

İslâm
Ülkelerinde Buluşlar

YAYIN NO: 886

İSLÂM ÜLKELERİNDE BULUŞLAR
Ahmed Djebbar

Özgün Adı: *Les Découvertes en pays d'Islam*

© Ahmed Djebbar

© Bilge Kültür Sanat Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.
Sertifika No. 16228

1. Basım: Eylül 2018

ISBN: 978-605-9521-86-4

Genel Yayın Yönetmeni: *Ahmet Nuri Yüksel*

Kapak: *Kenan Özcan*

Sayfa Düzeni: *Nurel Naycı*

Baskı-Cilt: *Çevik Matbaacılık*

Davutpaşa Cad. Besler İş Merkezi No: 20/18-19 Topkapı / İstanbul

Tel: (0212) 501 30 19

Kapak Baskı: *Azra Matbaacılık*

BİLGE KÜLTÜR SANAT

Nuruosmaniye Cad. Kardeşler Han No: 1 Kat: 1 34110 Cağaloğlu / İstanbul

Tel: (0212) 520 72 53 (Pbx) Faks: (0212) 511 47 74

bilge@bilgeyayincilik.com www.bilgeyayincilik.com

İslâm
Ülkelerinde Buluşlar

AHMED DJEBBAR

Pedagojik koordinasyon:
Cécile de Hosson ve David Jasmin

Fransızcadan çeviren:
Dr. Reşat Uzmen

Bilge
Kültür • Sanat

İçindekiler

Önsöz	v
İlerleyen bilim, heyecan veren bir tarih	XIII
Işık ışını	1
<i>İbnü'l-Heysem, ışık ve görme</i> Cécile de Hosson	2
<i>Çevremizdeki cisimleri nasıl görürüz? Işığın bulunuşu</i> Cécile de Hosson, Véronique Delay ile birlikte	11
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	19
Akciğer (küçük) kan dolaşımı	21
<i>İbnü'n-Nefis tarafından akciğer (küçük) kan dolaşımının bulunuşu</i> Amor Chadli	22
<i>«Kanım sadece bir tur atıyor»: Akciğer kan dolaşımının bulunuşu</i> Nadia Ouahioune ve Corinne Fortin	
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	45
Gökkuşığı	47
<i>Gökkuşığı kuramı</i> Bernard Maitte	48
<i>Işık ve su: Farisî ile gökkuşığının bulunuşu</i> Cécile de Hosson, Xavier Delaville ile işbirliği yaparak	55
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	64
Usturlap	67
<i>Harizmî'den İbnü'z-Zerkale'ye, usturlap aygıtların kralı oldu</i> Philippe Dutarte	68
<i>Usturlap veya yakınlığımızdaki gök</i> Hélène Merle	83
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	101

Simetri	103
<i>İslâm ülkelerinde fen ve sanatlar: Simetri örnekleri</i>	
Bernard Maitte	104
<i>Çiniler sınıfa girince... Simetrinin incelenmesi</i> Marc Moyon	111
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	127
Su pompası	129
<i>Cezeri'nin su pompası</i> Salim al-Hassani ve Mohammed Abattouy	130
<i>Bir nehrin suyu nasıl yukarı çekilir? Cezeri'nin pompasının bulunuşu</i> Cécile de Hosson, Loïc Chesnais ve Joëlle Fourcade'in işbirliği ile	136
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	146
İmbik	149
<i>İslâm simyasına giriş</i> Robert Halleux	150
<i>İmbik ve damıtma</i> Nadia Ouahioune	155
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	167
Hassas terazi	169
<i>Tarihinin birkaç döneminde terazi</i> Mikhaylovna Rozhanskaya	170
<i>Bu sahiden altın mı? «Hassas terazinin» bulunuşu</i> Cécile de Hosson	177
<i>Çocuklar için okuma metinleri</i> Anne Fauche	189

Önsöz

632 yılından 751 yılına kadar İslâm adına fethedilmiş muazzam topraklarda yer alan pek çok şehirde VIII. yy.ın ortasından XVI. yy.ın ortasına kadar yeni bir bilimsel gelenek ortaya çıkmış ve gelişmişti. Daha önceki uygarlıkların çerçevesinde hazırlanan çifte mirastan hareketle yeni bilgiler oluşmaya başlamıştı.

Birinci miras, loncalar bünyesinde mesleklerin veya özel faaliyetlerin sözlü ve usta-çırak ilişkisi içinde aktarılan ve uygulanan, çoğunlukla gayet büyük bir maharete sahip becerileri bir araya getirmekteydi. Bunlar, uygunluk gereği şu başlıklar altında toplanması âdet olmuş bilgilerdi: askerî veya sivil teknoloji (hidrolik sistemler, otomatlar), kimya (camın ve boyaların işlenmesi, kozmetik, metal işçiliği), yönetimlerin muhasebesi ve alış-veriş hesapları, yer ölçümü ve süsleme geometrisi, vb. Bu yöntem ve tekniklerin karşılaştırmalı incelemesi bunların kökenlerinin ve içinde geliştikleri muhtelif kültürler ile olan bağlarının çeşitliliğini ortaya koymaktaydı.

İkinci miras, yazılı belgelerde korunmuş ve onlarla etrafa yayılmış teorik veya uygulamalı bilgilerden oluşur. Bunlar, genel anlamda Yunanistan'da, Hindistan'da, İranda, Mezopotamya'da ve daha az ölçüde İber Yarımadası'nda ortaya çıkmıştır. Bunların hazırlanmasında kullanılan girişimler her tarafta aynı olmamıştır: Yunan fenninin büyük bir kısmı varsayımlı ve tümdengelimli olurken Hint, Pers ve Mezopotamya fenni ise algoritma ve deney girişimlerine ayrıcalık tanımıştır.

Sonuç elde etmek ve aletler oluşturmak gibi aynı bir amaca hizmet eden bu çeşitlilik İslâm ülkelerinde de bilimin ilk adımlarında belirgin olmuştur; çünkü farklı kültür çevrelerinden gelen bilginin karmaşık unsurları, verimli sentezlere konu olmadan ve Arapça aracılığı ile birleşmiş bir ifade hâline gelmeden önce üst üste yerleştirilmiştir. Bunun sonucunda, IX. yy.dan itibaren, İslâm Devletinin merkezinde Bağdat ve Şam, Orta Asya'da Semerkant, Mağrip'te Kayravan ve İber Yarımadası'nda Kurtuba gibi bilim odakları ağı kendisini göstermiştir. X. yy.dan itibaren de bu

merkezlerle rekabet eden, İranda Rey, Mısır'da Kahire ve biraz daha geç dönemde, Müslüman Batı'da Toledo (Tuleytule), Zaragoza ve Marakeş gibi diğer merkezler eklenmiştir. Bütün bu merkezlerde bilimlerin, “evrensel” olarak nitelendirilebilecek bir standarda göre, hep aynı tarzda uygulandığını belirtmekte yarar vardır. Bir başka deyişle bu standart, daha önce belirttiğimiz gibi ifade dilinin teklifi dışında hiçbir dinî, etnik veya kültürel hususiyetle bütünleşmeden oluşmuş ve bundan dolayı bütün bu uygulamaları tanımlayabilmek için “Arap bilimleri” ifadesinin kullanılması alışagelmıştır.

İslâm şehrinin farklı sektörlerinde uygulanmakta olan ve birinci mirastan türemiş yapma becerilerinin geçerli olduğu bir asırdan fazla bir süre sonra, ikinci mirasın içeriğine erişme ihtiyacı, Halifeler ile Abbasi Devletinin ileri gelenlerinin maddi desteği ile yapılan ilk çeviriler sayesinde somutlaşmaya başlamıştır. Fakat IX. yy.ın sonundan itibaren bu noktasal girişimler, büyük genlikli, süreli -X. yy.ın ortasına kadar devam etti- bir olayla yer değiştirdiler ve Halife veya soyluların saraylarından çıkmamış sivil toplum mensupları tarafından sırtlandılar. Bu toplum kozmopolit, çok-dinli ve çok-kültürlü olduğundan söz konusu uzun çeviri faaliyetinin yaratıcılarının da bu çeşitliliği yansıtmaları yadırganmamalıdır (Arap bibliyografya çeviri faaliyeti içinde verimli Hilâlin Hristiyan topluluklarının mensuplarının da önemli ölçüde katkısından söz etmektedir). Nihayet bu olay hakkında, süresinin uzunluğunun, toplumun bazı gruplarında gerçek bir talebin gelişmesiyle izah edildiğini ilave etmek gerekir. Bu grupların mensupları genellikle koruyucu Halifelerden daha az zengindi, ama görece daha kalabalıktı. Bunlar arasında, Kindî (ö. 873'e doğru) ile Banû Mûsâ kardeşler (IX. yy.) gibi tanınmış bilim adamlarının varlığını görmek ilgi çekici olmaktadır.

Bu çeviriler, daha önceki uygarlıklarda geliştirilmiş bilimsel ve teknik bütün sahaları kapsıyordu: Sanskritçe veya Pehlevî Farsçasıyla yazılmış gökbilim (astronomi) ve Hint tıbbi eserleri, astroloji ve tıp üzerine Latince metinler, Nebatîlere ait tarım kitapları... Sayıca pek fazla olmayan bu külliyata, İÖ V. yy.dan itibaren Yunan bilimsel ve felsefi geleneği çerçevesinde üretilmiş olan çok daha önemli sayıdaki eserleri de katmak gerekir. Bunların konuları, çevirileri yapıldıktan sonra, yeni medeniyete özgün katkılar oluşturmuş olanlar dâhil, İslâm ülkelerinde uygulanan bütün bilim dallarını beslemiş veya onları doldurmuştur. Birinci sırada, III. yy.dan sonra farklı dalları zaten ortaya çıkmaya başlayan matematik gelmektedir: Pitagoras ve Nikomakos ile sayılar kuramı, Euklides ile düzlem ve uzay geometri, Appolonius ile koniler geometrisi ve Arkhimides ile

ölçüm geometrisi. Bu fen dallarıyla sıkı bağlantılı olarak gökbilim (gezegenler modeli, gökbilim tabloları ölçü aletleri) ve fizik (statik, hidrodinamik, optik) de yer almaktaydı. Nihayet, Yunanlılardan miras kalmış olan ve dönemin sınıflandırmasında daha çok sanat olarak kabul edilen bütün fen dalları bulunmaktaydı: tıp (fizyoloji, anatomi, eczacılık), mekanik (oyuna veya faydaya yönelik), kimya (deneysel veya gizemli), botanik, zooloji, tarımbilim, vd.

Bu eserde yer alan buluşlar ve yenilikler altı fen dalına dağılmış olduğundan, bunların bağlı olduğu bilimlerin genel gelişiminde bu kitabın konusunu oluşturan özgün katkıların yerini daha iyi belirlemek için bunların kendi aralarındaki gelişimlerini de tarif etmek bize daha yararlı gelmiştir.

Matematik İslâm ülkelerinde, çeşitli ekonomik (muhasabe, ticarî alışverişler) ve sanatsal (mimarlık, süsleme) faaliyetlerin ihtiyaçlarına cevap veren, daha çok uygulamaya yönelik taraflarıyla kendisini göstermeye başlamıştır. Zihinsel hesap yöntemleri, Hint konumlama sayı sistemine (sıfır ile birlikte) dayanan aritmetik işlemler, mimarî şekillerin tasarımı ve iki boyutlu süslemeye yarayan figürlerin çizimi için geometrik araçlar gibi eski konular yeniden canlandırıldı. Bu kitabın bir bölümünde ele alınan, güzel yazı sanatı ve mozaik sanatını ifade etmeye yarayan girişimler ve geometrik teknikler (simetrikler, döndürmeler, düzlem kaplama) bu çerçevede değerlendirilmiş ve mükemmelleştirilmiştir.

Matematiğin ikinci büyük yönlendirmesi, Yunanlı matematikçilerin içinden çıkamadıkları problemleri veya kendilerine sordukları veya diğer fen dallarının ortaya çıkarttığı başka problemleri çözmek isteyen araştırmacıların geliştirdiği tamamen kuramsal yönlendirmedir. Antik Çağ'dan miras kalan sonuçlar ve girişimlerden hareket ederek, yeni yönlendirmeler geliştirmeden önce, bunları yorumlamaya çalışmışlar, kimi zaman eleştirmişler, sonra matematiğin temelleri üzerinde düşünmeye başlamışlar ve sentezler oluşturmuşlardır. Cebir ve trigonometri gibi matematik dalları eski uygulamaların uzantıları ve zenginleşmelerinden ibarettir. Devşirim analizi ve sihirli kareler gibi diğerleri ise daha çok kültürel kapsam tarafından telkin edilmiş, sonra gelişme göstermiştir.

Başından beri gökbilim devletin gözdesi olmuştur. Bazı halifeler çevirileri finanse etmekle yetinmemişler, ilk gökbilimcilere gerçek siparişlerde bulunmuşlardır: takvim ve coğrafi haritaların hazırlanması, Mekke'nin yönünün belirlenmesi, günlük namaz vakitlerinin hesaplanması gibi. Bu sefer özel kişilerin (tüccarlar, hacılar, bilim adamları) dile getirdiği

ihtiyaçlara cevaben, “Harizmî’den Zerkâli’ye, usturlap aletlerin kralı oluyor” başlığı altında etraflıca anlatıldığı üzere, düzeltilen ve iyileştirilen eski aletlerle (düzlemsel usturlap, güneş kadrantları) ilgilenilmiştir. Zaman geçtikçe iyileştirme kaygısıyla (aletlerin hafifletilmesi) yeni aletler (evrensel usturlap, sinüs kadrantı) gerçekleştirilmiştir.

Ne var ki gökbilimin, bazı hatalarının ötesinde, daha az bilinen, ama bu bilimin gelişmesinde kesin etkili bir aşamayı oluşturan kuramsal bir tarafı daha vardır. Bu alanda çalışmalar, her türlü kullanım için çok sayıda gökbilim çizelgelerinin gerçekleştirilmesi, asırlarca gökbilime egemen olan ama artık yetersiz görülen Ptolemaios’un gezegenler modelinin yerini almak üzere yeni gezegen modellerinin tasarlanması üzerine hasredilmiştir. Hatta XI. yy.’ın başlarında Orta Asya’da Dünya’nın kendi ekseninde ve Güneş çevresinde dönmesine ilişkin varsayımlar üzerinde tartışmalar yapılmıştır. Sonunda bu varsayımlar, felsefi veya dinî sebeplerden değil de yalnızca o dönemde bilimsel olarak kabul edilen sebeplerden dolayı terk edilmiştir.

Yunan geleneğinin devamı olarak fizikte, özellikle dört bilim dalı, statik, dinamik, hidrodinamik ve optik gelişmiştir. Bu kitapta takdim edilen katkılardan üçü, söz konusu alanların canlılığını temsil etmektedir: Hâzinî’nin bilgelik terazisi (XIII. yy.), İbnü’l-Heysem (ö. 1041)’in ışık kuramı ve Farişi (ö. 1319)’nin gökkuşağı kuramı. Bu katkıların, bazıları için, IX. yy. başlarında başlamış olan araştırmaların sonuçları olduğunu vurgulamakta yarar vardır. Optik örneği ele alınırsa, kaynaklar bize araştırmaların öncelikle, düşman gemilerini ve kalelerini tutuşturabildiği için askerleri büyük ölçüde ilgilendiren yakıcı aynalar üzerinde başladığını öğretmektedir. Daha sonra kuramsal meraklar teknik görünümünün önüne geçmiştir. Kindî, İbn Sahl (X. yy.) ve adını verdiğimiz bunların iki ardılı tarafından sürdürülen bu incelemeler fizyolojik optik, yansıma ve kırılma kanunları ile gökte gözlemlenen bazı ışık olayları üzerinde gerçekleşmiştir.

Geleneksel Bergamalı Galen tıbbına sağlam bir şekilde dayanan Arap tıbbı eski kavramlardan ve inanışlardan kendisini kurtarmakta oldukça zorlanmış gözükmektedir. Ama bu bazı alanlarda yenilikler getirmesini de engellememiştir. Gerek yaygınlığı, gerek süresi bakımından en anlamlı katkısı, önceleri devlet temsilcileri tarafından, daha sonra vakıf sistemi aracılığı ile toplum mensupları tarafından finanse edilen hastane tıbbı olmuştur. Bu hastanelerin bazılarında akıl hastalıkları için de bölümler vardı. Aynı zamanda anatomide (insan vücudunun bazı kemiklerinin tanınması), bazı hastalıkların teşhisinde, cerrahî uygulama ve aletlerin

geliştirilmesinde ilerlemeler kaydedilmiştir; bu alanda Zehravî'nin katkıları (XI. yy.) dikkat çekmektedir. Ayrıca, XVII. yy.a kadar Avrupadaki tıp eğitimini beslemiş olan İbn Sina (ö. 1037) ve Razî (ö. 935)'nin tıp ilmine büyük katkılarını da zikretmek gerekir. Ama esas olarak, bu kitabın “İbnü'n-Nefis tarafından bulunan akciğer dolaşımı” bahsinde anlatılan küçük kan dolaşımının keşfi ile fizyolojide yeni bir yol açılmıştır. Ne yazık ki bu buluş, İbn Sina tarafında da desteklenen Galen'in kuramına sadık kalan çağdaş tıppılar topluluğu tarafından terk edilmiştir.

Mekanikte, sivil ve askerî ihtiyaçları karşılamak üzere İskenderiyeli Heron'un, Arkhimedes'in ve Bizanslı Filon'un eserleri Arapçaya tercüme edildi. Bu eserlerin içerikleri uyarlandıktan ve bazen de iyileştirildikten sonra İslâm ülkeleri mekanikçileri, özellikle otomatların ve hidrolik sistemlerin yapılmasında yenilikçi adımlar attılar. Hidrolik sistemler alanında konik supap, kamalı mil, piston ve matkap geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bazı özgün fikirler Banû Mûsâ kardeşlerin kitabında önceden yer almıştı. Ama, bu kitapta “Cezerî'nin hidrolik pompası” bölümünde sunulduğu üzere en fazla sayıda ve en dikkate değer yenilikler Cezerî (ö. 1206)'ye aittir.

Kimya, tıp ile birlikte Doğu Akdeniz medeniyetlerinin çöküşünden en iyi şekilde kurtulmuş olan bilim dalı olarak gözükmektedir. Yeni medeniyet çerçevesinde kimyanın vaktinden önce yeniden canlanması bu şekilde açıklanabilir. Nitekim VIII. yy.ın başından itibaren bu alanda, öğrencileri ile birlikte çalışmaları özgün sonuçlar doğuran meşhur Câbir b. Hayyân'ın öncülüğünün sağlam bir temel oluşturduğunu görmekteyiz. Onlardan sonra, kavurma, süblimleştirme, saflaştırma ve özellikle damıtma gibi farklı kimyasal uygulamalar, “Arap simyasına giriş” bölümünde anlatıldığı üzere anlamlı ilerlemeler kaydetmiştir. Yunanlılardan miras kalan ve Câbir tarafından geliştirilen dört element kuramı çerçevesi hep muhafaza edilerek bu çalışmalar, o zamana kadar bilinmeyen maddelerin tanımlanması, mineral asitlerin bulunması ve analizi yapılan bileşiklerin yeni sınıflandırılmalarının yapılmasıyla sonuçlanmıştır. Bu ilerlemelerde katkısı olan bilim adamları arasında Kindî ile Ebûbekir Râzî'yi saymak gerekir.

Burada kısaca sunduğumuz katkılardan bir kısmı, oldukça erken bir dönemde, İslâm ülkeleri sınırları dışında, özellikle Avrupada dolaşmaya başladı. “Arap” denen rakamlar ve usturlap X. yy.ın sonunda Avrupa'nın güneyine erişmişti. Bağdat ve Kayravan'da yayımlanan tıp kitapları, XI. yy.ın ikinci yarısında Afrikalı Konstantin tarafından Latinceye çevrildi. Ancak bu çeviri (Arapçadan Latinceye ve İbraniceye) çalışmalarının tam etkin olabilmesi

için XII. yy.ı beklemek gerekecektir. Bu olgunun iyice yaygınlaştığı Toledo ve Palermóda yeni Arapça öğrenmiş onlarca Avrupalı genç, aydın Kilise adamları ve daha sonraları Kastilya Kralı Bilge X. Alfonso tarafından desteklenip finanse edilerek, büyük bir hevesle çeviri işine girmişlerdir. Bunların çalışmaları, IX. yy.dan beri İslâm âleminde işlenen ve geliştirilen zengin Yunan, Hint ve Arap mirasının, bilim adamlarının ve uygulayıcıların hizmetine sunulmasını sağlıyordu. Bu zengin içeriğin özümsemesi yeni araştırmaların yolunu açmış ve onlar da modern bilimin ortaya çıkışına katkı sağlamıştır.

Sonuç olarak, burada sunulan buluşların içinde gerçekleştiği çerçeve ile bu buluşların güncel uzantısını etkileyen İslâm ülkelerindeki bilimsel faaliyetlerin yapısı üzerinde de birkaç gözlemde bulunmak gerekir.

Her şeyden önce kısaca tanımlanan bilimsel uygulamaların, her birinin kendi evrelerinde, hiçbir zaman zayıflamayan kültürler arası bir değişim çerçevesi içinde meydana geldiğini vurgulamak gerekir. Bilim tarihçileri de bu bilimsel çıktıların ürünü olan uygulamaların, içerikleri, formüle edilmeleri, yaklaşımları veya dile getirilmeleri düzeyinde tamamen laik karakterini gözlemlemişlerdir. Bu özellik, bir yandan bilimsel uygulamaların Müslüman kültür alanından Orta Çağ Avrupası Hristiyan alanına uzanmasını teşvik ederken İslâm ülkelerinde üretilen bilim dallarının evrensel boyutunu da güçlendiriyordu. Üstelik bu dolaşım İslâm'ın ortaya çıkışından beri kendisini gösteren ve zaman geçtikçe, özellikle Haçlı seferleri sırasında (XI. yy.ın sonu - XIII. yy.ın sonu) daha da güçlenen zıtlaşmalara rağmen gerçekleşiyordu.

Burada sunulan buluşlara gelince, zaten bilimin gelişmesi sırasında geniş ölçüde aşılacak olan buluşlar hiç şüphesiz bir aşamayı oluşturmaktadırlar. Ama bunlar bundan daha fazlasını temsil etmektedirler. Ulaşmaya çalıştıkları hedefler ve girişimler ile buluşların sahiplerini harekete geçiren dürtüler, her birinin özgüllüğünün ötesinde, o çağın farklı kültürlerine sahip bilim adamlarını yakınlaştıran özelliği temsil etmektedirler: her an bir merak, incelenen olayların sabırlı bir şekilde gözlemlenmesi, eleştirel bir yaklaşımla daha önce aynı konuda çalışmış olanların katkılarını dikkate alma, bilimi daha ileriye götürme ve her türlü engeli ortadan kaldırma yetenekleri içinde sarsılmaz bir inançla güçlendirilmiş gerçeği ısrarla arama. İşte, elinizdeki kitabın yazarları, sonuçta gayet modern ve evrensel olan bu dersi İslâm ülkelerindeki birkaç bilim adamının katkılarında okumuş ve öğretmenler ile öğrencilerin bilgisine sunmuşlardır.

Ahmed Djebbar

İlerleyen bilim, heyecan veren bir tarih

Arkhimedes (Arşimet) ve banyo teknesi, Newton ve elma, Pasteur ve kuduzdan kurtulan çocuk... Aramızdan çoğu fen derslerimizden iz bırakan bu fıkraması çağrışımları hâlâ hatırlar. Bilim tarihi sınıfta açıldığında, pek çok okul ders kitabını süsleyen meşhur bilginlerin hayat hikâyeleri ile bağlantılı olarak bu tarzda özetlenmiş şekilde takdim edilir. Ayrıca okul bilimin tarih boyutuna oldukça az yer bırakır: Dünyayı betimleyen buluşlar ve kanunlar genellikle tamamlanmış, bağımsız ve nerdeyse ezeli eserler olarak takdim edilir; ama bunların sonuçlanmasına giden yollar gene çoğunlukla göz ardı edilir. Bununla birlikte öğretilen fen ve teknikler, dâhiyane sezgilerle, deneme yanılmalarla, farklı yorumlarla, tartışmalarla... işaretlenmiş uzun bir tarihin, ayrıca hiçbir coğrafi ve kültürel bölgenin dışarıda bırakmadığı erkekler ile kadınlara ait tarihin sonucudur. Biz burada, öğretmen ile öğrencilerini ilerleyen bilimin yaşayan ve çırpıntılar gösteren tarihinin içine daldırmak için, amacı fen ve teknikler tarihinin ortak yerlerini aşan bir eser yaratmaya çalıştık.

Kitabın takdimi

İslâm Ülkelerinde Buluşlar orta ve lise sınıflarına hitap etmektedir. Eser, “Arap biliminin altın çağı” olarak adlandırılan dönemde gerçekleşmiş olan büyük bir buluşu veya olağanüstü bir teknik icadı incelemek veya basit malzemelerle yeniden yapmayı teşvik etmektedir.

İslâm Ülkelerinde Buluşlar'ın yapısı ve içeriği iki temel düşünceye dayanmaktadır. Birincisi, bir kanunun, bir kavramın hazırlanmasına veya teknik bir problemin çözümlenmesine bağlanan uğraşların ve tartışmaların ölçülmesini sağlayan tarihi bakış açısını ele alır. İkincisi, bu tarihi yol almada, ortaya çıkardığı sorularda ve iddialarda, sınıfta yapılan yer değiştirmelerin bilimin kimliğini yakınlaştırmayı ve gerçeğin bilimsel yaklaşımına ait temel güçlerinin sorgulama ve varsayımların ortaya konmasıyla

mümkün olduğunu göstermesidir. Basit bir buluşun anlatımının ötesinde, bilimsel girişimin merkezinde deneysel etkinlikleri yakalamak, öğrencileri araştırmacının etkinliğinin zamana bağlı ve toplumsal dinamiği ile kaynaştırmak ve bunu Avrupa tarihinin derinliği içine somut bir şekilde sokmak amacı güdülmüştür. Tarihî olarak verimli bazı düşüncelere dayanan bir çırağı önermek, hem öğrenci için hem de öğretmen için zengin bir bilgi olmaktadır.

Bu eserde on ilâ on üç yaş arasında öğrencilerin yapabileceği sekiz deney sunulmaktadır: görme kuramı, su pompası, imbik, gökkuşağı kuramı, beş kefe terazi, akciğer dolaşımının bulunması, İslâm süs sanatındaki simetri ve usturlap. Tarihî kapsamı içine yerleştirilen bu buluşların her biri hem İslâm bilimlerinin çeşitliliğine hem de o dönemin bilim adamlarının çalışmalarında deneysel girişimin verimliliğine tanıklık etmektedir. Bunların her biri aynı zamanda sınıfta araştırma etkinliklerini gerçekleştirmeye ve öğrencilerin düzeyine göre birçok okul programı konusunun ele alınmasına yaramaktadır. Öğretmene sınıfta bu etkinlikleri yapabilmesi için, her biri üç ayrı metinle açıklanmıştır.

Tarihî metinler, buluşu bilimsel, teknolojik ve toplumsal kapsamı içinde betimlerken onun bilimsel temellerini de ortaya çıkarmaktadır. Bu metinler, ele aldığımız bilimsel ve teknik buluşların temel düşüncelerini olduğu kadar, önlerine çıkan engelleri, yavaşlıkları da ortaya dökmektedir. İşlenen konularda uzman tarihçilerin kaleme aldığı bu metinler, öğretmenin, çocukların merakını gidermede ve bütün sınıfta güvenle bir etkinliği gerçekleştirmede bilim kültürünü tamamlamaya (ya da yeniden etkinleştirmeye) yöneliktir. Bu vesileyle öğretmen, öğrencilerin öğrenme çalışmaları sırasında karşılaşacakları bazı zorlukları yenmede ayrıntılı bir desteğe sahip olacaktır. Böylece, bir yandan öğretmenin pedagojik eylemini daha önce görülmemiş bir yola yönlendirecek, öte yandan öğrencilerin araştırmalarında hataları ve tereddütleri daha iyi değerlendirmede kendisine yol gösterecektir. Tarihî deneme-yanılmalar sınıfta -muhtemelen- olacakları açıklamakta, bazı bilgilerin hazırlanmasında harcanan süreyi ve yapılan yanlışları da öğretmektedir.

Pedagojik metinler sınıfta yürütülecek etkinlikleri sunarken öğrencileri buluş ve icat anlayışının tarihî yürüyüşü ile yüz yüze getirmek üzere düşünülmüştür. İki okul yılı boyunca yirmi kadar okulda denenen bu etkinlikler çeşitli yaklaşımlara göre araştırma girişimi ile bilim tarihini eklemlenmektedir: tarihî bir deneyin tekrarlanması, belge araştırması,

hayalî metinlerin okunması, mültimedya canlandırmasının gösterimi... Burada sunulan kısımlar zorunlu olarak tarihî olayların zaman sıralamasını izlememektedir. Çünkü bunların öncelikle öğretim amaçlarına, öğrencilerin yaşlarına ve sınıfta deneyin gereklerine uyum göstermesi gerekmektedir; bu arada sınıfta verilen bilgilerin alınmasında ilerleme sağlamak üzere öğrencilere de etkin bir taraf bırakılması öngörülmüştür.

Eğiticilere her konuda geniş bir etkinlik seçimi sunmak için, sınıfın pedagojik projesinin durumuna göre işlenen konularda bunların uyum sağlamak ve zenginleştirmek için çeşitliliğine ağırlık verdik. Bu bakımdan burada her şeyi hazır bir kılavuzdan ziyade birçok sınıf çalışmasının resimli eylemler dizisini sunduk; ayrıca başta gerekli malzeme listesi ve üzerinde çalışılacak program kavramlarını verdik.

Çocuklar için okuma metinleri, hayalî bir bakış açısından buluşu ele almaktadır. Doğu masallarından esinle iki meraklı çocuk olan Nebil ile Fazilet'in maceraları ve soruları sınıftaki çalışmalar için başlangıç noktası olacaktır. Hayal gücünü arttırmak, soruların ortaya çıkmasını sağlamak ve tartışmayı başlatmak için bunlar kullanılabilir.

Tarihî yaklaşım ve araştırma girişimi

Sınıf etkinliklerinde tarihî bakış açısı, öğrenciyi soru sormaya, gözlemlemeye, varsayımlar ortaya atmaya, deney yapmaya, kanıt ileri sürmeye... sevk etmek durumunda olan araştırma girişimini değiştirmez. Tarihî bakış fıkra anlatır gibi süsleme maksadıyla kullanılmamakta, öğrencilerin içerikle alakalı tarihî bir bilgiye kavuşması ve bilginin evrenselliği ile kültürel ve tarihî oluşumu arasındaki karmaşık ilişkinin bilincine erişmesi imkânını sunmaktadır.

İslâm ülkelerinde VII. yy. ile XIV. yy. arasında gerçekleştirilen bilimsel buluşların zenginliğini öne çıkararak, öğrenciler ile öğretmenlere bilim tarihi ile Batılı tekniklerin başka uygarlıklar, başka kültür ve coğrafya sahaları ile diyalog ve alışverişe çok şey borçlu olduklarını anlatmaya çalıştık.

Cécile de Hosson ve David Jasmin

Işık ışını

İbnü'l-Heysem, ışık ve görme <i>Cécile de Hosson</i>	2
Çevremizdeki cisimleri nasıl görürüz? <i>Işığın bulunuşu</i> <i>Cécile de Hosson, Véronique Delay ile birlikte</i>	11
Çocuklar için okuma metinleri <i>Anne Fauche</i>	19

İbnü'l-Heysem, ışık ve görme

Çevremizdeki cisimleri nasıl görürüz? Elinizde tuttuğunuz bu kitabın, ...vb.nin görünür olmasını açıklayan hangi fiziksel olay söz konusudur? Günümüzde bu tür sorular nerdeyse insanları gülümsetir ve hiç kuşkusuz bunlara verilecek bir cevabınız vardır: Cisimler görünürdür, çünkü aldıkları ışığın bir kısmını gözlerimize gönderirler. Aslında bu cevabın görece basitliğinin arkasında yüzlerce yıl süren ateşli tartışmalar vardır. Tartışmaların sonunu getirmek için XVII. yy.ın başında görmenin geometrik bir kuramını öneren fizikçi Johannes Kepler'i beklemek gerekecektir: retinada oluşan görüntü kuramı. Bu kuram, hiç şüphesiz İbnü'l-Heysem adındaki Müslüman bilim adamının XI. yy.da çalışmaları olmasaydı hiç gün ışığına çıkmayacaktı. İbnü'l-Heysem (İbn el-Haytam) o zamana kadar hiç duyulmamış bir tarzda görme mekanizması ile ilgilenmeye başlamıştı: Onunla birlikte "ışık" tam bir fiziksel kavram hâline gelmiş ve ilk kez deneysel yöntem bilimsel buluşların hazırlık çerçevesi olmuştur.

İbnü'l-Heysem'den önce Yunanlılar

İ.Ö. V. yy.dan beri birçok bilim adamı tek bir cevap üzerinde uzlaşmadan görme olayını açıklamaya çalışmıştır. Bazıları için görme, göz tarafından gönderilen "görme ateşinin" bakılan cismin yüzeyine çarpmasıyla meydana geliyordu. Bu kuram Euklides veya Ptolemaios gibi bilim adamları arasında olduğu kadar Stoacılar arasında da taraftar

bulacaktı¹. Böylece, İ.S. II. yy.da büyük hekim Galen gözün bakılan cisimlere doğru, bir sopa özelliklerine sahip bir çeşit dokunma uzantısı olan “pneuma” denen görünmez bir madde gönderdiği fikrini destekliyordu. Buna karşılık olarak, içlerinde Demokritos, Leukippos ve daha sonraları şair Lucretia'nın yer aldığı atomcular görmeyi ters bir tarzda açıklıyorlardı: Cisimler sürekli olarak, her yöne uçuşan ve hava üzerine dayanan, Yunanca *eidola* denen yayıntılar yayıyorlardı; hava da balmumu üzerine dayanan bir tampon gibi gözün sıvı unsurlarına baskı yapıyordu. Işığın kendi yapısı ise hiçbir sorgulama konusu olmuyordu.

Yukarda anlattığımız zıt kuramların ötesinde bir aracı etken fikri İ.Ö. IV. yy.da Aristoteles'ten beri ortaya çıkıyordu. Aristoteles'e göre, görme de tıpkı diğer duyular gibi, bir duyu organının (burun, ağız, göz, vb.) cisimlerden gelen özel bir etkinin, “öz duyarlılığın” etkisiyle “harekete” geçtiği bir süreçti. Aristoteles'e göre görmenin “öz duyarlılığı” da renkti: “Duyum harekete geçmek ve etkilenmekten ibarettir [...]. Organ tarafından meydana gelen tutkunluk duyumu oluşturur. [...] Öz duyarlılığı bir başka duyu tarafından algılanmayan ve hiçbir hata olasılığı bırakmayan şeye derim. Buna örnek; görme için renk, işitme için ses, tatmak için tattır².”

Orta Çağ ve klasik önceki Batı bilimi bilginleri görme “duyusu” etrafındaki zıtlaşmaları devam ettirecekler ve kendileri de “görme ateşi” ve “yayıntılar” kuramlarını benimseyeceklerdir. XIII. yy.daki, Robert Grosseste, Roger Bacon veya John Pecham³ gibi perspektifçi İngilizlerin dikkate değer katkılarına rağmen Avrupa'daki tartışmalar XVII. yy.ın başına kadar sürüp gidecekti; oysa daha XI. yy.ın başında İbnü'l-Heysem “ışığın” ilk fiziksel kavramını ortaya koyuyordu; bu kavram görmenin optik mekanizması tarihinde kesin bir ilerleme oluşturacaktı.

İbnü'l-Heysem ve görme kuramları

Ebu Ali el-Hasan b. el-Hasan b. el-Heysem (İbnü'l-Heysem) İ.S. 965 yılı dolayında Basra (Irak)'da dünyaya geldi. O zamanlar, Fatımî

Halifesi Hakim zamanında Mısır'da hüküm süren aydınlanmacı canlılığın çekiciliğiyle Kahire'ye gitti. Orada, yeni görme modelinin gelişmesinde bütün aşamalarını son derece dakik bir şekilde açıkladığı büyük optik kitabı *Kitâbü'l-Menâzır*'ı yazmaya başladı. Bu hazırlık, birinci derecede rol oynayan bir girişime veya deneye dayanıyordu: Her kuramsal öneri, bilgece düşünülmüş deneyler sırasında yapılmış olan gözlemlerden kaynaklanacak şekilde takdim ediliyordu. Bu kitap aracılığı ile İbnü'l-Heysem hiç kuşkusuz deneysel yöntemi yerleştiren ilk kişi oluyordu.

Kitâbü'l-Menâzır'ın daha ilk satırlarından itibaren İbnü'l-Heysem "görme ateşi" taraftarları ile "yayıntılar" kuramının destekçilerini karşı karşıya getiren tartışmalar konusunda, köklü bir şekilde "görme ateşi" taraftarlarının kuramını reddederek kendi görüşünü ortaya koyuyordu⁴. Bunun için kolaylıkla gözlemlenebilen iki olguya başvuruyordu: gözbeğinin büyümesi ve göz kamaşması. Önce göz kamaşması ile başlayalım. Gözlemci güneşe doğru gözlerini açtığı anda rahatsız oluyorsa, bunun anlamı gözün görme sürecinde etkin olmadığı ve herhangi bir "görme akımı" üretmediğidir. Eğer bu doğru olsaydı gözlemci gönderilen akımı denetleme imkânına sahip olacak ve parlak bir cisme bakarken hiçbir rahatsızlık duymayacaktı. Demek ki göz etken değil edilgendir ve belirli ölçüde etkisini ayarlayabileceği bir dış etkene duyarlıydı. İbnü'l-Heysem, elinde olan gözün anatomik tanımlarından hareket ederek ve kitabında bir bölümü buna hasrederek bu gerçeği anlatır.

Gözün her kısmının rolü kitapta açıkça ortaya konmuş ve gözbeğni, dışarıdan gelen bir etkenin değişimlerinin etkisi altında büyüyen veya küçülebilen küçük bir açıklık olarak gösterilmişti. Bundan dolayı İbnü'l-Heysem atomcuların kuramına da hiç itibar etmemişti. Ona göre, çok büyük olan bir dağın karşılığının gayet küçük olan göz açıklığından geçtiğini düşünmek saçmaydı. Ama o zaman, dış etken cismin bir çeşit "kopyası" değilse bu ne olabilir, diye sormaktadır. Onun için cevap basitti; bu ancak ışık olabilirdi. İşte okuyucusunu ikna edebilmek için bakın nasıl konuyu ele alır.

1. Olağan şekilde aydınlanmış olan cisimler aldıkları ışığı geri gönderirler.

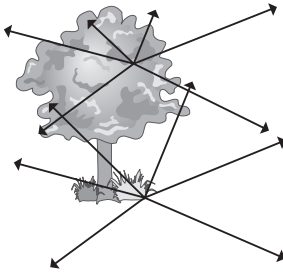
Birinci adım aydınlanmış herhangi bir cismin bir ışık kaynağı gibi davrandığını ve aldığı ışığı her yöne geri gönderdiğini kanıtlamaya dayanmaktadır. Bunun için şu deneye başvurmuştur: “Renkli bir cisim güneş ışığını alacak şekilde, gölgede kalmış bir beyaz cismin yanına yerleştirilirse, birinci cismin rengi ikinci cismin yüzeyinde belirlenecektir⁵.” İbnü'l-Heysem olayı izler ve şu açıklamayı getirir: “Kendisinden ışıklı olan bir cisimden gelen ışık (buna birincil veya esas ışık diyelim) renkli cismin yüzeyinde rastlantısal bir ışığın ortaya çıkmasına yol açar; böylece renkli cismin yüzeyinden çıkan ikincil ışık gölgeli alana yerleştirilmiş beyaz cismin yüzeyini renklendirir” (bkz. aşağıdaki şekil). Bu olgu mantığın bir sonucu değildir. Nitekim cisimler tarafından gönderilen ışık, İbnü'l-Heysem'in terminolojisini kullanmak gerekirse “ikincil” ışık görünür değildir ve genellikle algılanabilecek hiçbir etki uyandırmaz. Aydınlatılmış cisimlerin, ışık kaynağı gibi davrandığı hayal edilirse İbnü'l-Heysem uzun bir dizinin birincisi olacak olan son derece önemli kavramsal bir ilerlemeyi gerçekleştirmiştir.



İbnü'l-Heysem tarafından tarif edilen yayılım deneyinin şematik gösterimi.
Güneş tarafından aydınlatılan renkli cisim ikincil ışığı beyaz cisme gönderir, o da renklenir.

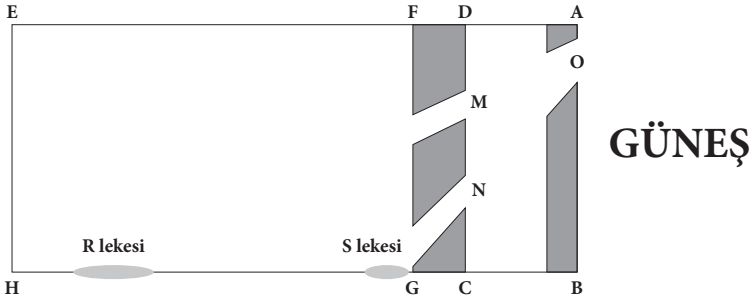
2. Kendiliğinden veya yayınım ile ışıklı cismin bir noktasından çıkan ışık doğrusal çizgi olarak yayılır.

Daha sonra İbnü'l-Heysem (ister kendiliğinden ışıklı, ister ışığı yansıtan cisimlerden gelsin) ışığın yolunu ayırt edici özellikleriyle belirlemeye çalışır ve geometrik bir model ortaya koyar. Önce herhangi bir ışık kaynağını, kendileri de duruma göre birincil veya ikincil ışık saçan küçük ışıklı noktalardan oluşan bir kümeye ayırtırmayı düşünür (bkz. aşağıdaki şekil).



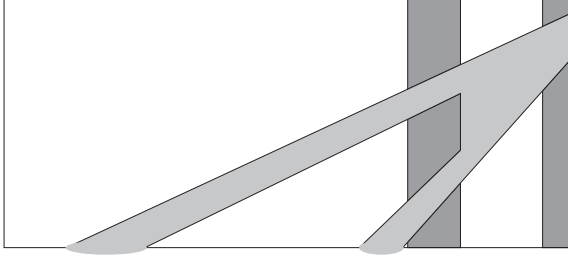
Güneşle aydınlanan bu ağaç, İbnü'l-Heysem tarafından ikincil ışığın yayımlandığı küçük noktalar kümesinden oluşmuştur (burada sadece iki nokta gösterilmiştir). Dikkat: Bu resim üzerinde birincil ışık gösterilmemiştir.

Daha sonra, delikli duvarlar yardımıyla gerçekleştirilen becerikli deneyler dizisi ile, ışığın doğru çizgiler hâlinde yayıldığını kanıtlar. Söz gelimi şu düzeneği göz önüne alalım: Bir ABCD odası, O'da yer alan bir delik aracılığıyla güneş tarafından aydınlatılmış olsun. Bu oda, üzerinde M ve N olarak iki yarığı bulunan kalın bir duvarla ikinci oda EFGH'den ayrılmış olsun (bkz. aşağıdaki şekil). EFGH odasında R ve S olarak iki ışık lekesi görülür.



Işığın doğrusal yayıldığını kanıtlamak için İbnü'l-Heysem tarafından önerilen düzeneğin şematik gösterimi (bkz. *Kitâbü'l-Menâzır*, I. Kitap, III. Bölüm).

Işık lekelerinin biçimleri ve yerleşimleri, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, onları oluşturan birincil ışığın ancak ve ancak doğru çizgi hâlinde yayılması ile açıklanabilir.



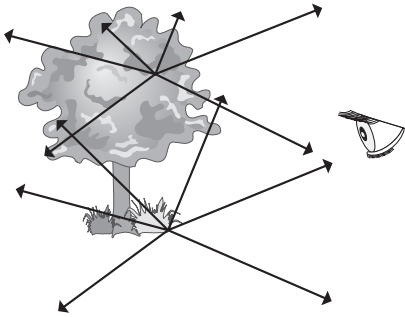
Işık lekelerinin oluşumu, güneş ışığının doğru çizgiler ile gösterilmesiyle açıklanabilmektedir.

3. Işğın göz üzerinde bir etkisi vardır

En sonda, gözün aydınlanmış cisimlerden gelen ikincil ışığı almamasıyla görmenin meydana geldiğini kanıtlamaya sıra gelmişti. Böylece ve ne kadar çelişkili gelirse gelsin İbnü'l-Heyssem kanıtlama deneyinde göz kamaşması olgusundan hareket etti. Ona göre mademki ışık gözü rahatsız ediyor ve görmeyi bozuyor, o zaman ışğın göz üzerinde özel bir etkisi olmalıydı: “Gözün yoğun bir ışık kaynağına sürekli bakması durumunda incindiğini fark ettik. Benzer şekilde bir gözlemci güneşe dönüp ona sürekli bakmaya çalışırsa güneşten gelen ışıktan dolayı gözü rahatsız olur ve ona bakamaz [...]. Bütün bunlar ışğın göz üzerinde bir etkisi olduğunu gösterir⁶.” Buradan hareketle ışğın görmenin uyarıcısı olduğuna karar verebilmek için İbnü'l-Heyssem ışğın varlığı üzerinde akıl yürütmekten çok cisimlerin (kendiliğinden veya yayınımla yoluyla) göze gönderdikleri ışık miktarı üzerinde durur. Bunun için ışğın etkilerini acının etkileriyle karşılaştırır: Göz kamaşması genellikle oldukça canlı ve kalıcı bir acı uyandırır. Buna karşılık normal bir görüş sırasında hiçbir rahatsızlık duyulmaz. Bu durumda ışğın göze erişmediği ve aydınlanmış cisimler üzerinde “kaldığı” düşünülebilir. İbnü'l-Heyssem için olay

böyle değildir. Önce cisimler aldıkları ışığı sürekli olarak yayarlar ve alınan ışığın cisim üzerinde “kalacağı” herhangi bir eşik değer yoktur. Dahası, bazı acılara nasıl tamamen dayanılabilir ise ışığın göze girmesine de dayanılabilir: “Işığın göz üzerindeki etkileri acının etkileriyle aynı doğaya sahiptir. Nasıl ki bazı acılara dayanılmaz ise tam tersine daha zayıf olan diğerleri onları algılayan organı hiç rahatsız etmez. Bu durumda böylesi acılar algılanmaz. Zayıf ve yumuşak bir ışık acı verici olmaz, oysa şiddetli bir ışık acı uyandırır. Değişen tek şey, azlık veya çokluktur⁷.” Başka bir deyişle ışık hiçbir şekilde farkına varılmadan göze girer. Bu durumda ışığın düşük bir miktarda gelmesi söz konusudur.

Işığın düz çizgi hâlinde yayılması, aydınlanmış cisimlerin ışıklı noktalar kümesinden oluşması, ışığın nicel işlenmesi: Birkaç sayfada İbnü'l-Heysem, kendi çağı ve ortak kabullerden kopmayı temsil eden, dikkat çekici bir deneysel delillendirmeye dayanan devrimci ilkeler bütünü kurmayı başarmıştı. Bu ilkelerden hareketle, kendisinden sonra gelen pek çok bilgine esin kaynağı olacak, görmenin optik bir modelini formüle etmişti: “Aydınlatılmış cisimler yüzeylerine çarpan ışıktan itibaren her yöne ışık yayarlar. Göz aydınlatılmış cismin karşısında bulunuyorsa cisimden çıkan ışığın yolu üzerinde yer almış olur. Böylece ışığın özelliği görmeye ve gözün özelliği de ışığa duyarlı olmaya ayrılmış olduğunda, cisimden hareket eden ve göze erişen ışık sayesinde görme gerçekleşir” (bkz. aşağıdaki şekil).



İbnü'l-Heysem'e göre görme modeli. Bu ağacın her noktasından kaynaklanan ışık, çok fazla ya da çok zayıf miktarda olmadıkça gözlemcinin gözüne girer ve o da ağacı görür. Burada da birincil ışık temsil edilmemiştir.

Usturlap veya elimizin altındaki gök

Ön bilgi

Gece ve gündüzlerin arka arkaya gelmesi ve Yer'den itibaren bakıldığında, gün boyu Güneş'in hareketi Yer'in kendi etrafında yirmi dört saatte dönmesine bağlıdır.

Kavramsal amaçlar

Gece boyunca, Yer'den gözlemlendiğinde, yıldızların Kutup Yıldızı'nın etrafında döndüğü görülür: Bu hareket, Yer'in kendi etrafında, Kutup Yıldızı'ndan geçen eksen üzerinde dönmesine bağlıdır.

Gün boyunca, Güneş doğudan batıya doğru yer değiştirir ve Güneş saatine göre öğlen vakti güney yönünde eğimi azalmaya başlar. Yer'den görüldüğü üzere Güneş'in gökteki yolculuğu mevsimlere göre değişiklik gösterir.

Yıl boyunca Güneş'in burç kuşağının takımyıldızları (bunlara aynı zamanda "tutulum takımyıldızları" da denir, çünkü bu takımyıldızlar Yer'in Güneş etrafındaki dönme düzlemi üzerinde yer alırlar) üzerinde yer değiştirdiği görülür: Yer'den gözlemlenen bu hareket Yer'in Güneş etrafındaki dönmesine bağlıdır.

İlköğretim son sınıfları bilim ve fen programı referansı

"Gök ve Yer: Yer'in Güneş etrafındaki hareketi; Yer'in kendi etrafında dönmesi."

IV. yy.dan XVII. yy.a kadar usturlap, özellikle gece veya gündüz saati belirlemek, gökte yıldızların veya Güneş'in yüksekliğini bulmak, yönünü kestirmek gibi birçok uygulamaya konu olmuştur. Eski Yunanlılar tarafından bulunan, sonra İslâm ülkeleri bilginleri tarafından mükemmelleştirilen bu aygıt, öte yandan Müslümanlar için bambaşka bir önem taşıyordu, çünkü günlük namaz vakitlerinde Mekke'ye doğru yönelmeyi bulmaya yarıyordu (daha fazla ayrıntı için tarihle ilgili metne bkz.).

Belgesel araştırma ve arkasından usturlap maketi imal etme çocukların tarih ile, bu aygıtın çeşitli parçaları ile yakınlaşmalarını sağlayacaktır. Bu maket yardımıyla, muhtemelen Harizmî'nin Nebil ve Fazilet ile yaptığı gibi (öğretmen sınıfta çocuklar için hazırlanmış bu metni okuyacaktır), çocuklara bu aygıtın iki uygulamasını kullanmayı öğretmeye başlayacağız. Bunlardan birincisi usturlabın astronomide kullanımı, ikincisi de, söz gelişi, bir kulenin yüksekliğini belirlemedeki kullanımı olacaktır. Bu etkinliklerin hepsi on ile on iki oturum gerektirir, ama içlerinden birçoğu birbirinden bağımsızdır.

Belgesel araştırma

Öğrenciler usturlap hakkında çeşitli bilgileri araştırmaya teşvik edilirler: Kimin tarafından bulunmuş, sonra kim onu geliştirmiştir? Ne işe yarar? Aygıtı oluşturan çeşitli öğeler hangileridir¹?

Önce Yunan, sonra İslâm dönemlerinin yer aldığı zaman çizelgesi hazırlamak ve bu aygıtın çok uzun zamandır kullanıldığını göstermekle işe başlanabilir.

Sınıf tarafından toplanan ve birleştirilen bilgiler deney defterine kaydedilebilir.

Bir usturlap yapmak

Belgesel araştırma ve görsel sunumlar öğrencilerin usturlabın değişik parçalarını keşfetmelerine imkân tanır. Her öğrenciye bu öğelerden hareketle kendi aygıtını yapması önerilir.

Malzeme

Öğrencilerin her birine çeşitli parçaların (matrisin önü ve arkası.....) kâğıt üzerine çekilmiş fotokopileri ile örümceğin saydam üzerine çekilmiş fotokopisi verilir (bkz. Ek). Ayrıca herkeste kartondan fiş, çubuk yapıştırıcı, ataşlar ve 5 cm'lik bir saman çöpü de bulunması gerekir.

İmalât fişi

1. Matrisin arkasını karton üzerine yapıştırın, daireyi kesin;
2. Matrisin ön tarafını kesin ve bunu kartonun diğer tarafına yapıştırın;
3. Alınlığı kesin ve onu güney yönünün matrisin 12 derecesine denk gelecek şekilde ön yüzüne yapıştırın;
4. İbre ile açılçeri karton üzerine yapıştırın, sonra bunları kesin;
5. Örümceği (saydam üzerinde) dış kenarları boyunca noktaları izleyerek kesin;
6. Şu öğeleri üstü üste yerleştirin: açılçer, matris (alınlık üste gelecek), örümcek ve ibre ve hepsini ortadan bir ataşla tutturun;
7. Açılçer boyunca saman çöpünü yapıştırın;
8. Asmak için delik açın ve onu kopçalarla güçlendirin;
9. Büyük ataş delikten geçirin.

Örnek aygıt imal edildikten sonra topluca yapılan inceleme bazı uyarılara yol açar ve birkaç soru ortaya atılır.

Matrisin arka yüzü

Daire üzerinde temsil edilmiş yılın on iki ayı görülür (saat ibrelerinin aksi yönünde); her ayın yanında (biraz yana kaymış olarak) takımyıldızlardan birinin adı okunur ve çocuklar yıldız falının burç isimlerine ait “singeleri” kolaylıkla tanır. Üzerinde “gölgeler” yazan bir yarım kare de görülür: Bu ne işe yarar? Açılçer dönebilir ve saman çöpü sayesinde nişan almaya yarar: Ama hangi iş için?

Matrisin ön yüzü

Alınlık üzerinde çok sayıda çember çizilmiştir; bunlardan biri özellikle 0'dan 90°'ye derecelendirilmiştir (öğrenciler açılarının ölçümünü

bilmese dahi onlara derecelerin açıları ölçmeye yaradığı ve dik bir açının 90° olduğu söylenebilir). “Paris enlemi” okunuyor ise bu usturlabın Fransa’da kullanılacağı bellidir; ama Kuzey Kutbu’nda veya Ekvator üzerinde bu aygıt yanlış sonuçlar verir. Dış halka yirmi dört saate derecelendirilmiştir.

Örümcek

Bu parça üzerinde göğün en parlak yıldızları temsil edilmiştir: Bu yıldızlar adlarının ilk harfleri ile belirlenirler ve bunları gök haritası üzerinde en parlak yıldızları gözlemleyerek tanımlamaya çalışacağız.

- “Si”, gökyüzünün en parlak yıldızı Sirius için;
- “Ald”, Aldebaran (Ülker) için;
- “Rig”, Rigel için ve “Bet” Betelgeuse (İkizlerevi) için; bunlar kışın daha iyi görünen, Orion takımyıldızının en parlak iki yıldızdır;
- “Arc”, Arcturus için;
- “Den”, Deneb, “Veg” Vega, “Alt” Altair için; bunlar yazın gökte yukarıda görülen “yaz üçgeninin” üç yıldızdır.

Bu alıştırma öğrencilerin gök ile yakınlık kurmasına ve Nebil ile Fazilet’in dile getirdiği “gök kubbe” düzlemi üzerinde temsil edilen gök haritası sayesinde bazı yıldızlar ile takımyıldızları tanımlarına imkân sağlayacaktır. Usturlabı kullanabilmek için gök ile yıldızları iyi tanımak gerekir, çünkü yıldızlar sayesinde geceleyin yön bulmak veya saati kestirmek mümkün olmaktadır. Öğretmen bu çalışmayı tamamlamak üzere bir gök gözlemi düzenleyebilir.

Çocuklar için hazırlanan metnin okunmasından sonra öğrencilerden, Nebil ile Fazilet’in geceleyin yıldızların hareketini ve Kutup Yıldızı’nın sabitliğini anlattıkları hikâyeyi yorumlamaları ve gerekirse soru sormaları istenir. Çok uzun pozlanma süresi verilmiş geceleyin gök fotoğrafının gösterilmesi yıldızların Kutup Yıldızı çevresindeki o hareketini görsel hâle getirecektir. Öğretmen, Yer’in kendi çevresinde dönmesi konusunu yorumlamakta öğrencilere yardımcı olacaktır. Kutup Yıldızı sabittir zira Yer’in dönme eksenini üzerinde yer almaktadır. Bunun için içinden bir eksen geçen bir Yer küresi kullanabilir: Küre kendi çevresinde dönerken eksene ait noktalar sabit kalmaktadır.

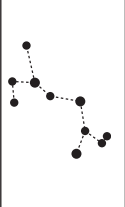
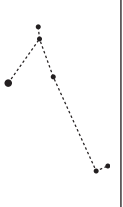
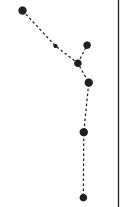
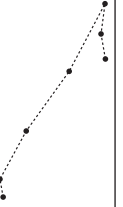
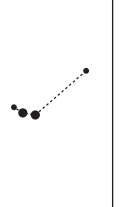
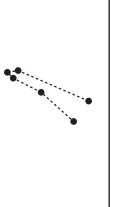

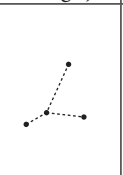
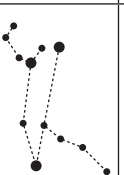
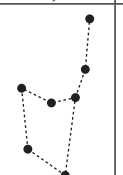
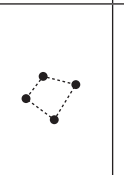
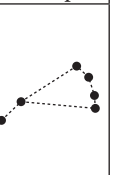
Güneş'in yıl boyunca hareketi ve arkadaki yıldızlar hakkında sorgulama

Şimdi usturlap üzerinde Güneş'in konumuyla ilgilenelim. Canlı gösteri bize örümcek çevresinde yer alan bir "takvim" ile temsil edildiğini söylemektedir: Nitekim örümcek üzerinde aylara bölünmüş bir daire görürüz. Böylece, aylar boyunca, Güneş yer değiştirir ve bir yılda "gökte bir devir" tamamlar. Bu saptama belki bir ilk sorgulamanın konusu olabilir: "Güneş aydan aya bir daire üzerinde yer değiştirirken neden yıldızlar örümcek üzerinde (örümceğin çıkıntıları) hep aynı yerdedir?"

Öğrenciler, matrisin arkasında olduğu gibi, örümcek çemberi üzerinde temsil edilmiş çeşitli ayları yeniden gözlemlerler. Öğretmen gök haritası üzerinde aynı takvimi gözlemlemelerini ister: Her ayın arkasında, kendi numarası ile işaretlenmiş, burçların bir takımyıldızına ait adı okunur. Söz gelişi, Haziran ayı (6) için Boğa burcu görünür ve Haziran ayında Güneş'in bu yönde olduğu anlaşılır. Temmuz'da (7) Güneş İkizler takımyıldızıyla ve Ağustos'ta (8) Yengeç takımyıldızıyla çakışır, vd. Böylece Güneş, her ay farklı bir burç takımyıldızıyla çakışır. Gök haritası incelenerek ve ekte verilen Burç takımyıldızları çizimlerinden yardım alınarak öğrenciler aşağıdaki tabloyu oluşturabilirler: Her ay için karşılık gelen takımyıldızın simgesi, adıyla birlikte yapıştırılır.

Öğretmen için uyarılar: Tutulum düzlemi, Güneş çevresinde Yer yörüngesi düzlemi, "burçlar takımyıldızları" veya "tutulum takımyıldızları" denen belirli sayıda takımyıldız üzerinden geçer². Tabloyu doldurmaları için öğrencilerden usturlabı değil gök haritasını kullanmaları istenir. Bu durumda, usturlabın matrisinin sırtında görünen isimler ile yaklaşık olarak bir aylık bir sapma olduğunu belki fark edeceklerdir. Bu sapma, burç simgelerinin İ.Ö. V. yy.da belirlendiği ve o zamandan beri göğün görünümünün gündönümlerinin deviniminden (Yer'in dönme eksenine göre yönlerinin değişmesi) dolayı değiştiği gerçeği ile açıklanır. Üstelik burçlar on iki eşit parçaya bölünmüş iken, takımyıldızlar çok farklı genliklere sahiptir. Hâlen burç

simgelerinin burç takımyıldızları ile uzaktan bir ilişkisi vardır, ama bu fark öğrencilere açıklanmayacaktır.

Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Yay	Oğlak	Kova	Balık	Koç	Boğa
					
Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İkizler	Yengeç	Aslan	Başak	Terazi	Akrep
					

Güneş'in burç takımyıldızlarına göre her ay konumu

Öğrenciler bu tabloyu deney defterlerine yapıştırabilir ve küçük bir metin hazırlayabilirler. Örnek: “Bu tablo, Güneş'in her ay önünden geçtiği takımyıldızlarının adını gösterir. Böylece Haziran'da Güneş, Yer'den bakan bir gözlemciye göre Boğa takımyıldızının önündedir; Temmuz'da güneş sanki doğuya doğru yer değiştirmiştir ve İkizler takımyıldızının önündedir, vs. Bir yılda Güneş ilk konumuna tekrar gelir.”

Öğretmen öğrencileri, “Güneş neden yıl boyunca yıldızların önünde yer değiştirir?” sorusunu cevaplamaya ve gerçekten olanları anlamaya yönlendirir. Bunun için her öğrenci grubuna, tutulum takımyıldızlarını temsil eden ve önceden hazırlanmış on iki etiket dağıtılır. Bu etiketleri masaları üzerinde daire şeklinde dizmeleri istenir (dikkat, usturlaba özenli bir gözlem bu takımyıldızlarının ayların sırasında, ama saat ibrelerinin ters yönünde dizildiğini gösterir). Sonra