

Kemâlüddîn El-Fârisî ve Doğuda Bilim Geleneğinin Yeniden İnşası

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Kısa Yaşam Öyküsü:

Tam adı Kemâlüddîn el-Hasan İbn Ali İbn el-Hasan el-Fârisî'dir (1267-1318). Yaşamı hakkında ayrıntılı bilgi yoktur. İslam dünyasında yetişen seçkin bilim insanlarından birisi olmasına karşın, 12. yüzyılda Batı dillerine yapılan yoğun çeviri etkinliğinin dışında kaldığı için yüz yıl öncesine kadar tanınmamıştır. Tebriz'de doğmuş, matematik ve fizik eğitimi almıştır. Biri sayılar kuramı, diğeri de ışığın kırılması ve gökkuşağının oluşumunun açıklanması olmak üzere, bilime önemli iki katkısı vardır. Kemâlüddîn el-Fârisî, 12. yüzyılın önemli astronomlarından Kutbeddîn el-Şîrâzî'nin (1236-1311) öğrencisidir. İranlı olmasına karşın matematik, fizik ve astronomi konularında kaleme aldığı kitaplarını o dönemde bilim dilinin Arapça olması dolayısıyla Farsça değil Arapça yazmıştır. Kendisini ünlü kılan eser, İbn el-Heysem'in

(965-1039) *Kitâb el-Menâzır* (Optik Kitabı) adlı kitabı üzerine yazdığı şerh *Tenkih el-Menâzır*'dır (Optik'in Düzeltilmesi).

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin bilimsel çalışmaları yeterince araştırılmamıştır. En çok tanınan çalışması *Tenkih el-Menâzır*'dır. Bunun dışında matematik konusunda *Tezkirâ el-Ahbâb fi Beyân el-Tehhâb* (Dost Sayılar Hakkında) adlı bir kitap yazmıştır. Ayrıca İbn el-Haddâm'ın aritmetik, geometri, alan ve hacim hesapları ile miras hukuku üzerine yazdığı *Kitâb el-Fevâid el-Bahiye fi el-Kavâid el-Hisabiye* (Hesap Kuralları Üzerine) adlı eseri üzerine *Esâs el-Kavâid fi Usûl el-Fevâid* (Fevaid'de Yeralan İlkeler Hakkında Temel Kurallar) adlı şerhini yazmıştır. Bunun dışında, *Tenkih el-Menâzır*'ın özeti şeklinde hazırlanmış *Kitâb el-Basair fi İlm el-Menâzır fi el-Hikme* (Optik Biliminde Görme) adlı ikinci bir optik kitabı daha vardır.

Optiğin Düzeltilmesi (Tenkih el-Menâzır)

İslam dünyasında bilimsel etkinliklerin azalmaya ve ivme kaybetmeye başladığı bir dönemde yazılmış olan *Tenkih el-Menâzır li Zuyî el-Ebsar ve el-Basair* (Göz ve Görmeyi İnceleyen Optik'in Düzeltilmesi) içeriğinin zenginliği, getirdiği çözüm önerileri ve yenilikler açısından bir başyapıttır. Kitapta edinilen bilgilerden Kemâlüddîn el-Fârisî'nin bu çalışmayı hocası Kutbeddîn el-Şîrâzî'nin denetimi ve desteğiyle hazırladığı anlaşılmaktadır. Kitap diyalog biçiminde yazılmıştır ve açıklamaların başlarında "dedi", "diyorum" ve "diyoruz" gibi üç ayrı ifade yer almaktadır. Yaptığımız incelemeler sonucunda kitapta alıntılar, yorumların ve eklemelerin bulunduğunu belirledik. Kemâlüddîn el-Fârisî, optik bilgilerinin önemli bir kısmını İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'ından doğrudan veya dolaylı olarak almıştır. Bu alıntıları ayırt etmek için "dedi" sözcüğünü, bütünüyle kendi yorumlarını ve düşüncelerini belirtmek için "diyorum" sözcüğünü, hocasıyla ortak olarak yaptıkları değerlendirmeleri ifade etmek için de "diyoruz" sözcüğünü kullanmıştır.

Kitap, İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'da tartıştığı temel problemleri yeni bir bakış açısıyla değerlendirmek amacıyla kaleme alınmıştır. Yedi makale halinde düzenlenmiştir. İlk üç makale doğrudan görme, 4., 5. ve 6. makaleler yansıma, 7. makale de kırılma konusuna ayrılmıştır. Ancak Kemâlüddîn el-Fârisî aynı zamanda bütün optik konularında kendi zamanına kadar yapılmış açıklamaları düzenlemeyi, yeniden gözden geçirmeyi, eksik yönlerini tamamlamayı ve yanlış bilgilerden arındırmayı amaçladığından, kitabına sadece *Kitâb el-Menâzır*'da incelenen konuları değil onda yer almayanları da almıştır. Kemâlüddîn el-Fârisî'nin *Tenkih el-Menâzır*'da ele aldığı diğer optik konuları şunlardır: Gökkuşağı ve halen oluşumu, karanlık oda, ışığın niteliği, gölgelerin özellikleri, ışığın küresel yüzeyli ortamlarda uğradığı değişimler. *Tenkih el-Menâzır* 1928 yılında Haydarabad'da iki cilt olarak basılmıştır. Toplam 1022 sayfadır.

Optik

Her dönemde en çok çalışılan bilimsel disiplinlerden biri olan optik, ışığın yayılımı, yansımaları, kırılması ve görme gibi ışık olaylarını sistematik bir biçimde inceleyen bilim dalıdır. Başlangıçta nesnelerin görünüşündeki değişimleri inceleyen ve "...den bakmak" anlamına gelen "perspektif" sözcüğüyle adlandırılmıştır. Antik Grek dünyasında ilk kez kuralları, konuları ve inceleme yöntemi tanımlanan perspektif, İslam dünyasında da "bakma yeri" anlamına gelen "menâzır" sözcüğüyle adlandırılmıştır. Bugün başlı başına birer inceleme alanı olarak ışığın parlak yüzeylerde uğradığı değişimleri inceleyen yansıma başlangıçta "yansıma aracılığıyla görme", ışığın yoğunluğu farklı ortamlarda hareket ederken uğradığı değişimleri inceleyen kırılma ise "kırılma aracılığıyla görme" olarak adlandırılıyordu. Dolayısıyla optik bir bütün olarak görmenin bilimidir.

Tenkîh el-Menâzır'da, İslam dünyasında başlatılan yeni optik gelenek şu ilkelere dayanmıştır:

- Optik problemleri tam anlamıyla birer geometri problemine dönüştürmek
- Optik problemleri ustalıklı hazırlanmış deney düzenekleriyle ayrıntılı olarak incelemek

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Bilimsel Çalışmaları

Kitaplarının adlarından da anlaşıldığı gibi, Kemâlüddîn el-Fârisî çalışmalarını iki alanda yoğunlaştırmıştır. Bunlardan biri matematik, diğeri de optiktir. Burada öncelikle o dönemin bilim anlayışı açısından bilimlerin doğa bilimleri (Tabiiyûn) ve matematik bilimler (Talimiyûn) olmak üzere iki gruba ayrıldığını hatırlamakta yarar var. "Talimci" sözcüğü de, o dönemin anlayışı içerisinde matematiğe (ya-

ni riyaziye) dayanan bilimlerle uğraşan kişiyi belirtmektedir. Talimî bilimler altında şu bilimler yer alır: Sayı bilimi, geometri bilimi, optik bilimi, yıldızlar bilimi, musîki bilimi, ağırlıklar bilimi, tedbirler (hiyel) bilimi. Tabiat ve matematik bilimleri arasındaki ayırım ise şöyle yapıyordu: Tabiat bilimleri değişmekte olan varlıkları inceleyen, matematik bilimleri varlıklardan tecrit edilmiş halde miktarları inceler. Çalışmaları esas alındığında, Kemâlüddîn el-Fârisî'nin ağırlıklı olarak matematiksel bilimler alanında çalıştığı anlaşılmaktadır.

a. Matematik ve Sayılar Kuramı

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin matematik çalışmaları geleneksel anlamda geometri konularıyla, İslam kültüründe önemli bir yer tutan miras hesaplamalarıyla ilgilidir. Bununla birlikte sayılar konusunda da çalışmış ve sayı kuramına önemli birkaç katkı yapmıştır. Bu başarılarından biri $x^4 + y^4 = z^4$ denkleminin tam bir çözümünün verilmesinin olanaksız olduğuna dikkat çekmesidir. Fakat $n > 2$ olması durumunda, $x^n + y^n = z^n$ denkleminin pozitif tam sayı çözümünün olmayacağını dile getiren Fermat'ın Son Teoremi'nin bu tipinin kanıtlanmasına girişmemiştir.

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin sayı kuramı konusundaki en önemli katkısı ise dost sayılarla ilgilidir. Modern gösterimde $S(n)$, n 'in kalansız veya tam bölenlerinin toplamını belirtir. Eğer $S(n) = m$ ve $S(m) = n$ ise m ve n dost sayılardır. Yani iki sayıdan birinin kalansız bölenlerinin toplamı diğeri, diğeri'nin tam bölenlerinin toplamı da diğeri sayıyı veriyorsa, bu iki sayı dost sayıdır. En küçük iki dost sayı 220 ve 284'tür. Yani 220'nin kalansız bölenlerinin toplamı 284'ü, 284'ün kalansız bölenlerinin toplamı da 220'yi verir. Kemâlüddîn el-Fârisî *Tezkirâ el-Ahbâb fî Beyân el-Tehhâb* adlı kitabında Sabit İbn Kurrâ'nın (836-901) dost sayılar üzerine oluşturduğu teoremin yeni bir kanıtmasını verir. Eğer $n > 1$ olursa, $p_n = 3, 2^n - 1$ ve $q_n = 9, 22^{n-1} - 1$ olur. Eğer p_{n-1} , p_n ve q_n asal sayılar ise o zaman $a = 2^n p_{n-1} p_n$ ve $b = 2^n q_n$ dost sayılar olur. Çalışmasının sonunda Kemâlüddîn el-Fârisî, Sabit İbn Kurrâ'nın geliştirdiği yöntemle dayalı olarak, sırasıyla $n = 2$ ve $n = 4$ olması durumunda, 220, 284 ve 17296, 18416 dost sayı çiftlerini vermiştir. Ayrıca Kemâlüddîn el-Fârisî, Sabit İbn Kurrâ'nın $n = 4$ olması koşuluyla verdiği dost sayıların doğruluğunu p_3 , p_4 ve q_4 'ün asal sayılar olduğunu kanıtlayarak göstermiştir.

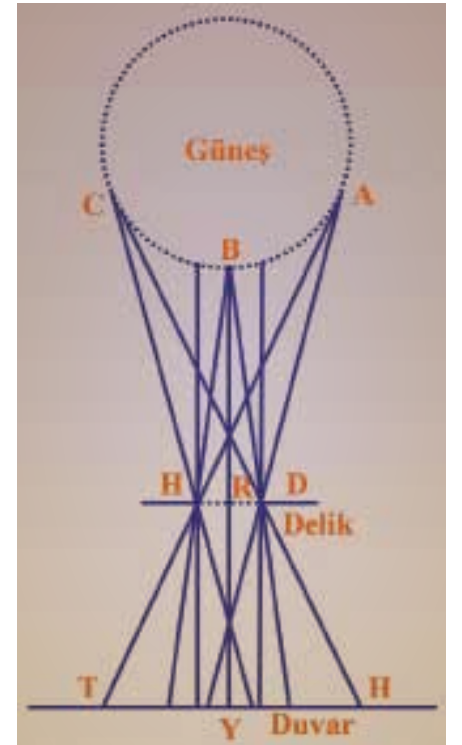
b. Işığın Doğası ve Yayılımı

Kemâlüddîn el-Fârisî ışık konusundaki temel savlarını "Işık Üzerine" adlı makalesinde serimlemiştir. Bu çalışmasının giriş bölümünde şunları yazmaktadır:

"Işığın mahiyeti (öz niteliği) hakkındaki açıklamalar doğa bilimleri, yayılımının niteliğiyle ilgili açıklamalar ise, ışıkların kaynaklarından çizgiler boyunca uzaması dolayısıyla, matematik bilimleri bilmeyi gerektirir. Benzer şekilde ışığın mahiyetiyle ilgili tartışma doğa bilimlerine, ışığın yayılım şekliyle ilgili tartışma ise matematik bilimlerine ilişkindir. Aynı durum ışığın içerisine nüfuz ettiği saydam için de geçerlidir. Işığın saydam içerisindeki durumuyla ilgili araştırma hem doğa hem de matematik bilimlerini gerektirir."

Işığın Yayılımı

Kemâlüddîn el-Fârisî, nesnelere ışık kaynağı (mudî) olanlar ve ışıklandırılmış (munîr) olanlar olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Aslında bu ayırım İslam dünyasında ışık konusuna getirilen pek çok yenilikten biridir. İbn Sînâ (973-1037) konuyu inceleyen kendinden ışıklı nesnelere için mudî ve bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılmış olanlar için de mustanîr terimlerini kullanmıştır. Bunlara karşılık olmak üzere de mudînin yaydığı ışık için dav (diya), bunun nesnelere yarattığı ışık için de nûr kelimelerini kullanmıştır. Bu ayırım çeviri yoluyla Batıya da geçmiş ve 13. yüzyıldan itibaren, bu ayırma karşılık olmak üzere getirilen lux ve lumen sözcükleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmış, bu iki sözcük arasındaki ayırım 17. yüzyıla kadar devam etmiştir.



Yukarıda ayrıntısı verilen bilim ayrımının Ortaçağ İslam düşüncesindeki etkisini ortaya koyan bu tümcelerin asıl dikkat çeken yönü, fiziksel bir olgu olarak ışığın yayılımının araştırılmasının matematikle yapılması gerektiğinin vurgulanmış olmasıdır.

Kemâlüddîn el-Fârisî incelemesinin devamında cisimleri kendinden ışıklı ve ışıklandırılmış olmak üzere ikiye ayırmakta, kendinden ışıklı cisimlerdeki bu özelliğin tözsel, ışıklandırılmış cisimlerden açığa çıkan ışığın ise ilineksel bir özellik olduğunu belirtmektedir. Daha sonra saydam ve saydam olmayan cisimler konusuna geçen Kemâlüddîn el-Fârisî ışıkların saydam olanlara nüfuz ettiğini, olmayanlara ise edemediğini belirterek, saydam cisimlerin iki kısma ayrıldığını ileri sürer. Birinci grup saydamların ışığın bütünüyle nüfuz edebildiği hava, su, cam, billur ve benzerlerinden, ikinci grup saydamların ise ışığın ancak kısmen nüfuz edebildiği ince kumaş ve ona benzer opak nesnelere oluştuğunu belirtir.

Bu açıklamalarından sonra ışığın yayılımı konusunu ele alan Kemâlüddîn el-Fârisî, ortamın saydam olması koşuluyla, ışığın ışıklı bir cisimdeki her bir noktadan düz çizgiler boyunca ancak küresel olarak yayıldığını belirtir. Küresel yayılma fikrini aslında İbn el-Heyssem ortaya atmıştır. Ancak ne onda ne de Kemâlüddîn el-Fârisî de bu küresel yayılımın tam bir açıklımını bulmak olanaklıdır. Oysaki bu kavram ışığın mahiyetinin ne olduğu konusunda karar vermemizi sağlayacak ölçütlerden biridir. Çünkü eğer küresel yayılmadan kast edilen, ışığın tıpkı durgun bir göle bırakılan bir taşın yarattığı iç içe geçmiş halkalar biçiminde yayılmışsa, o zaman ışığın mahiyetinin dalga olduğunun kabul edildiği açığa çıkar ki, bu 17. yüzyılda Huygens'in (1629-1695) ileri sürdüğü küresel yayılım fikrinin öncellenmesi anlamına gelir. Eğer küresel yayılmadan kast sadece ışığın, ışık kaynağının her noktasından karşısındaki bütün yönlere doğru, doğrusal olarak yayılmasıysa, o zaman geleneksel anlamda Antik Çağ düşünürlerinin ışık üzerine ileri sürdükleri felsefi savların bir tekrarı anlamına gelir ki, bu da

bilinenin tekrarından başka bir şey değildir. Ancak bu konuda gerekli ayrıntı bilgisi verilmediğinden rahatça bir yargıda bulunabilmek olanaklı gözükmemektedir.

Kemâlüddîn el-Fârisî ışık kaynağının yaydığı ışık ile aydınlanmanın yeğinliği arasındaki ilişkiyi yani fotometri konusunu da ele almıştır. Ona göre, kendinden ışıklı cismin her parçasından ışık yayılır. Ancak cismin bütününden çıkan yayılım, tek bir parçasından çıkan yayılımdan daha kuvvetli olur. Burada fotometrinin temel yasasına yaklaşmasına karşın, bu yasa tam olarak ifade edilememiştir. Sadece ışık kaynağının yeğinliği, dikkate alınmış, aydınlanmayla uzaklık arasındaki ilişkiye değinilmemiştir.



Tenkîh el-Menâzır'da yer alan göz çizimi
Tenkîh el-Menâzır'ın birinci makalesinin altıncı bölümünden alınan ve gözün yapısının anlatıldığı metinde mavi çerçeve içerisinde "İbn el-Heyssem dedi" ibaresi yer almaktadır.

c. Işık ve Görme

Saydam cisimlere doğrusal çizgilerde nüfuz eden ışığa "ışın" adını veren Kemâlüddîn el-Fârisî, geçmişte bazı bilim adamlarının ışınların göz, Güneş ve ateş ışınlarından oluştuğunu, göz ışınla-

rının da Güneş ve ateş ışınlarına benzer bir ışın olduğunu ileri sürdüğünü belirtir. Aslında ışığın gözden çıktığı görüşü hem Antik Çağ'da hem de İslam dünyasında taraftar bulmuş bir görüştür. Bu görüşü açık bir şekilde çürüten, ışık kaynağının göz değil nesne olduğunu kanıtlayan İbn el-Heyssem olmuştur. Kemâlüddîn el-Fârisî de ışığın nesneden geldiği görüşünü benimsemiştir. Ona göre göz, kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesneden ışık gelmediği sürece hiçbir şeyi algılayamaz.

Kemâlüddîn el-Fârisî görmenin koşullarını ise özetle şöyle açıklamaktadır.

1. Göz ile nesne arasında belirli bir mesafe olmazsa algı olmaz.
2. Nesnelere ışıklı olmadıkça ya da ışıklandırılmadıkça algılanamaz.
3. Nesnelere algılanmasının diğer bir koşulu da miktarlarının olmasıdır. Miktarı olmayan şey algılanamaz. Miktarın algılanması da algılayan gözün algı kuvvetine bağlı olarak değişir.
4. Opak nesnelere görülür, salt saydam olanlar görülemez.
5. Parlak renkli nesnelere diğerlerine göre daha kolay ve çabuk görülür.

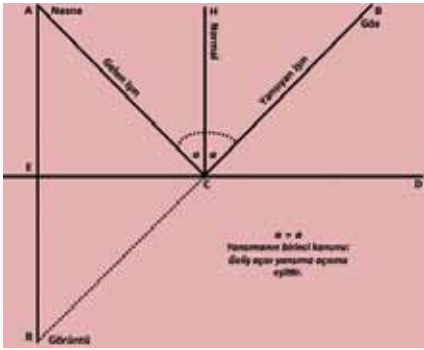
d. Yansıma

Kemâlüddîn el-Fârisî ışığın parlak (ayna) nesnelere uğradığı değişimlerin incelendiği bilim dalı olan yansıma (*catoptrics*) konusunu da ele almıştır. Şunları belirtmektedir:

"Gözün aynada algıladığı nesnenin ikincil suretleri, doğrudan görmede algıladığı suretler gibi değildir. Çünkü göz doğrudan görmede, nesneyle karşı karşıya bulunduğu her konumda nesneyi doğrudan algıladıkça, yansıma da ise belirli konumlarda algılar. (.....) Doğrudan görmede göz nesneyi o nesneden kendisine gelen ışıkla algılar. Aynı şey yansımayla oluşan görme için de geçerlidir. Eğer nesnenin sureti yansımayla göze gelirse, göz onu algılar."

Kemâlüddîn el-Fârisî, yansımayla ilgili olarak oluşan algının nitelikleri üzerinde durur. Burada savunduğu temel fikir şudur:

"Bilindiği gibi, ışıklı nesnelere her bir noktasından, karşısında bulunan bütün yönlerde doğru ışık yayıldığı açıklan-



Kemâlüddin el-Fârisî'nin düzlem aynada yansıma kanununu kanıtlaması

DCE→yansıma kesiti (ayna); B→göz; HC→Normal; A→Nesne; R→A'nın görüntüsü; CH⊥DCE, AE⊥E, RE⊥E, AE⊥RE'dir.

$$\angle BCH = \angle ACH$$

$$\angle BCD = \angle ACE$$

$$CH // AE$$

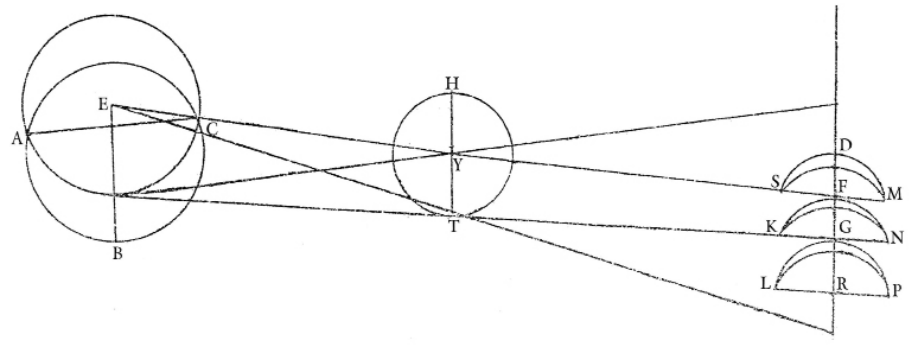
Kemâlüddin el-Fârisî'ye göre A'dan C'ye yani yansıma noktasına gelen ışın (AC), oradan geldiği aynaya eşit bir açıyla yansır (CB). A'nın görüntüsü de R'de ortaya çıkar. Çünkü düzlem aynada görüntü, yansıyan ışın çizgisinin aynanın içine doğru uzatılmasıyla ve onun gözden gelen çizgiyle kesişmesiyle (kesişme noktasında) ortaya çıkar; düzdür ve aslına eşittir.

mişti. Eğer bu yayılan ışıklar parlak bir yüzeye ulaşırlarsa, yansımaya özgü çizgilerle yansır ve bu durumda tepesi o nesnede (ışıklı nesnede), tabanı da ayna yüzeyinde olan bir koni oluşur. Daha sonra bu yüzeyden çıkan ışık da çevresindeki diğer nesnelere ulaşır. Eğer düştüğü yerde opak bir nesne varsa, o nesneyi de aydınlatmış olur ve onun yüzüne düşen bu ışık da yansır. Ancak bu yansıyan ışık opak nesnenin rengini de taşır. (.....) Yansımaya bağlı olarak ortaya çıkan görme de, yansıyan bu ışınlarla göze gelen suretlerle oluşur. (.....) Işıklı nesneden çıkan ışığın koni oluşturması gibi, yansıyan ışık da koni oluşturur.”

Bu alıntıda dikkat çeken en önemli yön, Kemâlüddin el-Fârisî'nin yansımayla ortaya çıkan görmenin geometrikleştirilerek gösterilebileceğini ve ışığın ard arda defalarca yansımaya uğratılabileceğini savlamasıdır. Kemâlüddin el-Fârisî daha sonra yansımayı düz, çukur, tümsek, çukur silindirik, tümsek silindirik, çukur konik ve tümsek konik aynalarda uygulamalı olarak ele almış ve görüntü oluşumlarını, her ayna için ayrı ayrı, çizimle göstermiştir.

e. Kırılma

Kemâlüddin el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzir*'ın yedinci makalesini kırılmaya (dioptrics) yani saydam ortamların geri-



sinde bulunan nesnelere gözün algılamasıyla oluşan görme konusuna ayırmış ve ışığın saydam ortamda kırılmaya uğramasını incelemiştir. Işığın nüfuz ettiği saydam ortamlar hava, su ve camdır. Işığın girdiği ortam az yoğunsa ışık normalden öteye, çok yoğunsa normale doğru kırılır. Kırılma açısı, ışığın düştüğü ortamın niteliğine göre, geliş açısından ya büyük ya da küçük olur. Yani ışık az yoğun ortama giriyorsa kırılma açısı daha büyük, tersi durumdaysa daha küçük olur.

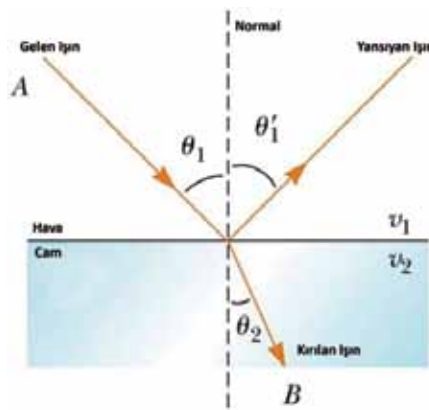
Böylece ışığın ortam farklıklarında uğradığı değişimleri ana çizgileriyle tanımlayan Kemâlüddin el-Fârisî, bundan sonra oluşturduğu bir araçla çeşitli ortamlar için deneyler yapmıştır. Deneyini küresel ve düzlem yüzeyli ortamlarda da yaparak ayrıntılandırmıştır. Ayrıca Kemâlüddin

yoğun cisim (yani ortam) ışığı az yoğun cisimden daha çok engeller. Kemâlüddin el-Fârisî böylece ışığın hızının sonsuz değil yalnızca algılanamayacak kadar hızlı olduğunu belirtmektedir.

Kemâlüddin el-Fârisî, ışık ışınlarının nüfuz ettikleri ortamların yüzeyinin ya düz ya da küresel olacağını belirtmekte ve bu ortamlar içerisinde ışınların uğradığı değişimleri irdelemektedir. Bu ikinci tip kırılma incelemelerinin tarihsel önemi çok büyüktür. Optik tarihine yakın küreler olarak geçen bu konuyu hakkıyla inceleyen kişi Kemâlüddin el-Fârisî'dir. Kemâlüddin el-Fârisî yakan küreler konusunda yaptığı deneylerden edindiği verileri gökkuşağı oluşumunun doğru olarak açıklanmasında kullanmış ve başarılı olmuştur.

f. Karanlık Oda

Bir duvarında küçük bir delik olan ve bu delik aracılığıyla dış bir nesnenin görüntüsünü karanlık bir odadaki perdeye aktarmakta kullanılan **camera obscura**'nın (karanlık oda) tarihi Antik Çağ'a kadar gider. Aristoteles'in (MÖ 384-322) konuya ilişkin bazı doğru belirlemeleri olduğu bilinmektedir. Duvarında perde bulunan karanlık bir odaya, küçük bir delik aracılığıyla güneş ışığı aktarıldığında, perdede dairesel bir görüntü oluştuğu görülür. Bunun nedeni deliğin biçiminin yuvarlak olması değil Güneş'in şeklinin küresel olmasıdır. Dolayısıyla karanlık odada ortaya çıkan görüntülerde deliğin biçiminin önemi yoktur. Bu olgunun doğru açıklanmasının ilk kez 1521'de Francesco Maurolico (1494-1575) tarafından yapıldığı kabul edilmektedir. Ancak bilim tarihi çalışmalarını, konuya ilişkin ilk deneysel incelemenin İbn el-Heysem (965-



Kırılma geometrisi

Şekilde θ , geliş açısını, θ' , yansıma açısını, θ_2 , kırılma açısını belirtmektedir. v_1 , ışığın birinci ortamdaki (hava) hızı, v_2 ikinci ortamdaki (cam) hızıdır.

el-Fârisî'ye göre eğer ışık algılanamayacak kadar çok hızlı bir hareketle saydam cisme nüfuz ederse, ortamın yoğunluğu hareketi engelleyecektir. Az yoğun ortamdaki hareket de çok yoğun ortamdaki hareketten daha kolaydır. Başka bir deyişle çok

1038) tarafından yapıldığını, daha sonra çeviri yoluyla Batı'ya aktarılan bilgilerin Vitello (öl. 1290), Roger Bacon (1220-1292), Maurolico ve daha birçok bilim ve düşün insanı tarafından ele alındığını göstermektedir. Bu çeviri etkinliğinin dışında kalmış olması dolayısıyla Kemâlüddîn el-Fârisî'nin karanlık oda çalışmaları ve bu konuya katkıları gündeme gelmemiştir. Oysa süreçte dikkat edilmesi gereken bir bilim insanı da odur.

Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzır*'da konuyu beş madde halinde incelemiştir. İncelemesinin başında şu belirlemede bulunur:

“(.....) Tutulma durumunda, güneş ışığı dar bir delikten geçip de karşı taraftaki yüzeye düştüğünde hilal şeklinde görünür. Eğer Güneş'in geriye kalan kısmı da hilal şeklinde olursa, Güneş'in tamamı tutulmamış demektir. (.....) Karşı yüzey üzerinde bulunan Güneş'in hilal kısmının ışığı, eğer delik çok dar ise ve genişliğinin sınırındaysa, hilal şeklinde olur. Eğer genişlik değişirse hilal olma durumu da kaybolur ve yuvarlak bir hal alır.”

İbn el-Heysem'in açıklamalarını da dikkate alan Kemâlüddîn el-Fârisî'ye göre, eğer delik yuvarlaksa ve üzerinde bulunduğu düzlem de perdenin tam karşındaysa, Güneş ile deliğin merkezlerini bağlayan çizgi de bu iki düzleme (perde ve delik) dikse, Güneş'in hilal kısmındaki bütün noktalar ile delik dairesindeki noktalar arasında bir ışın konisi oluşur. Bu ışın konisi delikten geçerek perdeye ulaşır, bu durumda delik ve perde arasında da, bu kez ilkinin tersi olan, bir koni ortaya çıkar ve perdeye ulaşan bu koni orada birbirine eş iç içe geçmiş ışıklı hilaller oluşturur.

Delikteki bir noktadan ışıklı hilallerin her birine uzayan her koni, biri içbükey diğeri de dışbükey olan iki yüzeyle çevrelen-

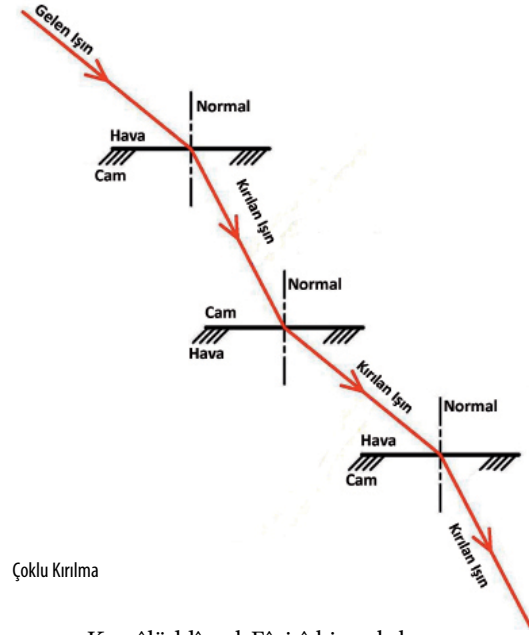
miş olur. Perdedeki görüntü yalnızca hilal olarak değil de, karanlık kısmını da içerecek şekilde bir daire olarak hesaba katıldığında, hilalin dış yayı ve iç yayının oluşturduğu daireler eşit olur. Ayrıca perdedeki görüntü karanlık oda kuralı gereği ters olacaktır. Bu durumda perdedeki hilallerin dışbükeyliği Güneş'in hilal kısmındaki dışbükeyliğin tersi yönde ortaya çıkar.

Kemâlüddîn el-Fârisî karanlık odada Güneş'in görüntüsünün hilal ve tam olma durumlarının koşullarını matematiksel olarak göstermiştir. Eğer, Ay'ın ışığının nüfuz ettiği deliğin çapı Güneş ışığının nüfuz ettiği deliğin çapının 1/18'i kadar ise Ay için söz konusu edilen deliğin yüzeyi Güneş için söz konusu edilen deliğin yüzeyinin 1/324'ü kadar olur. Bu durumda delik ancak hissedilebilecek büyüklükte bir noktadır ve buradan nüfuz eden ışığın zayıf olması dolayısıyla ortaya çıkan hilal görüntü algılanamaz. Eğer deliğin çapı hilali oluşturan deliğin çapının 10 katı kadar ise ortaya çıkan ışık yuvarlak olur.

g. Gökkuşağının Oluşumu

Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzır*'da “yakın küreler” üzerine yaptığı incelemesinin başlangıcında, “Parlak saydam küre aracılığıyla suretlerin elde edilmesinin dört şekli vardır” diyerek, ışık ışınlarının cam kürelerde uğradığı değişimleri başarılı bir şekilde belirlemiştir. Ona göre, Güneş'ten çıkan ışık ışınları bir yansıma ya da kırılma yüzeyiyle karşılaştıklarında, yansıyarak ya da kırılarak bir başka noktaya ulaşırlar. Eğer bu noktada da bir yansıma ya da kırılma yüzeyi var ise, o zaman ışınlar tekrar yansıyacak ya da kırılacaktır. Bu süreç pek çok kez bu şekilde yinelenir ve ışığın niteliği değişmez.

Ayrıntısının gözlem ve deney aracılığıyla elde edildiği anlaşılan ışığın doğasına yönelik bu önemli belirlemesinden



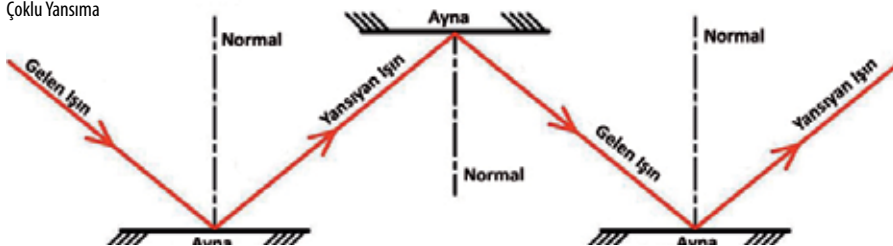
Çoklu Kırılma

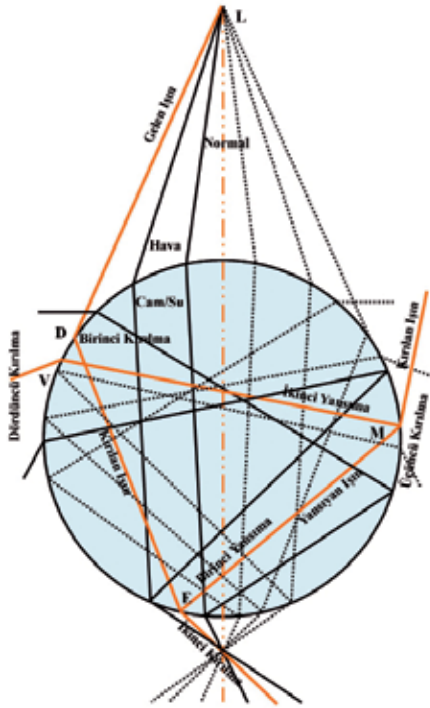
sonra, Kemâlüddîn el-Fârisî bir ışık kaynağından çıkan ışık ışınlarının “saydam küre”de izlediği yolları belirlemeye çalışmıştır. Bu belirlemeye göre ışınlar küreye belirli açılarla gelmektedir, küre eksenine uzak olan ışınlar eksenine yakın bir noktada, yakın olanlar da uzak bir noktada kesmektedir ve kesişme tamamen küre dışında olmaktadır. Küreye sağ taraftan nüfuz eden ışınlar sol tarafa, sol taraftan nüfuz edenler de sağ tarafa sapmaktadır. Kemâlüddîn el-Fârisî, deneysel olarak elde ettiği bu bilgilerin yardımıyla, küreye giren her bir ışının kaç yansımaya ve kaç kırılmaya uğradığını belirlemiştir. Buna göre, ışınlar sırasıyla yalnızca iki kırılmaya, iki kırılma ve bir yansımaya, iki kırılma ve iki yansımaya uğramaktadır.

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin bütünüyle doğru olan bu betimlemelerini, verdiği şekil üzerinde yapacağımız yalınlaştırmalarla daha açık hale getirdiğimizde, ilk kez gökkuşağı oluşumunu doğru olarak belirlediği görülebilir.

Kemâlüddîn el-Fârisî'nin verdiği çizimden çıkan sonuç şudur: Şekilde betimlenen birinci anlatım, birinci gökkuşağının oluşumunun açıklamasıdır. Çünkü birinci gökkuşağı güneş ışınlarının yağmur damlalarında iki kırılma ve bir yansımaya uğraması sonucu meydana gelmektedir. Şekilde betimlenen iki kırılma ve iki yansıma ise ikinci gökkuşağının oluşumunun açıklamasıdır. Böylece Kemâlüddîn

Çoklu Yansıma





Işık ışınlarının cam kürede izlediği yollar

LD ışını D noktasından saydam küreye nüfuz edecek, kürenin ışının geldiği ortamdan daha yoğun olması nedeniyle de kırılmaya uğrayacaktır. Küre içerisinde DE yolunu izleyecek olan ışın E noktasında küreyi terk edecektir. Yeni ortam küreden daha az yoğun olduğu için tekrar kırılmaya uğrayacaktır. E noktasına gelen ışının tümü aslında küreyi terk etmez. Çünkü bir tür çukur ayna görevi gören kürenin, yani yağmur damlasının iç kısmı ışının bir miktarını yansıtacaktır. Bu durumda E noktasında ışının bir kısmı küreyi terk ederek kırılmaya uğrarken, bir kısmı da küre içerisinde EM yolu boyunca yansımaya uğrayarak M noktasına gelir ve aynı nedenlerden dolayı küreyi terk ederek kırılmaya uğrar. Kürenin yoğunluğu her tarafında aynı olduğu için, M'ye gelen ışın da iki tür değişim uğrayacak, kürenin saydamlığından dolayı yansıyacak, yoğunluğundan dolayı da kırılmaya uğrayacaktır. Bu kez küre içerisinde MV yolu boyunca yansıyacak ve M noktasında küreyi terk ederken kırılmaya uğrayacaktır. Aslında M noktasına gelen ışın tekrar kırılmaya ve yansımaya uğrayacaktır. Ancak ortaya çıkan pek çok yansıma ve kırılma sonucu iyice zayıflayacağı için, bu üçüncü yansıma ve kırılmayı belirlemek olanaklı olmaz.

el-Fârisî'nin gökkuşağı oluşumunu bütünüyle doğru bir biçimde ve bugünkü anlamda açıklayabildiği anlaşılmaktadır.

Ortaçağ optik biliminin olağanüstü başarılarından biri olan ve Müslüman doğa filozoflarının matematiksel optik incelemelerinin doruğunu oluşturan bu çalışmanın diğer bir şaşırtıcı yönü de yukarıda söz konusu edilen üçüncü yansıma ve kırılmaya ilgilidir. Bu belirleme üçüncü bir gökkuşağının aynı anda oluşup oluşmayacağı ve ikincil gökkuşağının renklerinin neden daha solgun olduğunun yanıtıyla ilgilidir. Kemâlüddîn el-Fârisî, bu durumun ışık ışınlarının uğradığı kırılma ve yansıma sayısı ile ilgili olduğunu doğru bir biçimde belirlemiştir. Ayrıca üçüncü bir gökkuşağının oluşmasının olanaklı olabileceğini, ancak ışık ışınları çoklu yansıma ve kırılma sonucu zayıfladığı için bunun görünmeyeceğini belirtmektedir ki, açıklamalarının tümü doğrudur.

Değerlendirme

Tenkîh el-Menâzır yapısı itibarıyla İslam dünyasında gerçekleştirilen yüksek düzeyli yapıtlar içerisinde en önemlilerinden biri olmakla birlikte, İslam uygarlığının parlak döneminin bitimine denk gelme şanssızlığı sonucu gereken etkiyi uzun yıllar gösterememiş ve ancak yüzyılımızın başlarında ünlü Alman çevirmen ve araştırmacılar Eilhard Wiedemann ve Joseph Würeschmidt'in çevirileriyle tanınmaya başlamıştır. Ancak özü itibarıyla bir şerh kitabı olması dolayısıyla bilimsel düşüncenin hız kaybettiği ve durakladığı dönemlerde okutulduğunu düşünmek yanlış olmaz. Çünkü bütün İslam dünyasında şerhlerin sıklıkla okunduğu bilinmektedir.

Bunun dışında, konuyla ilgili kendisinden sonraki çalışmalarda da etkili olduğu anlaşılmıştır. Bu etkinin en belirgin olarak görüldüğü kişi ünlü Türk astronom Takîyüddîn İbn Marûf'tur (1521-1585). Takîyüddîn, *Kitâb Nûr-i Hadaka el-Ebsâr ve Nûr-i Hadika el-Enzâr* (Göz ve Bakış Bahçesinin Işığı Üzerine) adlı optik kitabının giriş bölümünde *Tenkîh el-Menâzır*'ı temel bir kaynak olarak kullandığını açıklamaktadır.



Birincil ve ikincil gökkuşağı oluşumunun geometrik gösterimi

Kaynakça

Boyer, C. B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton, New Jersey, 1987.
Kemâlüddîn el-Fârisî, *Tenkîh el-Menâzır*, 2 cilt, Haydarabad, 1928.
Rashed, R., "Le Modèle de la Sphere Transparente et l'explication de l'arc -en- ciel: ibn al-Haytham, al-Fârisî", *Revue d'histoire des Sciences et de leurs applications*, Sayı 23, 1970.
Sayılı, A., "İbn Sîna'da Işık, Görme ve Gökkuşağı", *İbn Sîna Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, T.T.K., 1984.
Topdemir, H. G., "İbnü'l Heysem'in Optik Araştırmaları", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, Cilt I, Sayı 1, Öncü Kitap, 1992.

Topdemir, H. G., "Kamal al Din al Fârisî's Explanation of the Rainbow", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, Cilt 1, Sayı 2, Öncü Kitap, 1992.
Topdemir, H. G., "İbn el-Heysen'in Işık Üzerine Adlı Makalesi", *Belleten*, Cilt 61, Sayı 230, T.T.K., 1997.
Topdemir, H. G., "Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt 33, Sayı 1-2, Ankara Üniversitesi, 1990.
Topdemir, H. G., "Kemâlüddîn el-Fârisî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *Araştırma Dergisi*, Cilt 14, Sayı 14, Ankara Üniversitesi, 1992.
Topdemir, Hüseyin Gazi, *Takîyüddîn'in Optik Kitabı*, Kültür Bakanlığı, Ankara 1999.



Hüseyin Gazi Topdemir, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi (DTCF), Felsefe Bölümü, Sistemantik Felsefe ve Mantık Anabilim Dalı'nı bitirdikten (1985) sonra, 1988'de "Kemâlüddîn el-Fârisî'nin İbn el-Heysen'in *Kitâb el-Menâzır* Adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakan Kürelerdeki Kırılmaya Ait Bölümü'nün Çevirisi ve Kritiği" başlıklı tezle yüksek lisans ve 1994'te de "Işığın Niteliği ve Görme Kuramı Adlı Bir Optik Eseri Üzerine Araştırma" başlıklı teziyle de doktora programını tamamladı. Bilimsel çalışma alanları, bilim tarihi ve bilim felsefesi olan yazarın bu konularda birçok çalışması bulunmaktadır. Halen DTCF, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı'nda profesör olarak çalışmalarını sürdürmektedir.