), Kennedy'de yeniden basılmıştır (1983: 151–63).
[28] Bk. Sâbit'teki detaylı açıklama, s. XXVI – XXX.

ilgilenmemiştir, ama diğer gök cisimlerinin görünürlüğü üzerine yaptığı bütün çalışmalarını, bu cisimlerin atmosferin tek aydınlık kısmı ufuk iken, ufukta doğuş ya da batışlarına dayandırmış ve böylece Güneş'in doğuşundan önce ya da batışından sonra 'Güneşin ufkun ne kadar altında kaldığı'nı gösteren yay'a yani Şekil 2.3'deki OH durumuna dayandırmıştır. İlgilenilen cismin ufukta görülebilmesi için bu yayın değerinin ne olması gerektiğini bulmuştur; bu yay daha sonra Latin geleneğinde *arcus visionis* veya 'görünürlük yayı' olarak biliniyordu. Habeş, bu fikri almış ve Ay'ın konumuna uygulamıştır; gözlemlerinin ve hesaplamalarının sonucunda (Ay yılına göre) ayın yirmi dokuzuncu gecesinde Güneş battıktan sonra hilalin görülebilmesi için 'Güneşin ufkun ne kadar altında kaldığı'nı gösteren yayı ya da 'hilalin görünürlük yayı'nın ya da OH'nin en az 10° derece olması gerektiğini bulmuştur.

Habeş'in bu metodu daha sonra ünlenmiş, kendinden iki yüzyıl sonra Bîrûnî tarafından hiç değiştirilmeden alıntılanmış ve aynı şekilde Bîrûnî'den sonra gelen birçok başka yazar, bu metoda, hilalin görünürlüğü gibi zor bir probleme uygulanabilecek en tipik çözüm olarak atıfta bulunmuştur.

Böylece Habeş, *el-Macestî*'nin verilerini doğrulamak için *el-Macestî* üzerinde çalışmış bir gözlemci olarak ortaya çıkmış, Me'mun tarafından oluşturulan grubun ortaya koyduğu *ez-Zîcu'l-Mumtehan*'ı izlemiş ancak kendi eseri önceki ilim adamlarına ait eserlerin ötesine geçmiş, Batlamyus'un kesin fikirlerini tam manası ile özümsedikten sonra bu fikirleri uyarlamış ve geliştirmiştir. Ancak Batlamyus'un teorik ispatlarıyla o kadar uğraşmamıştır. Şimdi bu görevi üstlenen diğer bir yazara değineceğiz.

Astronomi Çıkarım Yönteminin Matematikleştirilmesi

Burada sadece bir yazara, Sâbit b. Kurrâ'ya değineceğiz. Muhtemelen 209/824 yılında doğmuş ve 288/901 yılında ölmüştür; yukarı Mezopotamya'da kalan Harran'dan gelmiştir ve Süryanice olan ana dilinin yanı sıra Grekçeyi de çok iyi derecede bilmekteydi ama çalışmalarını Arapça yapmıştı. Benû Musa'nın Bağdat'taki ekibine katılmış ve zamanının bilinen bütün bilim dallarında orijinal eserler meydana getirmiştir. Özellikle matematikçi olarak ün salmış, astronomi üzerine otuzdan

fazla eser kaleme almıştır, kendi adı altında zikredilen dokuz tanesi elimize ulaşmıştır, fakat bu eserlerden biri daha önce üzerinde konuştuğumuz ve yanlışlıkla ona atfedilen '*Book on the Solar Year*' (Güneş Yılı Üzerine Kitap) adlı eserdir. Yani elimizde Sâbit b. Kurrâ'ya ait olan ve Kurrâ'nın astronomi üzerine çalışmalarını değerlendirmede kullanabileceğimiz sekiz adet eseri bulunmaktadır.[29] Bu sekiz eserden yalnızca üç tanesine göz atacağız; ilki dışmerkez üzerindeki bir gök cisminin hareketi üzerine teorik çalışma ile ilgili, ikincisi Ay'ın farklı hareketlerini belirlemek için zaman aralıklarının seçimi hakkında ve üçüncüsü de hilalin görülebilmesini hesap etmeye yarayan bir metotla ilgilidir.

Dışmerkez Üzerindeki bir Gökcisminin Hareketi Konusunda Teorik Çalışma[30]

Batlamyus, Güneşin dışmerkezli yörüngesindeki hareketini araştırdığında, görünen hareketin eşit olmadığını belirtmiştir:

> Orta hareket ile düzensiz gözüken hareket arasındaki en büyük fark -ki bu farkı gök cisimlerinin orta mesafeden geçişleri sayesinde biliyoruz- gök cisimlerinin yeröteden görünür mesafe olarak bir çemberin dörtte biri kadar uzak olduğunda ortaya çıkmakta ve gök cisminin yeröteden orta pozisyona gitmesi için gerekli olan zaman, orta pozisyondan yerberiye (hadid) gitmesi için gereken zamandan daha fazladır.[31]

Böylece Batlamyus, en yavaş görünen hareketin yeröteden geçerken, en hızlı görünen hareketin de yerberiden geçerken meydana geldiğini ve bu iki noktanın arasında, yeröteden çemberin dörtte biri uzakta, bir 'ortalama geçiş' noktasının olduğunu belirtir.

Sâbit bu probleme eğilir ve Batlamyus'un haklı olduğunu kanıtlar. Herhangi bir gök cismi ya da bir döndürücü feleğin merkezi, D merkezli ABC dışmerkeziyle düzenli şekilde dairevi hareket eder, bu hareket Dünya'daki E noktasından A′ B′ C′ ekliptik dairesi üzerinde gerçekleşiyormuş gibi gözlenir ve bu hareket düzensiz bir hareket olarak

---

[29] Kendisinin Arapça olarak korunmuş astronomi çalışmaları, basılmış ve şerh edilmiştir (bk. Sâbit), devam eden anlatım bu çalışmadan özetlenmiştir.

[30] 'Ralentissement et acceleration du mouvement apparent sur l'ecliptique selon l'endroit ou ce mouvement se produit sur l'excentrique' olarak adlandırılan eser, krş. Sâbit, s. LXXVI – LXXIX, 69–82, 216–21.

[31] Batlamyus, *el-Macestî*, Heiberg, I, 220; Toomer (1984), s. 246.

görünür. Sâbit, dışmerkez feleği üzerinde eşit yaylar alır; hareket eden cisim onlardan her birini, hareket eşit olduğu için aynı zaman diliminde kat eder. Yeröte A'nın sağında ve solundaki G ve F noktalarından oluşan GF, yerberinin sağında ve solundaki HI, A'ya yakın BK ve C'ye yakın LM (bk. Şekil 2.4).

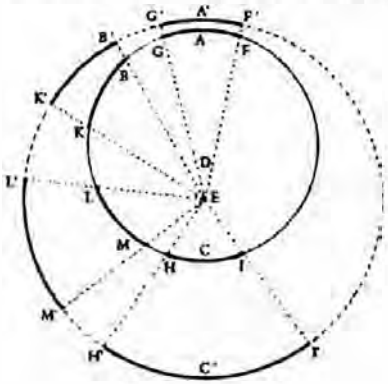
Öklid'in *Elements* (Elementler) isimli eserindeki akıl yürütmesine dayanarak Sabit, ekliptik üzerindeki görünen hareketten seçtiği yayların G′ F′ <B′ K′ < L′ M′ < H′ I′ ilişkisine sahip olduğunu göstermiş ve açıkça şu sonuca varmıştır:

> Bir gök cismi ya da herhangi bir yörünge merkezi dışmerkez üzerinde düzenli hareket ettiğinde, ekliptik üzerindeki onun en yavaş görünen hareketi cisim dışmerkezli yerötesinde iken ve en hızlı görünen hareketi de cisim yerberide olduğu zaman gerçekleşmektedir. Geri kalan noktalar için, görünen hareket, cismin yeröteye yakın olduğu zamanlarda daha yavaş, uzak olduğu zamanlarda daha hızlıdır.

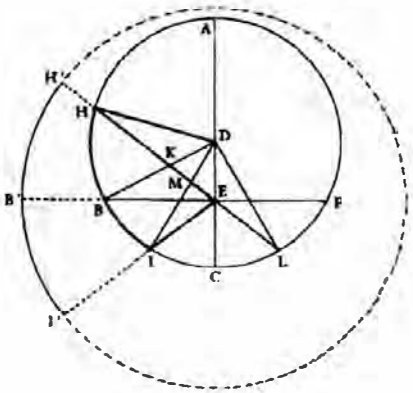
İşaret edildiği gibi Sâbit, hareket eden bir cismin yeröte ya da yerberisindeki hızına dayanmaktadır. Bildiğimiz kadarıyla, bir noktadaki hız kavramı, tarihte ilk defa burada kullanılmıştır.

Bu Sâbit'in eserinde yer alan ilk teoremdir. İkinci teoremin önemi daha az değildir. Sâbit, D merkezli ABC dışmerkezini, A yeröte ve C de yerberi olmak üzere ele alır ve B ve F noktalarını ekliptikteki 'görünen harekette yeröteye çeyrek daire kadar uzakta olan noktalar' olarak tanımlar (bk. Şekil 2.5).

Daha sonra, yine Öklid'in *Elements'teki* (Elementler) istidlal (akıl yürütme) yardımıyla H'nin orta hareket yayı, HB ve BI'nın toplamı,



Şekil 2.4



Şekil 2.5

HB ve BI görünen hareket yaylarının toplamı olan IH yayına eşittir ki 'B noktasına yaklaşıldığı zaman orta hareketle görünen hareket birbirine eşit olmaya başlar ve aynı şey F noktasında vuku bulduğunda da doğrudur' önermesinin doğruluğunu göstermiştir. Bu teoremle alakalı olarak şu sonucu vurgulamıştır:

> Görünen hareket B ya da F noktalarına ne kadar yakın olursa, orta harekete de o kadar yaklaşır ve ekliptik üzerinde görünen harekete ait iki eşit yay parçası, bu noktaların her iki tarafına ait olacak şekilde alındığında, bu parçaların toplamı orta harekete eşit olmaktadır. Bu iki nokta orta hareketin iki noktasına benzemektedir.

Tamamıyla matematiksel olan bu ispat, Sâbit'in, görünen hareketi ve tekbiçimli orta hareketi birbiriyle dikkatli bir şekilde analiz etmesine ve ekseni AC, E noktasından gözlemlenen orta harekete dair simetri ekseni ve BF, ekliptik üzerindeki görünür harekete dair simetri eksenini yerleştirmesine yardımcı olmuştur. Böylelikle Sâbit için matematiğin mümkün kıldığı tüm olanakları kullanarak gök cisimlerinin hareketine dair öne sürülmüş geometrik modeli, teorik olarak analiz etmek mümkün olmuştur. Bu da onu, hareket üzerine ilk matematiksel analizi yapmaya götürmüştür.

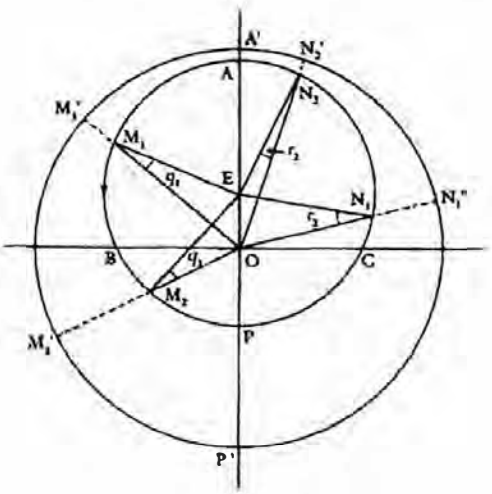
Ayın Hareketlerini Belirlemek için Zaman Aralıklarının Seçimi[32]

Burada Sâbit yine Batlamyus tarafından, bu kez *el-Macestî*'nin dördüncü kitabının başında, ortaya atılmış bir problemi ele almıştır. Batlamyus Ay'ın hareketine dair yaptığı tüm çalışmaları Ay tutulması olayına dayandırmıştır. Bu tutulmalar Güneş'in ve Ay'ın konumlarını, sonuçları bozan uzaklık açısının herhangi bir hatasına düşmeksizin verilebilir. Güneş'in hareketi *el-Macestî*'nin üçüncü kitabında incelenmiştir ve bundan bir sonraki incelenmesi gereken problem, Ay tutulmalarının periyodik olarak gerçekleştiği zaman aralıklılarının kestirilmesi olmuştur. Böylelikle Ay'ın farklı yörüngelerindeki hareketlerini tamamladığını fark etmek mümkün olacaktı ve bu hareketlerin sayısı bulunduğunda, her bir hareketi belirlemek ve Ay'ın farklı hareketlerinin periyodunu belirlemek mümkün olacaktı. Batlamyus'un bu problemi nasıl çözdüğünü incelemeden önce, onu Sâbit'in ele alış yöntemine bakalım.

Sâbit, bir önceki risalesinde belirlediği bir dışmerkez üzerinde hareket eden cismin, şekil 2.6'daki AP ve BC ile gösterilen iki simetri ekseninin alarak ilkin Güneş üzerine yoğunlaşır, bu şekilde O, ekliptiğin merkezindeki gözlemcinin yerini ve E noktası da dışmerkezini göstermektedir. Güneş ilk zaman aralığı t_1'de, M_1'den M_2'ye; ikinci zaman aralığı t_2'de $t_1 = t_2$ N_1'den N_2'ye gitmekte ve dışmerkez üzerindeki orta hareketin bu iki yay parçası, zamanlar eşit olduğundan birbirine eşittir: $M_1M_2 = N_1N_2$, daha sonra bu yaylara ekliptik üzerindeki görünür harekete karşılık gelen yaylar için aynı sorunun yanıtını aramıştır. M_1 M_2 ve N_1 N_2 yayları arasındaki ilişki, M_1 ve M_2'nin dışmerkez üzerindeki, birbirlerine göre olan konumuna bağlıdır. Bu çıkarım daha önce bahsettiğimiz kitaptaki sonuçlara dayanmaktadır (bk. not 30).

---

[32] 'Clarification d'une méthode rapportée par ptoléméé, á l'aide de laquelle ceux qui l'avaient précédé avaient déterminé les divers mouveents circulaires de la lune, qui sont des mouvements uniformes' ya da 'Le mouvement des deux luminaires' olarak adlandırılan eser, krş. Sâbit, s. LXXX-XCII, 84–92, 222–9.



Şekil 2.6

M_1 ve M_2, N_1 ve N_2 için geçerli olan orta hareket ve görünen hareket arasındaki farklılığa sırasıyla q_1 ve q_2, r_1 ve r_2 dediğimizde; aşağıdaki eşitlikleri elde ederiz:

$$M_1M_2 - M_1' M_2' = q_2 - q_1$$

ve

$$N_1N_2 - N_1' N_2' = r_2 - r_1$$

$t_1 = t_2$ eşitliğini koruyarak, yani eşit iki zaman aralığı için, Sâbit, iki hareket arasında, $q_2 - q_1$ ve $r_2 - r_1$ arasındaki ilişkilerle tamamı ile teorik olarak açıklayabilen ve Güneş için doğrudan uygulanabilen yedi çeşit birleşim elde etmiştir.

1. Güneş, t_1 süresinde M_1 noktasından harekete başlayıp birkaç tam tur tamamlayarak aynı noktaya döner; t_2 süresinde de N_1 de başladığı hareketini yine burada tamamlar. Açık olarak $q_1 = q_2$ ve $r_1 = r_2$ eşitliklerini sağlarız.
2. $q_2 - q_1 = r_2 - r_1 = 0$
3. $q_2 - q_1 = r_2 - r_1 > 0$
4. $q_2 - q_1 = r_2 - r_1 < 0$
5. $|q_2 - q_1| = |r_2 - r_1|$

ancak iki terimde karşıt işaretlere sahiptir.

6. $q_2 - q_1 \neq r_2 - r_1$
7. $q_2 - q_1 = 0$ ve $r_2 - r_1 \neq 0$

Bu iki eşit zaman aralığında, 1'den 4'e kadar ki durumlardaki görünen hareketler arasında eşitlik, 5'ten 7'e olan durumlarda eşitsizlik vardır, 1. ve 2. durumda orta hareket ile zahirdeki hareket arasında eşitlik vardır (2. durum daha önce bahsettiğimiz ikinci teoreme denk gelmektedir). Şekil 2.6, 6. önermenin genel durumunu göstermektedir.

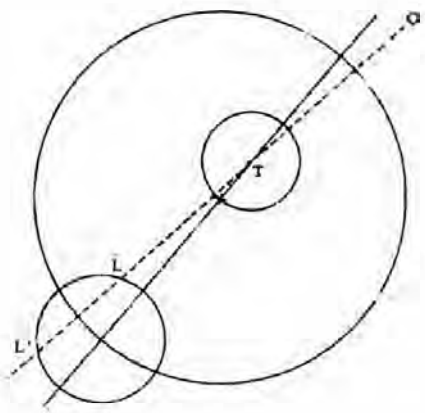
Önceki kitapta yer alan iki teoremin yardımıyla ve iki bakışım (simetri) eksenine istinaden yedi durumun her birinin iki eşit zaman aralığında güneşin ayrılış ve varış noktalarına denk gelen M_1 ve M_2, N_1 ve N_2 noktalarını kolaylıkla konumlandırabiliriz.

Ayın durumu daha karmaşıktır, çünkü Ay başka bir dışmerkez üzerinde hareket eden döndürücü felek üzerinde hareket etmektedir. Fakat bizim üzerine yoğunlaştığımız durum, Ay tutulmalarının yukarıda bahsi geçen zaman aralıklarının sınırlarında gerçekleştiği durumdur. Bu da Ay'ın hareketi ile Güneş'in hareketini ilişkilendirmemizi mümkün kılmaktadır, çünkü bu durumda, şekil 2.7'de gösterildiği gibi, Ay ve Güneş karşı karşıya olan konumlardadır.

Şekil 2.7'de Güneş O noktasında ve Dünya da T noktasında konumlandırılmıştır. Ay döndürücü felek üzerindedir ve Güneş ile karşı karşıya konumlara sahipken L ya da L′ noktasında bulunur. Bu durumda Sâbit, Ay için Güneş'le ilgili verilenlere benzeyen yedi kombinasyon formu bulmuştur. Eğer Güneş her iki zaman aralığında, görünürdeki hareketle eşit açılı mesafeler kat ederse Ay da aynısını kat eder. Fakat sırayla, tüm hareketlerini farklı yörüngelerine iade etmek için göz önünde bulundurulan zaman aralıklarının iki sınırı arasında Ay'ın döndürücü feleği üzerinde, L noktasından L′ noktasına geçtiği durumların elenmesi gereklidir. Yedi duruma tekrar göz atıldığında, Güneş'in zaman aralıklarının sınırlarında eşit olmayan görünür hareketler sergilemesi nedeniyle 5'ten 7'ye olan durumların elenebileceği görülür. 2'den 4'e olan durumlar da elenebilir, çünkü bu durumlarda Ay döndürücü feleği üzerinde L noktasından L′ noktasına geçmektedir. Geriye sadece birinci durum kalmaktadır ki bu durumda Güneş ve Ay, ekliptik üzerindeki aynı noktandan ayrıldıklarında yine aynı noktaya varırlar, zira sadece bu durumda Güneş ve Ay kendi çeşitli feleklerinde çok sayıda tur tamamlayacaklardır.

Batlamyus, Güneş için dört durum seçerek benzer iki zaman aralığını daha tartışmıştır.[33]

(a) t_1 ve t_2 sürelerinde, Güneş, tam turlar atar, Sâbit'in birinci durumuna eşdeğerdir.



Şekil 2.7

(b) t_1 süresinde Güneş, yerberiden yeröteye gider ve t_2 süresinde yeröteden yerberiye gider, Sâbit'in ikinci modunun özel bir durumudur.

(c) t_1 ve t_2 sürelerinde Güneş, ekliptik üzerinde, aynı noktadan ayrılır, Sâbit'in üçüncü ve dördüncü modunun özel bir durumudur.

(d) t_1 süresi için hareket noktası ile t_2 süresi için varış noktası yeröteye ya da yerberiye göre simetriktir ve tersi tersine, bu da Sâbit'in üçüncü ve dördüncü durumuna eşittir.

Daha sonra Batlamyus, Ay problemini göz önünde bulundurarak (b), (c) ve (d) durumlarını eler, sadece, Sâbit'in birinci modu olan, ilkini bırakır. Her iki düşünürün bulduğu sonuçlar benzerdir, ancak Sâbit problemi kendi bütünlüğünde ele alırken Batlamyus özel durumlardan istidlal yapmıştır; Sâbit'in analizi teferruatlıdır ve teorik analizinin hatasız doğruluğundan dolayı vardığı sonuçlar, (ilgili geometrik modeller çerçevesinde) su götürmezdir.

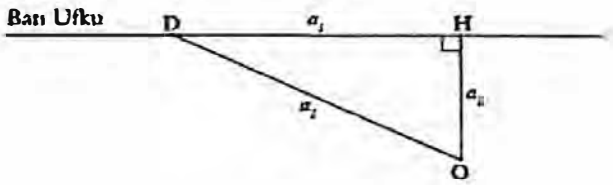
[33] Batlamyus, *el-Macesti*, Heiberg, I, 272–5; Toomer (1984), s. 176–8.

Hilalin Görünürlüğü

Bütün Müslüman astronomlar gibi Sâbit de hilalin görünürlüğü problemi üzerine çalışmıştır ve iki risalesini bu konuya ayırmıştır: 'Hilalin Hesaplamaya Dayanan Görünürlüğü' ve 'Hilalin Cetvellere Dayanan Görünürlüğü'. İlk risale tamamı ile teorik, ikincisi ise cetveller yardımıyla tatbiki için ilkinin basitleştirilmiş halidir.[34]

Genel anlamıyla ifade etmek gerekirse Sâbit, ilk hilalin aydınlığı ile Güneş battıktan hemen sonraki ufkun aydınlığı arasında ölçülebilir bir ilişki aramıştır. Yukarıda gördüğümüz gibi, sabit yıldızların ve gezegenlerin görünürlüğü üzerine yaptığı çalışmalarında Habeş, Batlamyus'a ait olan Ay'ın 'görünürlük yayı' fikrini alınış, bu yayı sabit ve 10° olarak kabul etmiştir. Sâbit, aynı geleneği izlemiş ancak daha karmaşık bir sonuca ulaşmıştır, çünkü Sâbit'e göre bu 'görünürlük yayı' sabit değildir ve ardı kendi belirlediği dört değişkene dayanan ardına hesaplamalarla değerleri düzeltme gereksinimi duyar.

Şekil 2.8'de gösterilen ilk üç değişken, OHD temel küresel üçgenin üç kenarıdır. Şekilde O noktası ufkun altındaki Güneş'in konumunu, H noktası Güneş'in bulunduğu nokta ile dikey bir doğru üzerinde olan 'ufkun üzerindeki en parlak nokta'yı ve D Ay'ın batarkenki konumunu göstermektedir. Bu üç yayı α_1, α_2, α_3 olarak adlandıralım (şekil 2.8).

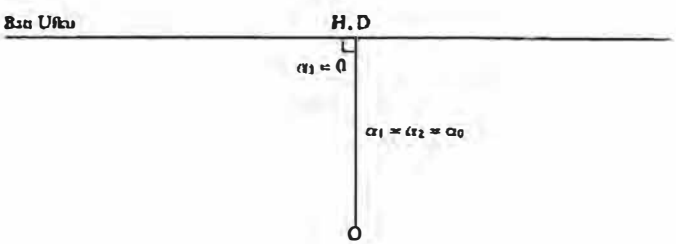


Şekil 2.8

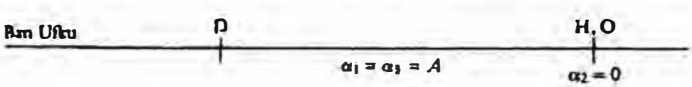
[34] Yazarın muhakemesini tekrar oluşturmak amacıyla burada özetlenen anlatımın ayrıntıları için yazarın bk. Sâbit, s. XCIII-CXVII, 94–116, 230–59.

İlk yay, α_1, Güneş ile Ay arasındaki açı mesafesidir; hilalin Dünya'dan görünen kısmını, yani Güneş tarafından aydınlatılan kısmını bu yay belirler. Güneş battıktan sonra ufkun üzerindeki H noktasındaki gökyüzünün aydınlığı ikinci yaya, α_2 bağlıdır. Bu yay 'Güneşin ufkun ne kadar altında kaldığı'nı gösteren yaydır. Ay'ın battığı noktadaki aydınlık ise üçüncü yaya, α_3 bağlıdır. Bu yay da D noktasından H noktasına, 'ufkun üzerindeki en parlak nokta'ya olan uzaklığa eşittir. Bu temel üçgen iki sınır duruma izin verir (şekil 2.9 ve 2.10).

Ay, Güneş'e dikey doğrultuya sahip bir noktadan, 'ufuk üzerindeki en parlak nokta'dan (şekil 2.9) battığı zaman, yani $\alpha_3 = 0$ olduğunda hilalin görülebilmesi için α_1 ve α_2'nin, en az, α_0 diye adlandıracağımız değere sahip olması gerekmektedir. α_0 hilalin 'görünürlük yayı'nın mutlak değerine eşittir ve Dünya-Ay arasındaki mesafeye bağlı bir fonksiyon olarak hesaplanır. Sâbit, ispatına yer vermeden, α_0'ın sahip olması gereken minimum değeri 10;52 olarak hesap etmiştir; yani eğer $\alpha_0 < 10;52$ ise hilal görülemeyecektir.



Şekil 2.9

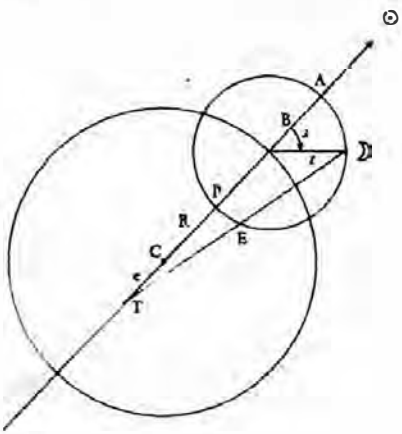


Şekil 2.10

Güneş ve Ay birlikte batarken, hilal görünürlüğünün sınırında ise Ay'ın gün doğuncaya kadar görünür kalması için Güneş ile Ay arasındaki açı uzaklığının şekil 2.10'daki gibi olması gerekmektedir. O zaman biz $\alpha_2 = 0$ ve $\alpha_1 = \alpha_3 = A$ olduğunu buluruz. Bu, tüm mümkün durumlarda hilalin görülebilmesi için gerekli sınır değerdir. Sâbit, $A>25°$ olduğu durumlarda, hilalin tüm diğer değişkenlerden bağımsız olarak gün doğana kadar görülebileceğini belirtmiştir. 25°'lik bu üst sınırın gözlem sonuçlarına dayandığı görülüyor; aslında, son gözlemler Ay ile Güneş arasındaki açısal uzaklık 25°'ye yakın olduğunda, gün ortasında bile Ay'ın görünürlük sınırında olduğunu göstermiştir.

Dördüncü değişken, Ay ile Dünya arasındaki mesafeye delalet eder. Ay'ın görünen çapı ve bundan dolayı aydınlatılan hilalin bu kısmının parlaklığı o mesafeye bağlıdır. Hilal ilk görünür olduğu anda Ay'ın döndürücü feleğinin merkezinin konumu, dışmerkezinin yerötesiyle karıştırılabilir; sadece *a* anomali açısının gerçek değeri, Dünya ile Ay arasındaki mesafenin arasına giren değişkendir (Şekil 2.11).

Ay, $a=0$ olduğunda Dünya'ya en uzak mesafededir; $a = 180$ olduğunda ise en yakın mesafededir. Ay'ın özelliği o dereceden 180 derece büyüdüğünde, Dünya ile Ay arasındaki mesafe $R+e+r$'den $R+e-r$'ye küçülür ki burada dış merkez feleğinin yarıçapı R'dir ve e merkezden bu feleğin hareketinin derecesi, R ise döndürücü feleğin yarıçapı olur.



Şekil 2.11

İlk Aşama
α_1 *ve* α_2 *Arasındaki İlişki*

Tartışmanın ana noktasını şekil 2.8'de yer alan iki önemli değişken, α_1 ve α_2 yayları, oluşturmaktadır. Eğer α_1 artarsa hilal daha parlak hale gelir ve eğer α_2 azalırsa göğün ufuk üzerindeki aydınlığı daha güçlü olur. Bu nedenle iki yaydaki değişimler arasında bir denge bulunmalı ve bu denge diğer iki değişken göz önüne alınarak düzenlenmelidir. Diyelim ki $V(\alpha_1, \alpha_2)$, hilal görünürlük sınırında iken bu iki değişkenin belirli bir çifti arasındaki ilişkiyi simgelesin. Sâbit, 'artan' $\Delta\alpha_1$ ve 'azalan' $\Delta\alpha_2$ arasında var olması gereken ve aşağıdaki özdeşliği geçerli kılan bir ilişki aramıştır:

$$V(\alpha_1, \alpha_2) \Leftrightarrow V(\alpha_1 + \Delta\alpha_1, \alpha_2 - \Delta\alpha_2)$$

Bu ifadedeki ikinci terim, ilgilenilen değişken çifti için hilalin bir kez daha görünürlük sınırında olduğu anlamına gelmektedir. Sâbit, daha sonra $\Delta\alpha_1$ ve $\Delta\alpha_2$ arasındaki ilişkinin, bir sabit $k = \Delta\alpha_1/\Delta\alpha_2 = (A - \alpha_o)/\alpha_o$ öyle ki A ve α_o yukarıda tanımlanan değerleri sağlayacak şekilde olduğunu belirtmiştir. Bu sabite, hilal bir sınırdan diğerine, yani $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_o$'dan $\alpha_1 = A$ ve $\alpha_2 = o$'a, geçerken bulunur (bkz. Şekil 2.9 ve 2.10). Önceki denklemi kullanarak $V(\alpha_o, \alpha_o) \Leftrightarrow V(A, o)$ özdeşliğinin, $\Delta\alpha_1 = A - \alpha_o$ ve $\Delta\alpha_2 = \alpha_o$ iken ve bu değerler $\Delta\alpha_1$ ve $\Delta\alpha_2$ arasındaki k sabite ilişkisi değerini verecek şekilde geçerli olduğunu söylemek mümkündür. Daha sonra $A = (k+1)\,\alpha_o$ eşitliği elde edilir ve Sâbit bu k ilişkisinin bilindiğini belirtir. Metindeki sayısal veriler bize $k=1;11,46$'yı verir. Bu, muhtemelen yazarın, Batlamyus tarafından *Planetary Hypotheses*'te bahsettiği, farklı gezegenlerin 'görünürlük yayı' değerleri üzerine yaptığı çalışmaları sonucunda bulunmuştur.[35]

İkinci Aşama
α_3*'ün Devreye Girmesi*

Şekil 2.9'da gösterilen sınır durumunda Güneş'e göre dikey bir doğrultuda batan Ay için α_o hilalin 'görünürlük yayı'nın mutlak değeri-

[35] Bu hipotezin detayları için bk. Sâbit, s. CXIII-CXV.

dir ve $\alpha_3 = 0$ olur. Ay H noktasından, 'ufkun üzerindeki en parlak nokta'dan uzaklaştığında, biraz daha soluk olan yeni 'görünürlük yayını' bulmak için o'nın yeni değeri hesaplanmalıdır, çünkü bu noktada ufuk H noktasına oranla biraz daha az aydınlıktır. Daha sonra Sâbit, Batlamyus tarafından *Phaseis*'te, ufuk üzerinde herhangi bir noktada sabit yıldızların görünürlüğünü bulmak için ortaya atılan formülü (Morelon 1981: 3–14) uygulamış ve görünürlük yayının değiştirilmesi ile ilgili ilk formülü vermiştir: $\alpha_o' = \alpha_o(360 - \alpha_3)/360$.

Üçüncü Aşama
Dünya ile Ay Arasındaki Mesafenin
Devreye Girmesi (a'nın Bir Fonksiyonu Olarak)

Daha önce de gördüğümüz gibi Sâbit, görünürlük yayının mutlak minimumu olarak $\alpha_o = 10; 52$ ve ayın gündüz görünebilmesi için, diğer şartlardan bağımsız olarak maksimum A=25'den büyük olması gerektiğini bulmuştur. Bundan dolayı Sâbit için, $\alpha_o = 10;52$ görünürlüğün en iyi olduğu duruma, yani Ay'ın Dünya'ya en yakın olduğu noktaya denk gelmekte (a=180, Şekil 2.11) ve A=25 görünürlüğün en kötü olduğu duruma, yani Ay'ın Dünya'ya en uzak olduğu duruma (a=0) denk gelmektedir. Ay bu konumlar arasında konum değiştirdikçe, görünen çapı da değişir ve sonuç olarak α_o ve A'nın yeniden hesaplanması gerekir.

Bu problemi çözmek için Sâbit, *Planetary Hypotheses*'te anlatılan Venüs'ün görünürlüğü ile benzerlik kurmuştur: *Planetary Hypotheses*'te Batlamyus, Venüs'ün (Zühre) görünürlük yayını, Dünya'ya en yakın olduğu zaman (o zamanki kabul edilen rakamlara göre Dünya'nın yarıçapının 166 katı), 5° olarak hesaplamıştır ve Dünya'ya en uzak olduğu zaman (Dünyanın yarıçapının 1,079 katı) 7° olarak hesaplanmıştır. Aynı eserde Ay için hesaplar $R + e - r = 53$ ve $R + e + r = 64$ olarak verilmiştir. Hesaplamalarını detaylı bir şekilde anlatmadan Sâbit, Ay için görünürlük yayının α_o için 0; 31, A için 1;8 olduğunu belirtmiştir. Daha sonra, $0 \leqslant a \leqslant 180$ olduğu sürece, $10;52 \leqslant \alpha_o \leqslant 11;23$ ve $23;52 \leqslant A \leqslant 25$ sonuçlarını çıkarmıştır.

Bu rakamlara yakın bir tahmini değerin bulunmasını mümkün kılacak tek hesaplama metodu mesafeler için uygun bir geometrik diziyi

ve görünebilirlik yayının değerleri için aritmetik bir diziyi tek tek terim olarak yerleştirmektir. Sonuç şöyledir: Venüs için aritmetik dizide oran 1'dir ve iki görünürlük yayı açıkça 5. ve 7. mertebededir. Geometrik dizide oran 2.712'dir. 147 sayısı 5. mertebede 1,079 sayısı ise 7. mertebede bulunur. Ay için aritmetik dizi oranı 0;31'dir ve 10;51'i 21 mertebede 11;22'yi 22. mertebede buluruz. Geometrik dizi oranı 64/53'tür ve 53'ü 21. mertebede, 64'ü 22. mertebede buluruz. Bu rakamlar, kullanılan yöntemin bu olduğu sonucunu çıkarmamız için Sâbit'in rakamlarına yeterince yakındır. Sâbit'in de belirttiği gibi, k bağıntısı bilindiğinde, tek bir gözleme denk gelen $A = 25$ değeri, α_0 ve A için sınır değerleri bulmakta yeterlidir.

İki dizinin bu şekilde terim terime örtüşmesi sadece, $a = 0$ ve $a = 180$'e denk gelen α_0 ve A'nın uç değerlerini verir. Bir uç değerden diğerine giderken Sâbit, Batlamyus'un, $0 \leqslant a \leqslant 180$ olduğunda $0 \leqslant I(a) \leqslant 1$ olan türünden $I(a)$ için bir cetvel[36] yaparak hesapladığı basit bir ara değerleme (interpolation) formülünü kullanır. Daha sonra a'nın bir fonksiyonu olan

$$\alpha_0 = 11;23 - 0;31\ I(a)$$

ve

$$A = 25 - 1;8\ I(a)$$

belirtmiştir.

Tartışma daha sonra α_2 yayına (Güneşin ufkun ne kadar altında kaldığı), ve bu yayı değişkenlere sabit değerler vererek kademe kademe hesaplanan 'görünürlük yayı' ile karşılaştırmaya dönmüştür.

1. Sâbit, $\alpha_3 = 0$ ve $\alpha_1 = 10;52$ yazar (mutlak en düşük sınır); $\alpha_0 = 11;23 - 0;31\ I(a)$'nın değerini, a'nın bir fonksiyonu olarak hesaplar ve $\alpha_2 \geqslant \alpha_0$ olduğunda hilalin görülebileceği sonucunu çıkarmıştır.
2. α_3'ün gerçek değerini alır ve $\alpha_1 = 10;52$ değerini korur; daha sonra $\alpha_0' = \alpha_0 - \Delta\alpha_0$, görünürlük yayının buna karşılık gelen azalmasını, Batlamyus'un Phaseis'teki $\alpha_0' = \alpha_0(360 - \alpha_3)/360$ formülünü kullanarak hesaplamıştır. Ondan sonra $\alpha_2 \geqslant \alpha_0'$ olduğunda hilalin görülebileceği sonucunu çıkarır.

[36] Batlamyus, *el-Macestî*, Heiberg, I, 524; Toomer (1984), s. 308.

3. Tüm değişkenleri gerçek değerleriyle temsil ederek $\alpha_o'' = \alpha_o' - \Delta\alpha_o'$ eşitliğini hesaplamıştır. Buna taalluk eden azalma, görünebilen hilalin gerçek genişliğini veren Güneş ve Ay arasındaki doğru açı mesafesine, α_1'e bağlıdır ve mutlak en aşağı sınırı, 10;52'den ayrılarak α_1 artan yayı üzerine tesir eden bir başka bir etmen de eklenebilir, *A* değerini *Phaseis*'ten alınan α_o formülüyle tadil edilmiş A değeri olarak sokar. Son ibare aşağıdaki gibidir:

$$\alpha_0' = \left[11;23 - 0;31I(a)\right]\frac{360 - a_3}{360}\frac{A' - \alpha_1}{A' - 10;52}$$

Sâbit, $\alpha_2 \geq \alpha_o''$ olduğunda hilalin görüleceği sonucuna varmıştır.

Hilalin görünürlüğü ile ilgili bu teori böylece altı unsur içermektedir: $A = 25$'i veren gözlem, α_1'in 'artışı' ve α_2'nin 'azalışı' arasındaki sabit bir *k* ilişkisi; biri aritmetik diğeri geometrik iki dizinin terim terime örtüşmesi, sınırlarının değerlerine göre üç ana değişkenin durumu $\alpha_o \leq \alpha_1 \leq A$, $o \leq \alpha_2 \leq \alpha_o$, $o \leq \alpha_3 \leq A$; Batlamyus'tan alınan basit bir ara değer bulma formülü, Ay'ın ufuk üzerindeki konumuna göre sonucun tadil edilmesi için *Phaseis*'ten alınan formül.

Sâbit, incelemesini *Phaseis*'teki formülleri kullanarak sabit yıldızların ve hilalin durumu arasındaki benzerliğe ve Zühre (Venüs) örneğini kullanarak gezegenlerin durumuyla ilgili diğer bir benzerliğe dayandırmıştır. Bu, Sâbit için gün batımından sonra ve gündoğumundan önce ufuk üzerindeki her ışıklı gök cismi için tek görünürlük sorunu olduğu anlamına gelmekteydi ve hilal, sabit yıldızlar ve gezegenler bu biricik görüngünün içine katılmaktaydı. Sâbit, bu görüngüyü söz konusu olan cismin aydınlığına bağlı büyüklüklerle o andaki ufuk aydınlığı arasındaki ilişkiyi kullanarak matematiksel terimlerle çözümlemeye çalışmıştır. Ondan sonra da hilalin durumuna sayısal olarak uygulamaya çalıştığı genel bir yasa araştırmış gibi görünüyor.

Yazar böylece astronomi konularını tam bir matematiksel biçimde ele almaya çalışmıştır. Sorunları tüm kapsamı ile ortaya koymuş ve Batlamyus'un sırf geometrik bir bakış açısıyla önerdiği modeller üzerinde, onları bu türden bir sorgulamaya tabi tutmaksızın çalışmalarını

sürdürmüştür. Salt akıl yürütmenin doğruluk derecesinin, gözlemin doğruluk derecesi ile daima uyuşamayacağını kabul etmiş ve bu düşüncesini 'duyularla algılananların böyle bir kesinliğe ulaşması olanaksızdır' (Sâbit, s. 108, 1.6) diyerek belirtmiştir. Gözlem yoluyla sonuçları her zaman doğrulanmak gerektiğini düşünmüştür. Bu nedenle hilalin görünürlüğünü sadece kuramsal olarak ele aldığı sonuç kısmı, gözlem koşullarını ve gözlemcinin niteliği ile ilgili kişisel etmenleri de içerecek şekilde tamamı ile bu düşünceye göre tayin edilmiştir.

Bettânî

Bettânî, çok ünlü bir astronom olarak 9. yüzyılın bittiği, 10. yüzyılın başladığı dönemde yaşamıştır. Bettânî, 9. yüzyılın ortalarında doğmuş ve 317/929 senesinde ölmüştür. Sâbit gibi Harran kökenli olup yaşamının büyük kısmını bugünkü Suriye'nin kuzeyinde Fırat üzerindeki Rakka'da geçirmiştir. Burada özel bir gözlemevinde otuz yıldan fazla oldukça yüksek nitelikli gözlemler yapmıştır. Bettânî[37] *ez-Zîcu's-Sabiî* (Sabiî Zîci) adını verdiği bir şaheser ortaya koymuştur. Bu eser, ortaçağda ve Rönesans'ın başlarında Latin Batı'nın astronomisi üzerinde büyük etki yaratmıştır; çünkü bu dönemin bütünü ile 12. yüzyılda Latinceye (ve daha sonra 13. yüzyılda doğrudan İspanyolcaya) çevrilmiş bilimsel İslam astronomisi üzerine yazılan tek eksiksiz eseridir. Çeviride yazarın ismi Albategnî ya da Albatenius olarak yer almıştır. Bu yüzden eser, doğu astronomisiyle ilgili İslam geleneğinde yazılmış en önemli eser olmuş ve daha yakın dönemlere kadar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu nedenlerden ötürü Bettânî, astronomi tarihi yazarları tarafından çok tanınmış ve 'en büyük İslam astronomu' olarak adlandırılmıştır.

Bettânî gerçekten de büyük bir gözlemciydi, ancak teorik astronomi üzerine yaptığı çalışmaların büyük bir önemi olmayıp neredeyse tamamı önceki İslam astronomlarının eserlerine dayanmaktadır; öte yandan Batlamyus'a sıkça göndermeler yapmasına rağmen, bu yazarları hiçbir zaman açıkça zikretmez. Bettânî, bazı parametreleri tekrar hesaplamış ve seleflerinin teorilerini, onlara eleştiri ya da önemli eklemeler yapmaksızın kendi gözlem sonuçlarıyla karşılaştırmıştır.

---

[37] Bu yazarın tam ismi Ebu Abdullah Muhammed b. Cerîr b. Sinan el-Bettânî es-Sâbiî el-Harrânî'dir. Bk. Bettânî'deki kaynakça.

Bettânî'nin önemli katkısı salt gözlem alanında olmuştur. Ekliptiğin eğimini, bugün bilinen değerine oldukça yakın (23;35) hesaplamış ve Güneş'in ekliptik üzerindeki yerötesini İkizler burcu 22; 50;22'de olduğunu bulmuştur ki bu değer gerçek değere, *'Book on the Solar Year'* (Güneş Yılı Üzerine Kitap) isimli eserde kayıtlı değerden daha yakındır ve bu değer yerötenin hareketli olduğunu da kabul etmektedir. Bettânî, tropik yılı da hesaplamış ve yılın uzunluğunu 365;14, 26 olarak bulmuştur, ancak *'Book on the Solar Year'* (Güneş Yılı Üzerine Kitap) isimli eserde tropik yılın uzunluğu için verilen değer Bettânî'nin bulgusuna göre biraz daha doğrudur. Bettânî, her ne kadar kaynağını belirtmese de presesyon sabitesini *'ez-Zîcu'l-Mumtehan'* (Doğrulanmış Cetvel) isimli eserde belirtildiği gibi (her altmış altı yılda 1°) kabul etmiş ve buradan da *el-Macestî*'deki sabit yıldızlar katalogundaki şekilleri tekrar hesaplamış ve sayılarını yarıdan fazla azaltmıştır (1,022 olan sayıyı 489'a indirmiştir).

Güneş'in ve Ay'ın görünen çapındaki değişmeleri ortaya çıkaran gözlemi, şöhreti hak etmiş en ünlü olanıdır. Gözleminin sonunda, astronomi tarihinde ilk defa Güneş'in dairesel tutulmalarının ancak Ay'ın görünür kısmının çapı minimum olduğunda ve Güneş'in görünür çapından biraz daha kısa olduğunda gerçekleştiğini bulmuştur. Ay'ın görünür çapının Güneş'inkiyle birleştiğinde 0;29,30'dan 0;35,20'ye değişebildiğini (gerçek değişim 0;9,20'den 0;33,40'a olmaktadır) ve Güneş'in görünür çapının 0;31, 20'den 0;33,40'a değişebildiğini (gerçek değişim 0;31,28'den 0;32,32'ye olmaktadır) bulmuştur. Batlamyus, Güneş'in görünür çapının 0;31,20'de sabit kaldığını ileri sürmüş, ilginç bir şekilde Güneş dışmerkez üzerinde hareket ederken, Güneş ile Dünya arasındaki mesafeyi göz ardı etmiştir ve bu değerin Ay'ın görünür çapının minimum değerine eşit olduğunu belirterek olası bir dairesel tutulma teorisini çürütmüştür.[38]

---

[38] Bu çeşitli gözlemler için bk. el-Bettânî (çeviri ve açıklama, cilt 1; Arapça metin, cilt 3; tablolar, cilt 2): ekliptiğin eğimi, çeviri s. 12, açıklama s. 157–62, Arapça s. 18, 1. 14; Güneş yörüngesinin yerötesi, çeviri s. 72, Arapça, s. 107, 1. 23, s. 108'e kadar 1. 7; tropik yıl, çeviri s. 42, açıklama s. 210–11, Arapça, s. 63, 1.22 s. 64'e kadar 1. 1; presesyon, çeviri s. 128, Arapça, s. 192, II. 1–5; sabit yıldızlar katalogu, çeviri s. 144–86, Arapça, s. 245–79; Güneş ve ayın görünür çapları, çeviri s. 58, açıklama s. 236–7, Arapça, s. 88, II. 3–15.

Netice olarak, 9. yüzyılda Abbasîler tarafından yürütülen çalışmaların kısa bir özetini yapmak gerekirse ilk olarak orijinal araştırmaların, temel kaynaklar âlimlerin hizmetine açılır açılmaz başladığını söyleyebiliriz ki bu kaynaklar Hint, İran, Suriye ve hepsinden ziyade Grek kökenlidir. Eski kaynakların Arapçaya çevrilmesi ve gerçek bilimsel araştırma, diğer bilim dallarında olduğu gibi astronomide de bu dönemin tamamında kol kola ilerlemiştir (Raşit 1989).

830 yılından biraz önce Me'mun'un ekibi tarafından aralıksız yürütülen gözlemlerin kolektif bir programının yerleşmesiyle astronomi çalışmaları gerçekten yoluna girmiş ve geriden gelenlerin pek çoğunun yapacağı gibi halife bu temel araştırmaları ciddi bir şekilde desteklemiştir. Bu dönemden itibaren astronomların ölçüm aletlerinin doğru ölçümler yapabilme ve daimi ve mükerrer gözlemlerin gerekliliğini, Bağdat ve Şam'da ilk olarak Güneş ve Ay için daha sonra tüm diğer gök cisimleri için, vurgulamalarındaki haklılıkları açıktır. Hâlbuki kaynaklar sadece uzay ve zamandan soyutlanmış gözlemleri aktarmıştır. Bu program, ilerleyen dönemlerde de geliştirilmiş ve uygulanmaya devam edilmiştir.

Bağdat ve Şam'daki merkezi iktidar tarafından finanse edilen gözlemevleri gibi ortak kuruluşların yanı sıra, bu alanla ilgili eski tabakat kitaplarında bulunan söz konusu astronomlar arasındaki, sırf gözlemsel çerçeve dışında olsa da, pek çok bilimsel yazışma kalıntıları vurgulanmalıdır. Bu yüzden 9. yüzyılda, astronomide gerçek bir 'Bağdat okulu'nun kuruluşundan bahsedebiliriz.

Teori ve gözlem arasındaki sürekli etkileşim Helenistik astronomi geleneğinden daha muntazamdır ve Batlamyus'un teorileri ve sonuçlarının erken ve bazen de dakik bir eleştirisine olanak vermiştir; ancak bu teori ve sonuçlar Batlamyus'un ortaya koyduğu sistemin çerçevesi ve geometrik modelleri içerisinde hâlâ tektir.

Bu yüzyıl boyunca, sadece astronomiye 'yardımcı bir bilim' olarak düşünülen küresel trigonometrinin gelişimi, sinüs ve kosinüsün sistematik kullanımı ve tanjant ile kotanjantın devreye sokulmasıyla gök kürelerin yaylarıyla ilgili çok daha özenli ve ince geometrik akıl yürütmeye izin vermiştir (bk. cilt 2, bölüm 15); son olarak genelde astronom da olan matematikçilerin ulaştığı sonuçları, Sâbit astronomiye uygulamaya

başlamış ve bu işlem büyük takipçilerinin çoğu tarafından da sürdürülerek astronomi gittikçe 'bilimsel' kılınmıştır.

Bunun için İslam astronomisindeki sonraki gelişmeler köklerini 9. yüzyıldan, özellikle çok yüksek bir organizasyon düzeyine ulaşmış çalışma program ve metotlarının bulunduğu Bağdat'tan almıştır. Bundan sonra bu program ve metotlar ilerleyen yıllarda da çok büyük değişikliğe uğramadan, en azından ana prensipler temelinde, yüz yıllar boyunca takip edildi.[39]

10. ve 11. YÜZYILLARDA BÎRÛNÎ'YE KADAR ASTRONOMİ

Bağdat ya da İran'da kalıcı, büyük ölçekli gözlemevlerinin tasarı ve tanzimi alanında gerçekleştirilen kesin gelişmenin onuncu ve 11. yüzyıllar arasında olduğunu birinci bölümde gördük. Trigonometri bölümü (cilt 2, bölüm 15), 10. yüzyılda astronomik hesaplamaların doğruluğunun kısmen bağlı olduğu bu bilimin gelişimi için elde edilen sonuçların önemini göstermektedir.

Bununla birlikte bu devirden, kuramsal astronomi üzerine birkaç metin parça parça ve eksik olarak günümüze kadar ulaşmıştır ve paradoksal bir şekilde doğu İslam astronomisinin 10. yüzyılda geçirdiği evrimi taslağını ortaya koymak, 9. yüzyılda geçirdiği evriminin taslağını ortaya koymaktan daha zordur. Bu yüzden 9. yüzyıldaki öncüllerinden daha soyutlanmış bir çerçevede çalışıyor görünen 10. yüzyıl Müslüman astronomlardan üç bilim adamını örnek olarak alacağız. Daha sonra bizi ustalardan çıraklara götürecek yolda ilerleyeceğiz. Bu yol bizi son olarak kısmen dokuz kısmen de 10. yüzyılda yaşamış olan ve doğu astronomisinin bu ilk döneminin doruğunda duran Bîrûnî'ye götürecektir.

---

[39] Bu konu Morelon'da (1994) daha detaylı bir şekilde, aşağıdaki başlıklarda tartışılmıştır: Teori ve gözlem arasındaki bağlantı, astronominin matematikselleştirilmesi ve matematiksel astronomi ile fiziksel astronomi arasındaki bağlantı.

Ebû Cafer el-Hâzin
Abdurrahman es-Sûfî ve İbn Yûnus

Ebû Cafer el-Hâzin kökeni Horasan'a dayanan ve hayatının bir kısmını Rey'de geçirip 350 ile 360/961 ve 971 yılları arasında öldüğü bilinen, oldukça parlak bir matematikçidir. Teorik astronomi hakkında birçok eser kaleme almış ancak bu eserlerden özellikle trigonometri hesapları üzerine olan *Commentary on the Almagest* (el-Macestî Şerhi) adlı eserinin bazı parçaları kalmıştır. Fakat başta Bîrûnî olmak üzere sonraki bir takım yazarlar tarafından yapılan bahisler bu eserin ardılları için taşıdığı önemi göstermektedir. Hâzin, Güneş'in hareketini incelemiş ve Bettânî'nin tersine Güneş'in görünen yarıçapının sabit değeri hakkındaki Batlamyus gözlemlerini kullanmış, bu da ona Dünya'dan Güneş'e sabit bir uzaklık gerektirmiştir. Bundan dolayı Güneş'in hareketine dair yeni bir model önermiştir; hareketin Dünya ile dışmerkezli değil, eş merkezli bir daire üzerinde gerçekleştiğini ve dışmerkezli bir nokta etrafında meydana gelen tekbiçimli hareketin, Batlamyusçu üst gezegenler modelindeki ekuant noktası etrafında döndürücü feleğin hareketine benzer şekilde oluştuğunu öne sürmüştür.[40] Burası, şu an itibariyle Hâzin'in Batlamyus'un modellerini eleştirel bir değerlendirmeye tabi tuttuğunu çıkarsamamızı sağlayan tek noktadır.

Hâzin, bugün tamamı kayıp olan *Kitâb fî Sırri'l-Âlemîn*'de (Âlemlerin Sırrı Hakkında Kitap) Batlamyus'un *Planetary Hypotheses*[41] adlı eserindeki sonuçlara dayanarak bütüncül yeni bir evren anlayışı sunmaktadır. Her ne kadar tam sınırını belirleyemesek de Ebû Cafer el-Hâzin'in çalışması, yüzyıl sonra, İbn Heysem'in çoğu zaman kozmolojik bir doğa deliline dayalı Batlamyus sistemi eleştirisiyle ilgili *eş-Şukûk 'ala*

---

[40] Bk. Bîrûnî, *el-Kânunu'l-Mesûdî*, s. 630-2. Bîrûnî (age., s. 1312) ve aynı yazara ait *Book on the Sizes and the Distances of Heavenly Bodies* (Gök cisimlerinin Büyüklükleri ve Uzaklıkları) isimli esere atıfta bulunmaktadır.

[41] 12. yüzyılda yaşamış bir yazar olan Harazî es-Sâbitî, kozmoloji üzerine yazmış olduğu *'Munteha'l-İdrâk fi Tekâsimi'l-Eflâk'* (Gök Kürelerinin Bölünmesi Üzerine Bilinen En Son Nokta) isimli eserinin giriş kısmında, İbn Heysem'e ait benzer bir eserden bahsederken Hâzin'e atıfta bulunur – elyazması: Paris, B. N., Ar. 2499.

Batlamyus adlı eserini kuşkusuz etkilemiştir (bir sonraki bölüme bakınız).

Abdurrahman es-Sûfî (291–376/903–986) Rey'de doğmuş, Şiraz ve İsfahan'da çalışmıştır. Gözlemlerinin birçoğu ekliptik eğim ve Güneş'in hareketi ya da güneş yılının uzunluğu üzerine olmakla beraber en çok *Suveru'l-Kevâkibi's-Sâbite*[42] (Sabit Takımyıldızlar Kitabı) isimli eseriyle tanınmıştır. Bu eser *el-Macestî*'de yer alan sabit yıldızlar katalogu üzerine tekrar bir çalışma niteliğinde olup, 965 dolaylarında yazılmıştır. Eserin giriş kısmında Sûfî sabit yıldızlarla ya da gök kürelerinin işaretleyicileriyle ilgilenen önceki nesil Müslüman astronomlara göre kendi konumunun nerede olduğuna işaret etmiş, diğer takımyıldızların ele alınış metotları hakkında fikirlerini belirtmiş ve Batlamyus tarafından yüzyılda 1° olarak belirlenen presesyon sabitesini, Me'mun'un emri altında hazırlanan *ez-Zîcu'l-Mümtehan* 'Doğrulanmış Cetvel' kitabında anlatıldığı üzere altmış altı senede 1° kabul etmiştir. Bu çalışma el-Macestî katalogunun, 2. ve 10. yüzyıllar arasında presesyon hareketine uygun düzeltmeyle her bir yıldızın boylamının yeniden düzenlenerek elde edilmiş basit bir uyarlaması değildir. Ayrıca Sûfî, hem yıldızların büyüklükleri hem de ekliptik boylamları için gözlemlere dayalı birçok doğrulama yapmıştır. Batlamyus tarafından verilen enlem değerlerini muhafaza ettiğini belirtmiş ve başlıca yıldızların görünen renkleri hakkında notlar sunmuştur. Sûfî'nin kitabının Arapçası oldukça yaygın bir şekilde okunmuş ve 13. yüzyıldan sonra Latinceye çevrilmiş ve neşredilmiştir; kitabın yazarının ismi de 'Azophi' olarak çevrilmiştir. Bundan dolayı Batı'da birçok yıldızın ismi Arapça kökenlidir.

Sûfî çalışmasında kırk sekiz takımyıldızın her birini tek bir formata göre tasvir eder: Önce takımyıldızın bir sunumu ve onlara nispetini mümkün kılan muhtelif Arapça adlarıyla beraber tüm yıldızların listesini ve ondan sonra da ekliptik koordinatlarını ve büyüklüklerini vermiştir. Kitabın ilkinden itibaren tüm nüshaları, her bir takımyıldızın mitsel figürlerinin minyatürlerini, farklı yıldızlarının konumlarıyla birlikte içermektedir. Bu figürler, yeni başlayan birinin bile takımyıldızların yerlerini kolayca bulabilmesine imkân verecek, daima bakışımsal bir tarzda iki kez resmedilmiş bir halde, 'gökyüzünde görüldüğü gibi' ve

[42] Bk. es-Sûfî, 'Abdurrahmân.

'kürede görüldüğü gibi' (yani gök kürenin tahta ya da metalden yapılmış temsili üzerinde), sunulmuştur. Sûfî, eserini hem teorik hem de pratik bir kitap olması amacıyla kaleme almış, örneğin denizde ya da karada yön bulmaya yönelik bilgiler sunmuştur. Kitap, başarısının bir kısmını da bu yaklaşıma borçludur. Bu ünlü eserin elyazmalarında yer alıp burada da basılan bazı örnekler, eserin takımyıldızların temsili gösterimleri açısından ne kadar kaliteli ve farklı olduğunu ortaya koymaktadır.

İbn Yunus (ö. 399/1009), Fatımilerin ilk döneminde Kahire'de çalışmış Mısırlı çok büyük bir astronom ve hepsinin ötesinde çok iyi bir gözlemciydi ve muhtemelen gözlemevi Kahire'nin doğusunda kalan Mukattam Dağı'ndaydı. İbn Yunus'un en önemli çalışması, seksen bir bölümden oluşan ve ancak yarısından biraz fazlası korunan,[43] *ez-Zîcu'l-Hâkimiyyu'l-Kebîr* (Büyük Hâkimi Zîci) adlı şaheseridir. Kitabın adı Kahire'de 386/996 ile 411/1021 arasında hüküm süren Fatımî sultanı Hâkim'den gelmektedir. İbn Yunus öncekilerin mümkün olabilen en fazla sayıda gözlemini, kendi sayısız gözlemlerinin sonuçlarıyla zenginleştirilmiş, çözümlenmiş, eleştirel olarak yeniden gözden geçirilmiş, tastamam bir astronomi eseri ortaya koymak için yola çıkmıştır.

İbn Yunus'un bu çalışmasında çok az teorik muhakeme vardır; bu çalışma, kelimenin tam anlamıyla bir 'Zîc', yani gök cisimlerinin yalnız hareket cetvellerinin derlenmesi ve onların farklı parametrelerinin hesaplamalarıyla bu parametrelerin nasıl kullanılacağının detayları üzerine yoğunlaşan bir çalışmadır. Zira İbn Yunus'a ait sonuçların 9. yüzyılın başında çevirisi yapıldığı için sonuçlarının doğruluğu modern bilim adamlarınca bazı olayları, örneğin Ay'ın asırlık ivmesini hakkında daha iyi bilgi edinmek amacıyla kullanılmıştır.

Bîrûnî

Bîrûnî 362/973 senesinde Harezm'de doğmuş ve 442/1050 dolaylarında muhtemelen Gazne'de (bugünkü Afganistan) ölmüştür. Bîrûnî, Ebû Nasr Mansur b. 'Irâk'ın öğrencisi ve Ebû Nasr Mansur b. Irak da Ebu'l-Vefâ el-Buzcânî'nin öğrencisidir; Bîrûnî açıkça bu iki bilim ada-

[43] Bu çalışmanın ilk kısımlarının Fransızca çevirisinin düzenlenişi için bk. İbn Yusuf.

mını üstadı olarak kabul etmiş, ayrıca Rey'de Hucendî ile çalışmıştır. Bu üç isim, Bîrûnî'nin aynı zamanda hem matematikçi hem astronomi ile ilgilenen bir teorisyen hem de bir gözlemci olması yönünde önemli katkıya sahiptir.

Matematikçi ve astronom Ebu'l-Vefa el-Buzcanî 328/940 senesinde İran'daki Buzcan şehrinde doğmuş ve 388/998 senesinde Bağdat'ta ölmüştür. Ebu'l-Vefa bir önceki yüzyılda oldukça kuvvetli olan 'Bağdat okulu' ve bu okulun astronomi ile ilgili araştırma geleneği açısından bir dönüm noktası niteliğindedir. Daha önce bahsettiğimiz gibi bilimsel eğitimini burada almış ve daha sonra Bağdat'ta çalışmıştır. Ebu'l-Vefa, astronomi ile ilgili araştırmaları için Bağdat'ta hilafet sarayının bahçesinde Şerefü'd-Devle himayesinde kurulan gözlemevini kullanmıştır. Ebu'l-Vefa en önemli astronomi kitabını *el-Macestî* olarak isimlendirmiş, ancak bu eserin bir kısmı korunabilmiştir; eser asıl olarak, önemli ölçüde bu yazar tarafından geliştirilmiş olan trigonometri problemleri üzerinedir.[44] Bu yüzden Ebu'l-Vefa'nın teorik astronomiye katkıları hakkında çok az bilgiye sahibiz. Fakat Bîrûnî, Ebu'l-Vefa'nın Güneş'in hareketi ve presesyon sabitesine dair çalışmalarına sürekli göndermeler yapmaktadır.[45]

Bîrûnî'nin doğrudan 'üstadı' olan ve hakkında az bilgimizin olduğu Ebû Nasr Mansûr b. Irâk, 427/1036 dolaylarında Gazne'de ölmüştür; Ebu'l-Vefa el-Bûzcânî'nin öğrencisidir ve sağlam kalan eserleri çoğunlukla trigonometriye dair, kısmen Bîrûnî'nin bazı problemler üzerine uğraşırken talebi üzerine (Samsó 1969), yazılmış olan önemli eserlerdir. 390/1000 senesinde ölmüş olan Hucendî, hakkında birçok kitap yazdığı gözlem aletleri sorunu üzerine çok yoğun çalışmış ve önceki bölümde anlattığımız Rey'deki büyük südüs (sekstant)* binasının sorumluluğunu yüklenmişti.

Bîrûnî istisnai bir bilim adamıydı ve zamanının bilinen ilimleri hakkında 150 eser ortaya koymuştu. Bu eserlerden otuz beş tanesi sade-

---

[44] Paris elyazması, B.N. Ar. 2494, oldukça eksiktir. Carra de Vaux (1892), bu yazma üzerinde çalışmıştır. Bu çalışma, L. A. M. Sedillot ile başlayan ve Ebu'l-Vefa'nın Ayın hareketindeki sapmaları keşfetmesini de içeren bir tartışma doğurmuştur ki bu tartışma, Carra de Vaux'un, gerçeğin metin de bahsedilen gibi olmadığını göstermesiyle ortaya çıkmıştır.

[45] Bk. el-Bîrûnî, *el-Kânunu'l-Mesudî*, s. 640–77.

* Gemicilikte bir gökcisminin yüksekliğini ölçen alet.

ce astronomi üzerinedir ki bunların yalnız altısı sağlam kalabilmiştir; diğer eserleri, örneğin Hindistan hakkında ya da kronolojiye dair, çok fazla sayıda astronomi konularına dair işaretler içermektedir. Bu alandaki başyapıtı, 426/1035 senesinde yazılmış olan ve orijinalinin tamamı 1,482 sayfadan oluşan, on bir risaleden müteşekkil *el-Kânunu'l-Mes'ûdî* (Sultan Mesud'a İthaf Edilmiş Cetveller) isimli eseridir (Boilot 1955).

Anadili Farsçaydı* fakat çalışmalarını Arapça sürdürüyordu ve Sanskritçeden pek çok bilimsel metni Arapçaya çevirdiğinden ve bu dili kullandığından dolayı akıcı şekilde Sanskritçe biliyordu. Grek kaynaklarının ya da seleflerinin yazdığı Arapça eserlerin yanı sıra sürekli atıfta bulunduğu Hint bilimsel astronomisine dair tüm kaynaklara doğrudan ulaşmıştır. Öte taraftan Sanskritçe metinlerin Müslümanlara nakli, 8. yüzyılın sonunda gerçekleştiği için bu dönemden önceki bilim adamları çok az sayıda Hint kaynaklı astronomi eserine veya ikinci dereceden kaynaklara ulaşabilmişler, bu yüzden de Grek bilim geleneğini çok daha yaygın olarak kullanmışlardır. Bîrûnî, kendi dönemindeki astronomi ile ilgili, Grek, Hint ve İslam dünyasından kalan tüm mirası bir araya getirip doğrudan çalışma imkânı bulmuş ve çalışması aslında incelikle yürütülmüş bir sentez hedefini gütmüştür. Bîrûnî'nin astronomi üzerine tüm çalışmalarını sunmak yerine, bunu yapmak oldukça zordur, metotlarının bazı yanlarını anlatacağız.

Bîrûnî, *el-Kânûnu'l-Mesudî*'nin ilk bölümünde astronomiye dair genel ilkeleri ve aralarında Çin'in de bulunduğu farklı kültürlerde kronolojinin temellerinin neler olduğunu belirtmiştir. İkinci bölümünde gök cisimlerinin Dünya'ya göre konumlarıyla ilgilenmiş ve günlük hareketi açıklamak için Dünya'nın kendi etrafındaki dönüşünü incelemiştir.[46] Bu hipotezin Hindistan'da Aryabhata ve onun disiplini tarafından desteklendiğini, ancak Batlamyus'un cisimlerin serbest düşmesi ile ilgili tezine aykırı düştüğünü belirtir. Batlamyus bu tezinde Dünya kendi etrafında dönüyor olsaydı serbest düşmeye bırakılan bir cismin yatay doğrultuda düşemeyeceğini savunmuştur. Bîrûnî ise 'büyük ilim adamı' diye adlandırdığı fakat adını vermediği bir kimsenin Batlamyus'un iddiasının dö-

* Bir Türk yurdu Harezm'de doğmuş olan Bîrûnî'nin Türk olması daha tabii ve olasıdır. (ç.n.)

[46] Bîrûnî *el-Kânunu'l-Mesudî*, s. 42–53; bk. Pines (1956).

nen cismin etrafındaki cisimlerle birlikte dönmesi durumunda bırakılan cismin doğrusal bir şekilde düşeceğini öne sürdüğünden bahsetmektedir. Kendinin de tutarlı bulduğu bu savdan bahsettikten sonra Bîrûnî, bir başka soruna eğilmiştir. Dünya'nın kendi etrafında dönmesi varsayımına dayanarak, Dünya üzerindeki bir noktanın hızını hesaplamıştır. Daha sonra bu derecede büyük bir hızın ancak Doğu'dan Batı'ya Dünya üzerindeki cisimlerin diğer hareketlerine eklenebileceğini ya da bunlardan çıkarılabileceğini öne sürmüş, bu iddiasını doğrulayamamış ve bundan dolayı da Dünya'nın kendi etrafında dönemeyeceği sonucuna varmıştır.

Bîrûnî genelde belirli bir astronomi problemi ile aşağıdaki taslağa göre uğraşmıştır: Önce sorguladığı problemin bazı genel prensiplerini ortaya koymuş, sonra Hintli astronomlar, Müslüman astronomlar ve Batlamyus tarafından öne sürülmüş çeşitli çözümlere yer vermiş ve tüm bu çözümleri başta ortaya koyduğu temel prensipler altında irdelemiş, daha sonra eğer varsa sorgulanan konuyla ilgili önceden ortaya konmuş en önemli gözlemleri ve kendi gözlemlerini sunmuş ve son olarak da ya önceki çözümlerden birini seçmiş ya da kendi geliştirdiği çözümü anlatmıştır. Örnek teşkil etmesi için *el-Kânûnu'l-Mes'ûdî*'de[47] ortaya konan hilalin görünürlüğü problemini ele alacağız.

el-Kânûnu'l-Mes'ûdî'nin VI. kitabı Güneş'in hareketinden, VII. kitabı Ay'ın hareketinden ve VIII. kitap Ay ve Güneş'in hareketleri arasında gözlemlenebilen görüngülerden, yani bu 'iki ışık veren' cismin tutulmalarından ve hilalin görünürlüğünden bahsetmektedir. VIII. kitabın on üçüncü bölümü seher ve alacakaranlıktan, bu görüngülerden ufkun, Güneş tarafından Dünya üzerinde yaratılan konik gölgenin sınırlarına doğru yaklaşması diye açıklayarak bahsetmektedir. Bîrûnî (isim zikretmeden) 'astronomlar'ın Doğu'da sabah alacakaranlığının başlangıcının ya da Batı'da akşam alacakaranlığın sonunun, 'ufuk altında Güneş'in batış yayı', iki değer arasında herhangi bir seçim yapmaksızın, 17° ya da 18° olduğunda gerçekleştiğini belirlediklerini söylemektedir. On dördüncü bölümde hilalin görünürlüğünü ele almaktadır.

[47] Bîrûnî, *el-Kânunu'l-Mes'ûdî*, s. 950–65.

Genel Prensipler

Hilalin gözle görülebilmesi birçok etmene, ilk olarak, Güneş ve Ay arasındaki mesafeye bağlı olan Ay'ın aydınlanan kısmına, sonra aynı miktar aydınlama için Ay'ın görünür aydınlığının bağlı olduğu Dünya ile Ay arasındaki mesafeye, daha sonra ufuk üzerindeki ekliptik eğime bağlı olan atmosferin aydınlanmasına ve dolayısıyla gözlemin yapıldığı bölgede Güneş'in ekliptik ve enlemsel durumuna, son olarak da Ay'ın ufuk üzerindeki konumu, 'ufkun en parlak noktasına' az veya çok yakın olan ve dolayısıyla ufkun altında kalan Güneş'in konumuna dayanmaktadır.[48] Bîrûnî, tüm bu parametrelerin çok iyi hesaba katılması gerektiği sonucuna varmıştır.

Önceki Çözümler

Batlamyus bu problem ile uğraşmamıştır, çünkü onun döneminde bu tür bir problem onun mensubu olduğu kültürde ortaya çıkmamıştı. Dört Müslüman astronom, Fezârî, Yakub b. Târık, Harezmî ve Neyrizî, Hintlilere ait bir metot olan Güneş'in ve Ay'ın doğuşu arasındaki zaman farkını kullanmışlardır. Ancak bu ölçüt, ekliptiğin ufuk üzerindeki eğimine mahal vermemekteydi, bu yüzden de geçerliliğini yitirmişti. Fakat Neyrizî diğer üç astronomdan bir adım öteye gitmiş ve onlardan farklı olarak Ay'ın paralaksına dair düzeltmeyi de hesaba katmıştır. Birkaç düzeltmeden sonra Bettânî, Güneş ile Ay arasındaki mesafeyi hem ekvator üzerinde hem de ekliptik üzerinde hesaplamış, ancak ekliptiğin ufuk üzerindeki eğimine yeterli ilgiyi göstermemiştir. Son olarak Habeş sadece diğer parametreler kullanılarak hesaplanabilen 'ufuk altında Güneş'in batış yayı'nı temel kıstası olarak kabul etmiştir.

Sonuç

Habeş'in metodu tercih edilmelidir. Bîrûnî, kendine ait bir sonuç ortaya koymamış ve bu bölümü, önceki bölümde betimlediği gözlem tüpü yardımıyla ufuk üzerinde hilali bulmanın yolunu anlatarak bitirmiştir.

---

[48] Bk. Şekil 2.3 ve farklı metotların açıklamasını da içeren ilgili tartışma. Dikkat edilmelidir ki Bîrûnî, Sâbit bin Kurrâ'nın yukarıda açıklanan ve bahsedilen tüm değişkenleri Habeş'e kıyasla daha eksiksiz bir şekilde kullanan, metodundan kesinlikle bihaberdir.

Bîrûnî'nin Güneş'in hareketi problemi üzerindeki fikirleri Hartner ve Schramm (1963) tarafından incelenmiştir. Bu araştırmada kendininkine ek olarak çok fazla sayıda güneş rasatları ve önceki şemaların tüm merhalelerini buluyoruz. Yine bunun gibi dışmerkez feleği üzerinde görünen hareketin matematiksel bir araştırmasını buluyoruz; öyle ki bu, Sabit İbn Kurrâ'nın daha önce bize tasvir ettiği bir araştırmayı çağrıştırmaktadır. Önceki yazarların bulgularının eleştirisel bir çözümlemesini takiben Bîrûnî Güneş'in yeröte hareketini kati bir surette saptamış ve tüm parametreleri yeniden hesaplayarak Güneş'in hareketinin cetvellerini çizmiştir.

Bu tarz bir astronomi çalışması, Bîrûnî'nin genel astronomi sistemi algılayışını bozmamıştır, çünkü Bîrûnî Batlamyus tarafından tanımlanan döndürücü felek ve dışmerkez modeline sadık kalmıştır. Buna rağmen Bîrûnî her şeyi en ince ayrıntısına kadar, örneğin kendisinden yarım yüzyıl önce Sâbit tarafından başlatılan astronominin matematikleştirilmesi akımını tekrar gözden geçirmiş[49] ve kendi döneminde bilimin sahip olduğu tüm özellikleri sonuna kadar kullanmıştır. Bîrûnî'nin eseri kendinden sekiz yüzyıl önce *el-Macestî*'de Batlamyus tarafından yürütülen çalışmaya benzemektedir. Kendinden önceki tüm araştırmaları ve döneminde astronomların hizmetindeki tüm matematiksel araçları kullanmış, fakat temel bir yenilik getirmeden, bilimsel bir gelenek oluşturmuştur.

Bîrûnî, bu sentezi parlak bir şekilde başarmıştır. Sentez, Batlamyus tarafından oluşturulan genel çerçevenin dışına çıkmamış, ancak İslam astronomisinin ilk döneminin zirve noktası olmuştur. Bîrûnî ile çağdaş olan İbn Heysem İslam astronomisi adına, Bîrûnî'nin yadsınamaz katkısı olmadan gerçekleşeceği şüpheli olan, bir gelişme kaydetmiş ve Batlamyus'un çizdiği çerçevenin dışına çıkan ilk astronom olmuştur.

[49] Cetvellerin kullanımı için Bîrûnî tarafından kullanılan ara değer bulma metotlarının karmaşıklığı için bk. Raşit (1991).

3

MİLADİ 11. YÜZYILDAN SONRA MÜSLÜMANLARIN GEZEGEN TEORİLERİ

George SALIBA

Bu bölüm, başlangıç tarihini çeşitli sebeplerden dolayı milâdî 11. yüzyıldan itibaren başlayan süreci inceleyecektir. Öncelikle İslam astronomisinin İslami çevreye ancak 11. yüzyılda uyum sağladığı söylenebilir. Ancak bundan sonra bu çevrenin gerektirdiği önkoşullarla renklendi. Bu bakış açısıyla orijinal eserler üretilmeye başlandı. Bu eserler artık Grek geleneğinde tartışılan meselelerin taklidi değildi. Bir önceki yüzyılın sonlarında yaşayan Ebû Şah el-Kûhî, Ebu'l-Vefa el-Buzcanî ve Bîrûnî ve Mansur İbn Nasr İbn Irak gibi şahıslar astronomi araştırmaları alanındaki bu çalışmaların alt yapısını oluşturuyorlardı. Bu çalışmalar dahi Habeş el-Hâsib, Sâbit İbn Kurrâ, Harezmî ve 9. yüzyılda yaşayan diğer bilim adamlarının çalışmalarının devamı olarak görülebilir.

İkincisi 11. yüzyıl, Grek astronomisinin felsefî temeline olan gerçek bir ilgiyle karakterize edilebilen bir dizi çalışmalara tanıklık etti. Sonuç olarak bu çalışmalar temel ilgi alanları Grek astronomi sisteminden tevarüs edilen sorunlara işaret olarak astronomi konularında yeni bir yazarlar okulunun oluşumuna yol açtı. Ömer Hayyam'ın *Şukûk*'taki, Ebû Ubeyd el-Cüzcânî'nin *Terkibu'l-Eflak*'taki ve adı bilinmeyen Endülüslü astronomun *Istidrak*'taki çalışmaları hatırlanmalıdır. Bu astronomların ortaya koyduğu problemler, Urzî, Tûsî, Kutbeddin Şirâzî, İbnü'ş-Şâtır ve diğerleri tarafından ele alındı. Son dört astronoma bilim yazınında 'Meraga Okulu' astronomları olarak işaret edilir; bunun sebebi ilk üçü-

nün modern İran'ın kuzeybatısında yer alan Meraga şehrinde, İlhanlı hükümdarı Hülagu'nun M. 1259'da kurduğu gözlemevi ile olan ilgileridir. Eğer sadece bu astronomların çalışmaları ele alınırsa bu üçünün yaşadığı 13. yüzyılda astronomi araştırmaları konusunda bir devrim ve astronomi ile ilgili varsayımlara karşı tutumlarda kesin bir değişim olduğu gösterilebilir.

Bu gelenek 11. yüzyılda başladı, 13. yüzyıl boyunca olgunlaştı ve 14. yüzyılda İbnü'ş-Şâtır'ın eseriyle zirveye ulaştı. Fakat Uluğ Bey'in bir öğrencisi olan 'Alaaddin Kuşçu'nun (ö. 1474) çalışmaları ve Mansur İbn Muhammed ed-Deştâgî'nin (1542) *el-Hey'etu'l-Mansuriyye*'si nazarıitibara alınırsa bu geleneğin on beşinci ve 16. yüzyıllarda duraksadığını görürüz.

Bu yazım türünü 11. yüzyıldan sonra astronomi ile ilgili araştırmalara esas yön verici olarak belirlersek 15. yüzyılda Cemşid b. Gıyaseddin Kâşî gibi birinin, özellikle eseri *Zîc-i Hâkânî* ile eski geleneğe dönüşü temsil ettiği kabul edilmek zorundadır. Eski gelenek Harezmî ve Bîrûnî'nin çalışmaları gibi çalışmalarla temsil edilirdi. Asıl uğraşları matematiksel ve hesabiydi, bilim ve felsefe teorisi ile ilgili değildi.

On beşinci ve 16. yüzyılların Ebû Ali el-Bircandî gibi diğer şahısları, daha önceki çalışmalar üzerine, özellikle de Tûsî'nin eserleri üzerine yorum yazmayı kendilerine görev edindiler. Böylece iki şekilde de sınıflandırılabilecek çok az yeni malzeme içeren eserler ürettiler. Cağmînî ve Kuşçu gibi insanların eserleri aslında başlangıçtı ve daha sonra göreceğimiz gibi, iki yazardan sadece Kuşçu 'Meraga Okulu'nun özgünlüğünü anlamış görünüyordu.

İlerleyen bölümlerde Meraga Okulu astronomlarının sadece matematiksel astronomiyle uğraşmadıklarını, aynı zamanda başta Latin Batı olmak üzere daha sonraki astronomi ile ilgili araştırmalara da damga vurdukları gösterilecektir. Hatta belki de Kopernik astronomisinin kurulmasına yol açmışlardır.

Bu bölüm Yeni Okul'un ilgi alanına giren problemleri tanıtacak ve çeşitli yazarlar tarafından önerilen çeşitli çözümleri tartışacak, sonuçta da Kopernik astronomisiyle muhtemel ilişkilerin değerlendirmesi yapılacaktır.

TARTIŞMALI MESELELER

el-Macestî ve *Planetary Hypotheses*'te (Gezegenlere Dair Faraziyeler) izah edildiği gibi Batlamyus astronomisinin en göze çarpan problemi (1) prosneusis* (mütekabil hareketli nokta) problemi (2) Utarit (Merkür) ve Zühre (Venüs) feleklerinin eğim ve sapma problemi (3) üst gezegenler modelindeki ekuant problemi ve (4) iç içe yuvalanmış felek biçiminde tabakalar olarak algılandığı için gezegenler arası mesafelerin tutarlılık problemi.[1] Fakat bu liste, 15. yüzyılın sonları ile 16. yüzyılın başları arasında Ehaveyn tarafından hazırlanan liste gibi ileriki yüzyıllar boyunca tertip edilen değişik listeler göz önünde bulundurularak uzatılabilir. *Işkâlât* diye adlandırılan problemler listesi Ehaveyn'in risalesinin konusuydu ve bu liste bu problemleri alan çok kapsamlılık türünün bir numunesi olarak burada yeniden gösterilecektir.

Ehaveyn'e göre astronomideki genel problemler (*Işkâlât*) şöyle sıralanır:

> 1. *Problem:* Hızlanma, yavaşlama ve orta hareket göklerde uygun olmayan hareketlerdir ve bu konuda özel bir çözüme ihtiyaç vardır. Mesela Güneş'in durumunda böyle bir problem dışmerkezli model ya da döndürücü felek modeli uygulanarak kolaylıkla çözülebilir.
> 2. *Problem:* Gezegen cisimleri bazen diğer zamanlarda olduklarından daha büyük görünürler. Böyle bir problem, Güneş'in yavaş hareket diliminin tam ortasında olduğu zaman tam tutulmasının, zıt taraftaki hızlı hareket bölgesinde ise yalnızca yıllık bir tutulma gerçekleştirmesinin nedeninin açıklanmasını içerir. Aynı zamanda her iki durumda da Güneş'in, Ay gibi aynı büyüklükteki cisimlerle çevrelenmiş olduğunu göz önünde bulundurur. Bu problemin çözümü için, ilk problemin çözümünde kullanılan model takip edilir; mesela eğer dışmerkezli model kullanılırsa o zaman Güneş'in dış merkezin uzak tarafında iken yakın tarafındakine göre neden daha küçük göründüğünü anlamak kolaydır.
> 3. *Problem:* Gezegenlerin durağan, geriye ve ileriye doğru hareketleri varsayılan düzenli hareketlerini reddeder gibi görünen olaylardır. Burada yine döndürücü felek modelinin benimsenmesi, üç olayı

---

* Güneş yörüngesinin anomalisi.

1 Bu problemlerin tam bir raporu ve çözümleri için takip eden tüm tartışmaları görünüz.

da gök cisimleri için tek uygun hareket olan sabit dairesel hareketlerin genel prensipleri ile hiçbir uyuşmazlık olmadan açıklayabilir.

Yukarıda bahsedilen üç problem de Batlamyus tarafından *el-Macestî*'de belirttiği prensiplere dayanarak ve genel prensiplere karşı olan herhangi bir şeye başvurmadan çözülebilir.

4. *Problem:* Tekbiçimli hareket, hareketi yaratan cismin merkezi olmayan bir nokta etrafında ölçülür. Bu, ekuant'ın tüm gezegen modellerine doğrudan uyarlanabilir genel problemidir fakat özel bir uygulamada Dünya'ya göre onun taşıyıcı feleğinin merkezinden oldukça tekbiçimli olan Ay'ın hareketini de içerir. Ay'ın Dünya etrafındaki hareketi kendi yörünge merkezinin etrafındaki hareketinden daha düzenlidir.

Bu birçok araştırmaya konu olmuş bir problemdir; çünkü bu problem Batlamyusçu teoride, fiziksel ve matematiksel varsayımlar arasında bir çelişki olduğuna delalet eder. İleride bu probleme uygulanmış çeşitli çözümleri detaylı bir şekilde tartışacağız.

5. *Problem:* Hareket eden cisim bazen bu noktaya diğer zamanlardan daha çok yaklaşsa da düzenli hareket bir nokta etrafındadır.
Bu problemin çözümü, şu anda 'Tûsî Çifti' diye adlandırılan ve keşfinden sonra birçok astronomi ile ilgili araştırmanın ayrılmaz parçası haline gelen matematiksel bir teorem gerektirir.
6. *Problem:* Bir feleğin hareketinde, çapının onu hareket ettiren taşıyıcı feleğin merkezinden sapması gerekliliğinden kaynaklanan bir problemdir. Bu problem yukarıda bahsedilen prosneusis probleminin tartışmasında açığa kavuşturulacaktır. Bu problemin en dikkate değer göstergesi Batlamyus tarafından algılandığı şekliyle Ay modelindedir.
7. *Problem:* Gök cisimlerinin hareketlerinin parçası olan tamamlanmamış dairesel hareketler problemidir. Bu *problem*'in en iyi göstergesi alt gezegenlerin Batlamyus'un enlem teorisindeki varsayılan döndürücü felek çapının hareketidir. Bu yukarıda eğilme derecesi ve sapma olarak atfedilen problemin aynısıdır.

BATLAMYUS'UN BOYLAM BAKIMINDAN GEZEGENLERİN HAREKETLERİ TEOROSİ

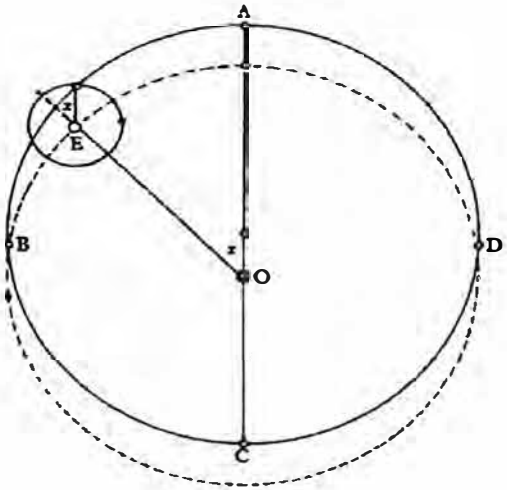
Bu problemlerin ciddiyetini ve uygulanan çözümlerin yanı sıra eleştirinin tabiatını takdire başlamak için, Batlamyus'un gezegenlerin hareketi teorisini hızlıca gözden geçirmek iyi olur.

Güneşin hareketi

Batlamyus *el-Macestî III*'te Güneş'in hareketini iki modelden biriyle, yani ya dışmerkez modeli ya da döndürücü felek modeli ile tarif eder. Bu modellerin eşitliği Apollonius tarafından (*Neugebauer*'de 1959'da ve 1983'de yeniden basımında) gösterilmiş ve el-Macestî terminolojisinin ayrılmaz bir parçası olarak Batlamyus tarafından birleştirilmiştir. Şekil 3.1de gözlemci O noktasında, yani ekliptiğin merkezinde yer alır. Güneş dışmerkez ABCD boyunca sabit hız ile hareket edebilir, böylece Dünya'daki gözlemci Güneş'in dışmerkez BCD'nin daha alçak yarısında hızlı hareket ettiğini ve yukarı yarı DAB'de ise yavaşladığını görür. (Elbette Güneş yeröte A'da iken en yavaş noktasında görünecek).

Diğer bir ihtimal ise şudur; Güneş'in bir döndürücü felek üzerinde, E merkezinde ve levhaların sırasının tersine hareket ettiği varsayılırsa, E merkezinin kendisi döndürücü felek hareketine eşit ve zıt hareketle ortak merkezli bir daire (şekildeki kırık olan) üzerinde hareket eder. Bu durumda tüm hareket eşit olarak tanımlanabilir. (Yani Ok ile gösterilen yön'ileri' diye adlandırılır, zıt hareket ise 'geri' ya da 'arka' olarak adlandırılır)[2]. Sonuçta hareket dışmerkez modelinden beklenenle aynı olacaktır. İki modelin eşdeğerliği ve böylece de hareketleri en iyi *el-Macestî III*'te anlatılır.

[2] Hareketlerin yönü ve bununla ilgili problemlerin tanımı için Toomer'e (1984: 20 ve 221) bakınız.



Şekil 3.1

Güneşin hareketi yeni başlayanlara tekbiçimli hareketin orijinal prensipleriyle bir zıtlık belirtiyor gibi görünse de Batlamyus'un çift model açıklaması tamamen tatmin edici bulundu, çünkü bütün hareketler aslında ilk durumda gözlemcinin pozisyonundan farklı olan bir feleğin merkezinin etrafında yer alır. Fakat aynı zamanda tüm hareketler döndürücü felek modelinde de onunla özdeş olarak açıklanabilir ve hâlâ tüm tekbiçimli ve felek merkezlerinin etrafındaki hareketlerin birleşimidir ve böylece ana prensipleri tatmin eder.

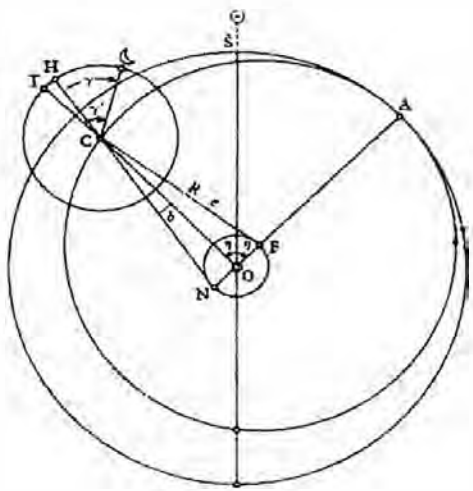
Ay'ın hareketi

Ay hususunda durum biraz farklıdır çünkü Ay'ın hareketi çok daha karmaşıktır. *el-Macestī IV*'de, Batlamyus aslında önce Güneş modelinin genişletilmişi olan Hipparchoscu modelini denedi. Fakat daha sonra bunun tüm hareketleri tam anlamıyla açıklamadığını fark etti. Bir fikir değişikliği gibi görünen uzun bir açıklamadan sonra, *el-Macestī V*'de Ay'ın hareketlerini açıklamak için daha karmaşık bir model benimsedi.[3]

[3] Örneğin bk. Petersen (1969), Pedersen (1974: 167–95) ve Neugebauer (1975: 68 vd.).

Şekil 3.2'de gözlemcinin O noktasında, ekliptiğin merkezinde olması bekleniyor. Kuşatılmış bir felek olan düğüm noktaları (nodlar) felek, evrenin merkezinde kendisiyle birlikte A yörüngesindeki yerötesini taşıyarak sürekli ileri hareket eder.

Yörüngenin kendisi, kendi merkezi F etrafında zıt yönde hareket eder, öyle ki SOA ve SOC açıları eşit ve zıttır. Bu, açıkça yukarıda bahsedilen Ehaveyn'nin listesinin 4. *problemi*'dir, çünkü kendi merkezi F etrafında düzensiz, fakat başka bir nokta O etrafında düzenli hareket eden bir yörüngemiz var. Ay'ı taşıyan döndürücü felek bu modelde C noktasında olmalı, yani geri gitmelidir. Ay'ın kendisi döndürücü felek ile birlikte ileri yönde hareket eder, fakat N noktasını döndürücü feleğin merkezi C noktasına bağlayan çizginin uzantısından ileri açıyı ölçerek, döndürücü felek orta yeröte H'ye uzandırılır. Buradaki N noktası çap olarak, birbirine bakan noktalar (prosneusis) denilen dünyanın merkezinden F'ye zıttır. Hareket noktası F'in ters yönünde kalmak için, N noktası her zaman hareket halindedir ve bu yüzden hareketin tanımının yapılabilmesi için sabit olamayan hareketin başlatılabileceği bir nokta düşünüldü. Bu da yukarıda bahsedilen birbirine bakan noktalar (prosneusis) problemine yol açtı.

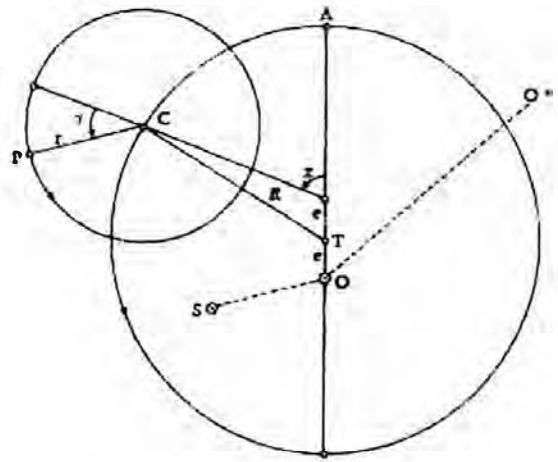


Şekil 3.2

Bu yüzden özetle Batlamyus'un Ay modelinde, gök cisimleri gerçek katı felekler olarak düşünülürse ciddi sorunlara yol açan uyuşmazlıklar kabul edilmelidir. Çünkü kendilerininkinden başka bir merkeze veya eşit hareket için sabit bir referans noktası olmayan bir hareket noktasına gelince, bu felekleri düzenli hareket ettirmek imkânsızdır. Batlamyus astronomisinin tüm eleştirileri ve yeniden formülasyonu bu iki noktada yoğunlaşmıştır.

Üst gezenlerin (Satürn, Jüpiter, Mars) ve Venüs'ün hareketleri

Batlamyus tarafından anlatılan üst gezegenlerin hareketleri, Ay'ın hareketlerine nispeten daha basitti ve aşağıdaki unsurları içerirdi. Şekil 3.3'te gözlemci o noktasında yer alır. Gezegenin döndürücü feleğeni taşıyan feleğin –örneğin yörünge- merkezi, T noktasındadır. Gezegenin döndürücü feleği kendi merkezi C noktası etrafında geriye hareket eder. Gezegen P, döndürücü feleği tarafından geriye hareketle ve anomali açısı ile ölçülen sabit bir hızla taşınır. Anomali ölçümünün referans noktası, döndürücü felek C'nin merkezi ile OTA merkezleri çizgisi boyunca uzanan ve E noktasını bağlayan çizginin uzantısı boyunca yer alır. E noktası O'ya öyle bir uzaklıktadır ki T, OE çizgisinin açıortayıdır.



Şekil 3.3

Bu modeldeki güçlük yörüngenin hareketindedir. Çünkü Batlamyus tarafından belirtildiği gibi yörünge döndürücü feleği geriye hareketle taşıdı fakat döndürücü feleğin merkez noktası C, T yörüngesinden çok ekuantı E noktası etrafında eşit zamanda eşit yaylar tanımladı. Esas olarak, Batlamyus tarafından *Planetary Hypotheses* kitabında fiziksel bir felek olarak varsayılan yörünge, burada kendi merkezinden farklı bir nokta etrafında düzenli hareket etmeye zorlanıyor. Diğer bir deyişle, durum feleğin merkezinden geçmeyen bir eksen etrafında düzenli hareket etmesini gerektirir ki bu da imkânsızdır (*muhal*).

Merkür'ün Hareketi

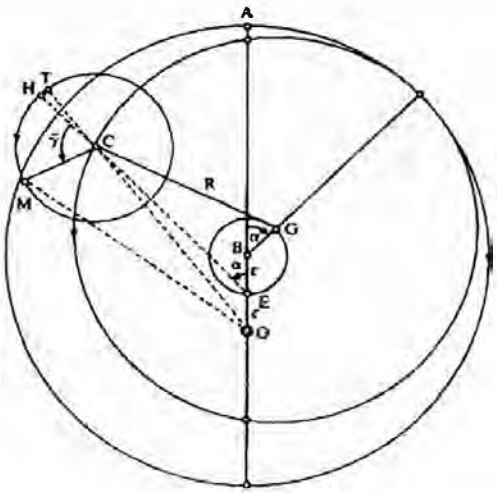
Güneşe yakınlığı ve nispeten hızlı hareketi yüzünden Merkür'ün gözlenmesinin zorluğu nedeniyle, Batlamyus'un bu gezegen için modeli, yukarıda bahsedilen modeller içinde yer alamayacak çok karmaşık hareketler içerir şekilde tasarlanmıştır. Dahası Merkür bu gezegenlerden farklıydı, çünkü diğer tüm gezegenlerin bir yerberisi (hadid) varken Merkür'ün iki tane olduğu düşünülürdü. Bu yerberilerin, yeröteden (evç) 1200 eşit açıyla merkezlerin açısına göre simetrik olduğu varsayılırdı.

Evrenin merkezi olan O noktasındaki bir gözlemciye göre Merkür'ün hareketi, takip eden hareketlerden kaynaklanır şeklinde tanımlanmıştır.[4] Ay'ın nodlarını taşıyana benzer (şekil 3.4) kuşatılmış bir felek düşünün ve bu feleğin B merkezi etrafında ileri hareketini öyle bir şekilde sağlayın ki yörüngenin yerötesini de kendisiyle birlikte taşısın. Bu yerötenin BG çizgisinin uzantısı boyunca uzanmasını sağlayın. Şimdi yörüngenin kendisinin merkezi G etrafında geriye doğru hareket etmesini sağlayın, böylece döndürücü feleğin merkezi C noktasına taşınır ve AEC açısı ABG açısına eşitlenir. Döndürücü feleğin kendisi C merkezi etrafında geriye doğru hareket eder, böylece M gezegeni EC çizgisinin uzantısı ile ölçülen anomali hareket ile hareket eder. Bu model C döndürücü feleğinin merkezinin yeryüzüne yaklaşmasını her devirde iki kez gerçekleşerek sağlar, yani ABG =1200 iken yaklaşık 2400 olur. Mesela bu yaklaşma sonucu, C döndürücü feleğinin merkezi yerberiye ulaşır.

[4] *el-Macestî*'deki Merkür modelinin geometrik bir tanımı için Toomer'e (1984: 444–5) bakınız.

Her iki durumda da GC çizgisi E'den geçer. Dahası orta anomali her zaman EC çizgisinin uzantısından ölçüldüğü için E noktası daima üst gezegenlerin ekuantlarına benzer şekilde, Merkür gezegeninin ekuantı gibi davranır.

Merkür'ün bu modelinin şu ana kadar karşılaşılan Ay modeli ve üst gezegenler modeli ile benzer zorluklar yaşadığı açıktır.



Şekil 3.4

Burada önerilen birinci örnekteki yana eğik mekanizmada taşıyıcı yörünge kendisininkinden farklı bir merkez çevresinde bir doğrultuda hareket ederken, kendi merkezi etrafında zıt yönde hareket eder. Bu mekanizma Ay ile bağlantıda kullanılan mekanizma çeşidine çok benzer. İki model arasındaki en büyük fark şudur; Ay modelinde orta anomali, döndürücü felek merkezine hareket eden N noktası ile bağlanmış bir çizgi ile ölçülür. Bu N noktası prosneusis diye adlandırılır. Merkür modelinde ise analog nokta OB çizgisinin orta noktasıdır ve dolayısıyla üst gezegenler gibi sabit bir ekuantdır. Yine de her iki modelde de taşıyıcı yörüngenin kendi merkezi etrafında sabit olmayan bir hızla hareket etmesi ve sabit hızın başka bir merkez etrafında ortaya çıkması beklenir. Ay hususunda bu merkez, evrenin merkezi O noktası; Merkür hususunda ise ekuant E'dir.

Bu yüzden Batlamyus'un Ay modeline ve üst gezegenler modeline yapılan itirazların Merkür modeli konusunda da ortaya çıkması şaşırtıcı değildir. Ay modelindeki problem özellikle prosneusis noktası konusunda, dış gezenler modelinde ise ekuantlar konusundaydı.

Daha önceki bu iki model, Merkür modeli için bir dezavantaj olmuştur.

Enlem Bakımından Gezegenlerin Hareketleri

Batlamyus'un bir önceki modeli, gezenlerin enlemdeki hareketlerinin ya önemsemeye değmez olduğunu, ya da bu hareketler var olsalar bile boylamdaki hareketi etkilemediklerini farz ediyordu ki bu doğru değildir. Gezegenlerin boylam hareketinin ölçüldüğü ekliptik düzlemle karşılaşması çok nadir görülen bir durumdu, enlem bileşenleri bazen önemlidir ve göz önünde bulundurulmalıdırlar. Fakat tipik bir Batlamyus yaklaşımında bu enlem bileşenleri boylama bir ayarlama gibi düşünülür ve bu bileşenler ayrı bir bölümde anlatılmıştır.

Enlem teorisini açıklayan model *el-Macesti*'de üç ayrı bölümde anlatılmıştır. Ay bölümü, Satürn, Jupiter ve Mars gibi üst gezegenler bölümü ve Venüs ve Merkür gibi iç gezegenler bölümü. Bu sıralama aynı zamanda karmaşıklık sıralamasını da gösterir.

Ay'ın Enlemi

Ay modeli daha basittir çünkü Ay yörüngesi Dünya'dan geçer ve böylece yeryüzü merkezli bir gözlemci için Ay enlemini hesaplamak çok zor değildir. Aslında Ay yörüngesi ekliptiğe gelince sabit bir açıda olduğundan ve gözlemci ekliptiğin merkezinde olduğu için Ay enleminin hesaplanması Güneş'in ekvatordaki eğimini hesaplamaya benzer. Fakat Ay yörüngesi ekliptiğe göre sabit bir açıda olmaya eğilimlidir ki bu açı yaklaşık 5°'dir. Bu demek ki ayın maksimum enlemi gözlemlere göre yaklaşık 5°'ye varacaktır. Diğer taraftan gözlemler gösteriyor ki Ay'ın maksimum enlemine ekliptikteki özel bir konumda değil, etrafında hareket ederken ulaşılır. Bununla birlikte Güneş tutulmasının ekliptikte farklı noktalarda olması Ay yörüngesi ile ekliptiğin kesişme çizgisi nodal noktanın da aynı zamanda hareket ettiğini gösterdi. Bu, ancak

tüm yıldız kümesini etrafında taşıyan bir felek varsayılır ve böylece kemeri (*el-mintaka*) ay olan felek, ya da Batlamyus'un deyimiyle taşıyıcı yörünge, bu varsayılan felek ile birlikte hareket ederse olabilir. Bu son felek parekliptik (mümessel) felek ya da kesişme noktaları (nodlar) (*cevzeher*) feleği olarak adlandırılır ve bu feleğin levhaların tersi yönde günde üç dakika (yukarıdaki mantığa göre ileri) hareket ettiği düşünülürdü.

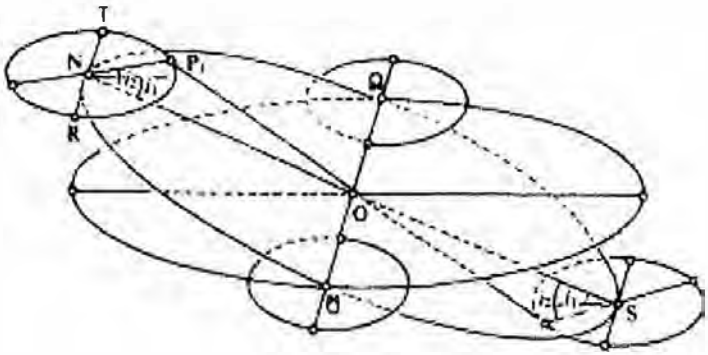
Özetlemek gerekirse Ay modeli tüm formuyla aşağıdaki felekleri içerir: (1) Parekliptik (*mümessel*) denen ve nodlarla birlikte diğer her şeyi ileri yönde hareket ettiren felek; (2) aynı ileri yönde hareket eden ve Ay enleminden sorumlu olan ve mintakası yörünge ile aynı düzleme sahip eğimli felek (*el-mâ'il*); (3) kendi hareketiyle geriye doğru hareket eden yörünge feleği ve son olarak (4) Ay'ın kendisini taşıyan ve kendisi yörünge feleği tarafından taşınan döndürücü felek.

Yukarıda, boylamdaki Ay hareketini tanımlarken performansı açısından bu modele karşı sunulan iki itirazı gördük. Bu itirazlar enlemdeki harekete değildir, çünkü bu durumda enlemdeki hareketi açıklayan tüm hareketler, kendi merkezleri etrafında dönen felekler tarafından gerçekleştirilir. Bu durumda bu hareketler evrenin merkezi tarafından da gerçekleştirilir.

Üst Gezegenlerin Enlemi

Üst gezegenler için durum biraz daha karmaşıktır, çünkü bu gezegenlerin esas yörüngesi, evrenin merkezi yeryüzünden değil, Güneş'ten geçer. Dünya'daki bir gözlemci için enlemdeki hareketin yeryüzü merkezli koordinatlara dönüştürülmesi, biraz önce Ay enleminde bahsettiğimiz prosedürlerden daha karmaşık bir prosedür içerir.

Ay modelinin analoğunu kullanmak için üst gezegenlerin taşıyıcı yörüngesinin ekliptiğe göre sabit i, eğimli olduğu düşünülmüştür. Yörüngenin ekliptik düzlemle kesiştiği çizgi aynı zamanda kesişme noktaları (nodlar) olarak da adlandırılır. Bu nokta, döndürücü feleğin kuzeyden güneye çıktığı nokta olan çıkış nodu (ya da baş) ve çap olarak zıtı olan iniş nodu (ya da kuyruk) diye adlandırılan nodların bulunduğu noktadır.



Şekil 3.5

Gözlemcinin görüş noktasından çıkan ve nod çizgilerine dikey olan çizgi, N yörüngesinin kuzey çemberi ile kesiştiği zaman, N yörüngenin tepesini belirtir. Güney çemberi ile kesişince de S yörüngesinin dibi belirlenir. Bu çizgi genel olarak apsidal çizgi ile aynı değildir çünkü apsidal sadece ekliptiğin merkezi O noktasından geçer, fakat apsidal çizgisinden farklı olarak taşıyıcı yörüngenin merkezinden ve ekuant'dan geçmez.

Ay modelinin tersine, üst gezegenlerin döndürücü feleği yörünge düzleminde yer almaz, çünkü ancak boylamın bileşenleri kendi başına düşünüldüğünde böyle olur. Bunun yerine döndürücü felek kesişme noktalarından ayrılınca, döndürücü felek düzlemi ekliptik düzleme i_2'lik bir açıyla eğimli hale gelir. Bu son eğim açısı (sapma), döndürücü felek merkezi yörüngenin zirvesinde iken maksimum kuzey eğime ulaşır. Aynı sapma maksimum güney değere ulaşır. Bu değer döndürücü felek yörüngenin tabanında olunca kesinlikle kuzey değerlerinden daha büyüktür. Bu durum ekliptiğin kuzeyindeki yörünge kısmının güney kısmındakinden daha büyük olmasından kaynaklanır. Bu da yörüngenin alt kısmının gözlemciye daha yakın olduğunu ve böylece daha büyük bir açı oluşturduğunu gösterir.

Fakat döndürücü feleğin merkezî kesişim noktaları boyunca, döndürücü felek düzleminin ekliptik düzleme gerilemesi beklenir. Her iki

enlem açısı da, yani hem eğik yörüngenin açısı hem de döndürücü feleğin sapma açısı sıfıra eşit olacaktır.

Sonuç olarak döndürücü felek düzlemi RNT ekseni etrafında ileri geri bir hareket izlemiş görünüyor. RNT gerçek yeröteyle gerçek döndürücü feleğin hadid noktasını birleştiren çizgiye dikey durumdadır ve her zaman ekliptik düzleme paraleldir. Bu kendi içinde tuhaf bir sonuçtur çünkü sadece tam dairesel hareketlere izin vermesi beklenen bir uzayda ileri geri hareketler gösterir. Batlamyus bunu açıklamak için *el-Macestî XIII*'de bu küçük daireleri döndürücü feleğin ileri geri hareket eden P_1 çapının ucuna bağlanmasını önerdi. Böylece küçük dairenin yarıçapı, maksimum sapma açısına eşit olacaktı ve küçük dairenin düzlemi, sapmanın ölçüldüğü yörüngenin düzlemine dikey olacaktı. Böyle küçük dairelerin eklenmesiyle gerçek yeröte, gerçek hadid noktasının düzlemine bağlayan çizgi artık ileri geri hareket etmeyecek, ancak ucu bu küçük daireler boyunca hareket edecek. Fakat burada döndürücü felek çapının ucunun hareketi küçük dairelerde düzenli değildir ve döndürücü felek merkezi gibi kendi ekuantı boyunca sabit hareket ediyor olması gerekir. Çünkü döndürücü feleğin yörüngenin daha büyük olan kuzey kısmı boyunca hareket etmesi, güney kısmı boyunca hareket etmesinden daha uzun zaman alır ve döndürücü felek çapının ucunun küçük daireler çevresinde devri, döndürücü felek hareketinin yörünge etrafındaki devrine eşittir.

Bu Batlamyus için sıkıntı yaratmış olmalıydı çünkü Batlamyus okuyucuya bu düzeni aşırı karmaşık olarak algılamamaları için yalvarırdı, 'çünkü (yapı olarak) insan ile kutsal olanı kıyaslamak ya da kişinin inançlarını çok alakasız analojiler üzerine kurması mantıklı değildir' (*el-Macestî XIII*, 2). Batlamyus bunu sadece uzay hareketlerinin basit bir temsili olduğu için kabul ettiğini söylemeye devam eder.

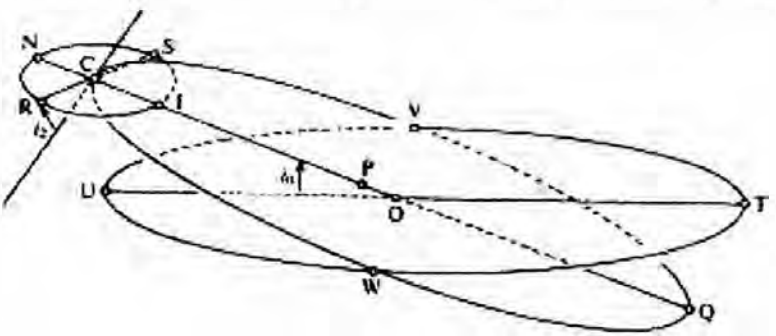
Bu, yukarıda (7. problemde) özellikle itiraz edilen noktaydı ve astronomi disiplinin kabul edilmiş dayanak noktalarının ihlali olarak düşünülürdü. Gördüğümüz gibi daha sonra 'Tûsî Çifti' diye adlandırılan buluş bu problemin çözümünü sağlayacaktı. Aslında 'Çift'in bu uyuşmazlığı çözmek için Tûsî tarafından özellikle icat edildiği ve daha sonra sadece iki dairesel hareketin birleşimi olarak doğrusal hareket üretmek için kullanıldığına dair yeterince delil var. Dahası iki dairesel hareketin

bileşimi olan 'çift', döndürücü felek çapının ucunun aynı düzlem üzerinde geri ve ileri dalgalanmasına ve bunu dairesel hareket prensibini ihlal etmeden yapmasına izin verir. Böylece aynı zamanda boylam bileşenlerin zarar görmemesini sağlar.

Alt Gezegenlerin Boylamı

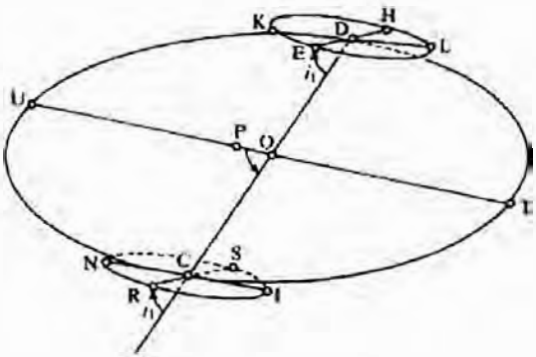
Batlamyus'un iç gezegenler modeli hâlâ karmaşıktır, mesela Venüs hususunda yörünge düzleminin eğiminin sabit olmadığını fakat ileri geri dalgalandığını farz eder. Ayrıca diğer gezegenlerinki gibi döndürücü feleğin sapması, ekliptiğin merkezinden geçen bir eksen etrafında ileri geri bir hareket gösterir ve son olarak döndürücü felek düzlemi aynı zamanda ilkine dikey başka bir eksen etrafında ileri geri hareket eder. Böylece iki ileri geri hareket gösterir. Merkür hususunda bütün bu hareketler zıt yönde gerçekleşmelerinin dışında, aynen gereklidirler.

Venüs modelini göstermek için, dış merkezli taşıyıcı yörüngeyi ekliptik düzleme i_o açısı ile eğimli olarak alıyoruz (şekil 3.6) ve ekliptik düzlemi ile ekliptiğin merkezinde gözlemcinin bulunduğu noktadan geçen nodal çizgi ile kesişmesini sağlıyoruz. Diğer gezegenlerin tersine bu modelde apsidal çizginin kendisi nodal çizgiye dikeydir. Fakat üst gezegenlerin ve Ay'ın durumunda olduğundan farklı olarak, taşıyıcı yörüngenin eğimi artık sabit değildir. Bu durumda taşıyıcı yörünge eğimi i_o döndürücü felekin hareketi ile çiftleşir, böylece döndürücü felek yükselen nod ile birlikteyken, yörünge düzlemi ekliptik düzlem ile birleşir.

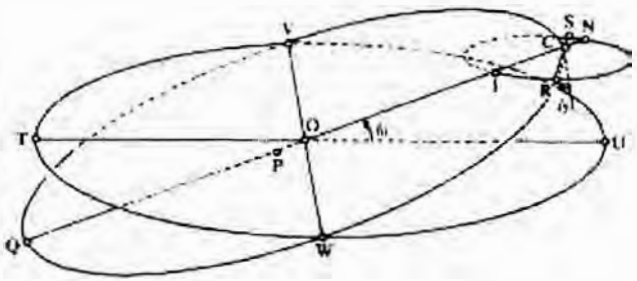


Şekil 3.6

Döndürücü felek kuzeye doğru hareket ettikçe ve yeröteye ulaşınca, yörünge eğimi maksimum eğime ulaşmak için kuzey yönünde artmaya başlar. Şekil 3.7'de gösterildiği gibi döndürücü felek yeröteden düşüşe geçen noda yaklaştıkça, ekliptik düzleme geri dönmek için eğim düşecektir. Fakat döndürücü felek düşüşe geçen noddan yerberiye doğru ilerledikçe ve yerberiye ulaşınca, yörünge eğimi şekil 3.8'de gösterildiği gibi diğer bir maksimum değer i_o'ya ulaşmak için yine kuzey yönde artacaktır. Döndürücü felek yükselen noda geri gelince, yörünge düzlemi şekil 3.7de gösterildiği gibi ekliptik düzlemdeki eski yerini alır. Bu, Venüs'ün ilk ileri geri hareket modelidir.



Şekil 3.7



Şekil 3.8

İkinci ileri geri hareket 'eğim'i diye adlandırılır. Batlamyus bunu açıklamak için şekil 3.7'de olduğu gibi döndürücü felek yükselen kesişen noktada olduğu zaman, yörünge düzleminin ekliptik düzlemle karşılaştığını varsaydı. Ekliptik düzlemin görünen döndürücü felek ile yerötesi R, H ile yerberi S ve E ile ekliptik düzlemi birleştiren çizginin oluşturduğu dikey düzlem, ekliptik düzlem ile kesişir. Bu kesişim bölgesi COD çizgisidir ve bu çizgi verev hareketin yer alacağı ilk eksen olarak kabul edilir. Döndürücü felek D, C'nin (orta çap) merkezinden geçen ve bu son eksen KDL, NCI'ye yatay olan çizgi, sapma hareketinin tanımlanacağı ikinci eksen olarak kabul edilir.

Döndürücü felek yükselen 'nod'da iken, orta çapı ekliptiğin düzleminde yer alır yani bu eğim için enlem bileşeni yoktur. Fakat bu konumda döndürücü felek düzlemi öyle bir şekilde 'saptırılır' ki, maksimum sapma i_1'e ulaşır. Döndürücü felek yeröteye doğru hareket ettikçe, yörünge düzlemi şekil 3.6'da olduğu gibi kuzeye doğru hareket eder ve döndürücü felek yeröteye ulaştığında sıfır sapmaya ulaşmak için döndürücü felek düzlemi, maksimum pozisyonundan tekrar sapmaya başlar. Kesişme noktasında sıfıra eşit olan eğim, döndürücü felek yerötedeyken maksimum eğim i_2'ye ulaşmak için artmaya başlar.

Döndürücü felek yeröteye ulaştığında yörünge düzlemi maksimum eğim i_0 da olacak. Döndürücü felek düzlemi öyle bir eğim gösterecek ki, doğu tarafı maksimum eğim i_2 de, kuzeydeki gibi olacaktır. Fakat bu durumda ekliptiğin merkezi ile görünen yerberi ve döndürücü felek yerberisini birleştiren çizgi, yörüngenin düzleminde sıfır sapma ile yer alır.

Şekil 3.7'de olduğu gibi döndürücü felek düşüşe geçen noda ilerledikçe yörünge düzlemi ekliptik düzlem ile karılaşmak için geri gider. Fakat döndürücü felek düzlemi, döndürücü felek yerötesine kuzey yönde ve sıfır eğim gösterirken maksimum sapma i_1'e ulaşır.

Fakat şekil 3.8'de olduğu gibi döndürücü felek, taşıyıcı yörüngenin yerberisine hareket ettiğinde, taşıyıcı yörüngenin eğimi yerberiyi maksimum kuzey yönü i_0'a ulaştırmak için taşıyıcı yörünge eğimi artar. Bu konumda döndürücü felek taşıyıcı yörünge yerötesinde iken olduğu gibi doğu düzlemini maksimum kuzey eğimi i_2'ye getirmek için eğilir. Burada yine döndürücü felek sapması sıfır olacak.

Merkür'ün durumunda taşıyıcı yörünge eğimi ve döndürücü felek sapması hep aynı yönde ve Venüs'ünkine terstir. Döndürücü felek kesişme noktalarında iken sapma, Venüs'te güney yönde olduğu zaman Merkür'de kuzey yönde; Venüs'te kuzey yönde olduğu zaman, Merkür'de güney yöndedir. Yerötede Venüs yörüngesinin eğimi kuzey yöndeki maksimum eğime doğru ilerlerken, Merkür'ünki güneydeki maksimum eğime doğru ilerler. Aynı şekilde yerötede Merkür için eğim güney yönde iken Venüs için Kuzey yöndedir.

Batlamyus üst gezegenler durumunda, döndürücü felek sapma hareketlerini açıklamak için küçük daireler kullanmak zorunda kalmıştı. Eğer bu durum, Batlamyus'u zora soktuysa hepsi değişik eksenleri hakkında ileri geri hareket yapılmasını sağlayan küçük daireler gerektiren alt gezegenlerin sapması ve eğimi üç katı sıkıntı yaratmış olmalı. Bu tür modellerin, astronomi prensiplerinin asıl dayanak noktalarıyla uyuşmadığının düşünüldüğünü söylemek sürpriz olmaz. Burada yine 'Tûsî Çifti' dairesel hareketlerden kaynaklanan değişik eksenlerin ucundaki doğrusal hareketleri açıklamak için kullanılabilir.

Bu, Batlamyus'un enlem teorisinin belli başlı özelliklerinin kısa bir açıklamasıdır. Gördüğümüz gibi gözlemsel temeline ve belirli gezegenlerin belirli zamanlardaki konumlarını tahmin edebilmesine rağmen, bu teoride birçok yanlış bulmak kolay oldu. Bütün seviyelerde teoriye nüfuz eden ana problem yukarıda 7. *problem* olarak belirlenen problemdir. Bu problem kısaca, dairesel olması beklenen uzay hareketleri arasında dalgalanan doğrusal hareketi kabul etmek olarak tanımlanabilir. Bu dalgalanan hareketler 'Tûsî Çifti'ndeki gibi dairesel hareketler tarafından üretilebilse, problem sadece hareket sürelerine indirgenecek. Böylece 'çift' dairelerinin kendileri sabit bir hızla ilerleyecek ki bu kolay, bir iş değildir.

BATLAMYUS'UN GEZEGEN MODELLERİ REFORMLARI

Bildiğimiz kadarıyla, Batlamyus'un modelinin eleştirileri 11. yüzyılda başlamıştır. Bu yüzyılda iki ana araştırma kolu aynı zamanda gelişti.

İlki sadece Batlamyus modelinin kusurlarını inceledi; ikincisi ise Batlamyus'un kusurlu modeline bir alternatif aradı.

Eleştiriye adanmış ilk araştırma kolu eseri *eş-Şukûk 'alâ Batlamyus* ile Ömer Hayyam (MS 965–1039) ve henüz yer verilmeyen eseri *el-İstidrâk 'alâ Batlamyus*'un adı bilinmeyen yazarı tarafından temsil edildi.[5] Ömer Hayyam'ın eseri sayesinde eleştirilerin sadece Batlamyus'un gezegen modelleri ile kısıtlı olmadığını, aynı zamanda Optik gibi diğer eserlerinin eleştirilerini de içerdiğini biliyoruz. Bu demektir ki bütün eser, muhtemelen astronomi meselelerinden daha genel düşünceler üzerine kurulmuştu. Bu yazı şeklinin 10. yüzyıl fizikçisi Ebû Bekir Râzî'nin eseri *eş-Şukûk 'alâ Calinus* ile çok benzer olduğu tartışılabilir. Ebû Bekir er-Râzî bu eserinde Galen'e (MS ikinci yy.) karşı benzer yazılar yazdı. Ömer Hayyam'ın eserinin astronomi ile ilgili içeriği gelecek bölümde özetlenecektir. Diğer taraftan adı bilinmeyen astronomun eseri, astronomi meselelerinee yoğunlaşmış görünüyor. Hâlâ geçerli olan tezinde, ne zaman yukarıda belirtilen Batlamyus modelinin zor bir noktasına gelse, bunun kabul edilmesinin zor olduğunu söyler ve bunu eseri *el-İstidrâk*'te açıklar.

Ömer Hayyam'ın Şukûk Adlı Eserinin İçeriği[6]

Söz konusu kitap, Ömer Hayyam'ın eserinde takip etmeyi düşündüğü prensipleri belirleyen bir önsözle başlar. Batlamyus'un çalışmalarının mükemmelliğini belirttikten sonra, bu kitapta sadece açıklanamayan ve benimsenen prensiplerle doğrudan doğruya aykırı olan problemlerden bahsedeceğini söyler.

Güneşin Görünen Boyutu

Kitabın geri kalan kısmı üçe ayrılmıştı ve her biri Batlamyus'un üç eserinden yani *el-Macestî*, *Planetary Hypotheses* ve *Optik*'ten birindeki

---

5 Bu adı bilinmeyen yazar hakkında *Kitâbu'l-Hey'e* başlıklı bir risaleden öğreniyoruz. *Kitabu'l-Hey'e* tek bir kopyayla Haydarabad'daki (Hindistan) Dâiretü'l-Meârifi'l-Osmaniye kütüphanesinde bulunuyor gibi görünüyor. Bu, bölümün ilerleyen kısmında özetlenecektir.

6 Bu kitabın içeriği için Kahire basımını kullandım. Bu metnin, Noel Swerdlow'un denetimi altında, Dan Vos'un Chicago Üniversitesi'nde tez olarak hazırladığı (yayınlanmamış) bir ön hazırlık, İngilizce çevirisi bulunmaktadır.

aykırı konumlamalardan birine yoğunlaşır. el-Macestî'nin sıralamasını izleyerek, Ömer Hayyam ilk kısma üçüncü kitaptaki Güneş'in görünen büyüklüğü meselesi ile başlar. Güneş ufka yakın olduğunda göğün ortasındaki konumundan daha büyük görünür.

Burada Ömer Hayyam, Batlamyus'un *el-Macestî*'teki ifadelerine karşılık yine Batlamyus'un *Optik*'teki sonuçlarını kullanır.

Dünyanın Merkezinden İstikametler

el-Macestî'nin birinci kitabının beşinci bölümüne bakarak Ömer Hayyam, Batlamyus'un kavramları kullanırken daha dikkatli olması gerektiğini söyler. Batlamyus evrenin merkezine böyle bir istikamet yokken, yeryüzünü Dünya'nın merkezine göre 'daha yüksek' ya da 'daha alçak' diye kullanır, Ömer Hayyam buna itiraz eder, çünkü merkezden bütün istikametler 'yukarıya' doğrudur.

Ömer Hayyam bu tür bir hatayı (*galat*) çelişkiden çok, bir kavramsallaştırma (tasavvur) hatası olarak görür. Dünya'nın konumunu anlatırken 'Doğu' ve 'Batı' kavramlarını kullanarak da yine aynı kavramsal hataya düşer.

1° *Yayın Değeri*

Aynı bölümde Ömer Hayyam, Batlamyus'un başka bir miktardan daha büyük ve daha küçük bir değer kullanmasına ve bunu, bu değerin o miktara eşit olduğunun kanıtı olarak kullanmasına karşı çıkar.

Eğer Batlamyus, bu noktada 1 dereceli yayın, yaklaşık olarak bu miktara eşit olduğunu ve bu miktardan hem daha büyük ve hem de daha küçük olduğunu söylemektense, değerin miktara neredeyse eşit olduğunu söylese Ömer Hayyam onu hoş görebilirdi.

Ekliptiğin Eğimi

Ömer Hayyam, Batlamyus'a aynı zamanda ekliptiğin eğimini belirleme metodu konusunda da karşı çıkar. Çünkü Batlamyus meridyen çemberi boyunca Güneş'i gözlemlemiş ve yaz gündönümündeki en yüksek konumu ile kış gündönümündeki konumu arasındaki farkı 47° ve $\frac{2}{3}$° dereceden daha yüksek $\frac{1}{2}$° ve $\frac{1}{4}$° dereceden daha düşük bir değer olarak bulmuştur.

Ömer Hayyam'ın buna itirazının sebebi, gündönümlerinin Güneş, söz konusu bölgenin meridyen çemberinden geçerken olmak zorunda olmaması ve Batlamyus'un bunu biliyor olmasıydı. Fakat böyle bir değeri belirlemek, çok büyük hassasiyet gerektirirken, Batlamyus yaklaşık bir değer kullanmıştır. Dahası Güneş'in gelecek yılların tam sayılı günlerinde, meridyen çemberinde aynı noktaya geri dönmeyeceğini biliyordu. Buna rağmen yine de Güneşin bu gündönümü noktasından her yıl geçtiğini gözlemlediğini söyledi ki bu doğru olamaz. Çünkü birçok parametre bu ölçüme bağlıdır. Ömer Hayyam ne Güneş yılının, ne gündönümü noktasının ne sapma ne de ekinoks noktasının Baltam yus'un ifadelerinden öğrenilemeyeceği sonucuna varır.

Batlamyus'un bu parametreleri gerçekten belirlemediğinin kanıtı, modern astronomların bu parametreleri farklı bulmalarıdır. Modern astronomlar sapmayı farklı buldular ve güneş yerötesinin hareket ettiğine karar verdiler, oysaki Batlamyus güneş yerötesinin sabit olduğunu söylemişti.

Prosneusis Noktası

Prosneusis noktası ile ilgili yapılan itiraz, yukarıda Ehaveyn tarafından belirlenen 6. problemdekiyle aynıdır ve Batlamyus'un Ay modelinden kaynaklanır. Bu modelde orta döndürücü felek yerötesinin, döndürücü felek merkezi ile evrenin merkezine gelince, yörünge merkezine çap olarak zıt olan prosneusis noktasını birleştiren bir çizginin uzantısı ile belirlenmesi gerekirdi. Böyle bir yeröte (apogee) Ömer Hayyam'a göre hayali bir yeröteydi ve hareketin ölçülebileceği bir referans noktası olamazdı. Ömer Hayyam'ın gerçek kaygısı ise yine de şu şekilde anlatılır:

> Döndürücü felek, çapı hayali bir çizgidir ve hayali çizgilerin Dünya'da mevcudiyet gösterecek algılanabilir hareketleri yoktur. Aynı şekilde ekliptik düzlem de hayali bir düzlemdir ve hayali düzlemler gözlemlenebilir bir hareket göstermezler. Gerçekten bu Dünya'da var olan cisimlerin dışında, hiçbir şey bu Dünya'da mevcudiyet gösteren gözlemlenebilir bir hareket göstermez.
>
> (Şukûk, s. 16)

Dahası böyle hayali bir çizginin varlığı, dolayısıyla bununla belirlenen ortalama yerötenin varlığı kabul edilse bile, bu çizginin hareketleri benimsenen prensiplere göre açıklanamaz. Çünkü bu çizgi bir Ay devrinin yarısı süresince pozitif ve negatif açılar üreterek ileri geri dalgalanmalar gösterir. Bu hareketlerin hiç biri olması gerektiği gibi sabit bir hızla hareket eden feleklerin tam devirlerinden oluşmuş gibi görünmüyordu. Ömer Hayyam bu bölümü Batlamyus'un bütün mazeretlerini inceleyerek bir eleştiri bombardımanı ile bitirir ve son olarak bu çizgileri bu şekilde hareket ettirebilecek böyle çizgi ve cisimlerin varlığını reddeder. "Eğer bu cisimler (var olmaları) imkânsız bulunduysa, o zaman döndürücü felek çapının varsayılan prosneusis noktası ile aynı çizgide hareket etmesi imkânsızdır" (s. 19).

Başka astronomların Batlamyus'un Ay modelini değiştirme girişimleri, bir şekilde prosneusis problemini ve bunu kullanmaktan kaçınma çabalarını içerdi.

Tutulmanın Limitleri

Bu bölümde Ömer Hayyam, Batlamyus'un tutulmanın limitini belirlerken kullandığı takrîbî metoda itiraz eder.

İtirazı Batlamyus'un Güneş ve Ay yarıçaplarının toplamı bir yay kullanmasınadır. Bu yay, Ömer Hayyam'ın tercih edeceği gibi ekliptik çembere değil, Ay'ın çemberine dikeydir. Hayyam, Batlamyus'un yöntem seçiminin tutulmanın başlangıcının, ortasının ve sonunun hesaplanmasına izin vermediğini söyler ve "bu yayın enlemde ve boylamda tutulmanın limitlerine karar verebileceği zannı, hiç şüphesiz açık bir hatadır" der.[7]

Ekuant Problemi

Bu bölüm, Ömer Hayyam'ın Batlamyus astronomisine en önemli eleştirisidir ve bir feleğin, merkezinden geçmeyen bir eksen etrafında Batlamyus'un zannettiği gibi düzenli bir şekilde hareket edemeyeceğini tartışır. Bu konu yukarıda 4. *problem*'de belirtildi. Ömer Hayyam kendi

---

[7] *Şukûk*, s. 23. *el-Macestî* VI, 5'teki Batlamyus'un belirttiği tutulma limitlerinin kabaca türetimi için bk. Pedersen (1974: 227 vd.)

argümanını kurmaya, Batlamyus'un ekuant meselesinde kendi dayanak noktasını ihlal ettiğinin farkında olduğunu göstererek başlıyor.

Ömer Hayyam, anlattığı diğer gezegenler gibi üst gezegenlerin de düzenli[8] hareket ettiğini belirten el-Macestî'nin dokuzuncu kitabının ikinci bölümüne işaret ederek başlıyor. Bu yüzden söz konusu bölüm *el-Macestî*'nin dokuzuncu kitabının beşinci bölümü ile kıyaslanıyor. Burada, Batlamyus üst gezegenler modelinde döndürücü felek merkezinin, anomaliyi üreten dışmerkeze büyüklük olarak eşit olan dışmerkez ile taşındığını ve ikincisi gibi aynı merkezle tanımlanmadığını belirtir (Toomer, 1984: 443). Daha sonra el-Macestî'nin dokuzuncu kitabının, altıncı bölümünde üst gezegenler modelini daha detaylı anlatır. Burada Batlamyus ekuantı etrafında döndürücü felek merkezinin düzenli hareket ettiği nokta olarak basitçe tanımlar. Aynı zamanda bu bölümde hiçbir kanıtı olmadan, yörünge merkezinin, evren merkezi ile ekuant merkezinin ortasında yer aldığını belirtir.

Ömer Hayyam buna şöyle cevap verir: "Belirttiğimiz şey üst gezegenlerin hareketi için Batlamyus'un kurduğu gerçektir ve bu çelişki gerektiren bir tasarımdır (*ma'n*^{an})" (s. 26). Çelişkinin ispatı şu şekilde yapılır: Batlamyus düzenli hareket prensibini kabul eder. Bu yüzden Güneş'in durumunda, eğer bir cisim bir nokta etrafında düzenli hareket ediyorsa başka bir nokta etrafında düzensiz hareket etmesi gerekir. Bu demek ki Batlamyus, döndürücü feleğin ekuant etrafında düzenli hareket ettiğini belirterek kendisiyle çelişkiye düşer, çünkü bu döndürücü feleğin kendi taşıyıcı yörünge merkezinin etrafında düzenli hareket etmediğini gösterir ki bu imkânsızdır.

Ömer Hayyam bu cevabın detaylarında, itirazının bu hareketlerin hayali değil gerçek cisimlerin hareketleri olması gerektiği gerçeği üzerine kurulduğunu açıkça belirtir, "çünkü hayali daireler kendi kendilerine, algılanabilir hareketler gösteremezler" (s. 28). Dahası Ömer Hayyam açıkça der ki; eğer bir cismin, bir nokta etrafında düzenli hareket etmesi bekleniyorsa, bu aynı zamanda cismin her zaman bu nok-

[8] Batlamyus'un asıl ifadesi şöyledir: "Şimdi amacımız Güneş ve Ay modellerinde yaptığımız gibi beş gezegenin de tüm görünen anomalilerinin düzenli dairesel hareket ile temsil edilebileceğini göstermektir. Çünkü bunlar kutsal varlıkların doğasına uygundur, fakat düzensizlik ve tekbiçimli olmamak (böyle şeylere) yabancıdır" (Toomer, 1984, 420).

tadan eşit uzaklıkta olması gerektiği anlamına gelir. Eğer Batlamyus'un tanımladığı bu cisimler gerçek fiziksel cisimler olsaydı, o zaman bir felek sadece merkezinden geçen bir eksen etrafında düzenli hareket edebilirdi.

Hayyam eleştirisini *el-Macestî*'nin dokuzuncu kitabının, dokuzuncu bölümündeki Batlamyus Merkür modeline kadar genişletir, çünkü bu, aynı çelişkiden zarar görür. Bu bölümü Batlamyus'un, gezegenlerin dışmerkezlerini tanımlama yöntemine şüphe güderek bitirir.

Argümanını perçinlemek için Hayyam, Batlamyus'un kendisinin bile benimsenen prensiplere aykırı hipotezler (*hârice ani'l-kıyâs*) kullandığını itiraf ettiği el-Macestî'nin dokuzuncu kitabının ikinci bölümünden alıntı yapar. Çünkü Batlamyus,

> "zaten hayali dairelerin hareket varsayımlarının, benimsenen prensiplere aykırı olduğunu biliyordu, dolaysıyla hayali çizgilerin varsayılan noktalar etrafında hareket etmesi de hayaldir. Döndürücü felek çapının uzak merkez (mesela EKUANT) etrafındaki hareketleri aynı zamanda (benimsenen) prensiplerle çelişiyorsa, bu çapı bir cismin etrafında hareket ettiren bir cismin varsayımı da aynı zamanda (benimsenen) prensiplere terstir, çünkü dayanak noktalarıyla (*el-usûl*) çelişir. Bunun yanı sıra Batlamyus'un beş gezegenin hareketi için yaptığı düzenleme de (benimsenen) prensiplere terstir. Daimi, düzenli ve değişmeyen gezegen hareketlerinin (benimsenen) prensiplere zıt olması imkânsızdır. Şüphe götürmeyen varsayımlara dayanan, doğru prensiplerden başka bir şeye düzenli, daimi ve değişmeyen hareket yüklemek müsaade edilebilir bir şey değildir. Böylece durum netleşir. Şu ana kadar gösterdiklerimizden Batlamyus'un beş gezegen için yaptığı yapılandırma yanlış (*bâtıle*) bir yapılandırmadır. Çünkü bu yapılandırma, gezegen hareketlerinin aralıksız hareket eden daimi, düzenli olduğu çelişkisiz ve şüphe götürmeyen bir doğru yapılandırma olmalıdır, ancak Batlamyus'un yapılandırması böyle değildir."
>
> (Şukûk, s. 33–4)

Enlemde Hareket

Ömer Hayyam'ın enlem teorisine itirazı, *el-Macestî*'nin on üçüncü kitabının birinci bölümünden bir alıntı ile başlar. Bu bölüm, enlemdeki iç gezegenlerin hareketlerini inceler. Bunu Batlamyus'un ifadelerinin

Ömer Hayyam tarafından yapılan bir özeti takip eder ve şöyle sonuçlanır:

> "Bu bir imkânsızlıktır (*muhal fâhiş*) ve daha önce belirttiği uzaydaki hareketler ile doğrudan çelişkilidir. Batlamyus bu hareketleri devamlı, düzenli ve ebedi olarak tanımladı, fakat bu hareketler ancak bu şekilde hareket eden cisimlere ait olabilir ve algılanabilir hareket ancak gerçekte var olan cisimlere aittir."
>
> (Şukûk, s. 36)

Ayrıca, taşıyıcı yörüngenin bulunduğu eğimli düzlemlerin hareketleri istikamete ters olduğu için Ömer Hayyam, Batlamyus'un gerçekte aynı cismin iki ayrı doğaya sahip olduğunu söyleyerek büyük bir hataya düştüğü sonucuna varır. Böylece benimsenen prensiplere ters olan uzaydaki bazı değişiklerin sinyalini verir.

Sonuç

el-Macestî eleştirisinin sonuç bölümü, Batlamyus'un neyi, neden söylediğini aksettiren bir demeçtir. Bu demeçte Ömer Hayyam, bu çelişkilerin her insanın düşebileceği dikkatsizlik sonucu gerçekleşmiş olabileceğini söyler. Bu anlamda Batlamyus bazı yönlerden mazur görülebilir, fakat bile bile çelişkiye düştüğü noktalarda mazur görülemez. Bunu kanıtlamak için Batlamyus aslında çelişkileri kabul etmeye niyetliydi. Ömer Hayyam *el-Macestî*'nin dokuzuncu kitabının, ikinci bölümünün meşhur paragrafından alıntı yapar. Batlamyus burada benimsenen prensiplere (*hârice 'ani'l-kiyâs*) aykırı şeyler kullanmak zorunda olduğunu ve kanıtını hayali daireler kullanarak gösterdiğini söyler. Daha sonra Batlamyus'un ana problemini, üst gezegenlerin yapılandırması problemlerinden ayırır. Bu gezegenlerin hareketlerinin hayali dairelere ve çizgilere dayandığını belirtir. Gerçek cisimlerin varlığı kabul edilince çelişki daha açık görülür.

Ömer Hayyam, bu kurgulamanın hayali olduğunu ve bunların gerçek gezegenlerin davranışlarını etkileyemeyeceklerini savunan birinin savını bile kabul etmez, çünkü var olan cisimlerin hareketlerini anlatmak için çelişkili bir yapılandırmaya gerek yoktur. Batlamyus'un sonuçlara nasıl bir yöntemle ulaştığını söylemeden, gezegenlerin hareketlerini doğru anlattığını söylemesi mazur görülemez.

Öncelikle yaptığı yapılandırmanın doğru olmadığını ve doğru olanı da henüz anlamadığını itiraf etmeliydi. Ancak bu şekilde mazur görülebilirdi.

Bu bölüm Ömer Hayyam'ın, Batlamyus'un gezegen modellerinin özetlemesi ile devam eder. Söz konusu bölüm *el-Macestî*'de (*Şukûk*, s. 39–41) anlatılan modellerin doğrudan tercümesidir ve şunları söyleyerek sonuçlanır:

> "Batlamyus kendi gözlemleri ve kendisinden önce gelenlerin gözlemleriyle tasdik ettiği bütün hareketleri bir araya getirdi. Daha sonra bu hareketleri gerçekleştirebilecek gerçekten var olan cisimlerin yapılandırmasını araştırdı fakat gerçekleştiremedi. Arkasından bu hareketlerin bazılarının gerçek cisimlerde gerçekleşebilme ihtimaline rağmen, hayali daireler ve çizgilere dayanan hayali bir yapılandırmaya başvurdu. Bu yönteme başvurdu çünkü başka bir yöntem geliştiremedi. Fakat Batlamyus'un hayal gücüne göre belli bir şekilde hareket eden bir cisim düşünülse de, uzayda hayaline benzer şekilde hareket eden bir çizgi bulunduğunu göstermez. Ayrıca uzayda bir daire ve onun etrafında dönen bir gezegen düşünülse de, (gerçek) gezegenin bu daire etrafında gerçekten döndüğü düşünülemez. Bu böyle kabul edilince, Batlamyus'un varsaydığı beş gezegen yapılandırması, yanlış bir yapılandırma (*hey'e bâtıle*) olur. Batlamyus bu yapılandırmanın yanlış olduğunu biliyordu fakat başka bir şey tasarlayamadığı için bunu kullanıyordu. (Gerçek) gezegenlerin hareketlerinin, (gerçekten) var olan cisimler için doğru yapılandırması vardır ama Batlamyus bunu ne idrak edebildi ne de yapabildi. Çünkü var olan cisimlerde doğru bir yapılandırması olmayan hareketin, düzenli, algılanabilir ve sürekli olduğu doğru değildir."
>
> (Şukûk, s. 41-2)

Gezegengenlere Dair Faraziyelerle İlgili Şüpheler

Ömer Hayyam, *Planetary Hypotheses*'te (Gezegenlere Dair Faraziyeler) ortaya çıkan şüphelerinde, bu metinle *el-Macestî* arasındaki farklılıkları numaralandırır. Mesela *el-Macestî*'de otuz altı olarak belirlenen gezegen hareketlerinin, *Planetary Hypotheses*'te yirmi altı olarak belirlendiğini söyler.

Daha sonra *Planetary Hypotheses*'in ilk kitabında, döndürücü feleğin hareketlerini anlatırken Ömer Hayyam, Batlamyus'un metnini eksik buldu çünkü *el-Macestî*'te bahsedilen enlemdeki döndürücü feleği taşıyan 'küçük daireleri' içermiyordu. Ayrıca gezegenin enlemde nasıl hareket etmesi gerektiğine dair bir açıklama da yoktu (*Şukûk*, s. 43–4).

Hayyam, Batlamyus'un *Planetary Hypotheses*'in ilk kitabında sadece yanlış bir yapılandırma anlatmadığını, aynı zamanda gezegenlerin enlemsel hareketleri ile ilgili gözlem sonucu elde edilenlerle ve hatta *el-Macestî*'te bulunanlarla da çeliştiği sonucuna varır.

Gezegen hareketlerinin sebeplerini (*i'lal*) incelerken *Planetary Hypotheses*'in ilk kitabında, bu gezegenlerin her birinin iki şekilde hareket ettiğini önerir; 'biri gönüllü (irâdiye), diğeri zorunlu (yuztarru ileyha)' (Goldstein, 1976b, 26, II. 16–18). *Planetary Hypotheses*'in (Gezegenlere Dair Faraziyeler) ikinci kitabında şöyle söylemeye devam eder: "Nicelik ve çeşit açısından farklı bu çeşitli hareketlerin her biri, bazı kutupların çevresinde hareket eden cisimler olmalı. Bu hareketler öyle bir şekilde oluşur ki dışardan hiçbir zorlama ile yapılamaz." (*Şukûk*, s. 45–46).

> 32, 33, 42, 331, 339, 365 "Eğer bunlar daha önceki (*el-Macestî*'deki) gibi açıklanacaksa, o zaman aynı imkânsızlık yaratılacak. Eğer bu şekilde açıklanmazsa Batlamyus bu konuda (burada bahsetmeyerek), ya da el-Macestî'de bahsederek hata yaptı."
>
> (Şukûk, s. 58)

Aynı şekilde Batlamyus *Planetary Hypotheses*'te, iç gezegenlerin eğimli düzlemlerinde dalgalanan hareketlerinden *el-Macestî*'de olduğu gibi bahsetmedi.

Dahası Batlamyus Ay'ın feleklerinden bahsederken prosneusis noktasının hareketini hesaba katmadı. Fakat *el-Macestî*'te Ay'ın hareketlerini anlattığı bölümde prosneusis noktasının hareketinden bahsetmişti.

Batlamyus *Planetary Hypotheses*'in son kısmında, gezegenlerin onları hareket ettirecek başka bir cisme gerek duymadan, kendi kendilerine hareket edebileceklerini kabul etti. Fakat Ömer Hayyam buna, bir gezegenin bir yeri boşaltıp başka bir yeri doldurabilmesi için uzayda boşluğa ihtiyaç olduğunu söyleyerek cevap verir. Daha sonra hareketin bir yuvarlanma olduğuna itiraz eder ve şunları söyleyerek sonuçlandırır:

"Fakat Batlamyus gezegenlerin onları hareket ettirecek herhangi bir cisme gerek duymadan, kendi kendilerine hareket etmelerinin mümkün olduğunu düşünüyorsa, o zaman feleklerin yanı sıra gezegenler için önerdiği tüm feleksel kabuklar geçersiz sayılır".

(Şukûk, s. 62)

Bu bölümü el-Macestî'nin eleştirisindeki gibi şunları söyleyerek sonuçlandırır.

"Batlamyus varsaydığı ve oluşturduğu koşullardan doğan imkânsızlıkları biliyordu ya da bilmiyordu. Eğer bunları, bu imkânsızlıkları bilmeden kabul ettiyse, o zaman mesleğinde yetersizdi ve bunu hayal etmekte ve bunun için tasarladığı yapılandırma teşebbüslerinde yanlış yola sevk edilmiştir. Bu yüzden de suçlanmayacaktı. Fakat kaçınılmaz sonuçları bilirken, daha iyi bir çözüm tasarlayamadığı için bunları kurduysa ve (bunların üzerinden) devam edip, bile bile bu çelişkiye düştüyse o zaman iki kez yanılmıştır: ilk yanılgısı bu imkânsızlıkları yaratan tasarımları kurması; ikincisi ise bunun hata olduğunu bile bile yapmasıdır. Dürüst olmak gerekirse bütün bunlar göz önüne alındığında, Batlamyus eğer daha iyi bir model üretebilse, sonuçtaki imkânsızlıklarla yaptığı tasarımlara başvurmayacak, bunları kabul etmeyecekti. Gezenler için bütün bu imkânsızlıklardan bağımsız bir tasarım yapacaktı.

Şüpheye yer bırakmayan şey ise, var olan, sistematik, bu imkânsızlık ve çelişkilerin hiç birini gerektirmeyen gezegen hareketleri yapılandırmasının varlığıdır. Fakat bunlar Batlamyus'un tasarlandığından farklıdır. Batlamyus ne bunları idrak edebildi, ne de hayal gücünü bunlarla meşgul etti."

(Şukûk, s. 63–4)

Bu kınama yeterli değilmiş gibi, Ömer Hayyam okuyucuya bir kez daha Batlamyus'un *Planetary Hypotheses*'te *el-Macestî*'de enlemsel hareketi açıklamak için kullandığı 'küçük dairelerden' bahsetmeyi ihmal ettiğini hatırlattı. Batlamyus feleksel kabuklar modelini benimserse bunun yol açacağı çelişkileri bildiği için ya da bu durumda söz konusu olan ilave feleklerden kaçınmak istediği için Hayyam, Batlamyus'un böyle de yapmadığını tahmin ediyordu. "Bu (enlemsel) hareketlerle ilgili sessiz kalmanın, bunların gerektirdikleriyle çelişkiye düşmekten daha iyi olduğunu gördü"

(Şukûk, s. 64)

'el-Istidrak 'alâ Batlamyus' Adlı Eserin İçeriği

Henüz tam olarak tespit edilemediği için, elde bulunan bilgilere göre bu eserin yazarı ve kendisi ile ilgili çok az şey biliyoruz. Ancak aynı yazarın şu anda Haydarabad'daki Dâiretü'l-Meârifi'l-Osmaniye Kütüphanesi'nde bulunan risalesi *Kitabu'l-Hey'e*'den öğrenebildiğimiz kadarıyla, yazarın 11. yüzyılda yaşadığını çıkarabiliyoruz. Bu eserde ünlü İspanyol astronom Zarqâel'den (ya da Zerkallî, ö. 1099) çalışma arkadaşı olarak bahseder. Yazar aynı zamanda yılını belirtmeden, eserlerinden birinde Toledo'da kullanılan aleti anlattığından bahseder.

Kitâbu'l-Hey'e'nin yazarı, Batlamyus'un söylediklerinde itiraz edilebilir noktalar bulduğunu söyledi. İtirazlarını, yazdığı giriş metnine katmak istemediğini çünkü *el-Istidrak 'alâ Batlamyus* denilen kitabını zaten bu eleştiriler üzerine yazdığını açıkça belirtti.

Bu kitaptan bahsediş şekli, içermesi gerektiği konular hakkında oldukça açıklayıcıdır. Endülüs'te Toledo'da bulunan aletin hatasından bahsederken şunu söyler: "Alet onu gözlemleri için kullanan adamların belirlediği (konum) ile uyum içinde kuruldu. Zarqâel olarak bilinen Ebû İhsak İbrahim b. Yahya bunu bana kendisi söyledi" (vr. 15^{c}). On altıncı yaprakta (vr. 16^{b}) yazar *el-Istidrak 'alâ Batlamyus* denen bir kitap hazırladığını söyler. Güneş yerötesinin tartışırken, yerötenin 'Me'mun' zamanında ve Gemini'nin yirmi beş derecesi ve bir derecenin üçte ikisi kadarı' olduğunu söyler. Bu konulardan *el-Istidrak*'ta bahsetmek daha iyi olur" der (vr. 41^{a}).

Yazar Ay'ın hareketlerini tartıştığında şunu söyler: "Bu konularda Batlamyus'a çeşitli açılardan karşı çıkabilirim fakat bundan daha basit (?) bir şeyde bunlardan bahsetmeliyim ve eğer Allah izin verirse *el-Istidrak*'ta bahsedeceğim." (vr. 48^{b})

Sonuç olarak gezegen yerötesini tartışırken şunları söyler: "Bu beş gezegenin boylamlarının hareketlerinin her yüzyılda bir, bir derecede yer aldığını buldu. Hâlbuki daha yakın (astronomlar) her altmış altı yılda bir derece olduklarını buldular. Bu farklılığın sebebinden *Kitâbu'l-Istidrak*'ta bahsedeceğiz" (vr. 68^{b}).

BATLAMYUS'UN GEZEGEN MODELLERİNİN ALTERNATİFİ

Yukarıda bahsedilen iki tenkitçi eser, şu anda bilinen bu tür yazının temsilcileridir. Fakat bu, tenkitçi faaliyetlerin kapsamının bunlarla sınırlı olduğu anlamına gelmez. Aynı zamanda diğer eleştirilerin bunlar kadar etkili olmadığı anlamına da gelmez. Daha sonraki yüz yıllarda yazılan, gözden geçirilmiş eserlere bakarak diyebiliriz ki, Ömer Hayyam'ın eleştirileri diğer astronomlar tarafından çok ciddiye alınmış ve birden fazla astronom alternatif modeller bulmayı kendilerine görev edinmişlerdi. Bu alternatif modeller Batlamyus astronomisini şaşırtan çelişkilerden bağımsızdı.

Bu noktada zaman ve mekân bağlamında bu eleştirilere verilen cevapları, Endülüs Okulu ve Doğu Okulu olmak üzere ikiye ayırmak gerekir. Eleştirilere verilen bu cevaplar aynı zamanda Batlamyus'un modellerine alternatif olarak kurulan gezegen modelleri teşebbüslerinde yer aldı.

Endülüs Okulu

İstidrak'in yazarı, adı bilinmeyen Endülüs astronomu, onun çalışmalarını devam ettiren ve eleştirilerini ekleyen bir astronomlar okulunun öncüsüdür. Bu astronomların hepsi Batlamyus modelini yeniden yapılandırmaya çabaladılar. Câbir b. Eflâh (ö. 12. yüzyıl ortası), Bitrûcî (yaklaşık 1190) ve İbn Rüşd (ö. 1198) eserlerinde Batlamyus'un modellerini eleştiren ve incelemeye maruz kalan isimlerden bir kaçıdır.[9]

Câbir b. Eflâh'ın eseri olan *Islâhu'l-el-Macestî*'nin (el-Macestî'nin Düzeltmesi) en büyük katkısı, Câbir'in 'hata' dediği problemlerin bazılarını ondan on beşe kadar sıralamasıdır. Bu şekilde okuyucunun Batlamyus'un metnindeki zorlukları ve hataları basamak basamak anlamasını sağlar. Örneğin bu zorluklardan biri, el-Macestî'teki gezegen uzaklıklarının ele alınış tarzıdır, çünkü Batlamyus'un değerlerine göre

[9] Câbir b. Efâh'ın eseri henüz tam olarak analiz edilmedi. el-Bitrûcî'nin eseri Goldstein tarafından yayınlandı (1971) ve İbn Rüşd'ün eseri, el-Bitrûcî'nin eseri ile bağlantılı, ilk olarak Gauthier tarafından (1971) ve daha yakın bir zamanda da Sabra tarafından (1984) analiz edildi.

en azından Venüs, Güneş'in üzerinde yer almalıdır.[10] Câbir bu zorluğa işaret ederek, hesaplamalarına göre hem Venüs hem de Merkür'ün Güneş'in üzerinde yer alması gerektiğini belirtir.[11]

Câbir'in Venüs ve Merkür'ün Güneş'in üzerinde yer alması konusunda ana tartışması şu şekildedir. (1) Batlamyus Güneş'in yaklaşık üç dakikalık yay değerinde paralaks gösterdiğini, Venüs ve Merkür'ün gözlemlenebilir paralaks göstermediğini itiraf eder. Câbir'e göre bu, Güneş'ten uzak oldukları ve Güneş'in üzerinde uzay feleklerinin düzenlenmesinde yer aldıkları anlamına gelir. (2) Câbir, Batlamyus'un Venüs ve Merkür'ün döndürücü felek yarıçapları arasındaki oran ve yörünge değerini kullanır. Eğer bu değerler ciddiye alınsaydı, Venüs ve Merkür altı ile on dakikalık bir paralaks göstermek zorundaydı ki bu, Güneş paralaksının iki katıydı.

Câbir Batlamyus'un tüm metnindeki gezegenlerin feleklerinin bağıl uzaklıklarından bahsettikten sonra, şu şekilde açıklar: "Ben bu adama çok şaşırıyorum ve aklım karışıyor, çünkü bu adam farkında olmadan kendisiyle çelişiyor gibi görünüyor" (vr. 78^a).

Gezegenlerin belli uzaklıkları kesin olarak belirlenemediğinden, gezegen feleklerinin bağıl uzaklıkları problemi Orta Çağ boyunca tartışılabilir kaldı. Aşağıda göreceğimiz gibi bu sorun diğerlerinin arasında Bitrûcî ve Müeyyedüddin el-Urzî (ö. 1266) tarafından ele alındı.

Ömer Hayyam gibi Bitrûcî'ye göre de, Batlamyus astronomisinin ana problemi yeterince Aristotelesçi olmamasıydı. Fakat Aristotelesçi mantığa göre dış merkez hareketini kabul edilebilir gören Ömer Hayyam'ın tersine, Bitrûcî bunları geleneksel Batlamyus anlayışına göre düşündüğünde, dış merkeze ve döndürücü feleğe bile müsamaha göstermez. Asıl ilgisi evrenin, diğer bütün noktaların etrafında döndüğü bir noktası olduğuydu. Bu nokta sabitlenmeli ve dünyanın merkezi ile örtüşmeliydi. En kusursuz Aristotelesçi tutum Bitrûcî'nin hocası İbn Tufeyl (ö. 1185) tarafından savunuldu. İbn Tufeyl böyle bir astronomiyi anlatan bir kitap yazacağına söz vermişti, fakat bu sözünü gerçekleştirmiş gibi görünmüyor.

---

[10] Batlamyus modelindeki gezegenler probleminin tam bir açıklaması için bk. Swerdlow (1968).

[11] Escurial Ms. Arab, 910, vr. 78^a-79^b.

Bu girişimler daha sonra Bitrûcî'nin eseri *Kitabu'l-Hey'e* (Astronomi Üzerine Kitap) ile devam etti. Bu kitap, bu biçim astronomiyi geliştirmek için yazılmıştı. Girişimler daha sonra itirazlarını nitelikli bir şekilde kaydeden İbn Rüşd tarafından (özellikle Aristoteles kozmosuna yorumlarıyla) devam ettirildi.

Bitrûcî'ninki gibi önerilen yeni yapılandırmalar Batlamyus'un gözlemsel ve analitik sonuçlarını çoğaltamadıkları için bütün bu faaliyetler uygulanabilirlik ve kapsam açısından sınırlı kaldı. Bu yüzden Batlamyus'un geçerli gözlemlerine uyması ve modellerinde muhafaza edilen olayları muhafaza etmesi koşuluyla, Batlamyus'un kusurlardan sakınan yeni modellere ihtiyaç vardı.

Bu manada asıl gelişme 11. yüzyılın başlarında İslam dünyasının doğu tarafında oldu. Burada Batlamyus'un problemlerini ayırıp, bunları Aristoteles sisteminin temel prensipleri ile uyumlu hale getiren yeni teknikler uygulayan astronom nesiller birçok şey başardı.

Doğu Okulu

Burada bahsettiğimiz Doğu Okulu literatürde 'Merega Okulu'[12] olarak bilinir. Çünkü Batlamyus modelleri üzerinde çalışmayan o dönem astronomlarından biri hariç hepsi, 13. yüzyılın bir kısmında modern İran'ın kuzeybatısındaki Merega Okulu'nda çalıştı. Fakat biz bu faaliyet hakkında daha çok şey bildiğimiz ve bunun Merega Okulu ya da 13. yüzyıl ile kısıtlı olmadığını bildiğimiz için, bu bölgenin İslam İmparatorluğu'nun faaliyeti ile Endülüs Okulu'nun faaliyetlerini kıyaslayabiliyoruz.

Şans eseri Doğu Okulu'nun faaliyetleri biraz bağımlıdır ve bu yüzden aynı geleneğe bağlı olarak tanımlanabilir. Bu okul astronomlarının Aristoteles ve O'nun evrenin yaratılış teorisine karşı genel tutumları, Endülüs'teki batılı arkadaşlarının tavrından çok farklıydı. Endülüslüler dışmerkez ve döndürücü feleğin kabul edilemezliğiyle ilgileniyordu, çünkü bunlar bütün dairesel hareketlerin etrafında oluşacağı kitle merkezini belirleyen Aristoteles'in evrenin merkezi prensiplerini ihlal edi-

[12] Örneğin krş. Kennedy ve diğerleri (1983).

yordu. Doğulu astronomlar ise bunun aslında yapay bir problem olduğunu düşünüyorlardı. İbnü'ş-Şâtır bu durumu şöyle ifade eder:

> "Döndürücü felek gibi yeryüzü etrafında dönmeyen küçük feleklerin varlığı dokuzuncu felek dışında imkânsız değildir. Bunun kanıtı şudur; her felekte bir gezegenin varlığı, sekizinci felekteki, her biri (gezegen ya da yıldız) bazı gezegenlerin döndürücü feleğinden büyük olan çok sayıda yıldıza (benzerdir) ve (yıldızlar için) gezegen (uzaydaki) felekten farklıdır. Döndürücü felek ve bunun gibi şeylerin varlığı kabul edilemez. Bunun sayesinde anlıyoruz ki (uzaydaki) feleklerin değişik şekillerde derlemeleri (*fîhâ terkîb*^{un} *mâ*) vardır ve kesinlikle en basit (*basît mutlak*) olanı dokuzuncu felektir, çünkü bir gezegen (veya yıldız) ya da böyle bir şeyin varlığında bunu düşünmek imkânsızdır.[13]

İbnü'ş-Şâtır aynı düşünceyi, şu ifadelerle dile getirir:

> "Onlar (astronomlar) döndürücü felek ve benzerleri gibi evrenin merkezini çevrelemeyen küçük feleklerin hareketleri konusunda görüş ayrılığına düştüler. Varsayılan herhangi bir istikamete hareket edebileceğini kabul ettiler, çünkü döndürücü feleğin yüksek ve alçak yarıları olduğunu gösterdiler.

Yüksek yarıda levhalar doğrultusunda hareket ederse, alçak yarıda tersi yönde hareket eder; alçak yarıda levhalar doğrultusunda hareket ederse de yüksek yarıda tersi yönde hareket eder. Hareketi zorla (*kasrîyye*) ya da kazara (*araziyye*) değil, doğaldır (*tabî'iyye*). Ayrıca dokuzuncunun (*feleğin*) dışında döndürücü feleğin olabileceğine katıldılar çünkü feleklerde gezegenler görürüz. Bir felekte gezegenin varlığı derleme çeşitlerine (*terkîb*^{un} *mâ*) işaret eder. Her kim feleklerin tamamen basit olduğunu, bu yüzden döndürücü feleklerin var olmadığını ve merkez etrafında olmayan her hareketin basit olmayacağını söylerse, döndürücü felek hareketlerinin varlığının ispatlandığını söylerim. Eğer bu kesin bir kanıtla (*burhânı kat'î*) kanıtlanabilirse o zaman, feleklerin derlemeleri ve basit olmadıkları kanıtlanabilir. Benim görüşüm dokuzuncu felek dışında, feleklerin elementlerden değil, basit (*özlerden*) oluştuklarıdır".[14]

---

[13] İbnü'ş-Şâtır, *Nihayatü's-Sûl*, Boldlein Kütüphanesi Ms., Marsh 139, vr. 4^{a}.
[14] A.g.e., vr. 10^{b}.

Bu yüzden Doğu Okulu'nun problemi, Batlamyus'un gözlemlerini koruyan ve olayları muhafaza edip fiziksel ve matematiksel olarak uyumlu olmasının sağlayan modeller tasarlamaktı. Başka bir deyişle asıl ilgileri fiziksel feleklerin hareketini tanımlayan modeller bulmaktı. Bu felekler çeşitli gezegenleri matematiksel ve geometrik terimler kullanarak ve matematiksel raporların fiziksel varsayımlarla çelişmemesini sağlayarak taşır.

Doğu Okulu'nda başlayan araştırmanın genel dürtüsü literatürde genellikle felsefî doğa olarak bilinir, çünkü genel olarak Batlamyus'un bütün gözlemsel sonuçlarını kabul eder ve Batlamyus modeline sadece felsefî açıdan itirazlarda bulunur.

Başka bir makalede, İbnü'ş-Şatır'ın Güneş modelinin gözlemsel düşüncenin yanı sıra felsefî düşünce tarafından motive edilen tek model olarak göründüğünü tartıştım (Salibe, 1987a). Bu makalede İbnü'ş-Şâtır'ın gözlemlere karşı tutumunu ve Güneş modelinin gözlemsel sonuçları ile tasarlanması biçimini tartıştım. Ayrıca bunun Batlamyus modeline felsefi bir itiraz olmadığı önerildi. Gördüğümüz gibi bu hiçbir şekilde felsefi bir itiraz değildi. Aslında Batlamyus'un Güneş modelini itiraz edilebilir bulan ya da bu modele bir alternatif öneren başka bir astronom tanımıyorum. Yine de Doğu astronomlarının genel faaliyetlerini takip edebilmek için, İbnü'ş-Şatır'ın Güneş modelini bir kenara ayırabilirim çünkü içeriği ve tek Güneş modeli olması açısından eşsiz bir modeldi. Batlamyus'un Güneş modeline karşı tartışmanın genel çerçevesini belirledi ve ardından kendi modelini tanımladı. Ekonomi açısından ve materyal israfından kaçınmak için, diğer gezegen modelleri, her gezegen için önerilmiş alternatif modellerin kronolojik gelişimi içinde konusal biçimde işlenecek.

İbnü'ş-Şâtır'ın Güneş Modeli

Batlamyus'un Güneş Modeli (şekil 3.1) dış merkez modeli ya da döndürücü felek modeli olarak düşünüldü. Her iki alternatif de felsefi yönden kabul edilebilir, çünkü fiziksel cisimlerin davranışlarını gerçekten tarif ediyorlar. Fakat Güneş teorisini başka bir yönden ele aldığımızda, Batlamyus her uzaklıkta Güneş'in görünen diskinin aynı büyüklükte, 0;31,20°olduğunu bu yüzden de Ay yeryüzüne maksimum uzaklıktayken, bu değerin Ay diskine eşit olduğunu farz eder. Bu varsayım doğal olarak bir taraftan Güneş'in dışmerkezinin görünen Güneş çapı

üzerinde önemsenmeye değmez bir etkisi olduğunu ifade eder ve diğer taraftan yıllık tutulma ihtimalini reddeder. İlk ifade açıkça yaklaşık bir ifadedir ve ikincisi de gözlemlerle çelişir.

Ne yazık ki, İbnü'ş-Şâtır'ın Batlamyus'un varsayımlarına karşı çıktığı açık bir ifade elimizde yok. Fakat *'Nihayatü's-Sûl*'da (Son Ziyaretçi)[15] söylediklerine göre İbnü'ş-Şâtır'ın Batlamyus'a zıt olarak yıllık tutulmayı kabul ettiğini biliyoruz (vr. 38^b). Sadece *Nihâye*'de yer alan gözlemsel sonuçlarından yine Batlamyus teorisine zıt olarak görünen Güneş diskinin değişken olduğunu düşündüğünü biliyoruz. Şâtır okuyucusunu başka bir metni *Ta'lîku'l-Ersâd*'a (Gözlemler Üzerine Söylev) yönlendirir. Bu metinde gözlemlerin detaylı olarak analiz edildiği düşünülür. Üzülerek belirtelim ki, *Ta'lik*'in kendisi henüz bulunamadı ve kaybolduğu düşünülüyor.

Nihâye'de en azından iki yerde (vr. 12^a, 41^b) İbnü'ş-Şâtır Güneş'in görünen büyüklüğünün çapını şöyle belirtir:

Yerötede	0;29,5°
Orta uzaklıkta	0;32,32°
Yerberide	0;36,55°

Bu gözlemsel raporları bildirirken, kendisini *'taharrara bi'r-rasd*' ve *'hakkaktu zelike bi'r-rasd*' gibi ikisi de 'gözlemle doğrulanmış' anlamına gelen farklı ifadelerle belirttiğinin kanıtıdır.

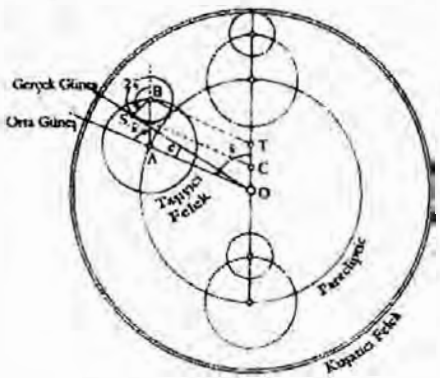
Farklı bir bağlamda (vr. 3^b) aynı zamanda Güneş'i mevsimlerin ortasında gözlediğini ve dışmerkezliliğinin bir özelliği olarak maksimum Güneş denklemini Batlamyus tarafından verilen değerden farklı bulduğunu söyler. İbnü'ş-Şâtır'ın maksimum denklemi 2;2,6° ki bu Batlamyus tarafından verilen 2;30'luk kısmın yerine yaklaşık 2;7'lik bir dışmerkezlilik belirtir.

İbnü'ş-Şâtır'ın gözlemsel yönteminin detaylarını bilmediğimiz sürece bu raporların makullüğü ve doğruluğu üzerine yorum yapmaktan sakınmalıyız. Sadece Şâtır'ın kendini sonuçlarının aslında Batlamyus'unkinden daha doğru olduğuna ve bu sonuçlar Batlamyus modeline uymadığı için bunların uydurulabileceği yeni bir model gerektiğine inandırdığını belirtiyoruz. Bu yüzden yapmamız gereken şey, daha küçük maksimum değeri yerleştirebilmek için, Batlamyus'unkinden daha

[15] Yazar İbnü'ş-Şâtır'ın bu metninin eleştirel bir basımını tamamladı ve şu anda yayına hazırlanmaktadır. Yine de burada verilen referans Bodlein İslam elyazmasıdır Marsh 139.

az dışmerkezlilik etkisi olan bir model tasarlamaktı. Fakat aynı zamanda Güneş'in 0;36,55° açıda görünmesi için yeryüzüne çok daha yakın hareket etmesine ve 0;29,5° açıda görünebilmesi için yeryüzünden çok daha uzak hareket etmesine izin vermek zorundaydı. Maksimum boyutun minimum boyuta oranı yaklaşık 0;36, 55/0;29, 5 = 1.26934 olmalıdır.

İbnü'ş-Şâtır bunu yapmak için Güneş modelinde aşağıdaki (şekil 3.9) daireleri varsaydı. (1) Parekliptik dediği 60 yarıçaplı bir daire. Gözlemcinin bulunduğu dünyanın merkezi O noktası eşmerkezlidir ve Güneş'in günlük orta hareket hızı ile aynı hızda, yani 0;59, 8, 9, 51, 46, 57, 32, 3° günlük hızla levhalar doğrultusunda hareket eder. Bu parekliptik daire başka küçük bir daire taşır. (2) Yörünge denilen, 4;37 yarıçaplı, ilk 60 yarıçaplı daire ile aynı takımda yer alan daire.



Şekil 3.9

İkinci daire kendi merkezinde ilki ile aynı hızda fakat farklı yönde hareket eder. Böylece AB çizgisini her zaman OCT'ye paralel tutar ve dışmerkez OT'yi A merkezli bir döndürücü feleğe transfer ederek (şekil 3.9'da olduğu gibi) aynı etkiyi yapar. (3) Yönetici denilen üçüncü daire 2;30 yarıçapa sahiptir ve levhaların tersi yönde yörünge tarafından taşınır fakat kendi merkezinde ilk feleğinkinin iki katı hızla, zıt yönde hareket eder. Üçüncü felek Güneş gövdesi S'yi taşır. Şimdi S (daha sonra tartışacağımız) Urzî'nin ön kuramına göre C noktası etrafında sabit hızla hareket eder. Son olarak tüm bu daireler kuşatılmış (*eş-Şâmil*) denilen (4) son daire içine yerleştirilmiştir. Bu daire güneş yerötesi ile aynı hızda ve her 60 Acem yılında 1° olarak bulunan levhaların yönünde hareket eder.

Bu modelin etkisi Güneş S'nin C noktası etrafında düzenli hareket etmesine izin vermektir. Örneğin dışmerkezlilik OC= 4;37-2;30=2;7 yani Batlamyus dışmerkezliliği 2;30'dan daha küçük olur, böylece Batlamyus'unkine yakın olan boylamların daha sonra maksimum denklem için düzeltilmesini sağlar. Fakat Batlamyus modelinin tersine, İbnü'ş-Şâtır, Güneş çapının görünen büyüklüğü gözlemleri tarafından tahmin edilen değere çok yakın olan,

$$\frac{67;7}{52;53}=1.26914$$

büyüklükte, Güneş diskinin görünen büyüklüğü konusunda çeşitliliğe müsaade eder. İbnü'ş-Şâtır ek bir yarar olarak, modelinin daha başka bir avantaj sağladığını çünkü orta hareket için bütün açıların Batlamyus modelinde olması gerektiği gibi dışmerkezin etrafında değil, gözlemcinin bulunduğu O noktası etrafında ölçüldüğünü belirtir.

Ay Modelleri

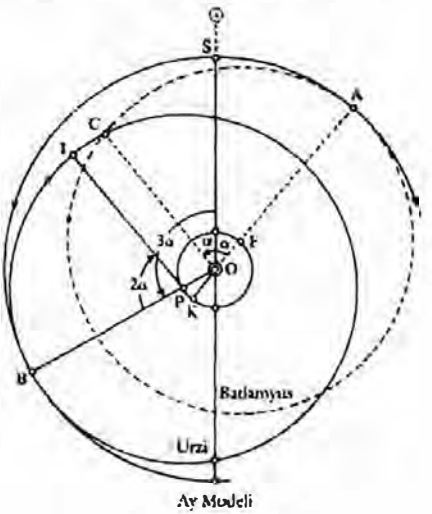
Yukarıda (Şekil 3.2'de) gördüğümüz gibi Batlamyus'un Ay modeli iki açıdan çelişkilidir: (1) Yörünge feleği hareketinin imkansızlığı (*muhal*). Batlamyus'a göre bu hareket olması gerektiği gibi kendi merkezi etrafında değil, eşit yaylar, eşit zamanda evrenin merkezi etrafındadır. (2) Döndürücü felek çapının kendi yörünge merkezine doğru değil, her zaman prosneusis noktasına doğru yönlendirilmesine izin veren bir mekanizmanın geçersizliği.

On üçüncü yüzyılın astronomi ile ilgili reformları alternatif Ay modelleri için çeşitli öneriler içerirdi. Böyle bir alternatif Şamlı astronom Müeyyedüddin el-Urzî tarafından (ö. 1266) 1259'dan biraz önce önerildi.[16]

[16] Urzî'nin eserinin tarihi için bk. Saliba (1979a). Metnin baskısı için bakınız, el-Urzî, Mueyyedüddin, *Kitabu'l-Hey'e (Tarihu 'ilmu'l-feleki'l-'Arabî)*.

Urzî'nin Ay Modeli

Urzî ilk imkânsızlıktan kaçınmak için Batlamyus'un eğimli feleğinin hareket yönünün ters çevrilmesi gerektiğini söyler, böylece levhaların tersi yönünde değil, onlarla aynı yönde hareket edecekti. Bu yeni düzenlemede (Şekil 3.10) taşıyıcı yörüngenin yerötesi levhaların sırası yönünde, B noktasına doğru taşınacak. Dahası Urzî eğimli feleğin hareketinin Batlamyus modelinde olması gerekenini üç katı kesin bir değerde olması gerektiğini söyler. Eğimli felek evrenin merkezi ile eşmerkezli olduğundan, bu $\overline{SOB}$ açısının $\overline{SOA}$ açısının üç katı olması demektir.



Şekil 3.10

Tüm yörünge eğimli felek ile aynı yönde yani levhalar doğrultusunda hareket ederse, o zaman Batlamyus modelinde A noktasına ulaşan yeröte bu durumda B noktasına ulaşacak. Şimdi Urzî yörüngenin kendi merkezi P etrafında ve levhaların tersi yönünde, Batlamyus modelinin iki katına eşit hareketle hareket etmesi gerektiğini söyler. Bu durum B noktasının I noktasına geri taşınmasını, böylece OC'ye paralel olan PI çizgisinin Batlamyus'un döndürücü felek merkezinden gözlemcinin konumu o'a doğru asıl yön olmasını gerektirir. Şu ana kadar anlatılan hareketlerin hepsi, kendi merkezleri etrafında hareket eden felekler tarafından gerçekleştirilir ve böylece düzenli hareket prensibiyle çeliş-

mezler. Urzî bu noktada kendi modelinin Batlamyus modeli gibi orta hareketi tanımladığına işaret eder ve böylece PI yönünün OC yönüne eşit olarak alınmasını gerekir çünkü birbirlerine paralellerdir. Döndürücü felek merkezi bu yapılandırma ile yukarıda bahsedilen ilk modelle aynı çelişkiye düşmeden, Batlamyus modelinin gerektirdiği konum ile aynı konuma taşınabilir.

Yeni model aynı zamanda prosneusis noktası problemi gibi sorun teşkil eden ikinci çelişkiyi de çözer, çünkü genel olarak PI noktasının N, K noktasına çok yakından geçtiği görülebilir. Böylece I noktasına Batlamyus'un prosneusis noktası N'den gelmiş gibi görünür. Bu yüzden bu modelde orta yeröte, taşıyıcı yörünge ve döndürücü felek arasında ortak dokunma noktası olarak tanımlanan sabit bir noktada olacak. Böylece doğal olarak, yörünge merkezi ile döndürücü felek merkezini bağlayan çizginin ucuna düşecek.

Urzî hareketlerin sırasını tersine çevirerek ve büyüklüklerini değiştirerek Batlamyus'un gözlemlerini aklında tuttu ve Batlamyus'un kendisi tarafından kabul edilen fiziksel prensiplere uymayan Ay'ın tahmin edilebilir hareketlerini tekrarlamayı başardı. Attığı bu büyük adımın ve Batlamyus ile kendi modeli arasındaki değişikliğin farkındaydı. Fakat bu onu çok fazla rahatsız etmedi çünkü okuyucusuna Batlamyus'un, gözlemlerinin, hareketlerin miktarı ve yönü gibi gerçekleri açıklamak için kullandığı matematiksel yöntemler için değil, sadece gerçekler için kullanılmasını istediğini söyler. Urzî bunların Batlamyus açısından sadece tahminler (*hads*) olduğunu ve bunlardan kimsenin sorumlu tutulamayacağını çünkü herhangi birinin tahminlerinin Batlamyus'unkiler kadar iyi olabileceğini iddia eder.

Urzî daha sonra kendi modeli ile Batlamyus'un modeli arasındaki farklılık problemini ele alır ve kendi modelinde tahmin edilen prosneusis noktası ile Batlamyus modelinde tahmin edilen prosneusis noktasından ortaya çıkan denklem farklılığını hesaplar. Uzun bir tartışmadan sonra iki modelin farklılığının, oldukça uygun olan 2,5 dakikalık yaydan daha az olduğu sonucuna varır çünkü Batlamyus'un kendisi 4 dakikalık yay gerçeğinden farklılıkları kabul etti ve böyle farklılıkların çok iyi bir gözlemcinin bile gözünden kaçacağını söyledi.

Bu sebepten dolayı kendi modelinden tatmin olmuştu ve okuyucusunu modelini kabul etmeleri ve Batlamyus modelini reddetmeleri için zorladı çünkü bu model çelişkilerle dolu bir bilmeceye dönüşmüştü.

Urzî'nin söylediğine göre alternatif, kendi merkezleri etrafında düzensiz hareket eden feleklerin varlığını kabul etmekti ve:

> "Eğer kendi merkezi etrafında bazen hızlanıp bazen yavaşlayarak hareket eden bir feleğin varlığını kabul ediyorsak, o zaman astronominin bu alanında harcanan tüm bu çabalara gerek yoktur ve her ne kadar yanlış sanılara dayansa da son tahmin, hareketlere uygulanacak denklemlerim bilgisi olacaktır".

(Urzî, *Kitâbu'l-Hey'e*, s. 135)

Tûsî'nin Ay Modeli

En ünlü astronomi ile ilgili eseri *et-Tezkire fi 'ilmi'l-hey'e*'nin yedinci bölümünde, Batlamyus'a göre Ay modelini tartışır. Yine de zor noktalarda bu modelin hataları olduğundan ve kendisinin bu sorunları daha sonra çözmek niyetinde olduğundan bahseder. Aslında üst gezegenler ve Merkür'ün kalan modellerini araştırdıktan sonra şu ana kadar karşılaşılan tüm zorlukların çözümüne özel bir bölüm ayırır. Bu yaklaşım stratejisi, Tûsî'nin Ay hareketi için önerdiği son modelin üst gezegenlerin hareketine de uygulandığını düşündüğümüz zaman açığa çıkıyor. Buna en sonda yer vermesi, iki modeli bir çözüm altında toplamaktan faydalanacağı anlamına gelebilirdi.

Tûsî'nin Batlamyus'un Ay modelindeki zorlukları kavrayışı, bu modelin döndürücü felek merkezinin evrenin merkezine yaklaşmasına izin vermemesi ve Batlamyus'un yana eğik mekanizmasını dâhil etmeden çekilmesi etrafında yoğunlaşmış görünüyor. Eğer taşıyıcı yörünge feleğinin merkezi, bir yöntemle evrenin merkezinde tutulabilir ve taşıyıcı yörüngenin merkezi ile döndürücü felek merkezini birleştiren çizginin, sadece dördünlerde kısalıp, konjonksiyonlarda ve birbirlerine 180° uzaklıkta oldukları zaman uzamasını sağlanabilirse, o zaman yörüngenin evrenin merkezi etrafında düzenli hareketi sağlanabilir. Aynı zamanda bu şekilde, döndürücü felek yarıçapına bağlı denklemdeki gözlenebilir farklılıklar açıklanabilir.

Bu şekilde düşünülürse problem, sadece dairesel hareketler sonucu kısaltılıp, uzatılacak vektör benzeri boyuta izin verecek bir tasarlamaya indirgenmiş olur. Farklı bir deyişle, problem düzenli dairesel hareket sonucu vektör çizgisinin ucu ileri geri hareket ettirilirse çözülebilir. Batlamyus aynı sorunla Ay dışında, tüm gezegenlerin enlem modellerinin dalgalanan düzlemlerini düşündüğünde karşılaştı. Bu bağlamda Tûsî bir başka kitabı *Tahrîrü'l-Macestî*'de ('A Redaction of the el-Macest' 1247'de telif edilmiştir) yeni bir mekanizma önerdi. Bu mekanizmanın yardımıyla, dalgalanan çapın ucunun daha önce 'Tûsî Çifti' diye bahsettiğimiz bir çift daire üzerine çıkmasını ve böylece bu ucun dairesel hareket ile üretilen dalgalı doğrusal harekette bulunmasını sağladı. Tûsî'nin tüm yapması gereken, enlem modeli için önerdiği çözümü genelleştirmek ve bunu ay modelinin özel gereksinimlerine uygulamaktı. Daha sonra da aynı tekniği üst gezegen modelleri için kullanabilirdi.

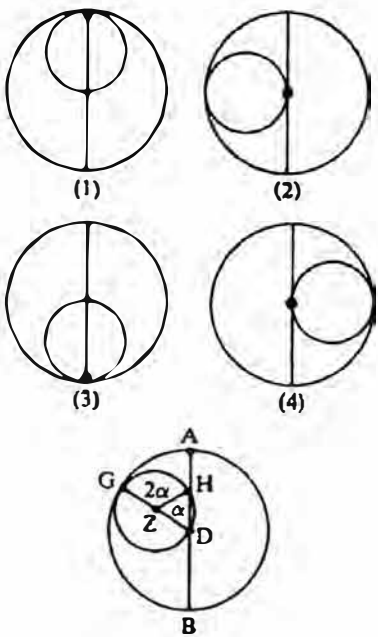
Bu yüzden Tûsî'nin bu bölüme alternatif modellerini *'Tûsî Çifti'* ön kuramı denilen bir ön kuram ile ve bu kuramın resmi bir kanıtıyla başlaması sürpriz değildir. Bunu yukarıda bahsedilen eseri *Tezkire*'nin on birinci bölümünde yaptı.

Bu ön kuram ilk önce düzlem durumu gibi özel bir durumda kullanıldı, daha sonra feleksel durumları içerecek şekilde genelleştirildi.[17] Düzlem durumunda, bu ön kuramın bir tefsiri şunları belirtir: Biri diğerine içten teğet ve çapı diğer kuşatılımı dairenin çapının yarısı olan iki daire düşünün. Eğer küçük iç dairenin, kuşatılmış dış dairenin hareketinin tersi yönde ve iki katı hızla hareket ettiğini farz edersek, o zaman büyük dairenin çapı üzerinde ve küçük daire çemberi üzerinde bir nokta yani teğetin başlangıç noktası, büyük daire çapının uçları arasında ileri geri dalgalanacaktır.

Sonuç kanıtlanınca Tûsî bu dairelerin yerine, çapları ve konumları arasındaki ilişki bu dairelerdeki gibi olan iki felek alınabileceğini söyledi. Eğer bu doğru olsaydı o zaman bu felekler, Batlamyus çemberindeki Ay, döndürücü feleği gibi felekleri kuşatacak kalınlıkta olmalıydı. Tûsî

[17] Planlanan ön kuram dâhil olmak üzere bu bölümün Fransızca çevirisi Baron Carra de Voux tarafından yapıldı (1983). Daha yakın bir tarihte İngilizce çevirisini Faiz Cemil Receb yaptı (1993), s. 194–223.

aslında teğetin başlangıç noktasıyla, böyle iki felek içine yerleştirilmiş Ay'ın döndürücü felek merkezinin ilk konumunu değiştirir. Bu şekilde yapılan şey, Ay'ın döndürücü felek merkezinin, büyük feleğin çapı boyunca ileri geri dalgalanmasına izin vermekti. Bu bir kez başarılınca, artık ne dış merkez yörüngesine ne de yana eğik mekanizmaya gerek vardı. Her ikisi de Ay döndürücü feleğini dördünde yeryüzüne yaklaştırmayı, konjonksiyonda ve birbirlerine 180° uzaklıkta olduklarında uzaklaştırmayı gerektirirdi.



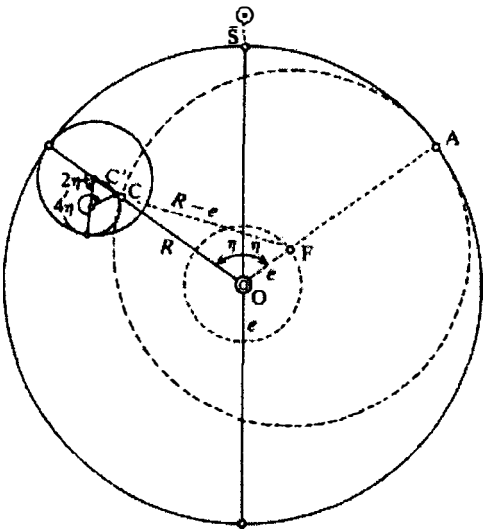
Şekil 3.11

Eğer uygun hareketler bu feleklere Batlamyus'un gözlemlediği hareketleri gözetecek şekilde yüklenirse, bir model tasarlanabilir (Şekil 3.12). Bu sayede Ay'ın yörüngesi Batlamyus modelinin ilk engelini aşmak için evrenin merkezi etrafında düzenli hareket edebilirdi. Döndürücü felek, Batlamyus'un gözlemlediği maksimum denkleme ulaşmak için dördünlerde yeryüzüne yaklaşır ve konjonksiyonda ve birbirlerine 180° uzaklıkta olduklarında uzaklaşır. Tûsî prosneusis noktası için düz-

lem 'çifti'ndeki gibi döndürücü felek çapının ucunun ileri geri dalgalanmasını sağlayan, her yönde Batlamyus'un maksimum denklemine eşit açıda bir feleksel 'çift' benimser.

Bu kararlılıkla Tûsî, döndürücü felek merkezinin yeryüzü etrafında izlediği yolun öyle görünse de dairesel olmadığını göstermeye devam etti.

Fakat 'çift'in yararı anlaşılınca, Tûsî bunu yukarıda tartışılan üst gezegenler modelinde ve enlem teorisinde kullanmaya devam etti.



Şekil 3.12

Kutbuddin eş-Şîrâzî'nin Ay Modeli

Şîrâzî eseri *Nihâyetü'l-İdrak*'ın[18] 54[b] yaprağında, Ay modelini Batlamyus modelinin koşulları için genel bir araştırma yaparak tartışmaya başlar. Sonuçta Batlamyus modeli gözlemsel olayların tanımına

[18] Bu çalışma için H. 20 Cemâziyel Evvel, 681 (M. 27 Ağustos 1282) tarihli Köprülü Ms 657 nüshasını kullanıyoruz. Bu zaman dilimi Şîrâzî'nin yaşam süresine denk düşer (ö. 1311).

çok iyi yanıt verir. Ay modeli feleklerin varlığını açıklayan gözlemsel gerçekleri verdikten sonra, bütün gözlemsel farklılıkları açıklamak amacıyla Ay modelinin sahip olması gereken feleklerin sayısını detaylı bir şekilde sıralar. Gelecek bölüm, bu feleklerin farklı hareketlerine ve feleklerin her birine orta hareket vererek, gözlemsel farklılıklar yaratmak için bu hareketlerin nasıl bağlandığını tartışmaya adanmıştır. Hemen ardından bu özet, bu feleklerin ürettiği orta hareket ve Ay'ın asıl hareketleri arasında gözlenen farklılıkların tanımı ile devam eder. Şîrâzî bu bölümde yukarıda gösterilen orta hareket parametreleri gibi kesinlikle Batlamyus'a ait olan maksimum denklemleri verir.

Altmışıncı yaprakta, (vr. 60^{b}) henüz anlatmayı bitirdiği Batlamyus modeline karşı oluşan itirazları özetler. Sonuç olarak şu ana kadar alıntı yapılan iki ünlü itirazı; evren etrafında eşit zamanda eşit yaylar tanımlarken, yörüngenin kendi merkezi etrafında hareketinin kabul edilemezliği ve prosneusis noktası itirazlarını verir.

Hemen ardından böyle itirazlara yanıt verilebileceğini söyler. Düzenli hareketin taşıyıcı yörüngenin değil, evrenin merkezi etrafında olmasına yapılan itirazla ilgili olması gereken bu cevaplardan biri, 'büyük ve küçük (felekler)' prensibi ile zaten verilmişti. Bu prensip açıkça 'Tûsî Çifti'ne bir referanstır. Dahası bu prensibi izah etmek için yaptığı açıklamayla ve Batlamyus modeli itirazlarına cevap verme tarzıyla açıkça görülüyor ki, Şîrâzî sadece *Tezkira*'nın on birinci bölümünde yer alan ve yukarıda bahsedilen Tûsî'nin çözümünü özetlemektedir. Hatta kullandığı terminoloji bile açıkça Tûsî'nin terminolojisidir. *Nihâye*'de önerilen model şu ana kadar Tûsî modelinin açıklamasından başka bir şey değildi.

Prosneusis noktası ile ilgili itirazı ise bir kurnazlık meselesidir (*mahalli nazar*). Şîrâzî bu sorunu çözmenin zor olduğunu öne sürdü ve bu anlamda Tûsî'nin demeçlerini tekrar etmeden, itirazlara metinde daha önce bahsettiği dokuzuncu prensibi kullanılarak cevap verilebileceğini söyler. Şîrâzî bu prensibi artık eğilim prensibi '*aslü'l-meyl*' olarak adlandırır. Diğer taraftan enlem teorisi problemine uygulanmış bu prensibin, prosneusis noktasına nasıl uygulanacağına dair detaylı bir açıklama yapmaz, aynı zamanda bu prensibi Tûsî modeline nasıl bağlayacağı da

açık değildir. Şîrâzî daha sonra prosneusis noktası varsayımını gerektiren Batlamyus modeli'nin davranışlarını açıklamaya devam eder.

Daha sonra ise Şîrâzî bir giriş yapmadan, Urzî'nin metni *Kitâbu'l-Hey'e*'den uzun bir alıntı yapar. Alıntı 'bu disiplinde deneyimli olan, bilgili ve modern adamlardan biri burada dedi ki' (*hâle bazu efâdili'l-müteahhirîn min ehli's-sinâ'ati hâhunâ*) diye başlar.[19] Şîrâzî, Urzî'nin Ay modelini tercih edilebilir çözüm olarak kabul eder. Bu bölüm Urzî'nin Ay modelinin detaylı bir açıklaması ile devam eder, çünkü bu bölümü aşağıdaki demeçle bitirir:

> Bu, Ay feleklerinin, bu feleklerin hareketlerinin büyüklüklerinin ve seçilen yönteme (*el-vechu'l-muhtâr*) göre ele alınış şekillerinin bir yapılandırmasıdır. Bu yöntem yapılan itirazların (*el-işkâlât*) hiç birine maruz kalmamıştı, prensiplerle ve gözlemlerle uyum içindeydi, sadece genel görüş tarafından kabul edilen yöntemden farklıdır, fakat yöntem doğru olduğu sürece bu ona zarar verici bir şey değildir.[20]
>
> Özetlemek gerekirse, Şîrâzî, *Nihâye*'nin giriş bölümünde Batlamyus modeline karşı yapılan itirazlara cevap verecek çözümler antolojisini sunacağına söz verdi. Ay durumunda Şîrâzî'nin birisi Ay modelinin iki itirazına da cevap vermediğini düşündüğü Tûsî modeli, diğeri daha çok tercih ettiği Urzî modeli olmak üzere iki model sundu.

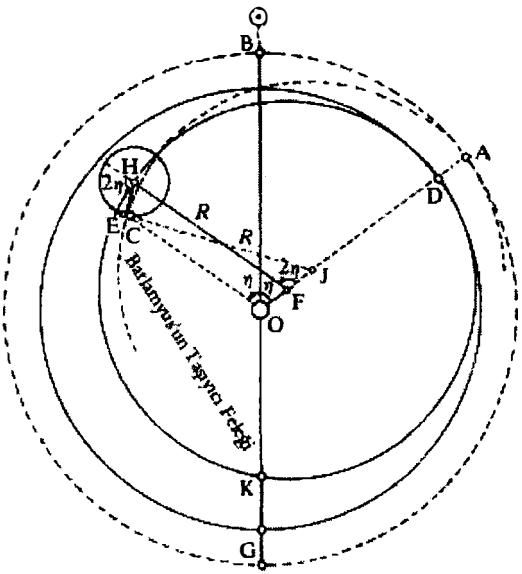
Fakat daha sonra yazdığı *Tuhfe*'de kendi modelini önerdi. Bu model, diğer iki düzenli hareketin birleşmesi sonucu döndürücü felek merkezinin eninde sonunda evrenin merkezi etrafında düzenli hareket etmesini sağlayan vektör bağlantıları içerir. Kutbeddin, Batlamyus'un düzenli dışmerkez feleği yerine Batlamyus dışmerkezinin sadece yarısı kadar olan kendi dışmerkezi DHK'yı önerdi. Bu dışmerkezli yeni feleğin levhaların sırası yönünde, Batlamyus'un eğimli feleğinin ABG'nin iki katı hızla hareket etmesini sağladı. Batlamyus'un eğimli feleği ABG, D

---

[19] Ms. vr. 61[a]

[20] Ms. vr. 66[b], alıntıdaki son cümle Urzî'nin eseri *Kitabu'l-Hey'e* s. 136'dan yapılan alıntı ile aynıdır. Ayrıca aynı metninde Urzî'nin ay feleklerinin hareket yönleri ve bu hareketlerin büyüklüğü (*hâlefnâ fihi cemi'a ashâbi 'ilmi'l-hey'e*) ile ilgili konularda tüm astronomların düşüncelerine ters düştüğünü belirttiği 118. sayfayı da görünüz. Yazar, gelecek bir makalede Şîrâzî'nin Ay modeli ile ilgili Urzî'ye ne kadar borçlu olduğunu gösterecek.

yerötesini levhaların sırasının tersi yönünde taşırdı. Kutbeddin daha sonra dışmerkez kuşağının çevresinde, yarıçapı Batlamyus dışmerkezinin yarıçapının yarısına eşit olan, H merkezli küçük başka bir feleğin takdimini gerekli buldu. Küçük feleğin yeni dışmerkezle aynı yönde ve aynı hızda hareket etmesini gerekli buldu. Bu durum, bu feleğin çevresinde yer alan döndürücü felek E'nin, Batlamyus'un eski döndürücü feleği C'nin çok yakınına gelmesini ve evrenin merkezi etrafında düzenli hareket etmesini sağladı.



Şekil 3.13

Yeni modeldeki gelişme, döndürücü felek merkezinin yeni konumunun, evrenin merkezi O etrafında hareket ediyormuş gibi görünürken, kendi taşıyıcısı küçük felek H'nin etrafında hareket etmesidir. Küçük felek H sırayla, Kutbeddin tarafından yeni dışmerkezin merkezi olarak önerilen kendi taşıyıcısı F etrafında da düzenli hareket eder. Kutbeddin böyle bir ilişkinin var olduğunu kanıtlamak için ilk defa Urzî tarafından önerilen bir teorem kullandı. Bu teorem aşağıda

Urzî'nin ön kuramı olarak tartışıldı. Yeni modelin Batlamyus modeline katkısı, Batlamyus modeline dair ilk itirazı yani bir feleğin kendi merkezi dışında bir nokta etrafında hareket ettiği düşüncesine yapılan itirazı ortadan kaldırmaktı.

Fakat ikinci itirazı, yani prosneusis noktasına yapılan itirazı çözemedi. Kutbeddin bu ikinci konuda *Tuhfe*'nin onuncu bölümünde sessiz kalır ve bu konuyu aynı kitabın on ikinci bölümünde yeniden ele alır. Fakat o zaman bile bu ikinci itiraza cevap vermeyi başaramamış gibi görünüyor. Daha sonraki dönemde astronom Ubeydullah b. Mesud b. Ömer Sadru'ş-Şerîa (ö. 747/1346/7), Kutbeddin'in bu problemini[21] çözmeye teşebbüs etti. "*Tuhfe*'nin yazarı, prosneusis noktası hakkında açık bir kanıtı olmadan cömertçe konuşuyor çünkü söylediklerinin manası sadece dışmerkezli hareketin iki yeröte arasındaki farkı göstermeye yeterli olduğuydu. Fakat böyle olmadığına şüphe yoktur."[22] Tabiatı itibariyle ansiklopedik olan Sadru'ş-Şerîa'nın eseri üzerinde şu anda Dallal (1995a) tarafından çalışılmaktadır.

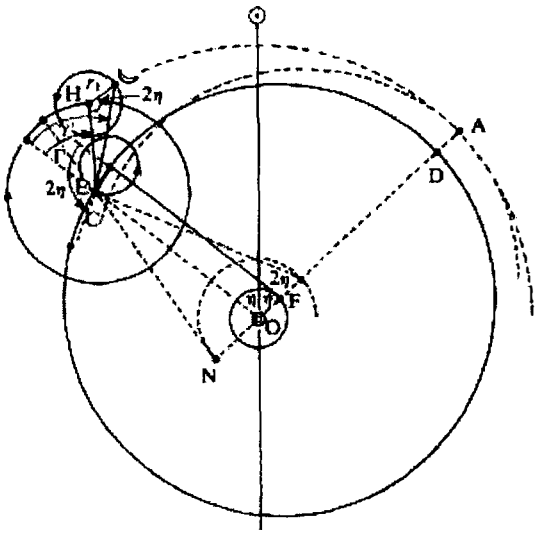
Dallal (Şekil 3.14) r_1 yarıçaplı başka bir feleğin, döndürücü felek yarıçapının ucuna eklenmesini önermiş gibi görünüyor. Döndürücü feleğin yarıçapı, eğimli feleğin yarıçapını 60 birim yapan aynı birimde 0;52 parça'ya eşittir. Bu ek feleğin taşıyıcı yörüngeyle aynı hızda ve aynı yönde, yani döndürücü feleğin tersi yönünde hareket etmesi beklenir. Bu küçük ek vektörün etkisi, Güneş'e en yakın ya da en uzak olan noktalar ve dördünlerin (quadratures) orta noktalarında anomaliyi ilk denkleme orantılı miktarda arttırmak ve olduğu gibi, yani örneğin Güneş'e en yakın ya da en uzak olan noktalar ve dördünlerde sıfır etkiyle bırakmaktır. Bu küçük döndürücü felek aynı zamanda döndürücü felek yarıçapının Batlamyus gözlemlerinin gerektirdiği gibi dördünlerde daha büyük ve Güneş'e en yakın ya da en uzak olan noktalar daha küçük görünmesini sağlayabilir.

İbnü'ş-Şâtır (ö. 1375) daha başarılı, daha çok tanınan ve Sadru'ş-Şerîa'nın çağdaşı Şamlı bir astronomdu.

---

[21] Bu astronom için bakınız, Suter 1900 165, n. 404). Bu çalışma için kullanılan *Sadru'ş-Şerîa'nın Kitabu't-Ta'dîl fi'l-hey'e'* adlı eseridir. Britanya Müzesi Add. 7484, vr. 27[b] vd.

[22] A.g.e.



Şekil 3.14

Batlamyus modeli ile aynı problemleri içermeyen yeni bir model öne sürdü. Aynı zamanda bu model açıkça iki yüz yıl önce Kopernik tarafından öne sürülen modele çok yakın hatta bazen Ay modelinde olduğu gibi neredeyse aynısıydı.

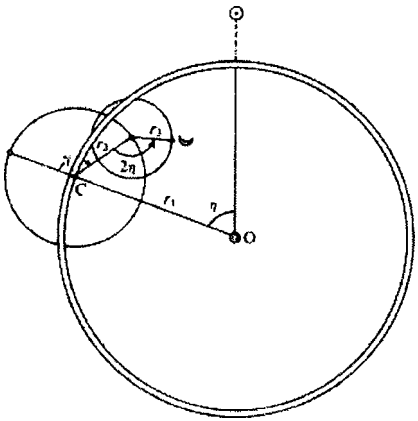
İbnü'ş-Şâtır'ın Ay Modeli[23]

Diğer gezegenlere yaklaşımı gibi İbnü'ş-Şâtır'ın Ay modeline yaklaşımı, aşağıda göreceğimiz gibi dış merkezli felekleri birlikte durdurmaya olan ilgisi etrafında yoğunlaşır. Şâtır bu stratejiden dolayı Batlamyus'un yana eğik mekanizmasını hoş göremeyeceğini düşündü. Bu mekanizma, Ay'ın Güneş ile konjonksiyon halinde olduğu ve dördünlerdeki konumları gibi Ay'ın iki konumu arasındaki Ay denklemi değişiklikleri olayını açıklamasına rağmen, ilk başta problemler yarattı.

İbnü'ş-Şâtır Ay modeli problemini çözmek için yeni bir yapılandırma önerdi. Ay modelinde (Şekil 3.15) aşağıdaki feleklerin olduğunu

[23] Bu modelin kısa bir açıklaması için bakınız, Roberts (1957, özellikle s. 430–2).

düşünün. (1) Merkezi doğal olarak evrenin merkezi O olan ve 69 parça yarıçaplı burçlar feleği ile eşmerkezli parekliptik felek (mümessel).[24]



Şekil 3.15

(2) Ekvatoral düzlemi, parekliptik düzleme göre maksimum 5° olmak üzere sabit oranda eğimli olan eğimli bir felek. Bu ikinci feleğin merkezi, evrenin merkezi ve aynı zamanda parekliptik'in merkezi olan o noktası ile karşılaşır ve yarıçapı r_1'in 60 parça olduğu varsayılır. Bu feleğin kuşağı (minteka) kesişme noktası (nod) denilen iki noktada parekliptik kuşağı ile kesişir. Bu feleğin içbükey yüzeyi 51 parça yarıçaplıdır.[25] (3) Yarıçapı r_2 8;16,27 parça (sekiz parça, on altı dakika ve yirmi yedi saniye)[26] olan bir üçüncü feleğin eğimli felek içinde yer aldığı varsayılır ve döndürücü felek diye adlandırılır.[27] (4) Yarıçapı r_3 1;41,27 olan dördüncü bir feleğin döndürücü felek içinde yer aldığı varsayılır ve yönetici felek (*el-mudîr*) olarak adlandırılır. Ay'ın kendisi bu yönetici felek içinde yer alır ve çapı 0;32,54 p'dir.

Dördüncü felek üçüncünün içinde ve yarıçapı 0;16,27 olan Ay da dördüncü felek içinde yer aldığı için, bu feleklerin dairesel temsili şu

[24] İbnü'ş-Şâtır'ın yeni astronomisini önerdiği *Nihâyetu's-Sûl*'un (*Son Tetkik*) daha önceki versiyonunda bu feleğin yarıçapı altmış yedi olarak alınır.
[25] Bu ölçüm *Nihâye*'nin daha önceki versiyonunda verilmemişti.
[26] Yine bu ölçüm de *Nihâye*'nin ilk versiyonunda verilmemişti.
[27] Yazar *Nihâye*'nin ilk versiyonunda bu feleğin genel olarak döndürücü felek ile karıştırılmamalarını çünkü aynı olmadıklarını ekler.

boyutlardadır: Üçüncü dairenin yarıçapı 6;35 p, dördüncü dairenin çapı 1;25 ve Ay'ın çapı 0;16,27.

Bu feleklerin hareketleri aşağıdaki gibidir.

(1) Pareceliptic felek evrenin merkezi etrafında, levhaların sırasının tersi yönde kesişme noktalarının (nodların) hızına eşit hızla günde 0;3,10,38,27° ile hareket eder. Bu felek açıkça kendisiyle birlikte diğer tüm Ay feleklerini de birlikte taşır ve böylece bu şekilde hareket etmesini sağlar. (2) Eğimli felek, ilk felek ile aynı merkez etrafında fakat levhaların sırası doğrultusunda, nodların ve orta Ay boylamı hareketlerinin toplamına eşit olan 13;13,45,39,40 hızla hareket eder. Sonuç olarak Ay'ın döndürücü felek merkezi, levhaların sırası doğrultusunda ve 13;10,35,1,13'e eşit olan orta Ay boylamına eşit miktarda hareket eder. (3) Üçüncü hareket, döndürücü feleğin kendi merkezi etrafında gerçekleştirdiği günlük 13;3,23,46,18 derecelik harekettir ve döndürücü feleğin üst kısmında levhaların sırasının tersi yönündedir. Bu hareket geçmişte anomalide Ay'ın hareketi diye adlandırılırdı ve döndürücü feleğin görünen tepesinden başlardı. (4) Eğimli feleğin kuşağı boyunca kendisiyle birlikte Ay'ı taşıyan dördüncü hareket, yönetici feleğin hareketidir. Yönetici feleğin kendi merkezi etrafında, levhaların sırası yönünde Güneş'in ve Ay'ın orta konumları arasındaki elongasyonun* (açısal uzaklık) iki katına eşit olan günlük 24;22,53,23 derecelik harekettir.

Bu model sonuç olarak Batlamyus modeline karşı oluşan iki itiraza yanıt verir, çünkü bu durumda tüm hareketler, feleklerin kendi merkezleri etrafındaki hareketler iken, Ay'ın gözlemlenen konumlarındaki değişimlerin açıklanmasını sağlarlar. Ay, Güneş ile konjonksiyonda iken, (Şekil 3.15) tüm merkezler Güneş ile aynı çizgide olacak ya da İbnü'ş-Şâtır'ın önerdiği gibi yerötenin konumu dediği yönde olacaktı. Eğimli felek levhaların sırası yönünde hareket ettikçe, döndürücü felek zıtı yönünde hareket edecektir. Bu yüzden bu iki hareket Ay'ın elongasyonu olayını ve ay anomalisini sağlar. Güneş çekiminden ötürü Ay'ın hareketinde meydana gelen düzensizliği açıklamak için, yönetici feleğin, eğimli feleğin iki katı hızla hareket etmesi sağlanır. Böylece Ay yeryüzüne doğru, yönetici feleğin yerberisinde; konjonksiyonda olduğunda yerötenin yönünde ve dördündeyken ise yönetici feleğin yeröte-

* Merkezi esas alındığında herhangi bir gezegen ile Güneşin yaptığı açı.

sinde bırakılır. Bu ay denkleminin konjonksiyonda gözlemlenen Batlamyus 5;10 değerinin (İbnü'ş-Şâtır bu değeri 4;56 bulmuştu) dördünde maksimum değer 7;40'a yükselmesini sağlar.

Fakat daha da önemlisi bu model, Ay mesafesinin, eğimli feleğin yarıçapını 60 parçaya eşit yapan aynı parçalar içinde, Güneş'e en yakın ya da en uzak olan noktalarda 1,5;10 ile 54;50 arasında ve dördünlerde 1,8;0 ile 52;0 arasında değişmesini sağlar. Bu model Batlamyus modeli üzerine büyük bir gelişmedir çünkü bu modelde Ay'ın yeryüzüne 34;7 kadar yaklaşması sağlandı. Bu, Ay'ın dördündeyken Güneş'e en yakın ya da en uzak olan noktalarda olduğunun iki katı büyüklükte görünmesini sağlamak zorundaydı ki bu durum gözlemlenen geçeklerle çelişir.

Bu sonuç muhtemelen bu modeli Kopernik için çekici kılan ana noktalardan biri olmasına rağmen, aynı boyutları ve yapılandırmaları eseri *De Revolitionibus*'da kendisi de kullandığı için, sadece kendi modelinin faydalarını bilen İbnü'ş-Şâtır tarafından rasgele kullanıldı. (Nihâye, vr. 3^b)

Üst Gezegenler Modeli

Batlamyus modeli yukarıda anlatıldığı gibi, (şekil 3.3) üst gezegenler durumunda bir ana problem, ekuant probleminden dolayı sıkıntıya düşmüştü. Kısacası bu problem, bir feleği merkezinden geçmeyen bir eksen etrafında düzenli hareket etmeye zorlamakla aynı şeydir. Bu felekler oldukları gibi gerçek fiziksel cisimler olarak düşünüldükleri sürece, bu gerçek fiziksel bir imkânsızlıktır. Arapça yazan astronomlar Batlamyus'un ekuant problemlerini çözmek için birçok model önerdiler.[28]

Ebû Ubeyd el-Cüzcânî (ö. yaklaşık 1070)

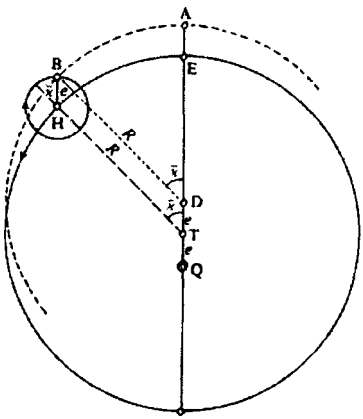
Batlamyus astronomisini düzeltmeyi amaçlayan, yani *ekuant* problemini çözmeye çalışan, bildiğimiz risale bırakan astronomlar arasında ilk filozof-astronom Ebû 'Übeyd el-Cüzcânî'dir. Cüzcânî, İbn Sînâ'nın öğrencisi ve çalışma arkadaşıydı (bk. Saliba 1980). Cüzcânî burada, İbn Sînâ'nın aynı problemi çözdüğü gibi inanılmaz bir iddiada bulunduğu-

[28] Bu sorunların genel bir araştırması için bk. Saliba (1984). Bu bölümün geri kalanı çoğunlukla bu makale üzerinedir.

nu, fakat bunu öğrencisine söylemeyeceğini, çünkü Cüzcânî'nin bu problem üzerinde kendi başına çalışmasını istediğini söyler. Ebû Übeyd kinaye ve nükte karışımıyla devam eder: "Sanıyorum ki bu sonuçlara ulaşan ilk kişiyim" (a.e., 380).

Ebû Übeyd'in ekuant problemi çözümünün bir özeti şekil 3.16'da verildi. Açıkça Batlamyus taşıyıcı yörüngesini kırık çizgilerle gösterilen ekuant feleğinin kendisiyle değiştirebileceğini, böylece döndürücü felek hareketini yörünge üzerindeki H noktasından, Batlamyus'un gezegenlerin dışmerkezliliğine eşit ikinci bir yarıçap *e* döndürücü feleği üzerinde taşınan B noktasına transfer edebileceğini düşünüyordu. Böyle bir modelin avantajı, H'nin kendisi T etrafında düzenli hareket ederken, döndürücü felek merkezi B'nin H etrafında düzenli hareket edecek olması ve böylece düzenli hareket gerekliliğini ihlal etmeyecek olmasıydı. Ayrıca H merkezli ikinci döndürücü felek, Batlamyus yörüngesi ile aynı hızla fakat zıt yönde hareket ettirilirse, o zaman gezegenin döndürücü felek merkezi olan B noktası, gözlemin gerektirdiği gibi *ekuant* D etrafında düzenli hareket ediyor gibi görünecek. Bu şekilde yeni model hem düzenli hareket prensibini hem de gözlemi tatmin etmiş görünür.

Eğer gezegenin döndürücü felek merkezi B noktasının, Q noktasındaki gözlemciye uzaklığı da gözlemle belirlenmemiş olsaydı, o zaman bütün bunlar kabul edilebilirdi ve kolaylıkla değiştirilemezdi.



Şekil 3.16

el-Macestî'nin onuncu kitabındaki zahmetli ve uzun hesaplamalar, Batlamyus'un korumak için çok uğraştığı gözlemsel verileri tatmin edecek şekilde, her gezegen modelinin nispi boyutlarını belirlemek amacıyla yapıldı.

Ayrıca eğer Ebû Übeyd'in modeli işleseydi, Batlamyus bunu benimseyecek ilk kişi olurdu çünkü bu model sadece dış merkezli bir felek olan taşıyıcı yörüngeyi, eşmerkezli bir felek ve ikinci bir döndürücü felek ile değiştirmiş görünüyor. Bu denklem *el-Macestî*'nin on ikinci kitabının birinci bölümünde, bu modeli Apollonius'a atfeden Batlamyus'a çok tanıdıktı. Bu modeli üçüncü kitabın üçüncü bölümünde ve dördüncü kitabın altıncı bölümünde verimli bir şekilde kullandı. (bk. Neubauer 1959). Bu yüzden, sadece dışmerkez faraziyesini döndürücü felek faraziyesi ile değiştirerek Ebû Übeyd ile ekuant'ın gözlemsel probleminin kolayca çözüleceğini farz etmek, Batlamyus'un diyeceği gibi saflık olurdu. Bu yüzden sorun hâlâ Batlamyus'un taşıyıcı yörünge mesafesini ve *ekuant* etkisini muhafaza etmekti ve hâlâ kendi merkezleri etrafında düzenli hareket eden feleklerin hareketinden kaynaklanıyordu.

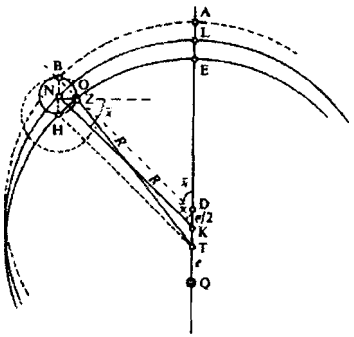
Müeyyedüddin el-Urzî[29]

Urzî'nin problemi dışmerkezdeki bir hareketin, eşmerkezdeki harekete döndürücü felek ile transfer edilebilmesinden, yani yukarıda bahsedilen Apollonius denkleminden yararlanarak, böyle bir hareket tasarlamak, böylece Cüzcânî'nin modelindeki B noktasını (Şekil 3.17) Batlamyus'un yörüngesine yaklaştırmak, hatta eğer mümkünse Z ile birleştirmekti.

Bu muhakkak Urzî'nin, Cüzcânî modelini doğrudan düzeltmeye çalıştığı anlamına gelmez, çünkü burada tam olarak Cüzcânî'den bahsetmiyor ve doğrudan Apollonius denklemi ile çalışıyor olabilirdi. Bütün dışmerkezlilik TD=BH'nin ikinci döndürücü feleğe taşınmak zorunda olmadığını, bunun yerine bir uzlaşmanın kabul edilebileceğini ve dışmerkezliliğin yarısı KD=NB'nın taşınabileceğini fark etmek bir dâhilik işiydi. Bunu yapabilmek ve Batlamyus'un taşıyıcı yörüngesine mümkün olduğunca çok yaklaşmak için Urzî, döndürücü felek BOH'nin, henüz ortaya koyduğu K merkezli taşıyıcı yörüngeyle aynı yönde ve aynı miktarda dönmesi gerektiğini gördü. Sadece bu durumda K merkezli yörünge ile N merkezli döndürücü felekçiğin (epicyclet)

[29] Bu yazarın basımı için bakınız, *el-Urzî Kitabu'l-Hey'e* ve *Saliba* (1979a).

birleştirilmiş hareketi, Batlamyus yörüngesi EZH'ye çok yakın tutunan O noktası tarafından belirlenen bir bileşke yol meydana getirebilir. Bu teknik Urzî tarafından keşfedilince, bir şekilde Batlamyus modelini uydurmaya çalışan kendisinden sonraki her astronom tarafından kullanıldı.



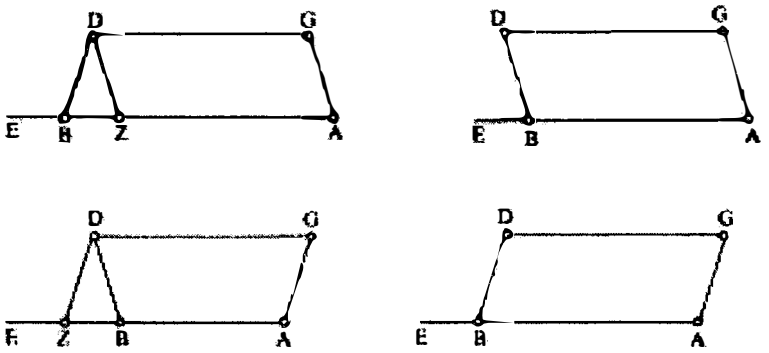
Şekil 3.17

Bu arada Urzî, ekuant etkisini korumak için O noktasının bileşke hareketinin, ekuant D noktasına göre düzenli hareket ediyormuş gibi görünmesi gerektiğini göstermek zorundaydı.

Bu, belirtilen koşullar altında, yani döndürücü felek önerilen yörünge ile aynı yönde ve aynı açı K ile hareket ederken, OD ve NK çizgileriyle paralel olacağını kanıtlamak ile aynı şeydir. Urzî bunu yapmak için problemi genel bir ön kuram şeklinde belirtti.

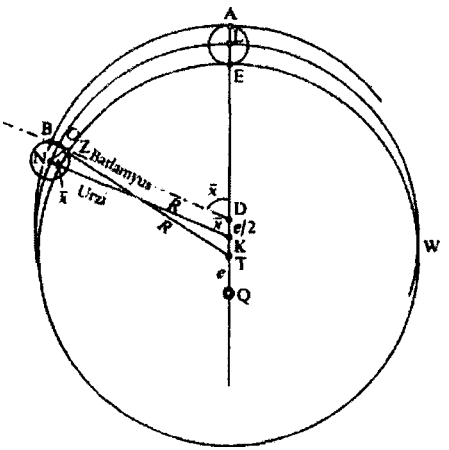
> "Üzerine aynı yönde iki eşit çizgi diktiğimiz, bu şekilde (ilk) çizgi ile iki eşit açı oluşturduğumuz karşılık gelen veya iç kısımdaki çizgiler olmak üzere her bir çizginin eğer köşeleri bağlıysa, sonuçtaki çizgi, üzerine dikildikleri çizgiye paralel olacaktır".
>
> (*Kitâbu'l-Hey'e*, s. 220)

Şekil 3.18, AG ve BD çizgilerinin AB çizgisi ile eşit açıyı tanımladığı her durumda, GD çizgisinin AB çizgisine her zaman paralel olduğunu gösteren Urzî'nin metninden alınmıştır. Aynı zamanda AG=BD olarak varsayılır. Bu durumda hem karşılıklı açılar DBE ve GAB eşit olduğunda, hem de iç açılar DBA ve GBA eşit olduğunda kanıt doğrudur çünkü DZ çizgisinin AG çizgisine paralel çizilmesiyle her iki durum da özdeş olur ve sadece *Element* I, 27-33'ün ispatını gerektirir.



Şekil 3.18

OD çizgisi (Şekil 3.19) her zaman NK çizgisine paralel gösterildiği için, O noktası gezegenin döndürücü feleğinin merkezi olarak alınabilirdi. Böylece Batlamyus koşullarına çok yaklaşılacaktı. Urzî O'nun hareketinden kaynaklanan yolun, Batlamyus yörüngesi ile tam olarak sadece E yerötesinde karşılaştığının ve yerötenin zıt yönünde olduğunun farkındaydı.



Şekil 3.19

Bu noktada Urzî'den tam bir alıntı yapmak gerekirse Urzî der ki:

> "Döndürücü feleğin merkezine, yani yukarıda bahsedilen dokunma noktasına (Şekil 3.19'daki O noktası) gelince, döndürücü felek merkezinin bu çemberde (yörünge), gözden en uzak ve en yakın mesafe olmak üzere iki mesafede bulunduğu açıklamasına neden oldu. Aynı zamanda devrinin kalan kısmında çembere çok yakın olduğu için, Batlamyus'un döndürücü felek merkezinin çember ile kesişmesine ve bunu hareketi ile açıklamasına yol açmıştır."

(*Kitâbu'l-Hey'e*, s. 222-3)

Modelin sonuçta oluşan yolu ile aslında çok küçük olan Batlamyus taşıyıcı yörüngesi[30] arasındaki farkı hesaplamak yerine, Urzî kendi modelinin doğru model olduğunu ve ispatın sorumluluğunun Batlamyus'a ait olduğunu düşünüyordu. Urzî böyle düşünüyordu çünkü Batlamyus doğru yolun dairesel bir yörünge boyunca olduğunu farz ettiği için, bu konuda yanılan kişi Batlamyus'un kendisiydi. Bu üç yüz yıl kadar sonra Maestlin tarafından ifade edilen fikir ile aynıdır. Maestlin bu noktayı öğrencisi Kepler'e Kopernik astronomisinde anlattı: "Çünkü Kopernik yolun tam anlamıyla dairesel olmadığını gösterir... (ve) Batlamyus gezegenin bu yolunun tam olarak dairesel olduğunu düşündü" (bk. Grafton 1973, 526). İlginçtir ki Maestlin aynı zamanda Urzî tarafından belirtilen ve kanıtlanan özel bir tanıtıcı ön kuramı genel ifadelerle belirtmeden ispatladı (a.e., 528).

Aynı tartışma Kopernik'in kendisinin sözleriyle (V, 4) şu şekilde yapılmıştır: "Bu yüzden, bu karma hareket ile gezegenin ilk çağ matematikçilerinin teorileriyle uyumlu mükemmel bir daire değil, algılanamayacak şekilde birinden farklı bir eğri tarif ettiği gösterilecektir." (*De Revolutionibus*, s. 743).

Bundan dolayı hem Urzî hem de Kopernik bu yeni Batlamyus dışmerkezliliğini bölme tekniğinden memnundular. Çünkü bu yeni teknik Batlamyus yörüngesini ve ekuant etkisini korumalarına ve tüm hareketleri kendi ayrı ayrı modelleriyle, kendi merkezleri etrafında dönen feleklerin düzenli hareketleri olarak tanımlamalarını sağladı. Bu şekilde de iki astronomun da Batlamyus modelindeki görünen çelişkiler-

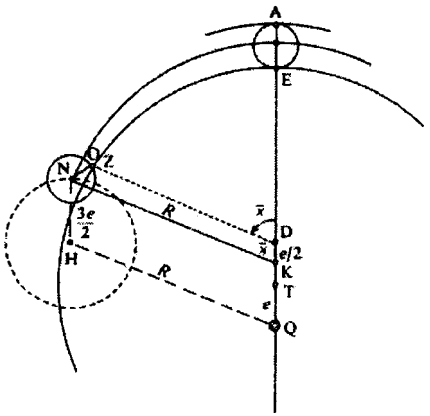
[30] İkisi arasındaki en büyük mesafe türetimi için bk. Swerlow (1973, özellikle s. 469).

den kaçınmalarını sağladı. Fakat Kopernik'in üst gezegenler modeli ile Urzî'nin üst gezegenler modeli arasındaki muhtemel ilişkiyi anlamak için Kutbeddin eş-Şîrâzî'nin (ö. 1311), Sadru'ş-Şerî'a'nın (ö. 1346–7) ve Şamlı İbnü'ş-Şâtır'ın (ö. 1375) aracı modellerini araştırmamız gerekir.

Bu yazar daha önceki bir makalede, Kutbeddin'in modelinin aslında Urzî'nin modeliyle (Saliba, 1979b) aynı olduğunu ve Sadru'ş-Şerî'a'nın modelinde temel olarak kullanıldığını gösterdi. Bu yüzden bu iki astronom için Urzî'nin modeli, Batlamyus modelindeki çelişkileri açıklığa kavuşturmak için oldukça yeterliydi. İbnü'ş-Şâtır'a gelince, onun asıl itirazı hâlâ dışmerkezlerin kullanılmasınaydı. Burada Ay hususunda yeryüzü merkezli bir model tasarlamayı başardı fakat bunu yine aşağıda göreceğimiz gibi Urzî'nin modelini de dâhil ederek yaptı.

İbnü'ş-Şâtır'in Gezegen Modeli

İbnü'ş-Şâtır'ın modeli, tarihi önemi ve Kopernik'in çalışmalarıyla muhtemel ilişkisinden dolayı bu bölümde İbnü'ş-Şâtır'ın Satürn modelini anlattığı kısa bölümün İngilizce çevirisi verilecektir. Metin İbnü'ş-Şâtır'ın eseri *Nihâyetü's-Sûl*'ün yayınlanmamış bir baskısından alınmıştır ve Jüpiter, Mars ve Venüs'ün modellerinin anlatıldığı metinden sadece gerçek ebatlar açısından farklıdır. Bütün üst gezegenler modeline uygulanabilecek genel ilişki şekil 3.20'de özetlenmiştir.



Şekil 3.20

İbnü'ş-Şâtır'ın eseri *Nihâyetü's-Sûl*'ün on ikinci bölümü şu şekilde başlar:

> "Doğru Usullere Göre Satürn Feleklerinin Yapılandırılması Hakkında."
> Satürn felekleri arasında burçlar feleği (mümessel) ile temsil edilen bir feleğin aynı yüzeyi işgal ettiğini, aynı merkez ve aynı kutba sahip olduklarını düşünün (kolaylık açısından Şekil 3.20'de yer verilmemiştir).
> Bu durumda (şekil 3.20'de QH yarıçapı ile temsil edilen) 2;30 p eğimde ilkine göre eğimli ve iki zıt noktada kesişen başka bir feleğin var olduğu hayal edilir. (Kesişen bu iki zıt noktalardan) biri baş, diğeri de kuyruk diye adlandırılır.
> O zaman (şekil 3.20'de H merkezli daire ile temsil edilen) merkezi eğrinin dış kenarında ve yarıçapı 51/8 parça olan üçüncü bir felek düşünelim. Bu felek, eğrinin yarıçapını (şekil 3.20'deki R) 60 parça olarak ölçen aynı birimdedir. (Bu feleğe) yörünge (*el-hâmil*) diyelim.
> Dördüncü bir feleğin merkezinin, taşıyıcı yörüngenin (şekil 3.20'deki N merkezli daire) dış kenarında olduğu ve yarıçapının 1;42,30 parça olduğu hayal edilir. Bu feleğe yönetici (el-mudîr) diyelim.
> Beşinci bir feleğin merkezinin, yönetici feleğin (şekil 3.22'deki O merkezli daire) dış kenarında olduğu ve aynı parça ile 6;30 olduğu düşünülür ve bu feleğe de döndürücü felek (şekil 3.20'ye dâhil edilmemiştir) denir.
> Satürn'ün merkezi döndürücü felek kuşağında (*minteqa*) bir noktaya sabittir."

Verilen ebatlara göre, *e*'nin Batlamyus dışmerkezliliği ile aynı olduğu yerde HN=3e/2 ve NO= e/2 ilişkilerini diğer tüm üst gezegenlere uygulanabilir olarak onaylayabiliriz. Satürn durumunda ise HN=$5\frac{1}{8}$=5;7,30 aslında 3 NO=3 X 1;42,30'a eşittir ve HN + NO=2 *e*=6;50 ki bu değer Batlamyus dışmerkezliliği 3;25 parça'nın tam olarak iki katıdır.

Şekil 3.20'deki felek hareketlerinin yönlerinin, İbnü'ş-Şâtır tarafından verilen aşağıdaki değerlerde olduğu farz edilir.

1. felek, günlük 0;0,0,9,52° ile levhaların sırası yönünde hareket eder, gösterilmemiştir.

2. felek, günlük 0;2,0,26,17° ile levhaların sırası yönünde hareket eder, yarıçapı QH'tır.
3. felek, günlük 0;2,0,26,17° ile levhaların sırasının tersi yönünde hareket eder, yarıçapı HN'dir.
4. felek, 0;4,0,52,34 ile levhaların sırası yönünde hareket eder; NO yarı çaplıdır ve ikinci feleğin iki katıdır.
5. felek, 0;57,7,43,34,22 ile levhaların sırası yönünde hareket eder, gösterilmemiştir.

Aynı zamanda diğer üst gezegenlere de uyarlanabilen bu ilişkilere göre, İbnü'ş-Şâtır'ın taşıyıcı yörünge dediği H merkezli dairenin, QH yarıçapı ile gösterilen eğimli felek ile aynı hızda fakat zıt yönde hareket ettiği açıktır. Sonuç olarak bu, yukarıda gösterilen ve Batlamyus tarafından *el-Macestî*'nin üçüncü kitabının üçüncü bölümünde kullanılan tekniği kullanarak, dış merkezin QK kısmını merkezden dış kenara transfer eder. Bu durum İbnü'ş-Şâtır'ın kendi modelini gerçekten yeryüzü merkezli yapmasını sağlar, çünkü bu durumda yarıçap HQ yeryüzünün kendi merkezi etrafında dönmektedir. İbnü'ş-Şâtır dışmerkezin kalan kısmını uydurabilmek ve Batlamyus yörüngesi EZ'yi elinde tutabilmek için, N merkezli döndürücü felekçiğin H merkezli taşıyıcı yörüngenin tersi yönünde dönmesini sağlar. Böylece açı HNO= $2\bar{x}$ olur. NH çizgisi QK çizgisine paralel ve eşit olduğu için NK ve QH çizgileri de birbirlerine paralel ve eşittir. Bu yüzden KNH açısı KNO açısı $\bar{x}$'e eşittir.

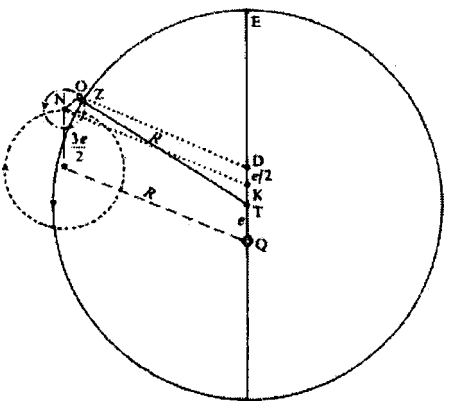
Eğer DK=NO olursa ve iki çizgide KN'ye göre aynı açıyı tanımlarsa, uçları bağlayan OD çizgisi KN'ye paralel olacak ve O noktası Batlamyus yörüngesi Z noktasına çok yaklaşacak. Bu genel ön kuram (şekil 3.18) ilk defa Urzî tarafından ispatlandı.

Bu yüzden İbnü'ş-Şâtır'in yaptığı şey, zaten daha önceki araştırmasından elde ettiği iki sonucu bağlamak gibi görünüyor. Öncellikle Apollonius eşdeğerliğini, QK etkisini dış kenar HN'ye aktarmak için kullandı. Daha sonra Urzî'nin elde ettiği sonucu, Urzî'nin ön kuramını uygulayarak N noktasını O'ya geri getirebilmek için kullandı. İbnü'ş-Şâtır Urzî'nin eserini doğrudan biliyor muydu diye düşünmemize gerek

yok, çünkü Şâtır'ın kendisi bunu bildiğini açıkça söylüyor ve özellikle dışmerkezli felekleri bulundurması açısından Urzî'yi eleştiriyor.

Açık sonuç, Batlamyus taşıyıcı yörüngesine çok yakın bir çember ve kesinlikle eşmerkezli ve Batlamyus çelişkilerinden bağımsız yeryüzü merkezli bir modeldir.

Şekil 3.21 kesik çizgilerle çizilmiş İbnü'ş-Şâtır modeli ile tam çizgilerle çizilmiş Batlamyus modeli arasındaki farkı, Urzî modelini hatırlatan noktalı KN ve DO çizgileri ile gösterir. O ve Z noktaları arasındaki mesafeyi genel olarak aynı olmadıklarını göstermek için bilerek abarttım fakat hiçbir şekilde gözlemsel sonuçlarla değiştirilebileceklerini iddia etmek için değil. En büyük dışmerkezliliğe sahip Mars'ta OZ değeri, 60 birimlik bir yarıçap için 0.005 düzenindedir (bk. Swerdlow, 1973, 469).

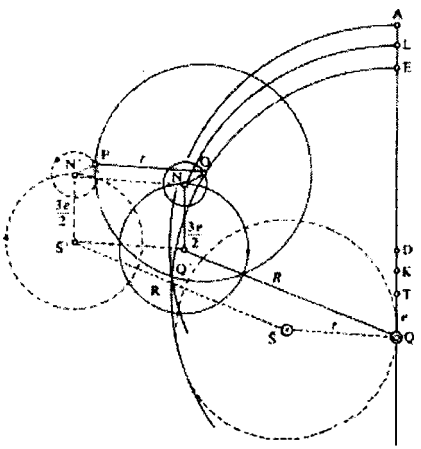


Şekil 3.21

Şekil 3.22'de İbnü'ş-Şâtır modeli Kopernik modeli üzerine ilave ediliyor. Kopernik modelinin açıklaması *Commentarilious* (Swerdlow 1973: 456y) ve *De Revolutionibus*'da (C, 4) kullanıldı.

Kesik çizgilerle çizilmiş Güneş merkezli Kopernik modeli ile tam çizgilerle çizilmiş yeryüzü merkezli İbnü'ş-Şâtır modeli arasındaki dönüşümü kolaylaştırmak için, İbnü'ş-Şâtır modelindeki orta Güneş S sa-

bit tutuluyor ve diğer ilişkilerin ve hareketlerin aynı kalması sağlanıyor. S sabit tutulunca İbnü'ş-Şâtır modeli tüm ebatlarıyla Kopernik'in benimsediği modele dönüştü.

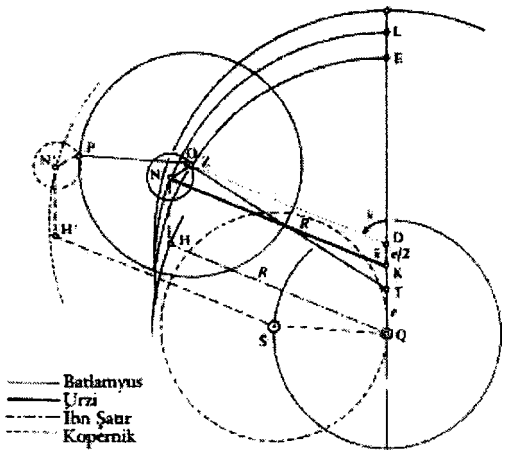


Şekil 3.22

Şu anda vektörlerin ilavesinin değiş tokuş olduğunu bildiğimiz için, yeryüzü ya da orta Güneş'in hangisinin sabit tutulduğuna bakmaksızın, her ikisinin de P gezeni için aynı konumu tahmin ettiklerini görmek şaşırtıcı değildir.

Bu bölümü bitirirken, yukarıda tartışılan dört modelin hepsi, yani Batlamyus, Urzî, İbnü'ş-Şâtır ve Kopernik modelleri şekil 3.23'teki Batlamyus yörüngesi üzerine yerleştirilir. Cüzcânî'nin modeli çeşitli sebeplerden dolayı önemsenmedi. Ayrıca Kutbeddin ve Sadru'ş-Şeri'a modelleri de önemsenmedi çünkü her ikisi de Urzî modelini benimsemişlerdi. Yine de geriye kalan modellerin eşdeğerliği, burada en iyi Batlamyus çelişkilerini kabul etmek zorunda olmadan, hepsinin P gezegeni için aynı konumu tahmin etmeleriyle gösteriliyor.

Urzî ve Batlamyus arasındaki tarihsel ilişki ilk Ebû Übeyd teşebbüsüne kadar uzanabilir, fakat bu ilişki aynı zamanda Batlamyus dışmerkezinin üstün ve başarılı bölünmesi ile Apollonius eşdeğerliğinin değişimi de olabilir. Bu sonuca ulaşılınca, İbnü'ş-Şâtır tam anlamıyla bunun önemini fark etti ve kendi modelini üretmek için, bu sonuçla Apollonius eşdeğerliğini birleştirdi.



Şekil 3.23

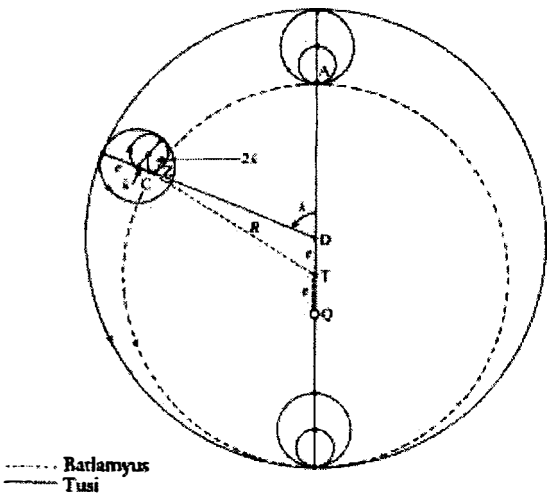
İbnü'ş-Şâtır'ın, Urzî'nin çalışmalarını bildiğini belirttik ve modelinde dışmerkezleri bulundurmasına itiraz ettik. Bu durumda OD ve NK'nın paralelliğini (şekil 3,23) ispatlamak zorunda olmadığını hissetmesi anlaşılabilir bir durumdur çünkü bu paralellik Urzî'nin ön kuramında (şekil 3.18) zaten ispatlanmıştı. Aynı şekilde Kopernik da bu paralelliği ispatlamadı. Bu durumu ilk defa Maestlin, Kepler'e yazdığı mektupta açıkça ispatladı (bk. Grafton 1973: 528 vd.).

Kopernik ile özellikle İbnü'ş-Şâtır olmak üzere Müslüman öncüleri arasındaki ilişki sorusu, hâlâ açık bir sorudur ve bu ilişki bir şekilde kesin olarak kurulmadan önce daha fazla araştırma yapılmak zorundadır. Açık olan şudur ki İbnü'ş-Şâtır'ın eşdeğerlik modelinin, daha önceki astronomların ulaştığı sonuçlar arasında iyi bir altyapısı vardır, bu yüzden tarihsel olarak üç yüz yıl önce başlayan doğal ve kademeli bir gelişim olarak açıklanabilir. Aynı şey Kopernik modeli için söylenemez. Fakat iç ilişkilerini tam olarak anlayabilmek ve bu anlamda istifade edebilmek için, İslam kaynakları üzerine biraz daha fazla araştırma yapılmak zorundadır.

Kopernik ve Müslüman öncüleri arasındaki muhtemel ilişkiyi anlamak ve istifade etmek içinse Bizans kaynakları üzerine araştırmalar yapılmalıdır.

Tusi'nin Gezegen Modeli

Kopernik'in üst gezegenler modeli ile ilişkisi açısından, Tûsî'nin modeli İbnü'ş-Şâtır'ınkinden farklı bir geleneği temsil eder. Urzî geleneğinde olduğu gibi Batlamyus dışmerkezini ikiye bölmek yerine Tûsî, kendi Ay modelini genelleştirir (şekil 3.24) ve bir 'Çift' kabul eder. Bu 'Çift' döndürücü felek Batlamyus yerötesindeyken, döndürücü felek merkezini ekuant'a daha yakın hareket ettirecek ve döndürücü felek yerberisindeyken uzaklaştıracak şekilde hareket eder. Bu durumda 'Çift'in kendisi ekuant ile eşmerkezli olan bir yörünge ile taşınır. Bu yüzden tüm hareketler, ilgili felekler etrafında düzenli olacaktı ve Batlamyus modelinde varsayılan hiçbir çelişkiyi doğurmayacaktı.



Şekil 3.24

Merkür Hareketi Modeli

Batlamyus'un Merkür hareketi modeli yukarıda anlatıldığı gibi (şekil 3.4) Ay modeline çok benzer. Sonuç olarak Batlamyus gezegenin

yeryüzüne, bir yerine iki noktada yaklaşmasını sağlayan aynı yana eğik mekanizmayı kullanır. Bu yüzden Güneş'ten en uzun elongasyon olarak gözlemlediği şeyi açıklar ve böylece Merkür modelinde iki yerberi varsayar. Diğer taraftan üst gezegenlerde olduğu gibi evrenin merkezinden iki katı uzaklıkta olmak yerine, Merkür modelinde dış merkezin çapı, hâlâ yeröte yönündeyken ekuant evren merkezi ile dışmerkez arasında, merkezler çizgisi üzerinde yer alır. Ay modelinin tersine Merkür modeli, Ay modelindeki evrenin merkezi yerine ekuant noktası etrafında düzenli hareket etmesini gerektirir.

Batlamyus modeli, itirazlarına cevap verecek alternatif bir model tasarladığı bilinen ilk astronom, çalışmalarını yukarıda Ay ve üst gezegenler modeli ile ilgili gördüğümüz Müeyyedüddin el-Urzî'dir.

Urzî'nin Merkür Modeli

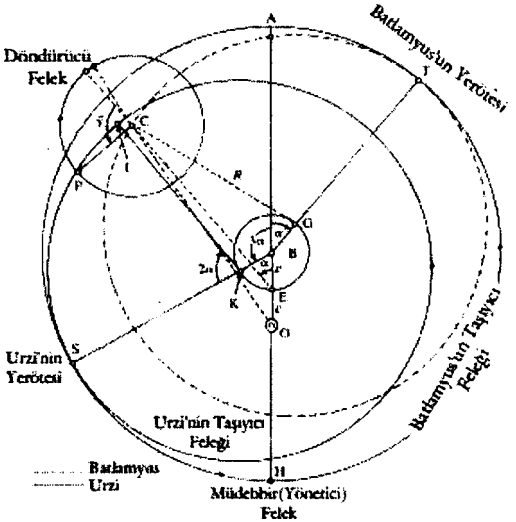
Urzî Merkür modelini tartışmaya diğer gezegenlerle bağlantılı söylediği çeşitli sözlerin yanı sıra iki farklı bölüm ayırır. Bölüm 44[31] Merkür feleklerinin doğru anlatımı ile bu feleklerin hareketleri hakkında kısa sözler içerir. Ne zaman uygun olsa Urzî Batlamyus'un tanımlarını yeni gözlemlere uyacak şekilde düzeltti. Bir noktada okuyucuya şunu hatırlatır; "Bu hareketler için Batlamyus tarafından varsayılan koşulların eklenmesi artık gereksizdir çünkü (Batlamyus'un sabit varsaydığı) Güneş yerötesi aslında Libra'da yer alan yönetici (*el-mudîr*) feleğin yerötesiyle aynı oranda hareket ediyor."

Başlık *Islâhu Hey'eti 'Utârid*'de (Merkür Modelinin Islahı) belirtildiği gibi bölüm 48[32], Merkür modelinin Batlamyus modelindeki iki ana problemi çözecek şekilde yeniden yapılandırılmasına ayrılmıştır. Ay modelindeki problemler (1) merkezinden geçmeyen bir eksen etrafında düzenli hareket eden bir taşıyıcı yörünge, (2) ne taşıyıcı yörünge merkezi ne de yörüngenin etrafında eşit hareket tanımladığı bir merkez olmayan bir *ekuant noktası*.

Batlamyus modelinde (şekil 3.25) taşıyıcı yörünge, yönetici felek tarafından B merkezi etrafında, levhaların sırasının tersi yönünde yeröteyi T noktasına getirmek için düzenli hareket ettirilir. Taşıyıcı yörüngenin kendisi döndürücü felek merkezini C noktasına taşımak için kendi merkezi G etrafında zıt yönde hareket ettirilir, fakat *ekuant* noktası E etra-

[31] Bakınız Urzî, *Kitabu'l-Hey'e* s. 235–8. Bir sonraki alıntı s. 237'de bulunur.
[32] A.g.e., s. 246-57. Bir sonraki alıntı s. 250-1'de bulunur.

finda eşit ve zıt hızda düzenli hareket ediyor gibi görünür. Bu yüzden yörüngenin kendi merkezi G etrafında düzensiz bir hareket tanımlaması gerekir ki bu düzenli hareket prensibinin açık bir ihlalidir.



Şekil 3.25

Urzî buna cevap olarak şunu belirtir:

> Bu toplam yapılandırma çeşitli düşüncelerden kaynaklanır. Bunlar arasında gözlemler, gözlemlere dayanan ispatlar, periyodik hareketler, (Batlamyus'un) tasavvur ettiği (*hadase*) modeller (*hey'e*) ve bu hareketlerin yönü vardır. Kimse gözlemleri, ispatları ya da periyodik hareketleri eleştirmemelidir çünkü bunlarla çelişen herhangi bir şey gün ışığına çıkmadı. Tasavvur yöntemine gelince, o (Batlamyus) özellikle hatasının açığa kavuşmasıyla başkaları üzerinde bir üstünlüğe sahip olmamalıdır. Eğer herhangi biri prensiplere ve gezegenlerin gözlemlerle elde edilen belirli hareketlerine uyan başka bir önerme (*emr*) bulursa, o kişinin gerçeğe daha yakın olduğu farz edilmelidir (*evlâ bi-işâbeti'l-hakk*).
>
> Hatalı düşüncesini gördüğümüz ve diğer gezenlerde yaptığımız gibi düzeltmeye (*ıslah*) çalıştığımız için bunu ancak yukarıda bahsedilen iki hareketi, yani yöneticinin ve taşıyıcı yörüngenin hareketini muhafaza edersek yapabileceğimizi gördük. O zaman yöneticinin levhaların sırası yönünde, Güneş'in orta hareketinin üç katı kadar hareketle ve taşıyıcı yörüngenin zıt yönde (levhaların sırasının tersi

> yönünde),ve iki katı hareketle hareket ettiklerini düşünelim. Bu durumda döndürücü felek merkezinin oluşan hareketi, levhaların sırası yönünde ve Güneş'in orta hareketi kadar yani onun (Batlamyus'un) modelindeki ile aynıdır."

Urzî'nin şemaya çevrilen (şekil 3.25) ve Batlamyus modeline ilave edilen modeli Merkür'ün hareketini, yeröteyi S noktasına taşımak için levhaların sırası yönünde, B merkezi etrafında ve Batlamyus'un Ay yörüngesinde olduğu gibi düzenli hareket etmesini sağlayarak tanımlar. O zaman taşıyıcı yörünge döndürücü felek merkezini I'ya geri getirmek için düzenli fakat zıt yönde, kendi merkezi K etrafında hareket etmelidir. Bu durumda döndürücü felek merkezinin oluşan hareketi, şekildeki gibi Batlamyus'unkine paralel ve çok yakın olacaktı. Dahası Urzî'nin modeli düzenli hareket prensibine uyacak ve gözlem sonuçlarına çok yakın olacak, böylece Urzî'nin deyimiyle, '(Batlamyus'unkinden) gözlemcinin gözünden kaçabilecek kadar çok az miktarda değişir.' Urzî şöyle söylemeye devam eder: "Diğer taraftan bizim yöntemimiz şüpheden ve çelişkiden bağımsızdır ve bu yüzden diğer herhangi bir yöntemden daha üstündür".[33]

Merkür için alternatif model öneren diğer astronom Tûsî'nin bir öğrencisi olan Kutbuddîn eş-Şîrâzî idi, çünkü Tûsî eseri *Tezkira*'da açıkça Merkür için bir model tasarlamadığını ve tasarlayınca açıklayacağını kendisi itiraf etti.[34] Mevcut araştırmamızın durumu böyle bir model tasarladığını göstermiyor.

Kutbeddin eş-Şirazi'nin Merkür Modeli

Şîrâzî'nin modelinin kısa bir açıklaması E.S Kennedy tarafından zaten yapıldı (bk. Kennedy 1966: özellikle s. 373–5) ve devam eden kısım esasen Kenndy'nin eserinden ve Şîrâzî'nin *Tuhfe*'deki çalışmasından

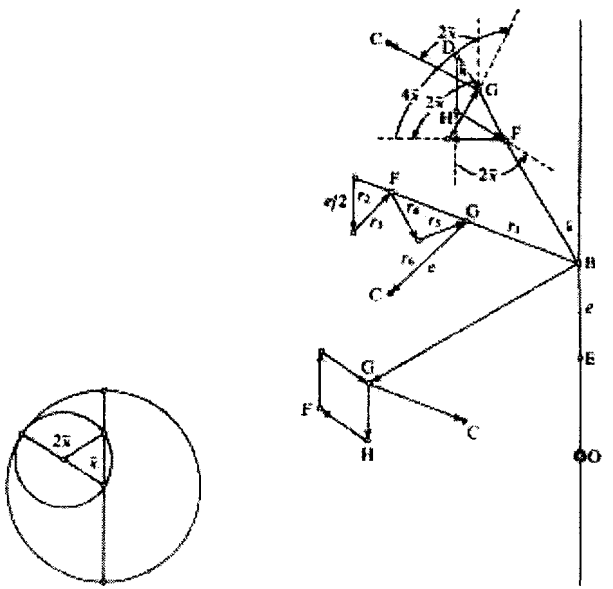
---

[33] a.e., s. 257.

[34] *Tezkira*, Leiden Ms. Or. 905, vr. 47[b]'de diyor ki: 'Merkür'e [modeli] gelince, bunu henüz uygun biçimde hayal edemedim. Bir [cismin] bir nokta etrafında, bu noktadan daha yakın ya da uzak karmaşık ve bileşik hareket etmesi ile düzenli hareket etmesinin sebebini hayal etmek zordur. Eğer Allah bu konuda başarılı olmamı ihsan ederse uygun yerde ekleyeceğim Allah'ın izniyle'.

alındı. Şîrâzî altı felekten oluşan kendi modeliyle Batlamyus'un yerini almak niyetindeydi. Bu altı felek şunlardır: (1) 60'a eşit r_1 yarıçapıyla evrenin merkezine Batlamyus'un dışmerkezliliği ile aynı şekilde dışmerkezli bir taşıyıcı yörünge. Bu yörüngenin merkezi Batlamyus modelinde olduğu gibi B merkezi etrafında hareket etmiyor böylece 'yönetici' felek ihtiyacını ortadan kaldırıyor. (2–5) Yarıçapları r_2, r_3, r_4, r_5, Batlamyus dış merkezinin yarısına eşit olan küçük feleklere sahip iki grup Tûsî Çifti. (6) Dışmerkeze eşit r_6 yarıçaplı son felek.

Kennedy'nin ve eseri *Tuhfe*'de Kutbeddin'in anlattığı gibi bu feleklerin hareketleri taşıyıcı yörüngenin düzenli, Güneş'in orta hareketi ile aynı hızda $\bar{x}$ ve levhaların sırası yönünde hareket edeceği şekildedir.



Şekil 3.26

Bu taşıyıcı yörünge kendisiyle birlikte diğer tüm felekleri, iki Tûsî Çifti ve yarıçapı dışmerkeze eşit altı felek taşır. İki Çiftten ilki, iki felek-

ten daha büyüğünü orta Güneş hareketi ile aynı hızda fakat levhaların sırasının tersi yönünde hareket ettirecek şekilde hareket eder. Bu demek ki küçük felek bu hızın iki katı ile fakat zıt yönde hareket edecek, böylece asıl dokunma noktasının aynı zamanda taşıyıcı yörüngenin yarıçapı olan büyük feleğin çapında kalmasını sağlayacak. Taşıyıcı yörünge yarıçapı boyunca dalgalanmak zorunda olan bu F noktası, ikinci çiftin büyük feleğinin merkezi olarak alınır. İkinci Çift bu durumda yüklenecek ve ilk Çiftin yönünün tersi yönde iki kat hızla hareket edecek ki bu da büyük felek çapı boyunca dalgalanır ve kendi G noktasını meydana getirir. Burada yine büyük felek çapı aynı zamanda küçük felek yarıçapıdır. İki Çiftin de etkisi altıncı feleğin merkezi G'yi taşıyıcı yörüngenin yarıçapında tutmak, fakat yeryüzüne yaklaşıp uzaklaşarak dalgalanmasına izin vermektir. Bu hareketle altıncı feleğin yarıçapı GC=r_6, BE çizgisiyle birlikte Urzî'nin ön kuramındaki koşulları sağlar. Böylece iki yerberisindeyken, döndürücü felek merkezinin yumurta şekline benzeyen, ortadan basık bir eğri tanımlamasını sağlar. Taşıyıcı yörüngenin zaten $\bar{x}$'e eşit bir açıyla hareket ettiğini farz edersek, bu hareketleri modern vektör terminolojisini kullanarak açıklamak için taşıyıcı yörünge yarıçapını, $\bar{x}$ açısı ile hareket eden r_1 vektörü olarak alırız (şekil 3.26). İlk Çiftteki küçük feleğin yarıçapı olan ikinci vektör r_2'yi ise büyük felek tarafından zıt yönde, x açısı ile hareket ediyor olarak alırız. Küçük feleğin hareketi ile vektör r_3, r_2'nin tersi yönde $2\bar{x}$'e eşit açıyla hareket etmiş olurdu. Bu durumda ikinci Çiftte vektör r_4, büyük felek tarafından r_1 yönünden ölçülen $2\bar{x}$'e eşit açıyla hareket ettirilir. r_5 r_4'ün ters yönünde, ikinci küçük felek tarafından r_4 yönünden ölçülen $4\bar{x}$'e eşit açıyla hareket ettirilir. Sonuç olarak r_6 kendi feleği tarafından r_1 yönünden ölçülen $\bar{x}$'e eşit açıyla ölçülür.

Böyle algılanınca r_2, r_3, r_4 ve r_5 vektörlerinin toplamı, altıncı feleğin merkezi G'nin yani r_6 vektörünün aslının, yörünge yarıçapı boyunca her zaman ileri geri dalgalanmasını sağlar. Bu modelde taşıyıcı yörünge merkezi, evrenin merkezinden Batlamyus dışmerkezinin iki katına eşit uzaklıkta sabittir. Şimdi vektör r_6 her zaman taşıyıcı yörüngenin hareket ettiği açıya eşit açıyla ve aynı yönde hareket ettiği için, bu, vektörün ucunun her zaman ekuant merkezi etrafında düzenli hareket ediyor gibi görünmesi anlamına gelir. Üst gezgenler modelinde Urzî tarafından

önerilen ön kuramda da böyle tahmin edilir ve Batlamyus'un gözlemsel verileri bunu gerektirir.

Kutbeddin'nin yaptığı şey Tûsî ve Urzî'nin ulaştığı sonuçları kullanmak ve daha önce geliştirilen her iki tekniği de, yani Tûsî Çifti'ni ve Urzî'nin ön kuramını, kullanarak kendi modelini geliştirmek gibi görünüyor.

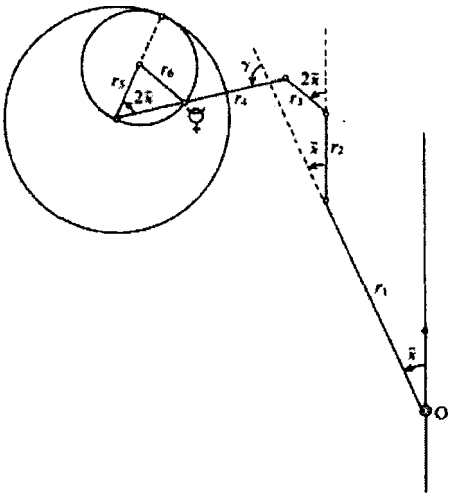
İbnü'ş-Şâtır'ın Merkür Modeli

Merkür'ün ekuant'a göre düzenli hareketi ve simetrik olarak yerötenin her iki tarafının 102° çevresinde yer alan mesafelerdeki büyük elongasyonlar Batlamyus gözlemleri ile desteklenir. İbnü'ş-Şâtır tüm bu gerçeklerin, feleklerin düzenli hareketlerinin kendi ayrı merkezleri etrafında oluşur şekilde yerleştirildikleri bir model geliştirdi. Kutbeddin gibi Şâtır de gördüğümüz gibi Tûsî ve Urzî tarafından ulaşılan sonuçları yani Tûsî'nin Çifti'ni ve Urzî'nin ön kuramını kullandı.

İbnü'ş-Şâtır daha önce Ay ve gezegenler modelinde kullandığı yukarıda anlatılan aynı tekniği kullandı. Burada yine modelini yeryüzü merkezli olduğunu varsayarak inşa etti. Böylece diğerlerin kullanarak hata yaptığını düşündüğü dışmerkezli taşıyıcı yörüngeyi kullanmak zorunda kalmayacaktı.[35] Modeli kesinlikle yeryüzü merkezli yapmak için (şekil 3.27) r_1=60 parça yarıçaplı, evrenin merkezi O ile eşmerkezli ve levhaların sırası yönünde, orta Güneş hareketi ile aynı hızda hareket eden eğimli bir feleğin varlığını farz eder. Bu eğimli feleğin kuşağında (*minteka*) taşıyıcı yörünge (*el-hâmil*) denilen başka bir felek taşıdığı farz edilir. Bu taşıyıcı yörünge feleği, yarıçapı r_2 4;5 parça olan ve eğimli felek ile aynı hızda fakat zıt yönde hareket eder. Aynı şekilde taşıyıcı yörünge yönetici (*el-mudîr*) diye adlandırılan üçüncü bir felek taşır. Bu yönetici feleğin yarıçapı r_3 0;50 parçadır ve hareketi eğimli feleğin hareketi gibi levhaların sırası yönündedir fakat Güneş'in günlük orta hareketinin iki katı hızdadır. Bu durumda yönetici, yarıçapı r_4 22;46 ve hareketi Merkür anomalisine eşit olan döndürücü feleği taşır. Döndürücü felek kuşağında kuşatılmış felek (*el-Muhît* ya da *eş-Şâmil*) denilen beşinci bir felek bulunur. Bu kuşatılmış feleğin yarıçapı r_5 0;33'tür ve hareketi levhaların sırası yönünde ve orta güneş hareketinin iki katına eşittir.

[35] İbn Şâtır'in *Nihâyetü's-Sûl* 2. bölümdeki dış merkezli yörüngeyi kullanan daha önceki astronomlara karşı söylediklerine bakınız.

Kuşatılmış felek sıra ile koruyucu (*el-Hâfiz*) denilen altıncı bir özdeş felek taşır. Koruyucu feleğin yarıçapı r_6, beşinci feleğin yarıçapına eşittir ve hareketi levhaların sırasının tersi yönünde ve günlük orta güneş hareketinin dört katıdır. Merkür gezegeni bu altıncı feleğin kuşağında yer alır.



Şekil 3.27

Modern vektör terminolojisini kullanmak için eğimli felek yarıçapının r_1 vektörü 60 parça uzunluğunda olmasını sağlayalım. Hareketi bu durumda Güneş'in günlük orta hareketine eşit, levhaların sırası yönünde olacaktı. Bu vektörün ucunda başka bir vektör r_2 vektörü, taşıyıcı yörüngeyi temsil edecek ve bu yüzden uzunluğu 4;5 parça olacak. Hareketi r_1 hareketine eşit ve zıt yönde olacak. Bu demektir ki r_2 apsidal çizgilerine paralel olacak şekilde sürekli yer değiştirir ve sonuç olarak merkezden dış kenara 4;5 parça'ya eşit miktarda dışmerkez taşıyacak. Yöneticiyi temsil eden vektör r_3, r_1 ile aynı yönde ve hızının iki katıyla hareket eder. Urzî'nin ön kuramı ile r_3'ün ucunun, apsidal çizgi üzerinde, evrenin merkezinden 4;5–0;50= 3;15 p uzaklıkta bir nokta etrafında düzenli hareket ettiğini kolaylıkla gösterilebilir. r_3 ucu aslında Batlamyus modelinde döndürücü feleğin merkezi olduğu için, bu yer değiştirme sonuç olarak döndürücü felek merkezinin ekuant etrafındaki

hareketi ile aynı etkiyi yaratacak. Batlamyus modelinde ekuant evrenin merkezinden 3 p uzaktadır. Şu ana kadar ekuant problemi çözüldü.

Son iki vektör r_5 ve r_6 vektörleri Batlamyus modelindeki ikinci şartı karşılar. Bu ikinci gereklilik, gezegen yeröteye 90° uzakta olduğunda Merkür döndürücü feleğinin büyümesi etkisini yaratmaktır. Bu, ancak bu iki vektörün Tûsî Çifti'nin küçük dairesinin yarıçaplarını temsil ettiğini farz edersek[36], büyük daire yarıçapının döndürücü feleğin yarıçapı yönünde olması sayesinde başarılabilinir. Böylece büyük dairenin çapı 0;66 p uzunluğa indirilir ya da aynı oranda büyültülür.

Bu şekilde çözümlenerek Batlamyus modelinin iki ana şartı karşılandı ve çelişkiler çözüldü. Yukarıda belirtildiği gibi model Urzî'nin ve Tûsî'nin ulaştıkları iki önemli sonuçtan yararlanır. Bu yüzden İbnü'ş-Şâtır Kopernik'ten farklıydı. Kopernik Merkür'ün hareketi modelini bir kez *Commentariolus*'ta (Swerdlow 1973: 504) tam olarak anlamadan, bir kez de bu modeli daha iyi açıkladığı *De Revolutionibus*'ta (Swerdlow ve Nuegebauer 1984: 403 vd.) kullandı. Kopernik uzun bir İslam astronomi geleneğinin gerçek mirasçısıydı. İslam astronomisi Kopernik'e öyle teknikler sağladı ki, üst gezegenler modelinde olduğu gibi sadece onları bir araya getirmek zorundaydı. Daha sonra da tüm modeli tam anlamıyla yeryüzü merkezli yapmak şartını getirdi.

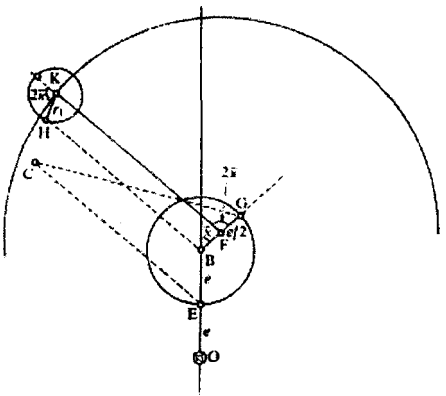
Sadru'ş-Şerîa'nın Merkür Modeli

Sadru'ş-Şeri'a eseri *Kitabu't-Ta'dîl*'de, Batlamyus'un Merkür modelini anlatır (vr. 32^b-33^a) ve bölümü bu modelin yetersizliklerini ifade ederek bitirir. Daha sonra Tûsî'nin henüz Merkür'ün hareketi için bir model geliştirmediğini itiraf ettiği eseri *Tezkira*'daki demecini tekrar eder. Sadru'ş-Şeri'a Tanrı'nın yardımıyla Tûsî'nin başaramadığı şeyi başardığını iddia eder. Yukarıda da anlatıldığı gibi, aslında Kutbeddin tarafından önerilen Ay modelinden biraz değiştirilmiş bir model anlatır.

Şadru'ş-Şerî'a, merkezi F (şekil 3.28) yöneticinin merkezinden $e/2$ uzaklıkta olan yeni bir dışmerkezli taşıyıcı yörünge önerir. Yani bu yeni yörünge Batlamyus ekuantının üzerinde yer alır, hareketi Batlamyus

[36] İbnü'ş-Şâtır biri diğerinin kuşağında taşınan iki felekten bahseder. Bu, onun iki kesişen daire değil, sadece bir Tûsî Çifti düşündüğü anlamına gelir çünkü ortaçağ terminolojisinde böyle felekler birbirleriyle kesişmek zorundaydı ki buna hiç izin verilmedi.

dışmerkezliliğinin bir buçuk katı yeröte (apogee) yönünde, yöneticinin iki katı ve yöneticinin yönünün tersi yönde yani levhaların sırası yönündedir. Daha sonra, $e/2$'ye eşit r_1 yarıçaplı yörüngenin kuşağına bir döndürücü felekçik ekleyerek ve bu döndürücü feleğin taşıyıcı yörünge ile aynı hızda ve aynı yönde hareket etmesini sağlayarak Urzî'nin ön kuramını kullanır. Gezegenin asıl döndürücü feleğinin, bu döndürücü felekçiğin kuşağında taşındığı düşünülür. Urzî'nin ön kuramı ile asıl döndürücü felek H'nin merkezi, eşit zamanlarda eşit yaylar tanımlıyormuş gibi, yani yönetici B'nin merkezi etrafında düzenli hareket ediyor gibi görünecek.



Şekil 3.28

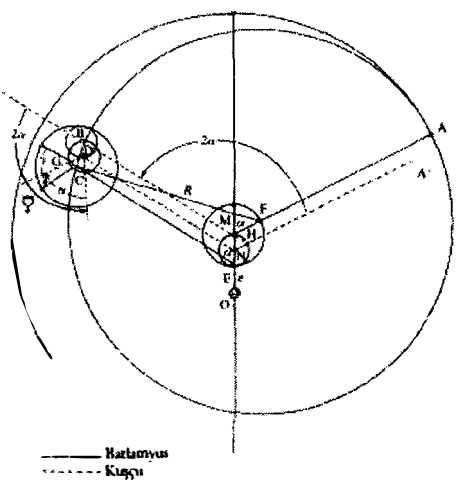
Üstelik Batlamyus modelindeki döndürücü feleğin ekuantdan olduğu gibi, bu durumda asıl döndürücü felek H'nin merkezi yöneticinin merkezinden aynı yönde olacaktı. Tüm bu hareketler orta hareketler olarak tanımlandığından, döndürücü felek merkezini Batlamyus modelinde öngörülene paralel yönde hareket ettirmek Sadru'ş-Şerî'a'yı tatmin etmiş olmalıydı. Çünkü Sadru'ş-Şerî'a, Batlamyus tutarsızlıklarını taşımayan eşdeğer bir model bulduğunu iddia etti.

Alaaddin Kuşçu (ö. 1474)

Calcutta'daki Asya Toplum Kütüphanesi'nde (Asiatic Sociaty Library) bulunan anonim bir risalede (No. A1482), Merkür problemini başka bir çözme teşebbüsü buluyoruz. Günümüz yazarlarına göre bu risale, Kuşçu tarafından yazılmıştır.

Kuşçu, Batlamyus'un Merkür modelini tanıttıktan ve eleştirdikten sonra, Batlamyus modelindeki problemler için kendi çözümlerini tanıtarak devam eder. Öncelikle Batlamyus döndürücü felek merkezi C'nin (ya da G) D merkezli bir döndürücü felekçik ile taşındığını farz eder (şekil 3.29). Bu D merkezli döndürücü felekçiğin yarıçapı Batlamyus dışmerkezinin yarısı kadardır ve kendisi de B merkezli, aynı yarıçapta başka bir döndürücü felekçik tarafından taşınır. Daha sonra, döndürücü felekçik B'nin, H merkezli yeni bir taşıyıcı yörünge tarafından, yönetici N'den Batlamyus dışmerkezinin yarısına eşit uzaklıkta taşındığını farz eder.

Bundan önce yöneticinin yeni merkezini, evrenin merkezinden Batlamyus dışmerkezine bir buçuk kata eşit uzaklıkta olarak tarif eder. Bu feleklerin hareketleri şekilde olduğu gibi aşağıdaki biçimde anlatılır. Yönetici, yeröteyi A′ noktasına getirmek için kendisiyle birlikte yörüngeyi, levhaların sırasının tersi yönünde, orta günlük güneş hareketine eşit hızda taşır. Yörünge, döndürücü felekçiklerden birinin merkezi olan B noktasını HB yönüne getirerek, iki katı hızla ters yönde hareket eder. B merkezli döndürücü felekçik (epicyclet) taşıyıcı yörünge ile aynı yönde ve aynı hızda hareket eder. Böylece ikinci döndürücü feleğin merkezi D noktasını getirerek, yeni yönetici merkezi N etrafında düzenli hareket ediyormuş gibi görünür.



Şekil 3.29

İkinci döndürücü felek, yönetici ile aynı hızda ve aynı yönde geri hareket ederek G döndürücü feleğini taşır. Hareketlerin bu şekilde birleştirilmesi, G'nin her zaman C ile aynı çizgide ve C'yi *ekuant* E'ye bağlayan çizginin uzantısı üzerinde olmasını sağlayacak. Böylece G noktası olması gerektiği gibi *ekuant* etrafında düzenli hareket ediyormuş gibi görünecek.

Bu modelin derinlemesine yapılacak olan bir incelemesi, onun Urzî'nin ön kuramına borçluluğunu, bir defa D ile N'yi, başka bir sefer de G ile E'yi hizalamak için kullanılmasıyla; Kutbeddin'in Ay modeline borçluluğunu, Batlamyus'un yana eğik mekanizmasına yer vererek, fakat aynı zamanda dışmerkezi ikiye bölerek; son olarak Sadru'ş-Şerî'a'ya borçluluğunu ise aynı modelin daha temel formuyla gösterecek.

SONUÇ

Bu gelenek için daha önemsiz olduklarından, 12. yüzyıldan sonraki Müslüman astronomlarının geliştirdiği gezegen teorilerini, boylamdaki hareketi ve gezegen uzaklıklarına aldırmadan genel bir gözden geçirmeden sonra, bu uzun geleneğin iki ana başarısının iki matematiksel teorem olduğu açığa çıkmıştır. İlki yukarıda Urzî'nin ön kuramı dediğimiz, diğeri de Tûsî Çifti denilen teoremlerdir. Bu iki teoremin ve Batlamyus dışmerkezlerini bölme tekniğinin yardımıyla, bu modellerin bölümlerini, merkez bölümden dış kenara ve geriye transfer etmek mümkündü. Bu hareket özgürlüğü, sadece Batlamyus modelindeki ekuant etkisinin akılda tutulmasını değil, aynı zamanda herhangi bir fiziksel prensibi ihlal etmeyecek düzenli hareketlerin gelişimini de sağladı. Ayrıca Tûsî Çifti dairesel hareketilerin bileşimi olarak doğrusal hareketlerin üretimini sağladı. Böylece İbnü'ş-Şâtır ve daha sonra Kopernik gibi kişilerin, döndürücü felek yarıçapının boyutunu büyütmek ve sadece düzenli dairesel hareket ya da bu yüzden bileşim kullanarak onu küçültmesi etkisini yaratmalarını sağlar.

Bu gözden geçirmeden açığa çıkan diğer sonuç, Batlamyus astronomisini eleştirme geleneğinin 12. yüzyıldan sonra sağlam bir gelenek haline geldiğidir. Çok az astronom kendi başlarına, Yunan astronomisinde değişiklik yapma girişiminde bulunmadan ciddi bir iş yapabilir. İslam astronomisindeki bu özgün üretim dönemi, genellikle İslam bi-

liminde bir çökme dönemi olarak düşünülür. Bu konuyu derinlemesine araştırmak için çok az çaba harcandı.

Fakat Kopernik astronomisindeki bu son uzmanlık, özellikle de Swerdlow ve Neugebauer uzmanlığı, astronomideki bu İslam geleneğinin Kopernik'in kendisi üzerinde etki bıraktığına şüphe bırakmadı.

Sadece gelecekteki araştırmalar bu etkiden sorumlu, Doğu'dan Batı'ya nakil kanallarının doğasını açıklayacak.

4

ASTRONOMİ VE İSLAM TOPLUMU KIBLE, GÜNEŞ SAATİ KURAMI VE VAKİT HESAPLAMA

David A. KING

a) Kıble: Kutsal Yön

GİRİŞ

Kur'an-ı Kerimde Müslümanların namazları esnasında Mekke'deki kutsal alanlara yönelmeleri emredilmiştir. Konu ile ilgili ayette (Bakara, 2/144) "Artık yüzünü Mescid-i Haram'a çevir. Siz de nerede olursanız olun (namazda) yüzlerinizi o tarafa çevirin" denilmektedir. Müslüman'ın ibadetinin fiziksel odağı, Mekke'nin tam kalbindeki küp biçimli görkemli bir yapı olan Kâbe'dir. Tarihsel kökeni tam olarak bilinmeyen, eski putperestlerin kutsal saydığı bu yer, yeni İslam dininin fiziksel odağı, Allah'ın varlığının bir nişanesi olarak kabul edilmiştir.

Bundan dolayı Müslümanlar namazlarında Kâbe'ye yönelmekte ve camilerini de Kâbe yönünde inşa etmektedirler. Camilerdeki *mihrap* veya namazın kılındığı yönü gösteren bölme, kıbleyi ya da Mekke'nin bulunduğu yerin yönünü göstermektedir. Ölüler yüzleri Kâbe'ye çevrilerek gömülürler. İslamî gelenek ayrıca mükellefe Kur'an tilavet etmek, ezan okumak, kurban kesmek gibi bir takım ibadetlerde kıbleye doğru

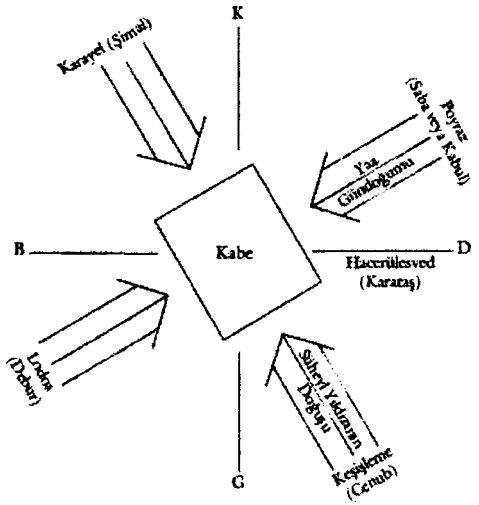
yönelmeyi emreder. Diğer yandan bazı bedeni ihtiyaçlar kıbleye dikey yönde giderilmelidir. Bundan dolayı Müslümanlar günlük yaşamlarında yaklaşık on dört asırdan beri fiziksel ve ruhsal olarak Kâbe'ye ve kutsal şehir Mekke'ye yönelmektedirler.

Müslüman otoritelerin günümüzde yaptığı gibi zamanının Müslüman astronomları da kıblenin yönünün incelenmesini matematiksel bir coğrafya problemi olarak görmüşler ve ellerindeki coğrafi verileri kullanarak herhangi bir yerin kıblesini tayin etmek için metotlar icat etmişlerdir. Fakat 8. yüzyılın sonları ya da 9. yüzyılın başlarından önce matematiksel metotlar Müslümanların elinde mevcut değildi; hatta daha sonraki yüzyıllarda ölçülerek bulunan kıbleler yaygın olarak kullanılmamıştır. Ortaçağda inşa edilen camilerin incelenmesinden bu durum açıkça görülmektedir; nitekim Mekke'ye doğru hizalanan bu camiler, çoğunlukla kıblenin bilimsel metotlarla tespit edilen konumuna uygun değildir. Kıblenin yönünü bulmak için kullanılan metotlar genellikle halk astronomisine dayanmaktadır. Dini geleneğin ve astronomik doğuş ve batışların onayladığı ana yönler tercih edilmiştir. Bundandır ki Müslümanlar, genellikle doğuya doğru ibadet etmeyi tercih eden Yahudi ve Hıristiyanlardan farklı bir kutsal yön mefhumu benimsemişlerdir. Bu bağımsız gelişme için mucip bir sebep vardı.

KÂBE'NİN KONUMLANDIRILMASI

Kâbe'nin kendisi astronomi verilerine uygun olarak konumlandırılmıştır, yani Kâbe'nin dikdörtgen tabanı, astronomi açısından önemli yönleri göstermektedir. Kâbe'nin konumlandırılması ile ilgili en eski kayıtlar, 7. yüzyılda sahabelere dayandırılmaktadır. Bu metinlere göre ana eksen gökyüzünün güney tarafında en parlak yıldız olan Yıldırak'ın (Süheyl/Canopus)* doğuşuna, küçük eksenin ise yaz ortası gün doğumunu gösterdiğine işaret etmektedir.

* Kanopus: Carina burcunun en büyük yıldızı, evrenin parlaklıkta ikinci yıldızı (37. enlemin kuzeyinde görülmez).



Şekil 4.1 Kâbe'nin astronomi verilerine uygun olarak konumlandırılması, ortaçağa ait birçok Arapça metinde bahsedilmiş ve modern araştırmacılar tarafından da teyit edilmiştir. Şekilde gösterilen rüzgâr şeması ortaçağ kaynaklarında da tasvir edilir.

Bu iki yön kabaca Mekke'nin üzerinde bulunduğu enleme dikeydir (şekil 4.1). Kâbe'nin ve çevre dağların havadan çekilen fotoğraflarına dayanan modern planları, ortaçağ metinlerini esas itibariyle doğrulamaktadır.

Bu kayıtlardan ilk Müslüman neslin, Kâbe'nin astronomi verilerine uygun olarak hizalandığını bildikleri ve Kâbe'den uzak olduklarında ona yüzlerini dönebilmek için bu astronomik hizalanmayı kullandıkları açıktır. Aslında sanki özel bir kesitinin doğrudan karşısında duruyorlarmışçasına Kâbe'nin uygun bir kesitine yönelmek için aynı astronomi verilerine uygun hizalanmayı çok sık kullanıyorlardı. Yaygın birçok rüzgar şemasından biri dört esas rüzgarı Kâbe'nin dört duvarı ile ilişkilendiriyordu (şekil 4.1).

Bu nedenlerden dolayı astronomiye ait ufuk görüngüleri ve rüzgâr yönleri, bin yılı aşkın süredir kıble tayininde kullanılmaktaydı.

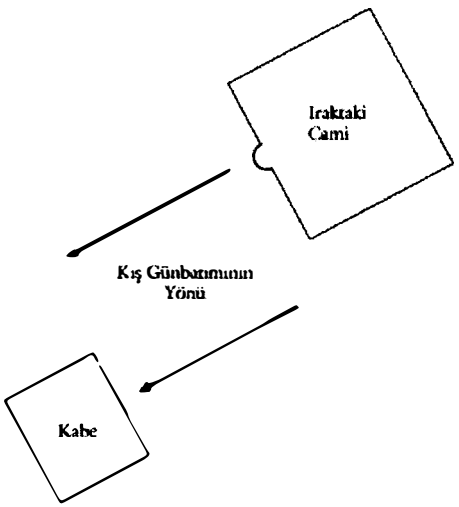
İLK CAMİLERİN KONUMLANDIRILMASI

Hz. Muhammed Medine'de iken "Doğu ve Batı arasında olan kıbledir" demişti ve kendisi de dua ederken tam güneye, Mekke'ye yönelmişti. Pek çok Müslüman Hz. Muhammed'in yaptıklarını aynen uyguladıkları ve güneye yönelişini de kıble her yerde tam güneydedir şeklinde yorumladıklarından Kıble için güneye yönelmişlerdir. *Sahabe* adıyla bilinen ilk Müslümanlar tarafından Endonezya'dan Orta Asya'ya kadar inşa edilen camilerin bazıları, her ne kadar Mekke meridyenine göre oldukça Doğuda ya da Batıda kalan bazı bölgelerde çok zor olsa da, güneye bakacak şekilde inşa edilmiştir. Endülüs'ten Orta Asya'ya kadar bazı eski camiler bu durumun kanıtıdır. Bu durum, kilise ve sinagogların doğuya doğru dikilmesi ile karşılaştırılabilir.

Daha sonraki Müslümanlar tarafından sadece Peygamberin değil, Sahabelerin yaptıkları da uygulanmıştır. Peygamberin bizatihi kendisi "Benim ashabım gökteki yıldızlar gibidir; hangisine uysanız hidayete erersiniz" buyurmuştu. Bu nedenledir ki yeni İslam coğrafyasının değişik yerlerinde sahabelerin benimsediği kıbleler, sonraki yüzyıllarda da revaçta kalmıştır. Suriye ve Filistin'de kıble, sahabeler tarafından güney olarak tercih edilmiş, bundan sonra her iki yerde de genellikle kıble bu şekilde kabul edilmiştir. Bu kıble yönü hem peygamber hem de sahabeler tarafından kullanıldığından çifte avantaj kazanmıştır. Diğer İslam coğrafyasında ilk Müslüman nesil, aşağıda açıklanan nedenlerden ötürü, güneyden başka yönler de kullanmıştır.

Arap yarımadasının dışında inşa edilen ilk camilerden bazıları ya o bölgede daha önceden kurulmuş ibadethanelerin yakınına kurulmuş ya da böyle yapılardan dönüştürülmüştür. Örneğin 715 yılında Kudüs'te inşa edilen Mescid-i Aksa, Yahudi mabedinin dikdörtgen alanı üzerine kurulmuştur. Mescid-i Aksa'nın mihrabı, külliyenin ana mihveri ile hizalanmış ve kabaca güneye bakmaktadır. Her ne kadar astronomlar, eldeki coğrafi verileri kullanarak gerçekte kıblenin güneye doğru değil de güney'in 45° derece doğusunda olduğunu göstermiş olsalar da alışılagelen doğrultu, sonraki yüzyıllarda da Kudüs'te kıble olarak tercih edilmiştir.

Yine 715 yıllarında Şam'da, kendisi de bir putperest tapınağının bulunduğu alan üzerine kurulmuş olan Bizans katedrali camiye çevrilmiştir. İnşa alanı, dönemin Greko-Romen şehirdeki caddelerin birbirini dikey keserek benimsediği ana yönlere göre hizalandırılmıştır. Yeni caminin *mihrabı* güney duvarına yerleştirilmiştir. Şam'da, astronomların kıbleyi yaklaşık olarak güney'in 30° derece doğusunda hesaplamalarına rağmen, yüzyıllar boyunca güney doğrultusu kıble olarak kullanılmıştır. Bu nedenden ötürü Şam'daki ortaçağa ait camilerin çoğu güneye bakmaktadır.



Şekil 4.2 Irak'ta kıble, bir kısım yetkeler tarafından kış günbatımının doğrultusu olarak kabul edilmiştir. Bunun nedenlerinden biri, Kâbe'nin kuzey doğu duvarının Irak'la bağlantılı olması ve bu duvarın önünde duran kimsenin aslında yüzünü kış günbatımına çeviriyor olmasıdır.

Mısır'da ilk cami kış gündoğumuna dönük olarak inşa edilmiş ve bu yön ortaçağ dönemi boyunca dini otoriteler arasında revaçta kalmıştır. Bunun gibi Irak'ta da ilk camilerden bazıları kış günbatımına dönük olarak inşa edilmiştir. Camiler Kâbe'nin belirli duvarlarına karşılık gelsin diye bu yönler seçilmiştir (şekil 4.2). Ortaçağ boyunca kış gündoğumu ve kış günbatımı sırasıyla Mısır'da ve Irak'da *sahabe kıblesi* (Kıbletü's-Sahabe) olarak kullanılmıştır.

KIBLENİN MATEMATİKSEL OLMAYAN METOTLARLA BULUNMASI

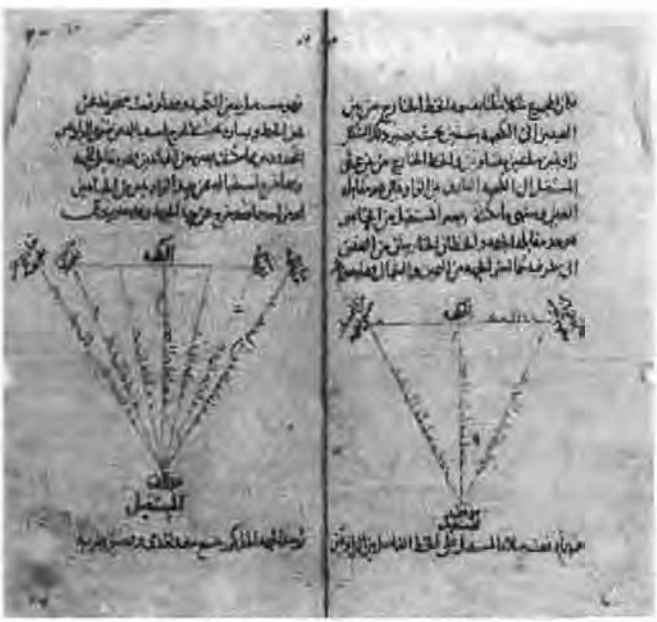
Ortaçağa ait oldukça çeşitli metinlerde, kıbleyi bulmak için Güneş'i, Ay'ı, yıldızları ve hatta rüzgârları kullanan basit pratik yollar mevcuttu. Bu metinlerde savunulan metotlar, ortaçağ boyunca Müslümanlar tarafından yaygın olarak kullanılan halk bilimi geleneğinin temel fikrinin uyarlanması neticesinde ortaya çıkmıştır. Bu yaygın astronomi ve meteoroloji geleneği büyük ölçüde İslam öncesi Araplardan alınmıştır, fakat 7. yüzyılda İslam hâkimiyetine giren yerlerde uygulanan Helenistik halkbilim geleneği gibi yerli geleneklerce iyileştirilmiştir. Bu gelenek, Müslüman astronomların bilimsel geleneklerinden oldukça farklıydı, fakat geniş kitlelerce bilinmekte ve uygulanmaktaydı.

İslam devrinin ilk yüzyıllarında ilk kez belgelenen bu astronomi bilgisi, tarım takviminin yapılması, Ay takviminin yapılması, dini günlerin belirlenmesi, gölge uzunluklarından ve Ay'ın konumundan yararlanılarak zamanın hesaplanması vs. yaygın olarak gündelik problemlerin çözümünde kullanılmanın yanı sıra, asıl konumuz olan kıblenin matematiksel olmayan metotlarla tayinini de mümkün kılmıştır. Bu halkbiliminin bazı unsurları, günümüzde yakın doğu tarım toplumlarında kullanılmaktadır.

'Eskilerin astronomisinin' aksine yaygın bilimsel gelenek, sadece Güneş, Ay, yıldızlar ve rüzgâr gibi doğa görüngülerinin gözlemlenmesine dayanmaktaydı. Kuran'ın ifade ettiği gibi bu gök cisimleri ve doğa görüngüleri, Allah tarafından yaratılmıştı ve özellikle yıldızların insanlara yol göstermesinden dolayı, matematiksel astronomi ve astrolojinin aksine halk astronomisi, fakihler tarafından eleştirilmemiştir.

Yukarıda bahsi geçen metinlerde, her bir yerin kıblesi, belirgin bir yıldızın doğuşu ve batışı veya ekinokslarda ya da gün dönümlerinde Güneş'in doğuşu ve batışı türünden astronomik bir ufuk görüngüsü bakımından belirlenir. Kıblenin yönü ayrıca rüzgârın yönleri bakımından da tespit edilmiştir. Bu kaynaklar astronomlardan iktibas edilmiş olmayıp, daha ziyade namazda kıbleye durma farziyetini ya da halk astronomisini ele alan metinlerdir. Kıblenin belirlenmesi konusunda matematiksel olmayan bu gibi bulgular, nadiren coğrafya ve tarih üzerine yazılmış risalelerde yer almıştır. Astronomlar da matematiksel olmayan bu yöntemler hakkında genellikle sessiz kalmışlardır.

Belli bir yer bakımından yıldızlar, ufuk çizgisine göre sabit bir noktada doğarlar ve batarlar. Ekinokslarda, gündoğumu ve günbatımı doğuyu ve batıyı belirler; gün dönümlerinde ise gündoğumu ve günbatımının konumları, yaz ortasında bunların yaklaşık 30 derece kuzeyinde ve kış ortasında ise yaklaşık 30 derece güneyindedir. Kaynaklara göre, örneğin Kuzey Batı Afrika'da kıble, ekinokslarda Güneş'in doğduğu yöne (doğuya) doğrudur; Yemen'de ise kuzey rüzgârının estiği yöne ya da kutup yıldızına doğrudur. (Doğmaz ya da batmaz, fakat konumu kuzeyi belirler) Suriye'de kıble Yıldırak (Süheyl/Canopus) yıldızının doğuşu yönündedir, Irak'ta kıble kış ortasında Güneş'in batışı yönünde veya Hindistan'da kıble ekinokslarda Güneş'in batışı yönündedir (batıya doğru).

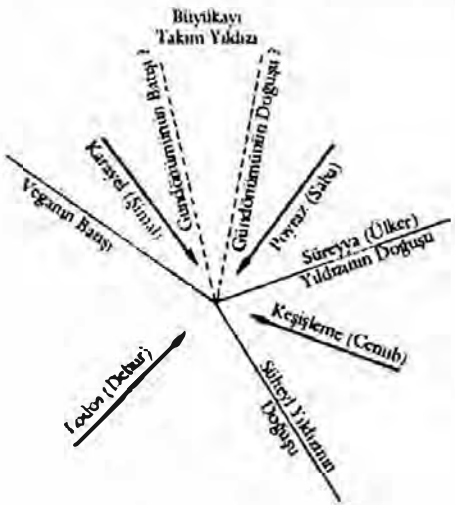


Levha 4.1 Fakihler tarafından savunulan, Kıble'nin bulunmasına dair birbirinden farklı iki genel yöntem. Oxford Bodleian Kütüphanesi'nin doğu elyazmaları bölümünün nazik izniyle alınan, Kıble'ye dair 12. yüzyıldan kalma Mısır kaynaklı bir fıkhi metin (Oxford, Bodleian Marsh 592 elyazmaları, vr. 23^a–24^b).

Fakat durum hiç de bu kadar basit olmamış, çünkü farklı yetkeler her bir bölgedeki kıbleyi bulmak için değişik öneriler getirmişlerdir. Aslında çeşitli fıkıh okulları bazen birbirinden çok uzak farklı kıble yönle-

rini savunmuşlardır. Örneğin orta Asya'da bir fıkıh okulu batıyı kabul eder ki bu yön Mekke yolunun sol bölgesini işaret eder ve bazı rakip fıkhi okullar ise yukarıda bahsedilen, peygambere ait hükümden dolayı güneyi işaret eder. Diğerleri ise bu bölgede ilk camiyi yapan sahabe tarafından kullanılan kıbleyi, yani kış günbatımını doğru kabul ederler. Tabii bir de astronomlar tarafından hesaplanarak bulunan kıbleyi kabul eden diğerleri vardır.

Bütür problemlerin çözümüne yönelik olarak bazı fakihler şunu önermişlerdir: Ayakta dururken hiç kimse gerçekte Kâbe ile yüz yüze gelemediğinden (eğer Kâbe görüş alanı içindeyse yapının herhangi bir tarafı kişinin görüş çizgisi içinde olacaktır) en uygun konumun olduğu herhangi bir yöne doğru yönelerek ibadet edilmesi uygundur (bak Levha 4.1). Kabaca 'Kâbe ile burun buruna gelme' ve 'Kâbe'nin genel bir yönüne doğru durma' şeklinde çevrilebilen Arapça *cihetu'l-Kâbe* ve *aynu'l-Kâbe* tabirleri bu iki durumu anlatmakta kullanılırdı.



Şekil 4.3 Ünlü dil bilimci İbnü'l-Arâbî tarafından kaydedilen ve kesinlikle İslam öncesi Arabistan'a ait bir rüzgar şeması (Kûfe, miladî yaklaşık 825)

Kişinin görüş alanı ufkun dörtte birinden biraz fazla olduğu için, en azından bazılarına göre, Orta Asya için güney batıya yönelme meşru kabul edilebilir kıble yönüydü. Bunun bir benzeri, Endülüslü fıkıh bil-

ginleri tarafından kıble hem doğu hem de güney yönü kabul edilir, çünkü bu âlimler tüm güney-doğu çeyrek dairesinin kıbleyi oluşturduğu görüşündedirler.

Yukarıda belirtildiği gibi kıble yönünü bazen astronomik ufuk görüngülerinden çok rüzgâr yönlerine dayanarak buluruz. Şu noktayı unutmamalıyız ki Güneş'in ve yıldızların doğuş ve batışları bakımından belirlenen birçok rüzgâr şeması, İslam'ın doğuşundan önce halk astronomisinin ve Arap yarımadası meteorolojisinin bir parçasıdır. Bu şemalarda çeşitli erken dönem İslam kaynaklarında kaydedilen rüzgâr sınırları, Yıldırak (Süheyl/Canopus), Ülker (Süreyya/Pleiades) ve Büyük Ayı'yı (plough) oluşturan yıldızlar (tropik enlemlerde doğup batan) gibi bazı yıldızların veya yıldız kümelerinin doğuş ve batışına göre veya ana yönler bakımından veya gün dönümlerindeki Güneş doğuşu ve batışına göre belirlenmiştir (şekil 4.3). Rüzgâr şemalarından en bilinenlerden bir tanesi, Kâbe duvarlarıyla bu dört rüzgârı ilişkilendiren şemadır (şekil 4.1). Bu nedenle kıble için bir rüzgâr yönünden söz edildiğinde, o kişinin rüzgâr esişlerinin arasındaki astronomik olarak tespit edilen sınırları bildiği farz edilir.

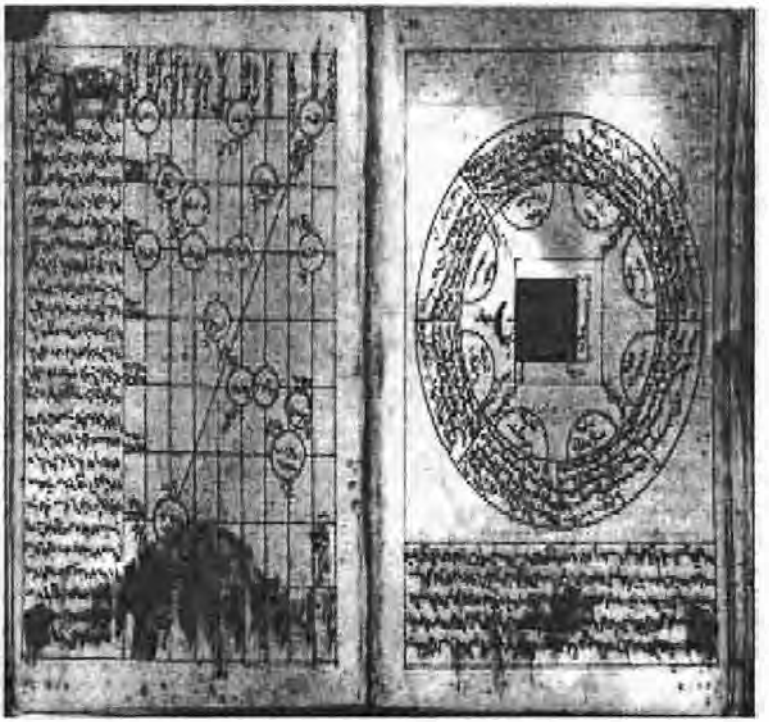
KUTSAL İSLAM COĞRAFYASI

Dünyanın Kâbe göre mıntıkalara bölündüğü ve bu mıntıkaların her birinin Kâbe'nin belirli bir kısmına baktığı şeklinde kutsal bir coğrafya mefhumu, ortaçağ İslam dünyasında umumiyetle benimsenmiştir. Kâbe merkezli İslami bir dünya fikri, ortaçağ Yahudi ve Kudüs merkezli Hıristiyan gelenekleri ile paralellikler gösterir, fakat her ikisine kıyasla daha gelişmiştir.

Bu geleneğe uygun İslami şemanın 18. yüzyıl Mısır elyazmasından alınan bir örneği, Levha 4.2 de görülmektedir. Aslında bu şemanın kendisi çok daha eskiye, en azından 12. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Kâbe ile ilgili olarak Dünya sekiz dilime bölünmüştür ve her bir dilimdeki mihrap, Kâbe'nin çevresindeki belirli bir bölüme bakar. 12. yüzyıl Mısırlı hukuk âlimi (fakih) Dimyâtî bu anlayışı aşağıdaki gibi açıklar;

> Kâbe Dünya'nın meskûn bölümleri açısından bir daireye göre dairenin merkezi gibidir. Nasıl bir daire kendi merkezini çevreliyorsa tüm bölgeler de Kâbe'yi öyle çevreler ve her bir bölge Kâbe'nin belirli bir kısmına doğru bakar.

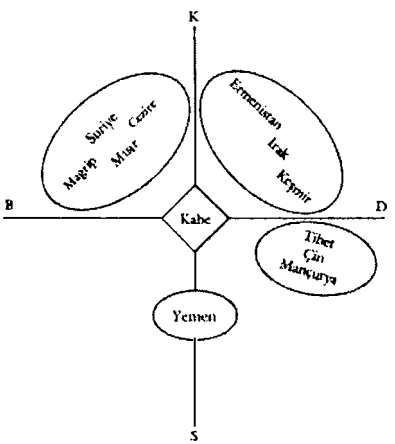
Kâbe'nin özel şemaların hazırlanmasına uygun çeşitli özellikleri vardır. Yapının dört yüzü ve dört köşesi olması itibariyle Dünya'nın 4 veya 8 dilime bölünmesi doğaldır; zaten bu gibi 4 veya 8 dilimli şemalar önerilmiştir. Fakat diğer şemalarda dilimler Kâbe'nin çevresinin bölümleriyle ilişkilendirilmiştir.



Levha 4.2 Büyü, mistisizm ve halk astronomisi üzerine Osmanlı Mısır'ı risalesinde yer alan iki çizim. Sağdaki, kutsal coğrafyanın sekiz dilimli bir erken dönem şemalarından biri, soldaki ise Kâbe ve çeşitli bölgelerin işaretlendiği bir enlemboylam ağıdır. Bölgeleri Kâbe'ye bağlayan çizgilerin meridyen eğimi ölçülerek Kıble'nin yaklaşık değeri hesaplanabilir. (Kahire, elyazmaları Tal'at *mecami'* 811,7, vr. 60^a-61^b, Mısır Milli Kütüphanesi Müdürünün nazik izniyle yayımlıyoruz).

Kâbe'nin duvarları, kuzeybatı duvarı üzerindeki oluk ve kuzeydoğu duvarının üzerindeki kapı gibi özelliklerle bölümlenmiştir. Levha 4.2 de görülen şemada, Dünya'nın ayrı ayrı her bir bölümünde durulması gereken yön, ya belirgin bir yıldız veya yıldız grubunun doğuş ya da batış konumlarına göre veya rüzgar yönlerine göre belirlenmiştir. Diğer bu tür şemalarda kıble, ana yönlere veya gündönümlerinde Güneş'in doğuş ve batışına göre belirlenmiştir. Yaz ortasında, kış ortasında ve ekinokslarda Güneş'in doğuş ve batış yönleri, kuzey ve güney noktalarıyla birlikte ufuktaki sekiz (eşit olmayan) mıntıkayı belirlemekle birlikte gündönümü yönlerine dikey yönleri de eklersek toplam (kabaca eşit) on iki dilim belirler. Bu 8 dilimli ve 12 dilimli şemaların her biri kutsal İslam coğrafyasında kullanılmıştır.

Kutsal coğrafyanın bu geleneğine dair bilgi kaynaklarımız, halk astronomisi, matematiksel astronomi (özellikle yılda bir yayımlanan yıllıklar), coğrafya ve kozmografya üzerine risaleler, ansiklopediler, tarihi metinler ve son olarak aynı derecede ehemmiyetli dînî hukuk yazılarıdır. Bazen bu şemalar sözcüklerle bazense şemalar yardımıyla açıklanmıştır. 8. ve 9. yüzyıl arasında yazılmış toplam otuzun üzerinde farklı kaynağın bu geleneğe tanıklık ettiği bilinmektedir. Bunlardan sadece beşi yayımlamıştır ve kalanlar basılmamış elyazması halindedirler. Emin olabiliriz ki bu konuyla ilgili çok daha fazla çalışma yazılmış, fakat bunlar eldeki elyazması kaynaklarda varlığını sürdürememiştir.



Şekil 4.4 İbn Hurradâzbih'e ait basit bir kutsal coğrafya şeması

Bilinen Kâbe merkezli en eski coğrafi şema, basit 4 dilimli bir şemadır ve 9. yüzyılda yaşamış Bağdatlı âlim İbn Hurradazbih'in yayınlanan coğrafya metninde yer almaktadır (Şekil 4.4). 10. yüzyılda yaşamış Kudüslü coğrafyacı Mukaddesî'nin coğrafyaya dair bir elyazması da müstensihlerin hataları sebebiyle çok bozulmuş olan 8 dilimli ham bir şema içerir. Bu şema orijinal olarak Mukaddesî'ye ait olmayabilir, muhtemelen daha önceki bir dönemin yazarına aittir.

Daha gelişmiş kutsal bir coğrafya sistemi, aslen Yemenli olup Irak'ta okumuş olan 10. yüzyıl bilginlerinden İbn Sürâke tarafından formüle edilmiştir. Kâbe hakkında sekiz, on bir ve on iki dilimli farklı üç tane şema yapmıştır. Bu konuyla ilgili çalışmalarının orijinal hali korunamamış, fakat onun bu şemaları daha sonra yapılan çeşitli bilimsel çalışmalara dâhil edilmiştir. Kâbe etrafındaki her bir farklı bölge için kıble yönünün bulunmasına yönelik talimatlarının şekil içermeden ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Her bir bölge için dört yıldızın doğuş ve batışına ve dört rüzgâra göre insanların (kıbleye karşı) nasıl durmaları gerektiğini açıklamıştır. Böylece, örneğin Irak veya İran'da yaşayanlar, Büyük Ay'ı Yıldızları sağ kulak arkasından doğup battığı, İkizler burcundaki bir grup yıldızın tam arkadan doğdukları, batı rüzgârının sağ elmacık kemiğine doğru estiği ve doğu rüzgârının sol omuza doğru estiği yöne vs. doğru durmalıdır. Gerçekte, Büyük Ay'ı yıldızları Irak ve İran gibi kuzeydeki uzak yerlerde doğmaz veya batmaz; orada bunlar kutup dolayında görünür. Söz konusu talimatların bu özelliği aslında onların Mekke'de oluşturulduklarına işaret eder. Bir kişi İbn Sürâke'nin tarif ettiği şekilde durursa açıkça belirtilmemesine rağmen bu durumda bu kişi gerçekte kış günbatımına bakıyor olur. Bu uygulamanın nihai amacı Kâbe'nin kuzeydoğu duvarına yönelmektir.

Levha 4.2'de yer alan sekiz dilimli şemada kıble, kıble yönünde duran kişinin arkasından doğan ve batan yıldızlar ile Kutup Yıldızına göre belirlenmiştir. Eğer bir kişi yapıya arkasını vererek doğrudan Kâbe'nin uygun kesitinin önünde durursa bu yıldızlarla karşı karşıya gelecektir. On ikinci ve 13. yüzyıla ait Mısır ve Yemen kaynaklı astronomi ve birçok hukuk metninde, biri İbn Sürâke metodunun uyarlaması olan, birbirinden farklı iki adet on iki dilimli şema yer almaktadır. Yemen kay-

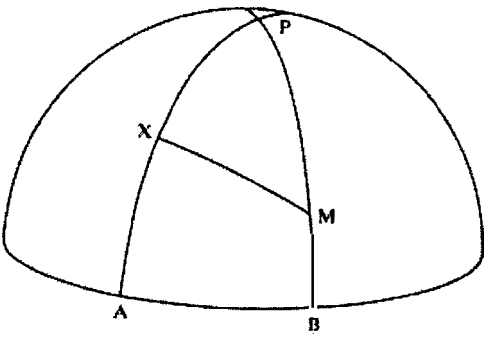
naklı ve halk astronomisiyle ilgili bir risale her iki şemaya da yer vermektedir (şekiller Levha 4.3'te gösterilmektedir).

Levha 4.3 Astronomik ufuk görüngüleri vasıtasıyla Kıble'nin bulunması için tümüyle talimat dolu on iki dilimli iki farklı kutsal coğrafya şeması. Şemalar halk astronomi ile ilgili 13. yüzyıla Yemen kaynaklı bir risalede yer almaktadır. (Milan Ambrosiana elyazmaları, X73 sup. numaralandırılmamış, Biblioteca Ambrosiana müdürünün nazik izniyle yayımlıyoruz).

Coğrafyacı Yakut ve evrenbilimci (cosmographer) Kazvînî ve İbn Verdî gibi İslam dünyasının farklı bölgelerinde yaygın bir şekilde okunan bazı ortaçağ yazarları, bu on iki dilimli şemalara yer vermişler, fakat kıbleyi bulmaya yönelik talimatları göz ardı etmişlerdir (şekil 4.5).

Şekil 4.5 İbn Surake'nin ortaçağ sonlarında çeşitli evrenbilimcilerce sunulan on iki dilimli kutsal coğrafya şemasının basitleştirilmiş nüshası.

Levha 4.4 16. yüzyıl Tunus âlimi Sefâkusî'nin Atlas'ında yer alan kırk dilimli kutsal coğrafya şeması. Şema, Arap denizcilerin yıldızların doğuşu ve batışıyla yönlerini bulmada kullandıkları bir alet olan 32 bölümlü bir rüzgârgülü üstüne oturtulmuştur. (Paris, Milli Kütüphane elyazmaları, ar. 2273, Bibiliotheque Nationale'nin müdürünün nazik izniyle yayımlıyoruz).



Şekil 4.6 Yerküre üzerinde Kıble sorunu. Bulunulan yer X, Mekke M, kuzey kutbu P ve ekvator AB ile temsil edilir. X'in ve M'nin enlemi XA=ø ve MB=$ø_M$ ve bunların boylam farkı AB=ΔL'dir. AXM açısı q kıbleyi belirler.

Bunlardan farklı bir başka şema ise 16. yüzyılda yaşamış Tunuslu âlim Sefâkusî'nin deniz seferleri ile ilgili atlasında yer alır. Bu şemayı diğerlerinden ayıran, Kâbe çevresinde kırk kadar mihrabın olması ve şemanın otuz iki bölümlü bir rüzgargülü (Arap denizcilerin yıldızların yardımıyla yön bulmada kullandıkları bir alet) üstüne oturtulmuş olmasıdır (bk. Levha 4.4). 16. yüzyıl sonrasında yazılan çalışmaların hiçbirinde kutsal coğrafyaya ait yeni bir şema sunulmamıştır.

KIBLENİN MATEMATİKSEL METOTLARLA BULUNMASI

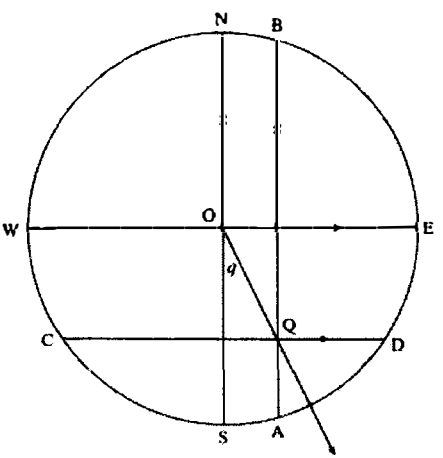
Müslüman astronomlar Kıble'yi, bulunulan yöreyi Mekke'ye bağlayan büyük çemberin yerel meridyenle yaptığı açı olarak tanımlamışlardır (şekil 4.6). Astronomlar, 9. yüzyıldan bu yana Mekke'nin yönünü birçok bölge için hesaplamışlardır. Bu hesaplamalar Batlamyus'un *Coğrafya*'sından uyarlanan enlem ve boylam bilgisini ve Müslümanların eski Grek ve Hint metotlarından geliştirdiği karmaşık trigonometrik formüllerin ve geometrik çizimlerin uygulanmasını gerektirmekteydi. Çeşitli ortaçağ astronomlarının metotları matematiksel içerikleri yö-

nünden incelenip analiz edildikçe, Müslüman astronomların bu konudaki emekleri modern yazında oldukça iyi bir şekilde yer almıştır.

Astronomi ile ilgili cetveller barındıran (Zîc diye de bilinen ve Batlamyus'un *el-Macestî* ve *Handy Tables'tan* (El Cetvelleri) sonra şekillenen) birçok İslami astronomi el kitabı kıblenin çeşitli yollarla belirlenmesini anlatan bir bölüm içermektedir. Bağımsız eserler sadece bir kıble probleminin ele almaktadır. Kıble problemine 9. yüzyılda -8. yüzyılda değilse bile- getirilen ilk çözümler yaklaşık olmakla birlikte, Mekke meridyeninden Mısır ve İran'a kadar uzakta bulunan yerlerde, Kıble'nin bir iki derecelik açı farkıyla ölçülmesinde yeterli olmuştur.

Haritacılıktan mülhem ilk kıble belirleme metotlarından biri de enlem ve boylam çizgilerinin düz bir birine dikey bir ağ üzerinde mevzu bahis mekânı ve Mekke'yi tasvir etmeyi ve bunun gibi iki noktayı birleştiren bölümün yönelimini ölçmeyi gerektirir (bk. Levha 4.2). Yaklaşık sonuç veren başka matematiksel metotlar ve uzay geometrisinden çıkarılmış çetrefilli, tam sonuç veren metottur, fakat bunlardan hiçbiri sonraki yüzyıllarda yaygın bir şekilde kullanılmamıştır.

Bettânî tarafından geliştirilen başka bir yaklaşık metot 19. yüzyıla kadar büyük ölçüde kullanılmış ve yaygınlığını korumuştur. Bu metot basit olamazdı; ilk olarak yatay düzlemdeki bir çemberin içine ana yönler çiziliyordu (şekil 4.7). Daha sonra kuzey-güney çizgisine paralel

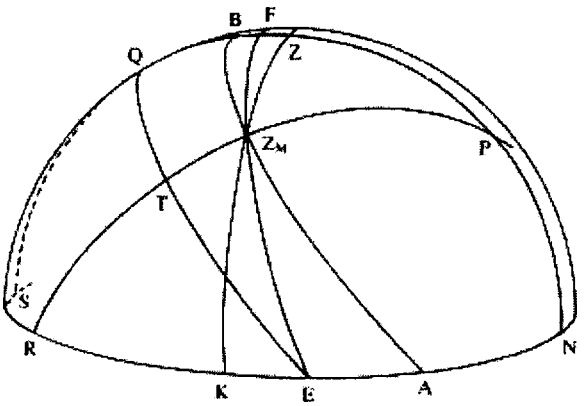


Şekil 4.7 Bettânî'nin Kıble problemine bulduğu yaklaşık çözüm. NESW yatay çember üzerinde ΔL boylam farkı SA olarak ve $\Delta\varphi$ enlem farkı ED olarak işaretlenmiştir. AB ve CD doğru parçaları sırasıyla NS ve EW' ye paralel şekilde çizilmiş ve kesişme noktaları Q'dur. O halde OQ Kıble yönünü gösterir.

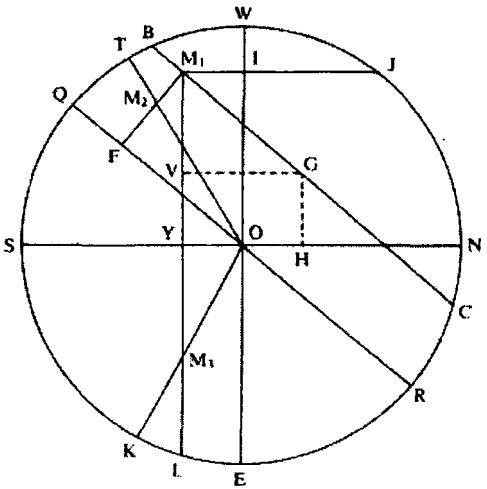
ve Mekke ile ΔL yöresi arasındaki boylam farkına eşit açısal uzaklıkta - çember üzerinde ölçülen - bir çizgi ve enlem farkı $\Delta\phi=\phi-\phi_M$'ye eşit bir açı uzaklığında doğu-batı çizgisine paralel başka bir çizgi çiziliyordu. Ondan sonra çemberin merkezini bu iki çizginin kesişim noktasına bağlayan çizgi q kıblesini belirler. Bu yöntem, şu basit formülün bir uygulaması niteliğindedir:

$$\tan q = \frac{\sin \Delta L}{\sin \phi}$$

9. ve 10. yüzyıllarda daha karmaşık tam sonuçlar veren yöntemler, düzlem geometrisi veya uzay geometrisi ve küresel trigonometri kullanılarak elde edildi. Bir çok ortaçağ bilim adamı, kıblenin tayini problemini Mekke başucunun ufuk açısının (azimut) yöre ufkunda belirlenmesini gerektiren küresel astronominin bir problemi olarak görmüştür (şekil 4.8).



Şekil 4.8 Göksel küreye Kıbleyi probleminin aktarılması (bkz. Şekil 4.6). Bulunması istenen Mekke'nin başucu azimutu Z_M. Problem, saat açısı t olduğunda, $\bar{o}$ eğimli Güneş'in a azimutunu bulmakla matematiksel olarak eşdeğerdir: φ enlemi için elde $\phi=\phi_M$, $t=\Delta L$ ve $a=q$'ye sahibiz. Ortaçağ metotlarıyla bu problemi çözmek için önce Z_M'nin yani h'nin enlemini bulmak ve daha sonra buna karşılık gelen a azimutunun hesaplanması gerekirdi ki a azimutu kıbledir. Neyrizî'nin metoduna göre ekvatoru T'de ve ufku R'de kesen PZ_M'yi uzatırız. ufku noktalarında kesen PZ_M çizilir. 'Zîc yöntemin'nde ise EZ_MF çeyrek dairesini çizeriz.



Şekil 4.9 Habeş el-Hâsib'in kıblenin bulunması problemine getirdiği çözümü temsil eden bir şekil. Müslümanların Grek kaynaklarından uyarladığı bu tür çözümler analemma* olarak bilinir. Çeşitli düzlemler yani meridyenlerin, gök ekvatorunun ve ufkun düzlemi tek bir çalışma düzleminde birlikte temsil edilirler.

Onların yöntemlerinde, ilk olarak Mekke'nin başucu yüksekliği belirlenmelidir; daha sonra Mekke azimutunun belirlenmesi standart bir küresel astronomi problemidir. Bu metotlar küresel trigonometri için modern kotanjant formülünün uygulanmasına sonuçta eşittir. Bu da bize

$$\cot q = \frac{\sin\phi\cos\Delta L - \cos\phi\tan\phi_M}{\sin\Delta L}$$

denklemini verir.

* Zaman denklemi eğrisi, gerçek güneş zamanı ile ortalama güneş zamanı arasındaki farkı ölçen eğridir.

Klasik ve Ortaçağ izdüşüm metotlarının seçkinliğini göstermek için Habeş el-Hâsib tarafından verilen geometrik yöntemi (Bağdat ve Şam, yaklaşık 850) uyguladığımızda bu formülün karşımıza çıktığını görürüz. Habeş el-Hâsib'in metodu şekil 4.9'da, aslına göre biraz daha standart hale getirilerek gösterilmiştir. Merkezi O olan bir çemberde, ilk önce ana yönler NESW (N-Kuzey, E-Doğu, S-Güney, W-Batı) çizilir, daha sonra WQ=ø QB=$ø_M$ ve QT=ΔL yayları çizilir. Daha sonra çap QOR ve orta noktası G olan paralel kiriş çizilir. OT üzerinde M_2 noktası OM_2=GC olacak şekilde işaretlenir ve BC'ye dik olan M_2M_1 çizilir. Bir sonraki adımda WE'ye paralel M_1L ve SN'ye paralel M_1IJ WE'yi I'da ve çemberi J'de kesecek şekilde çizilir. Son olarak M_1L üzerinde OM_3=IJ olacak şekilde M_3 noktası bulunur ve çizilen OM_3'ün K noktasında çemberi keser. O zaman OK kıbleyi gösterir.

Bu yapı şu şekilde doğrulanabilir: İlkin QOR ve BGC gök ekvatorunun izdüşümünü ve Mekke başucunun meridyen düzlemindeki günlük devrini temsil eder. İkincisi M_2 ise Mekke başucunun ekvator düzlemindeki izdüşümünü temsil eder. Eğer ekvator düzleminin meridyen düzlemi üzerine bindiğini düşünürsek M_2 noktası M_1 noktasına taşınır ki bu da Mekke başucunun meridyen düzlemindeki izdüşümüdür. Dahası M_1IJ, yarıçapı IJ olan Mekke başuçlu elmukantar (sabit yükseklik dairesi) düzlemindeki izdüşümdür. Ayrıca M_1I ve IJ Mekke başucundan ilk dikey doğruya ve O noktasıyla birlikte mahalli, başucunun birleştiği hatta kadar olan mesafeyi sırasıyla ölçer. Son olarak çalışma (şekil) düzleminin ufku temsil ettiğini düşünürsek binadan dolayı M_3 Mekke başucunun bu düzlemdeki izdüşümüdür ve böylece OM_3 kıbleyi belirlemektedir.

Alternatif olarak kıbleyi bulma problemi küresel trigonometri kullanılarak da çözülebilir (bk. Cilt 2, Bölüm 15). Neyrîzî (Bağdad, yaklaşık 900), Menelaus'un elverişsiz teorisinin dört kere uygulandığı şu çözümü önermiştir: Şekil 4.8'de sırasıyla TR, SR, MK ve KS yaylarını buluruz. İlk olarak, TR yayı, SRE'nin TQP üçgenini enine kat ettiği düşünülerek bulunur. Böylece:

$$\frac{\sin(PS)}{\sin(SQ)} = \frac{\sin(PR)}{\sin(RT)} \frac{\sin(TE)}{\sin(EQ)}$$

yani

$$\frac{\sin(180° - \phi)}{\sin(90° - \phi)} = \frac{\sin(90° + TR)\,\sin(90° - \Delta L)}{\sin(TR)\qquad\sin(90°)}$$

İkinci olarak, SR, QTE'nin RSP üçgenini enine kat ettiği düşünülerek bulunur. Böylece:

$$\frac{\sin(PQ)}{\sin(QS)} = \frac{\sin(PT)}{\sin(TR)}\,\frac{\sin(ER)}{\sin(ES)}$$

yani

$$\frac{\sin(90°)}{\sin(90° - \phi)} = \frac{\sin(90°)\,\sin(ER)}{\sin(TR)\,\sin(90°)}$$

öyle ki, ER ve SR (= 90°– ER).

Üçüncü olarak MK (= h), SRK'nın ZMZP üçgenini enine kat ettiği düşünülerek bulunur. Böylece:

$$\frac{\sin(SP)}{\sin(SZ)} = \frac{\sin(PR)\;\sin(Z_M K)}{\sin(RZ_M)\;\sin(KZ)}$$

yani

$$\frac{\sin(180° - \phi)}{\sin(90°)} = \frac{\sin(90° + TR)\,\sin(Z_M K)}{\sin(TR + \phi_M)\;\sin(90°)}$$

Son olarak, KS (= q), SZP'nin ZMRK üçgenini enine kat ettiği düşünülerek bulunur. Böylece:

$$\frac{\sin(KS)}{\sin(SR)} = \frac{\sin(KZ)}{\sin(ZZ_M)}\,\frac{\sin(Z_M P)}{\sin(PR)}$$

yani

$$\frac{\sin(q)}{\sin(SR)} = \frac{\sin(90°)\quad\sin(90° - \phi_M)}{\sin(90° - h)\,\sin(90° + TR)}$$

Daha sonraki Müslüman astronomlar, problemi çözmek için, aslında aynı şekilde sinüs ve tanjant kurallarını kullandılar. Küresel trigonometri kullanan en yaygın metot 'Zîc yöntemi' olarak bilinir. 9. yüzyıldan 15. yüzyıla kadar çeşitli kayıtlarda rastlanan bu metot sadece Mekke başucu azimutunun önce meridyende daha sonra yerel ufukta bulunmasını içerir. Şekil 4.8'de EZ_MF'yi meridyene dikey çizip $Z_MF=\Delta L'$ (tadil edilmiş boylam farkı) ve $QF=\phi'$ (tadil edilmiş enlem) olarak belirledik ve bunlara sırasıyla tadil edilmiş boylam farkı ve tadil edilmiş enlem adını verdik. Bu iki değer sinüs kuralının artarda iki kez uygulanmasıyla şu şekilde bulunur: Z_MFP ve TQP dik üçgenlerinden

$$\frac{\sin(Z_MF)}{\sin(TQ)} = \frac{\sin(Z_MP)}{\sin(TP)}$$

elde edilir. Yani

$$\frac{\sin(\Delta L')}{\sin(\Delta L)} = \frac{\sin(90^\circ - \phi_M)}{\sin(90^\circ)}$$

ve FQE ve ZMTE dik üçgenlerinden

$$\frac{\sin(FQ)}{\sin(S_MT)} = \frac{\sin(FE)}{\sin(Z_ME)}$$

elde edilir. Yani

$$\frac{\sin(\phi')}{\sin(90^\circ - \phi_M)} = \frac{\sin(90^\circ)}{\sin(90^\circ - \Delta L')}$$

Daha sonra değişmiş enlem farkı denen $FZ=\Delta\phi'=\phi-\phi'$ belirlenir. Z_MF ve FZ, Z_M'nin en yüksek nokta Z'ye göre meridyen üzerindeki koordinatlarıdır. Daha sonra $Z_MK = h$ ve son olarak $KF = q$ değerleri aynı kuralın iki kere uygulanmasıyla şu şekilde bulunur: Z_MKE ve FSE dik üçgenlerinden

$$\frac{\sin(Z_MK)}{\sin(FS)} = \frac{\sin(Z_ME)}{\sin(FE)}$$

elde ederiz. Yani

$$\frac{\sin(90° - h)}{\sin(90° - \Delta\phi')} = \frac{\sin(90° - \Delta L')}{\sin(90°)}$$

ve KSZ ve ZMFZ dik üçgenlerinden

$$\frac{\sin(KS)}{\sin(Z_M F)} = \frac{\sin(KZ)}{\sin(Z_M Z)}$$

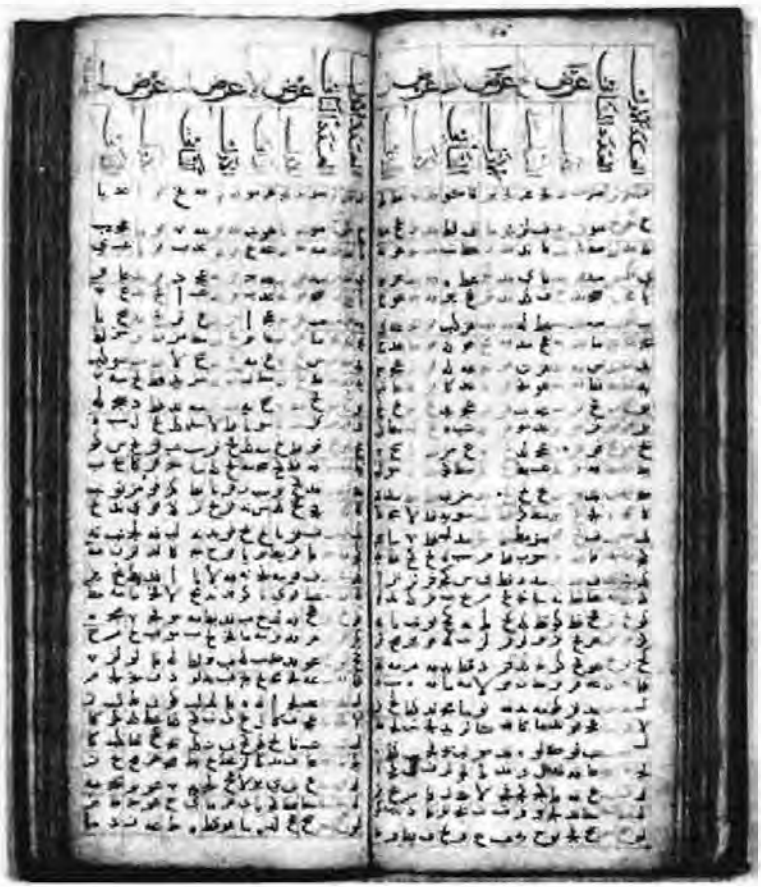
elde ederiz. Yani

$$\frac{\sin(q)}{\sin(\Delta L')} = \frac{\sin(90°)}{\sin(90° - h)}$$

İbn Yunus (Kahire, yaklaşık 980) gibi bazı astronomlar izdüşüm metotlarından çıkarılmış çözümleri tercih etmişlerdir. Ebu'l-Vefa (Bağdat yaklaşık, 975) gibi diğer astronomlar ise küresel trigonometriyle elde edilen çözümleri kullanmışlardır. İbn Heysem (Kahire, yaklaşık 1025) kıble üzerine her iki tür çözümü ele alan iki eser yazmıştır. On altı farklı olasılığı düşündüğü 'Zîcler metoduyla' kıblenin bulunması problemine getirdiği evrensel çözümü, matematiksel açıdan ilgi çekicidir. Ayrıca Bîrûnî de (Orta Asya, yaklaşık 1025) her iki türde de çözümler önermiştir.

9. yüzyılın başlarında Bağdat'ta Kıble yönünü bulmak amacıyla, Bağdat ve Mekke arasındaki boylam farkını bulmak için eşzamanlı olarak Ay tutulmaları gözlenmiştir. Bîrûnî bir eserini Gazne'de (şimdiki Afganistan'da) kıblenin belirlenmesine ayırmıştır. Bîrûnî Mekke ve Gazne arasındaki boylam farkını bulmak için birkaç farklı metot kullanmış, sonuçların ortalamasını almış ve kıbleyi birkaç farklı yöntemle hesaplamıştır. Eseri matematiksel coğrafya ve bilimsel metot alanında bir klasiktir.

Müslüman astronomlar 9. yüzyıldan itibaren kıbleyi yersel enlem ve boylamın bir işlevi olarak gösteren cetveller de hesaplamışlardır. Bu cetvellerden bazıları yaklaşık sonuç veren formüllere, diğerleri ise tam sonuç veren formüllere dayanmaktaydı. Elyazması kaynaklardan birisi İbnü'l-Heysem tarafından hazırlanan sekiz adet farklı cetvelin varlığı bilinmektedir, fakat henüz gün ışığına çıkarılamamıştır. Levha 4.5'te bu

cetvellerden en dikkate değer olanlarından ve 14. yüzyılda Şam'daki Ümeyye Cami'inde profesyonel bir *muvakkit* (vakit hesaplayıcı) olan Halîlî tarafından vazedilmiş bir cetvel gösterilmektedir. Her İslam astronomi el kitabında bulunan coğrafi koordinat cetvellerinin bazılarında her yöre için kıble değerleri mevcuttu.

Levha 4.5 14. yüzyılın Şamlı astronom Halîlî'nin Kıble cetvelinden bir özet. Bu alt-cetvel yatay olarak yazılmış 28°'den 33°'ye kadar enlem kayıtlarını, düşey kaydedilenler ise 1 derece ile 60° arasında oynayan boylam farklarına tekabül etmektedir. (Paris, Milli Kütüphanesi elyazmaları, ar.2558, vr. 56^a–57^b, Milli Kütüphane müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz).

Usturlap* ve farklı rubu çeşitleri gibi aletlerin kullanımını anlatan risaleler genellikle bu aletleri ve kıblenin bulunmasını anlatan bir bölüm içermekteydi. 14. yüzyıldan itibaren, kıble yönleriyle beraber yörelerin listesini ya da Mekke civarında Dünya'nın kartografik temsillerini içeren pusula kutuları vardı (Levha 4.6). Bu tarz araçlar son birkaç yıl içinde tekrar rağbet görmeye başlamıştır: Suudi Havayolları son zamanlarda, yolcularına dağıtmak için İsviçre'de bir şirketten bir milyon kıble pusula kutusu satın almıştır.

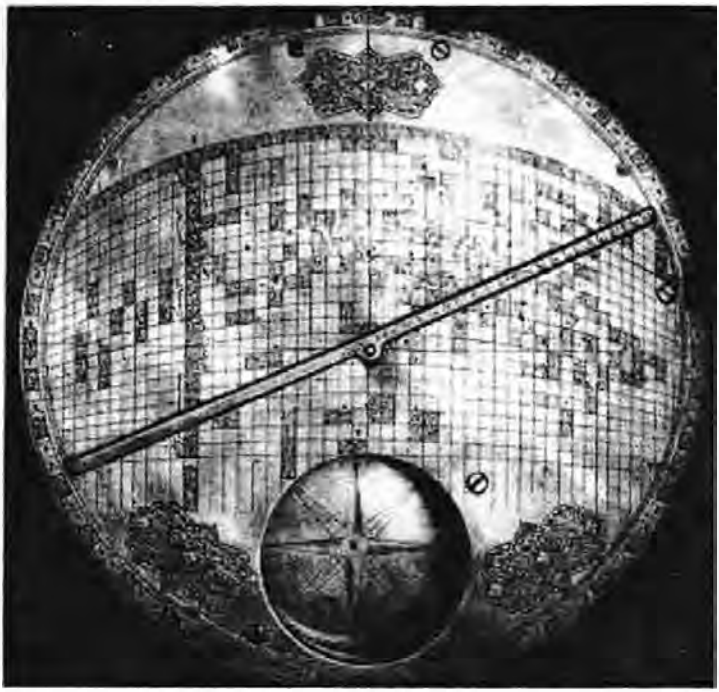
Levha 4.6 Kıbleyi bulma aleti, İran (19. yüzyıl?). kadranın (rubu tahtası) üst yarısında pek çok yöreler merkezdeki Mekke'ye göre işaretlenmiştir. Alt yarısında ise belirsiz bir enlem için yatay bir güneş saati bulunmaktadır (Fotoğrafı Oxford Bilim Tarihi Müzesinin nazik izni ile yayımlıyoruz).

KIBLENİN MEKKE MERKEZLİ DÜNYA HARİTALARINDAN BULUNMASI

1989 yılında Mekke merkezli dikkate şayan bir dünya haritası gün ışığına çıktı (bk. Levha 4.7). Bu harita 22.5 cm çapında dairesel pirinç levhanın üzerine oyulmuş ve bir çeşit evrensel güneş saatiyle donatıl-

* Güneş ve yıldızların ufuk yüksekliklerini ölçüp buradan zaman hesabı yapmayı sağlayan bir gözlem aracıdır. 3 ana kısımdan oluşur.

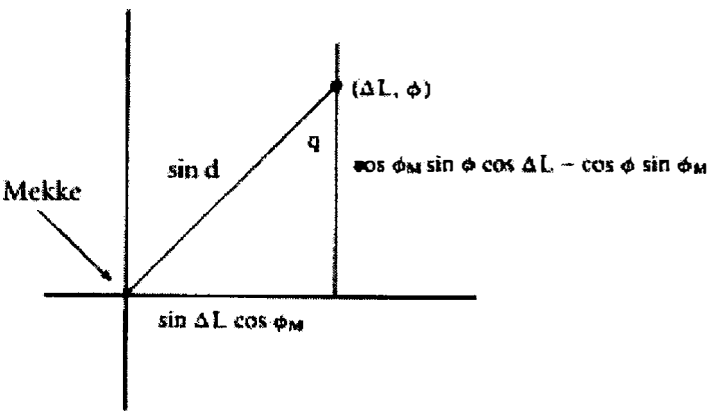
mıştı. Endülüs ve Çin arasındaki 150 yöre işaretlenip adlandırılmıştı. Oldukça gelişmiş olan harita ağı (bk. Şekil 4.10) herhangi bir yörenin Mekke'ye olan yönünün dairesel ölçekten ve o yörenin Mekke'ye olan uzaklığının (*fersah olarak*) çap cetveli üzerindeki tekbiçimli olmayan ölçekten okunabilmesi için tasarlanmıştır. Haritanın 1700 yıllarında İsfahan'da yapıldığı ve yapanın Abd Ali ya da onun kardeşi Muhammed Bâkır olduğu harita üzerindeki elyazısından anlaşılmaktadır; bu iki kardeş, Şah Hüseyin'e 1712 yılında, şu an British Museum'da bulunan muhteşem usturlabı sunmuşlardır. 1995 yılında İsfahan'da ilkine benzer fakat daha sonra yapıldığı anlaşılan başka bir Mekke merkezli dünya haritası ortaya çıkmıştır. Bu harita, Avrupa-tarzında evrensel, eğimli bir güneş saatiyle donatılmış ve Muhammed Hüseyin tarafından imzalanmıştır. Yapan kimse muhtemelen ünlü Safevî matematikçisi Muhammed Bâkır Yezdî'nin oğludur ki yukarda zikrettiğimiz Muhammed Bâkır'la aynı kişi olabilir.



Levha 4.7 Endülüs ve Çin arasındaki herhangi bir yörenin Mekke'ye yönü ve uzaklığının okunabildiği İsfahan'daki dünya haritası, yaklaşık 1700 (Özel koleksiyon, fotoğraf: Margit Matthews).

İslam haritacılığında bu haritalara benzer başka harita olmamakla birlikte, haritalarda herhangi bir Avrupa etkisi de görülmez; gerçekte bunların haritacılık tarihinde bile benzeri yoktur. 1989'da ilk harita gün ışığına çıkana kadar Kıblenin ve Mekke'ye olan uzaklığın okunabildiği Mekke merkezli dünya haritasını ilk çizen kimsenin 1920 yılında bu tür bir harita yayınlayan Alman İslam tarihçisi Carl Schoy olduğu düşünülmüştü (Şekil 4.11). Asıl soru hâlâ cevaplanmamıştır: Bu harita ağlarını (kesişen dikey ve yatay hatları) kim tasarlamıştı? Neden Müslüman uzmanlar bu ağlara (kesişen dikey ve yatay hatlara) öğle namazı hariç hiçbir namaz vaktini bulmaya yaramayan Avrupaî bir güneş saati eklemişlerdir?

Safevî İran'da da bilimde sonuç veren hiçbir yenilik sağlanamamış ve Avrupa görüşleri- usturlap levhalar üzerindeki gök haritaları, evrensel eğimli güneş saatleri, mekanik saatler- girince, onlar kolayca ayırt edilebilmektedir.



Şekil 4.10 Çevresel ölçek üzerindeki kıbleyi ve çap ölçeği üzerinde mesafeyi okuyucuya okuma imkânı veren İsfahan dünya haritası üzerindeki ağın (kesişen dikey ve yatay hatlar) teorisinin temelini teşkil eden matematik. Enlem eğrilerinin çember yayları olması için bir tahmin yürütülmüştür. Bu sadece haritanın kenarlarında (yani Endülüs ve Çin'de) fark edilebilen küçük hatalara yol açmaktadır.

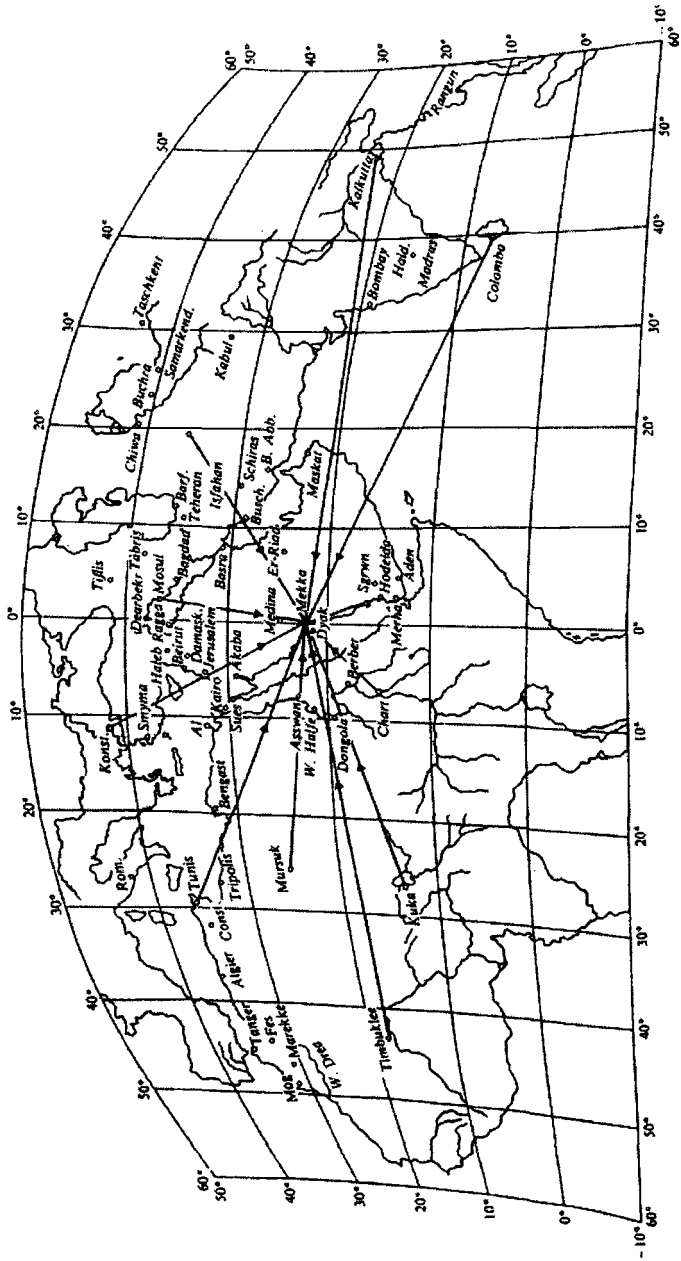


Figure 4.11 A world-map preserving direction and distance to Mecca, published by Carl Schoy, c. 1920

Şekil: 4.11 Carl Schoy tarafından yayınlanan, Mekke'ye olan yönü ve uzaklığı gösteren bir dünya haritası, yaklaşık 1920.

Kıble belirlenmesine dair Safevî kaynaklı risalelerin çoğu vasatın üstüne çıkamamıştır. Risalelerde, kıbleyi bulması beklenen rubu'un ve belli kıble yönlerini yaklaşık olarak hesaplayan standart yöntemin detaylı tartışmasına yer verilmiştir. Bu risalelerden birine örnek olarak, Muhammed Hüseyin İbn Muhammed Bâkır Yezdî'nin öğrencisi Kâsım Ali Kâyinî'ye ait risale verilebilir. Yukarıda bahsi geçen iki haritada da bölge seçimleri birbirine benzemekle birlikte aynı değildir. Bu haritalarda kullanılan coğrafi verilerin de aslında daha detaylı bir haritadan alındığı açıktır ve öyle gözükmektedir ki her iki harita da aynı prensiplere dayalı ve daha ayrıntılı başka bir haritanın nüshası niteliğindedir. Tamamı ile İslami geleneğe uygun, ancak 18. yüzyılın başlarından itibaren varlığından haberdar olunan 15. yüzyıla ait İran kökenli bir coğrafya cetveli, hem bu haritalardaki coğrafi verilerin hem de çeşitli Safevî usturlaplarının (yukarıda Şah Hüseyin'e sunulduğu söylenen usturlap gibi) üzerine yazılı olduğu hacimli coğrafi bilgilerin ana kaynağını teşkil etmektedir. Bu cetveli vazeden kimse hem 250 civarında bölgenin enlem ve boylam bilgilerini listelemiş hem de her bölgenin Mekke'ye olan uzaklığını ve bölgelere dair kıble yönlerini belirlemiştir. Hesaplamalardaki bu beceri, aynı ilkelere dayanan ve son derece karmaşık olan bu ağı tasarlamak için gerekli olan ustalık ile iyi uyuşturulabilir.

Yine de bu harita ağının arkasındaki fikrin 15. yüzyılın çok daha öncesine uzandığı söylense en azından bu makalenin yazarı için şaşırtıcı olmaz. Bîrûnî (Orta Asya, yaklaşık 1025) gök kürenin kutupsal eşit azimutlu (polar equi-azimuthal) eşit uzaklıktaki iz düşümü (equidistant projection) üzerine bir kitap yazdı, fakat Mekke merkezli bir harita çizdiğine dair bir ize rastlanmıştır (benim 1994'te coğrafi bölgelerin yerinin bu tür bir haritadan tayin edildiğine dair iddialarımın yanlış olduğu 1995'te ispatlanmıştır). Bîrûnî'nin matematiksel coğrafya üzerine yaptığı ve günümüze kadar ulaşan çalışmalar, Eski Çağ ve Rönesans arasında bir zirve niteliğindedir. Ancak Bîrûnî'ye ait ve en çok kıble sorununa odaklanan diğer on adet kitabın bugün sadece adları bilinmektedir. Hâlihazırda Mekke merkezli dünya haritaları geleneğinin gelişimi üzerine yapılan araştırmalar sürdürülmektedir.

İSLAM DİNİ MİMARİSİNİN KONUMLANDIRILMASI HAKKINDA

Belirli bir yerin kesin bir matematiksel yöntem tarafından ölçülmüş kıble değerinin (modern ölçütün eleştirisinden geçmiş) doğruluğu, mevcut coğrafi verilerin doğruluğuna bağlıdır. Ortaçağ enlem hesaplamaları genellikle birkaç dakikalık bir sapma sınırı içinde doğrudur, fakat bazı bölgelerde ve Mekke çevresindeki boylam hesaplamalarının birkaç dereceyle ifade edilecek kadar hatalı olabildiğine rastlarız. Örneğin Kahire'de çağdaş kıble, ortaçağ astronomlarının tespit ettiği kıblenin biraz 8° güneyinde yer alır. Çünkü onlar bu hesaplamayı sadece 3° olarak gösterilen ve aslında gerçeğe göre çok küçük olan boylam farkına dayandırmıştı.

Levha 4.8 Birkaç yıl önce 969'da kurulan Fatımi şehrinin cadde planına göre yaklaşık on derece eğimli Hâkim ve Ezher Camilerini gösteren bir ortaçağ Kahire planı. Her iki cami de astronomların kıblesi yönünde konumlandırılmıştır (doğudan güneye 37 derece civarı) Oysa şehrin küçük ekseni Mısır'ı fetheden peygamberin sahabesinin kıblesi yönünde, yani kış gündoğumuna doğru konumlandırılmıştır (doğudan güneye yaklaşık 37 derece). Daha sonra gelen Memlukluların 'Ölüler Şehri' ise tamamen astronomların kıblesi yönünde inşa edilmiştir. Modern Kahire kıblesi doğudan güneye yaklaşık 45 derecedir, fakat bunun ortaçağ camilerinin konumlandırılması tartışmasıyla ilgisi yoktur.

7. yüzyılla 9. yüzyıl arasında inşa edilen camilerin konumlandırılmalarına bakıldığında, kıble hususunda her zaman astronomlara danışılmadığı çok açık görülmektedir. Söz konusu bölgelerdeki bazı camiler, emin olunmak için astronomlar tarafından belirlenen kıble esas alarak inşa edilmiştir; ancak bunlar azınlıktadır. Değişik kaynaklarda yer alan kıbleler, İslam dünyasının belli bölgelerinde cami konumlandırılmalarındaki farklılığı çok iyi açıklamaktadır. Bir takım yerlerin cami yönleri hakkında daha fazla bilgi mevcuttur.

Örneğin Kurtuba'da, 12. yüzyılda usturlap hakkında yazılmış olan bir risaleden bazı camilerin kış gündoğumuna doğru dikildiğini biliyoruz; Çünkü böylece kıble duvarlarının Kâbe'nin kuzey batı duvarlarına paralel olacağı düşünülmüştü. Aynı nedenden dolayı Kuveyt'teki Ulu Cami yaz gündoğumuna dikey olan bir yöne bakar. Bu caminin ekseni, aslında Kâbe'nin eksenine paraleldir; bu da caminin Arabistan çöllerinden ziyade Cezayir çöllerine bakmasını açıklayan bir olgudur.

Daha önce de belirtildiği gibi Mısır'daki en eski cami olan Fustat'taki Amr Camisi, kış gündoğumuna doğru inşa edilmiştir. Yeni Kahire şehri, 10. yüzyılın sonlarında Fustat'ın kuzeyine birkaç mil uzaklıkta, Nil'i Kızıldeniz'e bağlayan kanal boyunca az veya çok dikey bir cadde planında inşa edilmiştir. Eski Mısırlılar tarafından aslında şans eseri inşa edilen, daha sonra Romalılarca bir kez ve yine Müslümanlarca da onarılan bu kanal, Fustat'taki Sahabe Camii kıblesinin dikey yönünde olan yeni şehri kesip geçmektedir. Bu yüzden tüm şehir Sahabe Camii kıblesi yönü boyunca (yaklaşık 27° doğunun güneyi) uzanmaktadır. Ancak şehri inşa eden Fatımiler kentlerinin yararlandığı bu ayrıcalığı takdir edememişlerdir. Bundan başka Fatımi astronom İbn Yunus'un kıbleyi matematiksel olarak yaklaşık doğunun 37° güneyi olarak ölçtüğünü görüyoruz. Böylece Kâhire'deki ilk Fatımî camileri olan Halife el-Hâkim ve Ezher Camileri, cadde planından 10° lik bir eğiklikle dikilmiştir (Levha 4.8). Memlukluların daha sonraki (13-16. yüzyıllarda) Eski Şehir'deki dini mimarilerinin birçoğunda dış cephe, sahabenin kıblesine ve cadde planına göre hizalanırken iç cephe, mihrap, astronomların kıblesine bakacak şekilde ayarlanmıştır. Kahire'nin el-Karafa olarak bilinen bir varoşunda ana kent çevresi ve çevre boyunca yer alan çeşitli camiler güneye doğru yönelmiştir; çünkü bu yön kıble olarak tercih edilmiştir. Memluklular tarafından Kahire'nin doğusunda inşa edilen 'Ölüler Şeh-

ri'nin tamamı ve tüm türbeler hem içten hem de dıştan astronomların kıblesine bakacak şekilde inşa edilmiştir ve çevrenin dikey cadde planı da kabaca bu özel kıbleye göre hizalandırılmıştır.

Semerkant'ta, 11. yüzyıla ait bir fıkıh risalesinden bildiğimiz kadarıyla, merkez camiye kış günbatımına doğru, Kâbe'nin kuzeydoğu duvarına bakacak şekilde yön verilmiştir. Daha önce de belirttiğimiz gibi hukuk okullarından biri kıble için tam batıyı yeğlerken diğer okul tam güneyi tercih etmiştir. Bu iki okulun düşünce farklılığını yansıtan bazı dini yapılar bulmak mümkündür. Şehirdeki diğer dini mimariye ise astronomların belirlediği kıble esasına göre yön verilmiştir.

Camilerin konumlandırılması hakkında modern akademik yazında (literatür) yer alan 1000'in üzerinde plan kullanarak sadece başlangıç niteliğinde bir araştırma yapılmıştır. Ama yine de bu planların çoğu, bu verilerden hiçbir sonuç çıkarılamayacak kadar güvenilir değildir. Açıkçası tüm İslam dünyası çapında, cami konumlandırmaları hakkında düzgün bir araştırma, fevkalade bir tarihi ehemmiyeti haiz olacaktır. Konumlandırmaları dikkatlice ölçülmesi gereken sadece camiler, medreseler, türbeler, mezarlıklar gibi diğer dini yapılar değildir, aynı zamanda olası astronomik hizalamaların kontrol edilmesi için yerel ufuk koşullarının da kaydedilmesi gerekir. Tüm ölçümler Dünya'nın diğer taraflarında yürütülen arkeoastronomi ile ilgili araştırmalarda elde edilen doğru sonuçların eşliğinde yapılmalıdır.

Bu konu İslam mimarisi tarihçilerinin ilgisini henüz çekmiştir ve bu konu hakkındaki en son kitaplar, hatta bölgesel mimari çalışmaları 'yön verme' mevzunu büsbütün göz ardı etmiştir.

İLAVE OKUMA

Tüm kıble konusuna bir kuş bakışı için King'e (1985b) bakınız. İlgili çeşitli konular için ayrıca *Encyclopaedia of Islam*'daki (2. baskı, günümüze değin 8 cilt, Leiden: E. J. Brill, 1960'tan günümüze) *Envâ'*, *Menâzil*, *Matla' (yükselim)*, *Kâbe*, *Kıble* ve (dünyanın merkezi olarak) *Mekke* makalelerine de bakınız. 3, 5 ve 6. makaleler King'te (1993) yeniden basılmıştır.

Kıbleyi bulma konusundaki yaygın metotlar için bk. Hawkins, King (1982) ve Kinge (1983a). Kâbe etrafında Dünya'nın bölünmesi fikri için King'teki 'The sacred geography of Islam' (İslam'ın Kutsal Coğrafyası)'na bakınız.

Kurtuba, Kahire ve Semerkant'taki dini mimarinin konumlandırılması hakkındaki problemler için bk. King (1978b, 1983b, 1984). Ayrıca belli bölgelerdeki cami konumlandırmaları hakkındaki sistematik araştırmalar için bkz. Barmore (1985) ve Bonine (1990). King'in *Journal for the History of Astronomy* (1995)'de 'The Orientation of Medieval Islamic Religious Architecture an Cities: Some Remarks on the Present State of Research and Tasks fort he Future' (Ortaçağ İslam Dini Mimarisinin ve Şehirlerinin Konumlandırılması: Araştırmaların Bugünü ve Gelecekteki Görevler için Mülahazalar) adlı yazısına bakınız.

Kıbleyi bulmak için uygulanan en eski matematiksel yöntemler için King'e (1986a), bireysel metotlar hakkındaki diğer çalışmalar için Kennedy ve Id (1974), Schoy (1921, 1922), Berggren'e (1980, 1981, 1985) ve İbnu'l-Heysem'in kıble problemini küresel trigonometrisiyle evrensel ele alış tarzına dair Dallal (1995b) tarafından yapılan bir çalışmaya bakınız.

Bîrûnî'nin *Kitabu Tahdîdi Nihâyât'il-Emâkin* adlı eseri P. Bulgakov tarafından yayınlanmış (Kahire, 1962) ve C. Ali tarafından *The Determination of the Coordinates of Cities: al-Bîrûnî's Tahdîd al-amâkin* (Şehirlerin Koordinatlarının Belirlenmesi: Bîrûnî'nin Tahdîdu'l-Emâkin)'i (Beyrut, Beyrut Amerikan Üniversitesi Baskısı, 1967) adıyla (İngilizceye) tercüme edilmiştir. Daha fazla bilgi için bk. Kennedy (1973).

Ortaçağa özgü kıble bulma cetvelleri için bk. King (1986a) King (1975) ve Lorch (1980).

Kıbleyi bulmakta kullanılan aletler için bk. Lorch (1982), Janin, King (1977) ve King (1987b). Su üzerinde gezinen pusula ibresine sahip, günümüze ulaşabilmiş tek pusula kutusu örneği için bk. S. Cluzan, E. Delpont ve J. Moulierac, eds., *Suriye, Memoire et Civilisation*, Paris: Flammarion & Institut de Monde Arabe, 1993, s. 440-1 (Bu pusula 16. yüzyıl Suriye'sindendir, ancak bununla ilgili coğrafi bilgi, aynı türden çok daha eski bir aletten dikkatsizce kopya edilmiştir).

Mekke merkezli dünya haritaları için bk. King, 'Weltkarten zur Ermittlung der Richtung nach Mekka', G. Bott'ta, ed. *Focus Behaim-Globus*, 2. cilt, Nuremberg: Germanisches Nationalmuseum, 1992, I, s. 167–71 ve II, s. 686–91 ve daha yakın geçmişte, a.e., "Mekke'ye Olan Uzaklığı ve Yönü Bulmak İçin Dünya Haritaları –Son Dönem Araştırmalarının Bir Özeti", Türk ve İslam Dünyası'ndaki Bilim ve Teknoloji Sempozyumu, İstanbul, 3–5 Haziran, 1994 ve *Encyclopedia of Islam*'ın 2. baskısında yer alan '*Samt*' makalesine bakınız. Bunlardan hiçbiri diğerine göre daha güvenilir sayılmaz.

(b) Güneş Saatleri Bilimi: Güneş Saati Kuramı ve Yapımı

GİRİŞ

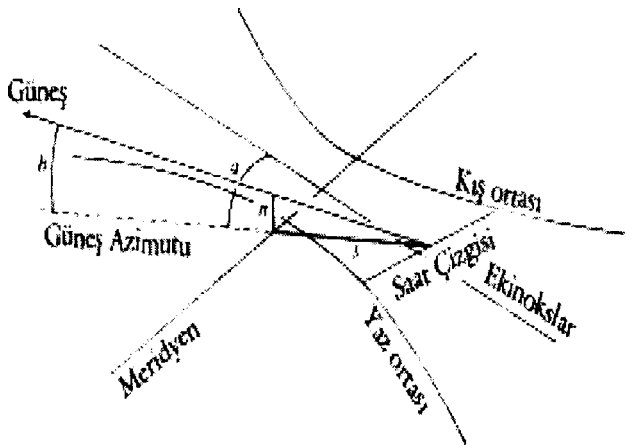
Müslümanların muvakkitlik ve (aşağıda açıklanan) namaz vakitlerinin düzenlenmesi konusuna olan ilgilerinin açıklaması, güneş saatleri biliminde heves uyandıran bir konudur. Müslüman astronomlar, bu konunun hem teorisine hem de pratiğine değerli katkılar yapmışlardır. Ortaçağın son döneminde İslam dünyasının büyük camilerinin çoğunda bir çeşit güneş saati kullanılıyordu.

Müslümanlar 7. yüzyılda Grek-Roma Dünyası'na doğru yayıldıklarında güneş saatiyle tanıştılar. Evvelce, yaklaşık 700 yılında Halife Ömer b. Abdülaziz Şam'da gündüz namaz vakitlerini zaman aralıklarına göre düzenlemek için güneş saatini kullanıyordu. Bu muhtemelen şehirde bulunan bir Grek-Roma güneş saatiydi. Antikitede en yaygın güneş saati türleri yarımküresel ve düzlem çeşitlerinden oluşuyordu; bu tür güneş saatleri, matematiksel astronomiyle ilgilenen ilk Müslüman bilginler tarafından biliniyor olmalıydı. Fakat en azından 8. yüzyılda, bu alanda çalışan Fezârî ve Yakub İbn Tarık'ın güneş saatleri hakkında yazdığı hiç bilinmemektedir.

GÜNEŞ SAATİ BİLİMİ ÜZERİNE İLK METİNLER

Güneş saatleri üzerine günümüze gelmiş Müslümanlara ait en eski risale, güneş saatlerinin yapımını ele almaktadır ve bu risale daha on yıl önce bulunmuştur. Bu risalenin yazarının, Bağdat'ın 9. yüzyılda meşhur astronomu Harezmî olduğu ifade edilir. Eser temelde (ekvator da dâhil) çeşitli enlemlerin ufki güneş saatlerini yapmak için bir dizi koordinat cetvellerinden oluşur.

Tam sonuç veren aletlerle hesaplanan cetvellerin açıklanması kalmış olmakla birlikte temel matematik nispeten açıktır. Zaman aralıkları ve Güneş boylamının gerekli oranları için hesaplanan Güneş yüksekliği ve azimut değerleriyle (h, a) birlikte ve gölge izlerinin saat çizgilerinin kesişim noktalarının yarı çap koordinatları sadece (n cot h, a)'dır ki burada güneş saati milinin uzunluğu da n'dir.



Şekil 4.12 Zaman ararlıkları için işaretlenmiş yatay bir güneş saatinin yapımının altında yatan temel teori

Levha 4.9 Harezmi'nin, 23;51°'lik eğim üzerine kurulu 21°, 28°, 33°, 33°, 35° ve 40° enlemlerinden her biri için iki çift alt-cetvelini gösteren güneş saatinin yapımı için hazırladığı cetvellerden bir kesit. Son çift cetvel ise 29;30° enlemi içindir. Bu cetveller Siczî'nin (İran, miladi yaklaşık 975) usturlaplar ve güneş saatleri üzerine hazırladığı bir risaleden alınmıştır. (İstanbul, Topkapı elyazmaları, 3342, 8+9, Topkapı Kütüphanesi müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz)

Güneşle ilgili irtifa ve gerekli güneş boylamları ve zaman aralıkları sınırları içinde hesaplanan azimut (h, a) değerlerinden yola çıkarak, saat çizgileriyle gölge izlerinin kesişim noktalarının yarıçap koordinatları en basit haliyle (n cot h, a) olur. Burada n, güneş saati milinin uzunluğudur (Şekil 4.12). Harezmî'nin belirli bir enlem için hazırladığı altcetvellerin her biri hem güneş yüksekliğinin gündönümünü hem (12 birimli) standart bir güneş saati milinin gölgesini hem de güneş azimutunu, yani günün her bir periyodik saati için bu üçünü (h, s, a) gösterir (Levha 4.9).

Bu çizelgelenmiş yarıçap koordinatlarıyla, güneş saatinin yapılması neredeyse rutin bir iş halini alırdı. güneş saatlerinin aslında bu cetvelleri kullanarak yapıldığını varsayabiliriz, ancak bu erken dönemden hiçbiri günümüze ulaşmamıştır ve çağdaş tarihi kaynaklardan bunlarla ilgili bir tasviri açıklama da bilinmemektedir.

Ünlü astronom ve matematikçi Sabit İbn Kurrâ (Bağdat, miladi yaklaşık 900), güneş saati teorisiyle ilgili günümüze kadar tek bir elyazma nüshası kalan oldukça kapsamlı bir kitap yazmıştır. Kitap matematik yazımında bir şaheserdir, fakat 1930'larda yayınlanmasından beri bilim tarihçilerinin çok az dikkatini çekmiştir. Sabit'in risalesi şu üç düzlem üzerine kurulmuş farklı dikey sistemler arasındaki koordinatların dönüşümünü ele alıyordu: (1) ufuk (2) gök ekvatoru (3) güneş saati düzlemi. Sonuncusu (a) ufuk düzlemi (b) meridyen ya da (c) ilk dikey düzlem olabilir ya da (d) (b)'ye dikey (c)'ye eğik, (e) (c)'ye düşey ve (b)'ye eğimli, (f) (a)'ya dik ve (b)'ye eğik, (g) (c)'ye düşey (b)'ye eğik, yani (a), (b) ve (c)'ye doğru eğimli.

Sâbit, güneş yüksekliğini belirleme formüllerini açıkça izdüşüm metotlarından elde edilen saat açısının, açı eğiminin, yer enleminin bir işlevi olarak sunmakta ve küresel trigonometriyle daha kolay açıklanan koordinat değişimi ilgili diğer formülleri vermektedir. Maalesef bu değişik formülleri nasıl çıkardığı hakkında hiçbir ipucu vermemekte, onlara nasıl ulaştığı bilinmemektedir. Her ne kadar Sâbit, Batlamyus'un ko-

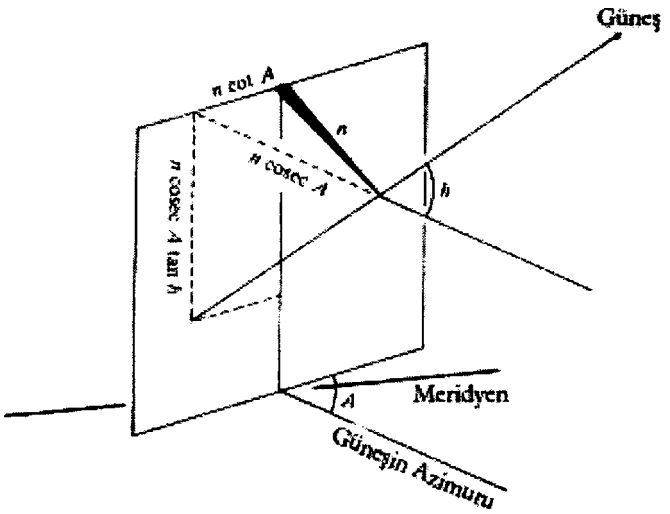
ordinat değişimlerinin tartışıldığı *Analemma** gibi bazı yazılarına muttali olsa da onun kendi risalesi bu mesele üzerinde çok yetkin bir çalışmanın semeresidir.

Bildiğimiz kadarıyla Sâbit'in güneş saati teorisiyle ilgili birinci derecedeki risalelerine daha sonraki hiçbir astronom tarafından işaret edilmemiştir. Öyle görünüyor ki bu, İslam Dünyası'nda konuyla ilgili en sofistike açıklama olmasına rağmen, sonraki İslam güneş saati bilimine çok sınırlı bir etki yapmıştır. Daha sonraki Müslüman astronomlar, güneş saati biliminin pratik yönüyle daha fazla ilgilenmişlerdir.

Dikey güneş saatlerinin yapımıyla ilgili 10. yüzyıla ait bir risalenin 15. yüzyılda istinsah edilmiş tek bir nüshası günümüze kadar ulaşmıştır. Eser Bağdat astronomlardan İbn Âdemî ya da Saîd İbn Hafif es-Semarkandî'ye aittir (müstensih emin değil). Bu risale gün doğumu T'den ve her bir 30°'lik güneş boylamı λ'dan beri vaktin her yarım saatlik periyodu için (Güneşin başucu uzaklığının $z=90°-h$ olduğu) $a(T, \lambda)$ ve $z(T, \lambda)$ fonksiyonlarının cetvellerini içerir. Değerler, altmışlık sistemde üç rakama kadar verilmiş ve Bağdat'ın enlemini 33° olarak alarak hesaplanmıştır. İkinci bir cetveller dizisi ise, sin θ ve cot θ fonksiyonlarının değerlerini altmışlık nizamda üç rakama kadar ve her bir delil derecesini göstermektedir. Sinüs fonksiyonu için esas olarak kullanılan 10'dur. Aslında bu pek alışıldık olmamakla birlikte, güneş saati milinin uzunluğunun 10 olarak alındığını gösteriyordu. İki kotanjant fonksiyon cetveli verilmekte, bunlardan biri 10'u, diğeri ise 1'i esas almaktaydı. A azimutundaki Güneş'i, uzunluğu n olan dikey ve yatay milli dikey bir güneş saatinden gözlemlediğimizde, bu iki cetveller dizisinin, meridyene doğru konumlandırılmış dikey güneş saatlerinin çiziminde kullanılan çift dikey koordinat oluşturmada faydası açıktır bk. (Şekil 4.13), güneş saati mili sayesinde ölçülen güneş mili gölgesi ucunun birbirine dikey koordinatları, (x) ufki ve (y) dikey eksenlerine göre ($-n$ cot A, $-n$ cosec A tan h)'dır.

---

* Zaman denklemi eğrisi, gerçek güneş zamanı ile ortalama güneş zamanı arasındaki farkı ölçen eğridir.



Şekil 4.13 Yerel meridyene bir açıyla meyilli dikey bir güneş saatinin yapımının altında yatan temel teori

Güneş saati bilimine dair ilk çalışma sonuçları hiçbir iz bırakmadan kaybolmuş olmasına rağmen, incelenmeyi bekleyen ilk dönemlere ait malzemeler azımsanmayacak kadar çoktur.

GÜNEŞ SAATİ BİLİMİ ÜZERİNE SONRAKİ METİNLER

İslam astronomisinin sonraki dönemine ait güneş saati teorisiyle ilgili birinci dereceden İslam eseri, *Câmiu'l-mebâdi ve'l-Gâyât fi 'ilmi'l-Mîkât* olarak adlandırılan, küre astronomisi ve araçlarının bir özetiydi. Bu çalışma, miladi 1280'lerde Kahire'de çalışan Fas asıllı astronom Ebû Ali el-Merrâkuşî tarafından derlenmiştir. Merrâkuşî'nin bu dev çalışmaya (Paris nüshası 750 sayfadır) kendi katkısını değerlendirmek güçtür. güneş saati teorisi temelde Kahire'ye ait birçok cetveli içeren uzun uzadıya bölümler orijinal görünmekle birlikte, güneş saati teorisiyle ilgili

daha önceki Mısır metinleri hakkında bir bilgimiz yoktur. Ayrıca Maksi'nin (aşağıya bk.) çağdaş faaliyeti oldukça bağımsız görünmektedir.

Merrâkuşî'nin risalesi Mısır, Suriye ve Türkiye'de daha sonraki astronomi çevresi içinde geniş etki yapmış ve günümüze bir kaç nüshayla ulaşmıştır. Tek bir kaynak olarak İslam aletleri hakkında en önemli yegâne eser olmasına karşın, halen tarihçilerden hak ettiği ilgiyi görmemiştir. Küresel astronomi ve güneş saati teorisini ele alan birinci yarısının Fransızcaya tercümesi J.-J. Sédillot tarafından 1834–5 yıllarında yayınlanmış ve diğer aletleri konu edinen ikinci bölümün oldukça karışık bir özeti oğlu L. A. P. Sédillot tarafından 1844'te basılmıştır.

Merrâkuşî'nin diyagramlarla bolca tasvir edilmiş güneş saatleri hakkındaki müzakeresi, yapım tarzlarının betimlenmesi üzerine yoğunlaşır; altında yatan teoriye pek az değinilmekte ve genelde bu çok sayıdaki cetvellerin nasıl yapıldığına dair bir ipucu verilmemektedir. Metin, yatay, dikey, silindirik ve konik güneş saatlerini ele almaktadır. Burada ayrıca işaretlerin iki komşu düzlemin yüzeylerini yatay ya da dikey düzlemlerdeki ortak bir eksenle kapladığı 'kanatlı' güneş saatleri hakkında bir mütalaa da vardır. Gölgeleri, dönüşen yatay ve dikey gölgeleri ölçmede ve ufuktan yükseklik derecesini hesaplamada kullanılan grafiklerin ve ölçeklerin özet (compendium) bir tasviri de bu kitapta yer almaktadır. *Mizanu'l-Fezarî* (Fezarî'nin Mizanı) anlaşıldığı kadarıyla adını 8. yüzyılda yaşamış olan aynı adlı astronomdan almıştır.

Merrâkuşî'nin çağdaşlarından Kahireli astronom Maksî, daha ziyade sonraki Mısırlı astronomlar arasında çok yaygın olan güneş saati yapma cetvellerini derlemiştir. Maksî farklı enlemler için yatay güneş saatleri cetvelleri hazırlamıştır, ancak risalenin en hacimli kısmı, Kahire enlemi için dikey güneş saatlerinin işaretlendiği cetvellerden oluşmaktadır. Yerel meridyene olan her bir eğim açısı için, zaman aralığı saat çizgilerinin ve ekinoks ve gündönümlerindeki ikindi gölge çizgilerinin kesişim noktalarının koordinatlarını çizelgelemiştir (cetvellendirme) (Levha 4.10). Daha sonraki birçok astronom, başta Kahire, Şam ve İstanbul olmak üzere belirli enlemlere kapsamlı güneş saati yapmak için kapsamlı cetveller hazırlamıştır ki bu konu hâlâ incelenmeyi beklemektedir.

Levha 4.10 Kahire enlemi için dikey güneş saatleri yapma amaçlı Maksi'nin cetvellerinden bir kesit. Bu özel alt cetvel meridyene 15 derecelik bir eğim. (Kahire, Daru'l-Kutub el-yazmaları, mîkât 103, vr. 68^{a}-69^{b} 'Mısır Milli Kütüphanesi müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz).

GÜNEŞ SAATLERİ

Ortaçağdan günümüze sadece birkaç adet güneş saati kalmıştır. Yüzlercesi ve hatta binlercesi 9. yüzyılın başlangıcından itibaren yapılmıştır, fakat bunların büyük çoğunluğu hiçbir iz bırakmadan kaybolmuştur. Günümüze kalan güneş saatlerinin hepsi değil ama çoğu M. 1400'den önce yapılmıştır; bununla birlikte henüz İslam güneş saatlerinin bir dökümü (envânter) hazırlanmamıştır.

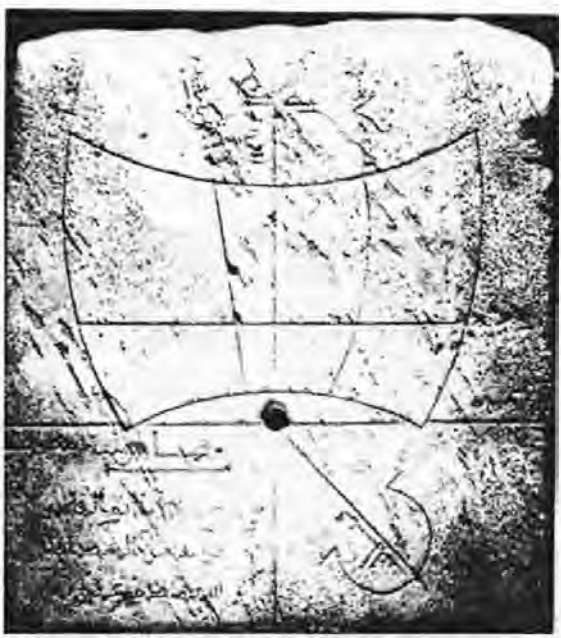
Çoğu İslam güneş saatleri, saatler için (zaman aralığı ya da ekinoksal), öğle (*zuhr*) ve ikindi (*asr*) namazları için işaretler taşır. Bu iki namazın başlangıç vakti gölge uzunluklarına göre belirlendiği için, namaz saatlerinin tespitinin güneş saatleriyle yapılması son derece uygundu.

YATAY GÜNEŞ SAATLERİ

Günümüze ulaşan en eski İslam güneş saati (Levha 4.11) yaklaşık miladi 1000 yılında, Kurtuba'da çalışmış ünlü astronom İbn Saffâr tarafından yapılmıştır. Aletin sadece yarısının günümüze ulaşmış olmasına rağmen, kalıntılar güneş saati biliminin sadece bu aleti işaretleyen kişinin hünerinden ibaret olmadığını göstermeye yeterlidir. Yatay tarzda güneş saati her bir zaman aralığı saati için çizgiler içerir, bu çizgilerden bazısının ekinoks gölge iziyle kesişimi kırıktır ve iz devrine doğrusal değildir. Üzerinde ikindi namazı (*asr*) için de öğle namazı (*zuhr*) için de işaretler olmalıdır. Mil ise bugün kayıptır, ancak uzunluğu güneş saati üzerine işlenen bir dairenin yarıçapı kadar gösterilmektedir. Daha sonraki dönem Endülüslülere ait günümüze ulaşan bir kaç güneş saati, yapıcılarının yeteneklerini göstermede oldukça fakir belgelerdir. Bunların birçoğu ciddi hatalarla bozulmuş ve bir tanesi de pratik açıdan oldukça kullanışsız hale gelmiştir. Yine de ortaçağ Endülüs'ünde düzgün güneş saatleri var olmalıdır.

Levha 4.11 Günümüze ulaşan en eski İslami güneş saati. İbn Saffâr tarafından 1000 yılı civarında Kurtuba'da yapılmıştır. Bu parçada, öğle (*zuhr*) için çizilmiş olan eğri hemen görülmektedir. Muhtemelen saatin geri kalanında ikindinin başlangıcı ve bitişi ile de ilgili eğriler mevcuttu. (fotoğrafı Kurtuba Şehir Arkeoloji Müzesi'nin nazik izni ile yayımlıyoruz).

Levha 4.12'de gösterilen Tunuslulara ait güneş saati, yukarıda değinilen Endülüslere ait güneş saatinden çok daha iyi düzenlenmiş bir çalışmadır. Ebu'l-Kasım İbnü'ş-Şeddâd tarafından 1345/6 yıllarında yapılan bu güneş saati, tarihi açıdan ilgiyi hak etmektedir, çünkü üzerindeki işaretlemeler zaman aralıkları saati yerine sadece dini açıdan önem arz eden günün vakitlerini göstermektedir. Öğleden sonra (sağ taraf), öğle ve ikindi eğrileri standart Endülüs/Mağrip belirlemelerine göre işaretlenmiştir. Sabah için meridyene nispeten ikindi eğrisiyle bakışan kuşluk eğrisi vardır ve *te'hib* yani öğleden önce ekinoks saati nizamıyla uyuşan saat çizgisi vardır ki bu düzen cuma günkü toplu ibadetle bağlantılıdır.

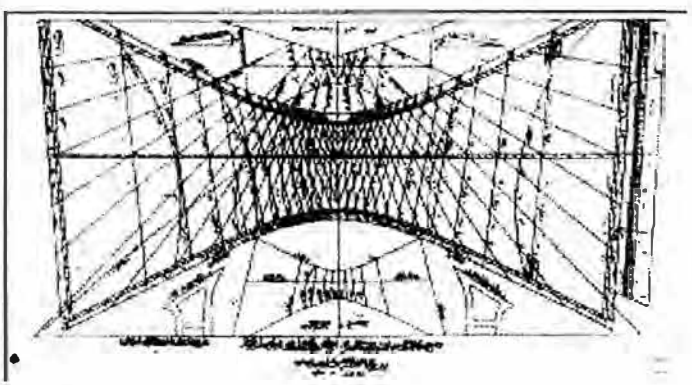


Levha 4.12 Günün dini anlama sahip dört vaktini gösteren, 14. yüzyıl bir Tunus güneş saati (Saat Kartaca Ulusal Müzesi'nin mülkiyetinde olup fotoğraf'ın sahibi M. Alain Brieux (toprağı bol olsun) nazik izni ile yayımlıyoruz).

İslam'daki gündüz ibadet saatlerinin belirlenmelerinin anlaşılmasını sağlayan güneş saati üzerindeki kuşluk vakti ve ikindi eğrilerinin simetrik oluşuydu. güneş saati üzerindeki işaretlemelerin yakından irdelenmesi, gündönümü eğrilerinin hiperbolden ziyade daire yayları olarak

çizildiğini gösterir. Bu güneş saati bu yüzden ortaçağ Endülüs ve Mağrip'inde yaygın olarak bilinen bu tarzdaki güneş saati işaretleme geleneğinin oldukça saygın bir örneğini oluşturur.

14. yüzyılın ortalarında Şam'daki Umeyye Camisi'nin baş *muvakkiti* olan astronom İbnü'ş-Şâtır, 1371/2 yıllarında 2m X 1m ölçülerinde (Levha 4.13) muhteşem bir yatay güneş saati yapmıştır. Bu saat, caminin ana minaresinin güney tarafındaki bir platform üzerine dikilmiştir ve parçaları Şam'daki Ulusal Müze'nin bahçesinde sergilenmektedir. 1876'da muvakkit Tantavî tarafından yapılan eserin orijinalinin tam bir nüshası halen minaredeki *yerinde* (*in situ*) bulunmaktadır.



Levha 4.13 Bir zamanlar Şam'daki Ümeyye Cami'sinin ana minaresini süslemiş olan, İbnü'ş-Şâtır'a ait güneş saatinin üzerindeki işaretler. Orijinal güneş saati, Şam'daki Arkeoloji müzesinin bahçesinde parçalar halinde korunmaktadır. Aslıyla birebir mutabık olan bu nüsha 19. yüzyıl *muvakkitu*'t-Tantavî tarafından yapılmıştır ve halen minaredeki asıl yerindedir. Suriye Eski Eserler Müdürlüğü ve M. Alain Brieux (toprağı bol olsun) nazik izniyle yayımlıyoruz, Paris).

14. yüzyıldan, 19. yüzyıla kadar uzun bir süre camide çalışmış olan birçok muvakkit, muhtemelen ibadet saatlerini belirlerken ellerindeki cetvellerin ve diğer aletlerin yanı sıra, İbnü'ş-Şâtır'ın güneş saatinden de yararlanmıştır.

İbnü'ş-Şâtır'ın güneş saati üç ana işaretleme dizisine sahiptir. Aslında mermer levha üzerine kazılmış üç güneş saati yeri vardır. Kuzeydeki küçük güneş saatinin kendi miliyle zaman aralığı saatlerini ve ikindi namazını gösteren işaretleri vardır. Güneydeki küçük güneş saati, gün doğumundan sonra ve gün batımından önce olduğu gibi gün ortasından önce ve gün ortasından sonraki ekvatoral saatleri gösteren işaretlere sahiptir. Bu saatin mili gök eksenine paralel olup üçüncü ve ana güneş saatinin daha büyük miliyle ustaca hizalanmıştır. Sonuncu saat ise gün ortasından önceki ve gün ortasından sonraki her yirmi dakikayı, tıpkı gündoğumu sonrasından gün ortasına kadarki her ekvatoral yirmi dakikayı ve gün ortasında başlayan günbatımından önceki her yirmi dakikayı gösterdiği gibi gösteren işaretler taşır. İkindi namazından iki saat önce başlayıp ikindi namazına kadarki her yirmi dakika için eğriler vardır; nitekim fecirden sonra ve karanlığın çöküşünden önce üçüncü ve dördüncü saatler için de eğrilerin olduğu gibi. Son olarak, Tantavî'nin, İbnü'ş-Şâtır'ın güneş saatine kendisinin eklediğini söylediği, bir sonraki günün fecrinden $13\frac{1}{2}$ saat öncesi vakit için de bir de eğri vardır.

Böylece güneş saati sabahları gündoğumundan sonraki zamanı ve öğleden sonra günbatımından önceki zamanı ve gün ortasından önce ve sonraki zamanı ölçmek için kullanılabilir. Vakti öğle ve akşam namazlarına göre ölçer ve ikindi eğrileri ikindi namazına göre vaktin ölçümünü de mümkün kılar. Akşam ve şafak vakitleriyle bağlantılı eğriler ise yatsı ve sabah (fecir) namazlarına göre vakti ölçmek için kullanılır; gölge bu eğriler üzerine düştüğünde, muvakkit yatsı namazının, örneğin dört ya da üç saat içinde başlayacağını bilirdi ve usturlap ya da rubu'dan akşam vakti göğün görünüşünün ne olacağını görebilirdi. Muvakkitin sabah namazından üç ya da dört saat sonraki vakitle niye ilgilendiği kesin olarak bilinmemekle birlikte, gölgenin Tantavî'nin eğrisi üzerine düştüğü tan ağarmasından $13\frac{1}{2}$ saat önceki anda, muvakkit başka bir aletten yararlanarak bir sonraki günün fecir vaktinde gök görünüşünün nasıl olacağını kestirebiliyordu. Fecir vaktinden $13\frac{1}{2}$ saat önceki zaman seçilmiştir; çünkü bu, güneş saatinde görülebilen en geç saattir. Taş işlemeciliğinde göze çarpan teknik bir beceri örneği, bir deha ve tasarım şaheseri olan İbnü'ş-Şâtır'ın güneş saati, bilimsel yazında ilk kez 1972'de açıklanmıştır. Şüphesiz bu, Orta Çağ'a ait en görkemli güneş saatidir.

DİKEY GÜNEŞ SAATLERİ

İslam astronomisinin ilk bir kaç yüzyılından hiçbir dikey güneş saati günümüze ulaşmamakla birlikte, İslam astronomisinin ilk yüzyıllarında dikey güneş saatinin yapıldığını, 9. yüzyıldan itibaren onun kullanımı hakkında yazılan risalelerden biliyoruz.

Müslüman Mısır ve Suriye'den günümüze ulaşmış en eski güneş saati, 1159/60 yıllarında yapılan basit bir dikey el rubu'udur. Zaman aralığı saatlerini ölçmekte kullanılan bu saat, biri 33° (Şam), diğeri 36° (Halep) enleminde yer alan her iki tarafında iki işaret dizisine sahiptir. Merrâkuşî'nin risalelerinden bilinen bu alet orada *Sâku'l-Cerrâde* yani 'çekirge ayağı' adıyla geçmektedir. Bu saatin kullanılması için, Güneş'in bulunduğu düzleme dikey olacak şekilde, güneş saati milinin tepedeki (gündönümleri arasındaki her bir burç işaretlerine tekabül eden) altı delikten birine tutturulmuş olması gerekmektedir. güneş saati milinin ucunun gölgesi işaretlerin üzerine düşecek ve böylece zaman aralığı saatleri hesaplanabilecektir. Eyyubî Sultanı* Nureddin Zengi'ye ithaf edilen kitabede, işaretlemelerin zaman aralığı saatlerini ve ibadet vakitlerini tespit etmek için kullanıldığı yazılıdır. Buradan da öğle ve ikindi namaz vakitlerinin belli zaman aralığı saatlerine göre düzenlendiği sonucuna varılabilir.

9. yüzyılın başından itibaren bilinen en yaygın dikey güneş saati türü, 'meridyen çizgisine eğimli ve dikey' anlamına gelen *münharife* olarak biliniyordu. Gündönümlerinin iki hiperbolik gölge-izleği tarafından sınırlandırılmış olan her bir zaman aralığı saati ve ikindi namazı için genellikle işaretler vardı. Maksî'nin cetvelleri (yukarıya ve Levha 4.10'a bakınız) ve benzerleri cami duvarlarına bu tür güneş saati yapmada oldukça kullanışlıdır.

---

* Yazar yanlış bir bilgi vermektedir; Nureddin Zengi, Eyyubi sultanı değil Musul atabeyidir. Eyyubiler devri Zengi'nin komutanı Selahaddin Eyyubi ile başlar (ç.n.).

ÇOK AMAÇLI ASTRONOMİ ALETLERİ

Bir Compendium ya da çok amaçlı astronomi aleti, 14. yüzyılda Suriyeli astronom İbnü'ş-Şâtır tarafından icat edilmişti. Bu aletin taşınabilir parçasın tümü, kare tabanlı ve menteşeli bir kapakla kapatılan dar bir kutuya sığdırılabilir. Kapağın dışına yerleştirilmiş olan ve kullanıcının Şam'ın yanı sıra 30°, 40° ve 50° enlemlerinin meyilli yükseklik derecesini hesaplayabileceği işaretlerin üzerinde döndürülebilen bir alidat* vardır. Kapak, Suriye, Mısır ve Hicaz'da yer alan altı bölgenin gök ekvatoru çizgisine paralel olacak şekilde açılabilir. İki görüş alanı alidatın ucunda ve ona dikey olacak şekilde yerleştirilebilir ve böylece alidat Güneş'le ya da herhangi bir kuzey yıldızıyla ekvatoral olarak hizalandırılabilir ve saat açısı kapak üzerindeki dairesel bir göstergeden rahatlıkla okunabilir. İşaretleri hareket edebilen levha üzerine nakşedilmiş kutupsal bir güneş saati, artık yatay olarak tutulan alidata iliştirilmiş görme aletleri üzerine tehlikeli bir şekilde yaslatılmış olarak kurulabilir. Bu yolla desteklenen kutupsal güneş saatini kullanarak bir kişi gün ortasından önce ya da sonraki ekvatoral saatleri okuyabilir ve ayrıca ikindi vaktinin geldiğini de görebilir (Bununla birlikte İbnü'ş-Şâtır sıfır enlemi için güneş saati üzerindeki ikindi eğrisinin bu yolla her yerde kullanılabileceğini düşünerek yanılgıya düşmüştür.)

15. yüzyılda Mısırlı astronom Vefâî, *dâiretu'l-mu'addil* adını verdiği ve yazına 'ekvatoral daire' olarak geçen başka bir model (compendium) geliştirmiştir. Bu alet, yatay bir kaide üzerinde çapının her iki ucuna tutturulan yarı-dairesel bir çerçeveden oluşmaktadır; bu çerçeve herhangi bir enlemin gök ekvatoruna göre konumlandırılabilir. Bu çerçeveye radyal olarak özel bir görüş açısı iliştirilmiştir, böylece kuzey eğimi ekliptiğin meylinden daha az olan herhangi bir gök cisminin saat açısı ölçülebilir.

Bu çerçeveye, kuzey kutbu ile pusulanın kuzey yönü arasındaki açısı kuzeye dönük herhangi bir gökcisminin saat açısı ekliptiğin eğiminden daha az olacak şekilde radyal olarak özel bir görüş açısı iliştirilmiş-

* Usturlabın üçüncü kısmı, birinci levhanın dış kısmı üzerine yerleştirilmiş taksimatlı kısmıdır, ki buna 'alidade' veya 'el-hidade' denilir. Bununla Güneşin ve Gökcisimlerinin yükseklikleri ölçülür.

tir (Levha 4.14). Aletin zemini farklı bölgelerin kıblelerini gösteren işaretler ve bazen de özel bir enlem için yatay bir güneş saati taşımaktadır.

Bu İslam astronomi gereçlerinin, Rönesans Avrupa'sında çok popüler olan astronomi gereçlerine olan etkisi problemi daha araştırılmayı beklemektedir. Avrupa'da bilinen güneş saatleri hakkında tek İslam kaynaklı risale 13. yüzyılda *Libros del saber*'e dâhil edilmiş gibi gözükmektedir; bununla birlikte *Libros del Saber*, konu hakkındaki çoğu İslam kaynaklı risaleyi karakterize eden özelliklerden, herhangi bir gelişmiş teori ve cetvelden yoksundur.

Levha 4.14 Özellikle herhangi bir enlemdeki yıldızın ya da güneşin saat açısını ölçmeye yarayan ve *dâ'iratu'l-mu'addil* olarak bilinen bir çeşit model. (İstanbul Kandilli Rasathanesi, Bilim Tarihi Müzesi müdürü'nün nazik izni ile yayımlıyoruz).

İLAVE OKUMA

Genel açıklama için King'te (1993) yeniden basılan, *The Encyclopedia of Islam*'daki (2. baskı, günümüze değin 8 cilt, Leiden: E. J. Brill, 1960'tan günümüze) '*Mizvale*' makalesine bakınız. İslami güneş saati teorisi hakkında genel bilgi için bkz. Schoy (1923, 1924). güneş saati oluşturulurken kullanılan cetveller için yakında çıkacak olan '*Survey of Islamic Tables for Sundial Construction*' kitabıma bakınız.

Harezmî'nin güneş saati cetvelleri için bk. Rosenfeld (1983: 221-34) ve ayrıca King (1983d: özellikle 17-22) bakınız. Sâbit'in bilimsel incelemeleri içinse Garbers'e (1936) ve Luckey'e (1937–8) bakabilirsiniz.

Merrâkuşî'nin çalışmaları için bk. Sédillot J.-J. (1834-5) ve Sédillot, L. A. (1844).

Endülüs güneş saatleri için bk. King (1978a). King'de (1977b) Tunusluların güneş saatlerinden bahsedilmiştir. İbnü'ş-Şâtır'ın güneş saati için Janin'e (1971) bakınız.

Diğer Ortaçağa ait güneş saatleri Casanova'da (1923), Janin ve King'de (1978) 'L'astronomie en Syrie à l'époque islamique,' S. Cluzan, E. Delpont ve J. Mouliérac, bsm., *Syrie, Mémoire et Civilisation*, Paris: Flammarion & Institut du Monde Arabe, 1993, s. 436-9, Bel (1905), Janin (1977); Michel ve Ben-Eli'de (1965) açıklanmıştır.

İbnü'ş-Şâtır'ın çok amaçlı astronomi aleti (compendium) Janin ve King'te (1977), Brice vd. (1976) ve Dizer (1977)'de açıklanmıştır.

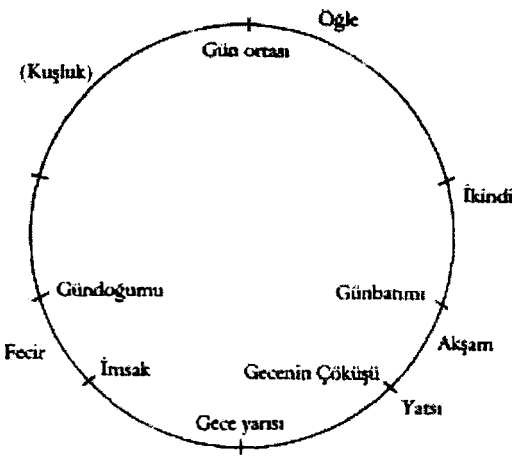
(c) *'Ilmu'l-Mîkât* (Astronomik Vakit Ölçümü)

GİRİŞ

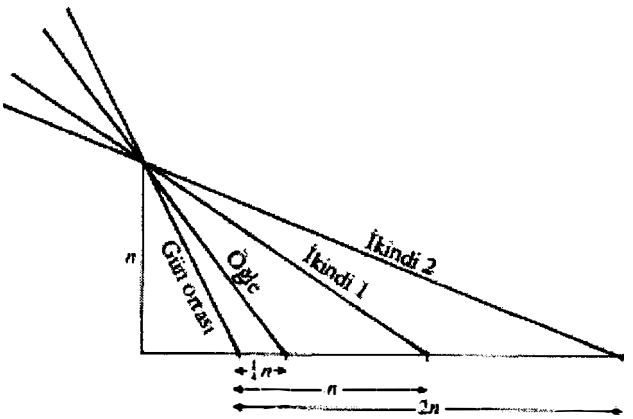
Ilmu'l-mîkât ifadesi genel olarak Güneş ve yıldızlar aracılığıyla astronomi kuralları ile vakti ölçmeye ve beş vakit namazın vakitlerini (*mevâkît*) belirlemeye delalet eder. Zaman aralıklarının sınırları, Güneşin yerel ufka göre gökyüzünde görülen konumu bakımından belirlendiği için, bu vakitler yıl boyunca sürekli değişir ve yer enlemine bağlıdır. Yerel meridyen yerine herhangi bir meridyene göre hesaplandığında, namaz vakitlerinin yersel boylama da bağlı olduğunu görürüz.

NAMAZ VAKİTLERİ

Kur'an'da ve hadislerde taslağı verilen namaz vakitleri, 8. yüzyılda belli bir ölçüte bağlanmış ve o günden beri de bu şekliyle kullanılmıştır (Şekil 4.14 ve 4.15). Bu ölçüte göre dînî gün ve akşam namaz aralığı, güneş yuvarlağının ufuk çizgisinin üstüne gelmesiyle başlar. Yatsı ve sabah namaz aralıkları ise gece karanlığının çöküşüyle ve tan vaktinde başlar. Öğle namazı için caiz olan vakit ise genellikle Güneş'in meridyenden geçtiği, yani herhangi bir cismin gölgesinin yükselmeye başladığı andır. Ortaçağda Endülüs ve Mağrip'teki uygulamalarda bu saat, herhangi bir dikey güneş saat mili gölgesinin, gün ortasını en küçük sınırının mil uzunluğunun çeyreği kadar aştığında başlar. İkindi aralığı ise gölge uzayışı mil uzunluğuna eşit olduğunda başlar ve gölge uzunluğu milin iki katı olduğu anda ya da günbatımında son bulur. Bazı dairelerde öğleden sonra ifa edilen ikindi namazı gibi öğleden önceki aynı zamanda ifa edilen ve ilave bir namaz olan kuşluk (*duha*) namazı vardır.



Şekil 4.14 Ay takvimi kullanılmasından dolayı İslam'da gün, günbatımı ile başlar ve aylar günbatımından hemen sonra hilalin görülmesiyle başlar. Şeran beş vakit namaz vardır. Gündüz namazlarının vakti gölge uzunlukları bakımından belirlenirken gece namazların vakti ufuktaki akşam ve sabah alacakaranlıkları bakımından belirlenir. Bazı İslam toplumlarında sabah öğle arasında altıncı vakit namazı olarak kuşluk kılınmaktaydı (bk. örneğin Levha 4.12 (Tunus) ve Levha 4.18 (İstanbul)).



Şekil 4.15 Öğle (Endülüs ve Mağrip) ve ikindi vakitlerinin gölge uzayışları bakımından standart ortaçağ belirlemeleri.

Gündüz namazlarının isimlerinin, İslamiyet öncesi eski Arap Dünyası'ndaki mütekabil zaman aralıklarından alındığı görülmektedir. Bu zaman aralıkları (*es-sâ'atu'z-zamâniyye*) gündoğumuyla, günbatımı arasındaki sürenin on ikide birine karşılık gelen aralıklardır. Bu namaz vakitlerinin gölge uzayışı bakımından belirlenmeleri (hadislerdeki gölge uzunluklarına karşı gelen), namaz saatlerini zaman aralıklarına göre düzenlemenin pratik yöntemidir. Gölge uzayışı bakımından kuşluk, öğle ve ikindi vakti belirlemeleri gündüzün üçüncü, altıncı ve dokuzuncu zaman aralıklarına denk gelir. Bu alaka, gölge uzunluklarını zaman aralıklarına göre düzenleyen yerinde Hint formülleriyle (daha sonra göreceğimiz) kurulmuştur.

VAKİT ÖLÇÜMÜ İÇİN BASİT ARİTMETİK GÖLGE ŞEMALARI

Müslüman astronomların *'ilmu'l-mîkât*'taki faaliyetlerine göz atmadan önce, yaygın uygulamada, cetvel ve aletlerin geniş çaplı kullanılmadığına önemle dikkat çekmek gerekir. Aslında halk astronomisi ve fıkıh risalelerinde görebileceğimiz gibi gündüz namazları daha önceki Helenistik ve Bizans halk astronomisinde de denenmiş olan basit aritmetik gölge şemalarıyla düzenlenirdi. Arap kaynaklarında yaklaşık 20 farklı şema tespit edilmiştir. Çoğu durumda bunlar dikkatlice yapılmış gözlemlerin sonucu değildir ve kahir ekseriyeti müstensihlerin hataları sonucu bozulmuştur. Genellikle yedi kadem (ayak) uzunluğundaki bir adamın gün ortasındaki gölge uzunluğu için yılın her bir ayına tek basamaklı bir değer verilirdi. Bir kaç kaynakta da denenen böyle bir şema (Ocak ayı değeriyle başlar)

9 7 5 3 2 1 2 4 5 veya 6 8 10'dur.

İkindi namazının başlangıcındaki gölge uzunluk değerinin karşılığı her bir ay için 7 birim daha fazladır.

Gündüzün her saat ve vaktinde gölge uzunluğunu bulmak için başka bazı aritmetik şemalar da verilmiştir. Gün batımından önce ya da sonra minimum $T(<6)$ zaman aralığında olan gün ortasının üzerindeki gölge artışı (Δs)'yi belirlemek için en revaçta olan formül saat mili uzunluğunun n olduğu

$$T = \frac{6n}{\square s + n}\text{'dır}$$

Bu ilk olarak gündüzün üçüncü ve dokuzuncu zaman aralığının (ikindi ve kuşluk vakitlerinin başlangıçları) $\Delta s = n$ değerlerini ve onuncu saatin (bazen ikindi vaktinin sonu olarak kabul edilir) $\Delta s = 2n$ değerlerini tayin etmek için kullanılan formüldür. Sulama amaçlı diğer basit vakit düzenleme türleri İslam dünyasının muhtelif kırsal alanlarında uygulanır.

VAKİT ÖLÇÜMÜ KONUSUNDAKİ İLK CETVEL

Gündüz namaz vakitlerini düzenlemek için hazırlanmış bilinen en eski cetveller 9. yüzyıl başlarında Bağdat'ta Harezmî'ye aittir. Bağdat enlemine göre yapılan bu hesaplamaya göre, Harezmî'nin cetvelleri öğleyin ve ikindinin başlangıç ve bitişinde (kabaca yılın her 6 gününe karşılık gelen) güneş boylamının her bir 6°'lik fasıllarının değerleriyle birlikte 12 birimli bir saat milinin gölge uzunluğunu göstermektedir(Tablo 4.15). Ayrıca yaklaşık bir formüle dayalı olarak gözlemlenen güneş yüksekliği açısından gündüz vakitlerini zaman aralıklarında gösteren bazı basit cetveller tertip etmiştir.

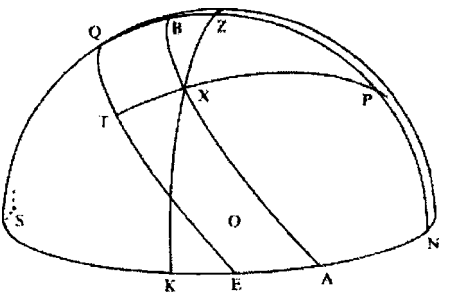
Levha 4.15 Harezmî'ye atfedilen ve gündüz namaz vakitlerini düzenlemek için hazırlanmış bilinen en eski İslami cetvel. (Berlin elyazmaları, Ahlwardt 5793, vr. 94^b, Preussischer Kulturbesitz, Alman Devlet Kütüphanesi müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz).

9. yüzyıl astronomu Ali b. Âmâcûr, vakit ölçmek için tüm enlemlere uygun, basit yaklaşık bir formüle dayalı çok daha kapsamlı bir cetvel düzenlemiştir. Bu cetvelin temelindeki formül:

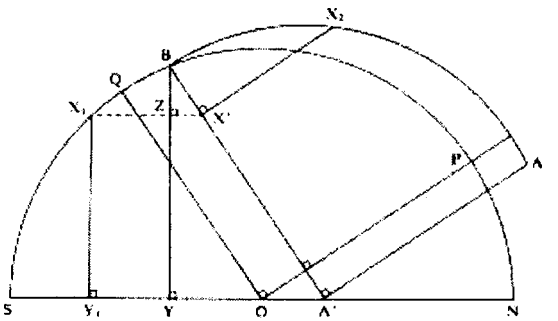
$$T = \frac{1}{15}\arcsin\left(\frac{\sin h}{\sin H}\right)$$

Burada h gözlemlenen yüksekliktir, H meridyen yüksekliğidir ve $T(\leq 6)$ gündoğumundan ya da günbatımına kadar kalandan beri zaman aralıklarında geçen vakittir.(Güneş ufuk ve meridyen üzerinde olduğundaki durumlar için gerekli olarak $h=0$ iken $T=0$ ve $h=H$ iken $T=6$ olduğuna dikkat ediniz; aslında bu formül yalnızca Güneş ekinokslarda olduğunda doğrudur). İbn Amacur her iki argümanın ($h<H$) her bir derecesi için $T(h, H)$'yi basitçe çizelgelemiştir.

9. yüzyıldan bu yana astronomi elyazmalarında, T ekvatoral derecelerinde gün doğumundan beri geçen zamanı ya da h ve H değerlerinden ya da yerel enlemin ø ve eğimin δ olduğu h ø ve δ değerlerinden, buna karşılık gelen t saat açısını bulmak için doğru bir metot tasvirini buluyoruz (H=90°-ø+δ olduğuna dikkat ediniz). Bunlar, yarı gün yayı D ve versed sinüs fonksiyonunu (vers θ=1–cos θ) içerir (bk. cilt II, bölüm 15).



Şekil 4.16 Harezmî'ye atfedilen ve gündüz namaz vakitlerini düzenlemek için hazırlanmış bilinen en eski İslami cetvel. (Berlin elyazmaları, Ahlwardt 5793, vr. 94^b, Preussischer Kulturbesitz, Alman Devlet Kütüphanesi müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz).



Şekil 4.17: Güneş'in ya da herhangi bir sabit yıldızın gözlemlenmiş yüksekliğinden saat açısını veren bir analemma kuruluşu. Şekilde, üç boyutlu, bir birim yarıçaplı gök kubbe ilkin SQBN meridyen düzlemine çizilir. Ondan sonra OQ, A'B ve SN gök ekvatorunu, gün daireyi ve ufku temsil etmektedir. X' ise X'in iz düşümüdür. Yükseklik çemberi (şekil 4.16'daki ZXK yayı), ZO yarıçapı etrafında meridyen düzlemi üzerinden geçer: X₁S = h gibi X noktası X₁ noktasına uğrar ve bundan X₁Y₁ = sin H neticesi çıkar. Ayrıca BY = sin H olduğunu işaret ederiz. Daha sonra günlük daire yarıçapı etrafında B nokta-

sından meridyen düzlemini (yarıçapı cos. bir çemberin yayını verecek şekilde) keser. Şekil 4.16'daki X noktası BA′ noktasına dikey olarak hareket eder ve (bu şekilde) X_2 noktası uğrar ve BX_2 t saat açısını ölçer ve BA, D yarım gündüz yayını ölçer. Şekildeki BZX′ ve BYA′ üçgenleri benzer üçgenlerdir.

Bu yüzden

$$\frac{BX'}{BA'} = \frac{\text{vers } t}{\text{vers } D} = \frac{BZ}{BY} = \frac{\sin H - \sin h}{\sin H}$$

$t(h,H)$ için ortaçağda hâkim olan standart formül olduğundan sonuç şöyledir:

Müslümanlarca Hint kaynaklarından aldığı standart ortaçağ formülünün modern ifadesi:

$$vers\,\mathrm{t} = vers(D - T) = vers\,\mathrm{D} - \frac{\sinh \text{ vers } D}{\sin H}$$

Bu formül, gök küre hakkındaki üç boyutlu problemi, iki boyuta indirgeyerek kolaylıkla çıkartılabilir (Şekil 4.16 ve 4.17). Saat açısı t'nin muadil modern formülü böyle bir yöntem takip edilerek de elde edilebilir. Bu formül:

$$\cos t = \frac{\sinh - \sin\delta \sin\phi}{\cos\delta \cos\phi}\text{'dır}$$

Daha sonraki Müslüman astronomlar tarafından buna eşdeğer bir biçim de kullanılmıştır (aşağıda Halîlî'ye bakınız). Birkaç İslam kaynaklı cetvel, tüm yersel enlemler için uygulanabilir olması bakımından evrenseldir.

9. yüzyıldan bu yana usturlaba benzer bir hesap aleti ya da sinüs kadranı gibi bir hesaplama aleti kullanarak gündüz ve gece vakitlerinin nasıl bulunduğuna ilişkin betimlemelere rastlarız. İlk durumda formül bilmemize gerek yoktur; ikinci durumda ise belirli örnekleri hesaplamak için formül kullanılır. Keza pek çok İslam kaynaklı edevat tüm yer-

sel enlemler için kullanılabilir, çünkü evrensel olacak tarzda tasarlanmıştır.

Ali b. Âmâcûr, doğru bir trigonometrik formüle dayanarak Bağdat için $T(h, H)$'in bir cetvelini de tertip etmiştir. Bağdat için hazırlanan bazı anonim namaz cetvelleri miladi 13. yüzyıl bir Irak Zîc'inde korunmuştur. Bu cetveller, örneğin yılın her günü için gündüz namaz saatlerinin yanı sıra alacakaranlık süresini de göstermektedir ve muhtemelen 10. yüzyılda, bir diğer Abbasi yapımıdır. Aslında akşam kararırken ve tan ağarırken Güneş'in batma açısının nicel tahminleri 9. yüzyıl astronomu Habeş el-Hâsib'in Zîc'lerinde vardır. Öğle ve ikindi namazlarında Güneş'in yüksekliğiyle, sabah ve akşam alacakaranlık sürelerini gösteren ayrı cetveller, genellikle Zîc olarak bilinen türden diğer birkaç erken dönem ortaçağ İslam astronomi çalışmalarında görülmektedir.

Güneş yüksekliğinden gündüz saatini hesaplamak ya da belli başlı sabit yıldızların yüksekliklerinden gece saatini hesaplamak için geniş çaplı birçok cetvel örneği günışığına çıkmıştır. Bu cetvellerin tamamı, özel bir yer için hesaplanmış olup ya $T(h, H)$'yi ya da $T(h, \lambda)$'yi gösterir ki burada λ Güneş boylamıdır. Gök yüksekliğini ya da zamanın geçişini ölçmek için onlardan birini kullanırken usturlap gibi bir alete gereksinim vardır. Bu ilk cetvellerin yaygın olarak kullanıldığına dair herhangi bir delil yoktur.

Özellikle vakit hesaplamayla alakalı olmasa da küresel astronomiye dair problemlerin çözümünü kolaylaştırmak için yardımcı trigonometrik cetvellerin 9. ve 10. yüzyıllarda geliştirilmesi özel bir ilgi konusuydu. Habeş'in yardımcı cetvelleri (yukarıda görüldüğü gibi) ve Ebû Nasr'ınkiler (Orta Asya, yaklaşık miladi 1000), matematiksel açıdan en etkileyici olanlarıdır. Halîlî'nin vakit hesaplama konusundaki evrensel cetvelleri ise (aşağıya bakınız) bu ilk gelişmeler ışığında düşünülmelidir.

MUVAKKİTHANE

Uygulamada, en azından 13. yüzyıl öncesinde, namaz saatlerinin ayarlanması müezzinin göreviydi. Bu kişiler seslerinin mükemmelliği ve temiz karakterleri nedeniyle atanırlardı ve halk astronomisinin ilkeleri

konusunda uzman olmak zorundaydılar. Her bir ayın öğle ve ikindi saatlerindeki gölgeleri ve hafızaya dayalı bir bilgi olarak ifade edilen hangi Ay konağının (menzil) tan vaktinde yükseldiğini ve akşam karanlığında battığını bilmeleri gerekiyordu; astronomik cetvellere ve aletlere ihtiyaçları yoktu. Bunun için gerekli olan teknikler, fıkıh kitaplarının ibadetle ilgili kısımlarında ana hatlarıyla anlatılmıştır. Müezzinlerin vasıfları ise bazen kamu düzenine (*hisbe* ya da *ihtisab*) dair eserlerde detaylı olarak açıklanmıştır.

13. yüzyılda kaynakları belirsiz olan planlı yeni bir gelişme yaşanmıştır. O dönemde Mısır'da, dini bir kurumda çalışan ve asli görevi namaz saatlerini ayarlamak olan profesyonel bir astronom bize ilk kez *muvakkit* kavramından bahsetmektedir. Aynı dönemde, küresel astronomi ve zaman ayarlama konularında uzmanlaşan, ancak herhangi bir dini kuruma bağlı olması gerekmeyen *mîkâtî* sıfatıyla çalışan astronomlar ortaya çıkmıştır.

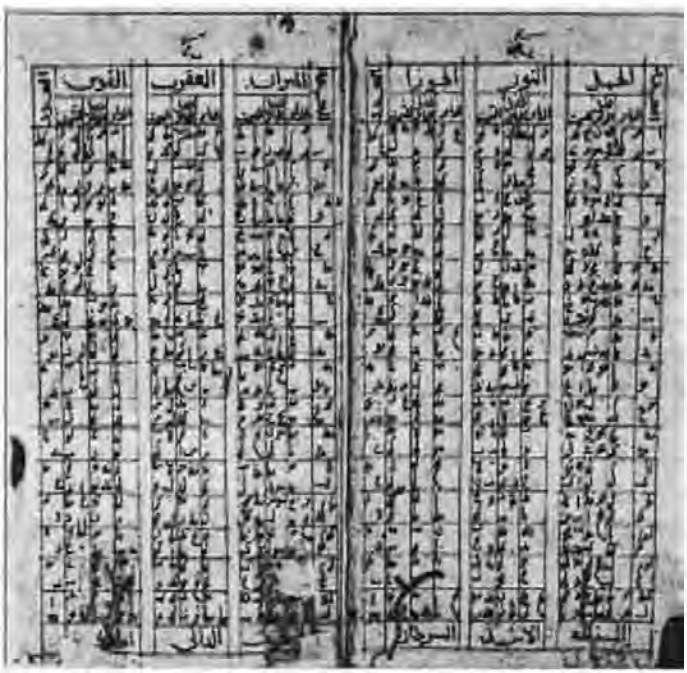
MISIR MEMLUKLULARI DÖNEMİNDE VAKİT ÖLÇÜMÜ

13. yüzyılın sonlarında Kahire'de, Ebû Ali el-Merrâkuşî adındaki bir *mîkâtî* daha önceki kaynaklardan küresel astronomi ve aletler hakkında *'ilmu'l-mîkât*'in niteliğini ortaya koyan bir muhtasar (özet eser) tertip etmiştir. Onun *Camiu'l-mebâdi' ve'l-gâyât fi 'ilmi'l-mîkât* (Vakit Hesaplama Biliminde İlkeler ve Gayeler) adlı risalesi, ilk olarak 9. yüzyılda *père et fils* (baba-oğul) Sédillot'lar tarafından incelenmiştir.

Merrâkuşî'nin çağdaşı Şihabuddin Maksî, gün doğuşundan itibaren zamanı, güneş yüksekliği ve boylamının bir işlevi olarak Kâhire enlemine göre gösteren (anlaşıldığı kadarıyla, daha önceki dönemlere, 10. yüzyıl astronomu İbn Yunus'un belki daha az kapsamlı çalışmasına dayandırılan) bir cetveller dizisi tertip etmiştir. 14. yüzyılda bu cetveller yaklaşık 200 elyazması varakta ve 30,000'i aşkın kaydı içeren bir külliyatla genişletilmiş ve geliştirilmiştir. Vakit ölçme cetvellerinden oluşan Kahire külliyatı, yüzyıllarca kullanılmış ve birçok nüshasıyla günümüze kadar gelmiştir ki bu nüshalardan ikisi aynı cetvelleri içermez. Ayrıca gün doğuşundan itibaren zamanı gösteren cetvellerin yanı sıra, yaklaşık

30,000 kayıttan oluşan saat açısı (öğleye kadar kalan süre) ve güneş boylamının her bir derecesi için güneş azimutu külliyatın hacmini oluşturur (Levha 4.16). Bunların dışında, ikindi için güneş yüksekliğini ve saat açısını gösteren, Güneş kıble yönündeyken güneş yüksekliğini ve saat açısını gösteren (kısım (a)'ya bakınız), sabah ve akşam alacakaranlık sürelerini gösteren cetveller vardır.

Kahire külliyatının sonraki bazı nüshalarında, Ramazan esnasında minarelerdeki kandillerin ne zaman söndürülmesi gerektiğini ve müezzinin ne zaman salâ okuyacağını düzenleyen cetveller bulunur. Önceki ve sonraki nüshaların bazılarında, ortaçağ dönemi boyunca Kahire siluetinin bariz özelliği olan büyük havalandırma sistemlerinin ayarlanmasında kullanılan cetveller vardır. Bunlar, zaten astronomi bakımından kış gündoğumuna doğru konumlandırılmış olan ortaçağ kentinin cadde planına kabaca dikey olacak şekilde hizalanmıştır.



Levha 4.16: Kahire vakit hesaplama cetvelleri külliyatından bir kesit. Bu özel alt-cetvel, Güneş'in ufuk üzerinde 15° derece yükseklik olduğu an, her bir güneş boylam derecesinin üç işlev -saat açısı, gün doğumundan bu yana geçen vakit ve ufuk açısı- değerini göstermektedir (Kahire, Dârü'l-Kutub, elyazmaları, *mīkāt* 690, vr. 15^a-16^b, Mısır Milli Kütüphanesi müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz).

Maksî güneş saati teorisi üzerine bir risale yazmıştır, bu risale farklı enlemler için ufki geniş saatleri üzerindeki eğimlerin ve ayrıca Kahire enleminden geçen yerel meridyenin herhangi bir eğimindeki dikey güneş saatleri üzerindeki eğimlerin koordinatlarının cetvellerini içermektedir. Sonuncusu, bilhassa Kahire camilerinin duvarlarında kullanılan güneş saatlerini ve müminlerin, müezzinin ezanı okumasına ne kadar vakit kaldığını görebilmesini sağlayan öğle ve ikindinin özel kavislerini yapmada oldukça yararlıydı.

Merrâkuşî ve Maksî'nin muasırlarından Kâhireli astronom Necmeddin, her enlem için işleyebilen ve gündüz Güneş için ve geceleri de yıldızlar için kullanılabilen bir vakit ölçme cetveli hazırlamıştır. Bu cetvelleştirilen işlev $T(h, H, D)$'dir; burada D ufuk üzerindeki gök cisminin görünebilirliğinin yarım yayıdır ve çeyrek milyondan fazla kayıt vardır. Bu tablo çok yaygın olarak kullanılmamıştır ve günümüze belki de hazırlayıcısının elinden çıkma tek bir nüshası bilinmektedir.

Merrâkuşî'nin yazılarının ve eski Kahire muvakkitlerinin çalışmalarının etkili olduğu bir diğer İslam bölgesi ise Yemen'dir. Resulîler döneminde, matematiksel astronomi ilgi görmüş ve uygulaması yapılmıştır. Özellikle Sultânu'l-Eşref (1295–6 yılı arasında hüküm sürmüştür) Merrâkuşî'nin çalışmalarından esinlenerek aletler konusunda bir risale telif etmiştir. Taiz'de Sultânu'l-Mu'ayyed için çalışmış Yemenli astronom Ebu'l-Ukûl, gündüz ve gece için vakit hesaplama cetvellerinden oluşan bir külliyat hazırlamıştır; bu eser 100,000'in üzerinde kayıt içeren ve Müslüman astronomlar tarafından yayımlanmış en geniş külliyattır.

14. yüzyılda Kahire'de, muhtelif muvakkitler tarafından bilimsel olarak liyakatli çalışmalar yapılmıştır, ancak *'ilmu'l-mîkât*'in bu yüzyıldaki öncelikli yeri Suriye'dir.

14. YÜZYIL SURİYE'SİNDE VAKİT ÖLÇÜMÜ

Mısır'a yaptığı seyahatle tanınan Halepli astronom İbn Serrâc, tamamı vakit hesaplama amaçlı evrensel ölçekte kullanılabilecek bir dizi usturlap, özel kadranlar ve trigonometrik levhalar tasarlamıştır. Onun

çalışmaları İslam dünyasında astronomi araçları konusunda gelinen zirve noktadır. Diğer iki önemli Suriyeli astronom Mizzî ve İbnü'ş-Şâtır astronomi çalışmalarını Mısır'da yapmıştır. Mizzî, Suriye'ye dönerek bir dizi saat açısı cetvelleriyle Şam için Kahire külliyatına benzer ibadet saatleri cetvellerini hazırlamıştır. İbnü'ş-Şâtır belirtilmemiş bir yer için, muhtemelen yeni Memluk şehri Trablusgarp için birkaç namaz cetveli hazırlamıştır. Mizzî ayrıca aletler üzerine çeşitli risaleler kaleme almış, fakat İbnü'ş-Şâtır asıl ilgisini teorik astronomi ve gezegenlerle ilgili modeller üzerine çevirmiştir. Bununla beraber İslam Orta Çağının bilinen en şahane güneş saatini tasarlamıştır.

Mizzî ve İbnü'ş-Şâtır'ın meslektaşı olan Şemseddin Halîlî *İlmu'l-mîkât* konusunda çok önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Halîlî, Mizzî'nin cetvellerini İbnü'ş-Şâtır'dan alınan yeni parametrelere göre (yerel enlem ve ekliptiğin eğimi) tekrar hesaplamıştır (Levha 4.17).

Levha 4.17: Halîlî'nin Şam için hazırladığı namaz cetvellerinden bir kesit. Bu özel alt-cetvel, Kova ve Akrep burcundaki güneş boylamları ile her bir boylam derecesinin cetvelleştirilmiş on iki işlevini iki sayfa üzerinde göstermektedir. (Paris, elyazmaları, B.N. Ar. 2558, vr. 10^a-11^b Milli Kütüphane müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz).

Onun Güneş'e göre vakit hesaplama ve Şam için namaz saatlerini düzenleyen cetvellerinden oluşan külliyatı 19. yüzyıla kadar kullanılmıştır. Halîlî, güneş boylamının her bir derecesi için şu fonksiyonları cetvelleştirmiştir: Güneş meridyeninin yüksekliği, yarım günlük kavis, gündüz saatlerinin sayısı, ikindinin başlangıcındaki güneş yüksekliği, ikindinin başlangıcındaki saat açısı, ikindinin başlangıcı ile gün batımı arasındaki zaman, ikindinin sonu ile öğle arasındaki zaman, gece süresi, akşam alacakaranlığının süresi, karanlığın (akşam karanlığından tan vaktine kadar) süresi, sabah alacakaranlığının süresi ve Güneş'in Mekke ile aynı doğrultuda olduğu andan öğleye kadar kalan zaman. Üçüncü fonksiyon hariç diğer bütün kayıtlar ekvatorun dakikalarının ve derecelerinin verileridir (ki burada 1° derece 4 dakikaya denk gelmektedir). Bu cetveller 2160 kayıt içermektedir. Halîlî ayrıca saat açısı t'yi Şam enleminin güneş yüksekliği h ve güneş boylamı λ'nın bir işlevi olarak cetvelleştirmiştir. Halîlî'nin $t(h, \lambda)$ cetvelleri 10,000 civarında kayıt barındırmaktadır.

Bunlara ek olarak Halîlî herhangi bir enlemin yardımcı trigonometrik fonksiyonlarının bir kısım cetvellerini hazırlamıştır ki onun cetvelleri Habeş tarafından yapılan bu tür ilk cetvellerden (yukarıya bkz) büyük ölçüde daha kullanışlıdır. Cetvelleştirilen fonksiyonlar şunlardır:

$$f(\phi,\theta) = \frac{R\sin(\theta)}{\cos(\phi)}$$

$$g(\phi,\theta) = \frac{\sin(\theta)Tan(\phi)}{R}$$

ve

$$K(x,y) = arcCos(\frac{Rx}{y})$$

Burada trigonometrik fonksiyonların esası R=60'tır. Bu yardımcı cetvellerdeki kayıtların toplam sayısı 13,000'i aşmaktadır. Değerler iki altmışlık sayı düzeninde verilmiş ve daima doğru olarak hesaplanmıştır. Bu cetvellerle saat açısı, olabilecek en az derecede bir hesaplama işlemiyle bulunabilir. Halîlî formülü,

$$t(\mathrm{h}, \delta, \varnothing) = K((f(\varnothing, h) - g(\varnothing, \delta)), \delta)$$

şeklinde vermektedir ki bu formül bugün kullanılan modern formülle eşdeğerdir. Buna ilaveten ilgili *a* azimutu (meridyenden ölçülen), aşağıdaki formül ile verilmektedir:

$$a(h, \delta, \varnothing) = K((g(\varnothing, h) - f(\varnothing, \delta)), h)$$

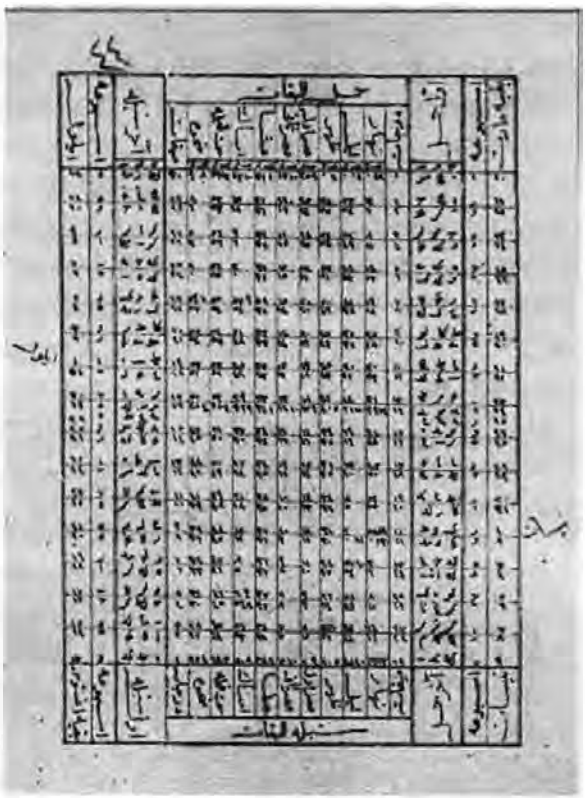
Bu cetveller, modern anlamda, küresel kosinüs formülü aracılığıyla çözülebilen sayısal problemleri çözmeyi mümkün kılmıştır.

Halîlî ayrıca kıblenin ya da Mekke'nin yerel yönünü, yersel enlem ve boylamın bir fonksiyonu olarak gösteren bir cetvel hazırlamıştır. Halîlî, bu kıble cetvelini hazırlarken, evrensel yardımcı cetvelleri kullanmış görünmektedir.

Şam okuluna ait bazı faaliyetler, 14. ve 15. yüzyıllarda Tunus'ta da biliniyordu. Tunus enleminin kapsamlı yardımcı cetvelleri ve namaz cetvelleri, isimlerini bilmediğimiz astronomlar tarafından hazırlanmıştır. Ayrıca Mağrip'teki çeşitli enlemler için namaz cetvelleri hazırlanmıştır.

OSMANLI TÜRKİYESİ'NDE VAKİT ÖLÇÜMÜ

Osmanlı Türkiye'sindeki *'ilmu'l-mîkât*'in gelişimi üzerinde Kahire ve Şam okullarının etkisi daha önemlidir. 14. yüzyılın Şamlı astronomlar daha o dönemde İstanbul enlemi için bir takım namaz cetvelleri hazırlamışlardı. Ancak Kahire ve Şam külliyatı modellerinden sonra Osmanlı astronomları tarafından İstanbul ve Türkiye'deki başka yerler için çeşitli yeni cetveller dizisi hazırlanmıştır. İstanbul için hazırlanan namaz cetvelleri 15. yüzyıl sûfîsi Şeyh Vefa'nın çok revaçta olan yıllığında ve bundan daha az yaygınlaşmış olan Darendeli'nin 16. yüzyıl yıllığında (Levha 4.18) yer almaktadır. Bu sonuncusu, gündüz ve gece uzunluklarını ve aynı şekilde gün ortası *saatlerini* (Türk örfüne göre ifade edilen, aşağıya bk.), birinci ve ikinci ikindiyi, akşam vaktini ve seheri, Güneş'in

kıble yönünde olduğu anı ve bir sabah âdeti olan *zahve* denen namaz anını (kuşlukla ilgili olarak önceki bölümlere bk.) göstermektedir. Bu iki cetvel dizisi 19. yüzyıla kadar kullanımda kalmıştır.

Levha 4.18: Darendeli'nin İstanbul için hazırladığı namaz cetvellerinden bir kesit. Bu alt-cetvel, koç ve başak burçları ile ilgilidir. Dikkat edilirse cetveldeki kayıtlar, Osmanlılarda astronomi cetvelleri için daha yaygın kullanılan ebcet rakamlarının aksine Hint rakamları ile yazılmıştır (Kahire elyazmaları, Talat, *mīkâtu Türkī* 29, vr. 44^{b}, Mısır Milli Kütüphane müdürünün nazik izni ile yayımlıyoruz).

İstanbul ve Edirne için Güneş ve/veya yıldızlara göre vakit hesaplamak için büyük cetvel dizileri hazırlanmıştır. Güneş'e göre hazırlanmış cetvellerden birini, 16. yüzyılın sonunda kısa ömürlü İstanbul Rasathanesi'nin o dönemdeki yöneticisi olan Takiyüddin İbn Maruf tertip etmişti. 18. yüzyılda mimar Salih Efendi, İstanbul muvakkitleri arasında

oldukça revaçta olan vakit hesaplama ile ilgili cetvellerden müteşekkil geniş bir külliyat hazırlamıştır.

Osmanlı'da hazırlanmış bir kısım cetvelleri eski Mısır ve Suriye'de hazırlanmış olan cetvellerden ayıran özellik şuydu ki, Osmanlı cetvellerinde gündüz saat değerleri, günbatımının saat 12'de olduğu kabulüne dayanmaktaydı. İslami günlerin günbatımıyla başlamasından ileri gelen (çünkü Ay takvimi kullanılmaktaydı ve aylar, Güneş battıktan hemen sonra hilalin görülmesiyle başlamaktaydı) bu kabulün bir dezavantajı vardı; çünkü 'Türk' zamanını gösteren bu saatlerin her birkaç günde, birkaç dakika ayarlanması gerekiyordu. Bu kabule dayalı namaz cetvelleri Osmanlı İmparatorluğunun tamamında ve dışında tertip edilmişti. Örneğin Cezayir, Yarkent, Girit ve San'a gibi uzak bölgelerdeki yazma kaynaklarında bu cetveller bulunmuştur. Memlukluların sonlarında ve Osmanlı döneminde muvakkitler ya almukantar kadranını (usturlaptan geliştirilmiş) ya da sinüs kadranını kullanarak vakit hesaplama formüllerine dair, gündüz veya gece vakitlerini ya da namaz saatlerini hesaplama yöntemine dair sayısız risaleler kaleme almışlardır.

NAMAZ VAKİTLERİ İÇİN MODERN CETVELLER

19. ve 20. yüzyıllarda, namaz vakitleri yıllıklarda, duvar takvimlerinde, cep günce lerinde ve gazetelerde cetvelleştirilmiş ve hâlâ cetvelleştirilmektedir. Ramazanda, tüm ay için imsakiye denen özel cetveller dağıtılmaktadır. İmsakiyeler, namaz vakitlerine ek olarak, sabahın çok erken saatinde yenen ve sahur diye isimlendirilen yemeğin zamanını ve orucun başladığı fecirden hemen önceki, imsak denen vakti göstermektedir. Modern cetveller ya yerel araştırma bölümleri ya gözlemevleri ya da dini otoritelerin onayını almış başka bazı aracı kurumlar tarafından hazırlanmaktadır. Bu cetveller genellikle beş vakit namaz saatlerini ve Güneş'in doğuş zamanını göstermektedir. Son zamanlarda piyasalarda farklı bölgeler için namaz vakitlerinde çalmaya ayarlanabilen ve banttan ezan okuyabilen elektronik duvar ve kol saatleri görülmeye başlanmıştır.

İLAVE OKUMA

Namaz konusu için *Encyclopaedia of Islam*'daki (2. basım, Leiden, 1960 ve sonrası) *Salât* makalesine bakınız. İslam'da vakit hesaplama konusuna bir kuş bakışı için King'de 1993'te yeniden basılan *Encyclopaedia of Islam*'daki *Mîkât* isimli makaleye bakınız.

Astronomi ile ilgili kaynaklarda olduğu haliyle namaz vakitlerinin tespiti için bk. Wiedemann ve Frank (1926). Bîrûnî bahsi için bk. Kennedy ve diğerleri (1983: 299–310). Bu tespitlerin kökeni ile ilgili King'in *'Islam'da Namaz Vakitleri'* isimli eserine bakınız.

Fakihler tarafından savunulan yöntemler ve halk astronomisi ile ilgili risaleler için King'e bakınız.

Vakit hesaplamada Müslüman astronomlar tarafından kullanılan formüller için Kennedy'de vd. yeniden basılan (1983:274–96) Davidian, Nadir ve Goldstein tarafından hazırlanan yazılara ve aşağıda listelenen incelemelere bakınız.

Tüm enlemlere dair çözümler (yani cetveller ve aletler ile ilgili) için bk. King (1987c, 1988, 1993).

Namaz vakitlerini düzenleyen ve güneş yüksekliğinden gündüz saatini hesaplamada kullanılan, bilinen en eski cetveller için bkz. King (1983d: özellikle 7–11). Marrâkuşî ve risalesi için bu bölümdeki 'Güneş Saatleri Bilimi' kısmına ve King'in (1983c, özellikle 539–40 ve 534–5) eserine bakınız. Profesyonel cami vakit ölçme geleneği için King'in S. Livesey ve J. F. Ragep, bs., A. I. Sabra'nın Anısına 'Modern Öncesi Dönemde Bilim ve Kültürel Değişim', Oklahoma Üniversitesi, Norman, Ok., Şub. 25–27, 1993, Leiden: E. J. Brill, 1995, konferans bildirilerinde yer alan 'Müezzin ve Muvakkitlerin Ortaçağ İslam Toplumlarındaki Rolü' başlıklı makalesine bakınız.

Kahire, Taiz, Şam, Kudüs, Tunus ve İstanbul için hazırlanan cetvellerin külliyatları için sırasıyla bk. King (1973a; 1979: özellikle 63; 1976), King ve Kennedy (1982; özellikle 8–9) ve King (1977a). Bu yazıların hepsi King'in (1987b) eserinde tekrar basılmıştır.

Habeş, Ebû Nasr ve Halîlî'nin yardımcı cetvelleri için sırasıyla bkz. İrani (1956), Jensen (1971) ve King (1973b).

Mevcut tüm cetvellerin tahlili için bk. King, *Studies in Astronomical Timekeeping in Islam, I: A Survey of Tables for Reckoning Time by the Sun and Stars, and II: Regulating the Times of Prayer* (forthcoming) (İslam'da Astronomi ile İlgili Vakit Ölçme Çalışmaları, I: Güneş ve Yıldızlara Göre Vakit Hesaplama Cetvelleri Üzerine Bir İnceleme ve II: Namaz Vakitlerini Düzenleme Cetvelleri üzerine Bir İnceleme' (yakında çıkacak)).

Osmanlı döneminde günbatımını saat 12 olarak hesaplama geleneği ile ilgili bk. Würschmidt (1917). *Muvakkithaneler*, Osmanlı'da büyük camilere komşu olacak şekilde inşa edilen ve *muvakkitler* tarafından kullanılan binalar için bk. Ünver (1975).

5

MATEMATİKSEL COĞRAFYA

Edward S. KENNEDY

GİRİŞ

İslam dünyasının fen bilimleri tarihçileri, modern dönemlerde hiç incelenmemiş yüzlerce elyazması kaynağının *embarras de richesse*'siyle (şaşırtıcı bir fazlalık) sıkça karşılaşırlar. Betimleyici coğrafya için de durum hemen hemen aynıdır. Okuyucu, S. Makbul Ahmed'in araştırmalarında da (1965a,b) bu duruma alametler bulacaktır. Fakat konunun matematik içeren bölümleri için, kaynakların fazlalığından ziyade kıtlığı yüzünden engeller baş gösterir. Örneğin güvenilir bir kaynaktan (Şevket 1962: 12) astronom İbn Yunus'un (miladi yaklaşık. 1000), Fatımî halifesi Aziz için bir dünya haritası yaptığını biliyoruz. Ancak izdüşüm metodu hakkında kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Haritanın kendisi hakkındaki bilgimiz ise izdüşüm hakkındaki bilgimizden çok daha azdır.

Mevcut bilgi, ya yerölçümüyle (jeodezi) ya da haritacılıkla (kartografi) ilgili sayılabilir; sunum aşağıda iki ana başlık altında düzenlenmiştir. İlk başlığın altında, enlem belirlemeleri konusu jeodezi konusuna, oradan boylamların ve dayandıkları sıfır meridyeninin tespitine geçilir. Bu kısım, bu işlemlerin nihai sonuçlarına, yani koordinatlarıyla birlikte yer adları listelerine işaret etmekle bitmektedir.

Müteakip haritacılık bölümünde, işaret ettiğimiz gibi kesin bilginin yokluğu, İslam dünyasına nüfuz etmiş Helenistik coğrafyanın ne derecede olduğunu gerçek şekliyle değerlendirmemize mani olmaktadır. Bîrûnî'nin durumu, İdrîsî'ninkinin tam tersi olarak görünecektir. İlkinde izdüşümler layıkıyla betimlenmiş, fakat Rönesans ve sonrasına kadar bunların gerçek haritalar üzerinde hiçbir uygulamasını göremiyoruz.

İkincisindeyse haritanın günümüze ulaşmış pek çok nüshası vardır, fakat izdüşüm yöntemleri geniş anlamda bir tahmin meselesidir. Diğer bilim adamlarının da haritaları tasvir edilerek anlatılmış ancak Müslüman denizciliği ya da deniz haritalarını da kapsayacak bir girişim yapılmamıştır.

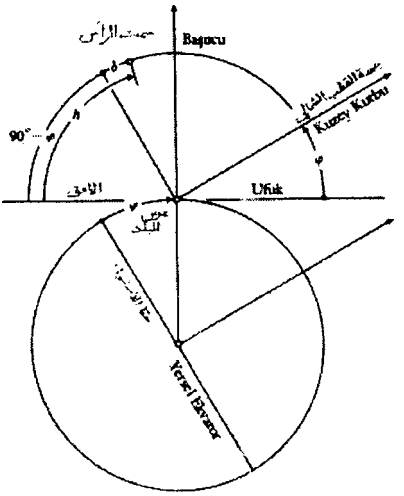
JEODEZİ

Enlemlerin Belirlenmesi

Bir yerin enlemi o yerdeki gök kutbunun yüksekliğine eşit olduğundan, bu nicelik astronomik yöntemlerle kolayca belirlenir (şekil 5.1). Örneğin, gözlemci h'yi, Güneş'in belirli bir gündeki meridyen yüksekliğini kaydedebilir ve δ'yi, onun gözlem vaktindeki eğimini hesaplayabilir. Daha sonra kuzey yarım küredeki bölgeler için şu sonuç çıkar:

$$\phi = 90^\circ - (h - \delta)$$

Çünkü gök ekvatoru üzerindeki yeröte (evç, apogee) noktasının yüksekliği kutup yüksekliğinin tamamına eşittir. Sabit bir yıldızın meridyen yüksekliğini geceleyin gözlemleyebiliriz; onun eğim derecesini bildiğimizde, mekânın yüksekliğini elde etmek için aynı şekilde geçen formülü uygularız.



Şekil 5.1 Bir yerin enlemi, o yerdeki göksel kutbun yüksekliğine eşittir.

Alternatif olarak, gözlemci kutup çevresindeki bir yıldızın yüksekliklerini, onun iki meridyeninin kesişiminde hesaplayabilir. ø, bu iki yüksekliğin ortasıdır.

Bîrûnî (yaklaşık 1010) *Tahdîd*'inde (Kennedy 1973: 16–31) hem seleflerinin hem de çağdaşlarının kayıtlarından bu metot üzerinde çalışılmış örnekler sunmaktadır.

Enlem saptamasının kolaylığına bakarak bize ulaşan değerlerin tamamıyla doğru olması umulabilir. Kâşî'nin (yaklaşık 1400) verdiği 506 yerin enlem koordinatlarından 381'i modern zamanın değerleriyle örtüşmektedir. Kâşî'nin bulduğu enlem koordinatlarıyla, modern dönemin değerleri arasındaki ortalama fark dört dakikalık bir yay derecesi kadardır. Fakat aynı fark grubu için mutlak değerlerin ortalaması 1° 15'tir ki bu da çok etkileyici bir isabet değildir. Kâşî'nin sonuçları, bu istatistiklerin hesaplandığı elli ya da o civarda kaynağa dayanır. Hafifletici bir neden olarak unutulmamalıdır ki hiçbir yazarın tek başına birkaç enlemden fazlası üzerinde değerlendirme yapması mümkün değildir. Bunun yanında birçok şehirde, orada ikamet eden büyük astronomlar

olmadığı düşünülürse geri kalanına güvenmek durumundadır. Kayıtlar birçok enlemin çeyrek dereceye kadar kesin değerler verdiğini göstermektedir.

Dünyanın Boyutu

Bu konuyu sonra tartışmak uygun olacaktır; çünkü dünya meridyenleri boyunca bir derecenin uzunluğunu bulmak için ortaçağda en yaygın metot enlem belirlemelerine dayanıyordu.

Halife Me'mun (813–833 arası) bu vazife ile memur bir veya birkaç keşif heyeti görevlendirmiştir. Teferruatta değişkenlik arz etmekle birlikte kaynaklar bu metodun kullanıldığı hususunda (bk. Barani 1951) hemfikirdir. Temel düşünce, Suriye çölleri üzerinde uygun düz bir geniş alan belirlemek ve bir başlangıç noktası üzerinden ø'yı gözlemlemekti. Daha sonra gözlemciler hem kuzeye hem de güneye doğru ilerleyerek kat edilen mesafeyi ölçüyordu. Bu ölçüm bir noktaya kadar devam ediyordu ki burada ø' ilk başlangıç yerinden bir derece farklıydı. Daha sonra alınan mesafe, bir meridyenin derecesinin uzunluğuydu.

Herhangi bir mesafeyi, ne kadar uzak o kadar iyi, almak çok daha pratik görünürdü ve ondan sonra sadece ø'de değişiklik yaparak uzaklık bölünürdü. Arzulanan tamsayı farkı gözleninceye kadar $\Delta ø = 1°$ istemek sürekli bir ek istasyon kurma anlamına gelir. Muhtemelen uygulamada gözlemciler bu makul yöntemi benimsemişlerdir.

Bununla birlikte ulaşılan değer, derece başına $56\frac{2}{3}$ Arap milidir ve bu değer daha sonraki araştırmacılar tarafından da tutarlı bir biçimde kullanılmıştır; örneğin Bîrûnî (1967) ve Tûsî (Kennedy 1948: 115). Diğer sonuçlar kaynaklarca zikredilmiştir, fakat hepsi de bu asli değerlere oldukça yakındır. Bu değerin $360/\pi$ ile çarpımı Dünya'nın gerçek çapını verir.

Bu metodun doğruluğunu araştırmak, ortaçağla modern dönemin ölçü birimleri arasındaki zor hatta çözümsüz metrological* dönüşüm meselesini getirir. Bu sorun, Nallino (1892–3) tarafından etraflıca araştırılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda Nallino, $56\frac{2}{3}$ Arap milinin (fersah) her bir derece için 111,8 kilometrelik dereceye denk geldiğini hesapla-

* Ölçü veya tartı bilgisi veya sistemine aittir.

mıştır ki bu da 111,3 doğru değerine şaşırtıcı şekilde yakındır. Bu muhtemelen bir tesadüftü. Fakat diğer dokuz araştırmacının 104,7 ile 133,3 arasında değişen sonuçlarını da vermiştir. Böylece Me'mun zamanında belirlenen değerin oldukça iyi olduğu ortaya çıkıyor.

Başlangıç Meridyenleri

İki tanesi hariç aşağıda açıklanan tüm coğrafi listeler, belirli bir cetvel üzerindeki sıfır meridyenine bağlı olarak iki kategoriye ayrılabilir. Matematiksel coğrafyanın babası olan Batlamyus (MS yaklaşık 150), Fortunate Adaları'ndan (Cezâyiru'l-Hâlidât, Kanarya Adaları) başlayarak doğu yönüne doğru boylamlar hesaplamıştır. İslam kaynaklarının yaklaşık yarısı onu izler ve bu gruba kolaylık olması için C Sınıfı denilmiştir. A olarak adlandırılan ikinci grup, başlangıç meridyeni olarak 'çevreleyen denizin batı sahillerini' kullanıp Harezmî'yi (MS yaklaşık 820) takip etmiştir. Kaynaklar A meridyeninin C'den 10° doğuda olduğunda hemfikirdir (örneğin Bîrûnî 1967:121). Bu ayrımın nasıl ortaya çıktığı kesin olarak bilinmemektedir. Nallino, sıfır noktasını değiştirmenin Harezmî'nin fikri olmadığını göstermiştir (1944:490). Bazı sebeplerden dolayı, Me'mun'un astronomları, Abbasilerin başkenti Bağdat'ın 70°'lik boylam üzerinde olduğuna karar vermiştir. Fakat eğer Bağdat, Batlamyus'un *Coğrafya*'sına dayanan bir haritaya uygun bir şekilde çizilirse onun yaklaşık 80° boylam üzerinde olduğu görülür ve İslam kaynaklarının yarısından fazlası bu değeri verir. Aşağıda verilen fikre göre Doğulularca kabul edilen yeryüzünün kubbesi, Batlamyus'un kubbesinin $13\frac{1}{2}^\circ$ doğusu idi. Muhtemelen bu $13\frac{1}{2}^\circ$ değeri 10°'den pek uzak bir fark içermiyordu. Bîrûnî, bu oynamanın 10° olduğunu açıkça belirtmiştir (Bîrûnî 1967: 120, 121). Harezmî, Batlamyus'un Akdeniz'in uzunluğu hakkındaki aşırı değeri üzerinde 10°'lik bir düzeltme yapmıştır, ama bu başlangıç meridyenini değiştirmemiştir.

Fakat A ve C kategorilerinin varlığı da bir gerçektir. İki grubun cetvellerinde aynı şehrin boylamları kesinlikle 10°'lik bir farklılık gösterir. Dahası bilinen modern (Greenwich) boylamın yerleri için hesaplamalar ortaçağ ve modern boylamlar arasındaki ortalama fark üzerinden yapılmıştır. Ayrı ayrı (individual) kaynaklara göre bu ortalamalar arasında kayda değer fark vardır, fakat A grubundaki ortalama değerleri

24° civarında ve C grubundaki ise yaklaşık 34°'dir (bölüm Kennedy ve Regier 1985).

Üçüncü bir başlangıç meridyeninden ölçülen boylamlar yalnızca bir kaynak tarafından bildirilmiştir. Hemedânî (ö. 946; Müller 1884: 27, 45), doğulular (*ehlu'l-meşrik*), Hintliler ve onların takipçilerinin boylamları Çin'in doğu ucundan başlayarak batıya doğru ölçtüklerini ifade etmiştir. Yerkürenin meskûn kısmının, kutuplardan geçen büyük bir çemberle sınırlandırılmış bir yarıkürenin yüzeyi olduğu konusunda yaygın bir fikir birliği vardı. 'Yeryüzünün Kubbesi' (*Kubbetu'l-Arz*) olarak adlandırılan bunun tepe noktası Ekvator üzerindeki, kutup olarak kabul edilen sınırlayıcı bir çembere sahip bir noktadır. Hemedânî, doğuluların kubbeyi, başlangıç meridyenlerinin 90° batısı olarak aldığını belirtmiştir. Ayrıca o Sindhind (Sanskritçe *siddhânta*) kitabında kubbenin muhtemelen eski Hint astronomisinin Greenwich'i kabul edilen Uzzeyn'den (Uzain) geçen meridyen üzerinde olduğuna işaret etmiştir. İslam kaynaklarına göre isim uzain'den bozularak (bir harfin üzerindeki noktanın çıkarılmasıyla) arîn'e bozulmuştur, böylece de 'kubbetu arîn' olmuştur. Hemedânî ayrıca Batlamyus'un kubbesinin, mantıklı düşünüldüğünde, onun başlangıç meridyeninin 90° doğusunda olduğunu ve Hintlilerinkinin Batlamyus'unkine göre $13\frac{1^\circ}{2}$ doğuda kalmasından iki kubbenin uyuşmadığını ifade etmiştir. Eğer doğudan ve batıdan ölçülen meridyenlere sırasıyla λ_E ve λ_W delalet ederse o zaman belli bir yerin Hint ve Batlamyusçu boylamları şu ilişkide olacaktır:

$$\lambda_E + \lambda_W = 90^\circ + 13\frac{1^\circ}{2} + 90^\circ = 193\frac{1^\circ}{2}$$

Hemedânî, çoğu Arap yarımadasında olan ve aynı zamanda Kudüs ve Şam'ı da içine alan yirmi iki şehrin Hint koordinatlarını vermiştir. Bu şehirlerden üç tanesi, diğer İslam kaynaklarında koordinatları verilen şehirler listesinde yer almaz. Ama geriye kalan on dokuz şehir içerisinde, dokuz tanesinin boylamı, C (Batlamyusçu) kategorisinin birçok kaynağına göre yukarıdaki cetvelde verilen değerlerle bir dereceyi geçmeyen bir farkla örtüşmektedir.

Honigmann (1929:132–55), Asya'nın en doğu noktasından geçen birinci meridyenden batı yönünde boylamların ölçüldüğü İran sistemi

hakkında yazar. O şüphesiz Hemedânî'nin 'Doğulular' meridyenine dayanmış, bazı koordinatları Fezârî'ye (yaklaşık H. 760) ve Habeş Hâsib'e (yaklaşık 850) atfetmiştir; bu her iki bilim adamı da Hintlilerden olduğu kadar Sâsânî İran'ın astronomlardan da etkilenmiştir.

Bîrûnî artık mevcut olmayan en azından cetveller dizisinin birinde, başlangıç meridyeni olarak kubbenin kendi meridyeninin kabul edildiğine işaret etmiştir (Kennedy 1973: 126).

Leiden elyazması Utr. Or. 23'te yer alan bir kaynak, boylamları Basra'dan başlayarak hesaplaması bakımından biriciktir ki Basra muhtemelen adı bilinmeyen bu yazarın merkez yeriydi. Bununla birlikte boylam kayıtlarının sütun başı, bildik 'boylamlardan' ziyade 'boylam farkı' olduğu için, başlangıç olarak Basra meridyeni kabul edilemez.

Boylam Saptamaları

Baş meridyen üzerinde fikir birliğine varıldığında belirli bir yerin boylamının bulunması, bilinen boylamla o nokta arasındaki boylam farkının belirlenmesi problemine dönüşür. Teoride bu işlem, bir enlemin saptanmasından daha basittir. 24 saatte bir 360° açıyla dönen Dünya'nın deveran avantajıyla boylam farkı iki yer arasındaki ortalama mahalli vakit farkına eşittir. Ancak uygulamada gereksenen şey her iki mahalde eşzamanlı olarak var olan bir vakit sinyalidir ki radyonun olmadığı orta çağlarda bu kolay olmaktan çok uzaktı.

Ay tutulmasında, tutulmanın görülebileceği Dünya üzerindeki her bir noktadan safhaları aynı göründüğü için, Ay tutulması böyle bir sinyaldir. Her biri farklı noktalarda bulunan iki gözlemci bağlantı halinde oldukları ve maksimum tutulma (immersion) ya da tam tutulmanın (totality) başlayıp bittiği ayrı ayrı mahalli vakitleri gözlemleyebilir.

Bîrûnî (Kennedy 1973: 164) bu tarz ortak bir çalışmayı kendisi Kâs'ta (Orta Asya'da) ve Ebu'l-Vefâ da Bağdat'ta gözlemleyerek yaptıklarını bildirmektedir. Buradaki zorluk, Ay tutulmasının aşamalarının güneş tutulmasının aşamalarının tersine kesin çizgilerle belirlenmiş vakıalar olmadığıdır.

Bîrûnî *Tahdîd*'inde (1967; Kennedy 1973), boylam farklarını bulma konusunda jeodetik yöntemden sonuna kadar istifade etmiştir. Farz

edelim ki iki noktanın enlemini ve onlar arasındaki büyük çember uzaklığını biliyor olalım. Bir meridyen ve paralel bir enlem her iki nokta üzerinden geçer. Bu dört çember, muayyen bir ikizkenar (isosceles) düzlem yamuğu (trapezoid) oluşturan dört noktada kesişirler. Buna Bîrûnî, Batlamyus'un devirli (cyclic) bir ikizkenar yamuğun kenar ve köşegenlerini içeren bir teoremini uygulamış ve şu formüle ulaşmıştır (Kennedy 1973: 152):

$$\Delta\lambda = \text{arc crd}\sqrt{\left[\frac{\text{crd}^2\left(\widehat{AB}\right) - \text{crd}^2\left(\Delta\phi\right)}{\cos\phi_A \cos\phi_B}\right]}$$

Bu formülde Δ, farkı gösterir, λ yersel boylamdır, crd θ merkezi bir θ açıyla belirlenmiş birim çember yayının uzunluğudur; A ve B söz konusu olan bölgelerdir.

Bîrûnî, kervan yollarının uzunluğunu fersah olarak yolun doğruluğu ve güçlüğüne bağlı olan bir katsayıyla çarpıp, daha sonra da birimleri mil ve derecelere çevirerek elde etme suretiyle büyük daire mesafelerini yaklaşık olarak tahmin etmiştir. Bağdat'la hamisinin başkenti olan Gazne (günümüz Afganistan'ında bulunmaktadır) arasında Δλ'yi ulaşmaya çalışırken Rey, Cürcâniye ve Belh güzergâhı boyunca algorism'inin (algoritmasının) peş peşe uygulamasını yapmıştır. Bulduğu sonuçlara şüpheyle yaklaşarak Şiraz ve Zerenc'den geçerek güneye doğru ve hatta Bust'ı da kapsayan ilave hesaplamalar yapmıştır. Sonuçta elde ettiği üç bulgunun aritmetik ortalamasını kabul etmiştir. En son elde ettiği sonuç, yirmi dört üzerinden sadece üç derecelik bir hataya sahiptir ki bu onun orijinal verilerinin kaba hali düşünüldüğünde çok iyidir.

Bîrûnî'nin metodunu benimseyen başka herhangi bir coğrafyacı bilinmemektedir ve Kâşî'nin (Kennedy 1985: 30) açıkladığı jeodetik çözüm şaşırtacak kadar yanlıştır. Metinlerde karşılaştığımız boylam değerleri enlemlerden genellikle daha az güvenilirdir.

Coğrafî Listeler

Bugün ortaçağ İslam dünyasına ait elimizdeki coğrafi bilginin miktarının ve boyutlarının göstergesi, enlem ve boylamlarla verilen yer adlarından oluşan listelerin (Kennedy ve Kennedy 1987 olarak yayınlanmıştır) bir toplamıdır. Kaynaklar üç kategoriye bölünebilir:(1) astronomiye dair el kitapları (Zîcler), kullanıcısına bir noktada yapılan gözlemle diğer başka bir yerde yapılan gözlem arasındaki tutarlılığı gösteren coğrafi cetvelleri de içeren, büyük bir kısmı yayınlanmamış olan elyazmaları; (2) haritaya temel oluşturmak için toplanan bilgiler ve (3) bölgelerin koordinatlarını içeren daha genel coğrafi çalışmalar. Bugüne kadar yetmiş dört kaynak, materyalin depolandığı manyetik bir banda kaydedilmiştir ve sayı giderek artmaktadır. Bu kaynaklar, en düşüğü iki ve en fazlası da altı yüz bölgeyi geçen bir hacimde çeşitlilik arz etmektedir. Listelenen şehirlerin çoğu Akdeniz havzası, Ortadoğu ve Merkez Asya'dadır, fakat Avrupa'da İspanya'nın kuzeyi, Orta Afrika, Hindistan ve Çin'den pek çok yer vardır.

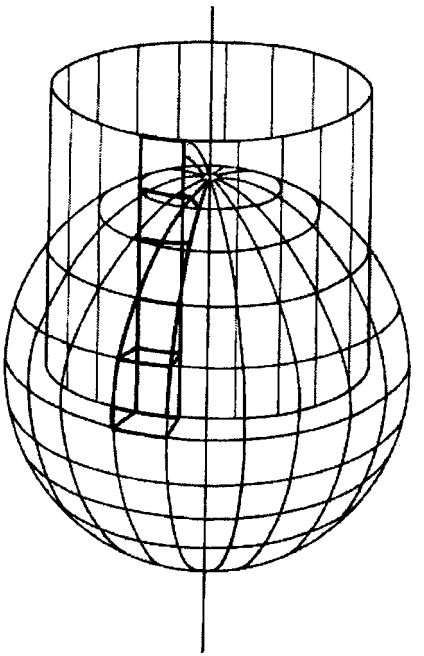
İlgili kaynaklar arasında sınıflandırma yapmak mümkündür, ancak herhangi ikisi birbirinin aynı değildir. Diğer yandan hiçbir kaynak diğerlerinden tamamen bağımsız da değildir.

HARİTACILIK

Helenistik Miras

Çalışmaları Müslümanları etkileyen ilk harita bilimci Tire'li Marinus'tu (MS yaklaşık 100). Marinus'un dünya haritasında koordinat ağı, karşılıklı dikey paralel doğruların oluşturduğu iki gruptan müteşekkildir (Şekil 5.2). Küre, düzlem üzerinde gösterilemediğinden, dünya yüzeyinin herhangi bir parçasının haritası çarpıklık içerir. Haritacı (Kartograf), harita yaparken ya biçimi koruyan uyumlu ya alanı koruyan ya da belli mesafeleri muhafaza eden bir metodu seçebilir, ancak hepsini birden yapamaz. Marinus'un haritasında meridyenler ve Rodos ($ø=36^{o}$; Neugebauer 1948: 1037–9) üzerinden geçen paralel enlemler boyunca mesafeler korunmuştur. Ancak ø arttıkça enlem daireleri kü-

çüldüğü için, Marinus'un haritasında Rodos'un kuzeyinde uzanan paraleller boyunca mesafeler genişletilmiş, güneyinde kalanlar ise daraltılmıştır.



Şekil 5.2 Marinus haritacılığının esası

Batlamyus, Marinus'un silindirik tasarımının aksine her ikisinde de meridyenlerin birbirine yaklaştığı iki farklı harita iz düşümü geliştirmiştir.

İlk Batlamyusçu haritada, birbirine uygun doğru çizgiler gurubu oluşturan bütün meridyenler boyunca uzaklıklar korunmuştur. Enlemlere gelince onlar, ortak bir merkezden geçen meridyenleri dikey kesen eşmerkezli dairelerdir. İkinci husus şunlara bağlı olarak seçilmiştir: (1) Rodos üzerinden geçen enlem dairesi boyunca uzaklıklar korunmuştur ve (2) Thule* ($\phi=63^{o}$) ve ekvator'dan($\phi=0^{o}$) geçen paraleller boyunca uzaklıkların oranı korunmuştur.

* Eski coğrafi bilgilere göre dünyanın en kuzeyinde bulunan meçhul bir yer.

Batlamyus'un ikinci şeması, eşmerkezli çemberleri enlem paralellerinin haritası olarak alır, ancak bu kez uzaklıklar onların üçü boyunca, 63°, 23;50° ve -16;25° enlemleri için korunur. Bunun bir sonucu olarak meridyen haritaları artık doğru çizgiler olamayacaktır. Bunlar artık her biri yukarıda söylediğimiz üç enlem üzerinde, aynı boylama sahip üç nokta tarafından belirlenen bir çember ailesi olacaktır. Bunun etkisi, meridyenler boyunca uzaklıkların korunması birazcık zarar görecektir.

Bu üç haritadaki ilerlemeye dikkat edin. İlkinde koordinat ağı doğrusal ve birbirine dikey, ikincide bir dizi koordinat eğrileri çemberlerden oluşmuş, üçüncüde ise her iki dizi de çemberlerden meydana gelmiştir.

Şurası hemen hemen kesindir ki, Batlamyus'un dünya haritası, şu yada bu şekilde, Abbasi devleti coğrafyacılarının elinin altındaydı. Mes'udî (*Murûcu'z-Zeheb*, cilt. 1, s. 183 ve *Kitâbu't-Tenbîh ve'l-İşrâf*, s. 33) bir ya da daha fazla örnek gördüğünü ve onların Ma'mun'un haritasından (*es-Sûretu'l-Me'mûniyye*) mükemmellikte üstün olduğunu iddia etmiştir. Ancak Abbasi döneminden hiçbir nüshanın günümüze ulaştığı bilinmemektedir. Coğrafya'nın günümüzde mevcut en eski nüshaları, 13. ve 14. yüzyıl İstanbul'unda yapılmıştır. Bu metinlerden Arapça çeviriler, miladi 1465 yılında Osmanlı sultanı II. Mehmet'in emriyle yapılmıştır. Bu çevirilerden birinin elyazması Ayasofya (İstanbul) 2610'dadır ve dünya haritasının nüshaları Fischer (1932) ve Makbul Ahmed (1965b)'de çoğaltılmıştır. Bu elyazmasının tamamı, tıpkıbasım halinde Mısır'da (Kahire?) 1929 yılında (Bagrow 1955: 27n) yayınlanmıştır. Bununla birlikte, kitabın üzerinde kaynağına veya tarihine dair herhangi bir ibare yer almamaktadır.

Bunların hepsi Abbasilerin döneminden oldukça geçti ve aslında onlara ulaşan Batlamyusçu materyallerin niteliği tartışma konusudur. Bundan dolayı Mžik (1915) onların belki de içinde bir dünya haritası bulunmayan Suriye nüshası *Coğrafya*'yı kullandığını düşünmüştür. Öte yandan Ruska (1918) onların doğrudan Grekçeden çalışmış olabileceğini düşünür.

Me'mun'un Haritası

Saltanatı süresince (813–33) halife Me'mun'un seçkin bilginlerini '*Beytü'l-Hikme*'de topladığı gayet iyi bilinen bir gerçektir. Onların işbirliğinin semeresi, önemli ölçüde Batlamyus (Nallini 1944: 458–532) sis-

temi üzerinde geliştirilen, bilinen Dünya'nın bir resminin çıkarılmasıdır. Ancak bunlardan yalnızca Harezmî'nin ilgili coğrafi cetveli (1926) üç bölgesel haritayla birlikte günümüze gelebilmiştir. Asıl haritanın hiçbir nüshası günümüze ulaşmamıştır. Mes'udî (*Kitâbu't-Tenbîh ve'l-Işrâf*, s. 44) onda paralel enlemler olan iklim sınırlarının doğrusal olduğunu ifade eder. Bu da iz düşümün Marinus tarzında olduğu anlamında alınabilir.

Tahmin, Şührâb'ın (yaklaşık 930) Harezmî'ninkiyle yakından ilgili coğrafi cetvelinde neredeyse kesin olarak yapılmıştır. Şührâb'ın çalışmasının girişinde (Mžik 1930) üzerine bölgelerin işaretleneceği koordinat ağının nasıl planlanacağı hususunda dikkatli talimatlar vardır. Bu, kareler oluşturan birbirine dikey iki paralel çizgi grubundan oluşur. Böylece ekvator ve meridyenler boyunca mesafeler de korunmuş olur. Ilıman bölgede* (temperate zone) doğu-batı yönündeki büyük uzamalar nedeniyle bu harita, Marinus'un haritasından daha az doğrudur.

'İslam Atlası'

10. yüzyılda aralarında Belhî, İstahrî (Ebû İshak), Makdisî ve İbn Hevkal'ın da bulunduğu bir grup coğrafyacı, birçok ortak özelliği olan, 'İslam Atlası' adı verilen çalışmalar hazırladılar (Kramers 1931–2). Her biri, ilki dünya haritası olmak üzere yirmi standart harita dizisinden oluşuyordu. Bununla birlikte, şematik olarak derlemek zor olduğu için Kramer bunları kartografik karikatürler halinde sunmuştur.

Bîrûnî'nin Katkıları

Kariyerinin oldukça eski dönemlerinde (miladi yaklaşık 1005, Richter-Bernburg 1982), Orta Asya'nın çok yönlü büyük matematikçisi yerküre haritalarına dair kısa bir çalışma kaleme aldı. Berggren (1982) yakın geçmişte, yorumları ve geçmiş tercüme ve yayınların biyografilerini de içeren bir çeviri yaptı. Leiden elyazmasının nüshasının bir tıpkıbasımı da ilave edildi. Bîrûnî bu risalesinde harita izdüşümlerinin sekiz farklı çeşidini tartışır. Bunlardan üçü aşağıda betimlenmektedir. Bunların da birincisi ve üçüncüsü kendisi tarafından ortaya çıkarılmış gibi gö-

* Dönenceler ile kutuplar arasındaki mıntıka.

rünmektedir. Burada onlara verilen isimler, günümüzde kullanılan standart kullanıma uymaktadır.

1- *İki yönden eşit mesafeli* harita şu şekilde tasarlanır. Küre üzerinde A ve B olmak üzere iki sabit nokta seçin. Bundan sonra üzerinde haritanın çıkacağı kâğıdın ortasında AB doğru parçasını çizin, böylece uzunluğu küre üzerindeki AB büyük daire yayının uzunluğuna eşit olur ve bu uygun bir skalaya uygun olarak yapılır. Ondan sonra küre üzerindeki herhangi bir P noktasının haritası A'B'P' düzlem üçgeninin P' doruğudur. A'B'P'nin A'P' ve B'P' kenarları sırasıyla AP ve BP büyük daire yayının uzunluğuna sahiptir ve tabanın uygun kenarı üzerindedir. Bu haritacılık yaklaşımı, modern zamanlarda da tartışılmış, ancak ortaçağda şöyle dursun modern dönemde de herhangi bir uygulaması bilinmemektedir. (Deetz ve Adams 1945: 176).

2- *Eşit mesafeli azimut* (Azimuthal equidistant) haritasını tasvir etmek aynı derecede kolaydır. Küre üzerinde sabit bir A noktası ve onun üzerinden geçen bir sıfır yönü seçin. Ondan sonra haritanın merkezindeki A', A noktasının görüntüsü (image) olur ve A noktasından geçen sabit bir ışın yönleri belirler. Onun P' haritası, uzunluk olarak AP büyük daire yayının uzunluğuna sahip olan A'P' doğru diliminin (segment) uç noktasıdır. A'P' azimutu, sabit ışına göre küre üzerindeki AP azimutuna eşit olmalıdır. Bîrûnî bu süreci mekanik terimlerle, A"daki başlangıç bir teğet noktasından başlayarak P yönünde P teğetlik noktası oluncaya kadar kürenin haritanın tepesindeki bir yuvarlanışı olarak betimler; böylece P' noktasını elde ederiz.

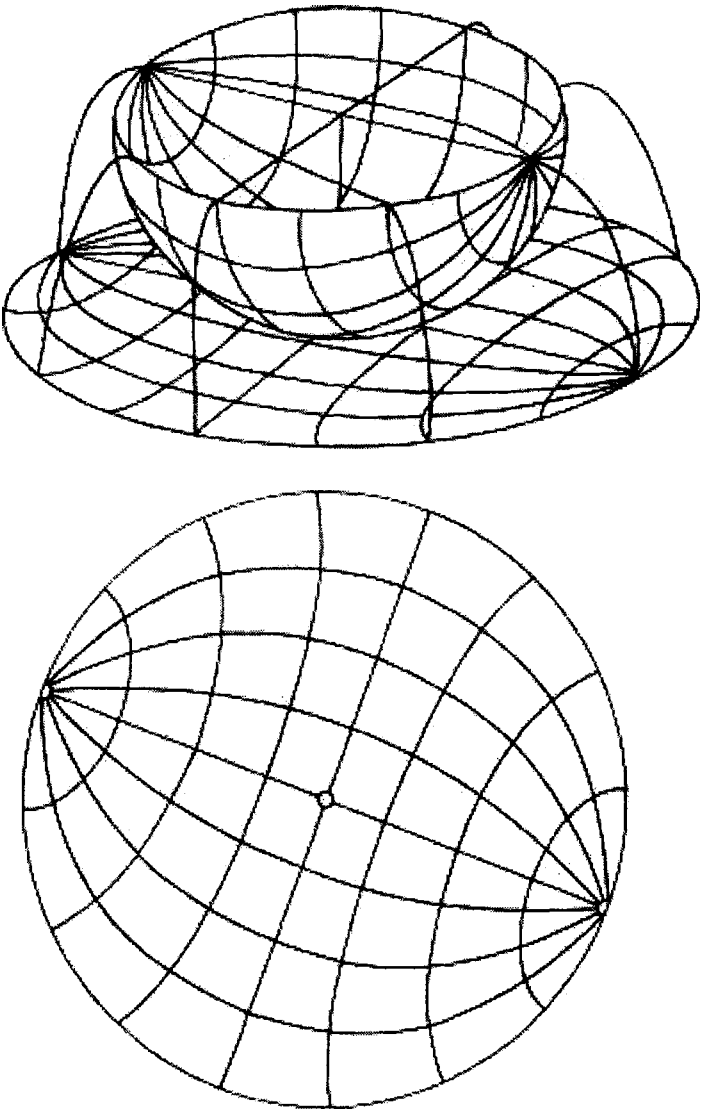
Bu sistemin ilkel ve belki de sezgisel bir örneği, Safaks'taki (Tunus'un ikinci büyük şehri) Ali b. Ahmed eş-Şerefî tarafından 1571'de çizilen (Brice 1981: vi; Nallino 1916) dünya haritasıdır. O da kuşkusuz Avrupa'da 1581 yılında bu harita yapımını ilk uygulayan Postel gibi (Deetz ve Adams 1945: 175) Bîrûnî'nin çalışmalarından bihaberdi. Azimutsal eşit mesafeli izdüşüm, günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.3).

3- *Küre sistemi* yönteminde bir daire üzerinde yarım küre tasarlanır (Şekil 5.4). O noktasında kesişen ve çemberi dört çeyreğe bölen bir çift EW ve NS çapı düşünün. EOW çapının, E noktasında boylamın sıfıra

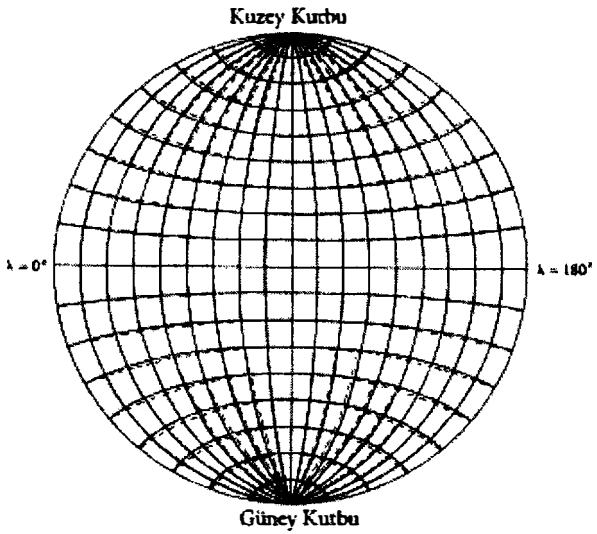
eşit olduğu, O noktasında 90 dereceye eşit olduğu, W noktasında 180 dereceye eşit olduğu ekvatorun yarısının görüntüsü (harita) olduğunu farz edelim. Tüm yarıçapları ve dört çeyrek dairenin hepsini uygun eşit bölümlere ayırarak derecelendirip doksan diyelim; derece başına bir olsun. E, O ve W den başlayarak, N, kuzey kutbu haritası, ø = 90° =90° ve S için güney kutbu, ø = -90° olacak şekilde bölümleri aşağı ve yukarı doğru numaralandıralım. Koordinat ağı iki grup dairesel yaydan mürekkeptir. λ boylamına sahip meridyenin haritası N, S ve λ'yla belirlenen EW üzerindeki noktalardan geçen tek dairesel yaydır. ø enlem paralelinin haritası, ø'nın muayyen bir değeri haiz olduğu NES, NOS ve NWS üzerindeki üç noktadan geçen dairesel yaydır.

Bîrûnî, yarıçapları hesaplamak ve koordinat eğrilerinin merkezlerini tespit etmek için formüller geliştirdiğinden kendi yaptığından açıkça hoşnuttu. Memnun olmasında da haklıydı; orantısızlık haritanın merkez kısmında küçüktür ve radyal uzunluklar neredeyse baştanbaşa korunmuştur. En büyük uzama alanı, haritanın çevresi boyuncadır. Harita aşağıda tasvir edilen stereografik izdüşüme benzediği için hemen hemen uyumludur.

Bu harita yönteminin Bîrûnî'nin aklına nasıl geldiği hususunda değişik varsayımlar ileri sürülmüştür. Berggren (1982), koordinat ağı, eşit olarak bölünmüş dairesel yaylardan oluştuğu için bu haritanın Batlamyus'un ikinci harita yönteminin tüm yarımküreyi kapsayacak şekilde genişletilmesi olduğunu öne sürmüştür. Özellikle Bîrûnî, Batlamyus'un haritalarından haberdar olmayabileceği için merkez, ekvator üzerinde bir nokta olduğunda ve sadece bir yarımkürenin haritası çıkarıldığında onu azimutsal eş mesafeli sisteme yakın bir tahmin olarak düşünmek daha olasıdır. Bu özel durum için meridyenler, her biri iki kutup ve ekvatorun doğrusal (rectilinear) planı üzerinde eşit aralıklara bölünmüş derecelendirmelerin birinden geçen düzgün simetrik eğrilerin içine yerleştirilir. Enlem paralelleri her biri daire çevresi üzerindeki iki noktadan ve ø'nın onun için belli bir değere sahip olduğu dikey çap üzerindeki bir noktadan geçen düzgün eğriler içine yerleştirilir. Bu eğriler çember değildir, ancak çemberlere yakındır ve Bîrûnî de onları bu şekilde çizmiştir.



Şekil 5.3 Ekvatorun orta noktasından alınan bir yarımkürenin azimutsal eşit uzaklıktaki planının ilkesi.



Şekil 5.4. Azimutsal eşit mesafeli ve küre biçimindeki izdüşümlerle çizilmiş bir yarımkürenin üst üste geçmiş koordinat ağları.

Kennedy ve Debarnot'ta (1984) azimutsal eş uzaklıkta ve küre biçimindeki haritaların üst üste geçmiş koordinat ağları gösterilmektedir ve bunlar birbirine çok yakın görünmektedir.

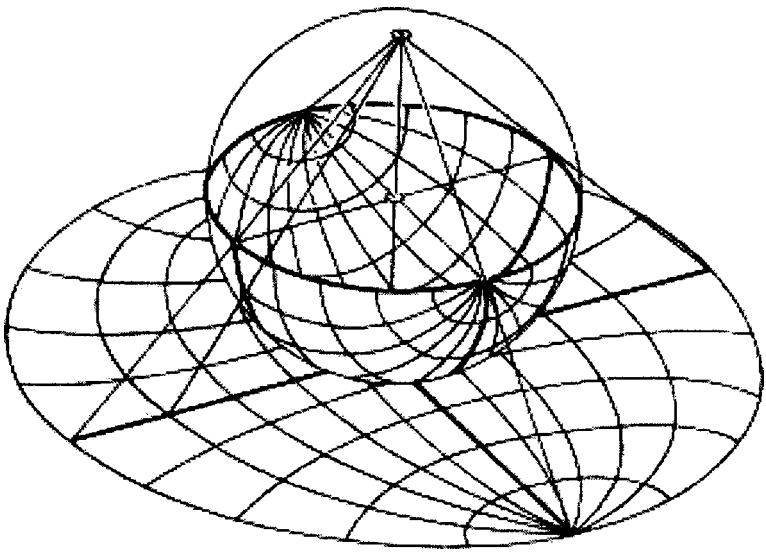
Küre biçimindeki haritaların doğuya özgü bir örneği bilinmemektedir. Bununla birlikte altı yüzyıllık bir zaman geçtikten sonra bu, Avrupa'da Bîrûnî'den bağımsız olarak yeniden ortaya çıkmıştır. 1660'da bir Sicilyalı, Gianbattista Nicolosi, biri doğu diğeri de batı yarıküresini temsil eden iki örnek yayınlamıştır (d'Avezac 1863: 342). Bir diğer uygulama Paris'te 1676'da ortaya çıkmış ve diğer çalışmalar da bunu takip etmiştir. 1701'de Fransız bilim adamı Philippe de la Hire, kendi buluşu olan ve bazı koordinat eğrilerinin eliptik olduğu perspektif olarak çizilmiş bir harita yapımını betimler. Bununla birlikte, koordinat çizgilerinin ağı küre biçimindeki haritanın ağına çok benzemektedir.

İngiliz haritacı, Aaron Arrowsmith, 1974'de bir dünya haritası yayınladı. Bu haritanın yanında verdiği açıklayıcı maddelerde, en iyi

izdüşüm olarak la Hire'ninkini seçtiğini söyler. Daha sonra o, Bîrûnî'yle kesinlikle aynı tarzda daire yaylarıyla koordinat ağının planını anlatır (d'Avezac 1863: 359). Bîrûnî'nin Arrowsmith'i etkilediğine şüphe yoktur, ancak biri 11. diğeri 18. yüzyılda yaşamış bu iki bilim adamının daha basit eğriyi seçerken aynı güdüye sahip olup olmadığı merak konusudur.

Ekvatoral Stereografik İzdüşüm

Stereografik bir haritalamada (Şekil 5.5), bir küre üzerindeki noktaların, çemberin kutuplarının her birinden itibaren belirlenmiş büyük bir çemberin düzlemi üzerine izdüşümü alınır. İzdüşüm, onun başat özelliğiyle birlikte, bu çemberler üzerine çember haritalar, çok önceden muhtemelen M. 150 dolaylarında keşfedilmişti (Neugebauer 1949). Bunun en temel uygulaması, izdüşüm noktasının güney gök kutbu olduğu standart usturlap olmuştur.



Şekil 5.5. Bir yarı kürenin, ekvatorun orta noktasından, stereografik iz düşümünün esası

Bununla birlikte 1050'li yıllarda, İspanyol Arabı Zerkallî (Azarquiel) usturlabın, ekvator üzerindeki bir noktadan stereografik haritalamada kullanılan ve *safîha* adı verilen (Latin Batıda *saphea*) yeni bir şeklini icat etmiştir (Mill s-Vallicrosa 1943–50). Bu alet Avrupa'da çok yaygınlaşmış ve onun izdüşüm biçimi yersel haritalar için benimsenmiştir. 16. yüzyılın sonunda, dünya haritalarını vermede en hâkim sistem olmuştur (Keuning 1955: 7–9). Bunlar, yukarıda anlatılan küre biçimli izdüşümlerle karışmıştır. Bu iki türü birbirinden ayıran özellik, stereografik haritalarda ekvator üzerindeki derecelendirmeler arasındaki mesafeler haritanın yanına doğru azar azar artarken, küre biçimli olanlarda bu uzaklıklar sabittir.

İdrîsî'nin Haritası

Sicilya'nın Norman Kralı II. Roger'in pek çok entelektüel ilgisi arasında coğrafya da vardı. Kapsamlı bir dünya atlası yapması için Faslı Ebû Abdullah Muhammed eş-Şerîf İdrîsî'yi görevlendirmiştir. Roger, birçok gezgini uzak yerlere göndererek projeyi cömertçe desteklemiş ve projenin raporları İdrîsî'nin tasarrufu altındaki yazılı kaynaklara ilave edilmiştir. On beş yıllık bir çalışmanın ardından, 1154'te iş tamamlandı. Bu iş dairesel bir dünya haritası (Miller 1926–31: cilt, 5, s. 160), aşağıda anlatılan çok daha büyük dikdörtgen biçiminde bir harita içermekte ve buna Arapça bir metin eşlik etmekteydi.

Büyük harita (en son olarak 1981'de Miller tarafından yayınlanmıştır), günümüz tarzına aykırı olarak kuzeyin en altta kaldığı, her biri on yapraktan oluşan yedi sıra halinde toplanmış yetmiş dikdörtgen yapraktan oluşmuştur. Harita üzerinde birkaç yüz tane coğrafi özellik ve şehirler gösterilmiş, ancak çizimde kullandıkları yöntem açık değildir. Her bir yaprağın alt ve üst yanları, ilkçağın yedi 'ikliminden' her birinin üst ve alt sınırına denk gelir (bk. Honigmann 1929 ve Dallal 1984). Dünya yüzeyi üzerindeki bu mıntıkaların standart belirlenmesi astronomiktir. İlke olarak, ilk iklim bölgesi maksimum gündüz uzunluğunun 12¾ saat olduğu enlem paralelinde başlar. İkinci iklim bölgesi, onun bittiği ve maksimum gündüz uzunluğunun $13\frac{1}{4}$ saat olduğu enlemde başlar. Bu sebepten birbirini izleyen iklim bölgeleri, her biri sınırın maksimum

gündüz uzunluğundaki farkı yarım saat artarak kuzeye doğru devam eder.

Bu belirlemenin bir sonucu olarak kuzeye doğru iklimlerin genişliği giderek daralmaktadır. Fakat İdrîsî'nin haritasında bu genişlik 6°'lik bir açıyla sabit tutulmuştur. Bu değer, haritanın sağ kenarında yer alan enlemlere ait kısmi ölçekten de görülebilir (bölüm, Miller 1926–31, c. 5, s. 164).

Tüm göstergelerden anlaşılıyor ki İdrîsî matematik konusunda çok donanımlı değildi ve trigonometri konusunda da yetersizdi. Ama onun kullandığı kaba ve hazır metotlar, elindeki çoğunlukla çelişkili verileri uzlaştırmaya uyuyordu. Batlamyus'un *Coğrafya*'sı, onun metinlerine (İdrîsî 1970; Jaubert 1836–40) temel oluşturan koordinatlar üzerine kurulmuş yirmi kaynaktan yalnızca biridir. Bununla birlikte birçok İslam coğrafyacısı, malzemesini iklimlere göre düzenlemeye meyletmişti; böylece İdrîsî için, bir sonrakinin kesin sınırları tespit zahmeti çekmeden bölgeleri onlara karşılık gelen iklimleri içinde göstermek çok doğal olacaktır. Kennedy (1986)'da ortaya konan yüzeysel araştırma, aslında onun fahiş bir hata yapmadığını göstermektedir.

Boylamlara gelince harita üzerinde herhangi bir yatay gösterge çizelgesi (skala) izine rastlanmaz. Ortaçağ boylam hesaplamalarının niçin son derece güvenilmez olduğu ve İdrîsî'nin çekincelerinin anlaşılmazlığı yukarıda açıklanmıştı. Eğer yerkürenin yerleşik olunan kısmının 180 derecelik boylamı kapsadığını varsaysa idi (o zaman genelde olduğu gibi), her bir yaprağın 18 derecelik dilimi kapladığı fikri bunu takip edecekti. Bunu iklim genişlikleriyle kıyasladığımızda bir derecelik boylam açısının, enlem açısının yaklaşık $\frac{6}{10}$ derece olması anlamında haritanın Marinus türünde olduğunu görüyoruz. Bu yüzden sadece altıncı ve yedinci iklimlerde bozulma asgaridir. Diğer tüm yerlerdeki doğu-batı uzaklıkları, kuzey-güney uzaklıklarıyla kıyaslandığında onların daha kısa olduğu ortaya çıkar.

Giriş kısmında İdrîsî bir çizim tahtasından (*levhu't-tersim*) ve demir bir ölçekten bahseder. Bu nesnelerin kesin şekil ve işlevleri açık değildir. Ancak kaynakları bölgeler arasındaki mesafeleri sıkça vermektedir. Konumları güvenilir görünen birbirinden geniş bir şekilde ayrılmış şehirleri çizmeye başlamak akıllıca bir yöntem olacaktı. Bundan sonra asıl ola-

rak gümüşten yapraklar üzerine nakşedilmiş nihai haritaya nakletmeden önce, çizim levhası üzerinde ardı ardına üçgenlere bölme ile orta noktalar doldurulur.

Hangi metot kullanılırsa kullanılsın bu sonuç İslam haritacılığı için bir başyapıttı. Harita üzerindeki belirli bölgelerin, yani Beeston'daki (1949) Britanya adaları, Tuulio-Tallgren (1936) ve Tuulio-Tallgren ve Talgren'deki (1930) İskandinavya, Hoernerbach'daki (1938) Almanya, Dozy ve de Goeje'deki (1866) İspanya, Nedkov'daki (1960) Bulgaristan, Mžik'deki (1921) Afrika ve Makbul Ahmed'deki (1960) Hindistan'ın incelenmesini kapsayan geniş hacimli bir yazın oluşmuştur.

İran Dikdörtgen Koordinatlı Haritaları

Coğrafya ile ilgili yaklaşık 1340'da yazılan bir eserin birçok nüshası bulunmaktadır. Hamdullah el-Müstevfî el-Kazvînî'ye ait olan bu nüsha, Miller'ın eserinde (1926–31: cilt 5, levhalar 34, 35 ve 86) tıpkıbasımı yer alan bir harita içermektedir. Bu nüsha, Suriye ile Keşmir arasındaki bölgeyi batıdan doğuya ve Yemen'den Harezm'e olan bölgeyi de güneyden kuzeye kapsamaktadır. Alan, 1° aralıklarla çizilmiş dikey ve paralel doğrular tarafından dikdörtgenlere bölünmüştür. 170 civarında şehir, ilgili enlem ve boylamlara denk gelen dikdörtgenlere isimleri yazılarak harita üzerinde gösterilmiştir. Bir düzine civarında örneğin incelenmesi göstermektedir ki örneklerin koordinatları, bütün dereceler, son dönem İran *zîc*'lerinin coğrafi cetvelleriyle örtüşmektedir. Kıyı çizgileri hariç, coğrafi özellikleri gösteren işaretlere yer verilmemiştir.

Yukarıda bahsedilen harita, koordinat ağlarının ilkel bir örneği olarak ortaçağ Müslüman haritacılığından günümüze kadar gelenlerden sadece biridir. Bu yukarıda bahsedilen Şührâb'ın cetvelinin girişindeki yönlerin bir uygulaması niteliğindedir. Müstavfî'nin kitabında da bulunan bir dünya haritası aynı doğruların kullanıldığı daha başarısız bir haritadır. Bu harita, Hâfız-i Ebrû'nun (ö. 1430), Miller tarafından basılan (1926–31: cilt 5, levhalar 72 ve 82), dünya haritası ile kıyaslandığında en iyi şekilde değerlendirilmiş olur, çünkü sonraki coğrafyacı kendisinden önce gelene açık şekilde bağlı kalmıştır ve müstensihlerin yaptığı hatalar, mümkün olduğunca fazla elyazmasından sonuç çıkarmayı gerekli

kılmıştır. Miller'da, Müstavfî'nin dünya haritasının iki nüshası bulunmaktadır (1926–31: cilt 5, levha 83).

Genel fikir, boylamları 0°'den 180°'ye, enlemleri de (modern terminolojideki) -90°'den 90°'ye yayılmış olan dördül bir doğrusal (a square rectilinear) koordinat ağı oluşturmaktır. Müstavfî için çizgiler arası 10° iken bu değer Hâfız'da 5°'dir. Karenin içine meskûn yarıküreyi gösteren bir daire çizilmiştir. Haritanın kendisi dairenin içindeydi, dışarıda bırakılan köşelere düşen koordinatlara sahip bölgeler ya yok sayılmış ya da ihmal edilmiştir. Müstavfî akıllı bir şekilde şehirleri çizmekten kaçınmış ve sadece bölgeleri çizmekle sınırlı kalmıştır. Hâfız pek çok sayıda şehir gösterir; yalnız bunlar bozulmanın en az olduğu haritanın merkez kısmında yer almaya çalışmaktadır.*

* Yazar, Prof. Fuat Sezgin'e, Frankfurt Enstitüsü'nün misafirperverliğinden dolayı ve Dr. Reinhard Wieber'e de hataları belirttiği ve bölümün ilk taslağındaki gereksiz kısımları çıkarttığı için minnettardır.

6

İSLAM DENİZCİLİK BİLİMİ

Henri GROSSET-GRANGE
(Henri ROUQUETTE'in İşbirliğiyle)

GİRİŞ

Denizcilik 'bilgi'si temelde denizcilerin deneyim birikimine dayanır, fakat aynı zamanda ölçüm ve gözlem araçlarını göz ardı etmemek suretiyle; özellikle astronomi, coğrafya ve meteoroloji gibi farklı disiplinlerin kesiştiği bir yerde duran bir 'bilim'dir.

Eski metinlerin günümüzde mevcut olmamasından dolayı İslam denizcilik biliminin tarihini araştırmak zordur. Mevcut metinler, 15. yüzyılın sonu ve 16. yüzyılın başında yazılmış ve sadece Hint Okyanusu'ndaki denizcilik sanatını anlatan metinlerdir. Bu nedenle, söz konusu geleneğin tarihsel gelişimini incelemeyi amaçladığımız bu çalışma, kendileri de denizcilik yapmış olan İbn Mâcid ve Süleyman Mehrî'nin yazdıkları eserlerden elde edilen bilgilerle sınırlıdır.

Her şeyden önce İslam Denizcilik geleneğinin tam olarak anlaşılması için bu iki denizcinin eserlerini yazdıkları dönemin tarihsel ve coğrafî koşullarını göz önüne alarak değerlendirmek yararlı olacaktır. 'Yollar' ve kullanılan araçların açıklanması ve bazı temel gerçeklerin, gerekli denizcilik terimlerinin kısa tanımlarıyla birlikte ele alınması, konunun aktarılması, analizi ve İslam denizcilik deneyiminin tam anlamıyla anlaşılması için gereklidir.

Coğrafî ve Tarihsel Koşullar

İbn Mâcid ve Mehrî'nin deneyimleri, Hint Okyanusu üzerinde Batı (Roma ve daha sonra İslam Uygarlığı) ve Çin uygarlıkları arasındaki bağlantıyı sağlayan yolun yer aldığı coğrafyaya aittir. Bu bölge, okyanusun farklı kıyıları arasında son derece canlı bir ticarete elverişli olan, düzenli ve değişken rüzgârların ve musonların etkisi altındadır.

Söz konusu dönem, yaklaşık bir yüzyılı kapsar (1450–1550) ve genellikle ortaçağdan modern zamanlara geçiş dönemi olarak kabul edilir. Portekizli denizcilerin beş yüz yıldan fazla bir süre Arap, İran, Hindistan ve Çin etkisinde kalmış olan Afrika'nın çevresinden Hint Okyanusu'na geçmelerine tanık olmuş 'büyük keşifler' çağıdır.

Bu okyanusta, bir tarafta, Afrika'nın doğusunda, en önemlileri Mogadişu ve özellikle Malindi (şimdiki Kenya), Kilva (Tanzanya) ve Sofala (Mozambik) olmak üzere çok sayıda limana sahip (otuz yedi olduğu sanılıyor) Umman şeyhliğinde, diğer yanda Delhi Sultanlığı'nda (1206'dan itibaren; 1310'da neredeyse bütün Deccan'a hâkimdi) olmak üzere Müslümanlar iki bölgede etkindiler. Bu yüzden, denizcilerin iki kıyı arasında, hatta boğazlara doğru daha da öteye güneybatı musonlarının yardımıyla seyahat etmeleri gerekirdi. 1420'lerde bir Hint (veya Arap) gemisi Ümit Burnu'nu geçerek Atlantik'e ulaştı.

Bu gemi yolculuklarında gemiciler, bölgeye doğru ilerleyen Çinlilerin geçtikleri yolları kullanıyorlardı. 1402'den kalma bir Kore haritası Afrika'nın uç kısmını da gösterir. 1405'te Çin Amirali Zeng He'nin büyük deniz seferleri başladı; birkaç girişimin ardından Endonezya ve Hindistan'a ulaştı, oradan 1417 dolaylarında Afrika'ya hareket edip 1431–1433 yılları arasında geri döndü.

Bu durumda, Hint Okyanusu Çin ve Arapların ortak denetiminde miydi? Öyle görünüyor ki bölgede Müslümanların temelde ticarî bir yapıda olan ve daha çok süreklilik arz eden bir varlıkları söz konusuydu.

15. yüzyılda Mingler'in yabancı düşmanlığı ve yalıtımcı politikalarına bağlı olarak, ipek yolunun kapanmasıyla doğu-batı ticaretinin tekeli Müslümanlara geçmiştir. Fakat bundan sadece Portekizlilerin müdahalesine kadar yararlanabilmişlerdir.

Portekizliler gittikçe ilerleyerek Afrika'nın çevresini dolaştılar. Bartholomeu Dias 1488'de Ümit Burnu'na ulaştı. Vasco de Gama Mozambik kıyısı boyunca ilerledi (Quelimane'de altın, mücevher, elmas ve baharat dolu dört Müslüman gemisiyle karşılaştı). Mombasa'daki benzeriyle rekabet edebilmesi için Malindi Sultanı Hint Okyanusu'nun en bilgili kılavuzunu Gama'nın hizmetine verdi. Bu kılavuz, 1462'den beri denizcilik incelemeleriyle tanınan İbn Mâcid'tir. İbn Mâcid, Portekiz filosunu yirmi üç günde günümüzde Kerala devleti olarak bilinen Mahé'nin güneyindeki Calicut'a götürmüştür.

Bu marifet, deneyimli bir kılavuzun göstergesi olsa da kılavuzun, denizcilikle ilgili incelemelerin yazarı İbn Mâcid olarak teşhisi resmî olarak belirtilmemiştir. Ne olursa olsun, bir Müslüman denizci, Müslümanların Hint Okyanusu denizciliğinden uzaklaştırılmasını istemeyerek de olsa alet edilmiştir. Bu; doğu Afrika, Somali, Arap Yarımadası, Hindistan yarı kıtası ve Laccadivler-Maldivler arasında günümüzde de devam etmektedir.

Kullanılan Yollar ve Araçlar

Muson olgusu, aileler tarafından işletilen düzenli yolların kurulmasını kolaylaştırmıştır.

Müslüman denizciler, Afrika'nın birbiriyle rekabet eden ve keşmekeş içindeki limanlarından çıkıp Hindistan'ın batı kıyısındaki Goa veya Calicut'a yerleşmişler ve Malezya'ya kadar uzanmışlardır. Çin'e varıp varmadıkları kesin olarak bilinmemektedir (Canton'da bir ticaret noktası kurulmuş olabilir). Batıdan doğuya, fildişi ve altın, lüks eşyalar için ham maddeler ve köle, dönüşte ise pamuk, ipek, baharat, seramik ve porselen taşınıyordu.

O zamanlar musonun, bu yolların yönlendirmesinde büyük etkisi vardı; kasım ayından marta kadar Hindistan'dan (serin) Afrika'ya (sıcak) doğru olan hava hareketi musonu kuzeydoğudan getirir, nisandan itibaren ise Güneş Hindistan'ı yeniden ısıtır ve musonun yön değiştirerek güneybatıdan esmesine yol açar. Hazirandan eylüle kadar tüm Arabistan'ı geçerek Bengal Körfezine kadar kuvvetli eser.

Gemi taşımacılığının yapıldığı iki temel yol vardı. Birincisi Malacca'ya giden yoldu; çeşitli sebeplerden ötürü bu yolun Seylan'ın

çevresini dolaşıp çok uzak mesafelerden sadece dış hatlarını çevreleyen bir yoğunlaşmayla veya geceleri, 'sahte ışıklarla' ve gözlem yardımıyla Nicobar'a kadar devam ettiği görülebilirdi. İkinci yol, Hindistan'dan Umman'a giden yoldu. Doğu musonunun bitiminde, bazen ters musonun işaretleri hissedilmeden önce görünen Socotra'ya, oradan da rüzgârın kollarında Arabistan istikametinde gidip Arap kıyıları boyunca ilerlenirdi; kıyıya zamanında ulaşılmamışsa Hindistan'a dönüp birkaç ay orda beklemek gerekirdi. Bu en iyi ihtimalle doğrudan gidiş yolunun iki misli demekti.

Kızıldeniz'e giden yol gibi düz bir istikamette devam eden yollar aynı ölçüde tehlikeliydi.

Bununla birlikte denizdeki bu merkezlerde değişiklikler olduğuna dair kanıtlar da var. Elyazmalarından, Singapur'un ötesinde, Sumatra'nın güneydoğusu, Bengal Körfezi, Arap-İran Körfezi ve Cidde'nin kuzeyi için geçerli yasaklar olduğu anlaşılır. Diğer taraftan Sunda Adaları, Chagos Adaları ve Pemba arasındaki enlem değerleri, daha sonraki dönemlerde doğrudan bağlantı olduğunu gösterir. Mehrî'nin eserinde belirttiği gibi 'Hint Denizi'ndeki denizciler ve Hıristiyanlar bu konuda hemfikirdiler... Fakat Çin'deki insanlar, Java ve ötesindekiler değildi...' Belgeler asılsız görünebilir fakat bilgimizin tam olması için Portekiz ve Hindistan'daki dokümanların araştırılması gerekir.

Meteorolojik özelliklerinden dolayı Hint Okyanusu, hem ters yönde esen rüzgâra karşı (rüzgârın yakınından) hem de rüzgâr yönünde çok hızlı seyredebilen gemiler gerektirir. Bugün hâlâ üretilen, tik ağacından yapılma yan yana monte edilmiş kalaslardan oluşan, uzun gövdeli ve arka kısmında yüksek bir güvertesi bulunan iki ya da üç gönderi olan tekneler, mahalli adetlere göre çalıştırılan *baghla*'lar* ve *sambuk*'lar** Arap üçgen yelken tarzıyla donatılmıştır. Bunlar uzun, ince ve kusursuz olan mevsimlik gemilerdir.

İbn Mâcid ve Mehrî'nin zamanındaki araçların, muson tersine döndüğünde yabancı bir limana demir atmak zorunda kalmadan mevsim sonunda rüzgâra yakın mesafede ve hafif esintilerle seyredebilecek düzeyde olduğunu biliyoruz. Diğer taraftan, bu gemilerin yapılışını ve

---

* 1 veya 2 direkli Arap teknesi.
** Bir tür tekne.

çeşitlilik gösteren donanımını tam olarak anlatamayız. 16. yüzyıla ait bazı Portekiz haritalarında bu gemilere en yakın çizimler yer almaktadır. Bu çizimlerde, dayanıklı ve nispeten küçük olan bazı teknelerde bugün de kullanılmakta olan dümen gibi bir aletin olduğunu ve (iki direkli gemilerde) dümencinin arka direğin alt kısmında uygun bir yerde durduğunu görüyoruz.

Denizcilik Terimleri

Rakım veya yükseklik: Bir gök cismindeki noktayla gözlem noktasının bulunduğu yatay düzlem arasındaki açı (rakım+doruk=90°).

Usturlap: Bir yıldızın, ufkun üzerindeki bir noktaya ulaştığı anı belirleyen eski bir alet.

Azimut: Bir yıldızın dikey düzlemi ile belli bir yer arasındaki (güneyden batıya doğru ölçülen) açı.

Koordinatlar: Bir yıldızın enlem ve boylamı.

a) *Ekliptik koordinatlar*: Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi içinde gök küresi üzerinde bir yılda çizdiği en geniş devriyle alakalı.

b) *Ekvatoral koordinatlar*: Dünya ekvatoru düzleminin göksel evi (celestial house) üzerinde bir yılda çizdiği büyük devri ilgili.

Pusula ile Seyrüsefer Hesabı: Önceki gidişat, hız, rüzgâr ve akıma dayanarak geminin bir deniz haritası üzerindeki konumunu saptama yolu. Bu tahmin edilen 'konum', koşulların el verdiğince, mümkün olan en kısa sürede gemicilere yol göstermeye yarayan işaretler ve gökcisimlerinin kesin gözlemi yoluyla doğrulanmalıdır.

Arka Rüzgâr: Arkadan gelen veya yakınlardaki rüzgârdır.

Serbest Rüzgâr: Geminin arka kısmında (iskele veya sancakta) 30° açıyla esen rüzgâr (rüzgâr...60°...)

Saat Mili: Gölgesi, günün vaktini gösteren, eski güneş saatinde bir kol veya iğne. Bazen güneş saatine uygulanır.

Çıkarma(lar): Karaya yaklaşma(lar).

Enlem: Belirli bir yerde, o yer ile ekvator düzlemi (ekvatordan ölçülür, kuzeye doğru artar, güneye doğru eksilir) arasında boylam tarafından oluşturulan açı. Geminin enlem ve boylamını belirlemek için 'kerteriz almak' gerekir.

Boylam: Belirli bir yerde, o yerin meridyen düzlemiyle bilinen standart bir yerin (genellikle Greenwich gözlemevi) meridyen düzlemi ile bu yer arasında oluşan ve batıya doğru ölçülen iki düzlemli açı.

Konak (veya ev): Belirli bir günde, Güneş'in iyi bilinen takımyıldızlarına göre (Yay Burcu, Kova Burcu vb.) gök kubbedeki konumu.

Meridyen (a): Belirli bir noktanın ve dünya ekseninin düşey açısı tarafından belirlenen düzlem.

Meridyen (b): Belirli bir noktadan belli bir günde, gök kubbenin görünen en yüksek noktasının (tercihen Güneş) ölçümü, geminin enleminin kolayca hesaplanmasını sağlar ve kuzeyden güneye doğru seyahat yollarına yardımcı olur.

Denizcilik Takvimi (ephemeris (tekil); ephemerides (çoğul)): Özellikle gezegenlerin Güneş'e ve Ay'a göre koordinatlarının, yılın her günü için belli değişken astronomiye ait ölçümlerin değerlerini gösteren cetvel(ler).

Denizcilik Yönergeleri: Kıyılar, rüzgârlar, akıntılar, işaretler, ışıklar ve deniz fenerleriyle ilgili denizcilik için yararlı olabilecek verilerin derlemesi.

Deniz Mili: Sadece denizcilik veya havacılıkta kullanılan uzunluk ölçü birimidir. Aynı boylam üzerinde yer alan ve aralarında bir dakikalık enlem farkı olan noktaların arasındaki uzaklığa karşılık gelir (yaklaşık 1.852 m).

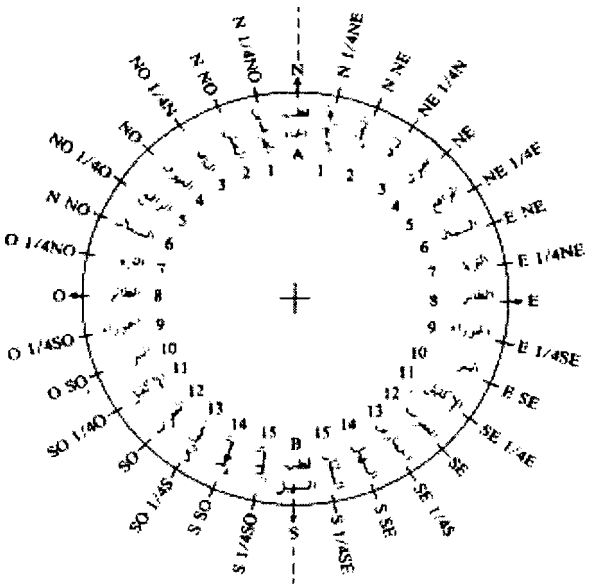
Okyanus Gemiciliği: Açık denizlerde yapılan gemicilik (karanın ve denizcilere yol gösteren işaretlerin görüş eriminin dışında kalan).

Presesyon (Salınım) : Dünya'nın, ekliptik düzleme dik bir noktada yer alan bir konum çevresindeki yavaş ve koni biçimindeki dönüş hareketleri.

Rumb: Pusulanın otuz iki bölümünden ikisi arasındaki açı (rüzgar mesahası): N, N1/4NE, NNE, vb. 1 rumb = 11° 15 (bk. şekil 6.1)

Deniz Yol İşareti: Kıyıya yerleştirilmiş, gemicinin denizdeki konumunu tespit etmesini sağlayan sabit ve çok kolayca görülebilen nesne.

Kıyı Yatağı: Denize dikey olarak giren ve sahile yakın deniz yatağı.



Şekil 6.1 Denizcilik yönergeleriyle ilgili Arapça elyazmalarında bulunan pusula.

A	Kuzey Kutbu	5	Vega Lyrae Yıldızı	9	Avcı Takım Yıldızı	13	Argo Navis
1	Küçük Ayı	6	Arkturus Yıldızı	10	Akyıldız	14	Yıldırak
2	Büyük Ayı	7	Ülker	11	Akrep burcu	15	Güney Haçı
3	Koltuk Takım Yıldızı	8	Altair	12	Antares	B	Güney Kutbu
4	Koç Takım Yıldızı						

Orsa etmek: Genellikle rüzgârla ilerleyebilmek için rüzgârı lombardan veya sancak kısmından yakalamak.

Tacking Point (Orsa Noktası), gybing point (Kavança Noktası): Yelkenin ön ve arkasındaki iç açılar.

Modern Astronomik Denizciliğe Dair Bazı Temel Gerçekler

Denizcilik konusunda özel bilgisi olmayan okuyucular, gemiciler tarafından 1950'lerde gemilerin konumunu tespit etmede kullanılan, yoğun olmasa da özel durumlarda başvurulan radyo-elektrik araçları, temel metotları kısaca inceleyerek İbn Mâcid'in çağdaşlarının bu konudaki teknik becerilerini anlayabilirler.

Karanın Görüş Menzili İçinde Denizcilik

Kara, henüz görüş menzilindeyken geminin yerini öğrenmek için pusula alidadı ve üç deniz yol işaretinin azimutu ile bir üçgen çizilir ve haritada işaretlenirdi. Üç noktanın birleştirilmesiyle elde edilen üçgen olabildiğince küçük ve doğru olmalıydı.

Karanın Görüş Menzili Dışında Olması Durumunda Denizcilik

Sis olması halinde veya geceleyin (kıyıda hiç ışık görünmezken) veya açık denizdeyken geminin rotası, pusula yardımıyla hesaplanan seyrüsefer hesabıyla tespit edilmiş olan son noktadan yola çıkılarak gidişatın tahmini, tahmin edilen hız (yüzeyde) ve gerekirse rüzgâr ve akım hesaplamalarının birlikte değerlendirilmesi sonucu çizilirdi. Yaklaşık bir sonuç elde edildiğinden mümkün olduğunca kısa zamanda işaretler ve yıldızlar gözlemlenerek doğrulanması gerekirdi.

Astronomik denizcilik genellikle iki şekilde olurdu.

İşaret olarak kabul edilen üç yıldız alınarak bütün rotalar için geminin konumu tespit edilirdi. Sekstantla ölçülen yıldızın 'yükseklik'i denizcilik takvimleri yardımıyla 'geometrik değer'e dönüştürülür, diğer bir deyişle aynı yüksekliklerde, aynı anda yıldızların görüldüğü noktaların yerleri haritada kabaca düz bir çizgi üzerine yerleştirilip mümkünse üç yıldızın birbirine 120° açıyla ve eş zamanlı olarak çizilmesiyle, işaret-

lerde de olduğu gibi büyüklüğü sekstantın doğruluğuna bağlı olan bir üçgen elde edilir. Bu da dolayısıyla kırılmaya, geminin ve ölçümü yapan kişinin kolunun sabitliğine vs. bağlı olduğu kadar yıldızın ve (gece ve gündüz 'görüş yetersizliği' olan) ufkun açıklığına da bağlıdır.

Kuzey–güney yolları için rota hesabı, enlem yardımıyla (kuvvetli ters akıntı olmaması halinde) dalgalı akımın doğru akıma dönüştürülmesi gerektiği yerlerde, daha hızlı meridyen metodu kullanılarak yapılırdı. İşlemci, günlük yerötedeki yıldıza odaklanır (astronomi takvimleriyle belirlenmiş varsayılan yerin meridyenini geçip sonra yüksekliği ölçerek gözlem noktasının enlemini bulmak için basit bir hesap yapar. En azından orta yükseklikler için (45°'den az), Güneş'in öğle vakti tam tepede olduğu zaman, bu yöntem genellikle daha doğru sonuç verir).

Bu nedenle tüm zamanlarda, denizcilikle uğraşanlar için işaretlerin gözleminin, yıldızların görünebilirlik ve yüksekliklerinin ve meridyenin ne kadar önemli olduğunu anlamak zor değildir.

İbn Mâcid ve Mehrî'nin çağdaşları için aynı unsurlar önemliydi; fakat daha basit yöntemler kullanıyorlardı. Harita üzerinde geminin konumunu belirlemek gibi bir alışkanlıkları yoktu. Ayrıca bu harita ('portolan' bir deniz haritası) günümüzde kullanılan yol haritalarıyla kıyaslanamaz (yaklaşık bir rota belirlemeyi sağlayan ve sonradan ayrıntılı küçük ölçekli haritaya çevrilen büyük ölçekli okyanus haritaları). Açık denizde kara görüş menzilindeyken, denizciler denizcilik yönergesi olarak kullanılan İbn Mâcid'in şiirleri gibi metinlerle karşılaştırarak kendi hesaplamalarını (hız, yolculuk süresi ve sürüklenme için) kullanırlar. Bu deniz talimatına örnek:

> Aden'den Goa'ya gitmek için, yılın bu döneminde bu tür bir rüzgâr sistemi bulacağın x noktasına doğru bir yol izle. Sonra Goa'daki iskeleye karşılık gelen yükseklikteki bir yıldızı ölçene kadar devam et. Bunu yıldızın yüksekliğini kullanarak her gece rotadan sapmayı düzelterek doğudan yap. Böyle bir yolculuk süresinden sonra ...

Bu sayede, harita, ölçü aletleri ve astronomi takvimleri gibi kesin ölçüm sonucunu sağlayacak aletlerin olmamasından ötürü modern taşıma fikrinin pek mümkün olmadığını anlayabiliriz. Buna rağmen İbn

Mâcid, Vasco de Gama'yı Malindi'den Calicut'a otuz üç günde götürmeyi başarmıştır.

İSLAM DENİZCİLİK İLMİNİ İNCELEMEDE KULLANILAN KAYNAKLAR

Daha önce de ifade ettiğimiz gibi bu çalışma İslam denizcilik bilgisinin detaylı bir incelemesi değildir. Fakat Hint Okyanusu'nun kuzey ve batı kısımlarını da içine alan iki denizcinin 1450–1550 yılları arasındaki mükemmel deneyimlerinin bir analizi olarak kabul edilebilir. Arap denizcilik bilgisinin göreliliği, asıl sahibi olan İbn Mâcid tarafından da kabul edilmiştir. İbn Mâcid Portekizlerle yaptığı işbirliğinden ötürü olsa gerek, Hint Okyanusu'ndaki yurttaşlarına, 'o dönemde denizcilik biliminin ve sanatın geldiği yer olan Frenklerin (Batılılar) okullarına' katılmalarını önermiştir.

1460 ve 1550 yıllarından kalma çeşitli elyazmalarında temelde yararcı ve ampirik olan bu tecrübeden söz edilir. Bu metinlerden günümüze kalmış olanlar, bu bölümde ele alınan konulara kaynak oluşturur.

Hem İbn Mâcid hem de Mehrî deniz kılavuzuydu. İbn Mâcid'in 1496'da (Vasco de Gama'nın yolculuk tarihi; bu yolculuk esnasında kılavuzu İbn Mâcid olabilir) ve dolayısıyla Portekizlerin 'Arap gölü' baskınını yaşamış olarak sanatının zirvesinde olduğunu kabul edersek bu durumda Mehrî'nin İbn Mâcid'den daha genç olduğunu varsayabiliriz. Çeşitli varsayımlara göre, 1511 ve 1554 arasında öldü. Bu durum ve çalışmalarının pek çoğunun aynı konuları içeriyor olması, kitabının hangi tarihte yazıldığını bulmamızı zorlaştırıyor.

Elyazmaları

Bu bölümde üç elyazmasından yararlanılmıştır.

1. İbn Mâcid'in 992 numaralı elyazmasının bir nüshası: Vr. 82^b–106^b, Doğu incelemeleri, Bilim Akademisi, Leningrad.

2. Paris'teki Ulusal Kütüphane'de yer alan Arap koleksiyonundan 2292 numaralı elyazması. İbn Mâcid'in bazı kitaplarını içerir.
3. Paris'teki Ulusal Kütüphane'de yer alan Arap koleksiyonundan 2559 numaralı elyazması. İbn Mâcid ve Mehrî'nin bazı kitaplarını içerir.

Bu elyazmaları, üzerlerinde değişiklikler yapılarak çoğaltılmıştır (metinlerin karşılaştırılması mümkündür). Bu nüshalarda bilmediğimiz kitap isimlerine rastlamak mümkündür.

Arap Bilgisine Dair Diğer Koleksiyonlar

Hint Okyanusu, denizciler arasında sıkça meydana gelen karşılaşmalara hatta işbirliklerine ve karşılıklı alışverişlere tanıklık etmiştir. Bunun sonucunda, 'Arap bilgisinin' parametrelerini yeteri kadar net bir biçimde ifade etmek mümkün değildir; bu bilginin önemli kısımları Çinli denizcilerden gelmektedir. Bunun yanında Portekizlilerin 16. yüzyıl denizciliğini anlatan kitapları kısmen de olsa İbn Mâcid ve çağdaşlarının bıraktıkları mirasa dayanır.

Bu sebepten ötürü denizcilik bilgisini, zaman ve tarihi aşan, birbiriyle rekabet halinde olanların ve her kuşağın zenginleştirdiği ortak bir depo olarak tanımlayabiliriz. Buna rağmen, Arap denizcilerin birkaç yüzyıl boyunca Hint Okyanusunda sayı bakımından üstün olmaları, İbn Mâcid ve Mehrî tarafından aktarılanları beslemiştir.

10. yüzyılda ve sonrasında Arapça yazılan eserlerin birçoğunun yazarı yabancı kökenliydi ve Arap denizciliğiyle ilgili kitaplar Araplar, Hürmüzîler, Hintliler vb. arasındaki farklılıklara önem verirdi. *Sind* adı verilen astronomi kitapları Marco Polo'dan çok önce Endülüs'te bilinirdi. Marco Polo, Uzakdoğu'daki denizcilerin kullandıkları yöntemlerden ve belgelerden faydalanmıştır. O dönemde Japon ve Çin haritaları da vardır.

Bu durumda Arapça yazılmış denizcilik bilgisine dair kitaplarla aynı türde olan diğer kitapları karşılaştırmalıyız. Geçmişte Portekizliler önceki kaynaklardan faydalanarak bu kaynakları kendi gözlemleriyle zenginleştirdiler; '1538 ve 1552 arasındaki dönemde, 4700'den fazla dokümanın neredeyse tamamı Portekizce olup hemen hemen hiçbiri yayınlanmamıştır' (Aubin 1972).

Bu nedenle İbn Mâcid ve Mehrî'nin öğretilerinin incelenmesi, farklı dönemlere ait diğer bütün metinlerle karşılaştırmalı olarak yapılmalıdır.

Kaynakların Mütalaa Edilmesi

İstinsahlarının asıl metne ne ölçüde bağlı kalındığı sorularını beraberinde getirecek olan yazarları açıklama ve inceleme kısmına geçmeden evvel, dil sorununu çözmek gerekir.

Arapça, yüzyıllar boyunca çok değişmeyen bir dil olarak kalmış olsa da öğretiler bize anlaşılmaz gelen bir terminolojiyle yazılmıştır. Buna rağmen, günümüzde kullanılan sözcüklerden daha iyi açıklayan kelimeler kullanılmıştır. 'Orsa Noktası' ve 'Kavança Noktası' o dönemde, bugün de olduğu gibi özel terimlerle ifade ediliyordu. Fakat bazı durumlarda sağ ve sol aynı şekilde yazılıyordu. Bunun gibi örneklere sıkça rastlamak mümkündür.

Peki, bu durumda, İbn Mâcid ve Mehrî'nin eserlerini okurken nelere dikkat etmek gerekir? Konu hakkında bilgisi olan bir okuyucu ne kadar eleştirel yaklaşmalıdır? Yazarlar ve eserleri (birbirinden oldukça farklı yaklaşık kırk cilt) hakkında bilinenler yararlı olabilir; konuyla ilgili kapsamlı incelemeler Ferrand (1921, 1924), Khoury (1970, 1972) ve Tibbets (1971) tarafından yapılmıştır.

İbn Mâcid'in gösterişli yazıp sistemli olmamasına karşın, Mehrî'nin didaktik ve gösterişsiz oluşu ilk bakışta iyi bir özellik olarak algılanmasına rağmen, yazarların bilimsel gerçekleri ifade ediş biçimleri ve İbn Mâcid'in denizcilikle daha iç içe oluşu, kendisinden daha iyi olmaya çalışan Mehrî'den daha fazla denizcilik yaptığını göstermiştir. Mehrî'nin akıllı ve denizle ilgili konulara merak duyan kötü bir denizci olduğunu anlıyoruz. Bunun yanında 'Kaptan Marius'[1] gibi denize tutkun bir kişilikle karşılaşıyoruz.

Şüphesiz, deneyimli olmayan denizciler için yazıldığı anlaşılan Mehrî'nin kitapları, okuyucunun zorlanmasına yol açar. Bu kitaplar, daha ziyade duygulara yönelik ve sadece konu hakkında bilgi sahibi

[1] Renkli ve heybetli eski deniz köpeği, bir Fransız çizgi film kahramanı. (İngilizceye ç.n)

olanlarla hızlı kavrama becerisi olanların anlayabileceği imalardan oluşan şiir kitaplarıdır.

Üstelik eleştirel inceleme teknikleri, bazı metinlerin doğruluğunu tespit emek için gereken temel araştırmayı kolaylaştırabilir. 992'den kalma, denizcilik hakkındaki üç metinden biri olan elyazması *Sufeliyye*'de bazı bölümler, İbn Mâcid'in yaptığı hatalardan ötürü güvenilir değildir; bunu müstensihin hatası olarak düşünemeyiz. 'İbn Mâcid Temsilcisinin' niyetini ortaya çıkaran tek metin bu değildir.

Son olarak gelenekçi bir tutumu olan İbn Mâcid (kuzey kutbu ile pusulanın kuzey yönü arasındaki açıyı gösteren cetvellerden söz etmesine rağmen) bir meridyen yüksekliğinden elde edilen enlem teorisi konusunda herhangi bir şey söylememiştir. Mehrî ise bu hususa ustalıkla değinir, fakat formülü güney enlemlerine uygulamamayı seçerek kendisiyle çelişir. Bu yüzden, ekvatoru hiç geçememiştir; bu da onun bulduğu sonuçların bir kısmını açıklar.

İbn Mâcid ve Mehrî'yi incelerken bilim ve ampirizm arasındaki ince çizginin nerede durduğu sorusuyla karşılaşıyoruz. İbn Mâcid gibi ampirik ve gelenekçi bir denizci, çalışmalarını uzun ve doğrudan deneylere dayandırıyor. Bunu dikkate alacak olursak, bu denizcileri bilim adamı olarak kabul edebilir miyiz? Şüphesiz, Mehrî'yi ilgi alanı deniz olan bir bilgin; İbn Mâcid'i de yeteneğinin yanı sıra kişiliğini lekeleyen kusurlarına rağmen 'kendi sınıfında bir usta' olarak kabul edebiliriz.

ARAP DENİZCİLİĞİNDE KULLANILAN ARAÇLAR

Bu çalışma, Arap denizcilik ilmini öğretmeyi amaçlamaz. Kendi içinde eksikleri olan ve tutarlılıktan yoksun olan bilgileri anlamayı kolaylaştırmaya çalışır.

İbn Mâcid gibi bir Arap denizcisini, o günün doğruluğu tartışılır bilgisiyle işaretleri veya yıldızları gözlemleyen ve bulduklarını daha önce seyrüsefer hesabıyla elde ettiği sonuçları düzeltmek için bir harita

üzerindeki üçgene yerleştiren gözetleme görevlisi olarak tasavvur etmemeliyiz.

İbn Mâcid kendi deneyimlerini ve kendinden öncekilerinkini kullanarak 'gelişmiş seyrüsefer hesabı' olarak adlandırabileceğimiz, geliştirilmiş bir hesaplama yöntemini kullanmıştır. Çizimler büyük olasılıkla yalnızca karalar arasındaki mesafelerde veya kıyılara ve limanlara yönlendirmelerde rehber olarak kullanılıyordu. Çoğunlukla bundan başka bir işte kullanılmıyorlardı. Bir yıldızın yüksekliği, gemiyi belli bir alana yerleştirmeyi sağlıyordu. 'Denizcilik yönergeleri,' denizcilerin bilgileri ve sezgileri hesaplamayı belirlerdi. Daha önce ifade ettiğimiz avantajları sağlayan Hint Okyanusu'ndaki sabit rüzgârlara rağmen musonlar, rüzgâr ve akımların kuvvetlerini ve yönünü tahmin etmeyi sağlamaya yetecek kadar düzenli değildir.

Ölçü Birimleri

Bilimsel ve birleştirici olan metrik sistemin kullanılmadığı bir zamanda yaşayan Araplar hangi ölçü birimlerini kullanıyorlardı? Parmak hesabı, *zam*'lar ve *tirfa*'lar kullanılmaktaydı. Günümüzde olduğu gibi uzaklığın belirlenmesine yarayan yükseklik birimiydi, *zam*'lar ve *tirfa*'lar parmakla ifade ediliyordu. Sabit bir ölçü birimi o zamanın insanları için söz konusu bir kavram olmaması, bilimsel bir yaklaşım için önemli bir engel oluşturuyordu. Doğru ölçüm yapabilen aletlerin olmaması, durumu daha da zorlaştırıyordu. Bununla birlikte temelde değişmezliğin, değişmelerin büyüklük sırasının gözlemlerin kesinlik derecesiyle tutarlı olmasını sağlaması önemli değildir.

Parmak Hesabı ve Zübbân

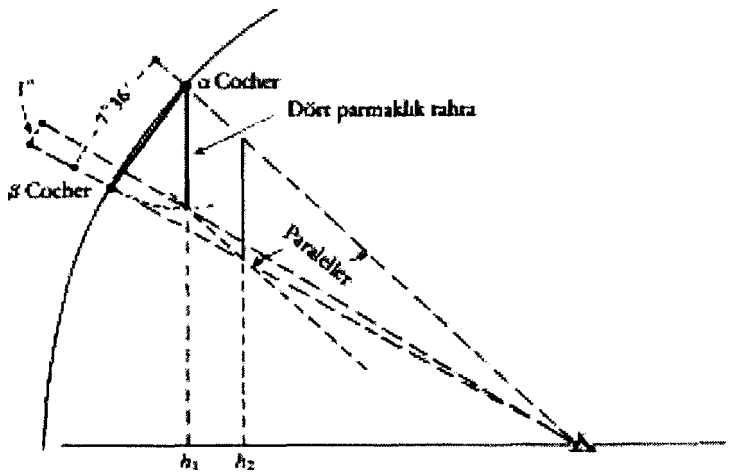
Parmaklar 'tahta' yardımıyla ölçülürdü (bk. s. 225–8). En büyük ölçüm on iki parmak veya 20° olandı. Bu nedenle sadece alçak yıldızların yükseklikleri ölçülebilirdi.

Farklı kültürler ölçümlerini parmak, dirsek, ayak, avuç vb. hesabına dayandırıyordu. Bir bıçak yardımıyla tahta üzerine oyulmuş açılar imkânsızı başarmak için kullanılıyordu. Doğru yüksekliklere, 20°'ye kadar olan yerlerde ulaşılabiliyordu (5°'nin altında tesadüf olduğu düşünülemeyecek sıklıkta doğru sonuç elde ediliyordu).

Hal böyleyken, zübbân adı verilen dört parmağın oluşturduğu açı standart haline geldi. (İbn Mâcid'in zamanındaki denizciler, eğer çap değişmeseydi kutup yıldızının dönüşü yardımıyla dört parmaklı standardı bulabilirlerdi. Yüzyıllardır sabit duran pek çok yıldız arasındaki açısal uzaklık sabit kalmaktaydı ve durum ne olursa olsun gökyüzü değişmez bir başvuru kaynağıydı.)

Zübbân terimi, iki yıldızla bağlantılı olarak kullanılır. Bunlardan Cocher, İbn Mâcid'in en sevdiklerinden biriydi. 'α Cocher'in, doğusunda bir *zübbân* (β) ve zübbân'ın güneyinde aynı büyüklükte *zübbân*'ın *zübbân*'ı diye adlandırılan bir yıldız (θ) vardır. Aralarında dört parmak uzaklığı vardır.'

Buna rağmen, İbn Mâcid, Mehrî'nin aksine bu tahta ölçütünü resmi olarak dayanak almaz. '*Zübbân* ölçüm tahtası, Aslan burcunun doruk noktasında, α Cocher'in *zübbân*'ına karşılık gelmelidir. Bu ölçüte göre bölündüklerinde, diğer tahtalar da doğru olacaktır. Bu açısal bir ölçümdür ve kolun uzatılmasıyla yapılan ölçümden daha doğru sonuç verir.'



Şekil 6.2 (Not: Oranlar büyütülmüştür)

α ve β arasıdaki açısal uzaklık 7° 36′; θ ve β arasındaki ise 7° 42′dır. Verilen doruk noktasında α ve β dikey olup, tahta ile dikey olarak alınan ölçüm dışında başka bir doğru ölçüm yöntemi olmamasından ötürü Mehrî'nin ülkesinde, *zübbân* için dört parmak yönteminin referans alınması, en azından ona göre doğrudur. Bu durumda (Şekil 6.2), gözlemlenen açı 6° 40′ olduğunda (gerçek 7° 36 açısıyla kıyaslandığında) tahta 1° kadar 'dışarıda'dır. Bu, kolun h_1 den h_2 ye küçültülmesi gerektiğini gösterir.

Bu fikirlere açıklık getirmek ve açılar arasında bir denklik sağlamak için (İbn Mâcid tarafından belirtilen yıldızların meridyenlerinde olduğu gibi) 'modern' bazı düzeltmeleri dâhil ettik: kırılma (atmosferin katmanlarından ötürü ışınların eğilmesi), gerçek yükseklik (gözlem noktasının deniz etkisinin üzerinde gök kubbenin ölçülebilen yüksekliği) ve kutup yıldızı (gerçek kuzeyi göstermez, Kutup yıldızının meridyen olarak gerçek yüksekliği enlemi verir). Bu hesaplamaların sonuçları Tablo 6.1 de gösterilmiştir. Bütün bilimselliğine rağmen Mehrî'yi (İbn Mâcid ile aynı fikirde olduğu durumlar dışında) çok tartışılabilir bulup İbn Mâcid'in gözlemlerinden yararlandık.

Bu tablo sonuçları, meridyen olarak kabul edilmiş yıldız çiftlerinden olduğu gibi α Güney Haçı, α Eridanus ve hepsinden önemlisi Kutup Yıldızı meridyenlerinin karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. İkinci ve on ikinci derece arasındaki ortalama değer 1°36′ olarak Portekizliler tarafından belirlenen şekle karşılık gelir. İlk büyük parmağı, ufku tahtanın alt kısmından ayırt edebilmek için tahtanın çok yükselmesini gerektiren ufkun gece bulanıklığıyla açıklayabiliriz. Bu varsayım, meridyen yöntemiyle ölçülemeyecek kadar yüksek olan büyük güney yıldızlarının eşleşmelerinde gözlemlenmiş ölçümlerle doğrulanmıştır. Metinlerde 'α Navire ve β Centaurus takım yıldızı ... Ay'ın ışığıyla; ilk kuzey ikliminde ölçülmelidir... Bu güney yıldızlarına özgüdür' şeklinde anlatılmaktadır.

Ufkun Ay ışığıyla net olması, tahtanın aşırı yükselmesini ve yüksek bir sayının çıkmasını önlemiş olmalı.

Tablo 6.1 Parmak ve enlemlerin yüksekliği

Parmaklar		*Farklılıklar*	*Kırılım düzeyi*	*Gerçek Rakım (Gözlenen Rakım* ς *m)*	*Kutup Yıldızı düzeyi*	*Kutup Yıldızı Enlemi*
1.	2°39′	1°39′	.. 20′	2°34′	3°31,8 ...	6°05,8
2.	4°33′	1°44,5	.. 15′	4°18	"	7°49,8
3.	6°17,5	1°37,5	.. 12′6	6°04,9	"	9°36,7
4.	7°55	1°30	.. 11′	7°44	" ...	11°15,8
5.	9°25	1°42,5	.. 10,2	9°14,8	"	12°46,6
6.	11°07,5	1°42,3	.. 9,3	10°58,2	"	14°30
7.	12°49,8	1°30,55	.. 8,6	12°41,2	"	16°13
8.	14°20,3	1°25,6	.. 8,1	14°12,2	"	17°44
9.	15°45,9	1°29,58	.. 7,7	15°35,2	"	19°10
10.	17°15,7	1°44,56	.. 7,5	17°08,2	"	20°40
11.	19°00,3	1°22,5	.. 7,1	18°53,2	"	22°25
12.	20°22,8		.. 6,7 ...	20°16,2 ...	" ...	23°48

Günümüz okuyucusunu, tablodaki parmakların eşitsizliği şaşırtabilir; oysaki Araplar parmakların birbirinden farklı olup olmadığını düşünmemişlerdir. Metinlerin yakından incelenmesi, bugünkü çalışmaların ilerlemesini engeller ve ayrıca yükseklikle ilgili yanlışlıkları aza indirir.

Zam'lar

Tahmini uzaklıklar zam diye adlandırılan bir birimle hesaplanıyordu. Mehrî'nin tanımıyla, *zam örfi* ve ıstılahî (teknik) olmak üzere iki çeşittir. *Örfi zam*, teoride veya gerçekte yıldıza doğru dönerken ya da uzaklaşırken *bir yıldızın bir parmak yüksekliğinde artıp azalması gibi bir uzaklığın sekizde biridir...*'

Başka bir yerde *hakkî*, 'gerçek' veya 'gerçek anlamında' zam ölçümle elde edilir diyerek tanımı değiştirir (meridyen yöntemi kullanılıyordu ve Mehrî bu durumun farkındaydı, buna rağmen İbn Mâcid matematiksel olarak yanlış olsa da geminin eksenine yerleştirildiği müddetçe başlangıçta gözlemlenen yıldızın azimutu ne olursa olsun yöntemin geçerli olduğuna inanmıştır). Mehrî, örfi *zam*'ın 'orta kuvvette sabit bir rüzgâr' gerektirdiğini ifade eder. Diğer taraftan, İbn Mâcid'in çok söz ettiği ve ayrıca: 'Istılahî 'genel zam'ların' kesin değeri, rotaların ve uzaklıkların (gerçekten gidilmiş olan) *zam*'larını aşar' diye belirttiği ' genel zam'lardan Mehrî (benim *cumma* yorumum) söz etmez. (Bu bölüm, tahmini bazı uzaklıkların sorgulanmasına yol açar.)

'Genel *zam*'larla İbn Mâcid sadece belirli bir standardı belirlemeyi kastetmiştir: 'Normal bir sefer için üç saatlik bir *zam*'ı ben bu şekilde hesaplarım; okuyucu bunu gerektiği şekilde duruma uyarlayabilir.'

Böyle söyleyerek Mehrî'nin 'belirli *zam*'ına yakın bir ifade kullanmış olur; fakat daha da ileri giderek 'ağır' ve 'hafif' *zam*'lar arasında bir ayrım yapar. Tipik ağır zam sessizlik ve akıntının olmadığı durumlarda kullanılır.

Bununla birlikte bu terimleri belli bölgelerle ve o yerlerin kendine özgü meteorolojisiyle ilişkilendirerek kullanması beklenmedik bir durumdur. Bir sonraki bölüm, İbn Mâcid'in bu uzaklıkları yıldızların (bir boylamın parçasını bulmayı sağlayacak uzaklığın meridyenden yapılacak astronomi ile ilgili gözlemle ölçülebileceğini varsayan) yüksekliklerindeki değişimlerle birleştirdiği 'özelliklerin özelliği'nden ('oranın türünden') biri olan *derîbe'd-derâib* ile ilgilidir. 'İlk rumb'un tahmini uzaklığı ağırdır... Ne Bab'dan (el-Mandeb) Zukur'a, ne Muruti'den Brawa'ya (doğu Somali) ne de Hadmati'den Muluk'a (Maldivlerde 2° 35 ten 1° 50′ Kuzeye) kadar olanı kapsamaz...'

Belirtilen uzaklıklar arasında büyük farklılıklar vardır, 'en hafif' olanı kuzey musonlarının uygun bir akıntıyla serin ve düzenli estiği Somali'dir. Söz konusu muson bu sularda gemicilik yapanlar için en uzun süre esen rüzgârdır. Bu esnada, bütün gemiler sonradan şiddetlenmesine karşı önlemlerini almak üzere, güneybatı musonu başladığı zaman, esinti henüz hafifken bir strateji belirlerler.

Ölçü biriminin göreceliliğinden kaynaklanan çelişkilere bir de yolların çeşitliliği eklenirdi. Bu nedenle İbn Mâcid 'Somali'deki böyle bir yerden Aden'e yirmi *zam* vardır, hatta doğuya esen musonla birlikte daha az bile olabilir' der. Bu bölüm, uzaklıkların sadece çıkış ve varış noktasıyla hesaplanmadığını gösterir. Bu uzun yollarda karşılaşılan bir sorun değildir. Bazen kısa seyahatlerde ortaya çıkan şaşırtıcı hız durumlarını açıklar.

Derîbe (tarih belirtilmemiş), *zehebiye* ve *hâviye* değişken *zam*'larda gözlemlenen uzaklıklarla olduğu gibi benzer şekilde uygulanır (kabul edilmez çünkü daha önce de gördüğümüz gibi boylam gözlemi olarak algılanır). Eğer *hâviye* henüz İbn Mâcid'in ilk işini temsil ediyorsa *Derîbe*'nin en başından itibaren o parlak dönemini anlatıyor demektir. Bu durumda ya İbn Mâcid'in inatçı bir azmin (çok olası değil) kurbanı olduğu veya boylam korelasyonunu (ilgileşim) anlamadığı düşünülebilir.

Uzaklık-zaman oranı göreceli olmasına rağmen, parmağın sekizde birine bağlı olan teorik *zam*'ın yaklaşık on iki deniz mili değerinde olması olasıdır.

Mehrî, parmak hesabına bir standart getirerek 'zam'ın matematiksel değerini belirlemiştir. 'Astronomlar, Kutup Yıldızının dönüşünün (denizciler tarafından dört parmak standart kabul edilmiştir) 6° 6/7′ (1505 için doğrudur) olduğunu ve bir parmağın 1° 5/7′'ye 1°'nin de 1° *zam*'a denk geldiğini gayet iyi biliyorlardı...' Bu, zam için 12,82 deniz mili değerindedir.

Tirfa'lar (ve Sapmalar)

Tirfa, her rumb'da bir gök cisminin meridyen değeri bir parmak değişmeden önce kat edilen mesafedir.

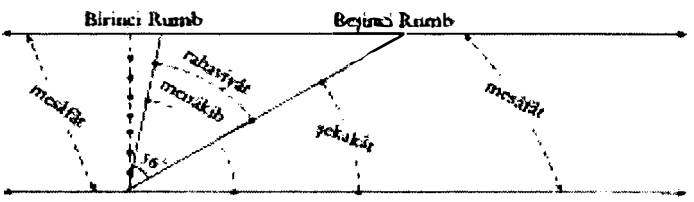
Burada tekrar, bize yabancı gelen; fakat insanların soyutlama yöntemiyle çalıştıkları dönemden önce, sadece somut verileri gözlemleyerek çalıştıkları ve oldukça doğal algılanan ve göreli bir ölçü birimi olan bir kavramla karşı karşıyayız.

Tirfa'lar, yönün rumb'una göre meridyenlerle bağlantılarındaki eğrilikle bilinirler: küçük açılı rumb'lar (1-5) *rahaviyyât*, diğerleri ise *şakakât* olarak adlandırılır. İbn Mâcid 'özellikle gözlemle hesapların birbiriyle tutarlı olduğu durumlarda, *rahaviyyât* için seyrüsefer hesabının daha uygun; *şakakât* için ise sadece yüksekliklerin uygun olduğunu' batıya veya doğuya yakın yollarla bağlantılı olarak ifade eder (hesaplanan yoldan çok emin olunmadığı durumlar için). Batıdan veya doğudan esen uyumsuz rüzgârlar söz konusu olduğunda kusursuz bir sonuçsuzluk adına bu çok söylenen oldukça mantıklıdır.

Bunlara ek olarak, doğuya veya batıya olan uzaklıklarla (*mesâfât*) meridyen arasındaki yolu en iyi şekilde açıklayan *menâkib*'den (genel Avrupa terminolojisinde 'sapma' 'eğrilik' veya 'incardinal rumb* çizgileri') de söz etmeliyiz.(bk. Şekil 6.3)

Tablo 6.2 de gösterilen *tirfa*'lar İbn Mâcid'in ve Mehrî'nin kitaplarında hesaplanan uzaklıklarla ilgili unsurları bir araya getirir.

Her iki yazarın bu konularla ilgili teorik görüşlerinin böyle bir tablodan çıktığı açıktır. Fakat doğu veya batı *tirfa*'lar için söz edilen kesin değerlerin gerçekte sonsuz olduğunu bilmek şaşırtıcıdır. Mehrî'yi göz önüne alırsak kitaplarının kesin tarihini bilemeyeceğimizden ilerleyişini yargılayamayız. Çoğu kez farklı denizcilerden topladığı bilgileri aktarır. *Tuhfe* için yazdığı açıklamada, Coromandel denizcilerini de içeren farklı ekollerden kişileri tanımlar ve 'kılavuzlar tarafından göz ardı edilen çeyrek daireye dayandırarak bunun kendi ekolü olduğunu ifade eder.



Şekil 6.3

* Ana rumblar arası çizgilerden her biri.

Tablo 6.2 Tirfa'ların zam olarak ifade edilişi

	Tam Değer	*Eski Değerler*	*Mg*	*Minhâc ve Tuhfe'deki*	*Tuhfe Yorumundaki*	*Şülûân*
Kutup	8	8	8	8	8	8
1.rumb	8,16	10	10	9	9,6	10
2. „	8,65	12	12	10	11,4	12
3. „	9,62	14	14	11	13,4	14
4. „	11,32	16	6-16	12	16	16
5. „	14,4	18-20	18-20	20	20	19
6. „	20,9	22-25	21-25	20	35	24
7. „	41	30-40	30-40	35	42	40
7-8 „	83	30-50	40-50	66	72	?
8. „	son-suz	40-60	50-64		son suz	

Öncesinde, yaklaşık kesirler ekleyip çeyrek sinüs yöntemini tekrar kullanarak ilk dört rumb'un şekillerinde düzeltmeler yapmıştı. Bu şekilde, eğer ilk dört rumb için verilen değerlerin Coromandel denizcilerinin ifade ettiği değerlerle kıyaslandığında hatalı olduğu anlaşılırsa yedinci rumb hariç (bir sonraki rumb için herhangi bir yorum yapılmaz) diğerleri yanlış hesaplanmıştır.

Bu noktada, toplamalardan, metinlerin düzeltmelerini çoğaltan kişileri sorumlu tutmak haksızlık olur. Mehrî'nin bilgisi, diğer hususlarda doğru olmakla birlikte, böylesine basit bir soruna meydan verirken rumb'lar yönünde bir temel oluşturup insanların onu ilerletmesini amaçlamış olmalıdır.

Haritalar

Elyazmaları astronomi haritalarından kısaca söz eder ve o zamanki denizcilerin haritalarının olduğunu belirtir (metinlerde bunlara göndermeler yapılır fakat günümüzde bu metinler kayıptır. Portekizliler bu metinleri görmüştür.) 1500'lü yıllarda denizciler, Hint Okyanusunu deniz haritaları ve astronomik haritalar olmadan dolaşmışlardır. Kesin doğruluğu olmasa da yaklaşık değerlerde bir harita ve çok sayıda denizcilik yönergelerinden faydalanmışlar, bunların açıklığa kavuşturmadığı bir durumla karşılaştıklarındaysa kendi deneyimlerine güvenmişlerdir.

O dönemde kullanılan haritaların, araçların deniz üzerindeki yerlerini belirlemede işe yaramadığını söyleyebiliriz. Bu haritaların isabetliliği, tahmini konumun belirsizliğinden daha aşağı olan kıyılar arasındaki uzaklıklar bakımından astronomik gözlem yoluyla doğrulanırdı.

Zamanın denizcileri tarafından kullanılan denizcilik yönergelerinin somut örnekleri olan İbn Mâcid'in ve Mehrî'nin elyazmaları her parmak yüksekliğine (Kutup Yıldızı, Küçük Ayı βγ Büyük Ayı εξ) denk gelen deniz uzaklıklarını (İbn Mâcid kara uzaklıklarını da belirterek) verir. Bu uzaklıkların orijinal meridyen sistemlerine uygun hale getirilmesi, kıyı yollarıyla bağlantılı (garip bir şekilde bu yönlendirmelerin doğru istikamette olduğunda ve yuvarlak rumb'larda olduğunu düşünerek) olan bütün noktaların yerlerinin öğrenilmesini sağlamıştır. Buna rağmen zaman zaman Berber Körfezi örneğinde olduğu gibi belli bölgeler için ayrıntı farkları olabiliyordu. Şekil 6.4 teki harita, İbn Mâcid'in ve Mehrî'nin eserlerinde gösterilen kıyı çizgilerini, doğru şeklini vererek karşılaştırır.

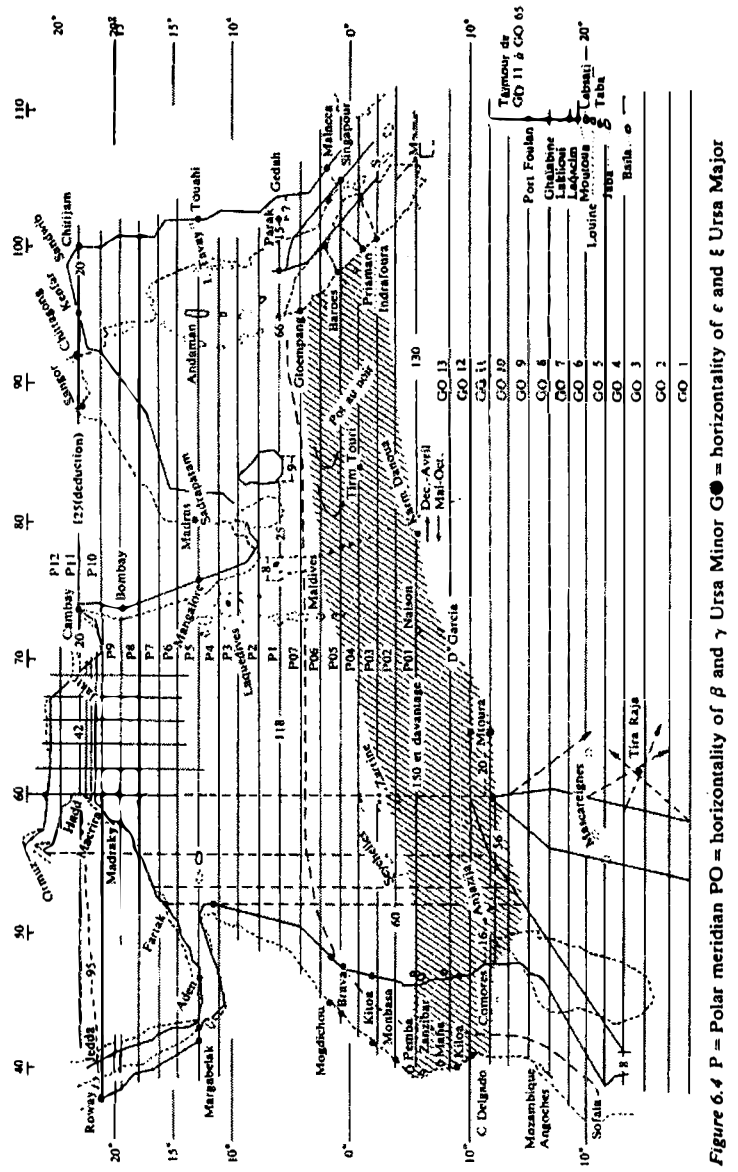


Figure 6.4 P = Polar meridian PO = horizontality of β and γ Ursa Minor GO = horizontality of ε and ξ Ursa Major

Şekil 6.4 P = Kutup Meridyeni, PO = β ve γ Küçük Ayı'nın yatay düzlemi GO = ε ve ξ Büyük Ayı'nın Yatay düzlemi.

İbn Mâcid de Mehrî gibi uzaklıkları sistemli bir şekilde düzenler. Bu iki yazar, aynı bölgeyi ele alırken farklılık gösterseler de zaman zaman birbirlerini tamamlarlar. Bütünde uyumlu olmak hiç de kolay değildir. En açıklayıcı örnek, Bargamlah'tan (Babu'l-Mendeb Boğazı yakınındaki modern Mergabeleh) Tavahi'ye kadar olan (Burma'daki Tavoy) Kutup Yıldızı için beş parmak yüksekliğiyle ilgilidir.

Enlemle ilgili yapılan hatalar, haritada Arapların bilmedikleri yerleri gösterir. Özellikle Avustralya (Timor) için durum böyledir, dikey bir çizgiyle (uzaklıklar verilmeden) varsayılan konum gösterilir ve yer yapısı oldukça yenidir.

Madagaskar iki şekilde gösterilir. İbn Mâcid batı kıyısını gösterir. Uzakdoğu'yla ilgili bilinmezlik Malakka'dan sonra başlar. Sumatra'nın batı kıyısına dair önemli hatalar vardır. İbn Mâcid'in ve Mehrî'nin Sunda Adalarının yeri konusunda belirttiklerinde iki parmak fark vardır. Bali Java'nın batısında gösterilir.

Daha az olmakla birlikte Sri Lanka (Seylan) ve Nicobar Adaları'nın kuzeyindeki sınır konusunda da bir çelişki vardır çünkü İbn Mâcid'e göre 'az sayıda Arap Bengal'i, Siam'ı ve Hindistan'ın doğusunu ziyaret eder...'

Tirm Turi'nin efsanevi adası da açıklanmıştır. Üstelik gemilerin 'pot au noir'a (karanlığın kazanı) girmeyi göze almamalarından ötürü kesin olarak bilemedikleri Seychelles ve Mascarene Adaları'ndan çok daha net bir şekilde açıklanmıştır. Afrika kıyısından ve Sunda Adalarıyla farklı boylamda yer alan Karm Danva (veya Diva) göz önüne alındığında, yakın zamanda gerçekleşen Endonezyalıların göçlerini doğrular görünür.

İbn Mâcid, *Kıbletü'l-İslam*'ında zamanının yanlış inanışlarını düzeltir. Bu eserdeki yönlendirmeler kontrol edildiğinde Şekil 6.4'te yeniden çizilen şekilleri doğrular (çok geniş olan Madagaskar ve denizden uzak olan yerler bunların dışındadır).

Haritalar, belirsizliklerden ötürü oldukça kötü durumdaydı. Elyazmaları da denizde ne ölçüde kullanıldıkları hakkında çok bilgi vermez. Arap coğrafyacılarının haritaları bilmedikleri düşünülür. Buna rağmen İberya haritacılığının yükselişinden önce halk tarafından geliştirilen denizcilerin haritaları (deniz haritalarının aksine), denizcilere böl-

geler hakkında bir tür parçaların birleştirilmesiyle oluşan bir fikir sağlamış ve bölge coğrafyasına dair bilgileri olmadan denizcilik yapmalarını önlemiştir.

Aletler

Pusula (ve İbre Yönünde Sapma)

Yön bulmaya yardımcı olan işaretlerin görüş menzilinde olmadığı durumlarda, yakınlardaki radyo-elektrik dalgaları denizcilere yardım eder; gemiciler Avrupalıların ve diğerlerinin 'pusula' olarak bildikleri aleti kullanırlar. Aynı sözcük, o dönemde Akdeniz üzerine yazdığı yazılarda İbn Mâcid tarafından kullanılmıştır.

Pusula dolabına yerleştirilmiş manyetik bir ibrenin oluşu, ne şekilde yerleştirildiği tam olarak bilinmese de doğal karşılanmıştı. Fakat iki önemli husus vardır:

1. İbre ve Semeke, ibreyi ifade etmek için kullanılır, fakat Semeke sadece iki defa kullanılmış bir terimdir.
2. Pusulanın eksikliklerivle ilgili bir açıklama yazısından yola çıkarak bir eksen desteği veya blok varsayımına inanabiliriz. Bu açıklama yazısında, '...rüzgar gülü (rose) ve kötü bağlantıdan kaynaklanan' diye bir cümle vardır (sadece bir yerde geçer). Eksen yardımı olmadan, ibre kabın kenarlarına çarpmadan nasıl rahat hareket edebilirdi? Bu durumda pusulanın eksiklikleri tartışılırken nasıl oluyor da bir kez olsun bir kabın varlığından söz edilmiyor? Denizcilikle uğraşan bir kimse ilk bakışta gemi yalpalarken veya rotadan sapmışken dahi 'ağırlık'ın pusulanın kendisini düzeltmesini sağladığını anlardı.

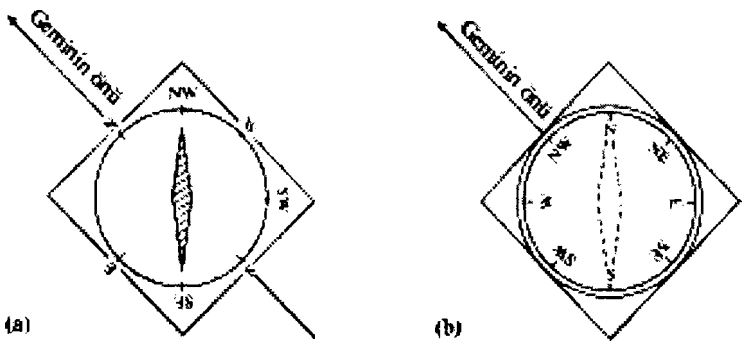
Gündüz vakti, değişken bir rüzgârı gösterip ona uygun seyretmek ve geminin uygun şekilde gitmesini sağlamak için bir ip parçası yeterli olabilirdi.

İbrenin, kutunun içinde veya pusula dolabında bir blok yardımıyla eksen üzerinde kaldığı varsayımını dikkate alacak olursak bu durumda istenen yol nasıl bulunurdu? İki şekilde yapılırdı:

1. Gemiye sabitlenmiş olan pusula kutusu kademeliydi; ama tersi olursa şekil 6.5 (a)'da olduğu gibi gemi KB'ye gidiyorsa, derece K'nin sağını gösterirdi ve ibre bu yönde olurdu.
2. Bunun tersine, kademeli rüzgargülü üzerinde ibre tarafından taşınan ve ibreye sabitlenmiş bir işaret, pusula kutusu için (yuvarlak olması gerekmez) yeterli olabilir: Bu işaret ileri yönü gösterir (itimat çizgisi) ve rotayı ifade eden kertikle (yaklaşık olarak da olsa) aynı hizada olmalıdır (Şekil 6.5 (b)).

Dümenci bilinçsiz olarak da olsa her zaman önündeki yönergeyi okuduğundan ikinci çözüm daha elverişlidir. Birde ise yolun gidişatından farklı olan ibrenin gösterdiği noktayı dikkate almak durumundadır; dolayısıyla ikinci çözümün tercih edilmesi halinde gemiyi bu istikamette götürmesi daha kolay olacaktır.

Yıldızlara göre dümen kullanmak için birinci yol daha uygundur. Hal böyleyken bu iki yöntemin, bu geçiş döneminde bir arada kullanılmaması için hiçbir neden yoktur. Bu, o dönemden kalma metinlerin *el-hakka* (dikkatli bir şekilde kullanıldığında sadece pusula kutusu demek), *Beytü'l-ibre* (göstergenin konumu) ve *ed-dâire*'nin gelişigüzel kullanmalarının nedenini de açıklamış oluyor.



Şekil 6.5

Son olarak, pusulanın nasıl aydınlatıldığı sorusu geliyor akla. O dönem bazı törenlerde gazyağı kullanılıyordu, örneğin Grand Nicobar'a varışı kutlamak için: '...gazyağını yakın ve gemiyi hazırlayın' denmiştir; fakat acaba o zaman düzgün bir şekilde aydınlatılmış pusula var mıydı?

Pusulanın Sapması

Eğer demir veya çelik pusulayı etkilerse yola göre değişen bu 'sapma', manyetik 'inhiraf' ile (yoldan bağımsız olarak Dünya'nın manyetik alanının yaptığı etki) 'değişim' sağlamak için birleşir.

İbn Mâcid ve Mehrî açıkladıkları yol ve pusula arasındaki hatalara karşı (sürüklenme vb.) uyarıda bulunmuşlardır; buna rağmen düşüşün net bir tanımına rastlamıyoruz. Fakat her iki durumda da gemicilerin açıklanamayan bir takım engellerle karşılaşıp karşılaşmadıklarını merak ediyoruz. İbn Mâcid'den alınan ilk örnek bizi kesinlikle ibre olan *semeke*'ye (balık) götürür. Çünkü '(rota) sadece... sebebiyle veya kutu balığı denen ibre kutusunun arızalanmasıyla yanlış yöne değişir.'

Dahası '...kılavuz, (belirli) bir rota üzerinde sefer yaptığını düşünür fakat yetersiz bilgisi olduğundan veya pusula kutusunun yanlış yerleştirilmesinden veya daha önce belirtildiği gibi Küçük Ayı'yı işaret eden doğu veya batı *ferkad* veya *ferakad* '*farqadeuse*' taşına temas eden ibreden ötürü rotadan sapar.'

Mehrî bunu daha net ifade eder '...bazı rüzgârgüllerinin KB'yi gösteriyor olmasından ötürü olabilir...'

Aslında, güvenilir ağızlardan böylesine mükemmel bir şekilde tavsiye edilen rotalar güvenilir bir şekilde limana götürür (uygulamadaki bireysel hatalar haricinde). Bu durumda ibrenin tam kuzeyi gösterip göstermediği konusunda endişelenmeye gerek var mı? Birçok kişi bunu farkına dahi varmamış olabilir.

Tahtalar

16. yüzyılın ilk yarısında, bir gök cisminin yüksekliğini ölçmek için yeni bir teknik ortaya çıktı: ufuk ve gök cisminin görüş çizgisi arasında oluşan açının ölçümü ve gök cisminin parmak ölçümleriyle derecelendi-

rilmiş ve alt kenarı ufukla aynı hizada olması gereken küçük bir tahta (veya tahtalar) üzerine yerleştirilmesiyle elde edilmiştir.

Denizcilik konularına aşina olmayan okuyucuları, tek gözle ufku ve gök cismini aynı anda görebilmek için kullanılan farklı yöntemlerin ayrıntılarından kurtarmalıyız. Fakat yine de geminin değişkenliği gibi önemli bir problemi ve bundan kaynaklanan ölçüm aletini tutan kolun kararsızlığı söz konusudur. Bazen belirsizleşen nesnelere (noktalar veya çizgiler) hızlıca bakmak gerekebilir. Kısacası, elektronik haritalardan önce, ne tahta ne de sekstant kesin yükseklikleri vermiyordu ve bu işi yapan kişi bu yanlışı düzeltmekle uğraşıyordu. Bu durumda elimizdeki metinlerden yola çıkarak İbn Mâcid ve Mehrî'nin döneminde derecelendirilmiş gereçlerin (açıölçer ve usturlap) ve tahtaların kullanımının göreli sıklığını belirleyebilir miyiz? 'Tahta' terimi (*haşebât*, daha nadir kullanımıyla *huşub* veya *huşeb*, *haşabe*'nin çoğuludur) ufuktan bir yıldızın uzaklığını ölçmek için kullanılan aleti tanımlamak için kullanılırdı. Tekil olarak daha çok yıldızların aynı yükseklikte yer almalarını tanımlamak için kullanılırdı: '*fi haşebetin vahide*.' Günümüz anlatıcıları arasındaki farklılaşmalar, tahta kullanımına dair metinlerin analizi konusunda daha dikkatli olunması gerektiğini gösteriyor.

Bu durumda Barros'un Güneşin yüksekliğini ölçmek için kullanılan, beklenmedik Müslümanların araçları (kadran gibi) hakkında konuşuyor olması, 'iyi bir açıklama' yapılması yönündeki baskının sonucu mu yoksa bunu söylemesinin hemen ardından kendisinin sadece tahta kullandığını söylemesiyle sadece bir aldatmaca mıdır? Aynı durum, 1553'te Türkçe yazılmış Hammer-Purgstall tarafından Almancaya ve oradan da çevirisine ölçüm araçlarıyla ilgili bir açıklama ekleyen Princep tarafından İngilizceye çevrilen Çelebi'nin *Muhit*'i (İbn Mâcid ve Mehrî'nin bazı kitaplarının yorum ve analizini içeren çeviri) için de söz konusudur. Çelebi -*Mehrî*'nin açıklamasına göre- gevşemeyi önleyen ve derecelendirilmiş telleri olan tahtadan bir aletin özelliklerini ayrıntılı olarak açıklar.

Mehrî bunun yanında eş zamanlı olarak kullanılan iki tekniğe de değinir:

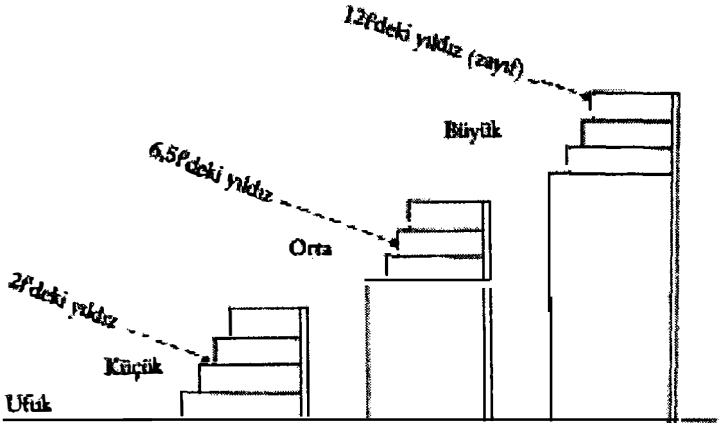
> Ölçüm tahtaları olan (aletle ölçülmüş) el yüksekliği ve (aletle ölçülmüş) bölme (bir dairenin kavis dereceleri) yüksekliği, elle ölçümde olduğu gibi yıldızların yüksekliğindeki artışa göre değişmez...

Mehrî dışında *hatabât* terimi *haşebât* için nadiren kullanılır. Bu alıntı, gerçek düşeye bağlı olarak, usturlap türü aletle ilgili gibi görünüyor. Mehrî'nin ifadeleri karada yapılan ölçümler için oldukça uygundur. Mehrî daha sonraki yazılarında telli bir aletten bahseder: 'Elin kaldırılmasıyla orantılı olarak, ölçme aygıtındaki tel alet göze yaklaştırıldıkça gevşer ve ölçüm küçülür...' Bu durumda gergin kalması gereken tel nasıl gevşer? İbrahim Hûrî'nin cevabına göre hayali bir tel –kuramsal bir çizgi– vardır: *Hayt*.

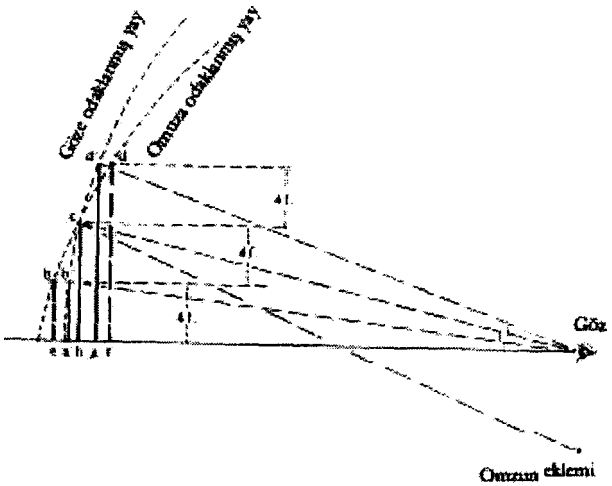
Durum ne olursa olsun en çok kullanılan teknik gibi görünen ve aslında o dönem kullanılan tek teknik olan tahtaların kullanımı konusunda İbn Mâcid ve Mehrî'nin söylediklerini gözden geçirmeliyiz. Bu konu üzerine çok şey söylemeseler de söylenmiş olanları değerlendirmek gerekir:

> Ölçümler için gerekli koşul, dört büyük tahta üzerinde tahtaların alçak olması, dört orta genişlikteki tahtaların üzerinde tahtaların standart (ya da normal, mutat=düzeltmesiz) olması, tahta ve yıldız arasında bir çizginin olması, tahta ve su arasında da bıçağın keskin yüzü gibi bir çizginin olması (gözlemleyicinin gözünde), küçük tahtalar için şartsa tahtaların yüksek olmasıdır...
>
> kuzeyden Ülker'e olduğu gibi gözlenen yıldız ve yüzün doğrultusu arasında 7 rumb bırak (8 rumb'a tekabül eder) ve büyük tahtalar ölçüm esnasında alçakta olacaktır, elini uzatabildiğin kadar uzat ve dört tahtanın yüksek olduğunu göreceksin, elini olabildiğince kendine çek, bu durumda dört orta normal olacak, bu ufku genişletmek ve üst kısmını indirmek içindir...
>
> en iyi ölçüm ne çok büyük ne de çok küçük olan ortalama tahtalarla yapılır...

Şekil 6.6 örneğinde olduğu gibi (doğru şekli bilmiyoruz) her katın sabit bir birim oluşturduğu dörder parmak artan üç küçük kat olduğu sonucuna varabiliriz. Basamak basamak artan seyyar merdiven yerine, parmaklar karanlık ve aydınlık bantlarıyla fark oluşturmak için kullanılır (hatabe'nin olduğu yerden). Parmakları ve bazen alt katları da okuyabilmek gerektiğinden bütün bölümler düşünülebilir.



Şekil 6.6



Şekil 6.7

Şekil 6.7 aletin nasıl kullanıldığını açıklar. En doğrusu, üç mafsallı öğeyi, dört parmağın her birini yarıçapı gözün merkezine yerleştirip *ab'* tellerini (küçük tahtalar), *hc* (orta tahtalar) ve *gd'* (büyük tahtalar) esneterek açmak olurdu. Ancak bu şekilde yapılmazdı (aksi halde bir usturlap veya quadrant oluşabilirdi) her bir tahta üst kısmından tutulduğundan burada çözülmesi gereken sorun şöyledir: Katlar yardımıyla ardı ardına 4*f*, 8*f* ve 12*f* açılarını aralarındaki sabit 4*f* uzaklığıyla ölçmek: *aob'*, *aoc'* ve *aod'*. Sabit bir gerilimi muhafaza ederek omuza yerleştirilmiş olarak daire eğiminin tabanında hareket eder; fakat bu şekilde katlarda (tanım gereği eşit) gösterilen 4*f* doğru değildir. Böylece normal el geriliminde *c*'yi, yani orta tahtaların dördüncüsünü (8*f*) çıkış noktası alarak sorun çözülebilir. Sonra *c* den düşey olarak 4*f* de ufka paralel iki çizgi çizilir. Küçük tahtaların dördüncüsü (4*f*) ve büyük tahtaların dördüncüsü (12*f*) göz merkezindeki kaviste, son olarak katların üst kısmının yerleştirilmesi gereken *b'* ve *d'* de kesişir. Böylece el *f*'den *g*'ye 'uzatılır' ve *e*'den *a*'ya çekilir.

Diğer Aletler

İbn Mâcid ve Mehrî'nin gök cisimlerinin yüksekliğini ölçmek için başka araçlardan da söz ettiklerini daha önce ifade etmiştik.

Telli bir alet varsayımı tümüyle asılsız değildir. 1540'larda kullanılan *kemal*'e benzeyen bir tür olup, tel yükseklik açısının tanjantını ve dolayısıyla yüksekliği ölçmek için kullanılırdı.

Nitekim Tibbet şunları kaydetmişti (1971):

> Ne İbn Mâcid ne de Mehrî *kemel*'den ya da *kemâl*'den hiç söz etmez; fakat birçok kişi bu aletlerin o dönemde kullanıldıklarına inanmaktadır. Bunun yanlış anlaşılma sebeplerinden biri, İbn Mâcid'in üstünlük sıfatlarını kullanma eğilimidir; örneğin kemelân sözcüğünün mükemmel bir biçimde anlamında kullanılması bir yanlış anlaşılmaya yol açmıştır. İbn Mâcid, Laccadiv Adalarının çevresinden geçişini anlatırken (*fâl* veya çoğulu *fâlât*), yılın belli dönemlerinde mevsim koşullarından ötürü denize çok açılmamak gerektiğinden söz eder ve bu sözcüğü kullanır. 'Kutup Yıldızıyla karşılaşmamaya ve (hatta mümkünse) kuzeye doğru gitmemeye çalışın, 3 *kemelân* (güneye) sapmayın...'

'Sert' (*kemelân*) kelimesi belirsizdir. İbn Mâcid, ilk kez eserlerini uyaklı hale getirirken kullanır; 'sert' veya 'hafif' tanımlamalarını normal kullanımlarından farklı olarak kullanılmaktaydı.

Usturlabın asıl anlamı içinse bazıları, şekillerdeki (yuvarlak dereceler) tek yüksekliğin 'usturlapla ölçülmüş olmasından yola çıkarak bunun Arap denizciler tarafından kullanıldığını savunur. İbn Mâcid bazı koordinatların derecelerini de belirtir, fakat bunları coğrafya kitaplarından almıştır. Mehrî 'bölme aleti' ile ölçülmüş yükseklikleri verir. 'Tahta'larla ölçülmüş parmaklardaki binlerce yükseklikle kıyaslandığında, standart ölçüm aracının usturlap olmadığını anlıyoruz.

Rubu' (başka bir daire veya eşit parçalara bölünmüş daire parçası) metinlerde adı geçen diğer bir ölçüm aletidir.

Takvim

Mevsim değişikliklerinin belirleyici olduğu denizlerde, denizcilik tümüyle mevsime bağlıdır. Fakat yıldızlar Güneş'le birlikte hareket ediyorken güneş yılı için bir ilk gün nasıl belirlenir?

Takvim sorunu, insanlığın 16. yüzyılın sonuna kadar geçerli bir açıklama getiremediği bir sorundur. Peki bundan bir yüzyıl önce Hint Okyanusu'ndaki denizciler ne yapıyordu?

Denizcilikle ilgili yazılardan kalan hesaplamalara göre *nevruzun* (*neyrûz* veya *nîrûz*) ilk günü, Güneş'in 'Taç' (Terazi burcu) konağından doğup 15 derecede batmasıdır. Günümüz takvimine göre *nîrûz*'un ilk günü 20 Kasım dolaylarındadır.

Sabit bir takvim oluşturmanın problemleri bu noktada başlıyor. *Nîrûz*'da 365 gün vardır ve artık yıllar bilinmemekteydi. Bu sebepten, *nîrûz*'un ilk günü (büyük Arap astronomların 10. yüzyılda yazdıklarına göre) dört asırda neredeyse üç ay ileri gitmiştir. Bu farkla kıyaslandığında, kaymadan doğan bu çelişki önemsiz kalır. Fakat bu kısa nîrûz İbn Mâcid zamanında kullanılıyordu ve (bölgeden bölgeye farklı olmasında ve artık Taç'a dayanmamasına rağmen) Hint Okyanusunda hâlâ kullanılmaktadır.

Bu konuyla ilgili diğer bir sorun, İbn Mâcid'in de farkında olduğu bir yıldızın görünümünün enlem ve düşüşe göre farklılık göstermesidir.

Günümüzde 'büyük kitapların' astronomları, düşüşleri hesaba katmadan 25 dereceden fazla kuzeyde olmalarına rağmen ekvatorda gibi hareket edip her sarmal doğuş ve batışı düzenli ve matematiksel bir biçimde ele almışlardır. Denizcilikle ilgili elyazmalarında Ay burcuyla ilgili ifadeler günü gününe kaydedilmiştir.

15. yüzyılın sonlarına doğru, 15° kuzeyde α Terazi günümüz takvimine göre 20 Kasım gibi meydana gelirdi ve sürekli yıldız dolu gökyüzünü incelemekle meşgul olan İbn Mâcid gibi iyi bir denizci bunu rahatlıkla gözlemleyebilirdi. 10. yüzyılda ileri sürülen ifadelerle en azından on gün gibi bir sürede, bu olguyu ilişkilendirebilirdi, 'zaman zaman yolculukların tarihinin her yıl bir derece geri gittiği söylenir...' Mehrî ise olayı tamamen farklı değerlendirdi 'her yıl çeyrek bir gün kadar değişir...' Bu durumu iki yazarın karakterlerindeki farkın diğer bir kanıtı olarak kabul edebiliriz.

Bir yıldıza dayanan ve anlaşılmayan düzensizlikleri olan bir takvimle geçmişte denizciler nasıl baş ediyorlardı acaba? Bir yandan teknik anlamda bıraktıkları miras (günümüz denizcileri için hızla geçerliliğini kaybetmekte), diğer yandan her konu için bilgi alışverişini mümkün kılan gemi komisyoncularının mekânlarında ya da araçlarının güvertesinde kaptanlar için toplantılar düzenleme alışkanlıklarını düşünürsek 1450'lerde bir geminin bir yerden başka bir yere *nîrûz*'un belli dönemlerinde ve on gün, daha sıklıkla da beş gün içinde gitmesi gerektiği konusunda ortak bir düşünce olduğunu düşünebiliriz. Bundan birkaç asır sonrasında, belirlenen yollar üzerinde çok tecrübe kazanılmış olması sonucu, toplantılardaki görüş ve tanınmış kılavuzların yetkisiyle, beş gün yerine on gün olması için düzeltme yapılmış ve bu önceki kararlara da uygulanmış ve modern sapmalara daha yakın hale gelmiştir.

Bu ortak kanı, muson takvimindeki deniz yolculukları takvimine örnek olmuştur (Arapça bir kökenden gelen 'muson' terimi, mevsimlik periyotları ifade eder; bu yüzden yolculuk tarihleri *mevâsim* olarak bilinirdi).

Rüzgârları dönemlere bölmek, *nîrûz*'da anlatılır. Bu, temel bölümlemeye dayanan dönemlerin yolculuklara göre listelenmesi, diğer bir taraftan aslında oldukça karmaşıktı. Bu taslak, çizelgenin tam tersi olmasına da yol açabilecek veya 'denizlerin kapanması'na yol açabilecek çok

sayıda mikro-iklimi de göz önüne alarak hazırlanmıştır. Bunun yanında bir metinde yer ve mevsimle tıtarsız olan bir rüzgârdan söz eder, fakat bu tür bölümlerin açıklanması başka unsurlar yanında kullanılan yerel terimlerin anlamlarına bağlıdır.

Galekü'l-Bahr olarak adlandırılan denizlerin kapanması mevsimi, denizciliğin durdurulduğu mevsimdir ve bu dönem mümkün olduğunca geminin yer aldığı limanda geçirilir. Haziranın başından Ağustosun ortasına kadar, güneybatı musonu sert eser. Günümüzde kullanılan mevsimlik çizelgelerde, temmuz ayında Socotra'nın güneyinde esen rüzgâr için, rüzgârın şiddetli estiği yerleri gösteren ve dayanıklı olmayıp batıya giden gemilerin uzak durması gereken (Fransız gemiciler tarafından 'fasulye' olarak bilinen) uzun bir şekil vardır. Güneybatı musonu mevsimi ve rüzgârın kendisi (çok sayıda sapma türeviyle birlikte) *kevs*'i oluşturur (fakat rüzgârı ifade etmek için daha çok *debûr* veya *debbûr* terimleri kullanılır).

Denizlerin kapanmasının son bulmasıyla, ağustos-eylül aylarında havanın neredeyse her yerde güzel olduğu Büyük Mevsim (*el-Mevsimu'l-kebîr*) başlar. Kolay baş edilebilen güneybatı rüzgârlarının (*demenî* veya *dimenî*) son dönemi, ekimden nisan ayına kadar kuzeydoğu musonlarının (*eziyeb* veya *sabâ*) tamamı ve nisan ayından mayıs ayının sonuna kadar aynı şekilde kolay baş edilebilen güneybatı musonları; günümüzde de kevs'in başlangıcı (veya başı) ya da (büyük) mevsimin sonu (*evvelu'l-kevs* veya *re'sü'l-kevs* ya da *âhiru'l-mevsimu'l-kebîr*) olarak adlandırılan dönemde olur. *Kevs*'in sonu (*âhiru'l-kevs*) baş edilebilen rüzgârın sonu ve mevsimin de en sonudur.

Denizcilik Talimatları

Modern çağda, denizcilik yönergeleri denizcinin kütüphanesinde bulunan, ölçüm ve çizelgelerle çok alakalı olmayıp denizde ihtiyaç duyulabilecek bütün bilgiyi içeren başlıca belge iken, İbn Mâcid ve Mehrî'nin yazıları belli denizlerde denizcilerin ihtiyaç duyabilecekleri öneri ve bilgilerin kapsamlı derlemesidir ve kişisel deneyimin ötesindeki araçların tanımlamalarını içermesinin dışında denizcilik için tek yararlı kaynaktır.

Bir sonraki bölüm, denizde karşılaşılan en önemli sorunlara odaklanarak 16. yüzyılda Hint Okyanusundaki Arap denizciler tarafından kullanılan denizcilik yönergelerinin önemli kısmını ele alacaktır.

SEYRÜSEFER HESABI VE ASTRONOMİK GÖZLEM KULLANARAK DENİZDEKİ BİR NOKTAYI HARİTA ÜZERİNDE İŞARETLEME TEKNİKLERİ

Bir konum ya da daha doğru bir ifadeyle geminin denizdeki konumunun tahmin edilmesi, denizcilik yönergeleri ve sefer görevlisine danışarak mümkün olduğunca kısa sürede bilinen ve gözlemlenebilen gökcisimlerinin yüksekliğinin ölçülmesiyle doğrulanacak olan ve kat edildiği tahmin edilen uzaklığa bağlıydı.

Böylelikle denizci için önemli olan yol tahminleri, gerçek hız ve gökcisimleriydi. Görmüş olduğumuz gibi uzaklıklar *zam*'larda ölçülürdü. Bu sebepten ötürü İbn Mâcid ve Mehrî'nin elyazmalarının denizciyle ilgili olan en önemli bölümleri yıldızların yüksekliği ve yolun doğruluğu ile ilgili olan bölümlerdi.

Tüm iklimler ve uzun süreli yolculuklar için güvenilir olan süreölçerin (kronometre), yaklaşık 150 yıl evvel ticarete dökülmesinden önce, gemiciler sadece enlemi gözlemleyebiliyordu. Nirengi kullanan yöntemler, geminin olmasa bile önemli bir limanın yaklaşık boylamını bulmalarını sağlayabilirdi.

Bu tartışma, genel konuşacak olursak kuzeye giden kıyılar arasında gerçekleşen Arap denizciliğini ele aldığından sadece yaklaşık bir boylam bilgisi önemli bir sorun kabul edilemez. Bununla birlikte, gözlenen enlem ve boylam arasındaki uzaklıkla hesaplanan koordinasyon o zaman için teknik bir ustalıktı.

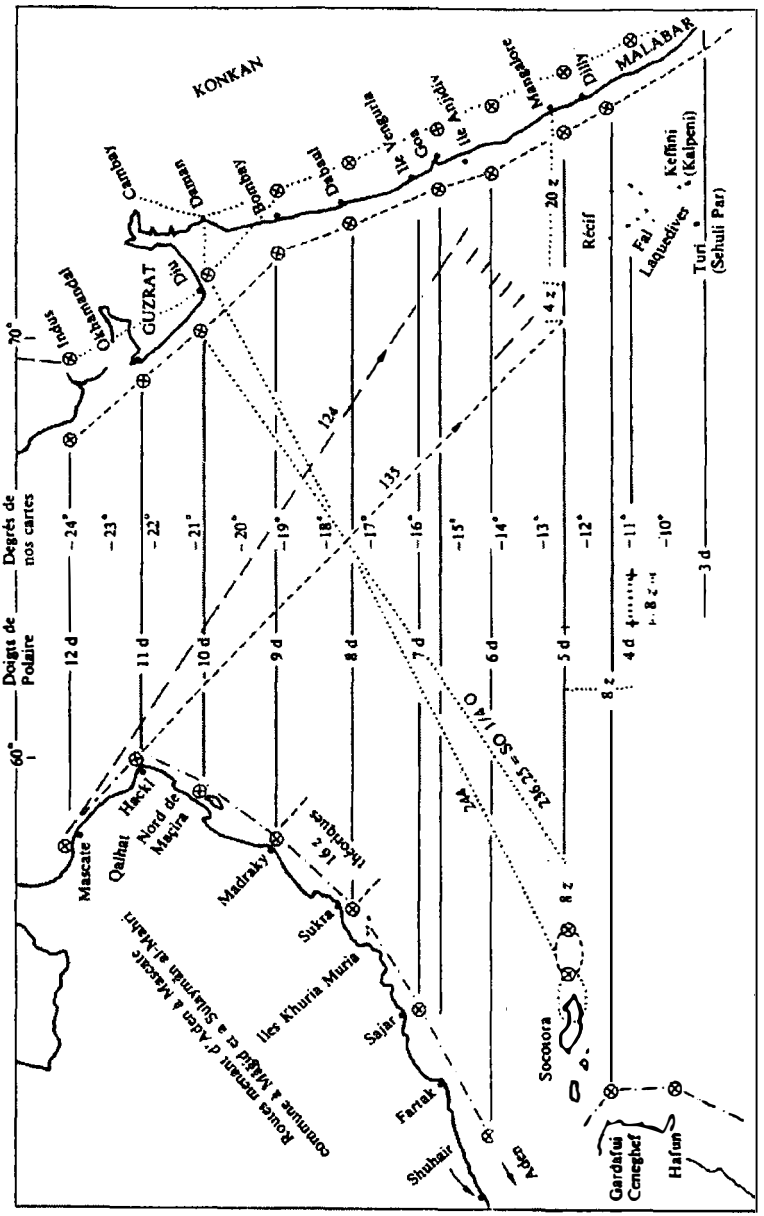
Güzergâh doğruluğu

Uzun deniz yolculuklarında, denizciler yollarına ne kadar sadık kalabiliyordu? Bu sorunun cevabı birkaç pratik olasılıkta saklıdır.

Rumb'lardaki rüzgârgülünün tekrar bölünmesi (Hint Okyanusu'nda bugün hâlâ aynıdır) en iyi 2°'de bir (en iyi havada, en gelişmiş gemiler için azami $\frac{1}{2}$°) olduğu zamandı. İbn Mâcid, uzun yolculuklarda $\frac{1}{4}$ rumb'dan söz eder, bu da 3°'den çok az düşük bir doğruluk demektir. İbn Mâcid rota çeşitlerini sıralar: Kıyısal, doğrudan açık deniz üzerinde ve 'çıkarılan' dediği rota (doğru olduğu varsayılan başka bir taneyle kıyaslanarak). Bu konuyla ilgilenenler tarafından önceleri kabul edilen hesaplanmış uzaklıkları, tirfa'lar, eleştirdiğini görüyoruz:

> Muscat'tan Hadd'a güneybatıya doğru bir araç gider, Laccadiv'lerin kuzeyindeki resifle kendisi arasında 4 *zam* olana kadar (Şekil 6.8)...bu resife ulaşmaya çalışan ikinci bir aracın rotası GD ve GD1/E4 arasında 4/7 rumb'dur (aslında GD1/4D den GD'ye: Bu yaklaşık değerler İbn Mâcid'de sık karşılaşılan bir durumdur) ve 7 *tirfa* yol hızlı gidilerek resife ulaşır, fakat aslında 4 zam 28/7 seyredebilirdi (ilkinden daha fazla)... Bu durumda *tirfa*'lar yanlıştır... Çünkü her ikisinde de uzaklıklar 117 *zam*'a eşittir...

Şekil 6.8 Bugünkü çizimler enlem ve 'boylam uzaklıkları' için tek bir derece gösterir. İbn Mâcid'in yol ve yön açıklamaları --
---
Süleyman el-Mehrî nin...
Bu yolların geçit noktaları ⊗
'Doğru' sınırlar kalın çizgilerle, 'gerçek' yerler de kesik noktalarla belirtilmiştir.


KONKAN
MALABAR
GUZRAT
Cambay
Daman
Bombay
Dabhol
Vengurla
Goa
Ankola
Mangalore
Dilly
Diu
Mahamandal
Indus
Qalhat
Hakil
Nord de Maçira
Mascate
Madraky
Sukra
Ilots Khuria Muria
Sajar
Fartak
Shuhair
Aden
Socotora
Récif
Pal
Laquedives
Keffini (Kalpeni)
Turi (Sehuli Par)
Gardafui
Cameshef
Hafun
Route traitant d'Aden à Mascate continue à Mahd et à Sulaymân al-Mahri
Degrés de nos cartes
Doigts de Polaire
70°
60°
24°
23°
22°
21°
20°
19°
18°
17°
16°
15°
14°
13°
12°
11°
10°
12 d
11 d
10 d
9 d
8 d
7 d
6 d
5 d
4 d
3 d
20 z
4 z
8 z
124
135
236.25 = SO 1/4 O
24
16 2

Bu bölümde önemli bir bölümü kısaca açıklayacağız. Güneydoğuya giden bir yol 4z'lik bir resifle gider (enlemin bilindiği varsayılır ve Muscat'ın 12*f* te olduğundan 5*f* olarak alınır, 12–5=7). İkinci araç için, 5/7 kabul edelim... İki araç 7 *tirfa* ilerlemiş olsun; eğer güney tirfa 16z ve GD1/4D 18z ise fark 2z'dir. İkinci durumda olabilecek ilave uzaklığı hesaplamak için İbn Mâcid bu farkı 2/7 olarak oranlar (7/7 – 5/7 = 2/7) ve bu da 2x7x2/7=28/7 yani 4z. (Yukarıda alıntılanan metin '4z de 28/7' verdiğinden bunu düzeltmek gerekir. Büyük olasılıkla orijinali *a'nî erba*'a olarak ifade etti ve metni çoğaltan kişi *'an erba*'a olarak yazdı. Bu durumda 28/7 ye uygun olması için, oranın sadece 7 *tirfa*'yla çarpıldığında 28/7 verecek olan 4/7–5/7 veya 6/7 değil- olacağını düşündü).

İkinci geminin fazladan gittiği yolu, GD1/4D den iki yolculuk arasındaki farkın 5/7 sini çıkararak veya 2 rumb kullanarak (18-16=2, ve 2x7x5/7=10; 126-10=116) yada ilk geminin yolculuğuna, 14ün 2/7'sini ekleyip 112 ye eklenerek 116 veren 4 vererek bulmak kolaydır.

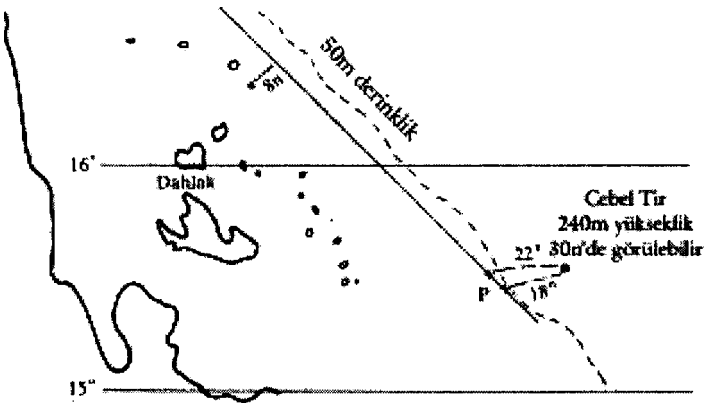
Metinlerde yer alan 117 şekli iki yolculuk için de ortak değeri verir. İlk yolculuğu gösteren şekil tartışmasız, bir önceki hesaplamayla doğrulandığı gibi 112+4=116 dır. Dolayısıyla buna metin çoğaltılırken yapılmış bir hata yol açmıştır ve 16 yerine 17 yazılmıştır. Sebebi ne olursa olsun İbn Mâcid'in hesaplaması bir zam için doğrudur.

Son olarak şunu belirtmek gerekir ki hiçbir kılavuz, yüzeyi kıran ve akıl sır ermeyen derinliklerde gözle görülemeyen bu uçsuz bucaksız ve zorlu resife doğrudan yola çıkmaya cesaret edemezdi; bunu göze alan bir Portekiz gemisi ikinci yolculuğunda tüm kontrolün kaybolması sonucu yok olmuştu. İbn Mâcid, buna karşı uyarmaya ihtiyaç bile duymaz.

İki denizci konuyla ilgili sadece dört örnekten bahsederken Mehrî benzer durumlar için rumb'un beşincilerinden de söz eder. Sonuç olarak bu argümanlardan yola çıkarak okyanus yollarındaki bölünmelerin işleyiş gerçekliğinden söz etmek zordur.

Diğer yandan kapalı bir deniz söz konusu olduğunda, İbn Mâcid'den quarters of rumb denizcilik hakkında örnekler verebiliriz: 245m yükseklikle bulunduğu bölgeden daha yüksek olan ve dik kıyı derinlikleriyle cidde'den Siban'a (Cebelu't-Tîr) giden Kızıl Deniz'deki çeşitli yollardan bahsedebiliriz (Şekil 6.9).

Kızıl Deniz'de yoğun resifli tümsekler kıyı boyunca uzanır; Arap kısmında büyük derinliklerden yükselirler, 'dış' tarafta ise ölçülebilir derinliklerde yer alırlar. Buna rağmen, küçük bir açı olsa da gün batımı sayesinde akşamları resifleri ayırt etmek daha kolay olduğundan Kızıl Deniz'den geriye dönüşte denizciler Arap kısmında daha kolay bir yol ararlar.



Şekil 6.9

Bunun yanında, gidiş yolunda rüzgâr daha düzenliyken geri dönüş yolundaki rüzgârlar ters dönmeye meyilliydi (Acaba İbn Mâcid bu sebepten dolayı mı geri dönüş yolu için göksel (celestial) yüksekliklerin sayısını artırıp, sadece birkaç tanesine bunu uygular?)

Bu yollardan bazıları Siban'ın batısında son bulur. Fakat Cidde'den 300 deniz mili ya da yaklaşık olarak 17° ilerledikten sonra (Kutup Yıldızı'nın yaklaşık $7\frac{1}{2}f$) dikkatli olmak gerekir; çünkü hangi boylamda olduğunu bulmak zordur (Şekil 6.9'da kum ve ender rastlanan denizaltı bitkileriyle kaplı sadece birkaç alçak kayanın yer aldığı Dahlak çevresi için doğru derinlikleri gösterir). Yolun GD1/4G olduğunu göz önüne alırsak İbn Mâcid güvenilir hattın batıya doğru değişmesi halinde, '1/4, 1/3 veya 1/2 rumb GD'ye giderek' gerekirse 35m ve 24m arasında bir derinlik elde edilmesini önerir. Tasvir edilen manevra karadan itibaren sığ yerlerde güvenli bir mesafe sağlardı.

Son olarak Huveytıb ve Hecovat üzerindeki işaretler görüş alanının dışında kaldığında, sondaj yardımıyla konumlarını belirleyip Arap kıyılarının tehlikelerinden korunarak, güneyde daha fazla tehlikeyle yüzleşmemek için Siban'daki işareti kaçırmamak için çabalarlardı.

Neticede korkulan Fal resiflerine (Laccadivler) giden ve sadece zihinde betimlenen yol örneği ve yakın olasılıklar Kızıl Deniz'de iken görüşülmesi, 1/4 rumb kullanımını sağlayan pusula düzenlemesi varsayımını destekler.

Yıldızların Yüksekliği

Geminin konumunun, yıldızların yüksekliğine göre doğrulandığı ve 'denizcilik yönergeleri'nde söz edilen seyrüsefer hesabı yardımıyla yapılan bir denizcilik sisteminde, bu yükseklikler Arap denizcilik metinlerinin 'süslü yazıları'nı oluşturur.

İlk Müşahedeler

Dört hususu vurgulamak gerekir.

1. Eğer yıldızların tutulum koordinatlarının sabit olduğu düşünülürse ve bunun yaklaşık olarak da olsa bir geçerliliği varsa enlem ölçümü için gerekli olan ekvator koordinatları bunun aksine değişkendir. Fakat ekvatoral koordinatların hareketleri zamanın denizcileri tarafından fark edilmeyecek ölçüde yavaştır (40 yılda 15).
2. Arap denizcileri, sabit olmalarından ötürü sadece yıldızlardan yararlanırlardı; yıldızlara dair basit bir teşhis uzun süren uğraş ve çabayı gerektirirdi ve uzun süre denizde mücadele veren gezginlerin ihtiyaç duydukları şey de buydu (notların kaybolması halinde doğayla daima iç içe olan insanların hafızaları yardıma koşardı).
3. Bilimin gerektirdiklerine rağmen günümüz denizcilerinin kullandıkları astronomi takvimleri hâlâ Dünya' merkezli bir evren anlayışına dayanır (hesaplamaları oldukça basitleştirilmiştir). Sonuç olarak geçmişte denizciler tarafından kullanılan yöntemleri yeniden yapılandırmak oldukça kolaydır.
4. 16. yüzyılın ortasında yapılan göksel yükseklik ölçümlerini göz önüne aldığımızda kullanılan aletlerin çok duyarlı aletler olmadığını, rıhtım-

ların dayanıksız olduğunu ve düzeltmelerin yapılmadığını (sapma vb.) unutmamalıyız

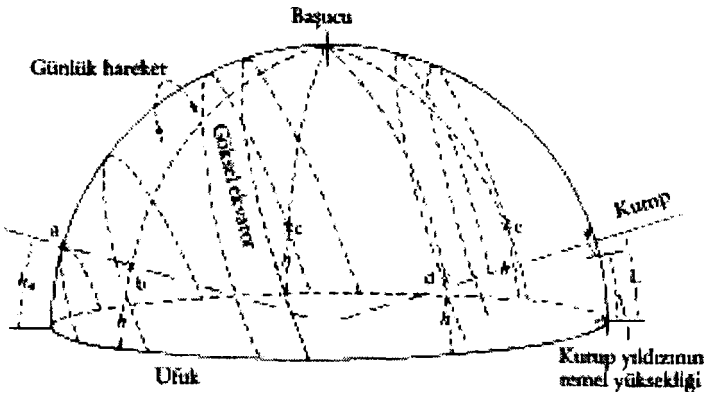
Bu denizciler okyanusta gemicilik yaptığından (böyle yıldızlar böyle bir yüksekliktedir, bu yüzden ben böyle bir yerdeyim), o dönemde kullanılan temel yöntemlerdeki ampirizmi göz önüne almak gerekir (bugün dahi dikkat gerektiren yerlerde geminin sorumluluğunu üstlenen yerel kılavuzlar, İspanyollar tarafından 'el practico' diye adlandırılır).

Eş Yükseklikler

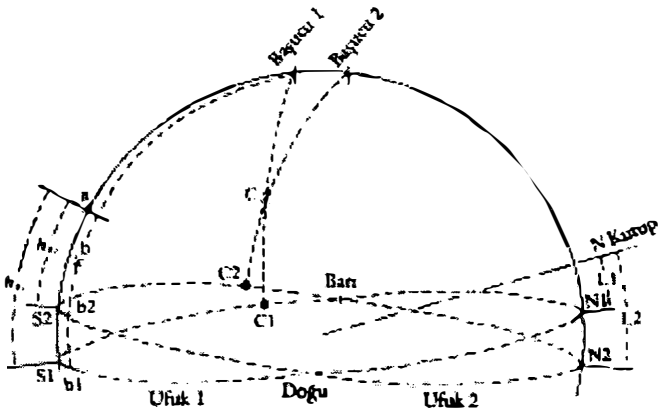
Her zaman kullanılan bir alet olan tahtaların 12f den yukarısını ve 3f'nin aşağısını ölçemediğini daha önce belirtmiştik (alçak yerlerde denizciler kırılmadan kaynaklanan anormal sonuçlar tespit etmişlerdir. İbn Mâcid'e göre 'bir yıldızın denizin üstünde olup alçakta yer alması hiçbir işe yaramaz...') Bu nedenle, meridyen dereceleri oldukça sınırlıydı. Buna rağmen, denizciler belli bir yıldızın meridyeni tarafından tanımlanan L enlemindeki yükseklikte *b* ve *c* yıldızlarının belli bir an için aynı yükseklikte yer aldığını fark etmişlerdir (Şekil 6.10). En yaygın şekil olan Şekil 6.11 de ise *c* batar ve *b* doğar. Fakat *b* ve *d* ikisi aynı anda batıp *c* ve *e* doğabilir. Bu sırada, *b* ve *c*'de veya *d* ve *e*'de ya da *b* ve *d*'de, *b* ve *e*'de vs. düşüşleri birbirine bağlı olabilir. 'Tek bir tahta üzerinde durdukları veya denk oldukları söylenir (*i'tidāl*)'; fakat aynı anlama gelen başka ifadeler veya karşılaşılabilecek farklı durumlar için ayrıntıları dile getiren deyişler de kullanılırdı.

Kuramsal verimliliği %100 olan meridyenlerle karşılaştırıldığında, gökyüzündeki eşleşmelerde verimlilik %0 ve %100 arasında herhangi bir değer olabilir, çünkü söz konusu değer, eşleşen yıldızların düşüşlerine ya da azimutlarına bağlıdır. Eğer eşleştirmeleri çoğunlukla bir doğruluğu olan derecelere dayandırdığı için İbn Mâcid'in ampirizminin 'içgüdüsel' olduğunu ve dolayısıyla gerçeği görebilme gücünü beraberinde getirdiğini düşünürsek Mehrî'nin bu gerçeği göz ardı ettiğini düşünebiliriz. Çünkü Mehrî, 'gözlemlenen yıldız gözlem anında meridyendeyse yükseklik ölçümü daha uygundur; bu doğruluğun sebebi, hızlı hareketten dolayı değişebilir olan kıyı ölçümlerinin aksine... Ne artar

ne de azalır; bir varıştır (tamamlama, kesilme)' açıklamasıyla sınırlı kalmıştır.



Şekil 6.10



Şekil 6.11

Bir yıldızın en yüksek noktasındaki geçici kararlılığı (ekvator bölgelerinde dahi), meridyen üzerinde birbirlerinden uzakta olan yıldızların artan hızından daha kesin gözlemler yapılmasını sağlar. Mehrî tarafında önerilen yıldızların listesi dokuz konumdan oluşur; dört meridyende α Paon'un egemenliği olduğunu ifade eder (denizlerin üç aylık süreyle kapanmasına neden olan batı musonunun estiği dönem için ge-

çerlidir). Yükseklikler farklı eserlerde farklı belirtilse de çiftler βγ Küçük Ayı, εξ Büyük Ayı ve αβ Centaurus takım yıldızı ile Süheyl, Achernar (Aheru'n-Nehr)'dır.

İbn Mâcid tutarlı bir liste oluşturmamıştır. Sadece eserlerdeki örneklerden seçerek, bazıları birbirinin aynı, altmış eşleşmeden oluşan bir döküm elde edebiliriz. Bu durumda, her çift için değerleri bulmak ve bunları matematiksel olarak kontrol etmek gerekir. Bunun üzerine, tekniklerini açıkladıktan sonra bu kutsal gemicilerin 'kârlılık'larını değerlendirmek için çiftlerin genel taslaklarını verip kontrollerin sonuçlarını veririz.

Hâviye'de (eğer tamamı kendisine aitse gençliğinde İbn Mâcid tarafından yazılmıştır) birçok eşleşmenin yer almasından dolayı bu yöntemin babası olarak İbn Mâcid'i kabul edebiliriz. Bu eserde, klasik Küçük ve Büyük Ayı yanında αβ Centaurus Takımyıldızı, Vega-Akyıldızı, Achernar α Anka Takımtıldızı ve Achernar-Vega olduğunu görüyoruz. Sonrasında kendini, bölünmüş bir halde ve inatla bunu geliştirmeye adamıştır. En sonunda, çok sayıda enlemi kapsayan ve yolculuklar ve gözlemler için uygun dönemlerle bağlantılı birçok hususla birlikte oluşan sadece birkaç eşleşme vardır.

Üç eşleşme profili sistemli bir şekilde tanınabilir:

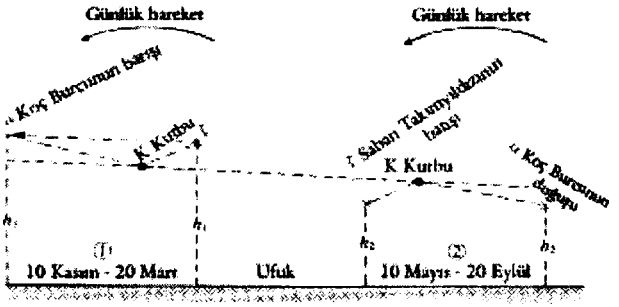
1. Yükselme hızı, belirli bir an için yerel zaman yerine geçer ve birinin yavaş olması diğerinin gecikmesine yol açar ve yıldızlardan biri meridyene yakın, diğeri uzaktır. Bu, kaptanların 'asâ'sı veya desteğidir... *'asâ* veya *ukkâzü'r-rabbâbîn*: Achernar meridyeninden uzakta değildir ve Sirius azimuttan uzaktır.' Enlem şeridi 25° 36'dan 19° kuzeye gider 'durağanlaşma'dan ötürü yıldızların birinden yükselir (bunu destekleyen süreç ilerde açıklanacaktır). Eşleşmeyle ilgili bölümler, yıldızların farklı isimleri ve coğrafi konumları bilindiği müddetçe büyük güçlüklere neden olmazlar. Bu sayede İbn Mâcid'in üslubuna aşinalık da kazanılmış olur. Başka bir yerde, usturlabın desteğiyle Oğlak ve Süheyl'in denkliğini verir (tam değerleriyle!).
2. İki yıldız bir tür düşüş noktasında; biri hareketsiz kalırken birinin 45°'den az olması ender rastlanan bir durumdur. Büyük Tek *'el-Ferdü'l-Kebîr'* ξ Büyük Ayı ve α Koç burcu bu duruma örnektir. Bu çiftleri incelemek pek çok zorluğu beraberinde getirir. 19° ve 14°

30'da doğu musonlarının etkisi altında ve kuzeyde 18° ve 24° arasında batı musonlarında sonuçlar mükemmeldir. Başka yerlerde anlamsız bir biçimde, yakınlaşma 20'yi geçer hatta 1° 30'a kadar çıkar. İbn Mâcid, bu eşleşme değeriyle övünür, bu değer Rum denizinde (Marmara Denizi) düzenlidir. Bazı yerlerde, bunun Zang topraklarında 'zayıf' ve yüksek enlemlerde şiddetli olduğunu belirtir. Peki neden bu sularda başi konusunda olduğu gibi, ne Moluccas yolculukları (gemiler Seylan'dan dolaşıp denizde çok ilerlemişlerdir) ne de Somali yakınları için bu eşleşmeyle ilgili bir şey söylemez?

3. Bu, temelde, (1) ve (2)'nin değişik bir biçimidir; fakat ayrı inceleme için de yeterlidir: 'Kayıt Eşleşmenin' gözlem yapmanın imkânsız olduğu zamanlarda meydana geldiği durumlar olur, örneğin gün içinde. İbn Mâcid bunu eşleşmedeki eşitsizlikleri kabul ederek sorunu çözmüştür; böylece yıldızlardan biri, kendisinden çok daha parlak olan bir yıldıza yakın ikinci bir yıldızın geçiş yaptığı enlem üzerinde sabitken, belli bir yükseklikten gözlemlenebilirdi.

İbn Mâcid'in doğru yükselme farklarının on iki saate yakın olduğu çiftleri (Büyük Tek '*el-Ferdü'l-Kebir*' buna örnektir) kullandığı '*ibdâl*-değiştiri' fikrinden de söz etmek gerekir. Bu yıldızlar yaklaşık olarak zıt meridyenler üzerinde yer alırlar ve yaklaşık on iki saat sonrasında tekrar eşitlenirler. Elbette ki ikinci yükseklik birinciden farklıdır ve bu, kış mevsiminde yüksek enlemler haricinde bir gecede meydana gelen bir olgu değildir. Bu gemiciler 25° kuzeyin ötesinde görülmemişlerdir (Şekil 6.12). Değişimin bu belirleyici özelliği, tespite yardımcı olması için ek bir uygulama gerektirir.

Son olarak İbn Mâcid'in konumsal hataları ve eşleşmelerin sonuçları arasındaki ilişkiyi fark edip etmediğini sorgulamalıyız. Bu sorunun yanıtını tam olarak bilmesek de İbn Mâcid'in '*tertip*' bulgularını içeren ve her eşleşme de doğruya biraz daha yaklaştığı *derâib*'in (başka bir deyişle sonuçların) özelliklerini düşünürsek durumun kendisidir. 'Enlem değiştiğinde, bu tür bir eşleşmenin yüksekliği veya tespit edilen (yıldızın) eşi meridyendeki her parmağın kesirleri için değişir.' Acaba enlem boşlukları belli bölümlerde tutarsızlıkları fark etmesini engelleyecek kadar dar mıydı?



Şekil 6.12 İbdâl-değiştiri konumlarından hiçbirisinde h_1 ve h_2 ortak rakım veya yükseklikleri eşit değildir

Yükseklik ölçümü ve harita arasındaki koordinasyon

Bu koordinasyon, her zaman aşağıdaki iki örnekte görüldüğü kadar kolay değildi:

1. Güneye doğru aşağı inişte (*sâfil* olarak adlandırılıp haritanın alt kısmında yer alıyor olmalı), Kutup Yıldızı ve βγ Küçük Ayı'ya başvurmadaki ilişki mükemmeldir. Diğer taraftan, bunlar ve εξ Büyük Ayı arasındaki bağlantı, çelişkiye yol açar. Özellikle, Madagaskar ve Mascarene Adaları'nın güneyi ile bağlantılı olduğunda (doğru olan Komor Adaları dışında) astronomi ile ilgili gözlemler ve harita çizimi arasındaki uyuşmazlık uzun süre devam etmiştir. Bu, doğuda Moluccas ve kuzeyde Cidde'de olduğu gibi Arap denizciliğinde bir çatlağa mı işaret eder? Fakat Arap denizcileri çeşitli yollardan Sofala'ya katılmışlardır. Kendimizi kıyı yollarından birinde İbn Mâcid'le yan yana hayal etmemiz ve büyük Zambezi deltasının tehlikeli sularında 'Cambay'daki akıntılar kadar şiddetli akıntılar esnasında bir gemicinin duyduğu korkuyu duymak mümkündür. Açık deniz yolu için, Mambone-Chiluan hizasına ve yaklaşık 20 yakınına gelmeden önce ilk olarak güneye ve-güney-doğuya gider.
2. Bu rastlantısal hataların aksine, Kızıl Deniz'deki Güney Geçidi için İbn Mâcid'in ifade ettiği yükseklikliklerin doğru olduğunu gördük. Bunlardan bir tanesi özel dikkat gerektiriyor. Öncelikle, Kutup Yıldızı'na denklik konusunda tek örnektir; 7.25*f*: şaşırtıcı bir şekilde birbi-

rine yakın ve 16° 33′ ve 16° 33′ K değerlerinde iki denk ve karşı meridyen. Dahası Fersen'den çıkan bir mercan dizisi üzerindeki iki tehlikeli resifte yer almaktır (Fersen, günümüz haritalarında kesin olarak bilinmeyen bir bölgedir, bu nedenle 15. yüzyıldan kalma belgeler yardımıyla betimlenebilen ilişkilerden birini görmek oldukça heyecan verici olurdu; tüm çağlarda var olan denizcilerin birliğinin bir parçası!).

SONUÇ

Genel bir tutarlılığı olmayan belgelerdeki bu düşünceler, Hint Okyanusundaki 1500'lerde Arap denizciliğine dair tam sonuçlar sunuyormuş gibi görünmüyor.

Geçiş bölümünde bahsettiğimiz gibi bir zamanlar Hint Okyanusundaki denizciliğin parçası olmuş ulusların arşivlerine dağılmış halde keşfedilip anlaşılmayı bekleyen kaynaklar vardır.

Günümüzde, denizcilik, elektronik destekle ilerlemekte olduğundan, bu çalışma asla kendi denizcilik bilimimizi zenginleştirme amacını gütmez; bu kolektif çalışmanın sadece küçük bir parçasıdır. Hal böyleyken, bu yazı sekstant denizcileri ve deniz haritasından, tahtanın öncülerine ve tirfa'ya özlemli veda sözleri mi yoksa güvertedeki gemicilerin, isimlerini bilmedikleri hizmetkârlara ' temel işleri ' devretmelerinden önceki son bir suç ortaklığı girişimi midir?

Bu şekilde düşünmek, bizi kendilerine yakınlaştıran hatalarına rağmen takdir ettiğimiz İbn Mâcid ve Mehrî'ye (kuşkusuz İbn Mâcid'e göre daha fazla 'denizci') ciddi bir haksızlık olur. Bunun yanında tüm 'bilimsel' eksiklikleri bir yana, bugünkü çalışmaların tümünün kabul ettiği saygın bir sürekli geleneğin mirasçılarıdır.

7

İSLAM BİLİMİNİN ENDÜLÜS'TEKİ GELİŞİMİ

Juan VERNET ve Julio SAMSÓ

GİRİŞ

Bu bölümün tarihsel bağlamı[1] 711'den (İberya yarımadasının ilk Müslümanlarca fethi) 1492'ye kadar uzanmaktadır, 1492 son bağımsız Müslüman hanedan Benû Nasr'ın Endülüs'ü terk etmesine sebep olan Katolik kralların Gırnata'yı ele geçirdikleri tarihtir.

Bu bağlamda, siyasi olarak İslam tarafından kontrol edilen bir Dünya'da önsel (apriori) tıp dışında -fakat bitkibilimle doğrudan ilişkileri olan ilaç bilimi (pharmacology) değil- Arapça yazılan, bu kaynaklar her ne kadar günümüze bazen Latince, İbranice, Kastilice hatta Katalanca çevirileriyle gelmiş olsalar da pozitif bilimlerin, fizik ve doğa bilimlerin gelişimini incelemeliyiz. Bu ilkede *Mudéjares*'in (siyasi olarak Hıristiyan çevresinde yaşayan Müslümanlar) ve *Moriscos*'ların (16. yüzyılın sonlarında ve 17. yüzyılın başlarında, görünüşte Hıristiyan olan Müslümanlar) yardımlarını (kesinlikle alçakgönüllü ama sosyopolitik açıdan son derece ilginç) bir kenara bırakmak anlamına gelmektedir; bu alanda tıp için inceleme girişiminde bulunulmasına rağmen titizlikle yapılmış çalışmaların eksikliği, bu dışarıda bırakmanın esas sebebidir.[2] Coğrafi içeriğe gelince burada kullanıldığı gibi, Endülüs teriminin hiç-

---

1 Vernet (1986, 1993), Samsó (1992, 1994a), Vernet ve Samsó'nun (1992) en son çalışmalarının tümü.

2 Garcia Ballester'in eserine bakınız (1976, 1984)

bir şekilde bugün Endülüs olarak bilinen bölgenin sınırlarına uymadığını, ancak Arapların Müslüman İspanyolları tanımlamak için kullandıkları *el-Endelüs* teriminin tercümesinin kastedildiğini belirtmek gerekir: Kuzey sınırları 8. yüzyılda Pireneler'e kadar genişleyen ancak 13. yüzyıl sonlarından itibaren Hıristiyanların 'yeniden fethi' sırasında Gırnata Krallığı ile sınırlı oluncaya kadar gittikçe kısalan politik ve çoğu kez de kültürel gerçek.

Hemen hemen sekiz yüzyılı kapsayan bu dönemin tarihi pürüzlü bir şekilde bilinmektedir: 12. yüzyıla kadar makul biçimde her şey yolundadır ve daha sonra oldukça kötüdür, çünkü çöküş dönemleri tarihçilerin dikkatinin daha az çekilmesine sebep olmuştur. Buna ek olarak eğer doğu biliminin yanında Endülüs'teki Arap Biliminin gelişimini göz önüne alırsak, bazı ilginç farklılıklardan söz ederiz; ilkönce Endülüs'te 9. yüzyılın ortalarına kadar baskın olan ve en azından 11. yüzyıla kadar yaşayan orta derecede önemli Latin, Vizigot, Mozarap* biliminin (ve kültürünün) kalıntılarını bulmaktayız. Endülüs biliminin doğululaşması esasen 850 ve 1031 (Kurtuba Halifeliği'nin düşüşü) yılları arasında oldu. Doğu biliminden katkılar 11. yüzyıldan sonra gittikçe azalmaya başladı[3] ve kültürel etkileşimlerini genellikle Kuzey Afrika'yla sınırlandırıp, Endülüs'te bilim daha bağımsız ilerleyerek büyüdü. 11. yüzyıl bütün gelişimi, en azından doğu biliminden sonraki yüzyılda gerçekleşen Endülüs biliminin en yüksek noktasını işaret eder. Bu gelişme temelde felsefi olan 12. yüzyılda yavaşladı ve 13. yüzyılın başlarında geriledi; bu dönem Hıristiyan İspanya'daki (X. Alfanso'nun egemenliği altında) bilimsel olarak etkin dönemin doğuşudur. 13. yüzyıldan itibaren doğu'da gerçekleşen bütün bilimsel canlanmadan güçbelâ yararlanabildi. Bu dönem boyunca Endülüs bilim adamları çoğunlukla matematiği bir kenara bırakarak kendilerine özgü şekilde astronomiyi, bitkibilimi (botanik), tıp ve tarımı geliştirdiler; fakat Zaragoza'nın kralı Mu'temen, İbn Muâz el-Ceyyânî ya da İbn Bâcce gibi yeni araştırmadaki anahtar şahsiyetler, bizden bakışımızı yakın geleceğe çevirmemizi isteyebilir.

---

* Bu kelime Araplaşmış yerli halka verilen bir addır.

3 Bu makalelerin gelişimi tercümeler yoluyla saptanabilir. Bk. Venet (1985).

ISIDOR KÜLTÜRÜNÜN HAYATTA KALMASI (711–850)

İspanya'nın Müslüman fatihleri ne bilim adamı ne de kültürlü insanlardı. İstilanın ilk dalgaları esasen, Araplaşmaları çok yeni olan Berberileri kapsamaktadır;[4] ayrıca Endülüs-Arap tarihçiler (özellikle İbn el-Kûtıyye) 8. yüzyılda İberya yarımadasına seviye olarak nispeten düşük kültürlü kişiler olarak giren Araplar arasında yüksek derecede şahsiyetler göstermektedirler. Tabiî ki istisnalar bulabiliriz: İlk Endülüs Emevî halifesi I. Abdurrahman (756–88) doğu bitkilerini Rûsâfe Sarayı'nın (dedesi Hişam'ın Şam'da kurduğu saraydan sonra verilen isim) bahçelerine alıştırmak için girişimlerde bulundu ve kendi saray görevlileri tarafından da benzer deneyler yapıldı; bu yüzden 11. yüzyıldan itibaren burada, İspanya'da oluşum halindeki bitki (botanik) bahçelerinin kurulduğunu görebiliyoruz (Samsó 1982). Ancak bunlar istisnai vakalardır: Müslüman geleneği, tâbiinden biri olan Haneş es-San'ânî'ye, Kurtuba ve Zaragoza'nın büyük camileri için kıblenin ufuk açısını (azimut) belirlemenin yanı sıra bunun isabetli bir tespitinin yapılması yetkisini vermektedir, oysa en azından 10. yüzyılın sonlarından itibaren herkes Kurtuba'daki caminin yanlış yönünün farkındaydı.[5] Endülüs zamanındaki bilgide problem açıkça çok karmaşıktı ve fetih ile ilgili tarihsel kaynaklar Hıristiyan olduğu kadar Müslüman çevrelerinde de kehanetin (divinasyon) uygulanmasına ilişkin astrolojik olan ya da olmayan (özel teknik nadiren tanımlanmış) kaynaklar içermektedir. Ancak Müslüman Endülüs'te yaşayan Latin–Vizigot astronomi ve astroloji geleneği teorisini savunmamızı sağlayan yeterli miktarda veri vardır: 14. yüzyılın ikinci yarısında ya da 15. yüzyılın başlarında ismi bilinmeyen Mağripli bir yazar tarafından yazılan *Zikru Bilâdi'l-Endelüs*, (Endülüs Şehirleri Hakkında) beyitteki astronomi, astroloji ve tıpla ilgili soruların bazı ya-

---

[4] Krş. Guichard (1977) istilanın ilk dalgalarında geleneksel İspanyol tarih yazıcılığında (Historiography) ileri sürüldüğünden daha fazla Arab'ın yer aldığını öne sürmüştür, ama üzerinde konuşulan ana konuları değiştirmemiştir.

[5] Bk. Marin (1981). Endülüs'te *kıblenin* belirlenmesi üzerine King (1978a) ve Samsó (1990)'ya bakınız.

zılarını Kral Sisebut'a (612–21) atfetmektedir: Sisebut'un tıpla ilgili yazıları hakkında hiçbir şey bilmiyoruz, ama hiç kuşkusuz O, Güneş ve Ay'ın tutulması hakkında doğru ve mantıklı açıklamalar verdiği *Epistula metrica ad Isidorum de libro rotarum*'un yazarıdır. Aynı biçimde ünlü Endülüs-Arap tarihçi Râzî, Seville'li Isidore'nin adından astrolog olarak söz eder; bu konu, *De natura rerum* ve *Etymologies* kitabının astronomi bölümünde açıklanmıştır (Samsó 1985b). Isidore'nin ansiklopedik eseri aslında ilk ortaya çıktığından daha ilginçtir; mesela Zerkallî'ninki (sansó 1979a) gibi astronomi ile ilgili takvimler için önemli olan Babil Hedef Yılları* (*années-limites*, *Ziel-jahre*) hatıralarını içermektedir. Latin-Vizigot geleneğinin astroloji alanında yaşadığının en açık kanıtı Alfonsine'nin eseri *Libro de las Cruzes*'de bulunmaktadır.[6] Birçok sayfasının yeni keşfedildiği (Vernet 1979e; Munoz 1981) bu kitap, Arap astroloji metninin Kastilce tercümesidir. Kitapta tam olarak 57. bölüme karşılık gelen Emir I. Hişam'ın saray astrologu Abdulvahid b. İshak ed-Dabbî'nin *urcûze* beytinin 39 mısrasını kapsamaktadır. Bu yüzden bildiğimiz kadarıyla Endülüs'e Hint, İran ya da Yunan geleneğinin Doğuya ait astroloji metinlerinin girişinin en ufak, açık bir izine sahip olmadığımız dönemde oluşturulan en eski Endülüs kaynağına sahibiz. Şu eklenmelidir ki hem korunan Arap metinleri hem de Kastilyalı Alfonsine'nin tercümesi, doğu astrologlarının geliştirdiği daha ileri sistemlerinin başlangıcından önce Endülüs, Tunus (Kuzey Afrika) ve Mağrip Rumlarının (Romalı? Hristiyan?) kullandığı en eski astrolojik tahmin sisteminin 'haçlar sistemi' (*tarîkatü ahkâmi's-sulûb*) olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle *Libro de las Cruzes*'in eski Latin'de ortaya çıkan ve Müslüman fethinden önce İspanya ve Kuzey Afrika'da kullanımda olan ve elle yapılan astrolojinin evriminin son aşamasını temsil ettiği sonucuna varabiliriz. Astroloji tekniğinin bu türü Endülüs'te doğululaşma sürecinde de yaşamıştır: el-Mansur b. Ebî Âmir'in (981–1002) astrologları tarafından kullanılmış daha sonra muhtemelen 11. yüzyılda genellikle Ubeydullah el-İsticî (Toledolu Kâdî Saîd ile çağdaş astrolog) olarak tanımlanan Ubeydullah tarafından gözden geçirilip dü-

* 'Babylonian Goal Years' Babil astronomisinde pek çok yıldız ve gezegenin daha sonraki hareketlerini ön görebilmek için gök yüzünde görüldüğü zamanı ve yeri kayıt altına alan tabletler üzerine yazılmış metinlerde belirtilen yıllardır.

6 Samsó'nun bu metinin yayınlanan tercümesine bakınız (1983a).

zeltilmiş ve 13. yüzyılda da beğenilmiş olmalı ki X. Alfonso onun tercümesini düzenlemiştir.[7]

Bu olası Latin kaynaklı 'haçlar sistemi' (system of crosses) şaşırtmamalı, çünkü bizim bildiğimiz zamanın Endülüs kültürünü doğrulamaktadır. 850'de başlayan Hıristiyan hareketi 'gönüllü şehitler'in ilhamı olarak bilinen Kurtubalı Eulogius, Latin kitaplarının hayranıydı. Kütüphanesinde *Sevilleli Isidore*'nin *De natura rerum*'un bir bölümünü içeren Escorial'dan codex R.II 18 (*Ovetense*), bazı coğrafya metinleri (*Etymologies* ve diğer kaynaklardan alınmış), 778 ve 779 tutulmalarının kaynağı, Kurtuba kilisesi kütüphanesinin listesi ve benzeri kaynaklar bulunmaktadır, bütün bunlar Arapçada az bulunan ve *Etymologies*'i içeren diğer Latin elyazmalarındaki notlarla eşlik edilmektedir. En hayret verici ise ünlü Isidorian T haritasının, efsaneleri Arapça yazılan Madrid Milli Kütüphanesi'nde bir elyazmasında korunuyor olmasıdır; buna ya Isıdor geleneği ile tanınan bir Müslüman tarafından ya da son derece Araplaşmış Hıristiyan (Menendez Pidal 1954) tarafından dikkat çekilmiştir. Eğer coğrafyadan tarihe geçersek kanıt daha da netleşiyor, ama bu bölüm bu konuyu daha fazla araştırmak için uygun değildir; bizi burada ilgilendiren daha sonraki dönem örneği olarak Paulus Orosius tarafından Kurtuba'da yapılan *Historiarum adversos paganos libri septem* Arapça tercümeden bahsetmek yeterlidir.

Bilimlerin tarihine dönersek, daha sonra *Kurtuba Takvimin*'de bulunan Mozarap kültürel unsurları göz önünde bulunduracağız. Önce İbn Cülcül el-Endelüsî'nin (Vernet 1979d) *Kitabu Tabakâti'l-Etıbbâ ve-l-Hukemâ*'daki Endülüslü hekimler ile ilgili bölümleri okumak son derece öğreticidir, çünkü bu yazar III. Abdurrahman en-Nâsır (912–61) zamanına kadar Endülüs tıbbının genelde Hıristiyanlar tarafından, onların çevirmiş oldukları bir kitaba göre yapıldığına ve bu kitabın başlığının özet ya da derleme anlamına gelen *Aphorism* olduğuna dikkat çekmiştir. *Aphorism* terimi burada Hipokrat'ın Aphorismi manasına gelmemektedir, çünkü eğer Sevilleli Isidore'nin tanımı kabul edilseydi bu kelime tıp yazınında edebî bir biçim gösterirdi. Ayrıca İbn Cülcül'un bahsettiği Muhammed'in (852–86), Munzir'in (886–8) ve 'Abdullah'ın (888–912)

[7] Haçların sistemini takip eden astrologların kullandıkları teknikler için hem Samsó (1979b, 1980d, 1985a) ve Poch (1980) hem de Castells'e (1992) bakınız

emirliği altında olan altı hekimden, beşi Hıristiyan'dır. Bunlardan ikisinin Hamdîn b. Ubba (yani Oppas) ve Halid b. Yezid b. Rumân gibi tipik isimleri vardır. Üstelik bu beş hekimden biri olan Cevâd, *Monk's Medicine* (Rahibin İlacı) adlı kitabın yazarıdır. Bu durum III. Abdurrahman'ın halifeliği ile değişmiştir, ama aphorism'in beş defterinin yazarı Yahya b. İshak ile Latin tıp geleneği devam etti; Yahya b. İshak, halifenin sıkıntı çektiği kulak iltihabı vakası hakkında rahibe danışmıştır. Bütün bunlar *Urcûze fi't-Tıbb*'da "sadece Arapçaya çevrilen (*el-muarrabât*) eski metinleri bilen biriyle tıbbın en yüksek sınırına ulaşılacaktır" diyen hekim Saîd b. Abdi Rabbihi (ö. yaklaşık 953–77) tarafından doğrulanmaktadır.[8]

Latin geleneğinin hayatta kalışının oldukça açık göründüğü üçüncü alan ziraat bilimidir. Bu zamana kadar Endülüs ziraat bilimcileri arasında var olan Columella geleneği genellikle açık bir şekilde kabul edildi ve İspanya'da *De re rustica*'sında Arapça tercümelerinin olduğu varsayıldı. Bu teori Iunius Moderatus Columella olarak tanımlanan Yûnyûs'un İbn Haccâc'ın (yaklaşık 1073) alıntılarına dayandırıldı.[9] Yûnyûs'un alıntıları ve *De re rustica*'nın bazı metinleri arasındaki benzerlikler büyük olasılıkla ele alınan konunun aynı türden olmasıdır; çelişkiler de bulunmaktadır ve eski Süryani tercümesinden alınan, Arapça tercümede korunan Beritolu Vindanios Anatolios'un ziraat bilimi eseri ile Yûnyûs'un alıntılarını karşılaştırınca daha fazla benzerlikler bulunabilir. Ayrıca Yûnyûs, Vindanios isminden gelmektedir, onun bozulmuş biçimidir (Rodgers 1978).

Ancak, Endülüs'te Columella geleneği teorisine yapılan saldırıya rağmen ki bazı bilim adamlarına göre bu teori, Endülüs ziraat bilimi ile doğu ziraat bilimi arasında en önemli farkı oluşturmaktadır, en eleştirici yazarlar bile Müslüman İspanya'daki Latin ziraat biliminin yaşadığı fikrini terk etmemişlerdir. Buna göre İbn Haccâc anlatımlarının Endülüs *Rûm* (Mozarap) geleneğinde bulunduğunu iddia ettiği gösterilmektedir ve İbnü'l-Avvâm (12. yüzyıl ya da 13. yüzyılın ilk yarısı) isimlerden bah-

---

[8] Bu konu ile ilgili birçok kaynakçadan en son baskı Abdurrahman Bedevî: Ürüsiyüs, Tarihu'l-a'lam' ile kendimizi sınırlayacağız.

[9] J. M. Carabaza tarafından incelenen *Kitâbu'l-mukni fi'l-filâha*'nın en son baskısı '*La edicion de al-Muqni*'de İbn Hayyah. Problemas en torno a su autoria, *Al-Qantara* 11 (1990), 71–81 için İbn Haccâc bakınız.

setmeden 'şöyle söyleyen ziraat bilimciler vardır', 'şöyle belirten diğerleri' gibi tabirlerle alıntılara giriş yaparak Müslüman olmayan yazarların fikirlerini topladı. Paris'teki Bibliothèque Nationale'deki Arapça bir elyazmada anonim kaynaklardan birine rastlanılmıştır. Yazarı açıkça bir Hıristiyan'dı, çünkü o, Hıristiyan olmayanları avangelik yöntemi uygulayarak zorla Hıristiyanlaştırmayı şiddetli bir şekilde savunmaktadır. Yazarının, doğu Arap çevirisindeki klasik yazarlardan alıntı yaptığı, Arap kültürüyle gelişen Mozarab metni, 10. yüzyılın kısa bilimsel incelemesiydi.[10]

DOĞU KÜLTÜRÜNÜN GELİŞİMİ (850–1031)

Bu zamana kadar ortaya koyduğumuz görüntü, hiç kuşkusuz tek taraflıdır. Latin-Vizigot kültürünün hayatta kalmasını vurguladık, çünkü bu en tipik özelliktir; ama onun tek olduğunu da iddia etmiyoruz. Üstelik makalemizin kronolojik dönüm noktaları sadece kaynağın anlatmak istedikleridir: Arap kültürünün yanı sıra Latin kültürünün 850'den ileride yaşadığını gösteren yeterli sayıda örnek verdik. Ancak, en azından ilk Emevî'nin tahta çıkmasından sonra (756), Emir Abdurrahman II (821–52) hâkimiyetinde güçlenen Irak etkisinin ve bunu takiben Suriye etkisinin kendini gösterdiği dönemle birlikte Endülüs'ün doğululaşma süreci başladı.[11] Hac görevlerini yerine getirmek ya da inceleme için doğuya giden seyyahlar en son icatlarla döndüler. Abdurrahman I tarafından 786'da kurulan Kurtuba Büyük Cami kültürel yayımının merkezi olmaya başladı ve tıp, astronomi ve matematik camilerde ya da özel evlerde (daha sonra *medrese* ortaya çıktı) verilen yüksek eğitimin içine yavaş yavaş sokulmaya başladı.[12] Hastaneler (kesin olarak birkaç tane vardı) ve gözlemevleri (muhtemelen yoktu) gibi

[10] Hıristiyan yazarın eseri olarak düşünülen ziraat bilimi metni Lopez'de yayınlanır (1990b).

[11] Bu süreç Mekkî'nin Endülüs kültürü tarihi bakış açısı tarafından çok iyi tanımlanmıştır. (1961–4).

[12] Endülüs'te eğitim üzerine Ribera (1928b) ve Muhammad 'Abd el-Hamid İsa'ya (1982) bakınız.

diğer bilimsel kurumlar hakkında hiçbir şey bilmiyoruz, ama kütüphanelere (Ribera 1928a,b) gelince durum tamamıyla farklıdır. Bazı emirlerin bunlara karşı sürekli ilgileri bulunmaktaydı: Felsefe ve tıp eserleri okuru olan Abdurrahman II, 'Abbas b. Nâsih'i kitap getirtmek için doğuya göndermiştir ve krala ait kütüphanenin varlığı Muhammed'in emirliği zamanından (852–86) itibaren doğrulanmaktadır. Toplam 400.000 cildi kabul etmesek bile -ki gelenek bunun o halife zamanında olduğunu iddia eder- kraliyet kütüphanesi Hakem II devrinde (961–76) oldukça gelişti (aynı sayı İskenderiye büyük kütüphanesi için zikredilir). Ayrıca Kurtuba, Seville, Almeria, Badajoz, Toledo, Zaragoza vb. şehirlerde 10. ve 11. yüzyılda büyük oranda özel kütüphaneler ortaya çıktı. Bu bilimsel kültür doğululaşmasını ilerletme görevi muhtemelen Abdurrahman II'ye uygun olmalıydı. 14. ya da 15. yüzyıl Mağripli ismi meçhul yazarımız felsefe, müzik, tıp ve astronomi kitapları gibi Endülüs'e astronomi cetvellerini ilk tanıtanın kendisi olduğunu söylemektedir (Molina 1983, 138). Aslında bu dönemde Abbas b. Firnâs (ö. 887) (Terés 1960) ya da Abbas b. Nâsih (ö. 844'ten sonra) (Terés 1962) Harezmî'nin cetveliyle özdeşleşen *Sindhind cetvelleri*'nin uyarlamasını tanıttı. Şiirde İbn Firnâs'ın zikrettiği *ed-Defteru'l-muhkem*'in de *Zîc* olması muhtemeldir.[13] Bütün olaylarda astroloji Kurtuba'nın sarayında modaydı ve emir İbn Firnâs'ın etrafı, İbn Nâsih, Yahya Gâzâl (Vernet 1979e) ve İbnü'ş-Şemr (Terés 1959) gibi göze girmeye çalışan şair astrologlarla çevriliydi. Emir'in astrolojiye ilgisi saltanatı sırasında gerçekleşen, şehir insanını korkutan ve tutulma için Ulu Cami'de dua törenine toplanmaya sebep olan, hemen hemen tamamı Kurtuba'da meydana gelen 17 Eylül 833 güneş tutulması olayı gibi önemli astronomi olaylarından kaynaklanmaktadır. 20 Nisan ve 18 Mayıs 839 arasında büyük çapta kayan yıldız yoğunluğu da vardı. En azından bu zamanın sonlarından itibaren, astrologlar önce Emir'in daha sonra halifenin güveninden hoşnut olan ünlü şahsiyetler oldular ki bu dindar *hukukçu*ların ve bazı şairlerin kıskançlığına sebep oldu. Hem 9. yüzyılda hem de 10. yüzyılda bir bakıma astronomi karşıtı da olan, astroloji aleyhindeki tartışmaların ipuçları vardır (Samsó 1979b).

[13] Bk. İbn Hayyan, *el-Muktebes min enba' ehli'l-Endelüs*, s. 281–2.

Öte yandan bu süreç konuyla ilgili yeniliklerin de sürekli olarak ortaya konduğu dönemdi. Birkaç örnek vermek gerekirse: Tıp alanındaki doğululaşmanın Kurtuba'da bulunan hekim Harrânî ile büyük bir ilgisi vardır. II. Abdurrahman, İbn Cülcül'un sarayında hekimlik yapan Harranî bu şahsiyetten bahseder, yine 941 ve 962 yılları arasında Bağdat'ta, Sâbit b. Sinan b. Sâbit b. Kurrâ ve bir Harranlı ile çalışmış olan erkek torunları Ahmed ve Ömer b. Yunus, Harrânî'den bahseder. Bu yüzden geleneğin sürekliliği vardır ve Endülüs'e dönüşlerinde Sâbit b. Kurrâ'nın eserlerini ve İspanya'da 11. yüzyılda Ebû Mesleme Mecrîtî'nin *Ğâyetü'l-Hekîm* (*Picatrix*) ile filizlenen tılsımlı büyü tekniklerini ülkeye tanıtmış olabildikleri öne sürülmektedir. 10. yüzyılda İbn Cülcül da *Tabakâtü'l-Etıbbâ*'sını yazmak için Latin ve Arapça kaynakları kullandı ve aralarından ikincisi ise Ebû Ma'şer'in *Kitabu'l-Ulûf*'udur. Astrolojideki bu tür merak, Ömer b. Ferruhan et-Taberî'nin 10. yüzyılın sonuna doğru Kurtuba'ya *Liber Universus*'u takdiminde de açıktır (Pingree 1979). Bu yüzyılda İhvan-ı Safâ'nın *Resâil*'i ve *Tabula Smaragdina* (Stern 1961) tanıtıldı, Yahya b. İshak, zamanının bilinen tüm Yunan tıbbının bir araya getirildiği bir tıp el kitabı yazdı (Meyerhof 1935, özellikle s. 6) ve İbn Cülcül, tıp öğrencilerinin bilmesini gerekli gördüğü, Galen'in 16 eserinin listesini temin etti.[14]

Endülüs bilimi üretken olmaya başladı. Bu açıdan 9. yüzyılın ikinci yarısının en göze çarpan şahsiyeti muhtemelen Abbas b. Firnâs'tı (ö. 887); bu şahsiyet sadece şair ve astrolog değil, ayrıca havacılıkla ilgili Kurtuba'nın Rusâfe'sinde deneyler yapmıştı. Bunlar Malmesbury'nin rahibi Eilmer tarafından 11. yüzyılda İngiltere'de yapılan benzer girişimleri andırmaktadır; kristal kayaları kesmek için yeni teknik sundu ve II. Abdurrahman'a sunduğu ve bileziğe benzer küre yapmasının yanında, evinin bir odasına bir çeşit gökevi (planetaryum) inşa etti ve son olarak hareketli robotlarla donanımlı bir su saati yaptı. Bu alet *mîkâte* ya da *minkâne* gösterge vazifesini görecek, Güneş ve yıldızlar olmadığında farz namazlar için saati belirlemeyi sağlıyordu ve Emir Muhammed'e verildi (Vernet 1980a,b).

Gerçek bilim adamı olmamasına rağmen Abbas b. Firnâs, 9. yüzyılda oldukça sıra dışı bir şahsiyetti. Allah ona kendi bilgisini kullana-

[14] İbn Cülcül, *Kitâbu Tabakâti'l-etibbâ ve'l-hukemâ*, s. 42.

bilme ve ansiklopedik merak yetisi vermişti. Endülüs biliminin gerçek gelişimi, takip eden yüzyılın özellikle ikinci yarısında meydana geldi; Endülüs *mîkât*'inin ilk bilinen kanıtını içeren ünlü *Kurtuba Takvimi*'ni, yerli ilaç biliminin gelişimi ve Endülüs-Arap astronomisinin başlama noktası, Madridli Mesleme ekolü bunu göstermektedir.

Kurtuba Takvimi

Kurtuba Takvimi,[15] Hakem II için halifeliğinin öncesinde ya da sonrasında (960), hekim ve tarihçi 'Arîb b. Saîd[16] ve Mozarap Hipokrat Reb'î b. Zeyd (Recumund) tarafından tertip edildi. Bu eser farklı geleneklerin ilginç bir karışımını içermektedir: Latin ve Mozarap (Hıristiyan azizlerin bayramlarına, İspanya'daki geleneksel tarım uygulamalarına referanslar), İslam öncesi Arap (*envâ*'nın eski sistemine dayalı meteorolojik tahminler) ve Grek-İskenderiye (perhiz referanslarını Galen ve Hipokrat ekollerine atfeden ve Hipokrat diyetine oldukça benzeyen metin (Samsó 1978)). Temelde Hintli-İranlı ve Batlamyus geleneklerine dayanan, Arap-İslam kültürü tarafından meydana getirilen yeni astronomiyi de içine almaktadır. Bu yüzden metin, *Sindhind* ve *Ashabu'l-mumtehan*'a göre, Güneş'in burçlar kuşağının on iki işaretine girdiği tarihi vermektedir ve bu metnin muhtemelen Yahya b. Ebî Mansur ya da Habeş el-Hâsib'in (Vernet 1979a, özellikle s. 28–30) Harezmî'nin *Zîc*'inden söz ettiğini doğrulayabilmekteyiz. Ayrıca *Takvim* burada ilk kez ortaya çıkartılan, *mîkât* geleneğinin 10. yüzyıl Endülüs'ündeki varlığını ispat eden sayısal değerlerin bütün çizelgelerini vermektedir.[17] Bu yüzden metin şunları içerir:

1. Yıl boyunca yayılan 37;30° enlemine (*Toledan Table*'nın (Toledo cetvelleri) elyazmalarından birinde Kurtuba'ya göre planı çizilen) ve 23;50° boylamına (Batlamyus sayısı 23;50°'nin yuvarlandığı değer) karşılık gelen Güneş'in otuz üç meridyen uzunluğu.
2. Saat mili için $g=1$ olarak hesaplanan, saat mili bir insan boyu olduğu için, önde bulunan meridyen uzunluklarına karşılık gelen *gölgeler*.

---

[15] Bk. Dozy ve Pellat (1961), Martinez Gazquez ve Samsó (1981) ve Samsó ve Martinez Gazquez (1981).
[16] Bu âlimle ilgili Lopez'e (1990b) bakınız.
[17] *Mîkât* Endülüs geleneği üzerine King'e (1978a) bakınız ve yeni ayın görünümünün belirli problemi üzerine King'e (1978d) bakınız.

Ortaya çıkan bu değerler $g=12$'ye göre hesaplanan cetvellerden ya da aritmetik metotlar kullanılarak hesaplanan benzer cetvellerden türemelerine rağmen, biri gölgenin Zodyak'ın* işaretinde Güneş'in girişine karşılık geldiğini, diğeri her işaretin ortasından geçişine karşılık geldiğini göstermektedir.

3. Genellikle doğru sonuçlu, trigonometrik hesaplar kullanılarak, yukarıdaki benzer parametrelerle hesaplanan yıl boyunca gece ve gündüzün uzunluğuna karşılık gelen 24 değer (ayda iki kez).
4. Alacakaranlığın süresine göre 28 değer: Bu seri hiç şüphesiz en şaşırtıcı olanıdır, çünkü Güneş'in 17 derecelik batma yayına göre hesaplanmışa benzemektedir, Brahmagupta'nınkine benzer yaklaşık bir formül kullanılır:

$$t = \frac{D}{\text{cotan } h + 1}$$

O zaman bu, bölümün sonunda üzerinde duracağımız Endülüs'te astronominin Hint-İran geleneği etkisini göstermek için var olan kapsamlı bir kanıtın örneğidir. Ancak, yukarıda bahsettiğimiz dört serinin sayısal değerleri çok farklı yöntemler kullanmaktadır ve *Calendar*'ın yazarlarının kullandığı kaynakla ilgili sorun yaratmaktadır: 'Arîb b. Saîd ve Rab'î b. Zeyd'in astronom olmadıkları, Kurtuba ya da aynı enlemdeki diğer şehir için 37;30° enlemine göre *mîkât* cetvellerini kullanmış olabilecekleri gösterildi.

Özgün Farmakolojinin Gelişimi

Endülüs farmakolojisinin Abdurrahman III döneminden önce var olduğu söylense bile esas gelişme, onun halifeliği sırasında meydana geldi. Endülüs hekimleri, bitkileri (simples, tıbbî bitkiler ve bunların ilaçları) tanımlamakta güçlük çektiler. Bunlar, Istifan b. Basîl'in doğuda yaptığı Arapça çeviriler yoluyla bilinen Dioscorides'in *De materia medica*'sında bahsedilmektedir. 948(?)'de halife Abdurrahman III Bizans imparatorundan (Konstantin VII), Dioscorides'in ihtişamlı bir şe-

* Ekliptiğin iki yanında, aşağı yukarı 10° genişliğinde içinde Güneşin ve gezegenlerin döndüğü bir gökkubbe kuşağıdır.

kilde resimlendirilen Yunanca elyazmasını kabul etti, ama bu anlaşılmadı, çünkü o zamanlar Kurtuba'da hiç Helen uzmanı yoktu. Halifenin ricasıyla Bizans imparatoru, Rahip Nicolas'ı Endülüs'e gönderdi ve onun yardımıyla bir grup Endülüslü hekim, birçok bitkiyi tanımlamayı başaran Dioscorides'in, Arapça uyarlamasında kullanılan bitkibilim terminolojisinin sistematik olarak gözden geçirip düzenleme girişiminde bulundu. (vernet 1979b; Meyerhof 1935; Dubler ve Terés 1952, 1953, 1957). Bunun önemli sonuçları vardı, bunlar arasında bitkibiliminin hızlı gelişimi ve Dioscorides ile ilgili eserin tamamlanmasından hemen sonra başlayan Endülüs-Arap botaniği yer almaktadır. Discoderies'in ortaya koyduklarından biri, daha önce çok defa bahsettiğimiz İbn Cülcül'ün bitkibilim (botanik) eseriydi; rahip Nikolas'ın yardımcılarını biliyordu, saptanan ilaçlar ve bitkiler üzerine, ikinci olarak da Dioscorides'in bahsetmediği ilaçlar üzerine bir kitap yazmak için acele etti. (Garijo 1990, 1992a,b).

Bu dönem, ayrıca Endülüs tıbbının olgunlaşmasının ilk belirtilerine tanık olduğu bir dönemdir. 'Arîb b. Saîd'den kısaca bahsedecek olursak, yaklaşık olarak 964'de doğum ve çocuk hastalıkları ile ilgili bilimsel incelemenin yazarıydı. Bu kitap, ilk Endülüs tıbbi astroloji kaynaklarını da içermektedir. Daha da önemlisi Ebu'l-Kâsım ez-Zehrâvî'nin (936'dan sonra doğmuş ve 1013 civarında ölmüştür) eseridir. Ebu'l-Kâsım ez-Zehrâvî'nin *Tasrîf*'i, orta çağın cerrahî üzerine en önemli bilimsel incelemelerinden birini ve bununla birlikte Mısırlı ya da Iraklı esnaf ve Mezopotamya kaynaklı yöntemi koruyan parfümcüler arasında kullanımda olan ileri laboratuar tekniklerini kullandığı ilaçbilim ile ilgili bilimsel incelemeyi içermektedir. Bu eseri, kuramsal yönle de ilgilidir, çünkü kendisi karışım (Ahlat-ı Erbaa) teorisine, Hipokrat'ın dört tedavi edici niteliğine (soğuk, sıcak, ıslak, kuru) ve bu niteliklerin Galen derecelerine dayanarak, tıptaki kimyasal bileşikte kullanılan bitkilerin dozajının sorunlarını inceledi: Belki de Kindî'nin *De medecinarium compositarum gradibus*'u biliyordu.[18]

[18] Bk. Hamarneh ve Sonnedecker (1963). el-Kindî'nin dereceler teorisi ve Ortaçağ Avrupa'sına etkisiyle ilgili olarak Villanovalı Arnald'ın *De gradibus* baskısına girişine bakınız.

Mesleme el-Mecrîtî Ekolü

'Ebu'l-Kâsım'ın tıp tarihinde olduğu gibi, Mesleme'nın da Endülüs astronomisi tarihinde benzer bir rolü vardı. Madrid'de doğmuş, Kurtuba'da çalışma yapmış ve burada 1007'de ölmüştür. Ünlü astrolog, politikanın bazı detaylarının yanı sıra halifeliğin kaldırılacağını önceden haber vermiştir. *Fitne* bu politik detaylardan önde gelmektedir. Ancak ünü, özellikle Harezmî-Mesleme olarak adlandırılan Harezmî'nin cetvellerini uyarlamasından kaynaklanmaktadır. Endülüs'e Abdurrahman II emirliğinde muhtemelen Harezmî uyarlamasındaki *Sindhind*'in girişinden bahsetmiştik. Bu metin İspanya'da kısaltılmış biçimiyle bilinen, ispatları olmayan, Bathlı Adelard'ın bir Latin tercümesinde korunan Mesleme ve talebesi İbnü's-Saffâr'ın (ö. 1034) uyarlamasının bir ürünüydü (Suter 1914; Neugebauer 1962a,b). Endülüs astronomlarının bu *zîc*'e kesin katkılarını saptamak kolay değildir şöyle ki; Harezmî'nin orijinal metninin kaybolmuş gibi görünmektedir ve Abraham b. Ezra'nın (Millas Vallicrosa 1947) *Liber de rationibus tobalarum*'deki İbnü'l-Müsenna'nın açıklamasında korunan açıklamadaki bilgi yardımıyla ya da Haşimî'nin *Kitab fi 'ileli'z-Zîcât* gibi benzer metinlerdekilerle yeniden düzenlemeyi deneyebiliriz.[19] Harezmî'nin *zîc*'deki Hint-İran, Greco-Arap ve İspanyol (Hispanic) geleneklere uyan materyalin varlığı kabul edilmiştir. Hint-İran malzemelerinin orijinal *zîc*'den olduğu ileri sürülebilir, ama bu her zaman doğru değildir; özellikle hareket ortalaması cetvelleri için durum böyledir, çünkü temel parametreler Hind kökenlidir, ama aktarılan cetvellerin düzeni önemli biçimsel değişiklik göstermektedir ve bu geleneksel olarak Mesleme'ye atfedilir. Aslında, orijinal cetveller, Pers Güneş Yılı'nı kullandı ve kaynağın tarihi Yezdicerd III döneminin başlangıcıydı, oysa korunan cetveller Müslüman ay yılını kullandı ve Hicretin başlangıcı (16/07/622) kaynağın tarihiydi. Mesleme'nin, tutulmaların (ekliptik) cetvellerine müdahalesi de belirtilmiştir (Pingree 1976, 165). Ayrıca gezegenlerin enlemini hesaplama hususundaki cetvellerin müdahalesi de belirtilmiştir, ama bu son durumda elde edilen sonuçlar çok iyi değildi. (Kennedy, değişik yerlerde 1983, 125–35). *Zîc*'in Batlamyus'tan etkilenen bölümü dikkate alındığında benzer durum söz konusudur: Bir taraftan Harezmî' Halife Memun'un

[19] el-Haşimî, *Kitab fi 'ileli'z-zîcât*.

çağdaşıydı, yani *el-Macestî* ve *Handy Tables*'ın çok iyi bilindiği dönemde yaşadı, diğer taraftan da bazen aşağı yukarı orijinal kaynağın yeniden şekillendirilmiş ve Mesleme ya da başka biri tarafından, çeşitli ilaveler yapılmak suretiyle, değişikliklere uğratıldığı izlenimini vermektedir. Aynısı yarıçapı 60p'ye göre hesaplanmış sinüs cetvel gibi bazı trigonometrik cetvellere de uygulanır. Bu cetvel, *el-Macestî* de cetvelin iki kirişinin bölünmesinin sonucudur. Bu İbnü'l-Müsennâ'nın kanıtıyla ters düşmektedir, İbnü'l-Müsennâ, Harezmî'nin sinüs cetvelinde yarıçapın değerinin yüz elli olduğunu belirtmektedir. Mesleme'nın bütün İspanyol malzemelere bir katkısı olduğunu varsayabiliriz, örneğin Zîc'in kronolojik bölümündeki İspanyol çağa (MÖ. 38) referans ya da bazı cetveller için Kurtuba meridyeninin kullanılması gibi -bu cetveller kesişim (konjonksiyon), Ay ve Güneş'in karşıtlığının-orijinal tabletten türeyen, ama Mesleme tarafından değiştirilen-belirlenmesi şeklinde ya da ayın yükselen noktasının orta hareketine göre cetvellerdir. Bu cetveller de 970 ve 1174 arası dönem için Kurtuba'nın meridyenine göre hazırlanan yardımcı cetvel içermektedir. (Neuqebauer 1962a, 61, 63, 95, 108–10). Zîc'in tüm sayısal cetvellerinin yaklaşık olarak beşincisini kapsayan yarıçap izdüşümünün (*projectico radii stellarum*) cetvellerinde aynı örnek bulunmaktadır: Bunlar 38;30° (Kurtuba) enlemine göre hesaplanmaktadır ve doğu astrologu İbn Hibinta (Baghdad, yaklaşık 950) tarafından korunan Harezmî'nin orijinal cetvelleri ile birbirine uymamaktadır. Yeni eser göstermektedir ki Mesleme'nın eseri, Harezmî'nin hesaplama metotlarını ilerletti, çünkü Kurtubalı astronomun cetvelleri doğru sonuçlar verdi ve kullanmak için Harezmî'ninkinden daha kolaydı (Kennedy ve diğerleri, 1983, 373–84; Hogendijk, 1989).

Bazı değişiklikleri Mesleme'ye bağlamak bazen daha problemlidir ve sonraki elyazılarının müdahalesi göz önüne alınmalıdır. Bu Hintli görünürlük teorisine dayanan ama Kurtuba'dan çok daha uzak Zaragoza'ya karşılık gelen 41;35° boylamı civarına göre hesaplanan yeni ayın görünümü için cetvellerle ilgili bir durumdur ve bu sebeple muhtemelen 11. yüzyılda kurulmuştur, bu dönemde pozitif bilim o şehirde hızlı bir gelişim geçirmiştir (Kennedy ve diğerleri, 1983, 151–6; King 1987c, 189–92; Hogendijk, 1988b).

Mesleme'nin astronomi cetvelleri ile ilgili eseri, Harezmî'nin *zîc*'i ile sınırlı değildi. *Tabakâtü'l-Ümem*'inde, Toledolu Saîd bize

Mesleme'nin kendini gök cisimlerin gözlemine ve Batlamyus'un *el-Macestî* kitabını anlamaya verdiğini ve Bettânî'nin cetvelinin gezegenlerin denkliği ile ilgili bölümünün özetinin yazarı olduğunu anlatır.[20] Bu üç doğrulama bağımsız olarak ele alınmalıdır.

1. Gök cisimlerinin gözlemlerine gelince sadece Zerkallî'nin kanıtını hatırlamaya ihtiyacımız vardır, Zerkallî Mesleme'nin Arslankalbi Yıldızı (Kalbu'l-Esed; Regulus) yıldızını 979'da gözlemlediğini ve onun boylamının 135;40° olduğunu saptadığını belirtmiştir. Bu kanıt onun *Planisphaerium*'daki açıklamalarına eşlik eden 21 yıldızın küçük cetvelinde bulunan bu yıldızın boylamının değeriyle uymaktadır (Millas Vallicrosa 1943, 310–11; Kunitzsch 1980); bu yıldızın boylamının saptanması Mesleme tarafından *el-Macestî*'deki yıldızların listesiyle ile ilgili 13;10° yalpalama (precession) hareketini tespit etmek için kullanılmıştır, bu ona geri kalan yıldızlarının boylamının tespitine imkan vermiştir.
2. Mesleme'nin *el-Macestî* ile ilgili eseri hakkında hiçbir şey bilmiyoruz (talebesi İbnü's-Semh onun özetini yazmış görünmektedir) ama bu eser, ilgileri Sindhind'e sınırlı kalmayan Mesleme'nin ekolünde ünlüdür: İbnü's-Saffâr, Batlamyus'un gözlemaracının kullanımı ile ilgili eserinde, *Geography*'sinden bahsetmektedir ve Ripoll manastırında 10. yüzyılın sonlarına doğru yapılan tercümelerle ilgili bir elyazması *el-Macestî* ya da *Geography*'den türemiş olabilen Dünya'nın iklimlerinin yapısını vermektedir.[21]
3. Nallino'nun basımı, Mesleme'ye atfedilen yarım düzine cetveli içermesine rağmen, ama muhtemelen yanlış, Mesleme Bettânî'nin *Zîc*'den ne aldığını da bilmiyoruz. Ancak, Mesleme ekolünün Bettânî'nin eserlerini çok iyi bildiği açıktır, çünkü İbnü's-Semh ekvatorun yapısı ile ilgili bilimsel incelemesinde Bettânî'nin gezegenlerin yerötesinin boylamına göre parametreler kullanmıştır, Dışmerkezliliklerin değerleri ve dairelerin yarıçapı ya Bettânî'den ya da *el-Macestî*'den türemiş olabilir. (Samsó 1983c, Comes 1991).

---

[20] Saîd el-Endelüsî, *Kitabu Tabakati'l-Ümem*, s. 129–30.

[21] Bk. Marti ve Viladrich (1981). Kasım b. Mutarrif'in dolaylı olarak Batlamyus'un *Planetary Hypotheses*'den türeyen ve uzaklıklar ve büyüklüklerin listesini veren (950) *Kitabu'l-Hey'e*'yi içeren İstanbul Carullah 1279 elyazmasını okuma fırsatımız olmuştur.

Ayrıca Batlamyus'un *Planishphaerium* tercümesini ortaya çıkarmıştır: Mesleme ve rahip Nikolas arasında mantıklı bağlantı verilmiştir, bu sebeple Mesleme'nin Yunanca öğrendiği olasılığı vardır, *Planishphaerium*'u çevirmiş olabileceği ileri sürülmüştür; aynı derecede olasıdır ki açıklamalarını eklediği doğu Arapça tercümelerini, yeniden gözden geçirmiştir. Bu eserin Yunanca orijinali korunmamıştır ve öncelikle bütün ulaşılabilir malzemeler incelemeden sorun çözülemez. Örneğin (1) Dalmaçyalı Hermann'ın Latince çevirisindeki (1143)[22] ve İbranice (Hebrew) uyarlamasındaki *Planishphaerium*'un Mesleme uyarlaması; (2) Elyazmasında korunan Arapça uyarlama (Mesleme'den daha önce?)[23] (3) Mesleme'nin *Planishphaerium* ile ilgili açıklamaları (Vernet ve Catala 1979, Kuitzsch ve Corch 1994).

Son metin, Batlamyus'un eserinin ilavelerinin bir dizisini içermektedir: Gözlemaracının ekliptiğini ayırmak için üç yeni yöntem (Batlamyus iki tane daha verir); ayrıca ufuğu da bölmek için ekliptik için verilenlere benzer ve *Planishphaerium*'daki boşluğu dolduran üç işlem; ekliptik, ekvatoral ve yatay düzenlemeler kullanan *rete*'nin ya da yıldız haritasının, sabit gezegenleri yerleştirmek için üç yöntemi. Eserin ikinci bölümünde, Mesleme sadece tek trigonometrik araç kullanır: Menelaus'un teoremi, bununla ilgili Latin çevirisinde korunan birçok not yazmıştır (Björnbo ve Suter 1924, 23–4, 39, 79, 83). Ufuğu dik yükselim'le (right ascension) temelinden ayırmak için tanımlamasına benzer bir işlemi kullanarak, her burçkuşağı (Zodyak) işaretinin başlangıcının dik yükselim'in belirlenmesiyle uğraşır; bir yıldızın sapmasının belirlenmesi; gök cisimlerinin yerötesinin derecesinin belirlenmesi (Bettânî'nin bazı formüleri kullanılmış); yükselen ya da gök cismiyle batan Zodyak derecesinin belirlenmesi. En sonunda sabit gezegenlerin boylamının 38;30° (Kurtuba) olduğu 'eğim' cetvelini vermiştir, oysa eserinin ilk bölümündeki örnekte 39° boylamını kullanır.

Mesleme'nin *Planishphaerium* ile ilgili açıklamaları gözlem aracının yapısı ile ilgili bilimsel inceleme değildir, ama hiç şüphesiz bu aletin yapımı ile ilgili Endülüs kökenli bilimsel incelemeleri etkilemiştir, özellikle 10. Alfonso'nun eserini etkilemiştir (Samsó 1980a,b,c,d) ve bu yanlış

[22] Batlamyus, *Planisphaerium*.
[23] Bk. *Dictionary of Scientific Biography*, 'Batlamyus'.

bir şekilde Maşâallah'a atfedilir (Viladrich 1982; Viladrich ve Marti 1981) çünkü gözlem aracının tasarımı ve kullanılması ile ilgili Maşâallah'ın bilimsel incelemesi olarak anılan bu eser 13. yüzyılın gerçek derlemeleri durumundadır ve muhtemelen Mesleme ekolü ile tanımlanabilecek bazı paragrafları içeren oldukça farklı unsurlardan oluşmuştur. Şüpheli olan bu alet söz konusu ise, bu ekol, burada tartışılmakta olan Mesleme'nin açıklamaları, kısalığı ve pratikliği ile ünlü İbnü's-Saffâr'ın usturlap kullanımı üzerine bilimsel incelemesi (Millas Vallicrosa 1955) ve İbnü's-Semh'in oldukça uzun eseri (Viladrich 1986) tarafından ifade edilmektedir. Bu son eser, iki sebepten ötürü ilginçtir; birincisi gözlem aracına dair bilinmeyen bir eserde, doğu astronomu Habeşü'l-Hâsib'in (yaklaşık 835) alıntılarını içermektedir, bunlar Endülüs'te bu yazar hakkında bilginin ilk kanıtını oluşturmaktadır. İkincisi İbnü's-Semh'in bu kitabı, çevrilecek Arapça metni bulunmadığı sırada, Alfonso X'in yardımcıları tarafından, küresel gözlem aracının kullanımı hakkındaki bilimsel incelemenin yazımı için kullanıldığı kaynaktır, onlar uçak gözlem aracı bilimsel incelemesini küresel gözlem aracının gereksinimlerine göre uyarladılar. (Viladrich 1987).

10. yüzyıl, astronomi ile ilgili aletler alanında diğer yeniliklerin ortaya çıkmasına da tanık oldu. Bu dönemden günümüze kadar kalan en eski güneş saatidir (King 1978a; Barcelo ve Labarta 1988; Carandell 1984a,b; King 1992; Casulleras 1993; Labarta ve Barcelo 1995) ve bu aletlerden biri açıkça İbnü's-Saffâr'a itibar kazandırmaktadır; ama aygıttaki önemli hatalar yetenekli astronom nitelemesini kabul etmeyi zorlaştırmakta ve yerine daha az dikkatli bir zanaatkâr tarafından 'İbnü's-Saffâr tarzında' yapılmış olarak kabul edilmektedir. Ancak, hiç şüphesiz İbnü's-Saffâr ekvatorun yapısı hakkında ilk bilinen bilimsel incelemenin yazarıdır (Comes 1991): Bu astronom tarafından tasarlanmış alet ana gözlem aracının arasına yerleştirilmiş sekiz levhadan oluşmaktadır (biri Güneş için, altısı ayın yörüngesi için ve beş gezegen, biri gezegenlerle ilgili daire için).[24] Gezegen yörüngelerinin ṭabakları, geometrik şeklin yanı sıra boylamda ve anomalide karşılık gelen gezegenin orta hareketi cetvellerini de içermektedir. Bu gezegen Ebû Cafer el-Hâzin'in *Zîcü'l-*

[24] Bk. Comes (1991: 27–68); Poulle (1980a: I, 193–200); ve Samsó (1983c), bazı hatalara işaret ettiğimiz J. L. Mancha'nın *De Astronomia Regis Alphonsi*, Barcelona, 1987, s. 117–23.

şefâ'ih'ni hatırlatır. (ö. 961-71, King 1980): İkinci *zîc*, ekvator gözlem aracının tabaklarında bulunabilir ve o zaman bu tip alet, doğu kökenli olabilirdi. Yeni öğeler bulununcaya kadar, bu soru cevapsız kalacaktır.

ENDÜLÜS BİLİMİNİN BÜYÜK GELİŞİMİ (11. YÜZYIL)[25]

10. yüzyılda Endülüs bilimi üretken bir seviyeye ulaştı ve bazı Endülüs bilim adamları doğuda bile üne kavuştu: En açık örnek Abü'l-Kâsım ez-Zehrâvî ve diğeri (Mesleme) Mecrîtî'dir. Mecrîtî, 14. yüzyılda Batlamyus'u eleştiren yazarlardan biri İbnü'ş-Sâtır tarafından *Nihâyetü's-sûl*'un önsözünde bahsedilmektedir. (Kennedy ve diğerleri, 1983, 62). Endülüs'ün bilimsel başarılarının doğudaki yankıları 11. yüzyıldan itibaren daha da fazlalaşmıştır: Endülüs ziraat bilimcisi İbn Bessâl'ın eseri Yemen'de çok iyi bilinmeye başladı, burada 14. yüzyılın ortalarında hükümdar *resûlî* el-Melikü'l-Efdal bugün bize ulaşan *Kitabu'l-Kasd ve'l-beyân*'ın kısa uyarlamasını yerine tamamlanmış olanını kullandı. (Serjeant 1963, 1977). Bu türden birçok örnek verebiliriz ama kendimizi Ali b. Halef ve ez-Zerkallî tarafından 11. yüzyılda geliştirilen evrensel gözlem araçlarının doğuya etkisine sınırlayacağız: Zerkallî'nin iki uyarlamasındaki (*zerkalliyye* çok gelişmiş bir alet ve *şekkâziye*, daha basit bir alet) *sefîha*, Yakındoğu'da çok iyi bilinmekteydi, burada 14. yüzyılın sonları ve 15. yüzyılın başlarında aygıtın basit uyarlamasının gelişmeleri *şekkâzî* çeşidinin rub'u biçiminde ortaya çıktı ve bu çeşit 16. yüzyılda İstanbul'da gözlemevinde astronomlar tarafından kullanıldı.[26]

Endülüs biliminin standardı 1031 politik krizinden sonra oldukça yükseldi, ancak bu kültürel krize yol açmadı: Zaragoza, Toledo ve Seville'da en önemli üç bilimsel merkez belirdi. Endülüs kültürünün doğululaşma seviyesi bu zamanda daha çok telaffuz edilmeye başladı:

---

[25] Ünitenin bu bölümü Vernet ve Samsó'nun (1981: 135–63) yenilenmiş özetidir. RichteBernburg'un (1987) en son eseri ile karşılaştırınız.

[26] Bk. Samsó ve Catala (1971–5), King (1974, 1987c, 1988). Zerkallî'nin iki *sefîha*'sı üzerine Puig'e (1985, 1986, 1988) bakınız.

Bunun güzel bir örneği Garbâl (ö. 1012)[27] olarak bilinen 'Abdullah b. Hüseyin b. Âsım'ın *Kitabü'l-Enva' ve'l-Ezmine ve ma'rifeti a'yâni'l-kevâkib*'idir ve bu tamamıyla *Calendar of Kurtuba*'dan farklı bir eserdir. Gerçekte ikinci metin Arap, Mozarap ve Helenistik kültür unsurlarının karışımı iken, gördüğümüz kadarıyla, İbn Âsım'ın kitabında açık olarak Arap unsurlar oldukça baskın gelmekte ve onu okumak bize, benzer metinlerden daha çok İbn Kuteybe'nin *Kitabü'l-Envâ*'sını hatırlatmaktadır. Buna ek olarak, bu dönem Mozarap kültürünün yaşamasının -*Libro de las Cruzes*'in yeniden düzenlenmesi ve Latin kaynaklarının ziraat bilimci İbn Haccâc tarafından kullanılması- tamamıyla artakalan olmaya başladığı ve Endülüs öğrencilerin doğuya seyahat etme ihtiyacı olmadan yeterli bilimsel eğitimi elde edebileceklerini düşündükleri dönemdir. Yerli okulların gelişimi Toledolu Saîd tarafından doğrulanmaktadır, onun, *Kitabu Tabakâti'l-ümem*'i Mesleme ve Ebu'l-Kâsım ez-Zehrâvî'nin ekollerinin 'soy ağacının' yeniden yapılanmasını sağlayan yeterli bilgiyi sağlamaktadır. Bunlar 11. yüzyılda astronomi, tıp ve Endülüs ziraat biliminin gelişiminde oldukça önemliydiler. Ayrıca, Ebro vadisinin Müslümanları tarafından yapılan seyahatlere göre istatistikleri karşılaştırırsak doğudan bağımsız olma açıkça ortadadır:[28] 10. yüzyılda Müslüman seyyahların yüzde yirmi beşi bu bölgeden doğuya doğru hareket etti, oysa 11. yüzyılda bu oran yüzde on bire düştü. Bununla birlikte Toledolu Saîd tarafından Kahire'de yaşayan ve burada İbnü'l-Heysem ile görüşen Abdurrahman b. İsa Muhammed'in (ö. 1080) önemli durumunu içine alan Doğu'ya seyahatler devam etti. Endülüs'te 11. yüzyılın en önemli özelliklerinden biri matematiğin gelişimidir, bu özellikle üç şahsiyetin sayesindedir: Matematikçi İbn Seyyid, eserlerini 1087–1096 yılları arasında Valencia'da yazan üstat felsefeci İbn Bâcce ve *hukukçu* ve astronom İbn Muâz (ö. 1093). Bu zamana kadar, bu üç matematikçiden birincisi hakkında bilinen, matematik eserinin başlığı *el-Istikmal* ve bazı içeriğine dolaylı göndermelerdi (Djebbar 1993); bu durum eserin dört

[27] J. W. Goethe Üniversitesi, Frankfurt, 1985 Institute für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften tarafından faksimile (kopya) olarak yayınlanan tek elyazması. Bu *Kitabu'l-Envâ*'nın gerçek yazarının Muhammed b. Ahmed b. Süleyman et-Tucîbî ve sonraki kitabın özetinin yazarının İbn Âsım olması muhtemeldir. Forcada'nın kısmî basım, tercüme ve açıklamasına bakınız (1993).

[28] Bakınız J. Vernet ve M. Grau'nun *Boletin de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona* 23 (1950): 261;27 (1957–8), 257–8'deki çalışmaları.

parçasının bulunmasıyla değişti (Hogendijk 1991, 1995), bu parçalar gösterdi ki *Kitabü'l-İstikmâl,* en iyi edebiyat bilgisinin kanıtını taşıyan ve orijinal belgeleri içeren büyük matematik ansiklopedisidir. Sadece dolaylı kaynaklar yoluyla ikinci matematikçi İbn Seyyid'in eserini bilmekteyiz.

Ama hiç şüphesiz 11. yüzyılın en iyi bilinen matematikçisi yukarıda belirtilenlerden üçüncüsü İbn Muâz el-Ceyyânî'dir. *Makale fî şerhi'l-nisabe*'si büyük merak uyandıran ve Euclid tarafından *Elements*'inin Book V'inde gösterilen *ratio* kavramı üzerine İslam düşünce zincirinde önemli bir bağdır.[29] Ayrıca İbn Muâz'ın *Kitabu mechûlât kisi'l-kura* (Villuendas 1979) hiç şüphesiz, ilmin tamamen astronomiden bağımsız olduğu küresel trigonometriyle ilgili Batı orta çağının en eski bilimsel incelemesidir. (Eser, önsözü dışında astronomiye referans içermemektedir.)

Astronomi ile ilgili araştırmaların belirlenmesi, matematiksel canlanma ile birlikte gerçekleşti. Bu alanda ilk önce, baskın olan *Sindhind* etkisini vurgulamalıyız; buna ilişkin olarak, Toledolu Saîd, kendisini onların arasına koyduğu Mesleme ve diğerleri tarafından gerçekleştirilen eserin üzerinde durdu. Eserin korunan ve incelenen küçük bir bölümü, örneğin İbn Muâz'ın *Tabule Jahen* için yazdığı kuralların Latin tercümeleri, *Sindhind*'in sistemine dayalı ve astronomun doğduğu (Hermelink 1964) Jaén'in koordinatlarına göre hesaplanmıştır, bu cetveller orijinal bilgiyi de içermektedir. Harizmî'yi izleyen İbn Muâz ilkbahar noktasından, güneş yerötesini 75;55°'e yerleştirir: Aynı parametre, Zerkallî tarafından ekvator hakkındaki bilimsel incelemesinde kullanıldı. (Comes 1991, 92)

Kâdî Saîd yönetiminde başlayan *Toledan Tables*, ortaklaşa bir eser gibi görünmektedir, tüm zamanların en önemli Endülüs astronomu, Ebû İshak b. ez-Zerkallî (Saîd tarafından Zerkiyâl/Azarkuiel olarak da adlandırılır) katılmıştır, ancak bunlar araştırmacıları hayal kırıklığına uğratmıştır, çünkü sadece ortalama hareket (mean motion)* cetvelleri orijinal eser, oysa geri kalanı, Harezmî-Mesleme'nin *zîc* ve Bettânî'den

---

[29] Bk. *Dictionary of Scientific Biography*, 'Euclid'.

* Bir uydunun yörüngesi etrafındaki dönüş hızının ölçütüdür; ortalama hareket.

türemektedir; bununla birlikte, ikincisine atfedilen bazı unsurlar doğrudan Batlamyus'dan türemiş olabilirler. Batlamyus'un etkisine doğudan batıya doğru giden hareketin cetvellerinde ve yıldız koordinatlarının cetvellerinde dikkat çekilebilir. Son olarak, sabit gezegenler bölgesinin titremesini (trepidation) ölçme cetvelleri de, çok yakın zamana kadar Sâbit b. Kurrâ'ya atfedilen *Liber de motu octave spere*'de de bulunmaktadır. Buna rağmen, sadece *Liber de motu*'nun bazı elyazmalarında bulunan bu cetvellerin bu eserden bağımsız olması ve Toledolu astronomlarının eserinden türemesi muhtemeldir. (Mercier 1987; Samsó 1994)

Bu olumsuz sonuçlar, bizi bazı düşüncelere götürmektedir: Çok iyi bilinir ki, örneğin, Zerkallî hayatının yirmi beş yılını önce Toledo'da sonra Kurtuba'da Güneş gözlemleri yapmaya adadı (Millas Vallicrosa 1943:241). Bu eserin sonucu Güneş teorisi hakkındaki kayıp metinde yer almıştır. Bunun bazı unsurları dolaylı kaynaklarla yeniden yapılandırılmıştır. (Toomer 1969, 1987; Samsó 1988,1994): Özellikle 1074 civarında, Zerkallî Güneş'in yerötesinin konumunu saptadı (85;49°) ve onun kendi hareketinin 279 güneş yılında 1° olduğunu tahmin etti. Ayrıca hareketli dışmerkeze dayalı güneş modeli tasarladı (Batlamyus modelinde Merkür'ün yörüngesine benzer) bu ve Güneş'in dışmerkezliliğinde değişiklik gibi güneş yeröte (apogee) yerinin titremesini meydana getirir. Aynı güneş modeli çok sonra Kopernik tarafından kullanıldı, Kopernik Zerkallî gibi zirvenin titremesini göz önünde bulundurmamıştır. Bu sebeple, modelin kabul edildiğini çünkü Hiparchus zamanından beri astronomların önerdiği güneş dışmerkezliliğindeki değerlerin değişikliğini doğruladığını ispatlamaktadır. Açıkça, Zerkallî kendi dönemi için güneş dışmerkezliliğinin değerini de saptamıştır (yaklaşık olarak 1;58p). Bu araştırmanın derecesinden dolayı Zerkallî'nin güneş denklemi cetvelini sadece Toledo *cetvellerindeki* Bettânî'nin *zîc*'inden taklit ettiğini kabul etmek zor, oysa *Almanac*'ının güneş cetvelleri Bettânî'ninkinden ziyade yukarıdan alıntı yapılan parametrenin sırasının dışmerkezliliğini ima etmiştir. Bütün bunlar bir faraziyeye çok iyi uymaktadır, buna göre *Toledan Tables* Kâdî Saîd'in hayatının (1029–70) sonuna doğru başlamış ve sonra cetvellerden bahsetmediği *Tabakâtü'l-Ümem*'i tamamlamıştır. (Richter-Bernburg 1987). Zerkallî kendi gözlemlerinden ya da Saîd'in takımınınkilerden türeyen unsurları tanıtırdı, ancak güneş teorisi üzeri-

ne birçok eseri muhtemelen *Tables*'ın tamamlanmasından sonra gerçekleşti. Zerkallî gezegenlerle ilgili astronomi hakkında da eser üstlenmiştir, çünkü Alfonsine Castillian tercümesinde korunan ekvatorun yapısıyla ilgili bilimsel incelemesi de Toledo cetvellerininkilerle uyuşmayan gezegenlerle ilgili parametreler vermektedir: Bu sebeple Jüpiter, Mars ve ayın dışmerkezlilikleri Batlamyus'a ait olmasına rağmen Satürn (2;51,23p veya 2;48;48p), Venüs (1;03,27p) ve Merkür'ünkiler (2;51,26p) orijinal görünmektedir.[30]

İbranîce (Hebrew) tercümesinde korunan, sabit gezegenlerin hareketi ile ilgili eserinin önemine dikkat edilmelidir (Millas Vallicrosa 1943: 245–343; Goldstein 1964a,b, Samsó 1987b, 1994). Bu eserde birçok incelemeden sonra, Zerkallî *Liber de motu*'da türeyen titreme modelini sunmaktadır –yeni parametrelerle olmasına rağmen- Zerkallî buna oldukça yapay bir biçimde ekliptiğin sapmasını hesaplayan ikinci bağımsız model eklemektedir ve salınımı (oscillate) 23;53° (Hıristiyan döneminin başlaması civarı) ve 23;33° (milattan sonra 954–5) arasında bulmaktadır. *Liber de motu*'nun cetvellerinde üstü kapalı olan sapma değerlerinin incelenmesi halife Me'mun dönemi gibi Batlamyus zamanı için de tatmin edici sonuçlar önermektedir, ama işlev milattan sonra 887'den sonra hızla yükselen değerler elde etmektedir ve sonuç olarak Zerkallî dönemi için kabul edilemez değerlere götürmektedir. Şüphesiz ikincisi, Batlamyus ve Me'mun'un astronomlarının saptadığı sapmanın değerleriyle uzlaşırken kendi dönemi için mantıklı değerler veren (23;33,49° 1074'ün sonlarına göre) cetvellerin yanı sıra bir geometrik model sağlayarak bu bozukluğu düzeltmeye çalıştı.

Son olarak Zerkallî'ye gelince, O'nun hemen hemen hesaplama olmaksızın Güneş ve gezegenlerin gerçek boylamını Babil Hedef Yılı vasıtasıyla saptayan takviminden[31] bahsetmeliyiz. Kendi türünün Ortaçağ'daki bilinen ilk örneğidir ve Müslüman ve Hıristiyan batısında devam eden etkisi vardı. Bununla beraber Zerkallî'nin kendi gözlemlerinden meydana gelmesi muhtemel olan güneş cetvelleri dışında, eser mi-

[30] Bk. Hartner (1974). Zerkallî'nin ekvatordaki Merkür'ün yörüngesinin yuvarlak değil elips olduğuna dikkat edilmelidir. Bk. Hartner (1978), Comes (1991:114 vd.) ve Samsó ve Mielgo (1994).

[31] Millas Vallicrosa (1943: 72–237), Boutelle (1967) ve Swerdlow'un *Mathematical Reviews*, 41 (5149) (1971): 4'deki çok önemli beyanına bakınız.

lattan sonra 250 ve 350 tarihli Yunan tarihinin uyarlamasıydı (metinde farz edilen yazar Avmâtiyûs) ve Zerkallî'nin tercümesinden önce 10. yüzyılda Arap tercümesi de olabilir. Gezegen cetvellerinden çıkarılabilen hem geometrik modeller hem de parametreler Batlamyus'dan orijinal görünmektedir.

11. yüzyılda hızlı Endülüs büyümesinin üçüncü alanı simya ve teknolojidir. Bu ilimlerden birincisine göre Ebû Mesleme el-Mecrîtî önemlidir; *Rutbetü'l-hakîm*'i, yazarın maddenin korunması ilkesinin malum sezgisini ima eden deneylerin açıklamalarını içermektedir (Holmyard 1924). Teknolojiye gelince, mekanik alanda Endülüs geleneğinin var oluşu, Ahmed ya da Muhammed b. Halef el-Murâdî'nin *Kitabu'l-Esrâr fi Netâici'l-Efkâr*'ın eşsiz elyazmasında bulunması sayesinde yaklaşık 10 yıldır bilinmektedir. Bu elyazması Alfonso X'in en önemli astronomu R. İshak b. Sîd'in hazırladığı notu içermektedir.[32] Ziraat bilimi geleneğinin gelişimi daha iyi bilinmektedir.[33] Bütün olaylarda devirleri tam belli olmayan ama bütün yaptıkları 50 yılı kapsayan birçok bilim adamından oluşan ziraat bilimcilerin ekolü önce Toledo'da Me'mun hakimiyetinde sonra Seville'de Benû Abbâd'ın saltanatında (Attié 1982) ortaya çıkmıştır. Korunan metinlerin çoğu eksiktir: Bunlar Kuzey Afrikalı yazarların yazdığı özetler ve antolojilerden (derlemeler) oluşmaktadır.[34] Toledolu hekim İbn Vâfid (999–1074)[35] ve İbn Bessâl; Sevilleli Ebu'l-Hayr (Carabaza 1990) ve İbn Haccâc (Attié 1980; Carabaza 1988); ve Seville'de çalışan ve birçok Endülüs ve Kuzey Afrika şehirlerinde yaşayan Tignârî (Garcia Sanchez 1987b, 1988, 1990). Bu listeye sonra yaşayan ve bütün Endülüs ekolünün makalelerini özetleyen İbnü'l-Avvâm'ın ismini de eklemeliyiz[36].

---

[32] Metnin hem Vernet (1987) hem de Vernet ve Samsó (1992)'deki günümüze uygun kaynakçasıyla birlikte özetine bakınız.

[33] Bolens (1981). O kitaptaki ve Vernet ve Samsó (1981, 1994)'daki kaynakçaya bakınız. Ardından sadece yenilenmiş kaynakçayı sağlamaktayız.

[34] Elyazması kaynakların ve onları olası yazarlarının sorununun güzel izahı Garcia Sanchez'de (1987a) bulunabilir.

[35] Ziraat ile ilgili eserin bu yazara atfedilmesi çok tartışılmıştır. Bu eser iki elyazmasında 10. yüzyılın ikinci yarısında muhtemelen ünlü hekim ve cerrah olan Ebu'l-Kâsım b. Abbas el-Nehrâvî'ye ve Ebu'l-Kâsım Halef b. Abbas Zehrâvî'ye atfedilir. Son çalışmalar (Forcada, 1995) 10. yüzyılın sonuna doğru ziraata olan ilgiyi doğrulamaktadır.

[36] Bk. Banqueri, *Libro de Agricultura*.

Endülüs ziraat bilimi, eski ziraat bilim geleneklerinin büyük karışımını miras almıştır: Bir tarafta İbn Vahşiyye'nin *Filâha Nebâtiyye*'nin etkisiyle Babil ve Mısır (Faiz 1990); diğer taraftan Bizans *Geoponika*'nın Arapça tercümesi yoluyla etki ettiren Carthaginian, Romen ve Helenistik kültür ki Endülüs kaynakları, bahsedilen farklı geleneklerden yetişen önemli sayıda yazardan alıntı yapmıştır, ancak birçok durumda bunlar dolaylı alıntılardır. *Filâha Rûmiyye* ve *Filâha Hindiyye* gibi diğer kaynaklardan bölümler aktarmaktadır: En azından bunlardan birincisi sahte görünmektedir ve 10. yüzyılın ortaları civarlarında Ali b. Muhammed b. Sa'd tarafından yapılmıştır (Attié 1972). Ancak, bu bölümün ilk kısmında işaret ettiğimiz gibi 18. yüzyılın sonlarından itibaren bilim adamları Latin ziraat bilim geleneğinin doğrudan etkisine önem vermişlerdir.

Endülüs ziraat bilimi o halde, 11. yüzyıl yazarların elde edebileceği en iyi ziraat bilim edebiyatı ile aşina görünmektedir. Ayrıca, Kurtuba'da 8. yüzyılda başlayan temas ve 11. yüzyılda Toledo ve Seville'de devam eden botanik bahçe geleneği ve deneyimi ile kaybolmamıştır. Üçüncü ve çok önemli görüş Endülüs ziraat bilimcilerinin ziraatı gerçek bilim yapmak için giriştikleri teorik çabaydı. Bu sonucu başarmak için Endülüslü yazarlar oldukça gelişmiş iki bilimin desteğine dikkat çekmişlerdir: Bir yanda botanik (bitkibilimi) ve farmakoloji (ilaç bilimi) ve diğer yanda tıp. Bu bilim dallarından birincisi zirve noktasına Endülüs'de *'Umdetü't-Tabîb fî ma'rifeti'n-nebât li-külli lebîb*'de (anonim ama 11 ya da 12. yüzyılda yazılmış) ulaşmıştır. (Asin Palacios 1940, 1943; Hattâbî 1990; Garcia Sanchez 1994), burada bitkilerin cinsine göre sınıflandırılmasında mükemmel bir çaba görmekteyiz. Aristoteles ve Theophrastus'dan itibaren bitkibilimciler arasında kullanımda olan sınıflandırma sistemlerinden oldukça üstün olan sınıflandırma bitkilerin cins (*cins*), tür (*nev'*) ve çeşitliliğine (*sınf*) göre olmaktadır. Endülüs ziraat bilimcileri arasında anonim botanikçinin (Ebü'l-Hayr el-İşbîlî ya da Tignârî) kesin etkisi bulunmamakla birlikte, bitkilerin sınıflandırılması sorusu ile çokça ilgilendikleri ortadadır: Örneğin, İbn Bessâl aşılamanın sadece aynı yöreye ait bitkiler arasında olabileceğine işaret etmiş ve bu sebeple aynı aileden bitkilerin sınıflandırma planını önermiştir; aynı gayretler İbnü'l-Avvâm'ın eserinde de bulunabilir.

Bitkibilim gibi tıp da, kökenini itibariyle Endülüs'teki ziraat disiplinine bağlantılı gözükmektedir: Tarım hakkında bilimsel inceleme

Ebu'l-Kâsım ez-Zehrâvî'ye atfedilmektedir ve bu son zamanlarda tartışılmıştır bununla birlikte İbn Vâfid ve et-Tignârî'nin hekim olduğu inkar edilemez. Bu sebeple Endülüs ziraat bilimcilerinin Hipokrat ve Galen'in salgı ile ilgili teorisiyle yakından bağlantılı olan bir teori geliştirmeleri şaşırtıcı değildir. İnsan vücudunun dört salgısının yerini (sarı safra, siyah safra, balgam ve kan) Empedocles'in dört unsuru (toprak, su, hava ve ısı) almaktadır; ısının yeri gübreye verilmektedir. Bu dört unsurun her biri gübrenin (sıcak ve kuru olan ateşten farklı sıcak ve ıslak) olması hali hariç, klasik geleneğinkilerle benzer (toprak; soğuk ve kuru, su; soğuk ve ıslak, hava; sıcak ve nemli) iki nitelik ile ilişkilidir. kaeışım teorisi bu dört salgı dengede olduğunda insan vücudunun sağlıklı olduğuna ve hastalıkların birinin diğerleriyle dengesizliğinden dolayı meydana geldiğine inanmıştır. Aynı ilke, ilaç ve hastalıklı vücudun öğeleri arasındaki bütünleyici sistemin olduğu tarımda da etkili olmuştur. Endülüs ziraat bilimciler, her probleme uygun olan karışımları, toprağın niteliğine göre bunları kuramsal olarak kanıtlayarak ayrıntılı olarak tanımlamışlardır. Soğuk ve kuru olan toprak ancak sıcaklık (Güneşten ve havadan ve gübrelerden) ve nem (sudan) alarak verimli hale gelebilir. Ziraat bilimciler toprakların detaylı sınıflandırılmalarını geliştirdi ve tarımı önceden elverişli olmadığı düşünülen toprağın sadece insan işlemesi yoluyla ilerletmek için ciddi çaba sarf etmişlerdir. Ayrıca onları kabul etmeyen klasik gelenek karşısında Endülüs ziraat bilimciler organik malzeme açısından zengin siyah toprağın değerini vurgulamışlardır. Suyu iyileştirme, dizginleyerek yararlanma ve kullanma tekniklerinin tanımlamaları ile birlikte su niteliğinin farklı çeşitlerinin gerçek sınıflandırılmasını da bulmaktayız (Ganat 1970): *Kanât* (Oliver Asin 1959; Goblot 1979) ve *norias* (*na'ura*) (Torres Balbas 1940; Caro Baroja 1954). Metin, toprağın hava ile temasıyla sıcaklaşmasını sağlayan pulluk ile toprağın sürülmesinin önemine ve aynı sebeple dönüşümlü ürün ekme tekniklerinin kullanımına önem vermiştir. İkincisi toprağı nadasa bırakmayı ve sistematik olarak ürün ekimini kapsamaktadır, ama başlıca yöntem gübredir: Farklı gübreleri sınıflandırma ve karışımları söz konusu belirli toprağa ya da ürüne uydurmak amacıyla ayrıntılı formül ele etme çabaları vardır.

Genel olarak konuşulursa, Lucie Bolens'e göre (1981), Endülüs ziraatı, yüksek bir bilimsel seviyeye ulaştı ve bu 19. yüzyılda kimyanın ge-

lişimine kadar geçilemedi: 18. yüzyılın sonu ve 19. yüzyıl ortaları arasında İbnü'l-Avvâm'ın ziraat üzerine eserinin İspanyolca tercüme ve Fransızca uyarlamasında, bilgi sağlaması amacıyla değil yararlı olması maksadıyla yayımlanmasına, İspanya ve Cezayir'de tarımın gelişimi amacıyla tanımladığı tekniklerin ilginçliğine özellikle işaret etmek dikkate değerdir.

FELSEFECİLER YÜZYILI

Endülüs biliminin, 11. yüzyıl hiç kuşkusuz altın çağıydı, ama takip eden yüzyıl şiddetli bir gerilemenin başlangıcının belirtisini ortaya koydu. En ünlü felsefecilerin (İbn Bâcce, İbn Tufeyl ve İbn Rüşd) Muvahhidler Devleti halifelerinin hekimleri olmalarına ve onların himayesinde araştırma yapmalarına rağmen Murabıtlar (1091–1144) sonra da Muvahhidlerin politik birleştirme girişimlerine kültürel etkinliklerin himayesi eşlik etmemiştir. Muvahhidlerin himayesi çok uzun bir dönemdi ve bu dönemde hukukçuların (fukaha) etkisi astronomideki araştırmaları zorlaştırmıştır, üstelik mantıklı olmayan düşüncelerin doğuşuna yol açmıştır. Bilim adamları sıklıkla kendilerini ülkeden ayrılmaya zorlandıklarını hissetmişler: Bu özellikle 1166'dan ölüm tarihi olan 1204'e kadar Mısır'da yaşayan felsefeci ve hekim Musa b. Meymun'un (Maimonides) durumunda açıkça görülür. (İbn Meymun) Ebu's-Salt Umeyye ed-Dânî (yaklaşık 1067-1134) gibi yazarlar da vardı, onun Mısır'daki oldukça mutsuz yaşamı (1095-1112) Mısırlı astronom ve hekimlerin ilimleri hakkında küçük düşürücü açıklamalar yazmasına sebep olmuştur (de Prémare 1964–6). Muvahhidlerin gelişi, Ebû Hâmid el-Gırnâtî'nin (1080–1169) Doğu'ya gitmesine de sebep olmuş görünmektedir, Bu yorulmaz seyyahın kozmografyaya dair eseri, *el-Mu'rib 'an be'd 'acâibi'l-Mağrib*'in başlığındaki *el-Mağrib*, *el-Meşrik* şeklinde okunmalıdır: Zira metin Endülüs'le değil Taberistan ile ilgili olan *mîkât* konularını içermektedir.[37]

[37] Bk. *Dictionary of Scientific Biography*, I, s. 29–30, 'Abû Hâmid', Mu'rib'in Bejarano tarafından basımı ve İspanyol tercümesine bakınız. (1991).

Bu dönemin bazı bilimsel gelişmeleri, bir önceki yüzyılın temayüllerinin devamı görünmektedir. 10. yüzyıldan itibaren Endülüs bitkibilimi ve ilaç bilimi Dioscorides'in izini takip etti, ama bazı yenilikler vardı: Eseri bu yüzyılın başlarına ait olan İbn Buklâriş, ilaç bilimi hakkında bilimsel incelemesi, *Musta'înî* yazmıştır, bundaki tıbbi malzeme sinoptik tablolar cetvellerini, İbn Butlân ve İbn Cezle tarzında düzenlenmiştir. Üstelik O, tıpkı Ebu'l-Kâsım ez-Zehrâvî gibi, Kindî kaynaklı ve ayrıca İbn Rüşd tarafından da ele alınan sorunla ilgilenmiştir: Farklı nitelik ve derecelere sahip olan birçok bitkinin (ilaç yapılan) oluşturduğu ilaçların sınıflandırılma işinin nasıl yapılacağı sorusu.[38] Ancak, birçok durumda Endülüs zaten önceki iki yüzyılda ortaya çıkan sorunla ilgilenmiştir: İbn Bâcce, -kaybolmuş görünen İbn Vâfid'in ilaçbiliminin ek listesinin yazarıdır- bitkilerin sınıflandırılması üzerine yazmıştır. (Asin Palacios 1940); İbn Meymun, *Şerhu Esmâü'l-'ukkâr*'ında bitkibilim terminolojisi sorununu incelemiştir (Meyerhof 1940). Bu İbn Cülcül'ün araştırmaları için olduğu kadar Kurtuba'da Dioscorides'in Arapça tercümeleri için de ayrılma noktasıydı. Gâfikî (Meyerhof ve Sobhy 1932–40) ve Ebu'l-Abbas en-Nebâtî (1166–1240 civarı) (Dietrich 1971) gibi diğer yazarlar, İbnü'l-Baytar'ın sonraki yüzyılda tamamladığı sentezin asıl eserini hazırladılar: Bu yazarlar, İberya yarımadasındaki bitkilerle ilgili kendi şahsi makalelerini eklerlerken, terminolojik tabiat hakkındaki ilaç bilimi ile ilgili bilimsel incelemeyi oluşturmuşlardır. Bunu yaparken Dioscorides, İbn Cülcül ve önceki gelenekleri bir araya getirmeye çabalamışlardır. Yine bu dönemde Endülüs ziraat biliminin asıl sentezi ortaya çıkmıştır: İbnü'l- 'Avvâm'ın sentezi.

Gözlem ruhu, bu yüzden 12. yüzyıl Endülüs biliminden bütünüyle yok değildi. İbn Rüşd gibi düşünüp, tasavvur eden kurgusal beyinler bile vardı, İbn Rüşd'ün (1126–98) *Kitabu'l-Kulliyât* (Latin çevirisinde *Colliget*)'daki anatomi unsurlarının sunumundaki belirgin özgünlüğü ile birlikte, doğaya merakına sıklıkla işaret edilir. *Kitabu'l-Kulliyât*'ında

[38] Bu yazar ile ilgili Renaud (1930) bakınız. Ayrıca M. Levey'in daha yeni eseri *Studia Islamica*, 6 (1969): ve *Journal for the History of Medicine*, 26 (1971): 413–21. M. Levey ve S.S Souryal *Musta'ini*'nin eserin bütün teorik bölümlerini içeren (1980)önsözünün İngilizce tercümesini *Janus*'da, 55 (1968): 134–66 yayınlamışlardır. A. Labarta aynı önsözün düzenlenmiş ve notlar eklenmiş çevirisini Estudios *sobre Historia de la Ciencia Arabe*, Barcelona (1980): 181–316 da yayınlamıştır. İbn Buklariş'in kaynakları üzerine *Actas del IV Hispano-Tunecino*, Madrid (1983): 163–74'deki A. Labarta'ya bakınız.

kaynaklarını düzeltmekte ve gözlemlere dayalı iddiaları kullanmakta tereddüt etmemiştir. (*bi-l-hiss*).[39] Aslında, İberya yarımadasında gözükmeyen Süheyl yıldızının Marakeş'te 1153'deki gözlemi gibi temel astronomiyle ilgili gözlemlerle de ilgilenmiş görünmektedir; Aristoteles'in ünlü iddiasını kullanarak Dünya'nın elipsimsi olduğu sonucunu çıkarmıştır. (Gauthier 1948, 5). İbn Rüşd ve İbn Bâcce'ye atfedilen güneş lekeleri gözlemleri daha ilginçtir; bunlar bu iki yazar tarafından Merkür ve Venüs'ün Güneş önünden geçmeleri olarak yorumlanmışlardır (Sarton 1947; Sayilli 1960, 184–5; Goldstein 1985d): Bu yorum, söz konusu yazarlar tarafından, 12. yüzyılda Endülüs'te çok tartışılan gezegen feleklerinin sırası hakkındaki sorunda Batlamyus ve Câbir b. Eflâh'ın durumlarının eleştirisini işaret etmektedir. Daha aşağıdaki bu gezegenler gözümüz ile Güneş (el-Macestî IX, 1) arasındaki çizgiden geçmediği için Batlamyus, Güneş'in önünde Merkür ve Venüs'ün geçişlerinin olmadığını kanıtladı; bu Câbir ve Bitrûcî (Goldstein 1971: I, 123–5) tarafından haklı olarak ciddi bir şekilde tartışıldı. Ancak Câbir, Merkür ve Venüs'ü Güneş'in yukarısına yerleştirerek, farklı gezegen döndürücü feleği varsaymıştır: Geçişlerin yokluğuna ek olarak, temel iddiası şuydu; bu iki gezegen gözlenebilir paralaks göstermemişlerdir ve bu yüzden Güneş'e Dünya'dan daha yakın olamazlar.[40] Bitrûcî de, sırayı Ay-Merkür-Güneş-Venüs vs. şeklinde önermiş ve geçiş iddialarını kabul etmemiştir, çünkü Merkür'ün (Venüs gibi) kendi ışığının bulunduğunu ve bunun da geçişin görülmez olduğuna işaret ettiğini düşünmüştür.

12. yüzyılda Endülüs astronomisi, Denialı Ebu's-Salt (yaklaşık 1067–1134), İbnü'l-Kemmâd (1100 civarı) ve İbnü'l-Hâim gibi yazarlar tarafından temsil edilmekteydi. Bunlar Zerkallî'nin geleneğini takip eden yazarlar ve Batlamyus astronomisinin eleştiricileridir. Batlamyus eleştirileri eninde sonunda Batlamyus'a (Câbir İbn Eflah olayında olduğu gibi) ya da Aristoteles'e ait (İbn Rüşd, Bitrûcî, vs.) fikirlere dayanmaktadır.

---

[39] Bk. Rodriguez Molero (1950). Rodriguez Molero'nun tezleri Esteban Torres tarafından tartışılmıştır (1974). Ayrıca *Kitabu'l-Kulliyât*'ın kritik basımı için İbn Rüşd'e bakınız.

[40] Bk. Lorch (1975); ayrıca *Dictionary of Scientific Biography*, 'Câbir ibn Eflah', VII, s. 37–9.

Ortodoks astronomisi alanında, gözlem aracı (usturlap) ve ekvator ile ilgili yazan Denialı Ebü's-Salt'tan başlayacağız. İkinci alet ile ilgili eseri İbnü's-Semh ve Zerkallî'ninkileri takip eden ve bu türün korunan üçüncü metnidir: Zerkallî'nin gelişimi olarak görünmektedir ama metinde kullanılan parametreler Batlamyus'a aittir (Kennedy 1983: 481–9; Comes 1991: 139–57, 237–51). İbnü'l-Kemmâd, kendisine göre, daha yeni incelenen bazı astronomi cetvellerinin (Chabas ve Goldstein 1994) yazarıdır ve bu cetvellerde güneş cetvelleri en azından açıkca Zerkallî'nin etkisini göstermektedir (Vernet 1979b; Toomer 1987). Sevilleli İbnü'l-Hâim'in *Zîcü'l-Kâmil fi't-Ta'âlîm* sayısal cetveller olmaksızın, dikkatli geometrik ispatlamaların eşlik ettiği kanunların uzun toplamalarıdır: Yazar Zerkallî'nin sadık talebesi olarak ortaya çıkar ve 11. yüzyılın ikinci yarısında Toledo ekolünü işleyen eseri hakkında büyük miktarda yeni bilgi sağlar. (Samsó 1994b)

Câbir b. Eflâh'ın *el-Macestî*, *Islâhu'l-Majisti*'nin (hâlâ yayımlanmamış) eleştirilerine gelince muhtemelen 12. yüzyıl Endülüs'de 'ortodoks' astronomisinin gelişiminde anahtar eserdir. (Swerdlow 1987); Hugonnard-Roche 1987). Bu kitap bir teorisyenin kitabıdır ve yazar *el-Macestî*'nin bazı görüşlerini eleştirmektedir, mesela Batlamyus kendisinin gezegen dışmerkezliliğinin ikiye bölmesini kanıtlamaz. Eser ayrıca gözlemin iki aletini tanımlamaktadır ki bu da *torquetum*'un (Lorch 1976) gelişinin habercisi olabilir ve önceki yüzyılda Endülüs'e İbn Muâz'ın tanıttığı yeni trigonometrinin Avrupalı yayılımına yardımcı olur çünkü 'dört niceliğin kuralı'nı, sinüs ve kosinüs teoremini ve 'Geber teoremi'ni kullanır. Cremonalı Gerarad'ın Latin tercümesi ve iki İbranice tercüme vasıtasıyla, *Islâh* Avrupa'da çok iyi tanınmıştır ve 14. yüzyıl sonlarından itibaren sıklıkla bahsedilmiştir: Trigonometri bölümü genellikle Regiomontanus'un *De Triangulis*'inin kaynağı olarak düşünülmüştür. Ancak eserin Avrupalının 'faydalandığı' bu bölümü daha geriye dönüyor gözükmektedir, çünkü Alfonso X, 1280 civarında Câbir'in (Ausejo 1984) düzenlediği trigonometrik teoremlerin serilerini kullanıyordu. Ayrıca *Islâh*, 12. yüzyılda, İbn Meymun'un birlikte çalıştığı ve orijinal eseri yeniden gözden geçirdiği talebesi Joseph ben Yehudah ben Sham'ün tarafından Mısır'a tanıtılmıştır. Eser 13. yüzyılda Şam'da çok iyi biliniyordu ve Kutbuddin eş-Şîrâzî (1236–1311) onun özetini çıkarmıştır.

Matematik astronomisinin nispeten zayıf ilerleyişi -11. yüzyıl ihtişamından sonra- 'fizîkî' astronominin doğuşuyla telafi edildi, bu Endülüs'te gelişmemiş görünmektedir. Bu yüzyıl Aristotelesçi felsefecilerin ve İbn Rüşd, İbn Meymun, İbn Bâcce ve İbn Tufeyl gibi bilim adamlarının baskın olduğu dönemdir, bunlar Aristoteles'in fiziği ile uzlaşan astronomiyi geliştirme hayalindeydiler. Aristoteles'e göre hareketin sadece üç çeşidi olabilir (merkezkaç, merkezcil, merkez etrafında dairesel, astronomiyle ilgili olduğu kadar Dünya ile uyuşmak zorundadırlar.): Bu dışmerkezli ve feleklere dayanan Batlamyus astronomisini kabul etmemeyi ve eşmerkezli (homocentric) feleklerin sistemine dönme isteğini ima etmiştir. Bu fikirler değişikliklerle beraber bahsedilen dört düşünür tarafından kabul edilmiştir, ancak İbn Bâcce ve İbn Tufeyl ayrıntılarını bilmediğimiz 'fiziki' astronomi sistemlerini kurmuşlardır: Bütün hepimizin sahip olduğu ilkelerin ifadeleridir. İbn Rüşd sorunun çok iyi farkındaydı ve onun durumu özellikle garipti, çünkü Aristoteles'in *Metaphysics*'inin yorumu olan 1174'de yazılan *Telhis* de Batlamyus astronomisini kabul etmiş gözüküyor ama daha sonra (1186'dan sonra) yine aynı eserle ilgili büyük açıklamasında (*Tefsir*) bunu reddetmiştir (Sabra 1978, 1984; Carmody 1952). *Tefsir*'de İbn Rüşd astronomi ile ilgili reformların, dayalı olması gerektiği ilkeleri düzenler (birçoğu Bitrûcî'nin kabul ettiği) ve gençliğinde gerekli araştırmayı kişisel olarak gerçekleştirme umudunda olmasına rağmen bu fikri ilerlemiş yaşından dolayı bırakmak zorunda kaldığını itiraf eder.

Bununla birlikte Batlamyus'u, Aristoteles ile uyuşmazlığından ötürü kabul etmeyen bu düşünürler, *el-Macestî*' astronomisinin kestirimci yeteneğinin farkındaydılar. Bu sebeple Batlamyus evreninin gerçek evren ile uyuşmadığına inanan İbn Meymun, ayrıca kâinatın yapısını, yöneten yasaların gerçek bilgisini elde etmeyi başarmakta insanoğlunun yetenekli olmadığına inanmıştır. Bu yüzdendir ki kitabı *Sanctification of the New Moon*'da tamamen ustalıklı bir biçimde Batlamyus astronomisini kullanmıştır. Bu kitapta özellikle zor bir problem ile uğraşmıştır: Yeni ayın görünmesinin önceden belirlenmesi (Gandz 1956). Bu durum, felsefecilerin Batlamyus'u bildiklerini açıkça göstermektedir: İbn Bâcce ayın tutulmasını hesaplayabiliyordu (*kâne kad 'arafe vakte kusûfi'l-*

bedri bi-sina'âti't-ta'dîl)[41] ve Bitrûcî bütün sayısal parametreleri kullandığı *Kitâb fi'l-hey'e*'nin türediği *el-Macestî*'in kesinliğini ve doğruluğunu övmüştür.

Bitrûcî 12. yüzyıl Endülüs Aristotelesçi ekolünün tek temsilcisiydi, Eudoxus Eşmerkezliliği[42] ile uyuşan embriyonik astronomi ile ilgili sistemi kesin ve açık bir şekilde belirtmeyi başarmıştır ki bunda, Batlamyus'dan Zerkallî'ye kadar sonraki makaleleri birleştirmiştir. (Goldstein 1964). Öncelikle, eğer göksel bütün hareketin kökeni dokuzuncu felekte bulunan ilk akım ise bunun daha aşağıdaki feleklere ters yönde ilettiğini düşünmenin anlamsız olduğunu göz önünde bulundurmuştur: Doğudan batıya günlük hareket ve batıdan doğuya boylam hareketi. En hızlı, en güçlü ve bütün hareketlerin en basiti dokuzuncu döndürücü feleğin hareketi aşağı feleklere iletilir ve ilk akımdan daha da uzaklaştıkça ilerleyerek yavaşlamaya başladığını kabul etmek gereklidir. Sabit gezegenlerin döndürücü feleğinin presesyonu (precession) ve gezegen feleklerinin boylamındaki hareketler günlük hareketi yavaşlatan 'yavaşlama' ve 'fren' (*taksîr, incurtatio*) çeşididir. Bitrûcî kendisinin çözmekten aciz olduğu bir sorunu ortaya koydu: 9. felek ile daha aşağıdaki feleklerin hareketlerinin geçişleri sorunu. Olayı, dünyevi hareketleri gök hareketleriyle bağdaştırma girişimleri olarak ilginç olmalarına rağmen iki fizikötesi (metafor) vasıtasıyla açıklamaya çalıştı. Duhem bu iki fizikötesinden birine dikkat çeken ilklerden biriydi ve bu Bitrûcî'nin eski teori *impetus*'a dönüşünü oluşturmuştur, neo-Platonik hareketlerden itibaren olan bu teori John Philoponus tarafından 16. yüzyılda meydana getirilmiştir: Okçu okuna, akım gücünden ayrı uçtuğu zaman onu ileriye doğru iletmeye devam ettiren 'kuvvetli eğim' verdiğinde, gök kürelerinin biri diğerinden ayrı olmasına rağmen aralarındaki hareket geçişi idrak edilebilir. (Duhem 1906–13, II, 191). Bu fizikötelerinden ikincisi de neo-Platonik özelliğe sahiptir ve doğu felsefecisi Ebu'l-Berekât'tan (11. yüzyıldan 12. yüzyıla kadar) türemiştir, eseri Endülüs'e Abraham b. Ezra'nın oğlu, Bağdat'taki talebesi Isaac tarafından tanıtılmış olabilir. Ebu'l-Berekât gibi Bitrûcî, göksel kürelerin dairesel hareketi bu feleklerin her birinin hemen üstündeki felek için deneyim 'isteği'nden (Bitrûcî'nin terminolojisinde *şevk*) olduğunu düşünmüştür ve

[41] Bk. el-Makkarî, *Nafhu't-tib*, VII, 25.
[42] Bk. Kennedy, *Speculum*, 29 (1954), 248.

bu istek kendi doğal yerlerini işgal eden dört öğenin hissettiği ile benzerdir. Bununla birlikte alçak döndürücü feleğinin her parçası belirli bir anda kendini yüksek döndürücü feleğin diğer tarafında bulur ve bu isteği kısmen tatmin eder. Bu sebeple alçak felek hareketin içine yerleştirilir ve dairesel hareket, her bir parçanın yüksek döndürücü feleğinin her parçasını yakına çekmek için sarf ettiği çaba sonucunda meydana gelir. (Samsó 1980c, 1994).

Bitrûcî'nin astronomiye ait sistemi bu nedenle, sabit gezegenler döndürücü feleğinin hızlı hareket ettiğine ve Ay'ın döndürücü feleğinin yavaş hareket ettiği düşüncesine dayanmaktadır. Bu bağlamda hiçbir şey tamamıyla orijinal değildir, çünkü Lucretus benzer fikirleri Democritus'a ve Aphrosiaslı Alexander Pythagoreans'a atfetmiştir. Üstelik Martianus Capella (*De nuptis* VIII, 853) bize peripatetiklerin, gezegenlerin göksel döndürücü feleğin hareketinin tersi yönde hareket etmediğine ama gezegen feleklerinin başaramayacağı bir hızla hareket ettiği için bu döndürücü feleğinin onları geçtiğine inandığını anlatır. Aynı fikirler, Theonlu Alexanderia ve İbn Rüşd tarafından yeniden ileri sürülür. Dokuzuncu döndürücü feleğinin hareketi de ayaltı dünyaya iletilir burada ateşin döndürücü feleğinde ateş yıldızlarının görünümüne ve su döndürücü feleğinde gelgitlere ve dalgalara sebep olur. Bitrûcî'nin gelgitlerin oluşu üzerine bu teorisi, İbnü'z-Zeyyât et-Tadilî'ye (ö. 1230) atfedilen *Kitâbu'l-medd ve'l-cezr*'de aktarılmıştır, eser ayrıca gelgitlerin günlük, aylık ve yıllık dalgalanmalarının derin incelemesini kapsamaktadır.[43]

Bu zamana kadar Bitrûcî'nin sisteminin fiziki temellerine dikkat çektik. Burada onun Güneş, Ay, durağan yıldızlar ve gezegenler için modelinin detaylarını genişletemeyiz. Genel olarak bunların, gezegen eksenin sonunda (90°'lik yörüngenin yayı) hareket ettiği eşmerkezli modeller olduğunu ve bu eksenin sırasıyla merkezi kutupsal dairede olan felek üzerinde hareket ettiğini belirtmek yeterlidir. Bu sebeple Batlamyus'un geometrik aletlerinin sistemli kullanılmasını içermektedir, ancak dışmerkezli yörüngelerle ve evrenin kutbunun etrafında hareket eden dairelerle birlikte: Zerkallî ekliptiğin, eğikliğindeki değişiklikleri

[43] Martinez tarafından yayınlanmış ve İspanyolcaya çevrilmiş (1981); ayrıca bakınız Martinez (1971).

açıklamak için geometrik modellerinde benzer çözümler kullanmıştır. Genellikle Bitrûcî'nin modelleri başarılıdır, ancak bunlar Batlamyus geleneğinde kullanılanların kesinliğini başaramazlar. Ayrıca bu yeni modellerle hiçbir cetvel hesaplanmamıştır. Bitrûcî'nin sadece nitelikli sistemi her zaman ilkeleri ile tutarlı değildir; skolastik felsefecilerce[44] (felsefe ve din konularında ilmi metotlarla çalışan kimse) oldukça beğenilmiştir, ancak astronomlar tarafından ciddiye alınmamış görünmektedir.

Vurgulanması gereken son bir nokta: Bitrûcî'nin *Kitâb fi'l-hey'e* eseri, Aristoteles'ten büyük ölçüde etkilenmesine rağmen, temelini teşkil eden fiziki ilkeler, bu klasik yazarla uyuşmamaktadır ve neo-Platonik hareketlerin etkisini ayırt edebilmekteyiz. Bu belki de Endülüs'te İbn Rüşd'e karşı bu yeni fiziğin temsilcisi İbn Bâcce'nin dolaylı etkisindendir. İbn Rüşd Aristotelesçi ortodoksunun önde gelen savunucusudur. İbn Bâcce, Fârâbî'nin eleştirilmesi yoluyla John Philoponus'un eserini biliyor gözükmektedir ve ayrıca Ebu'l-Berekât Bağdadî'nin etkisi tahmin edilebilir. İbn Bâcce'nin fikirleri birçok yönden ilginçtir: Mıknatısın meydana getirdiği hareketi ve eğimli gezegenin üzerindeki ağırlığın yer değiştirmesini incelemiştir ve akım gücü bağlamında önemli sezgi göz önüne koymuştur, bunda Newton fiziğindeki eylemsizlik içeriği ile bazı benzerlikler bulunmuştur. *Impetus* teorisini kabul etmez ve 'güçlü hareketleri' göz önünde bulundurarak Aristotelesçi fikirleri destekler görünmesine rağmen, boşlukta 'doğal hareketler'in olasılığını savunarak Aristoteles'e karşı çıkar. Çünkü cismin (örneğin gezegen ve durağan yıldızlar) sınırsız hızdan yoksun hareket edebildiğini ve belirli bir uzaklık, d kat etmek için zaman aralığına t ihtiyacı olduğunu kabul eder. Eğer hareket ortada gerçekleşirse ortanın yoğunluğuna/akışkanlığına (*kuvvetü'l-ittisâl*) orantılı gecikme (*but', tarditas*) uğrar bu uzaklığı d kapatmak için fazladan zamana (Δt) ihtiyacı olduğunu ima eder. İbn Bâcce'nin fikirlerinin bu yeni yorumları (Lettinck, 1994) eski faraziyeleri çıkartmaktadır (Moody 1952; Granti 1965, 1974), bunlara göre yazarımızın yankıları Benedetti ve Borro gibi 16. yüzyıl İtalyan bilim adamlarına ulaştı ve Galileo'nun Pisan hareketleri üzerine dolaylı etkisini kullanırdı. Bu kısıtlamaya rağmen İbn Bâcce'nin teorilerinin 13. yüzyıl skolâstik felsefecilerin aracılığıyla ortaçağ Avrupa'sına kadar ulaştığını ve

[44] Örneğin bk. Cortabarria Beitia (1982) ve Avi-Yonah (1985). Ayrıca *De motibus celorum*'un Latin tercümesi için el-Bitrûcî'ye bakınız.

bunların Hareketlerin gelişimini doğru yöne sevk ettiğini kabul etmeliyiz: Aristoteles'ten farklı olarak hem İbn Bâcce hem de Bitrûcî evrensel hareketlerin ayaltı ve ayüstü (sublunar supralunar) dünyaya uygulanabileceğini algılamada açık becerileri vardır.

GERİLEME (13. YÜZYILDAN 15. YÜZYILA)

Muvahhidlerin çöküşünden sonra Müslüman İspanya kendisini Gırnata'nın Nasrî krallığına (1232–1492)[45] kadar küçülmüş buldu ve gerileme bir önceki dönemde belli olmaya başladı, daha da açık olarak devam etti. Kendilerini Hıristiyanlar tarafından fethedilen ülkede bulan Müslüman bilim adamları ya Gırnata'ya yerleşmek için ya da Kuzey Afrika'ya ya da Doğu'ya göç etmek için sınırı geçtiler. Bu, Alfonso X'in (1252–84) 1266 da Murcia'yı fethinden sonra Müslüman bilimadamlarını bekletmek için bir politikası olmasına karşın: Eğer İbnü'l-Hatîb Hıristiyanlığa geçenlere önem karşılık öneren kral olarak inanılıyorsa ve bu Bernardo el-Arabigo gibi şahsiyetler tarafından kabul edildi. Bernardo el Arabigo 1278 de Burgos'da yapılan Zerkallî'nin *sefîha* (azafea) üzerine bilimsel incelemesinin Castillian tercümesinin yeniden gözden geçirilmesinde birlikte çalışmıştır. Çok daha önemli hekim ve matematikçi Muhammed er-Rikutî kralın teklifini reddetti ve Muhammed II'nin Gırnata'sına gitti (Samsó 1981). Bu sebeple Hıristiyan İspanya'da İslam bilimsel gelişimi yoktur, buna rağmen istisnai durumlar bulabiliriz: 15. yüzyılın ikinci yarısında Zaragoza'da *medrese* vardı. Burada İbn Sînâ'nın *Urcûze fi't-tibb* ve *Kânûn* eserleri Arapça okunarak sadece tıp çalışılabilirdi (Ribera 1928). Ayrıca kısıtlamalara rağmen, Müslümanlar için en azından Valenciya bölgesinde bazı hareket özgürlüğünü gösteren belgeler vardır: Bazısı Gırnata'ya seyahat etti ya da hacca gitmek ya da inceleme için Gibraltar Boğazını geçti ve ayrıca Gırnata'dan ya da Kuzey Afrika'dan Valenciya'ya gelen Müslüman seyyah örnekleri de vardır (Barcelo 1984, özellikle 102–4). Bu seyahatlerin bazen bilim için sonuç-

[45] Bilimler ve tıbbın kısa incelemesi için Arie'ye (1973: 428–38) bakınız. Ayrıca Calvo (1992).

ları olmuştur: 1450'de Paterna'dan *fakih* Valencia'ya yeni astronomi aletleri tanıtmıştır: Kahire'de astronomlar tarafından kullanılan *sexagenarium*. Bu, gezegenlerin orta hareketini veren (planetary face) ve 'gezegen denklemlerini' belirlemek için trigonometrik problemlerin grafik çözümlerine izin veren sinüs kadranı içeren (çeyrek çember) trigonometrik şekilli ekvator ailesinden bir aletti. Katalan, İtalyanca(?) ve Latinceye çevrilen aleti tanımlayan bilimsel inceleme İspanya'daki bilimsel geçiş olaylarının son bilinenlerinden biridir.

Ancak, söylediğimiz gibi bilim adamlarının sık sık sınırı geçme temayülü vardı. 13. yüzyılda büyük ilaç bilim uzmanı İbnü'l-Baytar Mağrip ve Mısır'a gitti ve en sonunda Şam'da 1248'de öldü. Astronom Muhyiddin el-Mağribî de muhtemelen Endülüs kökenliydi, ama Suriye'de ve sonra da Marağa gözlemevinde çalıştı; üçüncü dikkate değer durum ise Baza'da 1412'de doğan ve 1486'da Tunus'ta ölen matemetikçi Kalasâdî'nin durumudur. Ayrıca sadece evleri Peninsula'da kurulu olan ama Gırnata'da kalanlar vardı. Özellikle daha önce kendisinden bahsettiğimiz kortu Rikûtî'yi cezbeden Muhammed II (1273–1302) ve Endülüs kökenli olmakla birlikte Tunus'a yerleşen matematikçi ve astronom İbnü'r-Rakkâm (ö. 1315) başta olamk üzere bazı seçkin hükümdarlar onlara karşılama kabulü önerdiler. Muhammad eş-Şafra'yı davet eden önemli bir tıp okulu kurdu (ö. 1360). İbnü'r-Rakkâm sırasıyla Ebû Zekeriyyâ b. Huzeyl'i matematik ve astronomide eğitti ve sultan Nasr'a (1309–14) takvimlerin nasıl hesaplanacağını öğretti ve astronomi aletleri yaptı. Ünlü hamiler arasından Muhammed II'nin kardeşi, büyük matematik ve astronomi kitapları hayranı Yusuf'tan bahsetmeliyiz. Ancak bu kitapları onaylamayan babası Muhammed I'den onlara olan ilgisini saklamaya mecbur edildi.[46]

Bununla birlikte 13. yüzyılda Hıristiyan İspanya'da ortaya çıkan bilimsel gelişme Nasrî Gırnata'da yansıtılmış gözükmektedir ve Garcia Ballester'in (Garcia Ballester 1976: 21 vd.) 'skolastik felsefenin reflüsü' (geriye akış) olarak adlandırdığı olayın başlangıcının belirtileri vardır: Hıristiyan Avrupa'da orta çağın başlarında gelişen Arap Dünyası'ndan gelen temelleri kullanan Müslüman İspanya bilimsel kültürüne giriş.

[46] Bu dönemin en önemli genel kaynağı İbnü'l-Hatîb'in *Ihata*'sıdır, bunun bilimsel verileri Puig (1983a,b,1984) tarafından incelenmiş ve çözümlenmiştir.

Daha sonra Kuzey Afrika'da önemli sonuçları olan bu hareket burada başlamış gözüküyor. Örneğin Muhammed b. el-Hacc'ın durumunu (ö. 1314) belirtebiliriz. Muhammed b. el-Hacc Hıristiyan Seville'de doğmuş ve *Rum* dili ve kültürü için ilmi İbnü'l-Hatîb tarafından övülmüştür. Bu şahsiyet ya da babası[47] Sevilleli marangoz *mûdecâr* Fes *el-cedîde*'de Marinid sultan Ebû Yusuf (1258–86) için büyük sudolabı yapmıştır. Bu sudolabı Leo Africanus'un ilgisini çekmiştir, Leo Africanus sudolabının günde sadece yirmi dört kez(?) döndüğünü göstererek tanımlamıştır: Eğer bu bilgi doğru ise 11. yüzyılda Su-Sung'un Çin'de inşa ettiğine benzer, sudolabının hareketleri tarafından kurulan saatin olasılığını gösterir. Ebû Yusuf'un ölümü üzerine İbnü'l-Hacc Muhammed'in sarayı tarafından kabul edildiği Gırnata'ya dönmüştür.

Daha ilginci ise cerrah Muhammed eş-Şafra'nın (ö. 1360) durumudur, Muhammed eş-Şafra Hıristiyanların elinde bulunan Crevillente (Alicante) de doğmuş ve aralarında uzman Valencialı Baznad'ın (Bernat?) olduğu, bu elle yapılan sanatın çok sayıda mükemmel Hıristiyan pratisyenlerinden ameliyatı öğrenmiştir.

Bilim dallarının Gırnatalı bilim adamları? tarafından geliştirildiği bu ortamda, bu soruya ilk cevap İbnü'l-Hatîb'in *İhata*'sında (Puig 1983a, b; 1984) yer alan bilgide bulunabilir: Gırnatalı olan İbnü'l-Hatîb 13. ve 14. yüzyıllarda Banû Nasr'ın krallığındaki bilimlere ilgilerini gösteren kırk yedi kişiden söz etti. Bu kırk yedi kişinin hayat hikâyelerinde en çok söz edilen tıp bilimidir ve bunu matematik ve astronomi takip eder. Bu bulgular gerçekle yakından örtüşmektedir, tıp bile bir yana bitkibilim ve ziraat bilimde İbnü'l-Baytar (1197–1248) ve İbn Luyûn'un (1282–1349) isimleri bulunabilir. İbnü'l-Baytar 10. yüzyıldan itibaren gelişmeye devam eden Endülüs eczacılık ilminin yerötesinde bulunmaktadır: Eseri *Câmiu'l-mufredât* orta çağda İberya yarımadasında meydana getirilen uygulamalı bitkibilimin en eksiksiz bilimsel incelemesidir.[48] Alfabetik sıraya göre listelenmiş 3.000 otu tanımlar ve Dioscorides'den Gâfikî ve Ebü'l-Abbas en-Nebâtî'ye kadar 150'den fazla yazardan bilgiyi kaynak olarak kullanır. Ayrıca yazarın kişisel incelemelerini de içerir an-

[47] İbnü'l-Hatîb'in metni tümüyle açık değildir. Colin (1933) ve Puig (1983a,b) yorumlarını karşılaştırınız.

[48] *Notices et Extrait des Manuscrits de la Bibliotheque Nationale*, cilt 23, 25 ve 26 (Paris 1877–83)'deki L. Lerlerc'in Fransızca tercümesine bakınız.

cak bunlar bütün derlemenin küçük bir bölümünü temsil eder. İbnü'l-Baytar bu sebeple eş zamanlı olarak bu bilimin zirvesine ve gerilemenin başlangıcına tekabül eder. Aynı durum ikinci şahsiyet İbn Luyûn için söylenemez, çünkü İbnü'l-Baytar'ın ziraat bilimi alanındaki rolü bir önceki yüzyılda İbnü'l-'Avvâm'ın rolü ile uyuşmaktadır: Esas sentez zaten yapılmıştır bu yüzden bir sonraki görev onu özetlemekti; İbn Luyûn'un tarımsal *urcûze*'si sadece, çok merak uyandırmayan seri halindeki ziraat biliminin özetidir.[49]

Matematikte işaret edilen sadece iki isim vardır. Birincisi dönemi belli olmayan ama 12. ya da 13. yüzyılda yaşamış gözüken İbn Bedr'dir; İbn Bedr, belirsiz denklemlerin (equation) çözümünü incelediği temel cebir metninin yazarıdır (Sanchez Perez 1916). Daha önemlisi birçok konudaki eserin yazarı Kalasâdî'dir (1412–86 civarı), Kalasâdî'nin aritmetik, cebir ve hâlâ bütün olarak çok iyi bilinmeyen kalıtımın kuralları (*'ilmu'l-ferâiz*) ile ilgili metinleri özellikle merak konusudur. Haccını başarma ümidiyle *rihle*'si ona Doğu'da olduğu kadar Tlemsan, Oran ve Tunus'ta çalışmayı sağlamıştır, bu durum Marrâkeşli İbnü'l-Bennâ'nın (ö. 1321) matematik bilimsel incelemesindeki etkisini ve Mağrip'te Moroccan Ya'kub b. Eyyûb (1350 civarı) ve Cezayirli İbn Kunfûz (ö. 1407) gibi çeşitli doğu matematikçisi tarafından daha önce kullanılan cebirsel sembolleri kullanmasını açıklamaktadır.[50]

Astronomi alanında yeniden alet yapımında Endülüs ilgisini ve ayrıca gerileme döneminde bile Doğu ile temasın kaybolmadığını vurgulamak istiyoruz. Bu nedenle İbn Erkam en-Numeyrî (ö. 1259), Persli gözlem aracı yapan Şerefüddin et-Tûsî (ö. 1213) (Puig 1983)'nin icat ettiği alet, doğrusal gözlem aracı, hakkında yazmıştır; aynı yazar İbn Erkam, Nasrî Gırnata'da ünlü bir bilim dalı olan atların incelenmesi ile ilgili bilimsel incelemelerin ilk serilerinin yazarıdır.[51] Bununla birlikte 1274'de Hüseyin b. Ahmed b. Bâs (ya da Mas) İslâmî 'tüm enlemler için' (*li-câm'i'l-'urûd*) geçerli evrensel levha hakkında uzun bir bilimsel inceleme yazmıştır ki bu Zerkallî'nin *azafea*'sı ve aynı zamanda birçok

---

[49] Eguaras'ın yayınlanmış ve İspanyolcaya tercüme edilmiş uyarlamasına bakınız (1975).

[50] Bk. Renaud (1944). Kalasâdî ile ilgili olarak *Dictionary of Scientific Biography*, XI, s. 229–30 ve Soussi'ye (1973) bakınız.

[51] Bk. Colin (1934) ve daha yeni kaynakça için Arie (1973) ve Viguera'ya (1977) bakınız.

yatay izdüşümünü gösteren levha olan *sefîha âfâkiyye* ile tanımlanabilir. Muhtemelen Hasan b. Muhammed b. Bâso (ö. 1316) olarak bilinen İbn Bâs, Gırnata büyük camide baş *muvvâkitûn* oldu. Oğlu Ahmed b. Hasan da aynı camide *muvakkitler*'in başı oldu ve İbnü'l-Hatîb bu iki şahsiyeti astronomi ile ilgili aletlerin özellikle güneş saatlerinin yapımındaki kabiliyetleri için övmüştür. (Renaud 1937; Samsó 1973; Calvo 1990, 1993, 1994). Bu bilgi iki açıdan ilginçtir: Bir yanda Endülüs camilerinde *muvvâkitûn*'un varlığının ilk açık kanıtını oluşturmaktadır; diğer yandan, şimdiye kadar bilinen bu çeşit aletlerin zayıf nitelikleri karşısında İbn Bâso'nun yaptığı güneş saatlerine İbnü'l-Hatîb'in ifade ettiği hayranlık şaşırtıcıdır (King 1978a). 13 ve 14. yüzyıl Gırnata'sının güneş saati çalışmalarının ve bunların güneş saati yapımına uygulamalarının önemli canlanmasını görmüş olduğu olasıdır; İbnü'l-Rakkâm'ın bu matematikçi ve astronomun büyük becerilerini gösteren eseri *Risale fi 'ilmu'z-zilâl* (ö. 1315) ile ilgili yeni tamamlanmış çalışmalar bu faraziyeyi doğrulamaktadır. İbnü'r-Rakkâm önceden Endülüs'te bilinmeyen güneş saati analemmik yöntemleri uygulamıştır (Carendell 1984a,b; 1988). İbnü'r-Rakkâm ayrıca Zerkallî ve İbnü'l-Hâim'in geleneklerini takip ettiği astronomi cetvellerinin (Vernet) yazarıdır. Bu cetveller şu an inceleniyor ve bu bilgin ile ilgili yapılan geniş kapsamlı araştırmadaki her belirti onu Nasrî biliminin muhtemelen en ilginç şahsiyeti olarak gösterecektir.

Ancak İbnü'r-Rakkâm bir istisnadır. Endülüs bilimi 11. yüzyılda zirveye ulaşmış ve 12. yüzyılda hâlâ ilginç sonuçlar sunabilmiştir, ama politik gerileme ve Gırnatalı Nasrîlerin uzun can çekişmesinden fazla yaşayamamış. Kalasâdî 13. yüzyıl sonundaki diğer birçok bilim adamı gibi onu çok iyi anlamış ve son buhrandan az zaman önce Kuzey Afrika'ya Tunus'a gitmiştir: 1486'da ölmüş ve ölümünden altı yıl sonra tüm Emevi kültürü sona ermiştir.

8

İSLAM BİLİMİNİN İBRÂNÎ DİLİNDEKİ MİRASI

Bernard R. GOLDSTEIN

Arapça kaynaklar vasıtasıyla aktarılmış Grek mirasını yansıtan ortaçağ İbrani bilim geleneği 12. yüzyılda bir çeviriler dönemiyle başlayıp akabinde bunu yine bu çeviriler temelinde yapılan araştırma ve titiz bir uğraşı izledi. Temel etkinlik merkezleri İspanya ve Güney Fransa olmasına rağmen, görünürde tüm Yahudi toplulukları bilimsel disiplinlere belli bir ilgi duymaktaydı. Hatta şairler, mutasavvıflar, bilim adamları ve filozoflar dahi bilimsel konulara hatırı sayılır bir ilgi gösteriyorlardı (Goldstein 1979, 1985a).

İbranice metinlerin büyük bir bölümü, Dünya'nın dört bir yanındaki kütüphanelere dağılmış elyazmaları şeklinde kalmıştır. Yine de bu geleneğin genel karakteri hakkında bize bilgi verecek yeteri kadar çalışma bulunmaktadır. Ayrıca birçok Arapça metin, Arapça konuşan Yahudiler arasında yaygın bir uygulama olan İbranice karakterlerle istinsah edilmek suretiyle çoğaltılmıştır. Kimi durumlarda bunlar, bazı metinlerin bugüne kadar kalabilen tek nüshası olmuştur. Edebiyat metinlerinin tersine herhangi bir vesile ile yazılıp daha sonra gözden çıkarılan birçok belge, bugün Kahire Geniza'sında bulunmaktadır. Geniza aslında Kahire sinagogunda, metinlerin bir sonraki cenaze töreni için bekletildikleri bir odadaydı, fakat bu şekilde bir tanzim gerçekleşmedi. Sonuç olarak 10. yüzyıl ile 20. yüzyıl arasında tarihlendirilen 200 bini aşkın belge, 1900'lerin başlarında Avrupa ve Amerikan kütüphanelerine aktarıldığı zaman hâlâ oradaydı. Bu belgeler, arasında büyük çoğunluğu İbranice karakterlerle yazılmış olan Arapça metinler ve bir kısmı da Arap-

ça (Arapça karakterler ile) ve İbranice eserlerin oluşturduğu, ortaçağda çalışılmış olan disiplinleri temsil eden bilimsel metinlerden meydana gelmekteydi.[1]

Yahudi cemaatinde en çok çalışılan konular arasında astronomi, matematik, tıbbın yanı sıra M. Steinschneider (1893) ve E. Renan'ın (1893) 19. yüzyılda yaptığı muhtasar bibliyografik çalışmadan da öğrendiğimiz üzere, fizik ve biyolojinin de bulunduğunu biliyoruz. Ayrıca Avrupa'daki geniş koleksiyonların birçoğu ayrıntılı çalışmalara yardımcı olacak şekilde kataloglandı. En son yapılan araştırmalar arasında, geç ortaçağ dönemindeki tıbbi çalışmalar açısından temel eser sayılan İbn Sînâ'nın *Tıptaki Kanun* (el-Kânûn fi't-Tıbb) adlı eserinin İbranice versiyonunun yüzün üzerindeki nüshasını sıralayan bir makaleyi de sayabiliriz (Richler 1982). Benzer bir şekilde, Öklid'in *Elements* (Elementler) ve Arapçadan İbraniceye tercüme edilen Batlamyus'un *el-Macestî* adlı eserlerinin sayısız nüshaları bugüne kadar gelebilmiştir. Bu metinler ortaçağda matematik ve astronomi araştırmaları için temel teşkil ederler.[2] Yine de bundan sonraki tartışmamızda dikkatimizi astronomiye hasredelim.

Yahudiler, astronomi alanındaki katkılarına İslam'ın ilk döneminde Arapça olarak başladılar, örneğin Maşallah (ö. yaklaşık 815) (Sezgin 1978: 127–9). 12. yüzyılda Hıristiyan ülkelerde yaşayan ve yazın dili İbranice olup da Arapçadan tercüme eserlere ihtiyaç duyan Yahudiler arasında bilime ilgi duyulmaya başlandı. Bu insanlara, matematik ve astronomi konularında ilk bilgi sağlayan âlim Barselonalı Abraham bar Hiyya idi, (12. yüzyıl) (Millas Vallicrosa 1952) ve genellikle Arapça metinleri tercüme etmekten daha çok şerh etti. Bu yüzden de, mesela astronomi cetvelleri, Bettânî'nin (ö. 929) cetvellerine dayanır ve yine bunlara girişinde de Bettânî'nin cetvellerine güvenir (Millas Vallicrosa 1959). Sözü geçen cetvellerden biri de koordinatlarıyla birlikte verdiği sabit yıldızlar listesidir. Bu listenin önemini kavrayabilmek için 1,025 yıldızın sıralandığı ve Arapçaya 9. yüzyılda çevrilen (Kunitzsch 1974) Batlamyus'un *el-Macestî*'sinin (MS yaklaşık 140) Grekçesine dönmeliyiz. Bettânî bu listenin yarısı kadarını alıntıladıktan sonra boylam bakımın-

[1] Geniza konusunda, bk. Goitein (1967, cilt I, s. 1-28).

[2] Steinschneider, (1893: 506, 523). Elyazmalarının tam bir listesi, *The Institute for Microfilmed Hebrew MSS*, Milli Kütüphane, Kudüs'te bulunabilir.

dan yıldızların konumlarını Batlamyus'un zamanından kendi zamanına kadarki presesyona göre düzeltmiştir (Presesyon, sabit yıldızların boylamlarını zaman içinde artıran hızdır; Batlamyus tarafından önceden kaydedilmişti; enlem adı verilen diğer koordinat zaman içinde bir değişikliğe uğramaz). Bar Hiyya ise büyüklüğün yıldızların parlaklığı ölçülerek anlaşılabildiği bu listeyi, büyüklük olarak sadece birinci ve ikinci derecede yıldızları göstererek daha da kısaltti.

Batlamyus'un yıldız listesi tercüme edildikten sonra birçok kez istinsah edildi; öyle ki bu süreçte oluşan yanlışlar bir bulmacayı andırmaktadır. Yine de bugüne kadar kalmayı başarabilen Grekçe, Arapça ve İbranice elyazmalarının bir karşılaştırması yapıldığında bu aktarım sürecinin çeşitli basamakları gün ışığına çıkmaktadır ki bu da bize çeviriden kaynaklanan problemleri gidermemizin yolunu açabilir. Örneğin Batlamyus'un katalogunda dördüncü derece büyüklükten bir yıldızın Bar Hiyya'da birinci derecede büyük gösterilmesi Grekçedeki alfa (sayısal değeri 1 olan) ve deltanın (sayısal değeri 4) kimi eller tarafından karıştırılmasına kadar uzanan bir hatadan kaynaklanmaktadır. Bar Hiyya her yıldızın Arapça adını (İbranice karakterlerle) İbranice tercümesi ile birlikte vermektedir. Bu tutum ondan sonra gelenler tarafından da benimsenir. Arapça ve İbranicedeki bilgilerin çözümlenmesi gösteriyor ki bu tür sabit yıldızların adları ve konumlarına dair ortaçağ geleneği tamamen metinsel olup yeni ve bağımsız gözlemlere dayanmamaktadır (Goldstein 1985b).

İspanya'da ilgi uyandıran diğer etkili Arapça metin de Harezmî'nin astronomi cetvelleridir. Yalnız 9. yüzyılda yazılmış metnin aslı kaybolduğu için, yaklaşık 11. yüzyılda yeniden gözden geçirilmiş ve İspanyol Arapçası ile yazılmış olan bir başka metnin 12. yüzyıldaki Latince versiyonu temel alınmaktadır (Suter 1914; Neugebauer 1962a). Bununla birlikte sadece Latince ve İbranice versiyonuyla günümüze gelen, İbn Müsenna tarafından Endülüs'te yazılmış orijinal Arapça nüshanın 10. yüzyılda yapılmış şerhine sahibiz. İbranice versiyonlardan biri, İbrahim b. Ezra (Endülüs, 1167) tarafından kaleme alınmış olup İslam astronomisinin 8. yüzyıl sonu ve 9. yüzyıl başlarındaki gelişme döneminin başlangıcı hakkında önemli bir bilgi kaynağıdır (Goldstein 1967a). Müslümanların astronomi geleneğine dair bilgileri Hint kaynaklarından aldığı açıktır; Grek astronomisine dair bilgiler ise bir şekilde daha geç ulaş-

mıştır. İbn Müsennâ'nın şerhi, Hint kaynaklarını yansıtan bir metni Grek geleneğinin metotları ile açıklama (çoğu zaman pek de başarılı olmayan) çabasıdır. Çevirisine yazdığı önsözde İbn Ezra şöyle der (Goldstein 1967a:149):

> Geometri ve astronomi alanında diğer âlimlerden daha yetkin bir âlim olan Muhammed b. Müsennâ, gezegen hareketinin cetvelleriyle ilgilenen akrabalarından biri için Harezmî'nin cetvellerine müracaat eden seçkin bir kitap yazdı. Buna, prensipleri Batlamyus'un *el-Macestî*'sinden alınma kısa kanıtlar ve diyagramlar ekledi. Gezegenlerin hareketlerine dair Batlamyus'un cetvelleri ile Hintli bilim adamınınki arasında birkaç yer dışında hiçbir fark yoktur. Bulunduğu yerlerde ise bu farklılığın nasıl meydana geldiğini izah edeceğim.

Şurası kesin ki İbn Ezrâ, bu farklı geleneklerin harmanlandığının farkındaydı, fakat uygun kaynaklara ulaşamaması, ikisi arasındaki farklılıkları ayıklamayabilmesini sınırladı.

12. yüzyılın önde gelen Yahudi filozoflarından İbn Meymun Yahudi takvimi üzerine, kısmen selefi Müslüman âlimlerin, özelikle de Bettânî'nin çalışmalarına dayanan İbranice bir risale yazdı (Gandz ve diğerleri, 1956). Ayrıca daha o hayattayken Arapçadan İbraniceye çevrilen en önemli felsefi çalışması *Delâletü'l-Hâirîn*'de (Şaşırmışlara Rehber) astronomi ve matematiğe de temas etmektedir. İbn Meymun, İbn Bâcce'nin (Endülüs, 12. yüzyıl) ve Câbir b. Eflâh'ın (Endülüs, 12. yüzyıl) Batlamyusçu astronomi eleştirilerini anlatır (İbn Meymun 1956: 164, 196). İbn Meymun tüm bunlara, kısmen Kabîsî'nin (10. yüzyıl, Endülüs) gezegenler arası uzaklıklar tartışmasına dayanan kendi Batlamyusçu astronomi eleştirilerini ekler ve şöyle bitirir:[3]

> İnsan yetileri gök cisimlerini hareket ettiren Tanrı'nın varlığıyla ilgili olarak gökyüzünün içerdiği çok genel kanıtları bile idrak edemeyecek kadar yetersizdir. Gerçekte bu, bir cehalet ya da onları kavrayacak vasıtalar olmaksızın ulaşabileceğimiz sınırların ötesinde yer alan şeyleri keşfetmeye çalışmakla zihinleri boşuna yorma şeklinde bir tür deliliktir.

13. yüzyılda, özellikle Fransa'da, Arapça bilmeyen Yahudi bilginler için önemli metinlerin büyük bir kısmı Arapçadan İbraniceye tercüme

[3] İbn Meymun, (1956: 197–8). el-Kabîsî ve İbn Meymun için bk. Goldstein (1980: 138).

edildi. Bu mütercimlerin en üretkeni, 12. yüzyılda Fransa'dan İspanya'ya göç etmiş ünlü bir çevirmen aileye mensup olan Moşe ben Tibbon'dur (Romano 1977). Yaptığı çalışmaların en önemli örneği, Bitrûcî tarafından 1200 yılında kaleme alınan *Astronominin İlkeleri Üzerine* adlı eserin İbranice tercümesidir (Goldstein 1971). Bitrûcî kendisini Aristoteles'in merkezleri aynı olan gezegen modelleri ile Batlamyus'un merkezleri ayrı olan dairesel gezegen modellerini uzlaştırmaya adamıştı. Bazı Endülüslü Müslüman filozoflar tarafından yöneltilen eleştirilere hedef olmamak için, Batlamyusçu modellerin ekliptik düzlemden ziyade bir gezegenin yüzeyinde olduğunu kabul edivordu.

Bitrûcî tarafından sunulan çözüm önerisi, Toledolu Yahuda ben Solomon Kohen tarafından Arapça yazılıp daha sonra İbraniceye tercüme ettiği ansiklopedik bir eserde, yine Levi ben Gerson'un felsefe alanındaki *magnum opus*'unun, *Kralın Savaşları*'nın (The Wars of the Lord) beşinci kitabının birinci bölümünü oluşturan İbranice yazılmış Astronomi çalışmasında ve son olarak Toledeolu Isaac Israeli'nin *Âlemin Temelleri* (Yesod Olam) adlı İbranice Astronomi eserinde eleştirilmiştir. Sonuç olarak Batlamyusçu modelleri değiştirme girişimi kabul görmedi, çünkü Bitrûcî bilinen bütün astronomi ile ilgili hadiseleri hesaba katmamıştı ve Batlamyusçu modeller bu hadiseleri tahminde son derece başarılıydı. Moshe ben Tibbon'un çevirisi son derece literal, yorumsuz ve 12. yüzyıldan önce İbranicede bulunmayan teknik terimler oluşturmaya dayanıyordu (Sarfatti 1968).

Moshe ben Tibbo'nun oldukça büyük gayretleri sayesinde sonraki nesillerin sadece İbranice bilen Yahudi bilim adamları önceki Yunan ve İslam geleneklerine dayanarak özgün bilimsel katkılar yapabildiler. Bunun yanında Arapçadan İbraniceye tercümeler 14. yüzyılda da devam etti. Örneğin Marsilyalı Samuel ben Judah (1340'tan sonra), İbn Muaz'ın orijinal Arapça nüshası elimizde olmayan 11. yüzyılda İspanyolcaya çevrilmiş 'Alacakaranlık Üzerine Risale'sinin İbranice bir versiyonunu oluşturdu. Bu risale atmosferin yüksekliğini tan vakti veya akşam vakti Güneş'in batış yayını ölçen aletler yardımıyla tespit etmeye çalışıyordu. Bunun, Güneş'ten (ufkun altında kalan) ufka doğru gözlemleyen kişinin başucu noktasından geçen bir daire üzerinde yay olarak belirleniyordu. İbn Muâz, bu apaçık geometrik argümanlar vasıtasıyla atmosferin yüksekliğinin yerküreden yaklaşık 50 mil uzaklıkta ol-

duğu sonucuna varıyordu. Aynı değer 1644 yılında Torricelli tarafından da bahsedilmişti. Samuel ben Judah, ayrıca Câbir b. Eflâh'ın 'el-Macestî'nin Düzeltilmesi' isimli eserinin ilk İbranice nüshasını da gözden geçirmiştir. Samuel bize bu metin üzerinde çalışmasının sebebini şöyle açıklıyor (Berman 1967:315):

> O zaman bu değerli bilim (astronomi) ve diğer bilimlerin tamamı veyahut bir kısmı ile ilgili kâfi derecede bir kavrayış sahibi olduğumda, İbn Rüşd'ün bu bilimle ilgili kitabındaki sözlerinden yola çıkarak, söz konusu ilimlerde yer alan önemli şeylerin İbnü'l-Eflâh'ın kitabından derlendiğini fark ettim.

İbn Rüşd'ün (Endülüs 12. yüzyıl) 'Telhîsu'l-Macestî'si ile İbnü'l-Eflâh'ın Astronomi hakkındaki eserinin bir mukayesesi Samuel Ben Judah'ın dikkate değer bir haklılığa sahip olduğunu kanıtlar.

Yaklaşık aynı zaman diliminde bir başka mütercim, Kalonymos Ben Kalonymos (Arles, ö. 1328'den sonra), Batlamyus'un *Planetary Hypotheses* (Gezegenlere Dair Faraziyeler) (Goldstein 1967b) adlı kitabının Arapça versiyonunu tercüme etmişti. Bu eserin Grekçede sadece küçük bir kısmı bulunmakta ve Batlamyus'un Orta Çağ Astronomi teorilerinde oldukça önemli bir rol oynamış kozmik uzaklıklar tartışması ancak Arapça ve İbranice versiyonlarında varlığını sürdürmektedir. Batlamyus'un teorisi, bir gezegenin konumunu tahmin etmeye yarayan geometrik modelin, aynı zamanda o gezegenin Dünya'ya olan göreli uzaklıklarını da tahmin etmeye yaradığı iddiasındadır. Bunu açıklamak için kendisi daha sonra 20,000 yersel yarıçap uzaklıkta, en dıştaki felek gibi aralarında evreni dolduracak hiç uzay boşluğunun bulunmadığı iç içe bir gezegenler feleği dizisi oluşturdu.

İbranice yazan en özgün astronomu, Orange'de yaşayıp arada bir de yakınlardaki Avignon'u ziyaret eden Levi Ben Gerson'dur (1288–1344) (Goldstein 1974, 1985c). Levi ben Garson astronomiye dair uzun bir risale kaleme almış olup burada, Batlamyus'un modellerinin, gezegenlere, Güneş ve Ay tutulmalarına ilişkin kendi gözlemleriyle kıyaslanması ya da daha uygun modellerle değiştirilmesi gerektiği tartışılmaktaydı. Çünkü Batlamyusçu gelenek ağırlıklı olarak Bettânî'ye, muhtemelen de Abraham bar Hiyya'nın tercüme ettiği İbranice versiyona istinat etmekteydi. Levi'nin 'Astronomi'sinde kusursuz felsefi temellere

sahip olmanın ve kendi gözlemlerine muvafakatin gerekliliklerini yerine getiren yeni modeller üzerine kurulmuş cetvellerle karşılaşıyoruz. Levi, Batlamyus'un yaygın bir şekilde kullandığı döndürücü felek modelini reddettiği halde, yine ona ait olan ve İbn Heysem (11. yüzyıl) ve Nasîruddin et-Tûsî (13. yüzyıl) de dâhil olmak üzere bazı Müslüman âlimler tarafından tenkit edilen ekuant modelini benimsemiştir (Pines 1964b; İbn Heysem 1971; Kennedy 1966). Levi'nin, çağdaşı Doğu İslam dünyasındaki Müslüman âlimler tarafından yürütülen önemli Astronomi çalışmalarından haberdar olduğuna dair herhangi bir işaret yoktur. Ayrıca Levi, İslam dünyasında yaygın olarak bilinen ve gözlem yapmak için olduğu kadar koordinatları başka değerlere dönüştürmek için de kullanılan usturlabın tadilinden sorumlu kişidir. (Goldstein 1977b). Bu tadil, aletin kenarına eklenen ve daha hassas açısal alt bölümlemelere (subdivisions) izin veren bir enine ölçek (transversal scale) eklemeyi de kapsamaktadır. Bir dairenin yayı üzerindeki enine ölçek (transversal scale), kesinlik sağlayan gözlem araçları üzerine çalışırken Tycho Brahe (16. yüzyıl) tarafından da kullanılmıştı (Raeder ve diğerleri 1946: 29–31). Levi, İbnü'ş-Şâtır'ın da (Şam, 14. yüzyıl) dikkat çektiği, Batlamyus'un Ay modelindeki bazı kusurlardan haberdardı, fakat çözümleri bütünüyle farklıydı.[4]

Levi ben Gerson'dan bir nesil sonra yaşamış olan Tarascon'lu Emmanuel Bonfils (yaklaşık 1360), Müslüman astronomlara ve özellikle de Bettânî'ye şükran borcunu birçok kez dile getirmiştir (Goldstein 1978). Onun Güneş ve Ay'la ilgili meşhur cetvelleri, *The Six Wings* (Altı Kanat) bile Latinceye ve Bizans Grekçesine İbraniceden çevrilmiştir. Batlamyus'un modellerine dayanan Bettânî'nin cetvellerini, eserini ayrıca zikrettiği Levi Ben Gerson'un cetvellerine tercih etmiş olması belki şaşırtıcı gelebilir.

Doğu İslam dünyasındaki bilimin etkisi ortaçağın son dönemlerinde bile hissediliyordu. Mesela Selanikli Shelomo ben Eliyahu (yaklaşık 1380) nihai kaynaklarının İslam dünyasına dayandığı *Iran Zîc*'leri (Tables) adlı eseri, Bizans Grekçesinden İbraniceye çevirmişti (Goldstein 1979: 36). Yine başka bir İbranice metindeki cetveller (Vatikan, M. 381) yazarını bilmediğimiz ve sadece var olan bir kaç nüshası

[4] İbnü'ş-Şâtır için bk. Kennedy ve Ghanem (1976).

dolayısıyla kendisinden haberdar olabildiğimiz Arapça bir metindeki cetvellerle Ay'nıdır (örn. Paris, Bibliothèque Nationale, MS Ar. 2428).[5] Bu metin, milat veya başlangıç olarak İran çağının 600. yılını alır (miladi takvime göre M. 1231), bu yüzden kökeni büyük bir ihtimalle 13. yüzyıl doğu İslam dünyasına kadar uzanmaktadır. Metnin Arapça ve İbranicedeki (ve tabii ki Bizans Grekçesindeki) tarihi, üzerlerine yapılacak daha derinlikli analizleri beklemektedir, bundan dolayı şimdilik çevirmeninin kim olduğu, ne zaman yaşadığı veya nerede çalıştığı hakkında hiçbir bilgiye sahip değiliz.

Bibliothèque Nationale'deki[6] elyazmaları arasında Uluğ Bey cetvellerinin anonim bir İbranice çevirisinin 1500 yıllarına ait (muhtemelen Venedik dolaylarında yazılmış) bir nüshası da bulunmaktadır. 15. yüzyılın ortasında yazılmış bu tercüme metin hususi bir ilginin kaynağı olabilir, zira doğu İslam astronomisinin cihetlerinin (aspects), hatta belki İbnü'ş-Şâtır'a ait Ay ve gezegen modellerinin İbranîler üzerinden Avrupalı astronomlara ulaşmış olma ihtimalini öne sürmektedir. Şimdiye kadar İbnü'ş-Şâtır'la Kopernik arasındaki benzerlikler kaydedilmiş, fakat hiçbir intikal güzergâhı saptanamamıştı. Uluğ Bey'in cetvellerinden 1520'de Venedik'te basılan İbranice bir dua kitabının ekinde de bahsedilmektedir. İbnü'ş-Şâtır'ın cetvellerinin İbranice karakterlerle fakat Arapça olarak Halep, Suriye'de yazılmış 19. yüzyıl nüshası da Doğu İslam biliminin Yahudi toplumu üzerindeki etkisinin diğer bir göstergesidir. Yemenli Yahudi bilginler Müslüman bilim adamlarına çok şey borçludurlar, İbranice karakterlerle Yemen'de yazılmış Arapça metinlerin birçok nüshası bulunmuştur. Bunların arasında Câbir b. Eflâh'ın 12. yüzyıl Endülüs'ünde yazılmış olan astronomi metni ile Kuşyar b. Lebbân'ın 11. yüzyıl İran'ında yazılmış astronomi cetvellerini sayabiliriz. Bu da demek oluyor ki, Yemen Yahudilerinin İslam dünyasının çeşitli yerlerindeki bilimsel geleneklerle bağlantısı vardı.[7]

---

5 Bu metnin Arapça versiyonu, Ebu'l-Vefa adı altında alıntılanmaktadır, Sezgin (1974: 324). Kendisi mukaddimede zikredilmesine rağmen, bu metnin yazarı değildir. İbranice versiyonun kime ait olduğu daha tespit edilememiştir.

6 MS heb. 1091; krş. Goldstein (1979: 38)

7 Goldstein (1985b); Kuşyâr için bk. Sezgin (1974: 246); ayrıca bk. Langermann (1987).

Yahudi âlimlerinin hepsi olmasa bile birçoğu, astrolojiyi en uygun bilimsel disiplin kabul ederek oldukça geniş bir alanda yaygınlık kazanan eserler kaleme aldılar. Abraham b. Ezra belki de astrolojik metinlerin İbranicedeki en meşhur yorumcusuydu ve kendisi de önemli ölçüde Arapça kaynaklardan faydalanıyordu. Ayrıca Maşallah'ın Arapça bir astroloji risalesi olan *Book of Eclipses* (Tutulmalar Kitabı) adlı eserini de İbraniceye kazandırmıştı. Kitap astrolojik tarihin bir tartışmasını, yani gezegen kavuşumları (conjuctions) arasındaki zaman aralıklarına denk gelen tarihsel dönemlerin bir teorisini içermekteydi (Goldstein 1964b). Astrolojinin bir bilim olarak kabul edilmesine karşı çıkanlar arasında, ona din ve bilimle çeliştiği gerekçesiyle saldıran ve bu nedenle de tartışma yaratan bir eser kaleme alan İbn Meymun da bulunmaktadır (Twersky 1972: 463–73).

Arapça (bazıları Arap, bazıları ise İbrani yazısıyla yazılmış) yıllıklardan ve horoskoplardan oluşan önemli sayıdaki metin Kahire Geniza'sında yer alan dokümanlar arasında bulunmuştur. Tamamı 12. yüzyıla ait yıllıkların en ilgi çekici yanı kendi dönemindeki, Hicri takvim de dâhil olmak üzere ortaçağda kullanılan diğer tüm takvimlere değindiği halde Yahudi takviminden bahsetmemesidir. Bu durum bize, takvimin Yahudi Cemaati dışında birileri tarafından vücuda getirildiğini göstermektedir, fakat yine de astroloji konusunda Müslümanların zevklerini ve Yahudilerin de ilgisini göstermesi bakımından önemlidir. (Goldstein and Pingree 1981, 1983). Yine Geniza'dan astrolojik amaçlı yazılmış olabilecek bir astronomi metni 1299 tarihine dayandırılabilir (Goldstein ve Pingree, 1982). İçeriğinden, İbranice karakterlerle yazılmış bu Arapça metnin anonim yazarının, Müslümanlar arasında da meşhur olan İbn Yunus'un (Kahire, yaklaşık 1000) astronomi cetvellerine dayandığını anlıyoruz. Kısa olmasına rağmen bu metin bizim için, yazarının astronomiden çok az anladığını gösteren farklı türdeki sayısız yanlışları fark ettirecek kadar detaylıdır.

Bilimsel araçlar, ortaçağ Yahudi astronomları tarafından hayli tartışılmıştı ki yine bu alanda da Müslümanların etkisi sezilmektedir. Mesela Endülüs kökenli olup Sicilya'ya göç eden Hadib (yaklaşık 1400) kendi icat ettiği bir hatt-ı istiva aletinin tasvirini kaleme almıştı. Bu tür aletler, astronomlara, çetrefilli hesaplama yöntemlerine gerek duymadan astronomi cetvellerinin de yardımıyla, gezegenlerin konumlarını saptama

imkânı tanımak üzere tasarlanmıştı. Arapça, Latince ve İbranice metinlerden öğrendiğimize göre icat edilen birçok gezegen modelinin zekice uyarlaması gerçekte bu amaca hizmet etmek içindi (Goldstein 1987). Hadib ayrıca aralarında Zerkallî (Endülüs, 11. yüzyıl), İbn Rakkâm (Tunus, 13. yüzyıl) ve diğer Müslüman bilginlerin olduğu kadar isimlerini bilmediğiz Hıristiyan âlimlerden de alıntılar yapmaktadır.

Özetlemek gerekirse, ortaçağda birçok ülkede yaşamış olan Yahudi âlimler, ister Hıristiyan Avrupa'da ister İslam dünyasında olsun hem özgün Arapça metinlerinde hem de bunların İbranice tercümelerinde, İslam bilimleri mirasına tabi olmuşlar ve bu miras temelinde, çağlar boyunca muhtelif bilimsel disiplinlere katkıda bulunmuşlardır.

9

İSLAM ASTRONOMİSİNİN ORTAÇAĞ BATI DÜNYASINA ETKİSİ

Henri HUGONNARD-ROCHE

Epitome astronomie Copernicae isimli kitabının başında Kepler, tümünün gökyüzü olaylarıyla ilgilenecek bilim için gerekli olduğuna inandığı, astronominin birazdan bahsedeceğim şu unsurlarını sıralar (Kepler 1953: 23). 'Astronomların görevi' der, 'beş ana başlıktan oluşur': Tarihsel olan, gözlemlerin kaydedilmesi ve tasnif edilmesiyle; görsel olan, hipotezlerin şekillendirilmesiyle; fiziksel olan, hipotezlerin altında yatan nedenlerle; aritmetik olan, cetveller ve hesaplarla ve mekanik olan, aletlerle ilgilidir. Kepler, ilk üç alanın ağırlıklı olarak teorik, son iki alanın ise daha çok pratik safhalarla ilgili olduğunu da ekler.

Kepler tarafından belirtilen bu alanların hepsinde, başlangıcından sonraki geçen zamanda gösterdiği gelişime kadar, İslam biliminin Latin Batıya katkısı son derece önemliydi. Belirtilen katkıdan daha önce bu ülkelerin hiçbirinde gelişmiş düzeyde bir astronomiden bahsetmek mümkün değildir.[1] Astronomi sözüyle anlaşılan, ya Dünya'nın şekli ve kütlesiyle ilgili bir dizi kanıtlanmamış kozmolojik düşünce ya da genellikle kiliseyi ilgilendiren ve gök cisimlerinin doğuş, batış ve hareketleri hakkındaki bazı temel fikirlerdi. Kilisenin takvimin düzenlenmesi ihtiyacı, Bede'ye ait (ö. 735) *De Temporum ratione* adlı eserini takiben zamandizinsel (kronolojik) hesaplamayla uğraşan bir geleneği doğurdu.

[1] İslam ilminin Batıya ulaşmadan önceki Ortaçağ astronomisi için bk. Pedersen (1975).

Fakat Raban Maur, Dicuil ve Garlande'nin isimlerinin de yer aldığı bu hesaplama yazını, olaylara matematiksel yaklaşımı temel almayan bir anlayış üstüne inşa edilmişti. Şu örnek durumun vahametini daha da iyi anlatıyor: Bede'in kitabında, gezegen hareketleri basit dışmerkezlerle temsil edildiğinden ikinci gezegen anomalisi açıklanmadan kalmıştır. Kısacası 'göklerin bilimi' ortaçağ'ın başlarında gözlemden, gökyüzü olaylarının geometrik analizinden, hipotezlerin bulguları üzerine yapılan değerlendirmelerden, diğer bir deyişle, Kepler'in astronomi kuramıyla ilişkilendirdiği üç alandan yoksundu. Pratik astronominin durumu da daha iyi sayılmazdı: Cetveller mevcut değildi ve aletler (Güneş saati mili, güneş saati) oldukça ilkeldi.

Bu bölümde, İbrânî Latin Batı'da Arapça çalışmaların birbirini izleyen çevirileriyle gerçekleşen değişimleri ayrıntısıyla ele almaya veya bu değişimleri sıralamaya imkan bulunmadığı açıktır.[2] Ayrıca tüm çevirilerden bahsetmek veya onlardan etkilenen yazarlardan söz etmenin imkan dâhilinde olduğu da söylenemez. Göz ardı etmemiz gereken bir diğer konu da, Batıdaki trigonometrinin gelişimi, aletler ve yıldızların Latin katalogları[3] üzerindeki İslam etkisi ile Ebû Ma'şer'e ait (9. yüzyılın sonu) *Introductorium maius* veya *De Magnis coniunctionibus* gibi incelemelerin Latin astrolojisi üstündeki hatırı sayılır etkisidir.[4] Bu bölüm tüm bu saydığım konular yerine Ortaçağ Batı dünyasındaki İslam etkisini daha iyi kavrayabilmek için, astronomi teorisinin önem kazanması ve gelişimi üzerinde yoğunlaşacak.

---

2 İslam Biliminin Latin dünyasına aktarılması ile ilgili en yeni çalışma, geniş bir kaynakça ile Vernet tarafından yazılmıştır (1985). Eski olmasına rağmen Haskins (1927) hâlâ yararlı bir kaynaktır. Ayrıca bk. Carmody (1956).

3 Değindiğim bu son nokta için bk. Kunitzsch (1959, 1966)

4 Bk. Lemay (1962). Gezegen kombinasyonlarının hanedanlıkların kurulmasından yıkılmasına kadar etkilerini izah eden *De Magnis coniunctionibus* doktrininin (*Kitabu'l-Kırânât* adlı eserden, Sevilyalı John tarafından tercüme edilen) ortaçağda da önemli nüfuzu oldu ve bunun izlerini hâlâ Rheticus'da bulabilirsiniz, s. 47-8, 98-9.

USTURLAP VE ANA KUVVET İLKESİNİN ASTRONOMİSİ

İslam astronomisinin Latin Batı'ya ulaşmasıyla ilgili ilk kanıt stereografik usturlap aletidir. Usturlabın dayandığı stereografik oranlamanın özellikleri ve avantajları Batlamyus'un *Planisphere* (Düzlemküre) adlı eserinde zaten açıklanmıştı. Fakat bu metin, Mesleme el-Mecrîtî'nin (yaklaşık 1000) Arapça yaptığı eleştirel bir düzeltmesinin Dalmaçyalı Hermann (1143) tarafından 12. yüzyılda yapılan çevirisine kadar Latin dünyasında bilinmiyordu. Yine de İslam'la hâlâ ilişki içinde olan İberya yarımadasının Kuzey bölümündeki âlimler, bu alet ve hakkındaki incelemelerden 10. yüzyıl sonlarından itibaren haberdar olmaya başladılar. Yine aynı dönemde Gerbert (ileride Papa II. Sylvester olacaktır), Barselonalı Llobet ve Aksak Hermann'ın (the Lame) çıkardığı, teknik yazınla ilgili ilk kitap Latincede yayımlandı. Bu yazın, o dönemde özet halinde olan veya künyesi kesin olarak saptanamamış ama yeniden gözden geçirilmiş olan ve astronomi aletlerinin kullanılması ve yapımı yahut da yapım sonrası nasıl kullanılacaklarını açıklayan Arapça metinlerden oluşmaktaydı.[5] Tivolili Plato (1134–45 civarı) tarafından yapılan İbnü's-Saffâr'ın (ö. 426/1035) risalesinin çevirisi gibi 12. yüzyıldaki bir dizi çevirilerle ve Adelard de Bath (1142–6), Chester'lı Robert (1147) ve Marsilya'lı Raymond'unki (1141 öncesi) gibi bir takım özgün Latince çalışmalarla, Latin Batı aletler hususunda tam bir ustalık kazandı. Ayrıca usturlabın üniversitedeki eğitim müfredatına dâhil edilmesi aletin eğitim alanındaki rolünü ortaçağ sonlarına kadar güçlendirirken Sevilyalı John'un (1135–53) Maşallah'a (8. yüzyılın sonu) atfedilen metnin Latince çevirisinin de başarısını sağladı.

Ortaçağda usturlap sadece eğitim için kullanılan bir alet değildi, ayrıca küresel astronominin temel problemlerine sağladığı hızlı geometrik çözümlerle de bir hesaplama aracıydı. Usturlap, Güneş'in günlük ve yıllık hareketlerinin, bu hareketlerin birlikte yarattığı dik ve eğik yükselim'ler, düzensiz saatlerin sürelerini, yıldızların doğuşlarını (heliacal

[5] Bu konudaki klasikleşmiş çalışma, Millas Vallicrosa'ya ait (1931). Ayrıca bk. 'las primeras traducciones cientificas de origen oriental hasta mediados del siglo XII', Millás Vallicrosa, (1960: 79–115).

risings) ve astrolojideki göksel evlerin (celestial houses) pozisyonunun sonuçlarını elde etmeyi de kapsayan kolay bir ispatlama yoluydu. Geleneksel ortaçağ astronomisinin iki farklı alana ayrıldığını aklımızdan çıkarmadan -bir yanda gök kubbenin günlük hareketinin astronomisi, yani ana kuvvet astronomisi ve diğer yanda ise gezegenler astronomisi- ki usturlap üzerine yapılan incelemelerin sadece birincisiyle ilgilendiğini söyleyebiliriz. Sonuç olarak bu çalışmalar pek az teknik bilgiyi içermekteydi: Yıldızların konumu dışında ekliptiğin sapması, Güneş'in yerötesindeyken burçların bulunduğu mevkii ve presesyon hareketi ile ilişkilendirilen Koç Burcu'nun (21 Marta denk gelen) ilk noktasının takvimdeki konumu. Marsilyalı Raymond'un usturlap üzerine incelemesinde[6] - konu hakkındaki, Arapçasından salt bir uyarlama olmayan en eski Latince metin- biri Zerkallî'den (ö. 1100) alınan, diğeri de Barselonalı Llobet ve Aksak Hermann'ın risalelerinden çizilmiş iki adet yıldız cetveli mevcuttur. Raymond'un Zerkallî'ye karşı belirgin bir hayranlığı vardı. İkizler Burcu'nun 17;50 derecesindeki güneş yerötesinin konumunu ve 23;33;50 derece olarak tahmin edilen eklipliğin eğiminin değerini ondan alarak Batlamyus'un (23;50 derecelik) değerine tercih eder. Sadece bu örnek bile bize, Latin astronomisine olan İslam etkisinin özelliği hakkında iki noktayı açıkça gösteriyor: Zerkallî'nin çalışmasının oynadığı önemli rol ve Batlamyus'un Güneş'e dair parametrelerinin sorgulanması.

TOLEDO CETVELLERİ VE GEZEGENLER ASTRONOMİSİ

Usturlap hakkındaki incelemeler nihaî şekline ulaştığı sıralarda, yani 12. yüzyılın ortalarında bile bu alet, Latin dünyasının teknik astronomiye ulaşmadaki yegâne aracı olmaktan uzaktı. Latin astronomlara, astronomi cetvelleri dâhilinde daha da geniş bir çalışma alanı açan önemli sayıdaki Arapça metin bu yüzyılda çevrilmişti. İşaret edilen bu

[6] Bu çalışma için bk. Poulle'un (1964) çıkardığı baskı (Usturlap üzerine Latince incelemelerin de olduğu bir liste ile birlikte, s. 870–2). Ayrıca bk. Poulle, 'Raymond of Marseilles,' *Dictionary of Scientific Biography*, XI, 1975, s. 321–3.

husus şematik olarak üç gruba ayrılabilecek çok geniş bir materyal çeşitliliğini kapsar. İlki, ilk hareket ettirici astronomisine dolaylı ya da dolaysız olarak taalluk eden öğeleri kapsar (dik ya da eğik yükselim'lerin, sapmaların ve zaman denkleminin cetvellerini); ikincisi gezegen cetvellerini kapsar ve dört alt-kısımdan oluşur (zamandizinsel cetveller, orta koordinatların cetvelleri, denklem cetvelleri ve enlem cetvelleri); üçüncü grup Güneş ve Ay'ın kavuşumlarıyla (conjuctions), tutulmalarla, paralakslarla, Ay ve diğer gezegenlerin görünürlükleri vb. ile ilgili tamamen farklı cetvelleri kapsar.

Latin astronomlara, bu konular hakkında giriş bilgisi sağlayan üç temel kaynak bulunmaktadır: Birincisi Endülüslü astronom Mesleme el-Mecrîtî tarafından gözden geçirilen ve Adelard de Bath (1126 civarı) tarafından çevrilen, Harezmî'nin (820 civarı) kanunları ve cetvelleri, ikincisi ilk defa Chester'lı Robert'in hâlâ bulunamamış olan çevirisinde ve sadece kanunların korunduğu Tivolili Plato versiyonundaki Bettânî'nin (ö. 317/929) cetvelleri,[7] son olarak da referans meridyeninden itibaren Toledo cetvelleri olarak bilinen koleksiyonun temelini oluşturan Zerkallî'nin cetvelleridir. Şurasını belirtmekte fayda var ki Cremonalı Gerard (ö. 1187) tarafından çevrilen Toledo cetvellerinin Latin Batı'da diğerlerine göre daha geniş bir yayılım alanı bulmuştur.[8]

İslam kökenli cetvelleri kullanan ilk Latin yazar ise Marsilyalı Raymond'dur. 1141 yılında, gezegenlerin hareketleri üzerine cetvellerden oluşan bir eser yazdı; girişinde bunları Zerkallî'den çıkarsadığını iddia eder ve eserin başında da kanunlar yer almaktadır. Aslında kendi cetvelleri de Zerkallî'nin cetvellerinin Hıristiyan takvimine ve de Marsilya boylamına uyarlanmış halidir. Usturlap üzerine olan risalesinde de olduğu gibi Raymond, Zerkallî'den aldığı 23;33;30 derecesindeki değeri ekliptiğin eğim derecesi olarak kullanır. Dahası Zerkallî'nin gösterdiği güneşin yerötesinin hususi hareketinden de haberdardır ve Müslüman astronomların Güneş'in ve diğer gezegenlerin yerötelerinin konumlarına dair cetvellerini kopya eder. Batlamyus'un *el-Macestî* adlı eserinin ve

---

[7] Tivolili Plato'nun 1537'de Nurember'de *De Scientiis astrorum* adıyla bastırdığı bu eserin modern bir baskısı bulunmamaktadır.

[8] Toledo cetvellerinin modern bir baskısı yoktur, ancak Tommer (1968) tarafından yapılmış ayrıntılı bir analize bakınız.

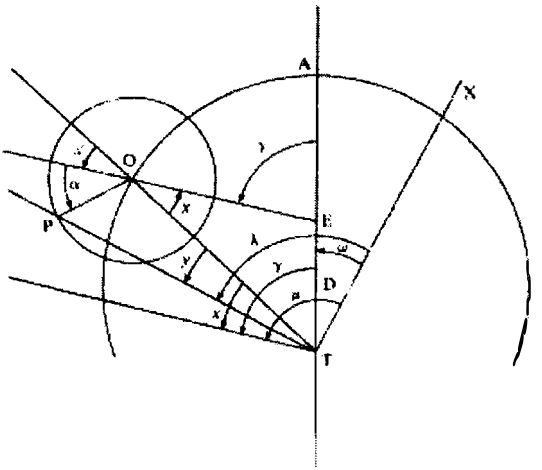
Cremonalı Gerard'ın[9] Toledo cetvellerinin çevirisinden yaklaşık otuz yıl önce gerçekleştirdiği çalışma ile Raymond, Zerkallî'den aldığı bakış açısıyla Latin dünyasına gezegen konumlarının Batlamyusçu hesaplama yöntemini tanıtan ilk kişiydi (Şekil 9.1). Bu yöntem, orta hareketin cebirsel toplamını, merkezin denkliği (equation of the centre), delillerin denkliği (equation of the argument) ve delillerin denkliğini orantılı kısımlar vasıtasıyla düzelterek bulmaya bağlıdır. Zerkallî'nin cetvelleri üzerine yaptığı çalışmadan Marsilyalı Raymond, astronomi cetvellerinin sürekli düzeltilmeye ihtiyacı olduğunu anladı ve bunu açıkça ifade etti. Ortaçağ boyunca astronomlar kendilerini, bu düzeltmeler ve içerdikleri teorik problemlerle karşı karşıya buldular. Bu nedenledir ki Kopernik'in amaçlarından biri de sürekli geçerli olacak cetveller oluşturmaktı.

Müslüman cetvellerinin ve özellikle de Toledo cetvellerinin uyarlanması, Hıristiyan dünyanın çeşitli bölgelerinde 12. ve 13. yüzyıl boyunca sürdü (Millas Vallicrosa 1943–50: 365–94). Bu yüzden 1145 yılında Abraham b. Ezra'nın, Pisa'nın meridyenine göre oluşturduğu cetveller, 1149–50 yıllarında Chesterlı Robert ve 1178'de ise Herefordlu Roger'in, Londra meridyenine göre oluşturduğu cetveller ve dahası Londra (1232), Malines, Novara, Cremona vb. şehirlere göre hazırlanmış anonim cetvellerden bahsedilebilir. Ayrıca Toulouse cetvelleri, Parisli astronomlar için Toulouse ve Paris şehirlerinin meridyenleri birbirine yakın olduğu için özellikle kullanışlı görünüyordu. Tarihleri 14. yüzyıl hatta 15. yüzyıla kadar uzanan Toledo cetvellerine ait birçok elyazması, 14. yüzyılın başında Paris'teki astronomi reformcularının tercih ettiği kaynak olan Alphonsine cetvellerinden sonra da sürekli kullanıldığını bize göstermektedir. Toledo cetvelleri, gezegenlerin konumlarını hesaplayacak araçlar sağlamak için değil, ancak konumların kendisini vermek için tasarlanmış yıllıkları dahi etkiledi. Aynı şekilde 1300 ve takip eden yıllarda Montpellier için Toledo cetvellerine borçlu olduğunu bizzat kaydeden Profatius (ö. yaklaşık 1307) tarafından hazırlanan yıllıkta da durum böyledir.[10]

---

[9] Cremonalı Gerard'a atfedilen bir dizi Latince çeviri için bk. Lemay, 'Gerard of Cremona', *Dictionary of Scientific Biography*, XV, 1978, s. 173–92. *el-Macesti*'nin Arapça-Latince geleneği için bk. Kunitzsch (1974).

[10] Toomer'ın (1973) ispatladığı üzere Toledo cetvellerindeki gezegen konumlarına dair verilen değerler Profatius'unkilerle örtüşüyor.



Şekil 9.1 boylam bakımından gezegenlerin hareketlerine dair Batlamyus teorisi (umumi durum: Yukarı gezegenler ve Venüs). Ortaçağ terminolojisi: T, yeryüzünün ya da Dünya'nın merkezi; D, yörüngenin merkezi; E, ekuant'ın merkezi (TD=DE); O, döndürücü feleğin merkezi; P, gezegen; X, ekliptik üzerindeki koordinatların aslı (Koç Burcu'nun ilk noktası); ekliptiğin yerötesi; ω, yerötenin boylamı; μ, orta hareket; γ, orta merkez; α, orta delil (mean argument); *x*, merkezin denkliği (equation of the center); *y*, delillerin denkliği (tekâfü-i edille - equation of the argument); λ, doğru mahal (true locus).

Toledo cetvelleri, Harezmî'den kesitlerin (özellikle gezegen enlemleri) ve Bettânî'den bazı unsurların (bilhassa gezegen denklemlerinin cetvelleri) yanı sıra Zerkallî'nin cetvellerinden alınmış parçalar ve yine Batlamyus'un *el-Macestî* ve *Handy Tables* (El Cetvelleri) ile ortaçağda Sâbit b. Kurrâ'ya atfedilen *De motu octavae spherae*[11] gibi eserlerden alınmış diğer parçaları içeren karma bir eserdir.

[11] Bu incelemenin Arapça metni hâlâ bulunamadı. Cremonalı Gerard'ın çevirisi (1943) M. Vallicrosa (1943–50: 487–509) ve Carmody içinde yer almaktadır. Bu eserin kime ait olduğu hâlâ bir tartışma konusudur. M. Vallicrosa, Duhem'in (1913–59: II, 246 vd.) Zerkallî'ye ait olduğuna dair iddiasını kabul etmedi; Sâbit b. Kurrâ'nın torunu İbrahim b. Sinan'a ait olduğu iddiası ise Ragep (1993: 400–08) tarafından desteklenmektedir. Yorumunu da içeren bir çeviri için bk. Neugebauer, (1962b).

Bu düzenlemenin çeşitliliği gösteriyor ki, Toledo cetvelleri temelinde tutarlı bir astronomi şemasına sahip değildir ve bazı hesaplamalar farklı, hatta birbirine zıt parametrelere dayanmaktadır. Mesela yükselim (matla') farklılıklarının cetvelleri, 23;51 dereceye denk düşen bir ekliptik eğimine göre hesaplanmıştır. Bu değer *Handy Tables'tan* (El Cetvelleri) alınmıştır, fakat dik yükselim cetveli ise 23;35 derecelik değere göre ölçülür ve Bettânî'nin kullandığı değer de budur. Başka bir örneğe göre ise Venüs gezegeninin denklem cetvelini oluşturan sütunların bazıları, gezegen için iki farklı dışmerkezlilik kullanılarak hesaplanmıştır. Uygulanacak hesaplama yöntemlerini ifade etmek için belirlenen kanunlarda gezegen hareketlerinin geometrik analizin yokluğu, Toledo cetvellerinin ilk Latin kullanıcılarının, onlar hakkında eleştirel olmasını daha güçleştirmekteydi. Bu nedenle olsa gerek yeni parametreleri, ses çıkarmadan kabul ettiler.

12. ve 13. yüzyıl Latin cetvellerinin karakteristik özellikleri, Toledo cetvellerininkiyle aynıdır ve özellikle 9. yüzyıl Müslüman astronomların, Batlamyus teorisi üzerinde yaptıkları tadilatı yansıtırlar. Bu tadilat başlıca, sınırları Batlamyus tarafından hiç tatmin edici olmayacak bir tarzda belirlenmiş olan güneş parametrelerini etkiledi. 9. yüzyılda (Batlamyus'tan yaklaşık 700 yıl sonra)[12] Doğu'da yapılan gözlemler, dönence yılının (tropical year) uzunluğu, presesyon hareketinin hızı, ekliptiğin eğimi (*el-Macesti*'te verilen 23;51,20 derecelik değer yerine Me'mun'un astronomlarına göre 23;33° ve Bettânî'ye göre 23;35 derecedir), güneşin dışmerkezliliği (Bettânî için 2;4,45^{p}, Batlamyus için ise 2;29,30°) ve güneş yerötesinin konumu (Batlamyus'a göre Koç Burcu'nun ilk noktasındayken 65;30 derecede, Bettânî'ye göre 82;17 derecede ve Sâbit İbn Kurrâ'ya[13] atfedilen *De anno solis*'te ise 82;45 derecede) hususunda Batlamyus'unkinden farklı tahminlere götürdü. Batlamyus'un elde ettiği sonuçlarla kendi bulguları arasındaki farklılıkların ortaya çıkması, Müslüman astronomlar, Kopernik'in zamanına kadar sürecek olan hassas bir meseleyle karşı karşıya bıraktı: Ortaya çı-

[12] Değerlerin birçoğu için bk. Hartner, 'el-Bettânî', *Dictionary of Scientific Biography*, I, 1970, s. 507–16.

[13] Bu eserin Latince çevirisi için bk. Carmody (1960); eserin Cremonalı Gerard'a ait olduğunu iddia ediyor. Morelon buna şüpheyle yaklaşmakta ve ayrıca iddiasına göre Arapça orijinal metnin Benû Musa'nın çevresinden geliyor ve Sâbit'e ait değildir. Bk. Sâbit b. Kurrâ, s. XLVI-LII.

kan bu farklılıklar gözlem yanlışlarından mı yoksa o zamana kadar gözlemlenmemiş hareketlerin varlığına işaret eden parametrelerdeki uzun süreli değişimlerden mi kaynaklanıyordu? Bu iki yorum da 9. yüzyılda ileri sürüldü. İlk yorum, Batlamyus'un kinematik modellerini sorgulamayan, sadece Batlamyus'unkinden (100 yılda 1° yerine 66 yılda 1°) daha hızlı bir presesyon hareketini benimseyen Bettânî tarafından desteklenivordu.

İkinci yorum ise daha da ileri giderek güneş parametrelerindeki varsayılan değişimlerin periyodik olduğunu kabul eden, *De motu octavae spherae* kitabının yazarı tarafından temsil ediliyordu. Bunu izah etmek için eşzamanlı olarak presesyonda ve böylece tropik yılın uzunluğunda ve ekliptiğin eğiminde periyodik bir değişimini meydana getiren bir model tasarladı.[14] Özetle, bu model iki ekliptikten oluşmaktaydı: İki noktada, Koç ve Terazi Burcu'nun ilk noktası, ekvatoru iki eşit parçaya bölen ve ona 23;27 derece eğimli sabit bir ekliptik. Hareket eden bir ekliptiğin (yıldızlarla ilgisi bakımından sabit olan) Koç Burcu ve Terazi Burcu'nun ilk noktası tarafından betimlenen bu iki nokta iki küçük dairenin merkezi olarak alınır. Hareket eden bu eklitiptik ekinoks noktalarında ekvatoru iki eşit parçaya böler. Koç Burcu'nun hareket eden ilk noktası, yıldız koordinatların aslıdır, küçük dairesi üzerindeki bir devrini tamamlar, ilkbahar noktası (21 Mart) ekvator üzerindeki salınımlı (osilasyon) harekete karışır. Modelin parametreleri, ±10;45° değerine eşit olan azami etki oluşturmak için seçilmiştir (hareket eden Koç Burcu'nun ilk noktası ile ilkbahar noktası arasındaki uzaklık) ve salınımlı hareketin dönemselliği 4163,3 İslam yılıydı (4039,2 Hıristiyan yılı). Bu geometrik modele tekabül eden *De motu*'daki cetveller, Toledo cetvellerinin içinde de hiç değişikliğe uğramadan yer almaktaydılar. Böylece ortaçağlarda ileri-geri (ikbal ve idbâr) hareketleri olarak bilinen (Arapça *ikbal* ve *idbâr* ıstılahlarının çevirisi olan *accessio* ve *recessio*) ekinoksların salınımlı hareketi hakkındaki bu teorinin başarısı 13. yüzyılın sonuna kadar değişmeden kaldı.[15]

Toledo cetvellerinde, gezegen hareketlerinin hesaplanması üç nicel değere dayandırılır: Orta hareket ve merkezin denkliği ve delillerin

[14] Bu model ve ortaçağ presesyon teorileri için bk. Mercier, (1976–7), Goldstein, (1964a).

[15] Bu geleneğe dair metinlerin analizi için bk. North (1976), 3, 238-70.

denkliği olarak bilinen iki düzeltme. Bu iki düzeltme, döndürücü feleklerin ve dışmerkezliklerin Batlamyusçu geometrik modellerinin varlığı tarafından oluşturulan düzensizliklerin hesabî terimlerine çevrilir. Bu nedenle onlar, her bir gezegen için döndürücü feleğin yarıçapı ile taşıyıcı feleğin yarıçapı arasındaki ilişkinin ve dışmerkezliğin bir fonksiyonudur. Şurası dikkate değerdir ki, her ne kadar Toledo cetvellerinde verilen orta koordinatlar, (yukarı gezegenlerin orta hareketi ile alt gezegenlerin orta delili) daha önceki cetvellerden bağımsız olarak kurulmuş gibi gözükse de denklem cetvelleri temelde Bettânî'ninkilerle aynıdır ve Batlamyus'un *Handy Tables* (El Cetveller)'inden çıkarılmıştır. Gezegen denklemleri cetvellerinin Batlamyusçu kökenine temel istisna teşkil eden Bettânî'ninkine benzeyen ama *Handy Tables'tan* (El Cetvelleri) tamamen farklı olan Venüs merkezî denkleminin cetvelidir. Bunun nedeni ise Bettânî'nin cetvelinde, Venüs'ün döndürücü feleğinin merkezinin ortalama güneşle (mean sun) uyuştuğu ve böylelikle de Venüs'ün dışmerkezliği ile Güneş'inkinin aynı olması gerektiği sanılıyordu. Bîrûnî'ye (ö. 1048) göre genellikle Müslüman astronomlar tarafından kabul edilen (Toomer 1968;65) bu kavram, Toledo cetvellerinin yazarı tarafından da tam olarak benimsenmişti.

Venüs hariç, orijini Batlamyus'a dayanan denklem cetvellerinin korunması, Toledo cetvellerinin altında yatan geometrik gezegen modellerinin yapısını ve onlardan çıkarılan Latin cetvellerinin Batlamyus'tan beri aynı kaldığını göstermektedir. Buna karşın söz konusu modellerin, sabit yıldızların hareketi teorisiyle ilgili güneş teorisi sistemi içerisine yerleştirilmesi Batlamyusçu anlayışın tümden bir tadilini içermekteydi. Aslında, 9. yüzyılın Müslüman astronomlar, güneş yerötesinin konumunun (tropikal koordinatlarda) değişken olduğunu göstermişlerdi ve onun presesyon hareketine (66 yılda 1°) benzer bir hareketi için bir değer bulmuşlardı. Bu yüzden Müslüman astronomlar, bu iki hareketin aynı olduğunu, yani güneş yerötesinin ekinoksa göre değil (Batlamyus'un düşündüğü gibi) fakat yıldızlar feleğine göre sabit olduğunu varsaydılar. Sonuç olarak, o zamandan itibaren yıldızlar feleği gezegen hareketleri için bir referans olarak kullanıldı. Bu nedenle Batlamyusçu cetveller tropikal koordinatlara dayanırken Toledo cetvelleri yıldız koordinatlarına göre belirleniyordu. Yalnız sabit yıldızlar feleği (ortaçağ tabiriyle sekizinci felek) üzerindeki gezegenlerin gerçek

konumları, ortalama Güneş'in ve denklemlerin cebirsel toplamı ile bulunduktan sonra ileri-geri (ikbâl ve idbâr) hareketinin denklemi eklenerek ve yıldızların ve sonuçta gezegen yerötelerinin titreme (trepidation) hareketi, ilkbahar noktasıyla ilişkisi bakımından nazarı itibara alınarak dokuzuncu felek (veya durağan ekliptik feleği) üzerindeki konumlar hesaplanabildi. Toledo cetvellerinden hareketle elde edilen bu yöntem, 13. yüzyılın sonuna kadar Latin astronomisinde sürekli kullanıldı.

GEZEGEN TEORİLERİ VE GÖRÜNÜŞLERİN GEOMETRİK ANALİZİ

Astronomi cetvelleri, herhangi bir andaki enlem ve boylamı bakımından bir gökcisminin konumunu bulmasına olanak verip, icracısı astronomu tatmin etmesine rağmen astronomi kuramını yani hipotezlerin ve sebeplerinin incelenmesini telif ederek, Kepler tarafından belirlenen iki alan hakkında doğrudan bir bilgi sağlamıyordu. Bu iki inceleme alanı 13. yüzyılda Latin Batı'da gelişti ve yine İslam etkisinin onlar üzerinde büyük bir payı vardı. Bu yeni araştırma alanının gelişimi, yeni bir tür astronomi metninin, *theoricae planetarum*'un ortaya çıkışıyla mümkün oldu. Bu metnin amacı, gökcisimlerini olabildiğince doğru temsil edebilecek kinematik modeller sunmaktı. *el-Macestî*'deki yüksek teknik burhanlar yerine, Latin astronomlar Batlamyus'a göre iki Arapça risalede somutlaşan daha basit bir dünya sistemi tasvirini yeğlediler. İlki, Fergânî'nin Batlamyus astronomisine giriş olan ve 1137'de Seville'lı John'un (Yuhanna el-İşbîlî) *Differentie scientie astrorum* ve Cremonalı Gerard'ın *Liber de aggregationibus* başlıklarıyla çevirdikleri eserdir. İkincisi ise benzer bir risale olan Sâbit b. Kurrâ'nın (ö. 288/901) yine Cremonalı Gerard tarafından çevrilen ve *De hiis que indigent antequam legatur Almagesti* adlı eseridir.[16] Aynı şekilde bu iki risale, Latin ortaçağının *Theoricae planetarum*'u genellikle kendilerini temel astronomik kavramları ve gezegen hareketlerini temsil eden dairelerin genel düzenini açıklamakla sınırlandırdılar. Bu yaklaşımın bariz bir örneği tüm or-

[16] Bu çeviri için bk. Carmody (1960). Orijinal Arapça metin, Fransızca çevirisi ve Morelon tarafından yorumu için bk. Sâbit b. Kurrâ.

taçağ *teoricae*'sinin en bilineni olan ve yazarı meçhul fakat tarihi muhtemelen 13. yüzyılın başına kadar uzanan *Theorica planetarum Gerardi*'dir.[17] Bu *Theorica*'da betimlenen geometrik modeller, gezegen duraklarının tanjant ve gezegen enlemleri kuramıyla hatalı belirlenmesiyle ilgili olanlar dışında, Batlamyusçu modellere uymaktadır. İkinci husus hakkında ortaçağda iki gelenek bilinmektedir. İlki, *el-Macestî* tarafından temsil edilen ve Bettânî ile Toledo cetvellerinin anonim çevirisi ile izlenen, ikincisi ise Hint metotlarından alınan ve Batıya, Harezmî'nin cetvelleri ve Toledo cetvellerinin Cremonalı Gerard'ın yaptığı çevirisi aracılığıyla geçen gelenektir. Batlamyus'unkinden ayrılan gezegen hareketlerini temsil eden çeşitli dairelerin düzlemlerinin eğimleri modeline dayanan bu ikinci metot, doğal olarak *el-Macestî*'dekinden farklı olan hesaplama işlemlerine götürdü. Bunlar, *Theorica Gerardi* adlı eserde tartışılan işlemlerdi ve bu eser, Alfonsine cetvellerinin Batlamyus metotlarının hâkimiyetini perçinleştirdiği 14. yüzyılın başlarına kadar onların yaygınlık kazanmasından sorumludur.

Ortaçağ *theoricae*'sinin muhtasar bir örneği olan *Theorica Planetarum Gerardi*, ne geometrik yapıların parametrelerine ne de onların hareket eden öğelerinin dönüş periyotlarına işaret etmekteydi. Daha özenli bir *theorica* olan Novaralı Campanus'un *Theorica Planetarum*'u (1261 ve 1264 seneleri arasında yazılmıştır) ise tersine Batlamyus'un gezegen hareketlerine dair kinematik modellerin ayrıntılı bir kuramsal dökümünü, bu hareketleri temsil edecek uygun araç-gerecin bir betimlemesini birleştirmişti ki bu, hatt-ı istiva aleti (equatorium) hakkındaki ilk Latince risaledir. 14. yüzyıl süresince üniversitelerin müfredatında yer alan Campanus'un *Theorica*'sı, Batlamyus'tan sonra temel kaynak olan Fergânî'nin eserinden çıkarılan fikirlerin geniş bir alana yayılmasına yardım etti. Fergânî gibi Campanus da, gök kürelerinin (celestial sphere) sistemine dair bilgilerle *el-Macestî*'ye yazdığı özeti genişletti. Her bir gezegen modeli üzerine yaptığı tasvirleri, her bir model parçası boyutlarının değerlendirmesiyle yetkinleştirdi. Kendisi, Novara şehri için Toledo cetvelleri temelinde hazırlanan astronomi cetvellerinin yazarıydı; parametrelerinin birçoğunu Toledo cetvellerinden almıştı. Bu nedenle gezegen yerötelerinin tüm parametreleri, Müslüman astronom-

[17] Bk. Gerardus. Pedersen tarafından yapılan İngilizce çevirisi için bk. Grant (1974:451-65)

lara göre presesyon hareketine tabi olan güneş yerötesi de dâhil, Toledo cetvellerinden alınmıştı. Aynı şekilde, Campanus üst gezegenlerin orta hareketleri ile Merkür'ün orta delili için Toledo değerlerini benimsemişti. Fakat Venüs'ün orta delili için Novara şehri için hazırladığı cetvellerdeki değeri kullanmıştı. Durak ve yeröte (apogee) arasındaki uzaklıklar için yine Toledo cetvellerini izlemişti. Tıpkı onlar gibi ayrıca Batlamyusçu dışmerkezlikler parametreleriyle döndürücü feleklerin yarıçaplarının büyüklüklerini benimsedi (farklılığın muhtemelen hatadan olduğu Mars'ın durumu hariç).

Âlemin boyutları hakkında da Campanus, Dünya, Ay ve Güneş'in feleklerinin karşılaştırmalı boyutlarının temel unsurlarını Batlamyus'tan çıkarmıştır. Satürn'e ve oradan da sabit yıldızlara kadar gezegen feleklerinin göreli boyutlarının adım adım hesaplanmasına izin veren Batlamyusçu gök kürelerinin sınırdaşlığı ilkesini benimsedi. Bununla birlikte Campanus tüm kestirimlerini, Fergânî'den aldığı ve Batlamyusçu temel parametrelerin hesaplamalarına soktuğu yersel bir enlem derecesinin uzunluğunun ($56\frac{2}{3}$ mil) değerlendirilmesi hakkındaki mutlak değerleri içinde temellendirmiştir (Dünya'nın ve Güneş'in çapı, Dünya'dan Güneş'e uzaklık vs.). Yine Fergânî'nin bulduğu gökcisimlerinin büyüklüklerini kullanarak, dünya sisteminin her cüzünün boyutunu hesaplayabilmiştir.

Kabaca özetlemek gerekirse, Campanus'un *Theoricae planetarum*'unda modelleşmiş 13. yüzyıldaki ortaçağ astronomisi başlıca üç etkinin hakimiyeti altındadır, diyebiliriz: Geometrik modeller ve onların parametreleri üzerindeki Batlamyus etkisi; bu modellerdeki hareket eden unsurların orta koordinatları üzerindeki Toledo cetvellerinin etkisi ve Fergânî'nin (ve onun vasıtasıyla Batlamyus'un *Planetary Hypotheses*'in etkisi) evrenin kozmolojik yapısı üzerindeki etkisi. Bu çerçeve dâhilinde iki temel soru akla gelmektedir: Yıldızlar feleğinin hareketi sorunu ki bu sorun sadece Campanus tarafından 100 yılda bir derecelik Batlamyusçu hareket ve Sâbit'e atfedilen ileri-geri (ikbâl ve idbâr) hareketi ile ilgili zikredilmişti; ikincisi de Batlamyus'un kinematik modellerinin bilfiil gerçekliği sorunu.

VARSAYIMLARIN KURULMASI MESELESİ

Latin Batı, *theoricae* sayesinde söz konusu cetvellerdeki kapalı Batlamyusçu varsayımları ve onların kanunlarını keşfederken, aynı zamanda Michael Scot'ın (ö. 1236 civarı) çevirileri aracılığıyla da İbn Rüşd'ün (ö. 1198) bu varsayımlara getirdiği sert eleştirilerin yer aldığı şerhlerini de öğrendiler.[18] Aristoteles fiziğine göre bir gök cisminin, merkezleri bir olan feleklerin tekbiçimli deveranından başka bir hareketi yoktu. İbn Rüşd için, fizik ve döndürücü felekler ile dışmerkezlikler astronomisi arasındaki çelişkileri göstermek kolaydı. İbn Rüşd'ün radikal eleştirisi ile eşzamanlı olarak Latin Batı, Michael Scot'ın yaptığı ve yazarının astronomiyi Aristoteles fiziğine göre yeniden şekillendirmeye giriştiği Bitrûcî'nin (1200 civarı) *De motibus celorum* adlı eserinin çevirisini elde etti. Temelde Bitrûcî'nin modelleri, Aristoteles'in de kabul ettiği, Eudoxus'un merkezleri bir olan modellerinin bir tür yeniden çalışılması şeklinde görülebilir; bu çalışma, gezegen feleklerinin eksen eğimlerinin değişken yapılmış olması, ekvator kutbunun civarındaki küçük döndürücü feleği tasvir eden ve kutbununki tarafından yönetilen her bir feleğin hareketi yeniliği ile ilgilidir.

Bu metinlerin keşfedilmesi ortaçağda, bu varsayımların kurulması hakkında uzun boylu bir tartışma başlattı (Duhem 1913–59: 3, s. 241–498).

1230 gibi erken bir tarihte bile Auvergne'li William'ın (1180–1249) yazılarında ve biraz daha sonrasında ise Robert Grosseteste'nin (1175–1253) eserinde, Bitrûcî'nin çalışmasının yansımaları (gerçi hâlâ karıştırılsa da) bulunabilir. Albertus Magnus (ö. 1280), kendi payına, Bitrûcî'nin teorisinin çok basitleştirilmiş bir modelinden, yani hem batıya doğru daha çok veya daha az hızla tüm gök cisimlerini taşıyan ve hem de doğuya doğru onların görünür hususi hareketlerini açıklayabilecek tek bir itici gücün vasıtasıyla tüm göksel görünüşleri açıklama teşebbüsünden etkilenmişti. Müzakeresinin sonucunda Albert, İbn Rüşd'ün dışmerkez-

[18] İbn Rüşd'ü eleştirdiği ve Aristoteles'in incelemesi üzerine yazdığı yorumlar için bk. Carmody (1952). Endülüslü Müslüman âlimlerin Batlamyus eleştirisi için bk. Sabra, (1984).

ler ve döndürücü feleklere ilişkin eleştirisini, göksel cisimlerin yersel cisimlerden madde ve şekil olarak ayrıldığı gerekçesiyle reddeder. Yine merkezî bir olan felekler astronomisini de reddeder ve 'bu astronomi'nin, Albert 'hareketlerin büyüklüğü gözlemlenerek tamamlanmamıştır' der.' Böylece o, görünüşleri nicel olarak açıklayan bu astronominin yetersizliğini, Ortaçağlardaki Bitrûcî'nin varsayımlarına karşı sürekli bahsedilen ve astronomların onlara karşı aldırmazlığını açıklayan bir eksikliği öne çıkarır. İbn Rüşd ve Bitrûcî'nin Batlamyus'la ilgili ileri sürdükleri eleştiriler ve kuşkular, tersine, astronomik kuramın statüsü hakkında derin bir düşünceye sevk eder ve Batlamyusçu ve Kopernikçi varsayımlar arasındaki polemiğin bir parçası olarak, bunların 16. yüzyılda yeniden çalışılacak tezahürüne götürür. Bu tezleri Thomas Aquinas (1225–74) görünüşleri açıklıyor görünse de astronomların zihinlerinde oluşturdukları zanların zorunlu olarak doğru olmadığını, çünkü bu görünüşleri, henüz tasarlanmamış başka bir yöntemle açıklamanın mümkün olabileceğini ifade ettiğinde açıkça söylemiştir. Bunun için Thomas aynı görüngüyü açıklayan iki yolu karşılaştırır: Görüngünün izlediği bir ilkenin yeterli kanıtı veya görüngüyle önceden geliştirilmiş bir ilke arasındaki uyumun gösterilmesi. Astronomi, Thomas'a göre, en açık görünüşleri açıklamada yeterli olan ikinci metodu kullanır.

Fizik ile astronomi arasındaki bu tartışmada, -Simplicius zamanında, Aristoteles ve Batlamyus tarafından savunulan ve Batlamyus ve Bitrûcî karşıtlığı kisvesi altında canlanan- bazı Latin skolâstikleri, bir başka Müslüman yazarın eserinde bir çözümün tohumunu buldular. Üç adet anonim Latince çevirisiyle (birisi 1267 yılına ait)[19] günümüze gelen Dünya'nın Şekli'ne ilişkin risale (*Configuration of the World*) İbn Heysem'e (ö. Miladi 1041) atfedilmektedir. Eser matematiksel bir tarz içermeyen bir evrenbilim (kozmografi) kitabıdır. Bu eserde İbn Heysem, Batlamyus'un *Planetary Hypotheses*'te (Gezegenlere Dair Faraziyeler) düşlediği katı (solid) yörüngelerin düzenlenmesi konusuna döner. Şematik olarak her bir gezegenin feleği Dünya ile birlikte dışmerkezli bir yörüngeden müteşekkil görünüyordu. Burada Dünya ila uyumlu kılınmış, döndürücü felek ve taşıyıcı felek içeren bir dışmerkez yörünge var-

[19] Bu çevirilerden birisi, Alfonso X için hazırlanan İspanyolca baskıdan yapılmış gibi gözükmektedir. Bk. M. Vallicrosa (1942: 285–312). İbn Heysem'in astronomi kavramları için bk. Sabra, (1978).

dır: Eşmerkezli yörüngenin dışmerkezli yörüngeye göre sırasıyla dahili ve harici olan iki kısmı, kalınlık ve işlev bakımından eşit değildir. Bu bir bakıma dışmerkezliliği telafi etmek ve tüm gezegenler feleğini Dünya ile eşmerkezli yapmak içindir. Roger Bacon (ö. 1294) *Opus Tertium*'unda dış merkezlerin ve döndürücü feleklerin zorluklarından kaçınmak için yaratılan bir *ymaginatio modernorum* olarak sundu. Yazara göre Batlamyusçu astronominin bu fiziksel yorumu, İbn Rüşd'ün itirazlarını geçersiz kılmaktaydı. Bilakis gezegen uzaklıklarının değişmeleri ve onların hareketlerinin tekbiçimli olmayışı ona Batlamyus'un varsayımlarını tasdik ediyor göründü. Bu ayrıca Verdunlu Bernard, Middletonlı Richard ve Duns Scotus gibi pek çok büyük ortaçağ bilginlerinin de görüşüydü.

Örneğin, gezegenlerin dışmerkezliliği ile ilgili basit gözlemleri açıklamada Bitrûcî'nin sisteminin yetersizliği -yine Regiomontanus tarafından ortaçağların sonlarında gösterilen yetersizliği- ve tersine İbn Rüşd'ün eleştirilerine yanıt olarak İbn Heysem'den miras alınan *ymaginatio*'nun yeterliliği, Batlamyusçu varsayımların ve İbn Heysem'in yörüngeleri aracılığıyla onların fiziksel şerhinin zaferini sağladı. Bu şerhin tam anlamıyla baştanbaşa ifade bulması, ortaçağların sonunda, 1454 senesinde Georg Peurbach tarafından yazılan *Theoricae novae planetarum*'da oldu: Risalede yer alan gök kürelerinin betimlenmesi, gök kürelerinin varlığını reddeden Tycho Brahe'ye (1546–1601) kadar göklerin yapısının güçlü bir açıklaması olarak kullanıldı.

PRESESYON SORUNU VE TOLEDO CETVELLERİNİN TERKEDİLMESİ

Ortaçağ astronomlarının, presesyon hareketiyle ilgili karşılaştıkları ikinci esaslı sorun, baş edilmesi daha zordu. Toledo cetvelleri hususunda Zerkallî'nin kanunlarının Cremona'lı Gerard çevirisi üstüne yazdığı şerhte Parisli astronom Sicilyalı John,[20] presesyonla ilgili bildiği muhtelif varsayımları şöyle sıralıyor: Batlamyus tarafından 100 yılda 1° ve

[20] Bk. Poulle, 'John of Sicily', *Dictionary of Scientific Biography*, VII, 1973, s. 141–2.

Bettânî tarafından da 66 yılda 1° olarak tahmin edilen tekbiçimli hareket; Bettânî tarafından reddedilen 80 yılda 1°'lik ileri geri hareket ve 8°'lik genişlik (amplitude) ve Sâbit b. Kurrâ'ya atfedilen *De motu octavae spherae*'deki ikbâl ve idbâr hareketi. Kendi payına ileri-geri (ikbâl-idbâr) hareketini reddetti ve kesin büyüklüğü hususunda kararsız kalsa da tek biçimli hareketin Batlamyusçu mefhumuna bağlı kaldı. Bu hususta Sicilyalı John, Parisli astronomların *De motu*'nun kuramına, daha çok da Toledo cetvellerine duydukları güvensizliğin temsilcisidir. 13. yüzyılın sonunda, aslında, bu cetvellerden veya onlardan, özellikle Tolouse cetvelleri, çıkarsanan Latin cetvellerinden hesaplanan konumlar arasındaki farklar ve gökcisimlerinin gözlemlenmiş konumları kabul olunamaz olmuştur.

Böylece *Yıllık*'ını oluşturmak için yapılan kişisel gözlemler temelinde Saint-Cloudlu William,[21] hareket eden yerötelerin konumlarıyla ile sekizinci felekteki sabit yerötelerin konumları arasındaki farkı 1290 senesi için 10;13° ve 1292 yılı için de 10;15° olarak tahmin etti. Bu farkın, *De motu octavae spherae*'de öngörülen hareket yasasına göre yapılan hesaplamadan çıkarsanabilecek değerden yaklaşık 1° daha büyük olduğunu belirtelim. Bu yasanın reddedilmesi gerektiği sonucuna vardı ve presesyon hareketinin, en azından geçici olarak, yıl başına bir dakika tekbiçimli olarak düşünülmesinin lazım geldiğini kabul etti. (yani Bettânî'nin elde ettiği değere yakın bir değer). Diğer yandan gezegenlerin vasati hareketleriyle ilgili William, şu şekildeki sabit nicelikleri ekleyerek ya da çıkararak Toledo cetvellerinin kökleri (radix) için empirik düzeltmeler sağladı. Bunlar, Satürn için +1;15°, Jüpiter için -1°, Mars için -3° ve Ay için +0;22°. Aynı düzeltmeler, sırasıyla 1294 ve 1310 yıllarında yazılan equatoria ile ilgili risalelerinde diğer iki Parisli yazar, Saint-Omerli Peter ve G. Marchionis (Poulle 1980a: 205–9, 260–5) tarafından da önerilmişti. Buna ilaveten Saint-Omerli Peter, 1300 ile 1306 yılları arasında hatt-ı istiva aleti (equatorium) üzerine risalesinde Profatius'a ilham vermişe benzeyen Saint-Cloudlu William'ın presesyon hareketine dair tahminlerine istinaden sabit yeröteler ile hareketli yeröteler arasındaki farkı 10;10° olarak hesapladı. 13. yüzyılın tam sonundan

[21] Bu astronom ve verdiği değerler için bk. Poulle, 'William of Saint-Cloud', *Dictionary of Scientific Biography*, XIV, 1976, s. 389–91 ve Poulle (1980a: 68, 209)

kalma bir metinler külliyatı, Toledo cetvellerinin kapsamlı etkisinin artık bitmekte olduğunu göstermektedir: Bu devrin astronomları artık bu cetvelleri yeterli görmemektedir ve onun yerine özellikle tekbiçimli bir presesyon hareketini kabul ederek ikbâl ve idbâr hareketini reddettiler.

Mamafih bu eleştirilerin etkisi kısa ömürlü oldu. 14. yüzyılın başında, Latin astronomisi Toledo cetvellerinin yerine Alfonso cetvellerini koydu. Alfonso cetvelleri, 1252 ile 1272 yılları arasında Kastilyalı Alfonso X için İspanyolca olarak hazırlanmıştı ve sadece orijinal kanunları günümüze ulaşmıştır. Yine de 1320 dolaylarında Paris'te ortaya çıkan Latince versiyonu, Kopernik'in 1543'te *De Revolutionibus*'unun yayımlanmasına kadar cetvel astronomisine egemen oldu. Yeni astronomiyle ilgili bilinen ilk deneme olan *Expositio tabularum Alfonsi regis Castelle*[22] adlı 1321'de yazılmış eserde, Murslu John gezegen parametrelerine, dışmerkezlilikler ve döndürücü feleklerin büyüklüklerine atıfta bulunmaz, fakat incelemesini Güneş'in vasatî hareketinin ve gezegenlerin yeröte hareketinin Alfonso cetvellerinde verilen değerleri üzerinde yoğunlaştırır. Presesyon hareketinin ele alınması, aslında Alfonso cetvellerini öncekilerden ayıran en açık hususstu. Murslu John'un da dediği gibi bu cetveller Batlamyusçu tekbiçimli presesyon hareketi nazariyesiyle Müslüman bilim adamlarının ileri-geri (ikbâl ve idbâr) hareketi kuramını telif etme girişimini temsil etmekteydiler. Alfonsine teorisine göre yerötelerin ve yıldızların hareketi iki cüzden müteşekkildi: 49,000 yıllık bir dönemin olduğu (tamı tamına 139 yılda 1 derece) burçlar sırasındaki tek biçimli bir hareket ve en fazla 9 derecelik bir etkiyle periyodun 7000 yıllık olduğu Burçlar Kuşağı ve ekvatorun kesişimi ile ilgili *ikbâl* ve *idbâr* hareketi. *De motu*'daki ileri-geri (ikbâl ve idbâr) hareketi, yerötelerin ve yıldızların presesyon hareketi süratinin değişmesine yol açan bir unsur olarak muhafaza edildi. Buna ek olarak bu presesyon hareketi, gezegen konumlarını hesaplamak için yapılan işlemlerin başından itibaren göz önüne alınmaktaydı, Toledo cetvellerinde olduğu gibi en sonda sabit yıldızların feleği hakkında elde edilen konumları tropikal koordinatlara çevirmek şeklinde değil. Daha genel olarak Alfonso cetvelleri, dokuzuncu felekteki gezegenlerin gerçek konumlarını doğrudan, yani tropikal koordinatlar bakımından vermek için tasarlanmıştı.

---

[22] Bu inceleme Poulle tarafından basılmıştır (1980b). Ayrıca bk. Poulle, 'John of Murs', *Dictionary of Scientific Biography, VII*, 1973, s. 128–33.

Gezegen denklemlerine (equtions) göre,[23] Alfonsine astronomları, Toledo cetvellerinde Güneş, Venüs ve Jüpiter'in durumları hariç sadece küçük tadiller yapmışlardır. Güneş'in azami (maksimal) denklemindeki değişiklik (ve sonucunda Güneş'in denklem cetvelindeki değişiklik), Toledo cetvellerinde 2;6^{p} (Batlamyus'a göre 2;30^{p}) ve Alfonsine cetvellerinde 2;15^{p}'den ayrılan Güneş'in dışmerkezliğindeki (kanunların hiçbir yerinde açıklanmayan) tadilden kaynaklanmaktaydı. Venüs'ün (taşıyıcı feleğinin) dışmerkezliği, adet olduğu üzere Güneş'inkinin yarısı kadar alınır, yani Alfonsine astronomlarına göre 1;8^{p} (Batlamyus'un 1;15^{p} ve Toledo cetvellerindeki 1;3^{p} yerine), Venüs'ün azami denklemi ve denklemin tekabül eden cetveli benzer şekilde tadil edildi. Son olarak, Jüpiter'in durumunda, Batlamyusçu cetvellerde ve Toledo cetvellerinde 5;15^{p}'den Alfonso cetvellerinde 5;57^{p}'ye değişen azami denklemdeki artış, dışmerkezlikteki 2;24^{p} değerinden 3;7^{p} değerindeki artışa karşılık gelir. Döndürücü feleklerin yarıçapları konusunda, aksine, (modern hesaplamayla yapılan) delillerin denkliğinin cetvellendirilmiş değerlerinden alınan parametreler gösteriyor ki Alfonsine cetvelleri de, Toledo cetvelleriyle Batlamyusçu cetveller için kullanılan benzer değerler üzerine dayandırılmıştı.

Kısacası, yeni varsayımlar, Güneş'in, Jüpiter'in ve Venüs'ün dışmerkezliği hariç Batlamyusçu gezegen modellerinin yapısını değiştirmedi. Değişiklik bir kez daha Güneş'in hareketi teorisi ile tadil konusunun esastan olduğu sabit yıldızların hareketi kuramıyla doğrudan ilgiliydi. Bu noktada, *De motu octavae spherae*'deki fikirler anahtar bir rol oynadılar; gerçi ekinoksların fiili hareketini betimlemede işe yaramasa da bu hareketin hızındaki değişmeleri tasvir etmede iş gördü.

KOPERNİK DEVRİMİ VE İSLAM ASTRONOMİSİ

Astronomi cetvelleri, Alfonsine düzenlemeleriyle güncellendikten sonra ortaçağın son döneminde astronomların dikkatini Batlamyus'un

[23] Bu bilgi Poulle'dan alınmıştır. (1980a: 26-7, 767-9)

kinematik modeller üstüne yaptığı analizlere çevirdi. Bu, Peurbach'ı *Theoricae novae planetarum*'u ve Peurbach tarafından başlanıp Regiomontanus (ö. 1476) tarafından tamamlanan *Almagestum Ptolemaei* adlı eserlerin vazifesiydi. Batlamyus'un risalesinin oldukça ayrıntılı bir tahlili olan söz konusu ikinci eser, Bettânî ve Zerkallî gibi Müslüman astronomların elde ettiği sonuçlarla ilgilenen Kopernik için temel kaynak niteliğindeydi. Önceki eserde Kopernik Batlamyus'un *Hypotheses* (Varsayımlar) ve İbn Heysem'in *Configuration of the World* (Dünyanın Şekli) isimli eserlerinden tevarüs edilen katı kürelerin (*spheres*) oluşumundan haberdar olabilmişti. Yine burada onun orijinal taslağından sonra Peurbach tarafından eklenen bu konuya ilişkin bir bölümdeki *De motu octavae spherae*'e göre ikbal ve idbar (ileri-geri) hareketinin betimlemesini de okuyabilmişti. Burada ayrıca oval bir şekil olarak Merkür'ün taşıyıcı feleğinin temsilini de keşfedebildi. Bunun ilk bahsi, Batı'da, Alfonso X için tertip edilen *Libros del Saber*'deki İspanyolca tercümesiyle bilinmekte olan ve muhtemelen Peurbach'ın en büyük kaynağı olan[24] Zerkallî'nin hatt-ı istiva aleti hakkındaki risalesinde geçer.

Kopernik'in metinlerinde[25] İslam etkisi sorusu, bir yanda, presesyon teorisi ve Güneş'le ilgili teori diğer yandan da gezegenler teorisiyle ilgili iki grup problem üzerinde odaklaşmaktadır. Gördüğümüz gibi Ortaçağ boyunca Latin astronomları için Güneş ve yıldızların hareketi problemi başlıca tökezletici bir engeldi ve bu nedenle öğrencisi Rheticus tarafından Kopernik'e atfedilen asıl meziyetin, onun bu problemi çözmüş olması olduğu şaşırtıcı değildir.

Güneşin parametreleri (dışmerkezlilik, yerötenin konumu ve ekliptiğin eğimi) ve presesyonu ya da ekinoksların titremesi gibi Ortaçağın uzun boylu tartışmaları, Kopernikçi sistemde yeni bir aydınlık içerisinde ortaya çıktı, eskiden Dünya sadece günlük değil, yıllık dönüşün ve hatta ekseninin hareketi aracılığıyla ekinoksların sabit yıldızlara göre batıya doğru kaymasının ve böylece yıldız yılları ile dönence yıllarının uzunluğundaki farklılığın da sorumlusu olarak görülüyordu. Kopernik, *Commentariolus* adlı eserinde Batlamyus, Bettânî ve

[24] Katı küreler ve Merkür'ün yörüngesinin Peurbach'a göre temsili (ve Arapça kaynakları) için bk. Hartner (1955).

[25] Kopernik üzerindeki İslam etkisinin genel bir değerlendirmesi için bk. Swerdlow ve Neugebauer, s. 41–8. *Commentariolus* için bk. Swerdlow (1973).

Alfonsine cetvelleri tarafından verilen dönence yıllarının uzunluklarını ve bazı kaynakların elde ettiği örtüşen presesyon değerlerini dikkate alarak tüm durumlarda hesaplamanın 365 gün $6\frac{1}{6}$ saat sabit bir yıldız yılı değerini verdiği sonucunu çıkardı. Bu sonucu, yani bir dönence yılındaki devrini tamamlayan dünya ekseninin batıya doğru hareketini açıklamak için *Commentariolus*'ta tasarlanan model, büyük yörünge bir yıldız yılında doğuya dönen Dünya'yı taşırken, hâlâ sadece tek biçimli bir presesyon yapardı, çünkü Kopernik, kendi kabulüne kadar, presesyon hareketinin yasasını keşfetmemişti.

Yine de bu model yıldızlar feleğinin sabit olduğunu, gezegen absis çizgilerinin yıldızlar feleğine göre sabit olduğunu, ekliptiğe göre ekinoksun yerini değiştirenin Yerküre ekseninin hareketi olduğunu göstermiştir. Bu durum Kopernik'in, Sabit b. Kurrâ ve Bettânî'den beri yıldız yılının değişmez olduğunu ve yıldızlara göre gezegen hareketi periyotlarının sabit olduğunu düşünen Müslüman astronomların anlayışına dönüşünü de göstermekteydi. Benzerlik bununla da kalmaz. *De revolutionibus* adlı eserinde dikkatini yerkürenin hareketlerindeki farklılıkların daha doğru tasviri konusuna çevirdiğinde Kopernik, seleflerinin elde ettiği presesyon, ekliptiğin eğimi, dışmerkezlik ve Güneş yerötesinin konumunun tarihsel bir değerlendirmesini yaptı ve Bettânî ve Zerkallî'nin ortaçağda ulaştığı sonuçları kullandı.[26] Ortaya çıkan değerlerdeki farklılıklar Kopernik'i 9. yüzyıldaki Müslüman astronomların karşılaştıklarına benzer sorunlarla yüz yüze getirdi. Ortaya çıkan farklılıklar bir hesap yanlışı mı yoksa uzun bir dönemde oluşmuş parametrelerdeki değişimlerden mi kaynaklanıyordu? Diğer bir deyişle, bu değerler reddedilmeli miydi yoksa hepsi belirlenecek hareket yasalarıyla mı bütünleştirilmeliydiler? Bu noktada, Kopernik *De motu octavae spherae* örneğinden esinlendi. Bu risalenin yazarı gibi, Kopernik de birleştirilmiş gözlemlerin söz konusu hareketlerdeki dönemsel değişimleri yansıttığını varsayarak, *De motu*'daki gibi tek biçimli yıldız yılını ve ekinokslaın titremesini birleştirecek bir model oluşturdu. Bununla beraber Kopernik için titreme basit bir şey değil fakat Alfonsine cetvellerinde olduğu gibi (sırasıyla 365 günlük 25,816 ve 1717 yıldan oluşan periyotlara sahip) asırlık bir süreyle dönemsel bir süreden mürekkepti.

[26] Bu değerlendirmenin iyi bir özeti ve Kopernik'in çıkardığı sonuçlar için bk. Rheticus, s. 94–8.

Bununla birlikte, Kopernik'e göre presesyon derecesinin değişimi, yılın uzunluğundaki değişimi açıklamakta yetersiz kalmaktaydı. Ayrıca, kendi değerlendirmesine göre Güneş'in hareketini, yani dışmerkezlikteki düşüş ve apsislerin çizgisinin tekbiçimli olmayan hareketini etkileyen, iki uzun süreli farklılığın da dâhil edilmesi gerekiyordu. Latin astronomlar, Güneş yerötesinin kendi (ama tekbiçimli) hareketinin tasdikinin ve o zamana kadar birbirleriyle karıştırılan aykırı yıl ile dönence yılı (Batlamyus) ya da yıldız yılı (Sâbit, Bettânî) arasında yapılan sarih ayrımın ilk defa Zerkallî'nin çalışmasında olduğunu keşfettiler. Yine (Regiomontanus'un *Epitome* adlı eseri aracılığıyla) Kopernik'in[27] hem dışmerkezlikteki (döneminin, ekliptiğin eğimindeki değişimle aynı olduğunu düşündüğü) değişimi hem de apsislerin çizgisinin hareketindeki eşitsizliği açıklamak için kullandığı mekanizma da Zerkallî'dendi, tek yapılması gereken değişiklik, yersel yörünge merkezini, yani orta Güneşi, ilgili periyottaki orta dışmerkezliğe eşit bir uzaklıkla (365 günlük 3434 yıl) gerçek Güneş'ten ayrılmış olan bir nokta etrafındaki küçük bir daire üzerinde hareket ettirmekti.

Kopernik'in eşzamanlı meydana gelen presesyondaki ve ekliptiğin eğimindeki değişmeleri temsil eden modelinin ilkesini de Zerkallî'den almış olabilir. Aslında Zerkallî, (*De motu*'daki yöntemi izleyerek) bir durumda presesyon değişimini yapmak için ekinoks etrafında yerleştirilmiş bir döndürücü feleği kullanarak, diğer durumda ekliptik eğiminin değişimini yapmak için kutupsal bir döndürücü felek (ekliptiğin kutbuyla eşmerkezli bir taşıyıcı felek üzerindeki merkeziyle) kullanarak bu iki değişmeyi birbirinden bağımsız yapmayı başarmıştı.[28] Kutupsal döndürücü felek yöntemini daha sonra, bunu tüm gezegen hareketi için ama enlemin boylama bağlı olması feci sonucuyla kullanan (ya da çok doğru olarak, gezegenin argümanı) Bitrûcî tarafından genelleştirildi. Bu sırada Kopernik, yersel ekvatorun ekseninin iki dikey salınımı olarak bu iki presesyonun ve eğimin değişimi olarak ele alınabilmesinin müm-

---

[27] Zerkallî'nin Güneş teorisi ve bu teorinin Batı'ya ulaşması için bk. Toomer (1969).

[28] Bk. Goldstein (1964a) ve aynı yazarın el-Bitrûcî baskısı için *On the Principles of Astronomy*.

kün kıldığı kompleks bir çözümün parçası olarak, kutupsal döndürücü felekler yöntemini benimsedi: Bu iki değişmelerden her biri o zaman uygun çaplı küçük bir kutupsal daire olarak verilir ve Dünya'nın ekseni bu dairelerin çapları (kutur) boyunca öne arkaya titreştirilebilirdi. Böylece bu iki salınım dikey düzlemlerde ve ilgili periyotlarda meydana gelmesi bakımından birleştirilirdi. Her bir salınımı elde etmek için Kopernik'in kullandığı bu teknik yöntem, Nasîruddin et-Tûsî (1201–74) tarafından başyapıtı *Tezkira fi 'ilmi'l-hey'e* adlı eserinde anlatılmakta ve bu nedenle de modern bilim adamlarınca 'Tûsî çifti' olarak bilinmektedir. Tûsî tarafından gezegenler teorisinde kullanılan bu yöntem bizi, Kopernik astronomisi üzerindeki İslam astronomisi etkisiyle ilgili ikinci bir problemler grubuna götürmektedir.

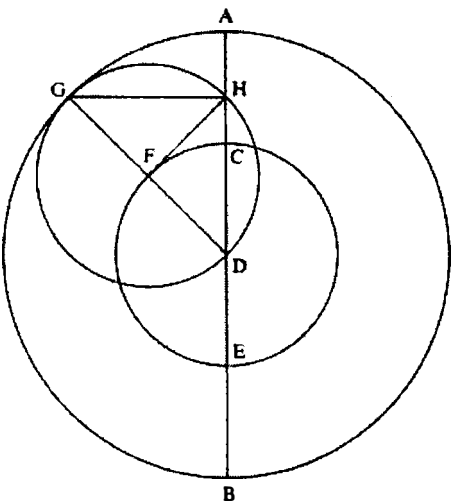
Bu sorunlar dizisi Güneş merkezli kuramı ispat etmekle alakalı olan ikinci gezegen anomalisiyle ilgili değildir. Fakat Batlamyusçu kuramda kendi merkezi olmayan fakat ekuant merkezi olan bir nokta etrafındaki eşmerkezli taşıyıcı feleğin tekbiçimli devinimiyle açıklanan birinci gezegen anomalisiyle ilgilidir. Böyle bir hareket, fizik kurallarına aykırı olduğu gerekçesiyle İbn Heysem ve sonrasında (1259 yılında Hülagü tarafından kurulmuş olan) Meraga gözlemeviyle ilişkisi olan Nasîrüddin et-Tûsî, Müeyyedüddin el-Urzî (ö. 1266) ve Kutbeddin Şirâzî (1236–1311) gibi bilim adamlarıyla Şamlı astronom İbnü'ş-Şâtır (1304–75)[29] gibi âlimler tarafından da sert bir şekilde eleştirildi. Batlamyusçu modelde merkezin işgal edebileceği konuma mümkün olduğunca yakın olacak bir tarzda, döndürücü feleğin merkez uzaklığını ve yönünü kontrol eden, dairesel iki veya daha fazla unsurun içindeki ekuant merkezinin etrafındaki bozulan hareketin oluşturduğu güçlükten kaçınmak için bu metot bilim adamları tarafından kullanıldı.

Doğulu astronomlar bunu başarmak için iki yöntem kullandılar: Dışmerkezliğin ikiye bölünmesine dair Batlamyusçu etkiyi veren döndürücü feleklerin eklenmesi ve Tûsî Çifti.

---

[29] İslam astronomisinin bu özelliği hakkındaki geniş yazından sadece İslam ve Kopernik astronomilerini doğrudan karşılaştıran çalışmalara yer veriyorum: Kennedy (1966), Kennedy ve Roberts. Hartner (1971).

Bu model, şu tarzdaki dairesel hareketlerden oluşturulacak doğrusal harekete izin verir (Şekil 9.2): F merkezi dairesinin, ters yönde ve D merkezi dairesinden iki kat hızlı dönmesi için eğer iki eşit daire kendi D ve F merkezleri üzerinde devrederse, F merkezinin dairesinin çevresi üzerindeki H noktası ($\overline{GFH} = -\overline{2CDF}$) salınımlı bir hareketle (veya Kopernik ıstılahında titreme) geniş bir dairenin AB çapını betimler (D merkezli ve yarıçapı küçük dairelerininkinin iki katı olan). Eğer bu model bir düzlemdeyse, H'nin doğrusal salınımını yapar. Eğer bir küre üzerine çizilirse H ile tasvir edilen AB çapı (salınımın zayıf olmasını sağlayan) geniş bir dairenin yayı olacaktır.



Şekil 9.2 Kopernik, De revolutionibus, Nuremberg, 1543, vr. 67[a]

Bu iki teknik yöntem, yani 'Tusi Çifti' ve döndürücü feleklerin eklenmesi, Kopernik tarafından uygulamaya konuldu. Daha önce de gördüğümüz gibi, ilk önce presesyon eşitsizliği ve ekliptiğin eğim derecesindeki değişikliği bir ve aynı zamanda izah etmeye çalıştı. Bu amaçla, iki salınımla tasvir edilen çaplar dikey düzlemde olacak ve orta kuzey kutbunu ekvatora doğru bölecek tarzda (dairelerin yarıçapları ve seçilmiş olan dönme hızı, elbette, iki salınımlı hareketin gerekli genişlik ve dönemliliğe (periodicity) sahip olması için) bir değil iki Tûsî modeli

kullandı. Ayrıca Kopernik, *Tezkira* kitabının yazarının yaptığı gibi enlemler teorisindeki yörüngesel düzlemlerin salınımını izah etmek için de Tûsî modelini kullandı.

Batlamyusçu ekuant ile ilişkili sorunlardan kaçınırken boylam bakımından gezegenlerin hareketini temsil eden diğer yöntemler hakkında (döndürücü feleklerin eklenmesi) Kopernik ve İbnü'ş-Şâtır tarafından (*Nihayatu's-Sûl fî Tashîhi'l-Usûl* adlı risalesinde) yapılan benzer kullanım hâlâ daha çarpıcıdır.

Bunun için Commentariolus'ta tüm gezegen modelleri, birinci anomaliyle ilgili olarak, İbnü'ş-Şâtır'ın, ekuant merkezine göre taşıyıcı feleğin hareketi için bir taşıyıcı feleğin ve iki döndürücü feleğin kombinasyonunun temsil edildiği modellerine benzemektedirler. İki yazar arasındaki tek farklılık parametrelere atfedilen değerlerdedir ve elbette İbnü'ş-Şâtır'ın gezegenler modelinin merkezinde yerküre yer alırken Kopernik için ise merkezin Güneş olmasıdır. Ayrıca bir başka benzerlik daha Kopernik ve İbnü'ş-Şâtır modellerini bir araya getiriyor: İkisi de Merkür'ün taşıyıcı felek yarıçapının ucuna, bu gezegenin yörüngesel yarıçapının uzunluğunu değiştirecek tarzda bir 'Tusi Çifti' yerleştirir, bunu, daima taşıyıcı feleğin merkezine doğru yönlendirilmiş bir çizgi boyunca, birinci döndürücü feleğin merkezinde salınımlı bir hareket uygulayarak yapar. Son bir benzerlik ise şudur: *Commentariolus* ve *De revolutionibus*'taki Ay modeli, parametreler hariç İbnü'ş-Şâtır'ın modeliyle aynıdır.

Bu sayısız benzerlikler bize, Kopernik'in 13. ve 14. yüzyılların doğulu astronomlarından fazlasıyla etkilendiğini ihtar etmektedir. Ne onların eserlerinin herhangi bir Latince çevirisini ne de geç ortaçağ Latince yazınında onlara herhangi bir atıf bulunduğunu bildiğimiz doğrudur. Bununla birlikte bu Arapça metinlerin bir kısmının Latin Batıya aktarımı, 15. yüzyılda İtalya'ya da ulaşan Bizans kaynaklar vasıtasıyla gerçekleşmiş olabileceği görünmektedir.

Nitekim bir elyazması (Vat. Gr. 211 1475'te İtalya'ya ulaşan), Tûsî'nin Ay modelinin ve 'Tusi Çifti'ni gösteren bir çizimin yer aldığı, gezegenler kuramını ele alan bir risale (Chioniades tarafından Arapça aslından Grekçeye tercüme edilmiş) içermektedir.

Tûsî Çifti'nin kullanılmasına dair başka bir kanıt, Giovanni Battista'nın *De motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica sine excentricis et epicyclis* başlıklı 1536'da Venedik'te basılan risalesinde bulunmuştur, bu eserde yazar, hepsi Tûsî'nin mekanizmasına dayanan modellerin yardımıyla, merkezleri bir olan astronomiyi canlandırmaya çalışmaktadır.[30]

LATİN BATI ASTRONOMİSİNDE İSLAM ETKİSİNİN SON BULMASI

Kopernik, İslam etkisinin son bulduğu bir âlimi temsil eder. Kendisi Güneş parametrelerindeki uzun vadeli değişimlere dair tahminleri için yararlandığı Müslüman yazarların gözlem sonuçlarına başvuran son kişidir. Ayrıca hareket kanunlarını formül haline getirmek için geçmiş gözlemleri kullanan *De motu octavae spherae* adlı eseri, tezini dayandırmak için de yararlanan son insandır. Kepler'in teorik astronomiyi üç yola ayırdığını hatırlayın; Kopernik'ten hemen sonra gelen Tycho Brahe'nin ziyadesiyle gerçekleştirdiği yerinde gözlemleri, geçmişteki gözlemleri kullanmayı gereksiz kıldı. Batlamyus'un geometrik modelleri ve bunların İslam ve Latin versiyonlarına gelince Kepler hepsine son verdi. Geriye kalan tek şey ise olayların fiziksel bir açıklamasını yapmaktı, yani İbn Heysem ile 13. ve 14. yüzyıldaki doğulu astronomların yapmaya çalıştıkları şeydi: Yine de Tycho Brahe'nin katı kürelerin (solid spheres) varlığını çürütmesinden sonra bu ihtiyaç, Keplere göre Aristotelesçi bir dünya görüşü ile değil de Platoncu bir matematik geleneği ile birlikte düşünülmeye başladı.

[30] Bu iki referans Swerdlom ve Neugebauer'den alınmıştır, s. 47–8. Amico için bk. Swerdlow (1972).

Kaynakça

Ebû Abdullah el-Harezmi el-Katib, *Liber mafatih al-olum, explicans yocabula technica scientiarum tarn arabum quam peregrinorum, auctore Abu Abdallah Mohammed ibn Ahmed ibn Jusof al-Katib al-Khowarezmi,* yayıma hazırlayan ve dizin ekleyen, G. Van Vloten, Lugduni Batavorum, 1895; tekrarbasım, 1968, Leiden.

Albuquerque, L. de (1972) *Quelques Commentaires sur la Navigation Orientale*, Paris, Arquivos do Centro Cultural, Fondation C. Gulbenkian.

Allan, J. W. (1979) *Persian Metal Technology* 700-1300 A.D., London/Oxford.

Alonso, M. (1940) 'Averroes observador de la naturaleza', *al-Andalus* 5: 215–30.

Arie, Rachel (1973) *L'Espagne Musulmane au temps des Nasrides* (1232–1492), Paris.

Asin Palacios, Miguel (1940) 'Avempace botanico', *al-Andalus* 5: 255–99.

—(1943) *Glosario de Voces Romances Registradas por un Botanico Anonimo Hispano-Musulmdn (sighs XI—XII)*, Madrid/Granada.

Attie, B. (1972) 'L'origine d' al-Falaha ar-Rumlya et du Pseudo-Qustus', *Hesperis-Tamuda* 13: 139–81.

—(1980) 'Ibn Hajjaj etait-il polyglotte?', *al-Qantara* 1: 243–61.

—(1981) 'La bibliographic de al-Muqni' de Ibn Hajjaj', *Hesperis-Tamuda* 19: 47–74.

—(1982) 'L'ordre chronologique probable des sources directes d'Ibn al-Awwam', *al-Qantara* 3: 299–332.

Aubin, G. (1972) *Quelques remarques sur l'etude de l'Ocean Indien au XW siecle*, Coinbra.

Ausejo, E. (1984) 'Trigonometria y astronomia en el Tratado del Cuadrante Sennero (c. 1280)', *Dynamis* 4: 7–22.

d'Avezac, Macaya (1863) 'Coup d'ceil historique sur la projection des cartes de geographie', *Bulletin de la Societe de Geographie V* (5): 257–361, 438–85.

Avi-Yonah, R. S. (1985) 'Ptolemy vs. al-Bitruji. A study of scientific decision-making in the Middle Ages', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 35: 124–47.

Bagrow, Leo (1951) *The Vasco Gama's Pilot*, Genoa.

—(1955) 'A tale from the Bosphorus', *Imago Mundi* 12: 25–9.

Banqueri, J. A. (1988) *Libro de Agricultura*, Madrid, 1802; E. Garcia Sanchez ve J. E. Hernandez'ın çalışmalarıyla birlikte yeniden basım, Bermejo, Madrid.

Barani, S. H. (1951) 'Muslim researches in geodesy', *Al-runi Commemoration Volume*, Calcutta: Iran' Society, s. 1–52.

Barcelo, M. C. (1984) *Minorias Isldmicas en elPai's Valenciano. Historiay Dialecto*, Valencia.

Barcelo, C. and Labarta, A. (1988) 'Ocho relojes de sol hispano-musulmanes', *al-Qantara* 9: 231–47.

Barmore, F. E. (1985) 'Turkish mosque orientation and the secular variation of the magnetic declination', *Journal of Near Eastern Studies* 44: 81–98.

al-Battani (1977) *Al-Battani, sive Albatenii Opus Astronomicum (al-Zij al-Sabi')*, Arapça baskısı, Latinceye çeviren ve yorumlayan C. A. Nallino, 3 cilt, Milan 1899–1907; Bir cilt olarak tekrar basım, Hildesheim/New York.

Beeston, A. F. L. (1949) 'Idrisi's account of the British Isles', *Bulletin of the School of Oriental and African Studies* 13: 265–80.

Bejarano, I. (1991) *Abu Hamidal-Garnati(m. 565/1169)*, al-Mu'rib 'an ba'd 'aya'ib al-Magrib (*Elogio de algunas maravillas del Magrib*), Madrid.

Bel, A. (1905) 'Trouvailles archeologiques a Tlemcen: Un cadran solaire arabe', *Revue Africaine* 49: 228–31.

Berggren, J. L. (1980) 'A comparison of four analemmas for determining the azimuth of the qibla', *Journal for the History of Arabic Science* 4: 60–80.

—(1981) 'On al-Bîruni's method of the *zijes* for the *qibla*', *Proceedings of the XVIth International Congress for the History of Science*, Bucharest, s. 237–45.

—(1982) 'Al-Bîrunî on plane maps of the sphere', *Journal for the History of Arabic Science* 6: 47—96.

—(1985) 'The origins of al-Bîruni's method of the *zijes* in the theory of sundials', *Centaurus* 28: 1–16.

Berggren, J. L. ve Goldstein, B. R. (eds) (1987) 'From ancient omens to statistical mechanics: essays on the exact sciences presented to Asger Aaboe', *Ada Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium* 39, Copenhagen.

Berman, L. V. (1967) 'Greek into Hebrew: Samuel ben Judah of Marseilles, fourteenth-century philosopher and translator', in A. Altmann (ed.) *Jewish Medieval and Renaissance Studies*, Cambridge, Mass., s. 289–320.

el-Bîrûnî, (1954–6) *Al-Qanun al-Mas'udi*, 3 cilt, Hyderabad.

—(1958) *Kitab fi Tahqiq ma li-l-Hind*, Hyderabad.

—*Tahdid al-Amakin*, critical edition by P. G. Bulgakov, *Majallat al-Makhtutat al-'Arabiyya*, Cairo, 1962; English translation by Jamil Ali (1967) *The Determination of the Coordinates of Cities*, Beyrut. Ayrıca bk. Kennedy (1973).

—(1985) *Kitab Maqalid 'Ilm al-Hay'a. La Trigonome'trie Sphe'rique chez les Arabes de l'Est a la fin du X^e siecle*, yayıma hazırlayan çeviren ve yorumlayan, M.-Th. Debarnot, Damascus.

al-Bitruji (1952) *De motibus celorum*, Michael Scot'un Latince çevirisinin eleştirel edisyonu, F. J. Carmody, Berkeley/Los Angeles.

—(1971) *On the Principles of Astronomy*, Arapça baskısı, açıklama ve analizlerle İbranice yayımlayan B. R. Goldstein, 2 cilt, New Haven/London.

Bjornbo, A. and Suter, H. (1924) *Thabits Werk iiber den Transversalensatz (Liber de figura sectore)*, Erlangen.

Blachere, R. (1935) *Livre des Categories des Nations*, c. XXVIII, Paris.

Bolens, L. (1981) *Agronomes Andalous du Moyen Age*, Geneva/Paris.

Boilot, D. J. (1955) 'L'oeuvre d'al-Beruni: essai bibliographique', *Melanges de l'Institut Dominicain d'Etudes Orientates* 2: 161–256.

Bonine, M. E. (1990) 'The sacred direction and city structure: A preliminary analysis of the Islamic cities of Morocco', *Muqarnas* 7: 50–72.

Boutelle, M. (1967) 'The Almanac of Azarquiel', *Centaurus* 12: 12–19.

Brice, W. C. (ed.) (1981) *An Historical Atlas of Islam*, Leiden.

Brice, W., Imber, C. and Lorch, R. (1976) 'The Dā'ire-yi Mu'addal of Seydl 'Alt Re'îs', *Seminar on Early Islamic Science*, 1, Manchester.

Brieux, A. ve Maddison, F. (in collaboration with Ludvig Kalus and Yusuf Raghib) *Repertoire des Facteurs d'Astrolabes et de leurs Œuvres*, bölüm 1: 'Islam plus Byzance, Armenie, Georgie et Inde', 3 cilt, Paris,'in press.

Bruin, Fr. (1969) 'The Fakhri sextant in Rayy', *Al-Bīrunī Newsletter* 19, April, Beyrut, s. 1–12.

Calvo, E. (1990) 'La lamina universal de 'Alí b. Jalaf (s. XI) en la version alfonsi y su evolucion en instrumentos posteriores', *'Ochava Espera' 'Astrofi'sica', Textos y Estudios sobre las Fuentes Arabes de la Astronomia de Alfonso X*, Barcelona, s. 221–38.

—(1992) 'La ciencia en la Granada Nazarf (Ciencias exactas y tecnologfa', in Vernet and Samsó (1992), s. 117–26.

—(1993) Abû 'Alí al-Husayn ibn Bāso (m. 716J1316), *Risālat al-safiha al-yami'a li-yami al-'urud (Tratado sobre la lamina general para todas las latitudes)*, Madrid.

Campanus (1971) *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory: Theorica Planetarum*, Girişle birlikte yayıma hazırlayan, İngilizceye ceviren ve yorumlayanlar, F. S. Benjamin ve G. J. Toomer, Madison.

Carabaza, J. M. (1988) 'Ahmad b. Muhammad b. Hayyay al-Ishbílí. Introduccion, estudio y traduccion, con glosario', Basılmamış doktora tezi, Granada Üniversitesi.

—(1990) 'Un agronomo del siglo XI: Abû-l-Jayr', in E. Garcia Sanchez (ed.) *Ciencias de la Naturaleza en al-Andalus*, c. I, Granada, s. 223–40.

Carandell, J. (1984a) 'An analemma for the determination of the azimuth of the *qibla* in the *Risalafi Ilm al-zilal* of Ibn al-Raqqam', *Zeitschrift fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 1: 61–72.

—(1984b) 'Trazado de las curvas de oracion en los cuadrantes horizontales en la *Risâla fi 'Ilm al-zilâl* de Ibn al-Raqqam', *Dynamis* 4: 23–32.

—(1988) *Risala fi 'Ilm al-zilal de Muhammad ibn al-Raqqam al-Andalusi*, Barcelona.

—(1989) 'Dos cuadrantes solares andalusies de Medina Azara', *al-Qantara* 10: 329–42.

Carandell, J., Puig, R., Samsó, J., Vernet, J. ve Viladrich, M. (1985) *Instrumentos Astronomicos en la Espana Medieval. Su Influencia en Europa. Con-vento de San Francisco, Santa Cruz de la Palma, Junio-Julio* 1985, Madrid.

Cárdenas, A. J. (1974) 'A study and edition of the Royal Scriptorium Manuscript of *El Libro del Saber de astrologia* by Alfonso X, el Sabio', Doktora tezi, 3 cilt, University of Wisconsin (University Microfilms, Ann Arbor).

—(1980) 'A new title for the Alfonsine Omnibus on Astronomical Instruments', *La Corónica* VIII (2): 172–8.

Carmody, Francis J. (1952) 'The planetary theory of Ibn Rushd', *Osiris* 10: 556–86.

—(1956) *Arabic Astronomical and Astrological Sciences in Latin Translation. A Critical Bibliography*, Berkeley/Los Angeles.

—(1960) The Astronomical Works of Thabit b. Qurra, Berkeley/Los Angeles.

Caro Baroja, J. (1954) 'Norias, azudas, acenas', *Revista de Dialectologia y Tradiciones Populares* 10: 29–160.

Carra de Vaux, (1892) 'L'Almageste d'Abu-l-Wefã Albuzdjanî', *Journal Asiatique* 19: 408–71.

—(1893) 'Les spheres celestes selon Nasír Eddin-Attusi', in Paul Tannery (ed.) *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie Ancienne*, Paris, App. VI, s. 337–61.

Casanova, P. (1923) 'La montre du Sultan Nour ad-Din (554 de l'Hégire= 1159–1160)', *Syria* 4: 282–99.

Castells, M. (1992) 'Un nuevo dato sobre el *Libro de las Cruzes* en al-*Zîy al-musfalah* (obra astronómica egipcia del siglo XIII)', *al-Qantara* 13: 367–76.

Casulleras, J. (1993) 'Descripciones de un cuadrante solar atipico en el Occidente Musulman', *al-Qantara* 14: 65–87.

Catala, M. A. (1965) 'Consideraciones sobre la tabla de coordenadas estelares', *al-Andalus* 30: 46–7.

Chabás, J. ve Goldstein, B. R. (1994) 'Andalusian Astronomy: *al- Zij al-Muqtabis* of Ibn al-Kammad', *Archive for History of Exact Sciences* 48: 1–41.

Chumovski, T. A. (1957) *Thalāth Rāhmanajāt Majhûla li Ahmad b. Mājid*, Arabic text and Russian translation, Moscow/Leningrad.

Colin, G. S. (1933) 'L'origine des norias de Fes', *Hesperis* 16: 156–7.

—(1934) 'Un nouveau traite grenadin d'hippologie', *Islamica* 6: 332–7.

Comes, M. (1991) *Los Ecuatorios Andalusies, Ibn al-Samh, al-Zarqalluh y Abu-l-Salt*, Barcelona.

Copernicus, *De revolutionibus*, transl. by Charles Glenn Wallis, Chicago, 1952.

Cortabarria Beitia, A. (1982) 'Deux sources de S. Albert le Grand: *al-Bitruji et al-Battânî*', *Melanges de l'Institut Dominicain d'Etudes Orientales* 15: 31–52.

Cruz Hernandez, M. (1960) 'El pensamiento de Averroes y la posibilidad del nacimiento de la ciencia moderna', *Actas del XII Congresso Internazionale de Filosofla XI*, Florence, s. 76–7.

—(1986) *Abu-l-Walid ibn Rushd: Vida, Obra, Pensamiento, Influencia*, Cordoba.

Dallal, A. (1984) 'Al-Biruni on climates', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 34: 3–18.

—(1995a) *An Islamic Response to Greek Astronomy: Kitab Ta'dil Hay'at al-Aflâk of Sadru'ş-Şerî'a*, edition, translation and commentary, Leiden-NewYork-Cologne.

—(1995b) 'Ibn al-Haytham's universal solution for finding the direction of the qibla by calculation', *Arabic Sciences and Philosophy* 5: 145–93.

Debarnot, M.-Th. (1978) 'Introduction du triangle polaire par Abu Nasr b. 'Iraq', *Journal for the History of Arabic Science* 2: 129–30.

—(1985) *Al-Biruni: Kitab Maqâlid 'Ilm al-Hay'a. La Trigonome'trie Spherique chez les Arabes de l'Est a la fin du X^e siecle*, Damascus.

—(1987) 'The zij of Habash al-Hasib: a survey of MS Istanbul Yeni Cami 784/2', in King and Saliba (eds) *From Deferent to Equant*, New York, s. 35–69.

Deetz, C. H. ve Adams, O. S. (1945) *Elements of Map Projection*, 5th edn, Washington, U.S. Coast and Geodetic Survey; tekrar basım New York, 1969.

—*Dictionary of Scientific Biography* (1970–80), 16 cilt, New York.

Dietrich, A. (1971) 'Quelques observations sur la Matiere Medicale de Dioscoride parmi les Arabes', *Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Scienze*, Roma, Accademia dei Lincei, s. 375–90.

Diophante (1984) *Les Arithme'tiques*, cilt III and IV, edition and translation of Arabic text by R. Rashed, Paris.

Dizer, M. (1977) 'The Da'irat al-Mu'addal in the Kandilli Observatory...', *Journal for the History of Arabic Science* 1: 257–62.

Djebbar, J. (1993) 'Deux mathematiciens peu connus de l'Espagne du XI^e siecle: al-Mu'taman et Ibn Sayyid' yayıma hazırlayanlar, M. Folkerts ve J. P. Hogendijk, *Vestigia Mathematica. Studies in Medieval and Early Modern Mathematics in Honour of H.L.L. Busard*, Amsterdam-Atlanta GA, s. 79–91.

Dodge, Bayard (1970) *The Fihrist ofal-Nadlm. A Tenth-Century Survey of Muslim Culture*, Columbia Records of Civilization: Sources and Studies, no. *LXXXIII*, 2 cilt, New York and London.

Doncel, M. G. (1982) 'Quadratic interpolations in Ibn Mu'adh', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 32: 68–77.

Dozy, R. P. A. ve de Goeje, M. J. (1866) *Abou-Abdallah Moh. Edrisi, Description de l'Afrique et de l'Espagne*, Leiden; tekrar basım, Amsterdam, 1969.

Dozy, R. P. A. ve Pellat, Ch. (1961) *Le Calendrier de Cordoue*, Leiden.

Drecker, Joseph (1927) 'Das Planisphserium des Claudius Ptolemaeus', *Isis* 9: 255–78.

Dubler, C. E. ve Terés, E.: *La* Materia Medica *de Dioscorides. Transmision medieval y renacentista* (c. I) Barcelona, 1953, (c. II) Tetuan, 1952 ve Barcelona, 1957.

Duhem, P. (1906–13) *Études sur Leonard de Vinci*, 3 cilt, Paris.

—(1913–59) *Le Systeme du Monde. Histoire des Doctrines Cosmologiques de Platon a Copernic*, 10 cilt, Paris.

Eguaras, J. (1975) *Ibn Luyun: Tratado de Agricultura*, Granada.

Eisler, R. (1949) 'The polar sighting tube', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 6: 312–32.

el-Faiz, M. (1990) 'Contribution du *Livre de l'Agriculture Nabateenne* a la formation de l'agronomie andalouse me'dievale', *Ciencias de la Naturaleza en al-Andalus* I, Granada: 163–77.

The Encyclopaedia of Islam (1960-) 2nd edn, 8 cilt, Leiden.

al-Farghani: *Kitâb fi-l-harakât al-samâwiyya wa-jawami' 'Urn al-nujiim*, Arapça metini yayıma hazırlayan Golius, Amsterdam, 1669; İspanyol John'un Latince neşri F.J. Carmody tarafından yayımlanmıştır, *Alfragani Differentie in quibusdam collectis scientie astrorum*, Berkeley, 1943; and that of Gerard of Cremona by R. Cam-pani: Alfragano, *Il libro dell'aggregazione delle stelle*, Citta de Castello, 1910, 'Collezione di Opuscoli Danteschi inediti o rari, 87–90'.

Ferrand, G. (1921) *Instructions Nautiques et Routiers Arabes et Portugais des XV^e et XVI^e Siecles*, 3 cilt, Paris, 1921–8; I and II: Arabic texts, III: *Introduction a l'Astronomie Nautique Arabe*.

—(1924) *L'Élément Person dans les Textes Nautiques Arabes*, Paris.

Fischer, Josef (1932) *Claudii Ptolemsei Geographies Codex Urbinus Grsecus* 82, 3 cilt, Leiden.

Forcada, M. (1993) *Ibn 'Aşim* (*m.* 403/1013), Kitab al-anwa' wa-l-azmina - al-qawl fi-l-suhur– (*Tratado sobre los anwa' y los tiempos - Capi'tulo sobre los meses*-), Madrid.

—(1995) 'Sa'id al-Badgadi y los antecedentes de la agronomia andalusi', *al-Qanfara* 16: 163–71.

Gandz, S., Obermann, J. and Neugebauer, O. (1956) *The Code of Maimonides. Book Three. Treatise Eight. Sanctification of the New Moon*, New Haven/London.

Garbers, Karl (1936) 'Ein Werk Thabit b. Qurra's uber ebene Sonnenuhren', *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik* A (4): 1–80. See also Thabit, Treatise 9.

Garcia Ballester, Luis (1976) *Historia Social de la Medicina en la España de los Siglos XIII al XVI, c. I: La Minon'a Musulmana y Morisca*, Madrid.

—(1984) *Los Moriscos y la Medicina. Un Capi'tulo de la Medicina y la Ciencia Marginadas en la España del Siglo XVI*, Barcelona.

Garcia Sanchez, E. (1987a) 'Problematica en torno a la autoria de algunas obras agrónomicas andalusfes', *Homenaje al Prof. Dario Cabanelas*, Granada, c. II, s. 333–41.

—(1987b) 'El tratado agricola del granadino al-Tignarl', Quaderni di StudiArabi 5–6: 278–91.

—(1988) 'Al-Tignarl y su lugar de origen', *al-Qantara* 9: 1–11.

—(1990) 'Agricultura y legislation islamica: el prologo del Kitab Zuhrat al-Bustan de al-Tignarl', *Ciencias de la Naturaleza en al-Andalus*, Granada, c. I, s. 179–93.

—(1994) 'El Botanico Anonimo sevillano y su relación con la escuela agronómica andalusi', in E. Garcia Sanchez (ed.) *Ciencias de la Naturaleza en al-Andalus. III. Textos y Estudios*, Granada, s. 193–210.

Garijo, I. (1990) 'El tratado de Ibn Yulyul sobre los medicamentos que no menciono Dioscorides', in E. Garcia Sanchez (ed.) *Ciencias de la Naturaleza en al-Andalus. Textos y Estudios I*, Granada, s. 57–70.

—(1992a): *Ibn Yulyul. Tratado Octavo*, Cordoba.

—(1992b): *Ibn Yulyul. Tratado sobre los Medicamentos de la Tríaca*, Córdoba.

Gauthier, L. (1909) 'Une reforme du systeme astronomique de Ptolemée', *Journal Asiatique* 10 *ser.* 14: 483–510.

—(1948) *Ibn Rochd (Averroés)*, Paris.

Gerardus (1942) *Theorica Planetarum Gerardi*, ed. by F. J. Carmody, Berkeley.

Glick, T. F. (1970) *Irrigation and Society in Medieval Valencia*, Cambridge, Mass.

Goblot, H. (1979) *Les 'Qanats'. Une technique d'acquisition de l'eau*, Paris/La Haye/New York.

Goitein, S. D.(1967) *A Mediterranean Society*, Berkeley/Los Angeles, c. I.

Goldstein, B. R. (1964a) 'On the theory of trepidation according to Thabit b. Qurra and al-Zarqallu and its implications for homocentric planetary theory', *Centaurus* 10: 232–47.

—(1964b) 'The book of eclipses of Masha'allah', *Physis* 6: 205–13.

—(1967a) *Ibn al-Muthanna's Commentary on the Astronomical Tables of al-Khwarizmi*, New Haven.

—(1967b) 'The Arabic version of Ptolemy's *Planetary Hypotheses*', Arapça elyazmanın tam kopyası, I. Kitabın ikinci bölümünü içermektedir ve kısmî İngilizce tercümesi, *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S. 57/4: 3–55.

—(1971) *Al-Bitrujī: On the Principles of Astronomy*, 2 cilt, New Haven.

—(1974) *The Astronomical Tables of Levi ben Gerson*, New Haven.

—(1977a) 'Ibn Mu'adh's treatise on twilight and the height of the atmosphere', *Archive for History of Exact Sciences* 17: 97–118.

—(1977b) 'Levi ben Gerson: on instrumental errors and the transversal scale', Journal for the History of Astronomy 8: 102–12.

—(1978) 'The role of science in the Jewish community in fourteenth century France', *Annals of the New York Academy of Sciences* 314: 39–49.

—(1979) 'The survival of Arabic astronomy in Hebrew', *Journal for the History of Arabic Science* 3: 31–9.

—(1980) 'The status of models in ancient and medieval astronomy', *Centaurus* 24.

—(1985a) 'Scientific traditions in late medieval Jewish communities', in G. Dahan (ed.) *Les Juifs devant l'Histoire: Melanges en l'Honneur de M. Bernhard Blumenkranz*, Paris, s. 235–47.

—(1985b) 'Star lists in Hebrew', *Centaurus* 28: 185–208.

—(1985c) *The Astronomy of Levi ben Gerson*, New York.

—(1985d) 'Some medieval reports of Venus and Mercury transits', *Theory and Observation in Ancient and Medieval Astronomy*, London, Variorum Reprints, XV.

—(1987) 'Descriptions of astronomical instruments in Hebrew', in David A. King and George Saliba (eds) *From Deferent to Equant, A Volume of*

Studies in Honor of E. S. Kennedy, Annals of the New York Academy of Sciences 500: 105–41.

Goldstein, B. R. and Pingree, D. (1981) 'More horoscopes from the Cairo Geniza', *Proceedings of the American Philosophical Society* 125: 155–89.

—(1982) 'Astronomical computations for 1299 from the Cairo Geniza', *Centaurus* 25: 303–18.

—(1983) 'Additional astrological almanacs from the Cairo Geniza', *Journal of The American Oriental Society* 103: 673–90.

Grafton, A. (1973) 'Michael Maestlin's account of Copernican planetary theory', *Proceedings of the American Philosophical Society* 117: 523–50.

Grant, Edward (1965) 'Aristotle, Philoponus, Avempace and Galileo's Pisan dynamics', *Centaurus* 11: 79–95.

—(1974) *A Source Book in Medieval Science*, Cambridge, Mass.

Grosset-Grange, H. (1973) 'Analyse des voyages d'Inde a Malacca', *Navigation* 81: 97–109.

—(1976) 'Une carte nautique arabe', *Acta Geographica* 27: 33–46.

—(1977) 'Noms d'etoiles, quelques termes particuliers', *Arabica* 1972: 240–5; 1977: 42–6; 1979: 90–8.

—(1978) 'La cote africaine dans les routiers nautiques arabes', *Azania*, Nairobi, British Institute in Eastern Africa, s. 1–17.

—(1979) 'La science nautique arabe', *JeuneMarine*, 1977–9, 16–29 (except 22).

—(1993) *Glossaire nautique arabe ancien et moderne de l'ocean indien*, Paris.

Guichard, P. (1977) *Structures Sociales 'Orientates' et 'Occidentales' dans l'Espagne Musulmane*, Paris.

Haddad, F. I. and Kennedy, E. S. (1971) 'Geographical tables of medieval Islam', *Al-Abhath* 24: 87–102.

Haddad, F. I., Kennedy, E. S. and Pingree, D.: see al-Hashimí.

Hairetdinova, N. G. (1986) 'On spherical trigonometry in the medieval Near East and in Europe', *Historia Mathematica* 13: 136–46.

Hamarneh, S. Kh. and Sonnedecker, G. (1963) *A Pharmaceutical View of Abulcasis (al-Zahrawi) in Moorish Spain, with Special Reference to the 'Adhan'*, Leiden.

Hartner, W. (1955) 'The Mercury horoscope of Marcantonio Michiel of Venice: a study in the history of Renaissance astrology and astronomy', *Vistas in Astronomy* I: 84–138; ilavelerle tekrar basım, W. Hartner (1968) *Oriens-Occidens*, Hildesheim, s. 440–95.

—(1971) 'Trepidation and planetary theories. Common features in late Islamic and early Renaissance astronomy', *Accad. Naz. dei Lincei, Fondazione Alessandro Volta, Atti dei Convegni* 13: 606–29.

—(1974) 'Ptolemy, Azarquiel, Ibn al-Shatir and Copernicus on Mercury. A Study of Parameters', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 24: 5–25.

—(1978) *The Principle and Use of the Astrolabe*, reprinted, Paris, Societe Internationale de l'Astrolabe (Astrolabica no. 1).

Hartner, W. and Schramm, M. (1963) 'Al-BTrunI and the theory of the solar apogee: an example of originality in Arabic science', *Scientific Change*, London, s. 206–18.

al-Hashimî, 'Alí ibn Sulayman, *The Book of the Reasons behind Astronomical Tables (Kitab fi 'Hal al-zijat)*, reproduction of the manuscript Arabic text, translation and commentary by F. I. Haddad, D. Pingree and E. S. Kennedy, New York, 1981.

Haskins, Charles Homer (1927) *Studies in the History of Mediaeval Science*; reprinted, New York, 1960.

Hawkins, G. S. and King, D. A. (1982) 'On the orientation of the Ka'ba', *Journal of the History of Astronomy* 13: 102–9.

Hermelink, H. (1964) 'Tabulae Jahen', *Archive for History of Exact Sciences* 2: 108–12.

Hoernerbach, Wilhelm (1938) *Deutschland undsein Nachbarldnde nach der grossen Geographie des Idrisi*, Stuttgart.

Hogendijk, J. P. (1986) 'Discovery of an 11th-century geometrical compilation: the *Istikmal* of Yusuf al-Mu'taman ibn Hud, King of Saragossa', *Historia Mathematica* 13: 43–52.

—(1989) 'The mathematical structure of two Islamic astronomical tables for "casting the rays"', *Centaurus* 32: 171–202.

—(1991) 'The geometrical parts of the *Istikmal* of Yusuf al-Mu'taman ibn Hud (11th century). An analytical table of contents', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 41: 207–81.

—(1995) 'Al-Mu'taman Ibn Hud, 11th century King of Saragossa and brilliant mathematician', *Historia Mathematica* 22: 1—18.

Holmyard, E. J. (1924) 'Maslama al-Majriti and the Rutbatu'l-Hakîm', *Isis* 6: 293–305.

Honigmann, E. (1929) *Die sieben Klimata...* , Heidelberg.

Hugonnard-Roche, H. (1987) 'La theorie astronomique selon Jabir ibn Aflah (English abstract)', *History of Oriental Astronomy* (IAU Colloquium 91), Cambridge, s. 207–8.

Ibn al-Hajjaj (1982) *Kitab al-muqni' fi-l-filaha*, edited by Salah Jarrar and Jasir Abu Safya, Amman.

Ibn al-Haytham (1971) *Al-Shukûk 'ala Batlamiyus*, edited by A. I. Sabra and N. Shehabî, Cairo.

Ibn Hayyan (1973) Al-*Muqtabas min anba' ahl al-Andalus*, edited by M. 'A. Makkl, Beyrut.

Ibn Juljul (1955) *Kitab tabaqât al-atibbâ' wa al-hukamâ'*, edited by Fu'ad Sayyid, Cairo.

Ibn Luyun (1975) *Tratado de Agriculturā'*, edition and Spanish translation by J. Eguaras, Granada.

Ibn Majid (1971) *Kitab al-Fawa'id*, edited by I. Khoury, Damascus.

—(1971) 'al-Hawiya, introduced and edited by I. Khoury', *Bulletin d'Etudes Orientates*, Damascus.

Ibn al-Nadîm (1874) Al-fihrist, edited by Fliigel, Leipzig; English translation by Bayard Dodge, *The Fihrist of al-Nadim. A Tenth-Century Survey of Muslim Culture*, 2 cilt, New York/London, 1970, 'Columbia Records of Civilization, Sources and Studies no. 83'.

Ibn Rüşd (1987) *Kitab al-Kulliyyat*, eleştirerek yayımlayanlar, J. M. Forneas ve C. Alvarez Morales, Madrid.

Ibn al-$alah (1975) *Zur Kritik der Koordinatenuberlieferung im Sternkatalog des Almagest*, edition and translation by P. Kunitzsch, Gottingen.

Ibn Yûnus (1804) *Le Livre de la Grande Table Hake'mite*, kısmen edit eden ve Fransızcaya çeviren Caussin, ayrı bir baskı 'Notices et extraits des manuscrits de la Bibliotheque Nationale', Paris, XII.

al-Idrîsi (1970-) *Opus Geographicum*, under the direction of the Istituto Orientali di Napoli, Leiden.

Irani, R. A. K. (1956) 'The *Jadwal al-Taqwim* of Habash al-Hasib', unpublished Master's dissertation, American University of Beyrut.

Isa, Muhammad 'Abd al-Hamld (1982) *Tarikh al-ta'lim fi al-Andalus*, Cairo.

Janin, L. (1971) 'Le cadran solaire de la Mosquee Umayyade a Damas', *Centaurus* 16: 285–98; tekrar basıma hazırlayanlar, E. S. Kennedy ve I. Ghanem (1976) *The Life and Work of Ibn al-Shātir: An Arab Astronomer of the Fourteenth Century*, Aleppo, s. 107–21.

—(1977) 'Quelques aspects recents de la gnomonique tunisienne', *Revue de l'Occident Musulman et de la Mediterranee* 24: 202–21.

Janin, L. and King, D. A. (1977) 'Ibn al-Shatir's Sanduq al-Yawaqit: an astronomical Compendium', *Journal for the History of Arabic Science* 1: 187–256; reprinted in King, D. A. (1987b) *Islamic Astronomical Instruments*, London, Variorum Reprints, XII.

—(1978) 'Le cadran solaire de la Mosquee d'lbn Tulun au Caire', *Journal for the History of Arabic Science*, 2: 331–57; King, D. A. (1987b) *Islamic Astronomical Instruments*, London, Variorum Reprints, XVI.

Jaubert, A. (1836–40) *La Ge'ographie d'Edrisi*, Paris: reprinted Amsterdam, 1975.

Jensen, C. (1971) 'Abu Nasr's approach to spherical trigonometry as developed in his treatise The Tables of Minutes', *Centaurus* 16: 1–19.

Kammerer (1936) Le Routier de Juan de Castro, Paris.

Kazemi and McChesney, R. B. (eds) (1988) *Islam and Society: Arabic and Islamic Studies in Honor of Bayly Winder*, New York.

Kennedy, Edward S. (1948) 'Two Persian astronomical treatises by Nasír al-Dín al-Tusî', *Centaurus* 27: 109–20.

—(1956) 'A survey of Islamic astronomical tables', *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S. 46: 123–77.

—(1958) 'The Sasanian astronomical handbook Zij-i Shah and the astrological doctrine of transit (mamarr)', *Journal of the American Oriental Society* 78: 246–62.

—(1960) *The Planetary Equatorium of Jamshid Ghiyath al-Din al-Kashi (d. 1429). An Edition of the Anonymous Persian Manuscript 75 (446) in the Gar-rett Collection at Princeton University, Being a Description of Two Computing Instruments: The Plate of Heavens and the Plate of Conjunctions*, Princeton, 'Oriental series, 18'.

—(1965) 'The crescent visibility table in al-Khwarizml's zíj', *Centaurus* 11: 73–8.

—(1966) 'Late medieval planetary theory', *Isis* 57: 365–78.

—(1968) 'The lunar visibility theory of Ya'qub b. Tariq', *Journal of Near Eastern Studies* 27: 126–32.

—(1973) *A Commentary upon Bîrûnî's Kitab Tahdid al-Amakin: An 11th Century Treatise on Mathematical Geography*, Beyrut.

—(1985) 'Spherical astronomy in KashT's Khaqani Z'îj', *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 2: 1–46.

—(1986) 'Geographical latitudes in al-Idrísî's world map, *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 3: 265–8.

Kennedy, E. S. and Debarnot, M.-Th. (1984) 'Two mappings proposed by Bíruní, *Zeitschrift fiir Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 1: 145–7.

Kennedy, E. S. and Ghanem, I. (1976) *The Life and Work of Ibn al-Shatir*, Aleppo.

Kennedy, E. S. and Id, Y. (1974) 'A letter of al-Bíruní: Habash al-Hasib's analemma for the *qibla*', *Historia Mathematica* 1: 3–11; tekrara basım, E. S. Kennedy ve diğerleri, (1983) *Studies in the Islamic Exact Sciences*, Beyrut, s. 621–9.

Kennedy, E. S. ve Kennedy, M. H. (1987) *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*, Frankfurt.

Kennedy, E. S. ve King, D. A. (1982) 'Indian astronomy in fourteenth century Fez; the versified zíj of al-Qusuntíní', *Journal for the History of Arabic Science* 6: 3–45.

Kennedy, E. S. ve Regier, M. H. (1985) 'Prime meridians in medieval Islamic astronomy', *Vistas in Astronomy* 28: 29–32.

Kennedy, E. S. ve Roberts, V. (1959) 'The planetary theory of Ibn al-Shatir', *Isis* 50: 227–35.

Kennedy, E. S. ve diğerleri (1983) *Studies in the Islamic Exact Sciences*, Beyrut.

Kepler, *Gesammelte Werke,* Bd. VII, edited by M. Caspar, Munich, 1953.

Keuning, J. (1955) 'The history of geographical map projections until 1600, *Imago Mundi* 12: 1–24.

Khattabi, M. 'A. (ed.) (1990) *'Umdat al-tabib fi ma'rifat al-nabat*, Rabat.

al-Khwarizmi (1926) *Das Kitab Surat al-Ard des... al-Huwarizmi*, edited by Hans von Mzik, Leipzig.

al-Kindí (1987) *Kitab fi-l-Sina'at al-'uzma*, edited by 'Azmí Taha al-Sayyid Ahmad, Cyprus.

King, D. A. (1973a) 'Ibn Yunus' *Very useful tables for reckoning time by the sun', Archive for History of Exact Sciences* 10: 342–94.

—(1973b) 'Al-Khalffi's auxiliary tables for solving problems of spherical astronomy', *Journal for the History of Astronomy* 4: 99–100; *reprinted in King*, D. A. (1986b), XI.

—(1974) 'An analog computer for solving problems of spherical astronomy: the Shakkazlya quadrant of Jamal al-Dín al-Maridínî', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 95: 220–42.

—(1975) 'Al-Khahlî's qibla table', *Journal of Near Eastern Studies* 34, 81–122; reprinted in King, D. A. (1986b), XIII.

—(1976) 'Astronomical timekeeping in fourteenth-century Syria', *Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science*, Aleppo, II, s. 75–84 and plates.

—(1977a) 'Astronomical timekeeping in Ottoman Turkey', in M. Dizer (ed.) (1980) *Proceedings of the International Symposium on the Observatories in Islam*, Istanbul 1977, Istanbul, s. 245–69.

(1977b) 'A fourteenth-century Tunisian sundial for regulating the times of Muslim prayer', in W. Saltzer and Y. Maeyama (eds) *Prismata: Festschrift fur Willy Hartner*, Wiesbaden, s. 187–202; tekrar basım, King, D. A. (1987b), XVIII.

(1978a) 'Three sundials from Islamic Andalusia', *Journal for the History of Arabic Science* 2: 358–92; tekrar basım, King, D. A. (1987b) XV.

(1978b) 'Some medieval values of the *qibla* at Cordova', *Journal for the History of Arabic Science* 2: 370–87; tekrar basım, King, D. A. (1987b) XV.

—(1979) 'Mathematical astronomy in medieval Yemen', *Arabian Studies* 5: 61–5.

—(1980) 'New light on the zij al-Safa'ih of Abu Ja'far al-Khazin', *Centaurus* 23: 105–17.

—(1983a) 'Astronomical alignments in medieval Islamic religious architecture', *Annals of the New York Academy of Sciences* 385: 303–12.

—(1983b) 'Al-Bazdawi on the qibla in early Islamic Transoxiana', *Journal for the History of Arabic Science* 7: 3–38.

—(1983c) 'The astronomy of the Mamluks', *Isis* 74: 531–55; tekrar basım, King, D. A. (1986b), III.

—(1983d) 'Al-Khwarizmi and new trends in mathematical astronomy in the ninth century', *Occasional Papers on the Near East*, New York University, *Hagop Kevorkian Center for Near Eastern Studies*, 2.

—(1984) 'Architecture and astronomy: the ventilators of Cairo and their secrets', *Journal of the American Oriental Society* 104: 97–133.

—(1985a) 'Osmanische astronomische Handschriften und Instrumente', *Türkische Kunst undKultur der osmanischen Zeit*, Recklinghausen, II, s. 373–8; tekrar basım, King, D. A. (1987b), XIV.

—(1985b) 'The sacred direction in medieval Islam: a study of the interaction of science and religion in the Middle Ages', *Interdisciplinary Science Reviews* 10: 315–28.

—(1986a) 'The earliest mathematical methods and tables for finding the direction of Mecca', *Zeitschrift fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 3: 82–146; düzeltmelerle, 4 (1987).

—(1986b) *Islamic Astronomical Astronomy*, London, Variorum Reprints.

—(1987a) 'A survey of medieval Islamic shadow schemes for simple timereckoning', *Zeitschrift fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 4.

—(1987b) *Islamic Mathematical Instruments*, London, Variorum Reprints.

—(1987c) 'Universal solutions in Islamic astronomy', in J. L. Berggren and B. R. Goldstein (eds) *From Ancient Omens to Statistical Mechanics. Essays on the Exact Sciences Presented to Asger Aaboe*, Copenhagen, s. 121–32.

—(1987d) 'Some early Islamic tables for determining lunar crescent visibility', in King and Saliba (eds.) *From Deferent to Equant: a Volume of*

Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E. S. Kennedy, New York, s. 185–225.

—(1988) 'Universal solutions to problems of spherical astronomy from Mamluk Egypt and Syria', editörler, F. Kazemi ve R. B. McChesney, *Islam and Society: Arabic and Islamic Studies in Honor of Bayly Winder*, New York/London, s. 153–84.

(1992) 'Los cuadrantes solares andalusies', in Vernet and Samsó (1992), s. 89–102.

(1993) *Astronomy in the Service of Islam*, Aldershot: Variorum.

King, D. A. ve Kennedy, E. S. (1982) 'Indian astronomy in fourteenth-century Fez', *Journal for the History of Arabic Science* 6: 3–45.

King, D. A. ve Saliba, G. (eds) (1987) *From Deferent to Equant: a Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E. S. Kennedy*, New York.

Kramers, J. H. (1931–2) 'La question Balkhî-Ibn Hawqal et l'Atlas de l'Islam', *Acta Orientalia* 10: 9–30.

Kühne, R. (1980) 'La Uryuza fi-l-tibb de Sa'Id ibn 'Abd Rabbihi', *al-Qantara* 1: 279–338.

Kunitzsch, P. (1959) *Arabische Sternnamen in Europa*, Wiesbaden.

—(1966) *Typen von Sternverzeichnissen in astronomischen Handschriften des zehnten bis vierzehnten Jahrhunderts*, Wiesbaden.

—(1967) 'Zur Stellung der Nautikertexte innerhalb der Sternnomenklatur der Araber', *Der Islam* 43: 53 vd.; and 56 (1969): 305 vd.

—(1974) *Der Almagest. Die Syntaxis Mathematica des Claudius Ptolemaus in arabisch-lateinischer Uberlieferung*, Wiesbaden.

—(1980) 'Two star tables from medieval Spain', *Journal for the History of Astronomy* 11: 192–201.

—(1981) 'On the authenticity of the treatise on the composition and use of the astrolabe ascribed to Messahalla', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 31: 42–62.

—(1986): see Ptolemy.

Kunitzsch, P. ve Lorch, R. (1994) *Maslama's Notes on Ptolemy's Planisphaerium and Related Texts*, Munich.

Labarta, A. ve Barcel 6, C. (1995) 'Un nuevo fragmento de reloj de sol andalusí', *al-Qantara* 16: 147–50.

Lane, E. W. (1908) *The Manners and Customs of the Modern Egyptians*, London.

Langermann, Y. T. (1985) 'The book of bodies and distances of Habash al-Hasib', *Centaurus* 28: 108–28.

—(1987) *The Jews of Yemen and the Exact Sciences*, Jerusalem (in Hebrew with an English summary).

Langles (ed.) (1811) *Voyages du Chevalier Chardin en Perse, et Autres Lieux d'Orient*, 10 cilt, Paris.

Lemay, R. (1962) *Abu Ma'shar and Latin Aristotelianism in the Twelfth Century*, Beyrut.

Lettinck, P. (1994) *Aristotle's Physics and its Reception in the Arabic World with an edition of the Unpublished Parts of Ibn Bajja's Commentary on the Physics*, Leiden/New York/Cologne.

Lewis, B. (1943) 'An epistle on manual crafts', *Islamic Culture* XXVII.

Lopez, A. C. (1990a) 'Vida y obra del famoso poligrafo cordobes del s. X 'Arib ibn Saíd', *Ciencias de la Naturaleza en al-Andalus. Textos y Estudios* I, edited by E. Garcia Sanchez, Granada, s. 317–47.

—(1990b) *Kitabfi Tartib Awqat al-Girasa wa-l-Magrusat. Un Tratado Agn'cola Andalusi Anonimo*, Granada.

Lorch, R. P. (1975) 'The astronomy of Jabir ibn Allah', *Centaurus* 19: 85–107.

—(1976) 'The astronomical instruments of Jabir b. Allah and the Torquetum', *Centaurus* 20: 11–34.

—(1980) 'The qibla-table attributed to al-Khazini', *Journal for the History of Arabic Science* 4: 259–64.

—(1982) 'Nasr b. 'Abdallah's instrument for finding the *qibla*', *Journal for the History of Arabic Science* 6: 125–31.

Luckey, P. (1937–8) 'Thabit b. Qurra's Buch uber die ebenen Sonnenuhren', *Quellen und Studien zur Ceschichte der Mathematik, Astronomie und Physik* (4): 95–148.

Maddison, F. ve Turner, A. J. (1976), Unpublished catalogue of an exhibition 'Science and Technology in Islam' held at the Science Museum, London, April-August 1976.

al-Mahrí (1970), *Al-'Umda*; edition I. Khoury, Damascus.

— (1970) *Al-Minhaj*, edition I. Khoury, Damascus.

al-Mahn (1972), *Al-Risala - Sharh al-Tuhfa*, I. Baskı, Khoury, Fransızce giriş ve Lügatçe, H. Grosset-Grange, Damascus.

Maimonides (1956) *The Guide for the Perplexed*, translated by M. Friedlander, 2. baskı, New York.

—(1856–66) *Le Guide des Égare*, French translation by S. Munk, 3 cilt, Paris: tekrar basım, 1960, Paris.

Makkî, Mahmud 'All (1961–4) 'Ensayo sobre las aportaciones orientales en la Espafia Musulmana y su influencia en la formation de la cultura hispanoarabe', *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islámicos* 9–10 (1961–2): 65–231; 11–12 (1963–4): 7–140.

Maqbul, S. (1960) *India and the Neighbouring Territories in the Kitab* nuzhat al-mushtaq fi-ikhtiraq al-afaq *of al-Sharif al-Idrisi*, Leiden.

—(1965a) '*Djughrafiya*', in *The Encyclopaedia of Islam*, yeni baskı, c. 2, Leiden, 575–87.

—(1965b) '*Kharita*', in *The Encyclopaedia of Islam*, new edn, c. 4, Leiden, s. 1077–83.

Makkârî (1968) *Nafh al-fib*, yayımlayan, İhsan 'Abbas, Beyrut, c. VII.

Marin, M. (1981) 'Sahaba et tabi'un dans al-Andalus: histoire et legende', *Studia Islamica* 54: 25–36.

—(1986) '*Ilm al-nujum* et *Ilm al-hidthan en al-Andalus*', *Actas del XII Congreso de la U.E.A.I.*, Madrid, s. 509–35.

Marti, R. and Viladrich, M. (1981) 'Las tablas de climas en los tratados de astrolabio del manuscrito 225 del scriptorium de Ripoll', *Hull* 4: 117–22.

Martinez, L. (1971) 'Teorias sobre las mareas segiin un manuscrito arabe del siglo XII', *Memorias de la Real Academia de Buenas Letras* 13: 135–212.

—(1981) '*El Kitab al-madd wa-l-Ishraf* de *Ibn al-Zayyat*', in J. Vernet (ed.) *Textos y Estudios sobre Astronomia Espahola en elsiglo XIII*, Barcelona, s. 111–73.

Martinez Gazquez, J. and Samsó, J. (1981) 'Una nueva traducción latina del Calendario de Cordoba (siglo XIII)', in J. Vernet (ed.) *Textos y estudios sobre Astronomia Espahola en el siglo XIII*, Barcelona, s. 9–78.

al-Mas'udî, *Muruj al-Dhahab* (*Les Prairies d'Or*), edit eden ve çeviren, Barbier de Meynard and Pavet de Courteille, 1861–77. 9 cilt, Paris.

al-Mas'udî, *Kitab al-Tanbih wa-l-Ishraf*, yayımlayan, M. J. de Goeje, Leiden, 1894; reprinted Beyrut, 1965; French translation by Carra de Vaux, *Le Livre de l'Avertissement et de la Revision*, Paris, 1897.

Menendez Pidal, G. (1954) 'Mozarabes y asturianos en la cultura de la Alta Edad Media en relación especial con la historia de los conocimientos geograficos', *Boleti'n de la Real Academia de la Historia* 134: 137–291.

Mercier, R. (1976–7) 'Studies in the medieval conception of precession', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 26 (1976): 197–220; 27 (1977): 33–71.

—(1987) 'Astronomical tables in the twelfth century', in Charles Burnett (ed.), *Adelard of Bath, an English Scientist and Arablst of the Early Twelfth Century*, London, s. 87–118.

Meyerhof, M. (1935) 'Esquisse d'histoire de la pharmacologie et botanique chez les musulmans d'Espagne', *al-Andalus* 3: 1–41.

—(1940) 'Un glossaire de matiere medicate de Mai'monide', *Memoires Presentes a l'Institut d'Egypte*, Cairo, c. 41.

Meyerhof, M. ve Sobhy, G. P. (1932–40) *The Abridged Version of The Book of Simple Drugs of Ahmad ibn Muhammad al-Ghafiqi by Gregorius Abu 'l-Farag (Barhebraeus)*, Cairo.

Michel, H. (1943) 'L'astrolabe lineaire d'al-Tusi, *Ciel et Terre*, Brussels, 3–4.

—(1947) *Traite de l'Astrolabe*, Paris; tekrar basım, 1983.

Michel, H. ve Ben-Eli, A. (1965) 'Uncadransolaireremarquable', *Ciel et Terre* 81.

Millas Vallicrosa, Jose Ma (1931) *Assaig d'Historia de les Idees Fisiques i Matematiques a la Catalunya Medieval*, Barcelona.

—(1942) *Las Traducciones Orientales en los Manuscritos de la Biblioteca Catedral de Toledo*, Madrid.

—(1943–50) *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid/Granada.

—(1947) *El Libro de los Fundamentos de las Tablas Astronomicas de R. Abraham ibn 'Ezra*, Madrid/Barcelona.

—(1952) *La Obra Enciclopedica de R. Abraham Bar Hiyya*, Madrid/Barcelona.

—(1955) 'Los primeros tratados de astrolabio en Espafia', *Revista del Institute Egipcio de Estudios Islamicos* 3: 55–76.

—(1959) *Libro del Cdlculo de los Movimientos de los Astros de R. Abraham Bar Hiyya*, Barcelona.

—(1960) *Nuevos Estudios Sobre Historia de la Ciencia Espanola*, Barcelona, Consejo Superior de Investigaciones Cientiflcas.

Millas Vendrell, E. (1963) *El Comentario de Ibn al-Muthanna a las Tablas Astronomicas de al-Jwarizmi*, Hugo Sanctallensis'in Latince metninin eleştirel yayımı, Madrid/Barcelona.

Miller, K. (1926–31) *Mappse Arabicæ, Arabische Welt- und Länderkarten*, 6 cilt, Stuttgart.

—(1981) *Weltkarte des Arabers Idrisi vom Jahre* 1154, Stuttgart.

Molina, L. (ed.) (1983) *Una Descripcidn Anonima de al-Andalus*, c. I, Madrid.

Moody, E. A. (1952) 'Galileo and Avempace. The dynamics of the leaning tower experiment', *Journal for the History of Ideas* 12: 163–93, 375–422.

Morelon, Regis (1981) 'Fragment arabe du premier livre du Phaseis', *Journal for the History of Arabic Science* 5: 3–14.

—(1988) 'Les deux versions du traite de Thabit b. Qurra Sur le mouvement des deux luminaires', *Melanges de l'Institut Dominicain d'Etudes Orientales* 18: 9–44.

—(1993): see Ptolemy, *Planetary Hypotheses*.

—(1994) 'Thabit b. Qurra and Arab astronomy in the 9th century', *Arabic Sciences and Philosophy* 4: 111–39.

Müller, D. H. (1884) *Al-Hamdarii's Geographie der Arabischen Halbinsel*, Leiden.

Muñoz, R. (1981) 'Textos arabes del Libro de las Cruces de Alfonso X', in J. Vernet (ed.) *Textosy Estudios sobre Astronomi'a Espanola en el siglo XIII*, Barcelona, s. 175–204.

Mursi, M. (1969) *Thalatha Azhar ft Ma'rifat al-Bihar*, Cairo.

Mzik, Hans von (1915) 'Ptolemaeus und die Karten der arabischen Geographen', *Mitt. d. K. K. geog. Ges. Wien* 58: 152–75.

—(1921) 'Idrisi und Ptolemaus', *Orientalistische Literaturzeitung* 15: 404–5.
—(1930) *Das Kitab 'ajct'ib al-aqalim al-sab'a des Suhrab*, Leipzig.

Nadvi, S. (1935) 'Some Indian astrolabe makers', *Islamic Culture* 9(4): 622–6.

—(1937) 'Indian astrolabe makers', *Islamic Culture* 9 (1): 512–41.

Nafis, Ahmad (1947) *Muslim Contribution to Geography*, Lahore.

Nallino, Carlo Alfonso (1892–3) 'II valore metrico del grado di meridiano secondo i geografi arabi', *Cosmos di Guido Cora* 11: 20–7, 50–63, 105–21; tekrar basım, Nallino, C.A. (1944) *Raccolta di Scritti Editi e Inediti*, Rome, s. 408–57.

—(1911) *Ilm al-falak*, Rome.
—(1916) 'Un mappamondo arabo disegnato nel 1579 da 'Alí Ibn Ahmad al-Sharaff di Sfax', *Bolletino delta Reale Societa Geografica Italiana V* (5): 721–36; tekrar basım, Nallino, C.A. (1944) *Raccolta di Scritti Editi e Inediti*, Rome, s. 533–48.
—(1944) *Raccolta di Scritti Editi e Inediti*, c. 5, Rome.

Nedkov, Boris (1960) *B'lgariya i c'cednite i zemiprez XIIbekspored 'geografiyata' na Idrisi*, Sofia.

Needham, J. and Wang Ling (eds) (1959) *Science and Civilisation in China*, c. 3: 'Mathematics and the sciences of the heavens and the earth', Cambridge.

Neugebauer, O. (1948) 'Mathematical methods in ancient astronomy', *Bulletin of the American Mathematical Society* 54: 1013–41.

—(1949) 'The early history of the astrolabe', *Isis* 40: 240–56.
—(1957) *The Exact Sciences in Antiquity*, 2. baskı, New York; Fransızca çevirisi, P. Souffrin, *Les Sciences Exactes dans l'Antiquite*, Aries (1990).
—(1959) 'The equivalence of eccentric and epicyclic motion according to Apollonius', *Scripta Mathematica* 24: 5–21; tekrar basım, Neugebauer, O. (ed.) *Astronomy and History: Selected Essays*, New York, s. 335–51.
—(1962a) *The Astronomical Tables of al-Khwarizmi, translation with commentary of the Latin version*, Copenhagen.
—(1962b) 'Thabit ibn Qurra On the solar year and On the motion of the eighth sphere', *Proceedings of the American Philosophical Society* 106: 264–99.

—(1971) 'An Arabic version of Ptolemy's parapegma from the Phaseis', *Journal of the American Oriental Society* 91(4): 506.
—(1975) *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 cilt, New York.
—(1983) *Astronomy and History: Selected Essays*, New York.

North, J. (1976) *Richard of Wallingford*, 3 cilt., Oxford.

Oliver Asi'n, J. (1959) *Historia del nombre 'Madrid'*, Madrid.

Pedersen, O. (1974) *A Survey of the Almagest*, Odense.

—(1975) 'The corpus astronomicum and the traditions of mediaeval Latin astronomy', *Colloquia Copernicana,* Wroclaw, coll. 'Studia Copernicana, XIII', s. 57–96.

Petersen, V. M. (1969) 'The three lunar models of Ptolemy', *Centaurus* 14: 142–71.

Peurbach, G., *Theories Novas Planetarum*, Nuremberg, c. 1472; reprinted in F. Schmeidler (ed.) (1972) Regiomontanus, *Opera collectanea*, Osnabrück.

Philopon, Jean (1981) *Traite de l'Astrolabe*, edited with commentary by A. Segonds, Paris, coll. 'Astrolabica no. 2'.

Pines, S. (1956) 'La theorie de la rotation de la terre a l'epoque d'al-Bíruní', *Journal Asiatique* 244: 301–6.

—(1964a) 'La dynamique d'Ibn Bajja', *L'Aventure de la Science. Melanges Alexandre Koyri*, c. I, Paris, s. 442–68.
—(1964b) 'Ibn al-Haytham's critique of Ptolemy', *Actes du Xe Congres International d'Histoire des Sciences*, Paris, s. 547–50.

Pingree, D. (1968) 'The fragments of the works of Ya'qub b. Tariq', *Journal of Near Eastern Studies* 27: 97–125.

—(1970) 'The fragments of the works of al-Fazari', *Journal of Near Eastern Studies* 29: 103–23.
—(1976) 'The Indian and Pseudo-Indian passages in Greek and Latin astronomical and astrological texts', *Viator* 7: 141–95.
—(1977) 'The Liber Universus of 'Umar Ibn al-Farrukhan al-Tabarí', *Journal for the History of Arabic Science* 1: 8–12.

Plooij, E. B. (1950) *Euclid's Conception of Ratio and his Definition of Proportional Magnitudes as Criticized by Arabian Commentators. Including*

the Text in Facsimile with the Translation of the Commentary on Ratio of Abu 'Abd Allah Muhammad ibn Mu'adh al-Djajjarii, Rotterdam.

Poch, D. (1980) 'El concepto de quemazon en el Libro de las Cruzes', *Awraq* 3: 68–74.

Poulle, E. (1964) 'Le traite d'astrolabe de Raymond de Marseille', *Studi Medievali* 5: 866–904.

—(1966) 'Theorie des planetes et trigonometric au XVe siecle d'apres un equatoire inedit, le sexagenarium', *Journal des Savants* 129–61.

—(1980a) *Les Instruments de la Theorie des Planetes selon Ptolemee; Équatoires et Horlogerie Plane'taire du XIII^e au XVI^e siecle*, 2 cilt, Paris, coll. 'Hautes etudes medievales et modernes, 42'.

—(1980b) 'Jean de Murs et les tables alphonsines', *Archives d'Histoire Doctrinale et Litteraire du Moyen Age* 47: 241–71.

—(1984) *Les Tables Alphonsines avec les Canons de Jean de Saxe*, Paris.

de Premare, A. L. (1964–6) 'Un Andalou en Egypte a la fin du XVe siecle. Abü-l-Salt de Denia et son fipitre Egyptienne', *Melanges de l'Institut Dominicain d'Etudes Orientates* 8: 179–208.

Ptolemy, Almagest: Edition of the Greek text by J. L. Heiberg, Leipzig, 1898–1903; French translation by N. Halma, Paris, 1813–16; reprinted, Paris, 1927; English translation in G. J. Toomer (1984) *Ptolemy's Almagest*, New York; edition and German translation of two Arabic versions of the star catalogue, Ptolema'us, Claudius: *Der Stern/catalog des Almagest, Die arabisch-mittelalterliche Tradition, I, Die arabischen Ubersetzungen*, edited and translated by P. Kunitsch, Wiesbaden, 1986.

—*Planetary Hypotheses*: 1. kitabın ilk bölümünün Fransızca çevirisi, N. Halma *Hypotheses et Epoques des Planetes de Cl. Ptolemee*, Paris, 1820. 1. kitabın ilk bölümünün Grekçe metninin edit edilmesi ve 2. kitabın Arapçadan Almancaya çevirisi, L. Nix (1907) *Claudii Ptolemasi Opera quse extant omnia*, c. II, 'Opera astronomica minora', Leipzig, s. 68–145. Kitabın ilk yayımı olarak Arapçadan Fransızcaya çeviren ve yayımlayan, R. Morelon, *Melanges de l'Institut Dominicain d'Etudes Orientates* 21, 1993: 7–85. Goldstein, B. R. (1967b) 'The Arabic version of Ptolemy's *Planetary Hypotheses*', 1. kitabın ikinci bölümünü kapsayan elyazması nüshanın fotokopisi ve kısmen İngilizce çevirisi, *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S. 57/4: 3–55.

—*Phaseis*: 2. kitabın Fransızca çevirisi, N. Halma, *Chronologie de Ptole'mee... Apparition des fixes, ou calendrier de Ptoléméé*. Paris, 1819, s. 13–54; 2. kitabın Grekçe metninin yayımı, J. L. Heiberg in *Claudii Ptolemæi Opera quse extant omnia*, c. II, s. 1–67; 1. kitabın içindekileri için bk. R. Morelon (1981) 'Fragment arabe du premier livre du Phaseis', *Journal for the History of Arabic Science* 5: 3–14.

—*Handy Tables*: commentary of Theon of Alexandria on the manual astronomical tables of Ptolemy çeviri, N. Halma, I-III, Paris, 1822–5; tekrar basım, Paris, 1990.

—*Geography*: *Claudii Ptolemæi Geographia*, yayıma hazırlayan C. F. A. Nobbe, 2 cilt, Leipzig, 1843-5; tekrar basım, 1, c., Hildesheim, 1966. Ayrıca bk. Fischer.

—*Planisphaerium*: J. Drecher (1927) 'Das Planisphasrium des Claudius Ptolemaeus', *Isis* 9: 255–78. bk. Kunitzsch and Lorch (1994).

Puig, R. (1983a) 'Dos notas sobre ciencia hispano-arabe a finales del siglo XIII en la *Ihāta* de Ibn al-Jatíb', *al-Qantara* 4: 433–40.

—(1983b) 'Ibn Arqam al-Numayri (m.1259) y la introduction en al-Andalus del astrolabio lineal', in J. Vernet (ed.) *Nuevos Estudios sobre Astronomia Espanola en el Siglo de Alfonso X*, Barcelona, s. 101–3.

—(1984) 'Ciencia y tecnica en la *Ihāta* de Ibn al-Jatíb. Siglos XIII y XIV', *Dynamis* 4: 65–79.

—(1985) 'Concerning the safiha shakkaziyya', *Zeitschrift fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 2: 123–39.

—(1986) *Al-shakkaziyya -Ibn al-Naqqash- Al-Zarqalluh*, Edition, traducción y estudio, Barcelona.

—(1988) *Los Tratados de Construction y uso de la Azafea de Azarquiel*, Madrid.

al-Qiftí, *Tārikh al-Hukama*, yayıma hazırlayan, C. Lippert, Leipzig, 1903.

Raeder, H., Stromgren, E. ve Stromgren, B. (1946) *Tycho Brake's Description of his Instruments*, Copenhagen.

Ragep, F. J. (1993) *Nasir al-Din al-Tusi's Memoir on Astronomy (al-Tadhkira fi 'Ilm al-Hay'a)*, with translation and commentary, 2 cilt, New York/Berlin/Heidelberg.

Rashed, Roshdi (1984) 'La notion de science occidentale', *Entre Arithme'tique et Algebre. Recherches sur l'Histoire des Mathe'matiques Arabes*, Paris, s. 301–19.

—(1989) 'Problems of the transmission of Greek scientific thought into Arabic: examples from mathematics and optics', *History of Science* 27: 199–209.

—(1991) 'Al-Samaw'al, al-Bîrunî et Brahmagupta: les methodes d'interpolation', *Arabic Sciences and Philosophy* 1: 101–60.

—(1993a) *Geome'trie et Dioptrique au X^e siecle: Ibn Sahl, al-Quhi et Ibn al-Haytham*, Paris.

—(1993b) *Les Mathe'matiques Infinitesimales du IX^e au XI^e siecle. C. II: Ibn al-Haytham*, London.

Regiomontanus, J. (1946) *Epytoma Joannis de Monte Regio in Almagestum Ptolemæi*, Venice; reproduced in F. Schmeidler (ed.) (1972) Regiomontanus, Opera collectanea, Osnabrück.

Renan, E. (1893) 'Les ecrivains juifs francais du XIV^e siecle', *Histoire Litte'raire de la France*, c. 31, Paris.

Renaud, H. P. J. (1930) Trois etudes d'histoire de la medecine arabe en Occident. I. Le Musta'ínî d'Ibn Beklares', *Hespe'ris* 10: 135–50.

—(1935) 'Un chirurgien musulman du royaume de Grenade: Muhammad al-Shafra', *Hespe'ris* 20: 1–20.

—(1937) 'Notes critiques d'histoire des sciences chez les musulmans. I. Les Ibn Baso', *Hespe'ris* 24: 1–12.

—(1940) 'Note complementaire', *Hesperis* 27: 97–8.

—(1944) 'Sur un passage d'Ibn Khaldun relatif a l'histoire des mathematiques', *Hesperis* 31: 35–47.

Rheticus, G. J. (1982) *Narratio prima*, eleştirel edisyon, Fransızca çeviri ve yorum, H. Hugonnard-Roche ve J. P. Verdet (in collaboration with M. P. Lerner and A. Segonds), Wroclaw, coll. 'Studia Copernicana XX'.

Ribera, J. (1928a) 'Bibliofilos y bibliotecas en la Espana Musulmana', *Disertaciones y Opusculos*, c. I, Madrid, s. 181–228.

—(1928b) 'La ensenanza entre los musulmanes espafioles', *Disertacionesy Opusculos*, c. I, Madrid, s. 229–359.

Richler, B. (1982) 'Manuscripts of Avicenna's Kanon in Hebrew translation', *Koroth* 8: 145–68.

Richter-Bernburg, Lutz (1982) 'Al-Bîruni's Maqalafi tastih al-suwar wa tabtikh al-kuwar: A translation of the preface with notes and commentary', *Journal for the History of Arabic Science* 6: 113–22.

—(1987) 'Sa'id, the Toledan tables and Andalusî science', yayıma hazırlayanlar, D. A. King ve G. Saliba, *From Deferent to Equant*, New York, s. 373–401.

Rico ve Sinobas, M. (ed.) *Libros del Saber de Astronomi'a*, 5 cilt, Madrid, 1864–7.

Roberts, Victor (1957) 'The solar and lunar theory of İbn ash-Shatir', *Isis* 48: 428–32.

Rodgers, R. H. (1978) 'Yuniyus o Columela en la Espana Medieval?', *al-Andalus* 43: 163–72.

Rodriguez Molero, F. X. (1950) 'Originalidad y estilo de la Anatomfa de Averroes', *al-Andalus* 15: 47–63.

Romano, D. (1977) 'La transmission des sciences arabes par les Juifs en Languedoc', yayıma hazırlayanlar, M.-H. Vicaire ve B. Blumenkranz, *Juifs et Judaisme deLanguedoc*, Toulouse, s. 363–86.

Rosenfeld, B. A. (1983) *Muhammad ibn Musa al-Khorezmi*, Moscow.

Rosenthal, F. (1956) 'Al-Kindi and Ptolemy', *Studi Orientalistici in Onore di G. Levi Delia Vida*, c. II, Rome, s. 436–56.

Rosiriska, G. (1974) 'Nasîr al-Dîn al-Tusi and İbn al-Shatir in Cracow?', *Isis* 65: 239–43.

Ruska, J. (1918) 'Neue Bausteine zur Geschichte der arabischen Geographie', *Geogr. Zeit.* 24: 77–8.

Sabra, A. I. (1978) 'An eleventh-century refutation of Ptolemy's planetary theory', *Science and History. Studies in Honor of Edward Rosen*, Wroclaw, coll. 'Studia Copernicana, 16', s. 117–31.

—(1984) 'The Andalusian revolt against Ptolemaic astronomy: Averroes and al-Bitrujî', in E. Mendelsohn (ed.) *Transformation and Tradition in the Sciences: Essays in Honor of I. Bernard Cohen*, Cambridge, s. 133–53.

Sa'id al-Andalusi, *Kitab Tabaqat al-Umam (Livre des Categories des Nations)*, Fransızca çeviri ve notlarla yayıma hazırlayan, R. Blachere, Paris, 1935.

Saliba, George (1979a) 'The first non-Ptotemaic astronomy at the Maraghah School', *Isis* 70: 571–6.

—(1979b) 'The original source of Qutb al-Dîn al-Shîrazi's planetary model', *Journal for the History of Arabic Science* 3: 3–18.

—(1980) 'Ibn Sînâ and Abu 'Ubayd al-Juzjanl. The problem of the Ptolemaic equant', *Journal for the History of Arabic Science* 4: 376–403.

—(1984) 'Arabic astronomy and Copernicus', *Zeitschrift fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 1: 73–87.

—(1987a) 'Theory and observation in Islamic astronomy: the work of Ibn al-Shatir of Damascus (d. 1375)', *Journal for the History of Astronomy* 18: 35–43.

—(1987b) 'The height of the atmosphere according to Mu'ayyad al-Dín al-'Urdi, Qufb al-Dín al-Shírazí and Ibn Mu'adh', yayıma hazırlayanlar, D. A. King ve G. Saliba, *From Deferent to Equant*, New York, s. 445–65.

—(1994) *A History of Arabic Astronomy. Planetary Theories during the Golden Age of Islam*, New York.

Samsó, Julio (1969) *Estudios sobre Abu Nasr Mansur b. 'All b. 'Iraq*, Barcelona.

—(1973) 'A propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliotheques de Tunis: Contribution a une histoire de l'astrolabe dans l'Espagne Musulmane', *Adas del II Coloquio Hispano-Tunecino de Estudios Historicos*, Madrid, s. 171–90.

—(1978) 'La tradition clasica en los calendarios agricolas hispanoarabes y norteafricanos', *Segundo Congreso Internacional de Estudios sobre las Culturas del Mediterrdneo Occidental*, Barcelona, s. 177–86.

—(1979a) 'Astronomica Isidoriama', *Faventia* 1: 167–74.

—(1979b) 'The early development of astrology in al-Andalus', *Journal for the History of Arabic Science* 3: 228–43.

—(1980a) 'Maslama al-Majriti and the Alfonsine book on the construction of the astrolabe', *Journal for the History of Arabic Science* 4: 3–8.

—(1980b) 'Notas sobre la trigonometria esferica de Ibn Mu'adh', *Awraq* 3: 60–8.

—(1980c) 'Tres notas sobre astronomia hispanica en el siglo XIII', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Arabe*, Barcelona, s. 167–79.

—(1980d) 'Alfonso X y los origenes de la astrologia hispanica', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Arabe*, Barcelona, s. 81–114.

—(1981) 'Dos colaboradores cientificos musulmanes de Alfonso X', *Hull* 4: 171–9.

—(1982) 'Ibn Hisham al-Lajmí y el primer jardin botanico en al-Andalus', *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Isldmicos en Madrid* 21: 135–41.

—(1983a) 'La primitiva version arabe del Libro de las Cruces', yayıma hazırlayan, J. Vernet, *Nuevos Estudios sobre Astronomia Espanola en el sigh de Alfonso X*, Barcelona, s. 149–61.

—(1983b) 'Sobre los materiales astronómicos en el Calendario de Cordoba y en su versión latina del siglo XIII', yayıma hazırlayan, J. Vernet, *Nuevos Estudios sobre Astronomia Espanola en el siglo de Alfonso X*, Barcelona, s. 125–38.

—(1983c) 'Notas sobre el ecuatorio de Ibn al-Samh', in J. Vernet (ed.) *Nuevos Estudios sobre Astronomia Espanola en el siglo de Alfonso X*, Barcelona, s. 105–18.

—(1985a) 'En torno a los metodos de calculo utilizados por los astrologos andalusies a fines del s. VIII y principios del IX: algunas hipótesis de trabajo', *Adas de las II Jornadas de Cultura Arabe e Isldmica*, Madrid, s. 509–22.

—(1985b) 'Nota sobre la biografia de Sisebuto en un texto arabe anonimo', *Serta Gratulatoria in honorem Juan Re'gulo, La Laguna*, c. I: 'Filologia', s. 639–42.

—(1985c) 'Astrology, pre-Islamic Spain and the conquest of al-Andalus', *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islamicos* 23: 39–54.

—(1987a) 'Al-Zarqal, Alfonso X and Peter of Aragon on the solar equation', yayıma hazırlayanlar, D. A. King ve G. Saliba, *From Deferent to Equant*, New York, s. 467–76.

—(1987b) 'Sobre el modelo de Azarquiel para determinar la oblicuidad de la ecliptica', *Homenaje al Prof. Dario Cabanelas O.F.M. con motivo de su LXX aniversario*, c. II, Granada, s. 367–77.

—(1988) 'Azarquiel e Ibn al-Banna', *Relaciones de la Peninsula Ibe'rica con el Magreb (siglos XIH-XVI)*, Madrid, s. 361–72.

—(1990) 'En torno al problema de la determinacion del acimut de la alquibla en al-Andalus en los siglos VIII y IX. Estado de la cuestion e hipotesis de trabajo', *Homenaje a Manuel Ocana Jimenez*, Córdoba, s. 207–12.

—(1992) *Los Ciencias de los Antiguos en al-Andalus*, Madrid.

—(1994a) *Islamic Astronomy and Medieval Spain*, Variorum Reprints, Aldershot.

—(1994b) 'Le due astronomie dell'Occidente musulmano (1215–1250)', in *Federico II e le scienze*, Palermo, s. 204–21.

Samsó, J. and Catala, M. A. (1971–5) 'Un instrumento astronómico de raigambre zarqalî: el cuadrante shakkazí de Ibn Tíbuga', *Memorias de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona* 13: 5–31.

Samsó, J. and Martinez Gazquez, J. (1981) 'Algunas observaciones al texto del Calendario de Cordoba', *al-Qantara* 2: 319–44.

Samsó, J. and Mielgo, H. 'Ibn al-Zarqalluh on Mercury', *Journal for the History of Astronomy* 25: 289–96.

Sanchez Perez, J. A. (1916) *Compendio de Algebra de Abenbeder*, Madrid.

Sarfatti, G. B. (1968) *Mathematical Terminology in Hebrew Scientific Literature of the Middle Ages*, Jerusalem.

Sarton, G. (1947) 'Early observations of the sun-spots?', *Isis* 37: 69–71.

Saunders, H. N. (1984) *All the Astrolabes*, Oxford.

Savage-Smith, E. (1985) *Islamicate Celestial Globes, Their History, Construction, and Use* (with a chapter on iconography by A. P. A. Belloli), Washington, DC.

Sayili, A. (1960) *The Observatory in Islam and its Place in the General History of the Observatory*, Ankara.

Schoy, Karl (1921) 'Abhandlung des al-Hasan ibn al-Hasan ibn al-Haitham (Alhazen) iiber die Bestimmung der Richtung der *Qibla*', *Zeitschrift der Deutschen Morgenlandischen Gesellschaft* 75: 242–53.

—(1922) 'Abhandlung von al-Fadl b. Hatim al-Nayrízí über die Richtung der *qibla*', *Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu Munchen*: 55–68.

—(1923) 'Gnomonik der Araber', in E. von Bassermann-Jordan, (ed.) *Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren*, c. IF, Belin/Leipzig.

—(1924) 'Sonnenuhren der spatarabischen Astronomie', *Isis* 6: 332–60.

Seco de Lucena, L. (1956) 'El hayib Ridwan, la madrasa de Granada y las murallas del Albaicin', *al-Andalus* 21: 285–96.

Sedillot, J.-J. (1834–5) *Traite des Instruments Astronomiques des Arabes compose au treizieme siecle par Aboul Hhassan AH du Maroc...* , 2 cilt, Paris; tekrar basım, Frankfurt, 1984.

Sedillot, L. A. (1844) 'Memoire sur les instruments astronomiques des Arabes', *Memoires de l'Academie Royale des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France* 1: 1–229; tekrar basım, Frankfurt, 1985.

—(1853) *Prolegomenes des Tables Astronomiques d'Oloug Beyg*, Paris.

Serjeant, R. B. (1963) *The Portuguese of the South Arabian Coast*, Oxford.

—(1971) 'Agriculture and horticulture: some cultural interchanges of the medieval Arabs and Europe', *Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Scienze*, Rome, s. 535–41.

Severe Sabokht, *Traite de l'Astrolabe*, yayıma hazırlayan ve Fransızcaya çeviren, F. Nau, *Journal Asiatique* 3 (13) (1899): 56–101, 238–303.

Sezgin, Fuat (1974) *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Band V: *Mathematik*, Leiden.

—(1978) *Geschichte des arabischen Schrifttums, Band VI: Astronomie*, Leiden.

Shawkat, Ibrahim (1962) 'Khara'it jughrafiyya al-'Arab al-awwal', *Majallat al-Ustadh*, Bagdad, 2.

Shihab, H. S. (1982) *Fann al-Milaha ' inda-l-Arab*, Beyrouth.

—(1983) *Al-Dalil al-Bahn 'inda-l-'Arab*, Kuwait.

—(1984) *Turuq al-Milaha al-TaqUdiyya fi-l-Khalij al-Arabi*, Kuwait.

Singer, Ch., Holmyard, E. J., Hall, A. R. ve Williams, T. I. (eds) (1957) *A History of Technology*, New York/London.

Souissi, M. (1973) 'Un mathematicien tuniso-andalou: al-Qalasadî', *Actas del II Coloquio Hispano-Tunecino de Estudios Historicos*, Madrid, s. 147–69.

Steinschneider, Moritz (1893) *Die Hebrdischen Ubersetzungen*, Berlin.

Stern, S. M. (1961) A letter of the Byzantine Emperor to the Court of the Spanish Umayyad Caliph al-Hakam', *al-Andalus* 26: 37–42.

es-Süfi, 'Abd al-Rahman (1953) *Kitab suwar al-kawakib*, Hyderabad; tekrar basım, Beyrut, 1981; Fransızca çeviri, H. C. F. Schellerup, *Description des Étoiles Fixes composee au milieu du dixieme siecle de notre ere par l'Astronome Person 'Abd al-Rahman al-Sufi*, St Petersburg; reprinted, Frankfurt, 1986.

Suhrab: see Mzik (1930).

Suter, Heinrich (1900) *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke*, Leipzig, 'Abhand. zu Gesch. der Math. Wiss.', X.

—(1914) *Die astronomischen Tafeln des Muhammed ibn Musa al-Khwarizmi in der Bearbeitung des Maslama ibn Ahmed al-Madjriti und der latein. Ubersetzung des Athelhard von Bath*, Copenhagen.

Swerdlow, Noel M. (1968) *Ptolemy's Theory of the Distances and Sizes of the Planets: A Study of the Scientific Foundations of Medieval Cosmology*, Ph. D. thesis, Yale University, 1968, University Microfilms International 69–8442.

—(1972) 'Aristotelian planetary theory in the Renaissance: Giovanni Battista Amico's homocentric spheres', *Journal for the History of Astronomy* 3: 36–48.

—(1973) 'The derivation and first draft of Copernicus's planetary theory. A translation of the *Commentariolus* with commentary', *Proceedings of the American Philosophical Society* 117: 423–512.

—(1987) 'Jabir ibn Aflah's interesting method for finding the eccentricities and direction of the apsidal line of a superior planet', yayıma hazırlayanlar, D. A. King ve G. Saliba, (1987) *From Deferent to Equant*, New York, s. 501–12.

Swerdlow, N. M. and Neugebauer, O. (1984) *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*, 2 cilt, New York.

Tekeli, S. (1960) '(The) *Equatorial Armilla* of Iz(z) al-Din b. Muhammad al-Wafa'i and (the) Torquetum', *Ankara Universitesi Dil ve Tarih-Cografya Fakultesi Dergisi* 18: 227–59.

Terés, E. (1959) 'Ibn al-Shamir, poeta astrologo en la corte de cAbd al-Rahman II', *al-Andalus* 24: 449–63.

—(1960) 'Abbas b. Firnas', *al-Andalus* 25: 239–49.

—(1962) 'Abbas ibn Nasih, poeta y qadl de Algeciras', *Etudes d'Orientalisme dediees a la Me'moire de Levi-Provencal*, c. I, Paris s. 339–58.

Thabit ibn Qurra, *Œuvres d'Astronomie*, çeviren ve yayıma hazırlayan, R. Morelon, Paris, 1987.

Thorndike, L. (1951) 'Sexagenarium', *Isis* 42: 130–3.

Tibbets, G. (1971) *Arab Navigation in the Indian Ocean before the Coming of the Portuguese*, London.

Toomer, G. J. (1952) *Revolutions of the Heavenly Spheres*, Chicago.

—(1968) 'A survey of the Toledan tables', *Osiris* 15: 5–174.
—(1969) 'The solar theory of az-Zarqal. A history of errors', *Centaurus* 14: 306–36.
—(1973) 'Prophatius Judaeus and the Toledan tables', *Isis* 64: 351–5.
—(1984) *Ptolemy's Almagest*, New York.
—(1987) 'The solar theory of Az-Zarqal: an epilogue', in D. A. King ve G. Saliba (eds) *From Deferent to Equant*, New York, s. 513–19.

Torres, Esteban (1974) *Averroes y la Ciencia Medica. La Doctrina Anatomofuncional del Colliget*, Madrid.

Torres Balbas, L. (1940) 'Las norias fluviales en Espana', *al-Andalus* 5: 195–208.

Turner, A. J. (1985) *The Time Museum. Catalogue of the Collection*, c. 1: 'Time measuring instruments', 1. bölüm: 'Astrolabes. Astrolabe-related instruments', Rockford.

al-Tusî: see Ragep (1993).

Tuulio-Tallgren, O. J. (1936) *Du Nouveau sur Idrisi*, Helsinki.

Tuulio-Tallgren, O. J. and Tallgren, A. M. (1930) *Idrisi, la Finlande et les autres Pays Baltiques Orientaux*, Helsinki.

Twersky, I. (1972) *A Maimonides Reader*, New York.

Ünver, A. S. (1975) 'Osmanlı Türkler'inde ilim Tarihinde Muvakkithaneler', *Atatürk Konferensları* 5: 217–57.

al-'Urdí, Mu'ayyad al-Dín, *Kitab al-Hay'a* (*Tarikh 'Ilm al-falak al-'arabi*), yayımlayan, G. Saliba, Beyrut, 1990; coll. 'Silsila Tarikh al-Ulum 'Inda-l-'Arab, 2'. İngilizce çeviri ve yorumlarla baskı.

Urûsiyus, *Tarikh al-'Alam*, yayımlayan, Abd al-Rahman Badawí, Beyrut (1982).

Vardjavand, P. (1980) 'Rapport sur les resultats des excavations du complexe scientiflque de l'observatoire de Maragha', in M. Dizer (ed.) *International Symposium on the Observatories in Islam*, 19–23 September 1977, Istanbul, s. 143–63.

Vernet, J. (1956) 'Las tabulee probatse', *Homenaje a Millds-Vallicrosa*, Barcelona, c. II, s. 501–22.

—(1970) 'Astrologfa y politica en la Cordoba del siglo X', *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islamicos* 15: 91–100.

—(1979a) 'La ciencia en el Islam y Occidente', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*: 21—60.

—(1979b) 'Un tractat d'obstetn'acia astrologica', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*: 273–300.

—(1979c) 'La maldicion de Perfecto', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*: 233–4.

—(1979d) 'Los medicos andaluces en el Libro de las generaciones de medicos de Ibn Yulyul', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*: 469–86.

—(1979e) 'Tradición e innovation en la ciencia medieval', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*: 173–89.

—(1980a) 'Marmol, obra de Zarquel', *Hommage a Georges Vajda*, Louvain, s. 151–4.

—(1980b) 'La supervivencia de la astronomia de Ibn al-Banna', *al-Qantara* 1: 447–51.

(1981) *Textos y Estudios sobre Astronomia Espanola en el siglo de Alfonso X*, Barcelona.

(1985) *Ce que la culture doit aux Arabes d'Espagne*, translated from Spanish by G. M. Gros, Paris; German translation, *Die spanisch-arabische Kultur in Orient und Okzident*, Zurich/Munich, 1984.

(1986) *La ciencia en al-Andalus*, Sevilla.

(1987) 'Alfonso X y la tecnologia arabe', *De Astronomia Alphonsi Regis*, Barcelona, s. 39–41.

(1993) *El Islam en España*, Madrid.

Vernet, J. and Catala, M. A. (1979) 'Las obras matematicas de Maslama de Madrid', *Estudios sobre Historia de la Ciencia Medieval*: 241–71.

Vernet, J. and Samsó, J. (1981) 'Panorama de la ciencia andalusi en el siglo XI', *Adas de las Jornadas de Cultura Arabe e Isldmica* (1978), Madrid.

—(1992) *El Legado Cientifico Andalusi*, Madrid.

—(1994) 'La Ciencia', in Mª Jesus Viguera Molins (ed.), *Historia de Espana Menendez Pidal. Tomo VIII: Les Reinos de Taifas. Al-Andalus en el siglo XI*, Madrid, s. 565–84.

Viguera, M. J. (1977) *Ibn Hudhayl: Gala de Caballeros, Blason de Paladines*, Madrid.

Viladrich, M. (1982) 'On the sources of the Alphonsine treatise dealing with the construction of the plane astrolabe', *Journal for the History of Arabic Science* 6: 167–71.

—(1986) *El Kitab al-'amal bi-l-asturlab (Llibre de l'us de l'astrolabi) d'Ibn al-Samh*, Barcelona; and 'Dos capitulos de un libro perdido de Ibn al-Samh', *al-Qantara* 7: 5–11.

—(1987) 'Una nueva evidencia de materiales arabes en la astronomia alfonsí', *De Astronomia Alphonsi Regis*, Barcelona, s. 105–16.

Viladrich, M. and Marti, R. (1981) 'En torno a los tratados hispanicos sobre construcción de astrolabio hasta el siglo XIII', in J. Vernet (ed.) *Textosy Estudios sobre Astronomia Espanola en el siglo XIII*, Barcelona, s. 79–99.

Villiers, A. (1966) *Sons of Sindbad*, Bath.

Arnald of Villanova (1975) *Aphorismi de gradibus*, yayımlayan, M. R. McVaugh, Granada/Barcelona.

Villuendas, M. V. (1979) *La Trigonometria Europea en el Siglo XI. Estudio de la Obra de Ibn Mu'adh: El Kitab Mayhulat*, Barcelona.

Wieber, R. (1980) 'Uberlegungen zur Herstellung eines Seekartogramms anhand der Angaben in den arabischen Nautikertexten', *Journal for the History of Arabic Science* 4 (1): 23–47.

Wiedemann, E. and Frank, J. (1926) 'Die Gebetszeiten im Islam', *Sitzungsberichte der phys.-med. Sozietat zu Erlangen* 58: 1–32; E. Wiedemann'da tekrar basım (1970), *Aufsdtze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, 2 cilt, Hildesheim, II, s. 757–88.

Wiedemann, E. and Juynboll, Th. W. (1927) 'Avicennas Schrift uber ein von ihm ersonnenes Beobachtungsinstrument', *Ada Orientalia* 5: 81–167.

Würschmidt, J. (1917) 'Die Zeitrechnung im Osmanischen Reich', Deutsche optische Wochenschrift: 88–100.

Youschkevitch, A. P. (1976) *Les Mathematiques Arabes (VIII^e-XV^e siecles)*, Paris.

al-Zarqalluh, *Al-Shakkaziyya -Ibn al-Naqqash al-Zarqalluh*, yayımlayan, çeviren ve üzerinde çalışmalar yapan, R. Puig, Barcelona, 1986.

Dizin

A

Abdi Rabbihi 300
Abdurrahman es-Sûfî 27, 77, 78
Abraham bar Hiyya 334, 338
Alaaddin Kuşçu 86, 156
Albertus Magnus 356
Alfanso 296
Alfonsine 298, 316, 354, 360, 361, 363, 373, 397
Alfonsine Cetvelleri 361
Alidat 206
Almagestum Ptolemaei 362
Almanac 315, 372
Analemma 197
Anka 291
Anomali 92
Anonim Cetveller 348
Apogee (Yeröte) 21, 49, 54, 105, 155, 228, 315, 355, 380
Apollonius 18, 20, 89, 137, 143, 145, 391
Apsis 364
Arapça 7, 10, 19, 22, 24, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 58, 59, 74, 78, 81, 135, 163, 168, 237, 244, 255, 259, 260, 281, 295, 299, 300, 301, 303, 305, 310, 311, 318, 321, 328, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 340, 341, 342, 344, 345, 346, 348, 349, 350, 351, 353, 362, 367, 370, 371, 376, 378
Aristarchus 23
Aristoteles 18, 22, 337, 356
Aristotelesçi 22, 36, 116, 324, 325, 327, 368
Aryabhatiya 24
Astrolog 298, 303, 307
Astroloji 15, 16, 24, 297, 302, 306, 341
Astrolojik 16, 297, 341

Astronom 32, 35, 39, 45, 47, 54, 73, 75, 79, 80, 83, 84, 113, 114, 116, 118, 122, 131, 135, 138, 141, 148, 150, 158, 183, 190, 196, 197, 198, 199, 201, 203, 206, 217, 219, 227, 305, 311, 313, 320, 329, 347, 358, 359, 365

Astronomi 2, 15, 23, 25, 39, 40, 41, 58, 116, 176, 225, 226, 314, 331, 337, 338, 343, 353, 357, 361, 390, 396

Astronomi Cetvelleri 31, 33, 223, 308, 334, 346

Autolycus 23, 41

Ay 17, 18, 21, 22, 23, 25, 34, 40, 46, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 79, 82, 83, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 105, 106, 107, 112, 114, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 135, 141, 147, 148, 150, 153, 155, 158, 166, 172, 182, 210, 217, 224, 233, 254, 264, 281, 298, 308, 322, 326, 338, 339, 340, 347, 355, 359, 367

Ay Modeli 128

Ay Takvimi 34, 166, 210, 224

Ayaltı 18, 326, 328

Ayüstü 18, 328

Azimut 253

B

Babil 26, 298, 316, 318

Bağdadî 327

Batlamyus 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 65, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 175, 176, 196, 231, 232, 234, 236, 237, 240, 245, 304, 307, 309, 310, 312, 315, 316, 317, 322, 323, 324, 325, 326, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 345, 346, 347, 349, 350, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 361, 362, 364, 368

Batlamyus Eleştirileri 322

Batlamyusçu 9, 44, 77, 88, 232, 236, 237, 336, 337, 338, 348, 352, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 365, 367

Benû Musa 58

Bernard 333, 358, 396

Bettânî 16, 26, 29, 42, 45, 73, 74, 77, 83, 176, 309, 310, 314, 315, 334, 336, 338, 339, 347,

349, 350, 352, 354, 359, 362, 363, 364
Bibliothèque Nationale 301, 340
Bîrûnî 10, 16, 22, 26, 27, 29, 39, 43, 46, 47, 58, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 182, 188, 192, 225, 228, 229, 230, 231, 233, 234, 238, 239, 240, 242, 243, 352, 371, 383
Bitkibilim 306, 321, 330
Bitkilerin Sınıflandırılması 318, 321
Bitrûcî 36, 115, 116, 322, 324, 325, 326, 327, 337, 356, 357, 358, 364
Bizans 45, 147, 165, 211, 305, 318, 339, 367
Boylam 45, 95, 99, 170, 175, 176, 177, 181, 182, 183, 188, 189, 218, 220, 231, 233, 234, 245, 254, 267, 283, 284, 325, 334, 349, 367
Brahmagupta 24, 305, 395
Burç 24, 205
Büyük Ayı 169, 255, 270, 271, 291, 293

C

Câbir b. Eflâh 115, 322, 323, 336, 338, 340
Campanus 354, 355, 372
Castillian 316, 328
Cebir 11, 40, 331
Cetveller 32, 33, 41, 43, 47, 48, 55, 74, 78, 81, 176, 226, 344, 349, 344, 350, 352
Cezayir 190, 224, 320
Commentariolus 155, 362, 367, 401
Cundişâpûr 25
Cüzcânî 85, 135, 137, 145

D

Denizcilik 249, 253, 254, 255, 256, 262, 276, 282
Dışmerkezli 48, 49, 50, 51, 59, 60, 77, 87, 130, 131, 144, 151, 153, 155, 324, 326, 357
Dicuil 344
Dioscorides 305, 321, 330, 376, 377
Disk 22
Doğu Okulu 114, 116, 117, 118
Döndürücü Felek 100, 101, 102, 105, 108, 117, 121, 123, 127, 153, 361
Dönence Yılı 50, 52, 54, 350, 363, 364
Dört Unsur 319
Duhem 8, 325, 349, 356, 376
Duns Scotus 358

E

E Noktası 21, 48, 49, 50, 57, 59, 61, 62, 92, 93, 94, 239
Ebû Ali el-Merrâkuşî 198
Ebû Cafer el-Hâzin 77, 311

Ebû Ma'şer 303, 344
Ebû Zekeriyyâ 329
Ebu's-Salt 320, 322
Eczacılık 330
Ekinoks 105, 199, 201, 202, 351, 364
Ekliptik 17, 28, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 74, 78, 83, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 254, 307, 310, 337, 349, 350, 351, 353, 364
Ekuant 77, 87, 88, 93, 94, 95, 97, 98, 106, 107, 108, 135,-140, 147, 148, 152
Ekvator 232
Ekvatoral 133, 243, 253
el-Bitrûcî 115, 327, 364
el-Fergânî 45
el-Fezârî 39
el-Kindî 44, 306
el-Kûhî 85
Elongasyon 134, 148
Empedocles 319
Endülüs 10, 33, 36, 37, 40, 41, 113, 114, 117, 164, 185, 186, 201, 202, 203, 208, 209, 210, 259, 295, 296, 297, 299, 300, 301, 303, 304, 305, 306, 307, 310, 312, 314, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 327, 329, 330, 331, 332, 335, 336, 338, 340, 341
Endülüs Bilimi 296
Endülüs Ziraat Bilimi 300
Enlem 34, 45, 56, 78, 88, 95, 98, 101, 102, 108, 111, 125, 127, 129, 170, 175, 176, 177, 181, 182, 183, 184, 186, 188, 189, 196, 207, 219, 220, 222, 227, 229, 230, 234, 235, 236, 237, 240, 244, 245, 246, 252, 253, 254, 257, 261, 280, 283, 284, 288, 291, 292, 335, 347, 353, 355
Eşmerkezli 18, 19, 22, 122, 133, 137, 144, 147, 153, 236, 237, 324, 326, 358, 364, 365
Eudoxus 325, 356

F

Fârâbî 327
Farmakoloji 10, 318
Fars 15, 24, 56
Farsça 9, 10, 18, 24
Felek 15, 21, 23, 36, 45, 49, 64, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 115, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 142, 143, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 156, 157, 158, 325, 326, 338, 339, 352, 357, 364, 367
Fezârî 39, 40, 41, 83, 193, 233
Fransa 333, 336

G

Gâfikî 321, 330
Galen 103, 303, 304, 306, 319

Garlande 344
Geniza 333, 334, 341, 379
Geometri 336
Geometrik 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 31, 36, 52, 54, 56, 61, 65, 70, 72, 75, 93, 118, 175, 179, 256, 311, 316, 317, 323, 326, 337, 338, 344, 345, 350, 351, 352, 354, 368
Geometrik Modeller 355
Gerard 347, 348, 349, 350, 353, 358, 376
Gerbert 345
Gezegen 87, 92, 111, 141, 147, 311, 317, 344, 352, 361
Gırnata 10, 295, 296, 328, 329, 331
Giovanni 368, 401
Gök Küreler 55
Gökbilim 15
Gözlemevi 12, 25, 26, 31, 32, 33, 75, 224, 301
Greco-Arap 307
Grek 7, 8, 9, 19, 24, 26, 41, 42, 56, 75, 81, 85, 175, 178, 193, 304, 333, 335
Grekçe 15, 16, 18, 19, 22, 23, 35, 41, 42, 43, 335, 339, 393, 394
Gündönümü 50, 53, 55, 57, 105, 171, 202
Güneş 16, 17, 21, 22, 23, 25, 28, 29, 34, 35, 40, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 74, 75, 77, 78, 80, 82, 83, 84, 87, 89, 90, 95, 96, 104, 105, 106, 107, 113, 115, 118, 119, 120, 121, 131, 132, 134, 135, 144, 145, 148, 149, 151, 153, 154, 166, 167, 169, 171, 177, 184, 193, 194, 197, 198, 205, 206, 209, 213, 214, 216, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 251, 253, 254, 257, 280, 298, 303, 304, 305, 307, 311, 315, 316, 322, 326, 337, 338, 339, 344, 345, 347, 352, 353, 355, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 367, 368
Güneş Cetvelleri 315, 316, 323
Güneş Saati 26, 34, 184, 186, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 219, 332, 344

H

Habeşü'l-Hâsib 311
Hâkimî Zîci 33
Halîlî 183, 215, 216, 220, 221, 222, 225
Handy Tables 19, 23, 41, 43, 176, 308, 349, 350, 352, 394
Harezmî 11, 16, 40, 43, 57, 83, 85, 86, 194, 196, 208, 212, 213, 214, 231, 238, 302, 304, 307, 308, 314, 335, 336, 347, 349, 354
Haritacılık 186, 228, 239
Harrânî 73, 303
Hatt-ı İstiva 341, 354, 359, 362
Helenistik 8, 9, 18, 24, 26, 29, 42, 47, 56, 75, 166, 211, 228, 235, 313, 318

Hermann 310, 345, 346
Hıristiyan Takvimi 347
Hıristiyan Yılı 351
Hikmetevi 25
Hilal 34, 56, 57, 67, 68, 69, 72
Hint 9, 10, 17, 24, 27, 39, 40, 41, 56, 57, 75, 81, 175, 211, 215, 223, 232, 249, 250, 251, 252, 258, 259, 262, 270, 280, 283, 284, 294, 298, 305, 307, 335, 354
Hintçe 18, 24
Hipokrat 299, 304, 306, 319
Hipparchus 18, 20, 24, 26, 50, 51, 52, 54
Hülagü 31, 365
Hypsicles 24, 41

I

I. Abdurrahman 297
Isaac 325, 337

İ

İberya 272, 295, 297, 321, 322, 330, 345
İbn Bâcce 296, 313, 320, 321, 322, 324, 327, 336
İbn Bedr 331
İbn Bessâl 312, 317, 318
İbn Buklâriş 321
İbn Butlân 321
İbn Cezle 321
İbn Cülcül 299, 303, 306, 321
İbn Firnâs 302
İbn Haccâc 300, 313, 317
İbn Heysem 11, 36, 77, 84, 182, 339, 357, 358, 362, 365, 368
İbn Hurradazbih 172
İbn Kuteybe 313
İbn Luyûn 330
İbn Mâcid 249, 250, 251, 252, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266, 267, 268, 270, 272, 273, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 286, 287, 289, 291, 292, 293, 294
İbn Meymun 11, 320, 321, 323, 324, 336, 341
İbn Muâz 296, 313, 314, 323, 337
İbn Müsennâ 336
İbn Rakkâm 342
İbn Rüşd 115, 116, 320, 321, 322, 324, 326, 327, 338, 356, 358
İbn Salah 41, 42
İbn Serrâc 219
İbn Seyyid 313
İbn Sînâ 29, 46, 135, 328, 334
İbn Tufeyl 116, 320, 324
İbn Vâfid 317, 319, 321
İbn Yunus 25, 27, 34, 35, 47, 79, 182, 190, 217, 227, 341
İbn Yûnus 77
İbnü'l-'Avvâm 331
İbnü'l-Baytar 321, 329, 330
İbnü'l-Bennâ 331
İbnü'l-Eflâh 338
İbnü'l-Hâim 322, 323, 332

İbnü'l-Hatîb 328, 329, 330, 332
İbnü's-Saffâr 307, 309, 311, 345
İbnü's-Semh 309, 311, 323
İbnü'ş-Şâtır 85, 86, 117, 118, 119, 120, 121, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 153, 155, 158, 203, 204, 206, 208, 220, 339, 340, 365, 367
İbnü'ş-Şeddâd 202
İbrahim b. Ezra 335
İkbâl ve İdbâr (ileri-geri hareketi) 353, 355, 359, 360
İlmu'l-Hey'e 15
İlmu'l-Mîkât 209, 220
İshak b. Huneyn 41, 42
İshak ed-Dabbî 298
İskenderiyeli Theon 23, 44
İslam Yılı 351
İspanya 235, 246, 296, 297, 300, 303, 304, 307, 320, 328, 329, 333, 335, 337
İstanbul Kandilli Rasathanesi 207

J

Jeodezi 228
John 325, 327, 344, 345, 353, 358, 360, 376
Jübiter 21
Jüpiter 32, 92, 141, 316, 359, 361

K

Kâbe 161, 162, 163, 165, 168, 169, 170, 171, 172, 175, 190, 191, 192
Kabîsî 336
Kâdî Saîd 314, 315
Kahire Geniza'sı 333, 341
Kalasâdî 329, 331, 332
Kâsiyûn 25
Kepler 12, 140, 146, 343, 353, 368, 384
Kıble 34, 161, 164, 167, 170, 173, 175, 176, 182, 183, 188, 191
Kıftî 39
Kilise 164
Kindî 44, 306, 321
Kinematik 12, 351, 353, 354, 355, 362
Koç Burcu 346, 349, 350, 351
Konak 254
Kopernik 86, 132, 135, 140, 141, 144, 145, 146, 147, 155, 158, 159, 315, 340, 348, 350, 360, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368
Kopernikçi 357, 362
Kozmografya 15, 45, 171
Kurtuba 11, 190, 192, 201, 296, 297, 299, 301, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 310, 313, 315, 318, 321
Kurtuba Takvimi 299, 304
Kusta b. Luka 43, 46
Kuşatılmış Felek 153
Kuşçu 86, 156, 157
Kuşyar B. Lebbân 340
Kutbuddîn eş-Şîrâzî 32, 150

Kutup Yıldızı 172, 264, 265, 267, 270, 272, 279, 287, 293
Küçük Ayı 255, 270, 271, 275, 291, 293

L

Latin 7, 8, 11, 12, 13, 27, 33, 58, 73, 86, 244, 296, 297, 299, 300, 301, 303, 304, 307, 310, 313, 314, 318, 321, 323, 327, 343, 344, 345, 346, 347, 350, 352, 353, 356, 357, 359, 360, 362, 364, 367, 368, 373, 387, 391, 392
Latin Astronomlar 353
Latin Katalogları 344
Latince 45, 295, 310, 335, 342, 345, 346, 348, 350, 354, 357, 360, 367, 371, 376, 390

M

Macestî 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 35, 36, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 62, 65, 71, 74, 77, 78, 80, 84, 87, 88, 89, 90, 93, 95, 98, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 125, 137, 143, 176, 308, 309, 322, 323, 324, 334, 336, 338, 347, 348, 349, 350, 353, 354
Maestlin 140, 146, 379
Maimonides 320, 377, 388, 402
Maksî 199, 205, 217, 219
Marco Polo 259
Mars 21, 92, 95, 141, 144, 316, 355, 359
Marsilya Boylamı 347
Matematik 11, 186, 194, 196, 227, 245, 301, 313, 329, 330, 331, 334, 368
Medrese 301, 328
Menelaus 24, 41, 179, 310
Meraga 11, 29, 31, 32, 33, 36, 85, 86, 365
Meridyen 28, 254
Merrâkuşî198, 199, 205, 208, 217, 219
Mescid-i Aksa 164
Mesleme el-Mecrîtî 33, 303, 304, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314, 317, 345, 347
Mezopotamya 58, 306
Mısır 35, 45, 56, 165, 167, 169, 170, 172, 176, 189, 190, 199, 200, 205, 206, 217, 218, 219, 223, 224, 237, 318, 320, 323, 329
Mîkât 320
Montpellier 348
Moşe ben Tibbon 337
Mozarap 296, 299, 300, 304, 313
Muhammed eş-Şafra 330
Muhyiddin el-Mağribî 329
Murabıtlar 320
Muvahhidler 320
Muvakkitler 219, 224, 226, 332
Müeyyedüddin el-Urzî 31, 32, 85, 116, 121, 122, 123, 124, 129,

131, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 365

N

Nasîruddîn et-Tûsî 31, 32, 42, 331, 339, 365
Nasrîler 332
Nebâtî 321, 330
Neo-Platonik 325, 327
Nihâvendî 25

O

Optik 23, 103, 104
Organik 319
Orsa 256, 260
Ortaçağ 27, 155, 163, 165, 166, 169, 173, 174, 175, 177, 189, 201, 203, 210, 215, 216, 218, 231, 235, 246, 327, 333, 334, 335, 341, 344, 345, 346, 351, 352, 354, 355, 358, 367
Ortalama Güneş 178, 197, 352
Ortalama Hareket 314

Ö

Öklid 19, 23, 41, 60, 334
Ömer Hayyam 85, 103, 105, 106, 108, 110, 114, 116

P

Pappus 23
Paralaks 115, 322
Parisli Astronomlar 348
Pers Güneş Yılı 307
Peurbach 358, 362, 392
Phaseis 17, 18, 19, 22, 23, 43, 70, 71, 72, 390, 392, 394
Planishphaerium 310
Planisphere 345
Plato 345, 347
Platoncu 368
Presesyon 45, 46, 50, 51, 52, 54, 74, 78, 80, 346, 350, 351, 352, 355, 358, 359, 360, 362, 363, 364, 366
Pusula 253, 273

R

Raban Maur 344
Regiomontanus 323, 358, 362, 364, 392, 395
Robert Grosseteste 356
Roger Bacon 358
Rönesans 12, 73, 188, 207, 228
Rum Dili 330
Rumb 255, 284

S

Sabit b. Kurrâ 18, 363
Sabit Yıldızlar Feleği 18, 49, 55, 352
Sadru'ş-Şeri'a 145, 155
Samuel Ben Judah 337, 371
Satürn 21, 31, 92, 95, 141, 142, 316, 355, 359
Shelomo ben Eliyahu 339

Sindhind 24, 39, 40, 232, 302, 304, 307, 309, 314
Sinoptik 321
Skolastik 327, 329
Stereografik 240, 243, 244, 345
Süheyl Yıldızı 322

Ş

Şirâzî 85, 365
Şukûk 36, 77, 85, 103, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113

T

Taberistan 320
Takımyıldızı 291
Takiyyüddin 32
Terazi Burcu 351
Tezkira 128, 150, 155, 365, 367
Theodosius 23, 41
Theophrastus 318
Thomas Aquinas 357
Tıp 295, 296, 299, 301, 303, 307, 313, 318, 328, 329, 330
Tirfa 267, 268, 269
Tlemsan 331
Toledo 33, 113, 302, 304, 312, 315, 317, 318, 323, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 354, 355, 358, 359, 360, 361, 389
Toledo Cetvelleri 347, 348, 352
Torricelli 338
Toulouse Cetvelleri 348
Tropikal Koordinatlar 352, 360
Tunus 174, 202, 210, 222, 225, 239, 298, 329, 331, 332, 342
Tûsî Modeli 129, 366
Tycho Brahe 339, 358, 368

U

Ufuk Çizgisi 17
Uluğ Bey 32, 86, 340
Urcûze 298, 331
Usturlap 184, 253, 345, 346, 347

Ü

Ümit Burnu 250, 251

V

Vakit ölçümü 211, 212, 217, 219, 222
Vega 255, 291
Venedik 340, 368
Venüs 70, 71, 72, 87, 92, 95, 99, 100, 102, 115, 141, 316, 322, 349, 350, 352, 355, 361
Vizigot 296, 297, 301

Y

Yahudi Cemaati 334
Yahudi Takvimi 336
Yahya Gâzâl 302
Yakub b. Tarık 39, 40, 41
Yemen 167, 172, 173, 219, 246, 312, 340, 385, 387
Yeröte 53, 60, 84, 89, 91, 98, 105, 123, 131, 148, 155, 228, 315, 355, 360
Yezdicerd 25, 35, 307

Yıldız 53
Yıldız Yılı 52, 54, 363, 364
Yörünge 49, 50, 51, 52, 60, 88, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 107, 115, 121, 123, 124, 136, 137, 138, 140, 142, 143, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 155, 157, 357, 363, 364
Yûnyûs 300

Z

Zaragoza 296, 297, 302, 308, 312, 328
Zehrâvî 306, 312, 313, 317, 319, 321
Zerkallî 33, 54, 113, 244, 298, 309, 312, 314, 315, 316, 322, 323, 325, 326, 328, 331, 342, 346, 347, 349, 358, 362, 363, 364
Zîc 15, 25, 31, 40, 41, 79, 86, 176, 177, 181, 216, 302, 304, 307, 309, 339
Ziraat 300, 301, 312, 313, 317, 318, 320, 321, 330
Ziraat Bilimciler 301, 319
Zodyak 305, 310
Zübbân 262, 263

İSLAM BİLİM TARİHİ I

Bilim Tarihinin bir disiplin olarak doğuşundan beri filozoflar ve bilim tarihçilerinin İslam bilimine olan ilgileri ve onu araştırmaya yönelik girişimleri, hiç kesintiye uğramamıştır. Bu dönemin öncülerinden olan Condorcet, İslam bilimini, 'hurafelerin ve karanlık'ın hüküm sürdüğü bir dönemde, aydınlamanın devam ettirilen gelişiminin, bir garantisi olarak görmüştür.

On ikinci yüzyıldan itibaren Latin bilimi, Arapçadan Latinceye yapılan çeviriler olmadan anlaşılamazdı; öyle ki en ileri düzey araştırmalar dahi, Fibonacci'nin ve Nemours'lu Jordan'nın matematik üzerine yaptığı araştırmalar, Witelo'nun ya da Freiberg'li Theodoric'in optik üzerine yaptığı araştırmalar, Harezmî, Ebû Kâmil ve İbn Heysem'e atıfta bulunmuyorsa takdir edilmezdi. İslam biliminin iyi kavranması, Kepler'in astronomide, Galileo'nun kinematikte ya da Fermat'ın sayı teorisindeki buluşlarının değerini azaltmayacaktır; aksine bu, bize nerede bulunduklarını daha açık bir şekilde gösterecek, hatta çoğu durumda nerede olmadıklarını araştırmak, onları daha kesin konumlandırmamızı sağlayacaktır.

İslam bilim tarihi iki temel işlevini yerine getirebilir: Dokuzuncu yüzyıldan on dokuzuncu yüzyıla kadar klasik bilim tarihinin çok daha etkin bir şekilde anlaşılmasına imkân veren yolun açılmasını sağlamak ve İslam kültürü bilgisinin zaten ondan hiç kopmamış olan bilimsel kültür boyutuna katkıda bulunmak.

İlk cildini yayınladığımız üç ciltlik bu eser, alanında yapılan ilk sentez çalışmasıdır. Bir bütün olarak, İslam bilim tarihinin yaklaşık yedi asırdan fazla bir sürecini kapsayan ve bu konuda halen başat eser olma özelliğini koruyan İslam Bilim Tarihi, Fransızca, İngilizce ve Arapça olmak üzere üç dilde yayınlanmış ve yayınevimiz tarafından da Türkçe'ye kazandırılmıştır.

LITERA
YAYINCILIK

ISBN 975-6329-28-9