

# 11. Yüzyılda Bilim ve Teknoloji: El-Bîrûnî'nin Katkıları

## Science and Technology in the 11<sup>th</sup> Century: Contributions of Al-Bîrûnî

Atilla BİR\* , Mustafa KAÇAR\*\* 

### Öz

Bilim Tarihinin kurucusu George Sarton (1884-1956) Ebu'l Reyhan Muhammet ibn Ahmet el-Bîrûnî'yi (973-1061) Orta Çağın en özgün bilim adamlarından biri kabul eder. Yazdığı Bilim Tarihine Giriş isimli devasa eserinde 11. yüzyılın ilk yarısını *Bîrûnî* Çağı olarak adlandırır. Bîrûnî günümüzde ulaşmayı başarmış bulunan önemli eserleri bulunur. Bunlar arasında bilimin kronolojik gelişimini irdeleyen Asarı bakiye, matematiksel coğrafyanın temellerini veren *Emâkin*, döneminin matematiksel bilimlerini ve astrolojik temelleri 570 soruda özetleyen Tefhim, bir bilim ve bilgiler ansiklopedisi niteliğindeki *Kanûn*, güneş saatlerinin kuramsal temellerini veren Gölgeler ve usturlapların yapım ve kullanımını konu edinen Usturlap kitapları sayılabilir.

Bîrûnî ele aldığı matematiksel konuları bizim günümüzde anlamakta güçlük çektiğimiz ve izdüşüm yöntemini kullanarak çizdiği soyut şekillerden yararlanarak doğru bir şekilde yaklaşmakta ve yorumlamaktadır. Kanıtlarda tüm işlemler kelimelerle ifade edilmekte ve konunun hiçbir özel durumu göz ardı etmemektedir. Bulduğu sonuçlar günümüzde geçerli değerlerle uyum içindedir. Bîrûnî kendi geliştirdiği ölçü aletleri ve mekanizmalarda da çok başarılıdır. Bunlara ilişkin örnekler verilecek ve daha sonraki nesillere ne derece etkilediği tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Bîrûnî, emâkin, enlem, yer yarıçapı, mekanik takvim

### ABSTRACT

The founder of the History of Science, George Sarton (1884-1956), regards Abū Rayhān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bîrūnī (973-1061) as one of the most original scientists of the Middle Ages. In his massive work entitled Introduction to the History of Science, he calls the first half of the 11<sup>th</sup> century 'the Age of Bîrūnī'. Al-Bîrūnī has important works that have survived to the present day. Among these are *al-Aṭār al-Bāqiyya*, which examines the chronological development of science until its age; *al-Amākin*, which gave the basics of mathematical geography; *at-Taḥfīm*, which summarizes the mathematical sciences and astrological foundations of his period in 570 questions; *al-Qānūn al-Masūdī*, which is an encyclopedia of science and knowledge, and his astrolabe books on the construction and use of astrolabes, and the theoretical foundations of sundials.

Al-Bîrūnī approaches and interprets correctly using abstract shapes, although it is occasionally difficult to understand the mathematical issues he dealt with, and using the projection method. In his accounts, all mathematical processes are expressed in words and no aspect of each subject is ignored. The results he finds are in harmony with current knowledge. Al-Bîrūnī is also very successful in the measurement instruments and mechanisms he developed himself. In this article, examples of these will be given and the extent to which they affect the next generation.

**Keywords:** Al-Bîrūnī, Islamic science, radius of the earth, mechanical calendar, astrolabe, Maḥmūd of Ghazna

**Başvuru/Submitted:** 04.05.2019 **Kabul/Accepted:** 14.05.2019

\* **Sorumlu yazar/Corresponding author:** Atilla Bir (Prof. Dr.), Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Bilim Tarih Bölümü, Fuat Sezgin Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, E-posta: atilabir@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7423-7690

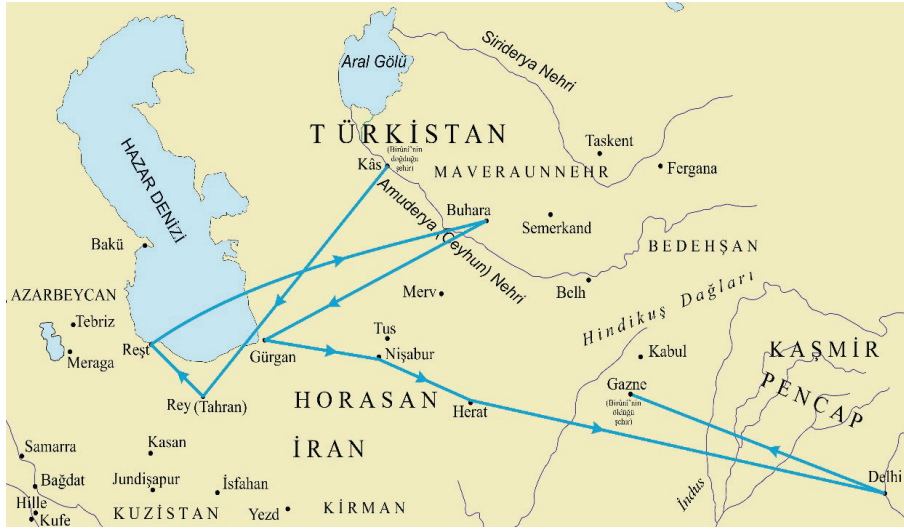
\*\* Mustafa Kaçar (Prof. Dr.), Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Bilim Tarih Bölümü, Fuat Sezgin Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, E-posta: mkacar@fsm.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5867-7976

**Atıf/Citation:** Bir, A., Kacar, M. (2020). 11. yüzyılda bilim ve teknoloji: El-Bîrûnî'nin katkıları. F. Başar, M. Kaçar, C. Kaya & A. Z. Furat (Eds.), *The 1<sup>st</sup> International Prof. Dr. Fuat Sezgin Symposium on History of Science in Islam Proceedings Book* (s. 493-503) içinde.

<https://doi.org/10.26650/PB/AA08.2020.001.035>



ilmi araştırmalarını sürdürür. *Kânûnu'l-Mesûdî* adlı astronomiyle ilgili ansiklopedik eserini Sultan Mesud'a ithaf eder. Ünlü hekim Ebû Bekir er-Râzî'nin eserine ilişkin geniş bir katalog hazırlar ve 80 yaşın üzerinde 1061 yılında vefat eder



Şekil 2: Bîrûnî'nin bilimsel seyahatleri ve yaşadığı coğrafya

### Günümüze ulaşan önemli eserleri:

- 1- *El-Âsarü'l-bâkiye 'ani'l-kurûni'l-hâliye* (Geçmiş asırlardan kalan izler): 1000 Cürcan
- 2- *Tahdîdü nihâyâti'l-emâkin li-tashihi mesâfâti'l-mesâkin* (Meskûn yerlerin uzaklıklarının belirlenmesi konusunda ulaşılan son bilgiler): 1025 Gazne.
- 3- *Et-Tefhîm fî evâ'ili sînâ'ati't-tencîm* (Astronomiyi anlamak için başlangıç kitabı): 1029.
- 4- *Tahkîku mâ li'l-Hind min makuletin fi'l-akl ev menzûle* (Hint ülkesi araştırmaları): 1030.
- 5- *El-Kanûnü'l-Mes'ûdî* (Sultan Mesut Kanunu): 1030.
- 6- *El-Cemâhir fî'l-marifeti'l-cevâhir* (Cevher bilimine bir arada sunan kitap).
- 7- *Es-Saydele fî't-tıp* (Tıbbi ilaçlar kitabı): 1050.
- 8- *Risâle fî fihristi kütübi Muhammed b. Zekeriyâ er-Râzî* (Muhammed b. Zekeriyâ er-Râzî kitapları fihristi).

Bu bildirimizde giriş kısmında belirttiğimiz gibi ilk defa Bîrûnî'nin çalışmalarından örnekler seçerek, bu örnekleri günümüz bilim dili ve bilim yöntemleriyle ifade ederek, onun bilim ve teknolojiye katkılarını açıkça ortaya koymaya çalıştık. Bu çerçevede “Bulunulan yerin enleminin belirlenmesi”, “Yer yarıçapını ölçme deneyi” ve “Bîrûnî'nin Güneş ve Ay hareketlerini temsil eden mekanik takvimi” olmak üzere toplam olarak 3 örnek seçtik.

## 2. Bulunulan Yer Enleminin Belirlenmesi

### 1- Sabit Yıldızlardan Yararlanma

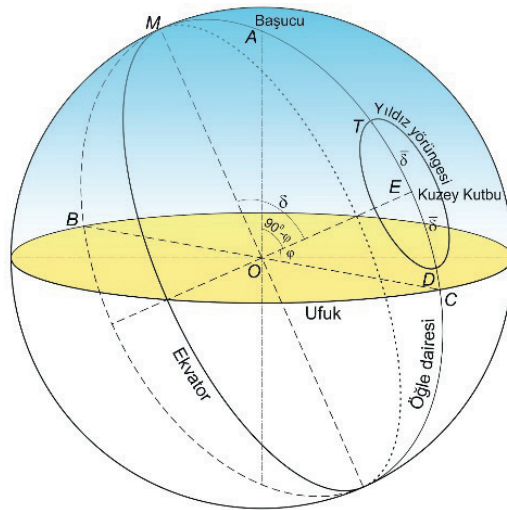
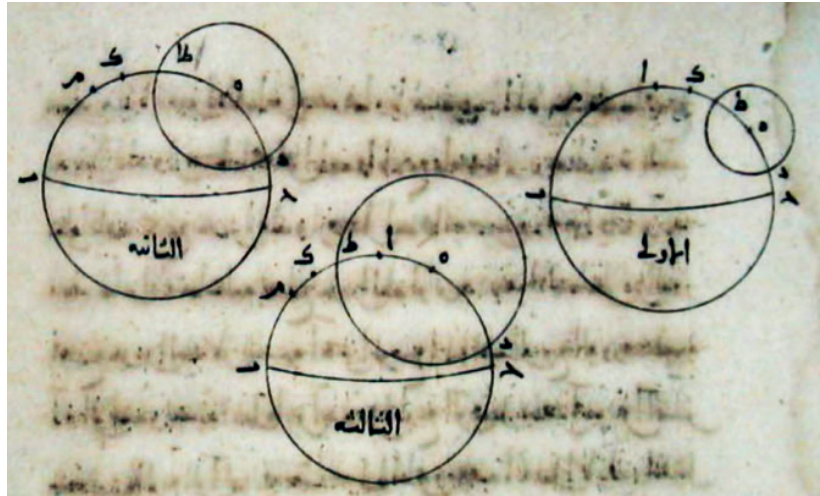
Bu örnek yazarın *Tahdîdü nihâyâti'l-emâkin li-tashihi mesâfâti'l-mesâkin* (Meskûn yerlerin uzaklıklarının belirlenmesi konusunda ulaşılan son bilgiler) isimli eserinde yer almaktadır (A. Jamil: 1967; E. S. Kennedy: 1973). İlkın, bulunulan enleminde sürekli görülen bir sabit yıldız öğle dairesinden geçerken, yıldızla ilişkin en büyük ve en küçük yükseklik açısı ölçülür. Eğer bu iki değer kutbun aynı tarafındaysa, kuzey yarıkürede bu kuzey kutbu olmak zorunluluğundadır, en küçük yükseklik en büyük yükseklikten çıkarılır ve farkın yarısı en küçük yüksekliğe eklenir. Bu toplam bulunulan yere ilişkin

enleme karşı düşer:

$$\varphi = (\widehat{TOC} - \widehat{DOC})/2 + \widehat{DOC}$$

Eğer bulunulan yerde en büyük ve en küçük yüksekliğin yönleri kutbun farklı tarafındaysa her iki değerin 90°'ye tamlayanları toplanır ve bu toplamın yarısı en küçük yüksekliğe eklendiğinde bulunulan yerin enlemini elde edilmiş olur.

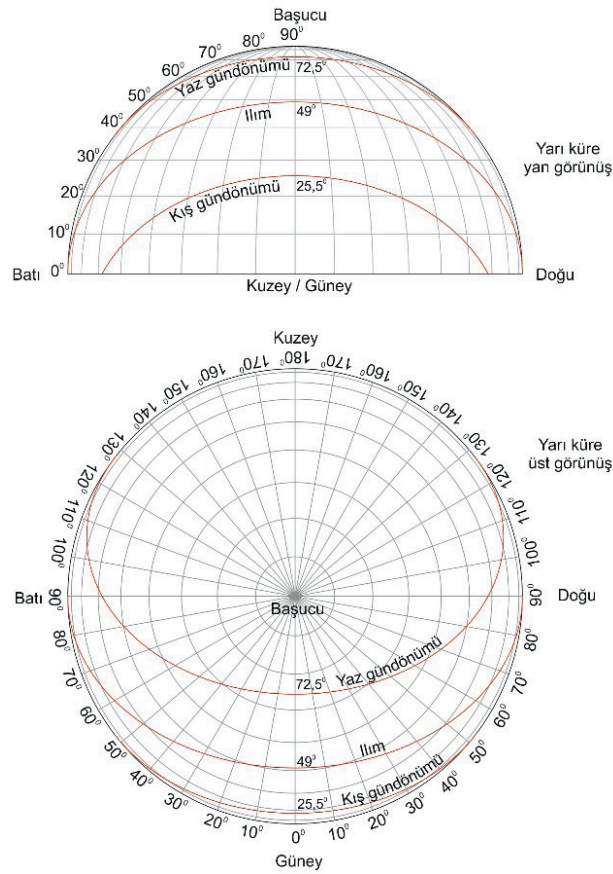
$$\varphi = [(90^\circ - \widehat{TOC}) + (90^\circ - \widehat{DOC})/2] + \widehat{DOC} = [180^\circ - (\widehat{TOC} + \widehat{DOC})]/2 + \widehat{DOC}$$



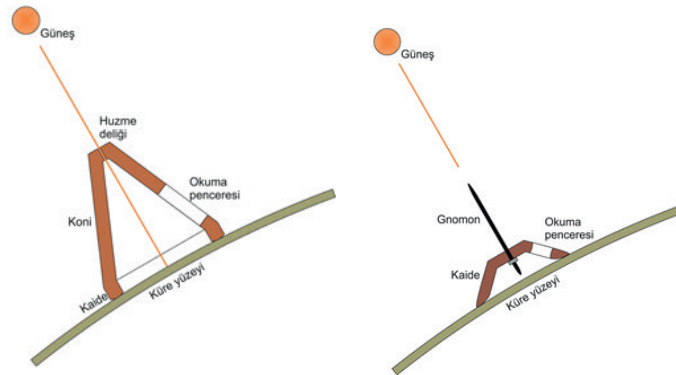
Şekil 3: Üstte özgün şekil (Emakin, Fatih 3386, 25b), altta bilgisayar çizimi ve yorumu

## 2- Güneşten Yararlanma

Bunun için yüzeyi düzeltilmiş bir yarı küre alınır. Bu küre tabanı ufka paralel ve konumunu değişmeyecek bir şekilde sabitlenir. Ayrıca düz, ucu sivri bir çubuk ya da koni alınır ve yarı küre üzerinde dolaştırılır. Günün üç farklı anında çubuk gölgesi yok olduğu ya da görüntünün küre yüzeyine düştüğü noktalar işaretlenir. Noktalar birleştirilerek yörünge dairesi elde edilir.



Şekil 4: Yarıkürenin yandan ve üstten görünüşü

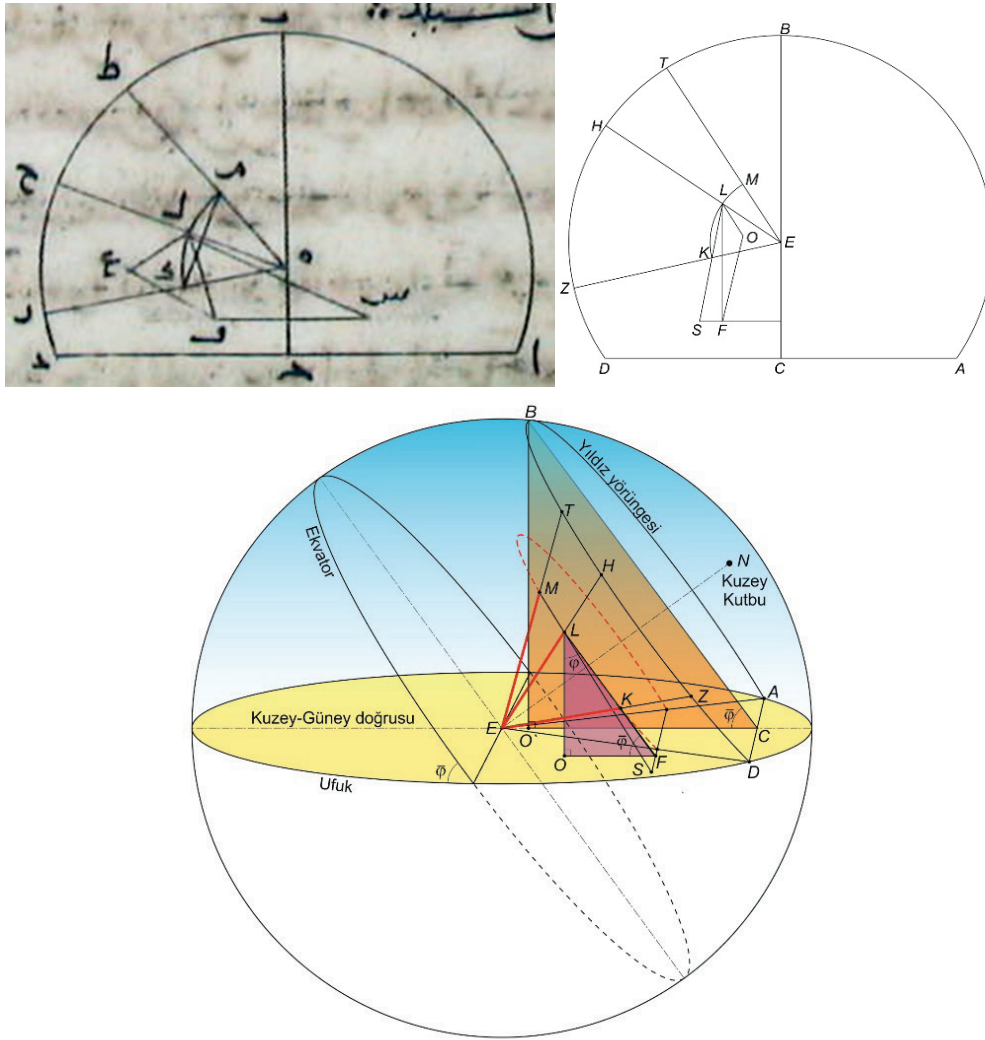


Şekil 5: Yarıkürenin üzerinde gezdirilen konilerin kesit çizimleri

### 3- Batan Bir Sabit Yıldız 3 Noktada Gözleme

Eğer Kuzey-Güney doğrusu verilmişse yöntemin uygulanması için iki çubuk yeterlidir. a) Bu durumda örneğin çubukların  $L$  ve  $K$  uçları birleştirilerek uzatılarak  $F$  noktası, bir  $LO$  çekülünden yararlanılarak  $O$  noktası ve  $OF$  doğrusu bulunur. Neticede kenarları paralel olduğundan  $LOF$  üçgeni  $BO\hat{C}$  üçgenine benzerdir ve bu nedenden  $OLF$  açısı aranan  $\varphi$  enlemine eşit olur.

Eğer Kuzey-Güney doğrusu verilmemişse üçüncü çubuktan yararlanılarak  $MLS$  ve  $LKF$  doğruları çizilir ve  $SF$  doğrusu elde edilir. Bu durumda  $SF$  doğrusuna dik çekilen  $EC$  doğrusu  $OF$  doğrusuna paraleldir. Burada da benzer  $BCO\hat{C}$  ve  $LFO$  dik üçgenleri nedeniyle  $OLF$  açısı aranan  $\varphi$  enlem açısına eşittir.

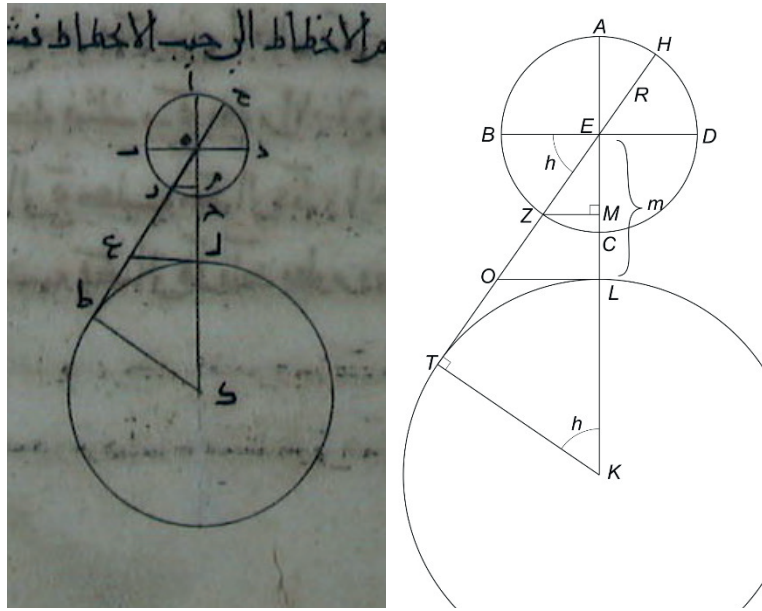


Şekil 6: Üstte özgün çizim (Emakin, Fatih 3386, 28a) ve çevirisi, altta bilgisayar çizimi

### 3. Bîrûnî'nin Yer Yarıçapını Ölçme Deneyi

Deniz kıyısında olan ya da düz bir ovaya bakan yüksek bir dağa çıkılır. Eğer deniz ya da ova dağın doğusunda veya batısında ise, gözümüz Güneşin yarısını görmeyinceye kadar söz konusu dağın üzerinden Güneş gözlenir. Güneşin o esnada alçalma açısı bir göstergeli  $ABCD$  halkasıyla ölçülür (Şekil 53 ve 53A). Göstergenin konumu  $HZ$ , Güneş alçalma açısı yayı  $BZ (= h)$  ve bunu tamlayan açının yayı  $ZC$  olur ( $= \bar{h}$ ).

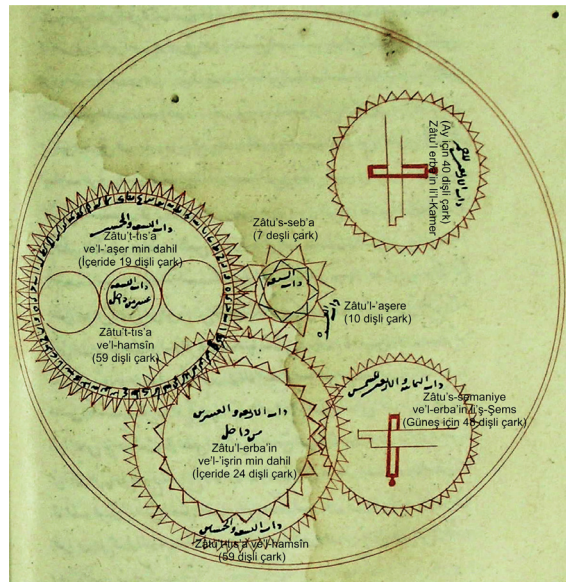
Gösterge yönünde uzanan ışın  $HEZT$  doğrusunu izler.  $T$  teğet noktası  $K$  yer merkeziyle birleştirilir. Sonra dağın  $LE$  izdüşümü çizilir ve buna  $ZM$  diki inilir. Bu durumda  $EZK$  ve  $EKT$  üçgenleri benzerdir ve yarıçapa eşit olan  $EZ (= R)$  kenarının alçalma açısı tamlayanı sinüsüne eşit olan  $ZM [= R \cdot (\cos h)]$  kenarına oran,  $EK$  kenarının  $KT$  kenarına oranı gibidir. Eğer oranlar farkı alınırsa  $EK \{= (m \cdot R) / [R \cdot (\cos h)] = (r + m)\}$  ve  $EL (= m)$  bilindiğinden ayrıca  $ZM [= R \cdot (\cos h)]$  alçaklık açısı tamlayan sinüsüne eşit olduğundan  $LK \{= r = [m / (\cos h)] - m\}$  bulunur.



Şekil 7: Solda özgün çizim (Emakin, Fatih 3386, 121a) sağda çevirisi ve yorumu

#### 4. Bîrûnî'nin Güneş ve Ay Hareketlerini Temsil Eden Mekanik Takvimi

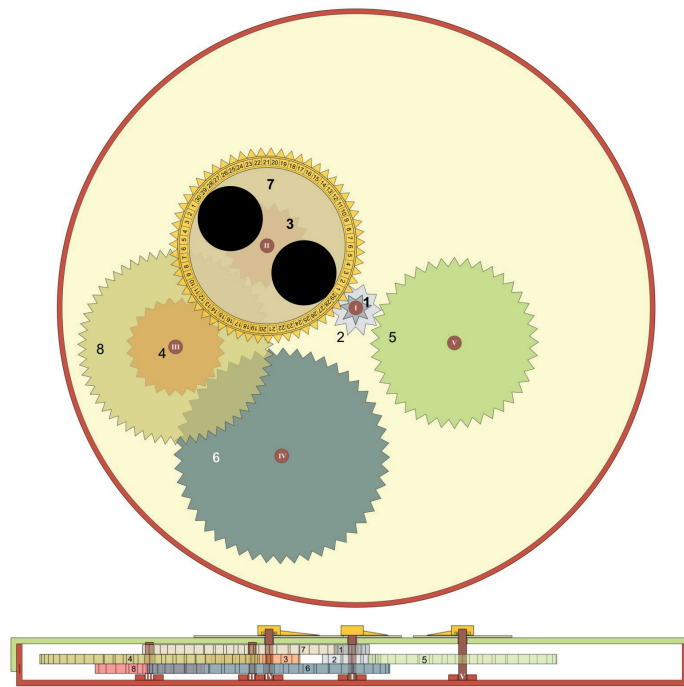
Bîrûnî usturlap türlerinin gerçekleşmesi konusunda yazmış olduğu *Kitab-ul-isti'ab-il-vücuḥ-il-mümkinē fi san'at-il-usturlab* adlı eserinde Güneş ve Ay hareketlerini temsil eden, mekanik takvim niteliğindeki bir düzenden bahseder. (E. Wiedemann: *Der Islam*, V. 4, 1913, s. 5-13; A. Bir & M. Kayral: *Otomasyon*, Şubat, 1996 s.100-102). Bu kitabın dünyanın çeşitli kütüphanelerinde 20'den fazla nüshası vardır. Ülkemizde İstanbul'da Süleymaniye kütüphanesinde inceleme fırsatını bulduğumuz (Ayasofya 2576, Carullah 1451) iki ve Topkapı Sarayında (A 3505/7) bir yazma mevcuttur. Yazma 78 konu başlığından oluşmaktadır. Burada incelenecek olan *Ay kutusu* ya da *mekanik takvim* kitapta 76'cı başlık altında 70<sup>a</sup>-72<sup>b</sup> sayfalarda ele alınmaktadır.



Şekil 8: Dişli yerleşimi veren özgün çizim (Ayasofya 2576, 71<sup>b</sup>)

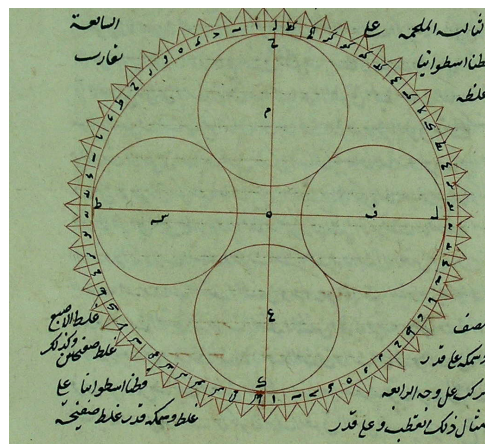
Düzen dairesel kesitli basık bakır bir kutuya yerleştirilen sekiz adet dişliden oluşur. *Şekil 8*'de düzenin özgün çizimi, *Şekil 9*'da üst kapak açık olarak üstten ve üst kapak kapalı olarak kesit bilgisayar çizimi verilmiştir. Kutunun içinde 1'den 8'e kadar numaralandırılmış bulunan sekiz adet dişli ve 5 adet eksen bulunmaktadır. Bu dişlilerin içinde 1÷2, 3÷7 ve 4÷8 numaralı dişliler aynı mile geçirilmiş ve birbirlerine lehimli üç çift eş merkezli dişliden oluşur.

Düzendeki 7 sayılı numaralı dişli 59 dişlidir ve Ay'ın periyodunu temsil eder. *Şekil 10*'de özgün çizim ve *Şekil 11*'de bu dişlinin üstten bilgisayar çizimi verilmiştir. Dişli dişlerinin dibindeki dar şerit çevre boyunca 59 kısma bölünmüştür. Kısımlar saat yönünün aksi yönde *a-b-c* kenarında 30'dan 1'e ve *c-d-a* kenarında 29'dan 1'e numaralandırılmıştır. Dişlinin *a-c* ve *b-d* eksenleri üzerinde bulunan dört adet dairenin her biri çevre dairesine ve diğer komşu dairelere teğettir. Bu dişlinin üzerinde *m* ve *ğ* merkezli daireler siyaha, *f* ve *s* merkezli dairelerle aralarında kalan kısımlar gümüş rengine boyalıdır.



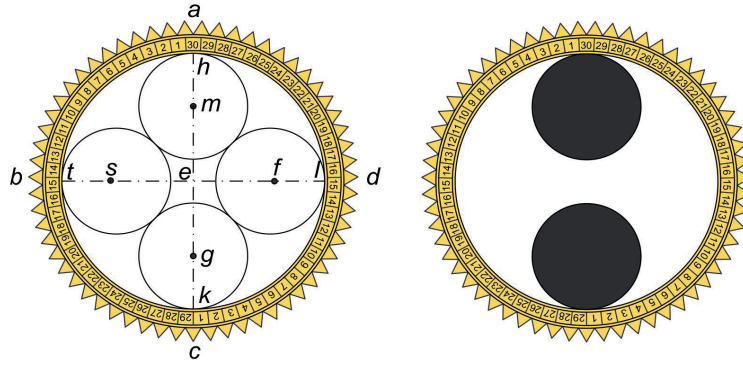
Şekil 9: Düzenin, kapağı açık olarak üstten ve kapağı kapalı olarak yandan kesit görünümü

(dişliler Arap, eksenler ise Romen rakamlarıyla numaralanmıştır).



Şekil 10: Ay fazlarını temsil eden 7 numaralı dişlinin özgün çizimi (Ayasofya 2576, 70a)



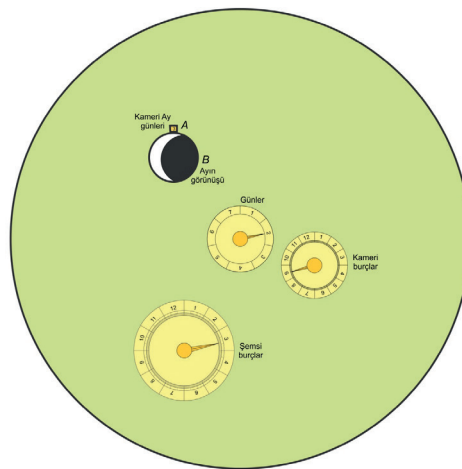


Şekil 11: Ay fazlarını temsil eden 7 numaralı dişlinin solda çizimi sağda üzerinin boyanması

Düzenin monte edildiği silindirik kutunun üzerine dairesel bir kapak geçirilmiştir (Şekil 9). 1÷2, 5 ve 6 numaralı dişlilerin eksenleri bu kapaktaki deliklerden dışarıya çıkar. 1÷2 dişlisinin eksenine geçirilen bir göstergeler bir ekranın üzerinde 7 günlük haftanın hangi gününde bulunduğunu işaret eder (Şekil 11). Benzer şekilde Ay'a ilişkin 5 numaralı dişlinin ve Güneş'e ilişkin 6 numaralı dişlilerin eksenlerindeki göstergelerin altında 12 burcu ifade eden dairesel ekranlar bulunur. Her burç ayrıca 30 alt birime ayrılmıştır. Dişlilerin dış sayıları Çizelge 1'de verilmiştir, parantez içindeki sayılar alternatif çözümlere karşı düşer:

Dişli sayısı (i)	Diş adedi (ni)
1	7
2	10
3	19 (26, 19)
4	24 (19, 23)
5	40
6	48 (49, 46)
7	59 (59, 59)
8	59 (69, 57)

Çizelge 1



Şekil 12: Düzenin üstten görünüşü

## 4.1. Sistemin Kutuya Yerleştirilmesi

Sistem daire kesitli üstü açık bir kutu ve bunun üzerine sıkı geçen bir kapağın içine yerleştirilir. I, II ve III numaralı eksenler kapakta karşılıklarına gelen deliklerden dışa uzanır. Dişliler kutunun içine yerleştirildikten sonra kapağın açılmaması için I ve III numaralı eksenlerin ucuna, tıpkı usturlapların kutup noktasına yerleştirilen ve evrenin dönüşünü simgeleyen döner örümceğin düşmesini önleyen düzende olduğu gibi mile dik açılan bir delikten geçirilen iki küçük pim geçirilir. Şekil 8’de bu iki pimin çizimi verilmiştir. Son olarak her üç milin ucuna göstergeleri taşıyan ve milin kapaktan çıktıkları delikleri örtmeyi amaçlayan birer adet başlık geçirilir. Gün göstergesi her gün 1 birim sağa doğru çevrildiğinde, diğer millerin göstergeleri ve kapaktaki deliğin altında görülen rakam ve Ay fazı da uygun bir şekilde değişir.

## 4.2. Sistemin Çalışma Şekli

Haftanın gününü belirleyen  $1\div 2$  eksenini 2 dişlisi üzerinden Ay’ın bulunduğu burcu belirleyen 5 dişlisini çevirir. Eğer  $ni$  ile  $i$  dişlisinin diş sayısı anlaşılırsa, 2 ve 5 dişlilerinin çevirme oranı  $n2/n5 = 10/40 = 1/4$  olarak elde edilir. Buna göre  $1\div 2$  eksenini, 7 güne karşı gelecek şekilde bir tur dönerse, 5 eksenini  $1/4$  turluk bir dönüş yapar. Eğer  $1\div 2$  eksenini  $4 \cdot 7 = 28$  güne karşı gelecek şekilde dönerse 5 eksenini 12 burca karşı gelecek şekilde 1 tur dönmüş olur. Böylece Ay’ın her gece hangi burçta bulunduğu öğrenilmiş olunur. Ancak gerçek kameri ay yaklaşık 29,5 gün olduğundan bu gösterge her aybaşında yaklaşık  $[360^\circ(29,5 - 28)]/28 @ 19^\circ,28$  ileri alınmalıdır.

1 ile 7 dişlileri arasındaki çevirme oranı  $n1/n7 = 7/59$  olduğuna göre  $1\div 2$  eksenini 1 gün ya da  $1/7$  kadar çevrildiğinde  $3\div 7$  eksenini  $1/59$  kadar çevrilmiş olur. Ancak 59 gün  $2 \cdot 29,5$  olduğundan 7 dişlisinin bir turu 2 kameri ay süresine karşı düşer. Kameri ayın 1’inci günün başlangıcında kapaktaki küçük dikdörtgen  $a$  penceresinde 1 sayısı görülmeye başlandığında dairesel  $b$  penceresinde sadece siyaha boyalı yüzey görülür (Şekil 12). Günler 1’den 15’e kadar arttıkça pencereden ilkin hilal şeklinde beliren ay gittikçe büyüyerek dolunaya dönüşür. Ayın 15’inden 29’una kadar ters taraftan gittikçe küçülerek tekrar hilale dönüşür ve ayın 30’unda tamamen kaybolur. Bu durumda  $b$  penceresinde  $g$  merkezli dairenin siyah yüzeyi görülür. Bu olay bir sonraki aya ilişkin 1 ile 29 günleri için aynı şekilde tekrarlanır.

Benzer şekilde 1 ile 7, 3 ile 8 ve 4 ile 6 dişlileri arasındaki çevirme oranı

$$(n7/n1). (n8/n3). (n6/n4) = (59/7).(59/19).(48/24) = (6962/133) @ 52,35$$

olarak elde edilir. Bu sayı yaklaşık olarak bir yıldaki hafta sayısına eşittir (Gerçek değer  $(\sim 365,25)/7 @ 52,18$ ’dir). Buna göre  $1\div 2$  eksenini bir tur döndüğü ya da 7 gün geçtiğinde 6 eksenini  $[7 \cdot (6962/133)] = 366,42$  günü ya da yaklaşık bir yıla karşı düşen zamanı  $[(366,42) - (365,25)] = 1,18$  günlük bir hatayla gösterir. Bu durumda 6 eksenine bağlı göstergenin altındaki kadrandan Güneş’in o gün hangi burçta bulunduğu okunur.

## 4.3. Mekanik Takvimin Çalışma Şekli

Gün dişlisi her gün bir birim çevrildiğinde takvimin üzerindeki *Günler* göstergesinden haftanın hangi gününde ve  $a$  penceresinden sırasıyla 29 ve 30 gün (ortalama 29,5 gün) çeken kameri ayın hangi gününde bulunduğu,  $b$  penceresinden o gün Ay’ın nasıl görüleceği, *Ay* göstergesinden Ay’ın ve *Güneş* göstergesinden Güneş’in o gün hangi burçta bulunduğu, özellikle senenin 9’uncu ayı olan Ramazanın başlangıcı sayısal ve görsel olarak izlenebilir. Oruç ayı yeni ayın görülmesiyle başlar ve kaybolmasıyla sona erer. Ancak gerçek takvimde, 30 yıllık hicri kameri zaman süresinin 11’ci yılında Zilhicce ayı 30 çektiğinde, sadece 7 dişlisi bir diş geri alınarak oluşacak olan hata giderilir. Ayrıca gerçek güneş yılı 365,242216 gün olması ve burada 366,42 gün olarak değerlendirilmesi nedeniyle, yılda oluşan 1,18 günlük hata tercihen 6 eksenine bağlı *Güneş* göstergesi 3 ayda bir  $\sim 0,3$  gün kaydırılarak giderilebilir ( $0,3 \text{ gün} \cdot 4 = 1,2 \text{ gün} @ 1,18 \text{ gün}$ ).

Takvim sistemindeki dişli oranlarını daha uygun seçerek kameri ayları ve şemsi günleri daha doğru gösteren bir mekanik takvim tasarlanabilir. Bîrûnî zamanındaki sınırlı teknik koşullardan yararlanırken en basit dişli oranlarını göz önünde bulundurmamayı yeğlemiştir. Ayrıca o dönemde kullanılan üçgen diş yapısıyla yüksek sürtünme kayıpları oluşur ve

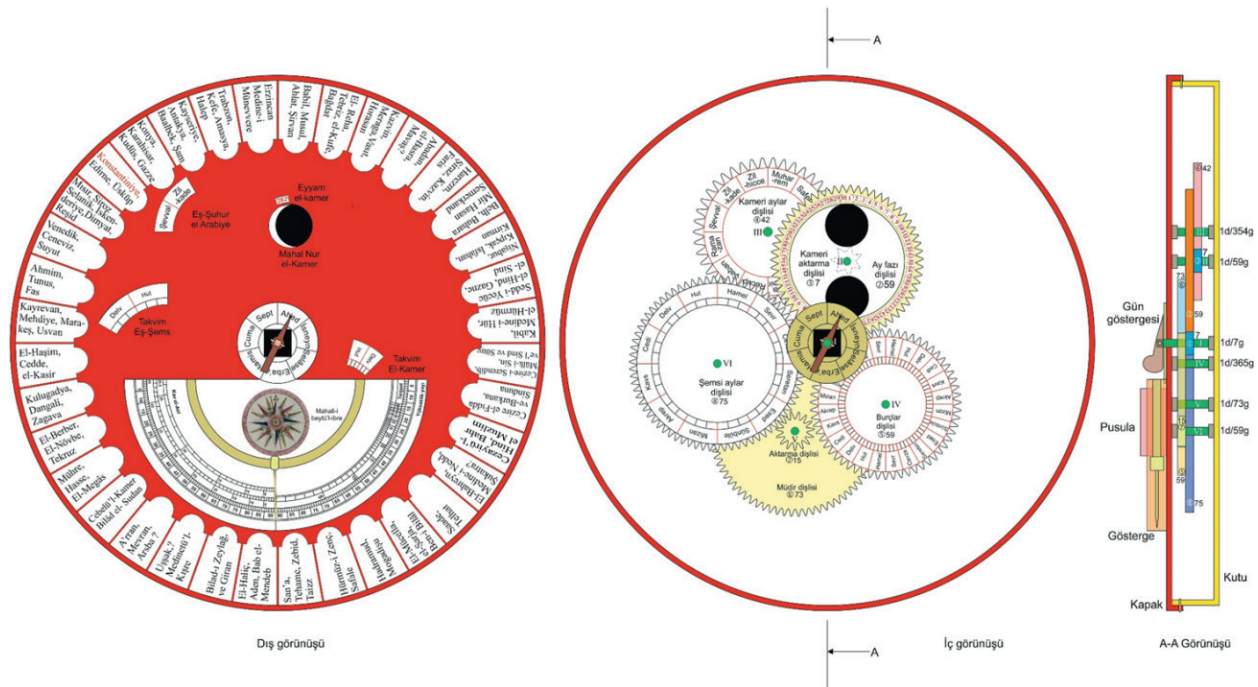
sistemin düzgün çalışması engellenir. Bîrûnî başka çevirme oranları ile daha iyi sonuçlara ulaşılamayacağını ve bu takvim yapısıyla gerçeğin hiçbir zaman temsil edilemeyeceğini ifade eder. Dişli diş sayıları için önerilen iki alternatif *Çizelge I*'de parantez içinde verilmiştir. Bunlar hesaplandığında yılı yaklaşık

$$7.(n7/n1).(n8/n3).(n6/n4) = 7.(59/7).(59/26).(49/19) @ 345 \text{ gün (hata } \sim 20 \text{ gün),}$$

$$7.(n7/n1).(n8/n3).(n6/n4) = 7.(59/7).(57/19).(46/23) = 354 \text{ gün (hata } \sim 11 \text{ gün),}$$

hesaplar. Buna karşın Bîrûnî önerisinde hata sadece 1 gündür.

Bîrûnî eserlerinin sonraki İslam bilim çevrelerine olan etkisini sergilemek için gerekirse Takiyüddin el Rasîd'in (1526-1585) mekanik ay takvimini örnek olarak verilebilir (*Şekil 13*).



Şekil 13: Takiyüddin el Rasîd'in (1526-1585) mekanik ay takvimini

## Sonuç

Bilim Tarihinin kurucusu George Sarton (1884-1956) Ebu'l Reyhan Muhammed ibn Ahmet el-Bîrûnî'yi (973-1061) Orta Çağın en özgün bilim adamlarından biri olarak kabul eder ve ayrıca 11. yüzyılın ilk yarısını *Bîrûnî Çağı* olarak adlandırır. Bîrûnî ele aldığı matematiksel konuları bizim günümüzde anlamakta güçlük çektiğimiz ve izdüşüm yöntemini kullanarak çizdiği soyut şekillerden yararlanarak doğru bir şekilde yaklaşır ve yorumlar. Kanıtlarda tüm işlemleri kelimelerle ifade eder ve konunun hiçbir özel durumu göz ardı etmez. Bulduğu sonuçları farklı yöntemler uygulayarak pekiştirmeye çalışır. Bulduğu sonuçlar günümüzde geçerli değerlerle uyum içindedir.

## Kaynakça / References

- Bir, A. ve Kayral, M. (1996). "Bîrûnî tarafından verilmiş olan Güneş ve Ay hareketlerini temsil eden mekanik bir düzen", *Otomasyon, Şubat*, 100-102.
- Jamil, A. (1967). *Kitap Tahdîd Nihâyat al-Amakin Litaşih Masâfât al-Masâkin*. Beirut: American University of Beirut.
- Kennedy, E. S. (1973). *A Commentary Upon Bîrûnî's Kitâb Tahdîd al-Amâkin*. Beirut: American University of Beirut.
- Saliba, G. (1990). Al-Bîrûnî and The Science of His Time. In M. J. L. Young, J. D. Latham and R. B. Serjeant (Eds.), *Religion, Learning and Science in the 'Abbasid Period*. New York, Port Chester, Melbourne Sydney: Cambridge University Press.
- Wiedemann, E. (1913). Ein Instrument dass die Bewegung von Sonne und Mond darstellt, nach al Bîrûnî, *Der Islam*, 4, 5-13.

