

İslam Dünyasında Geometrik Optik Çalışmaları-2: Kırılma

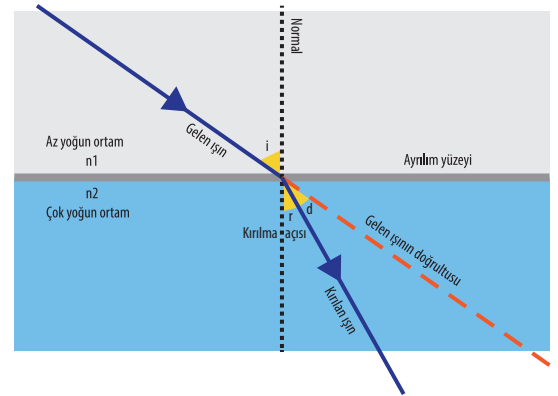
Bir saydam ortamdan diğerine geçen ışın demetinin bir kısmı bu iki ortamı ayıran yüzeyden yansırken, geriye kalan kısmı ise doğrultusunu değiştirerek diğer ortama girer. İşte ışığın bir saydam ortamdan diğerine geçerken doğrultusunu değiştirmesine kırılma denir. Işığın yansımada olduğu gibi kırılmasında da konunun incelenmesini sağlayacak temel bazı kurallar vardır. Bu kurallardan birincisine göre gelen ışın, kırılan ışın ve normal aynı düzlemde bulunur. İkincisine göre de belirli ortamlar için geliş açısının (i) sinüsünün, kırılma açısının (r) sinüsüne oranı sabittir: $\frac{\sin i}{\sin r} = a$

Kırılma Aracılığıyla Görme

İslam dünyasında kırılma optiği konusunda yapılan ilk dönem çalışmaları geleneksel optik sınıflandırmasına bağlı olarak, saydam bir ortamın içinde veya arkasında bulunan bir nesnenin gözle nasıl görülebileceğini irdelemek üzerine kurulmuştur. Bu haliyle konu modern anlamda bir kırılma incelemesinden çok, bir görme problemi olarak ele alınmıştır. Bununla birlikte, yapılan incelemeler Antik Çağ'da yapılanların sınırlarında kalmamış, modern dönemde ışığın kırılmasıyla ilgili olarak ele alınan pek çok husus ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Bu irdelemelerin en dikkat çekici yönü ise kırılma aracılığıyla görmenin nasıl gerçekleştiğini belirlemek için, sistemli olarak gelişmiş deney düzeneklerinin kullanılmış olmasıdır. İki ortamın ayrılım yüzeyine gelen ve kırılan ışınların oluşturduğu açıların arasındaki ilişkileri geometrik olarak ifade etmeyi de ihmal etmeyen bilim insanları, bütün çabalarına karşın kırılma kanunu ifade edememiştir. Bununla birlikte konuya yeni bir bakış açısı getiren nedensel açıklamanın ilk kez İslam dünyasında geliştirilmiş olması, kırılma çalışmalarının bir diğer yönünü oluşturmaktadır.

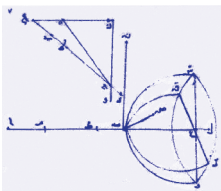
Işık ve görmeye ilişkin ilk çalışmalar 8. yüzyılda yapılmaya başlanmış olmakla birlikte, konuyu deneysel ve matematiksel olarak ele alan incelemeler ancak 10. yüzyılda yapılabilmektedir. Bu çalışmaların önemli bir kısmı günümüzde kırılma optiğinin doğrudan ilgilendiği, ancak o dönemde görmeye ilgili olduğu düşünüldüğünden nesnelerin saydamlık ve opaklık özellikleriyle ilgilidir. Hemen bütün optik kitaplarında bir bölüm oluşturan saydamlık ve opaklık tartışmaları, kırılma aracılığıyla oluşan görme optiğinin temel konularından birini oluşturmuştur. Ele alınan diğer bir konu da merceklerin nasıl yapılacağı, özellik-

Birçok yönden yansımadan daha karmaşık olan kırılma optiği, bu özelliğinden dolayı gelişimini daha geç tamamlamış, yukarıda tanımlanan ikinci kuralın bu şekilde ifade edilmesi ancak 17. yüzyılda gerçekleşmiştir. Bununla birlikte kırılma konusunu ilk defa deneysel ve geometrik olarak irdeleyen Antik Çağ'da Ptolemaios olmuştur.



leri ve sınıflandırılmasıdır. Daha geç dönem araştırmalarda ise ışığın farklı ortamlarda yayılırken izlediği yollar ele alınmış, ışığın farklı ortamlardaki kırılma açıları tablolar halinde verilmiştir. Bütün bu incelemelere karşın, yukarıda değinildiği üzere, kırılmanın ikinci kanununa ulaşılammıştır. Bununla birlikte özellikle cam kürelerde ışığın izlediği yolların araştırılmasıyla ulaşılan bilgiler sayesinde, gökkuşağının özellikleri bugünkü haliyle doğru olarak açıklanabilmıştır.

Mercekler konusunda çalışan ve modern dönem öncesinde konuya en fazla katkı yapan bilim insanı Ebü Sa'd el-Alî İbn Sahl'dır. O dönemde yaygın olarak kabul edilen adlandırılmayla "yakma camları" üzerine kaleme aldığı önemli çalışmasında çeşitli merceklerin özelliklerini ayrıntılı olarak incelemiş, çizimler aracılığıyla da açıklamıştır. Merceklere ilgisinin, çukur aynaların yakma özelliğine gösterdiği ilgiye benzer olduğu anlaşılan İbn Sahl'ın amacı, yakın veya uzak bir kaynaktan gelen ışık ışınları aracılığıyla belirli bir hedefteki yanıcı nesneyi yakmak için gereken düzeneği matematik yardımıyla oluşturmaktır. Onun bu ilgisinin optik tarihindeki yansımaları daha da önemlidir. Çünkü bu çalışması Ptolemaios'un (MS 150) optik çalışmalarından sonra kırılma hakkında gerçekleştirilen ilk ayrıntılı ve geliştirici çalışmadır. Gelen ışının, kırılan ışının ve normalin aynı düzlemde bulunduğunu da belirleyen İbn Sahl, aynı zamanda ince kenarlı merceklerde eksene paralel gelen ışınların tek bir noktada toplandığını da ayrıntılı olarak ve geometrik çizimlerle göstermiştir.



İbn Sahl'ın mercek çalışmalarından biri

İbn Sahl'ın bu çalışması bütün zamanların en büyük optikçisi İbn el-Heysem'in dikkatini çekmiş, saydamlık konusunu açıklarken kendisine atıfta bulunarak şunları belirtmiştir:

"Matematikçiler saydamlığın sınırsız olduğunu ve saydam bir cisimden daha saydamının olanaklı olduğunu düşünüyorlar. Bu matematikçilerden biri olan Ebû Sa'd el-Alî İbn Sahl bu konuyu incelemiş ve geometrik kanıtını anlatan bir makale yazmıştır. Biz aynı problemin kanıtlanmasını yeniden gerçekleştireceğiz, ama onun yaptığından daha iyi bir biçimde ana noktaları göz önüne getireceğiz ve onunkinden daha anlaşılır bir açılımını vereceğiz."

İbn Sahl'ın çalışmalarını daha ileri düzeye taşıyacağını belirten İbn el-Heysem ise kırılma optiği konusunda çalışan ikinci önemli bilim insanıdır. Geometrik optik çalışmalarının önemli bir bölümünü oluşturan yansıma optiğinde olağanüstü bir başarı elde eden İbn el-Heysem, kazandığı deneyimi ve geliştirdiği yöntemi kırılma konusuna taşımıştır. Yaklaşımının esasını oluşturan gözlemler, deneyler ve matematik modellemelerden yararlanmayı, kırılma konusuna da aynen uygulamıştır. İbn el-Heysem bu amaçla, optik kırılmayı açıklamak için de yansımada olduğu gibi mekanik analogilere başvurmuş, ışığın kırılmasını fırlatılan bir taşın daha çok ya da daha az dirençli başka bir ortama geçmesiyle birlikte hareketinde meydana gelen değişimle karşılaştırma yoluna gitmiştir. *Kitâb el-Menâzir*'ın yedinci ve son kitabını bu konuya ayıran İbn el-Heysem, öncelikle ışığın gelme ortamından daha yoğun bir ortamın yüzeyine çarptığında niçin kırılmaya uğradığını açıklamış, yani yansımanın olduğu gibi kırılmanın da nedensel analizini vermeye çalışmıştır.

İbn el-Heysem'e göre ışık saydam nesnelere çok büyük bir hızla hareket eder, az yoğun olan ortamlardaki hızı çok yoğun ortamlarda olduğundan daha büyüktür. Bütün saydam nesnelere ışığın hareketine yoğunlukları oranında karşı koyar. Daha fazla yoğunluk daha fazla direnç demektir. Ancak bu direnç hareketi bütünyle etkisiz hale getirecek kadar fazla değilse harekette yalnızca zayıflama olur. Bu gözlemlerini *Işık Üzerine* adlı makalesinde yine saydamlık ve opaklık bağlamında şöyle dile getirmektedir:

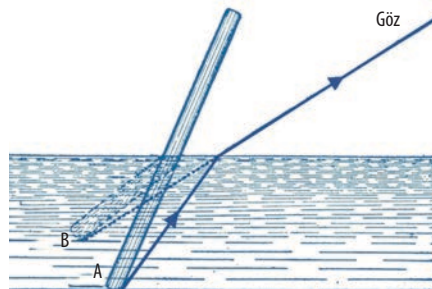
"Deneyler, saydam bir ortama nüfuz eden ışığın düz çizgiler boyunca yayıldığını göstermiştir. Saydam bir ortamda yayılan ışık, saydamlığı farklı olan başka bir ortama geçtiğinde, ikincisinin ara yüzeyine eğimli bir doğrultuda düşerse, kırılır ve yön değiştirir. Bunu *Optik* kitabımızın [*Kitâb el-Menâzir*] 7. bölümünde ele aldık ve her saydam ortam için ayrı ayrı de-

neysel olarak kanıtladık. Ayrıca kırılmanın belirli açılarda olduğunu ve az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama geçme durumunda, çok yoğun ortamın yüzeyine olan dikme yönünde, tersi durumda [yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçme durumunda] ise normalden öteye doğru gerçekleştiğini kanıtladık."

İbn el-Heysem bu açıklamalarının devamında ışığın kırılmasının ortam farklılığından kaynaklandığını, saydam ortamların ışığı geçmesine izin verdiğini, saydam olmayan (opak) ortamların ise ışığı engellediğini belirlemiştir. Böylece kırılmanın nedeninin ortam farklılığı olduğunu belirledikten sonra kırılmayı fiziksel ve matematiksel olarak irdeleyebilmek için analogi yoluyla bazı ilkeler geliştirmeye çalışmıştır. Burada da tıpkı yansımada olduğu gibi, mekanik çarpışma durumunda geçerli olan ilkelerden yararlanmıştır. Nasıl ki katı bir nesne, karşısında sabit duran kırılğan bir nesnenin yüzeyine dik olarak fırlatıldığında, o nesneyi başka herhangi bir yönde fırlatılırsa kıracağından daha kolay kırılırsa, bu ışık için de geçerli olmalıdır. Başka bir deyişle, dik hareket eğimli hareketten daha güçlü ve yapılması kolay bir harekettir.

İbn el-Heysem, bu ilkedeki mekanik benzetmelerden yararlanarak kırılmanın nedensel açıklamasını yapmıştır: Dik ışın, ortamın yüzeyine geliş doğrultusu boyunca gerçekleşen hareketin gücünden dolayı, tıpkı demir bir topun dik olarak fırlatıldığında ahşap bir levhayı kolaylıkla kırması gibi, aynı doğrultu boyunca (yani yön değiştirmeksizin) yoğun ortama nüfuz eder. Eğimli ışın ise aynı doğrultuda devam edecek kadar güçlü olmadığından, ortama daha rahat girebileceği diğer bir yöne, yani normale doğru döner, tıpkı keskin bir kılıcın tahta parçasını yatay olarak kesmekte zorlanması, buna karşılık dikey olarak daha rahat kesmesi gibi.

İbn el-Heysem, yansımada olduğu gibi kırılmada da ortaya çıkan harekete, yani belirli bir açıyla bir ortamdan diğerine geçen ışının hareketine etki eden kuvvetleri biri dik, diğeri ise kırılma yüzeyine paralel olmak üzere iki kısma



Kırılmayla görüntünün algılanması

bölmüştür. Bilim tarihine hızlar dörtgeni olarak geçen bu düşünce bütünyle özgündür. İbn el-Heysem bunu eğimli bir ışının niçin daima en kolay yol olan normale doğru kırılmadığını açıklamak için kullanmıştır. Buna dayanarak bileşke hareketinin iki ortamın ara yüzeyinde bütünyle yok olmadığını, bundan dolayı yani ışığın hem dik hem de paralel bileşene sahip olduğu için kırılma ortamında da yol almaya devam ettiğini, örneğin az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken gelen ışının doğrultusu ile normal arasında bir yol izlediğini belirlemiştir.

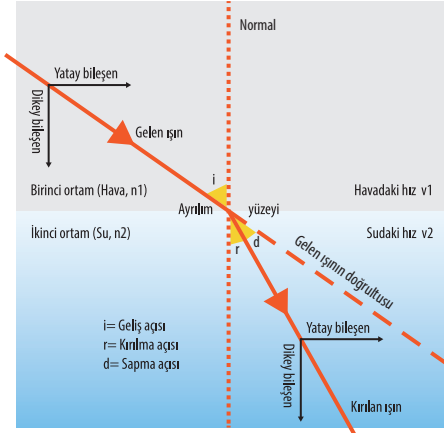
Böylece kırılmanın nasıl meydana geldiğinin açıklanmasında da hızlar dörtgenini kullanmış olan İbn el-Heysem'e göre, ışın iki farklı ortamın ayrılım yüzeyine ulaştığında, hızı yüzeye olan normal boyunca sabit kalacak, ikinci ortam daha yoğun ise azalacak, yoğun değilse artacaktır. Yani ışın normal boyunca kırılmaya uğramaksızın geçecek, çok yoğun ortama girdiğinde normale doğru bükülecek, az yoğun ortama girdiğinde ise normalden öteye yönelecektir. Ancak durum ne olursa olsun, kırılan ışığın izlediği yolu belirleyen bu açıklamalara göre, ışık daima en kolay yolu izleyecektir. Bu ise, Fermat'ın (1601-1663) en az zaman ilkesinin öncelenmesinden başka bir şey değildi.

Her yönüyle kırılma konusuna da büyük bir derinlik kazandırdığı anlaşılan İbn el-Heysem, geliş açıların kırılma açılarıyla olan bağıntılarının, benzer bütün bağıntıları yöneten genel bir kanuna ulaşmasına yetmediğini anlamış, bundan dolayı araştırmasının sonuçlarını ışığın geliş ve kırılma açıları arasındaki ilişkiyi, başka bir deyişle ışığın saydam ortamlarda izleyeceği yolları belirleyen sekiz kural halinde özetlemekle yetinmiştir.

Bu sekiz kural, i_1 ve i_2 iki farklı gelme açısı, d_1 ve d_2 sapma açıları, r_1 ile r_2 kırılma açıları ve $i_1 > i_2$ olması koşuluyla, aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

1. $d_2 > d_1$;
2. $d_2 - d_1 < i_2 - i_1$;
3. $d_2 / i_2 > d_1 / i_1$;
4. $r_2 > r_1$;
5. $d < 1/2i$ (az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama geçerken oluşan kırılma durumunda)
6. $d < 1/2(i+d)$ [$d < 1/2r$] (çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçerken oluşan kırılma durumunda)
7. Yoğun ortam ışığı normale doğru bükür.
8. Az yoğun ortam ışığı normalden öteye doğru bükür.

Optik kırılmayı incelemek için gerekli bütün kuralları belirlediği anlaşılan İbn el-Heysem bütün bu belirlemelerine rağmen, Sinüs Kanunu'nu (Snell Kanunu) elde edememiştir. Ancak, onun hızlar dörtgeni yöntemiyle Sinüs



İbn el-Heysem'e göre, az yoğunundan çok yoğununa geçen ışığın kırılmasının hızlar dörtgenine göre açıklanması

Kanunu'na ulaşmak olanaksız görünmemektedir. Bu bağlamda hızlar dörtgeni yöntemini ışın çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçerken oluşan kırılmaya uygulaması irdelendiğinde, bunu açıkça görmek olanaklıdır. Bu duruma göre, tıpkı bir taşın havada sudan daha kolay ve çabuk hareket etmesi gibi, ışık da az yoğun ortamda daha az dirençle karşılaşacaktır. İbn el-Heysem burada direncin özellikle paralel bileşeni etkileyeceğini öngörmüştür. Çünkü ona göre bu doğrultudaki direnç, yoğun ortamda az yoğun ortama göre daha fazla olduğundan, ışık normalden öteye bükülecektir. Bu durumda kırılma sonrasındaki hız, geliş hızından daha büyük olacaktır. Ancak İbn el-Heysem dik bileşenin hızının ne olacağını söylememektedir. Bu durumda paralel hızdaki büyüme, sapma normalden öteye olduğundan, matematiksel olarak şu üç seçenekten birine uyacaktır: Dikey hız artabilir, azalabilir ya da sabit kalabilir. Şimdi İbn el-Heysem'in paralel hızdaki artışı sabit bir oran olarak kabul ettiği düşünülürse, onun bu düşüncesini şöyle ifade etmek olanaklı olur:

$$v_r \cdot \sin r = m \cdot v_i \cdot \sin i \quad (1)$$

Burada i gelme açısı, r kırılma açısı, v_i gelme hızı, v_r kırılma hızı, m de sabit bir değerdir. Bu ifade onun ışığı ortamın bir özelliği olarak düşündüğü varsayımıyla birleştirildiğinde,

$$v_r = n \cdot v_i \quad (2)$$

elde edilir. Buradaki n de sabit bir değerdir.

Bu durumda sonuç şöyle olur:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{m}{n} = k, \text{ sabit} \quad (3)$$

Bu ise geliş ve kırılma açılarının sinüslerinin sabit bir oran taşıdıklarının, dolayısıyla da kırılma kanununun geometrik bir ifadesidir. İbn el-Heysem böyle bir girişimde bulunmamıştır. Ancak görünen odur ki, bu varsayımdan sinüs kanununa ulaşmak olanaklıdır. Bundan dolayı onun bu kırılma açıklaması, kırılma kanununun elde edilmiş sürecinde çok önemli bir adımı oluşturmaktadır. Çünkü İbn el-Heysem'in hız-

lar dörtgeni yöntemini değişik ortamlardaki ışık hızlarına uygulaması, gelen ve kırılan ışınların birbirinden ayrı davranan dik iki bileşenden oluştuğunu öngören yeni bir düşünce şekli geliştirilmesine yol açmış ve bu yaklaşım biçimi daha sonra Witelo (14. yüzyıl), Kepler (1571-1630) ve Descartes'ın (1596-1650) dikkatini çekmiştir. Nitekim Descartes fiziksel temelini göstermeksizin, kuramsal olarak bu kanunu iki varsayımdan çıkarmıştır. Bunlardan biri İbn el-Heysem'in ikinci varsayımıyla özdeşdir. Diğeri de birinci varsayımdan elde edilmiştir, ancak m yerine l koyulmuştur. Bu yaklaşım sonucunda, yukarıda elde edilen üçüncü ifade şu hale gelmiş olur: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_r}{v_i} = n$, sabit

Dolayısıyla, pratik olarak kırılma açılarının bütün sonuçları Descartes'ın *Dioptrics'i* yayımlanacağı kadar, hemen hemen tamamen İbn el-Heysem'e aittir. Descartes'ın fikri de büyük oranda ya doğrudan doğruya İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'ının Latince baskısından ya da dolaylı olarak Witelo'dan ve Kepler'den türemiş olabileceği düşüncelere dayanmaktadır.

Burada bir noktaya daha dikkat çekmekte yarar var. İbn el-Heysem, kırılmayı havadan suya geçme durumunda olduğu gibi düzlem yüzeyli bir ortamda incelemişken, içi suyla dolu cam bir küre gibi eğri yüzeyli ortamlarda da incelemiştir. Bu deneylerinde, kırılma açıları 10'ar derecelik açılarla büyüyen geliş açılarına uygun olarak elde etmiş ve sonuçlarını *Kitâb el-Menâzır*'ın yedinci kitabının üçüncü bölümünde açıklamıştır. Buradan İbn el-Heysem de tıpkı Ptolemaios gibi, i/r oranına dayanarak çalıştığı ve bu oranın i 'nin büyümesiyle büyüdüğünü göstermeyi denediği anlaşılmaktadır. Ancak yukarıda belirtildiği üzere o da Sinüs Kanunu'na ulaşamamıştır.

İslam dünyasında kırılma optiği konusundaki çalışmalar İbn el-Heysem ile son bulmamıştır. Birçok bilim insanı konuya ilgi göstermeye devam etmiştir. Ancak bunlar içerisinde, geç bir dönemde bilimsel etkinliklerde bulunmuş olması dolayısıyla bilim tarihinde ancak 19. yüzyıldan itibaren tanınmaya başlamış olan Kemâlüddin el-Fârisî (öl. 1320) önemlidir.

Kemâlüddin el-Fârisî optik konusunda İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'ına koşut olarak *Tenkih el-Menâzır* adlı bir kitap kaleme almış ve bunun yedinci makalesini kırılmaya, kendi deyişiyle "saydam ortamların ötesinde bulunan nesnelere gözün algılamasıyla oluşan görme" konusuna ayırmıştır. Kemâlüddin el-Fârisî'ye göre, genel olarak görme üç şekilde gerçekleşmektedir: Doğrudan görme, yansıma aracılığıyla görme ve saydam bir ortamın içindeki

nesnenin, ortamın saydamlığından dolayı gerçekleşen kırılma aracılığıyla görülmesi.

Yedinci makalenin ikinci bölümünde ışığın saydam ortama doğrusal çizgilerle nüfuz ettiğini ve kırılmaya uğradığını belirten Kemâlüddin el-Fârisî konuyu beş aşamada ele almıştır:

1. Işığın nüfuz ettiği saydam ortamlar hava, su, cam ve saydam taşlardır (değerli taşlar/camlar).

2. Düzlem veya küresel yüzeyli saydam bir ortam tarafından kırılmaya uğratılan ışık, nüfuz ettiği ortamın içinde geliş doğrultusundan sarp ve bu doğrultuya kırılma açısı kadar bir açı yaparak, başka bir doğrultu boyunca yol alır.

3. Işığın ikinci ortamın yüzeyine düştüğü noktadan ortam yüzeyine bir dikme indirildiğinde, ışığın geliş hattıyla birlikte bu normal içeren düzlem, ortam yüzeyine dik olur ve bu düzlem aynı zamanda, kırılan ışın hattını da içerir. Kemâlüddin el-Fârisî burada ayrıca ışığın düştüğü yüzeyin parlak olması halinde, ışığın aynı zamanda o yüzeyden yansıtacağını ve bundan dolayı kırılma yüzeyinin bir yansıma yüzeyi haline geleceğini de belirtmektedir.

4. Işığın girdiği ortam az yoğunsa ışık normalden öteye, çok yoğunsa normale doğru kırılır.

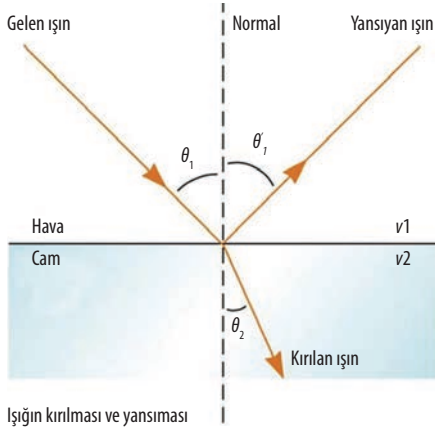
5. Kırılma açısı, ışığın düştüğü ortamın niteliğine göre geliş açısından büyük ya da küçük olur. Yani ışık az yoğununa giriyorsa kırılma açısı daha büyük, tersi durumdaysa daha küçük olur.

Böylece ışığın ortam farklılıklarında uğradığı değişimleri ana hatlarıyla tanımlayan Kemâlüddin el-Fârisî, bundan sonra geliştirdiği bir araçla küresel ve düzlem yüzeyli çeşitli ortamlarda deneyler yapmıştır.

"Amaca Ek" adını verdiği kısa bölümde de, daha önce ışığın ışıklı nesnenin üzerindeki her noktadan noktaların karşısındaki her yöne doğru, doğrusal çizgilerde yayıldığını belirttiğini söz konusu edip bu ışınların, eğer saydam ortama dik olarak gelirlerse aynı doğrultuda, eğimli gelirlerse ortama bağlı olarak saptmaya uğrayacağını bir kez daha belirtmektedir. Düşüncelerinin diğer bir önemli ayrıntısı da kırılan ışığın ikinci bir ortama girdiğinde tekrar kırılacağını ve bunun pek çok kez yinelenebileceğini belirtmesidir.

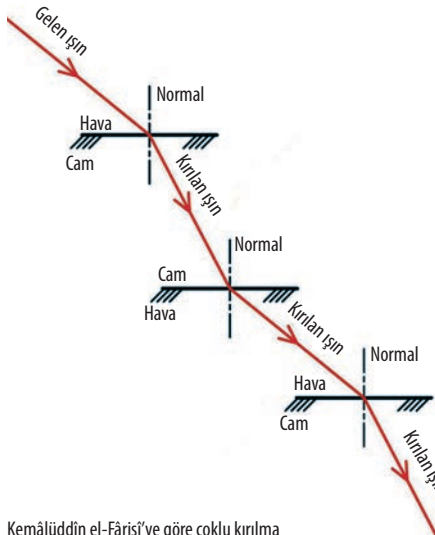
Ayrıca Kemâlüddin el-Fârisî'ye göre eğer ışık algılanamayacak kadar hızlı bir hareketle saydam cisme nüfuz ederse, ortamın yoğunluğu hareketi engelleyecektir. Aynı zamanda az yoğunlukta hareket çok yoğunlukta hareketten daha kolaydır. Başka bir deyişle çok yoğun cisim (ortam) ışığı az yoğun cisimden daha çok engeller.

Böylece ışığın hızının sonsuz değil, yalnızca algılanamayacak kadar hızlı olduğunu belirten Kemâlüddin el-Fârisî, üçüncü bölümde ise saydam ortamda kırılmaya uğrayan ışığın niteliklerini tartışmaktadır. Konuyu yedi alt bölümde ele almıştır.



Kemâlüddin el-Fârisî öncelikle kırılma açılarınin derecelerinin geliş açlarına bağlı olarak değiştiğini belirtir ve saydam ortamın gerisinde bulunan gözün nesnelere algılaması konusunu tartışır. Burada söz konusu edilen nesne, normale belirli bir eğimle konumlandırılmış bir nesnedir. Kemâlüddin el-Fârisî'ye göre bu durumda gözün algıladığı şey nesnenin kendisi değil suretidir. Bu surete görüntü (hayâl) denir. Gerçekte nesne göz doğrultusunda değildir. Kırılmayla konumu değişmiştir. Ancak gözlemci nesneyi bir doğrultu üzerinde algılar ve kırılmayı fark etmez.

Gözlem ve deneyle edinildiği açıkça anlaşılan bu bilgilerin devamında Kemâlüddin el-Fârisî, gözün karşısında bulunan ortamın ya durgun bir su gibi düzlem yüzeyli ya da cam bir küre gibi küresel olabileceğini belirtmekte ve gözün bu ortamların gerisinde bulunan her noktayı kırılmayla algılayacağını ileri sürmektedir.



Kemâlüddin el-Fârisî'ye göre çoklu kırılma

dir. Özellikle küresel ortamlarda ışınların uğradığı değişimlere ilişkin incelemelerinin tarihsel önemi çok büyüktür. Optik tarihine yakın küreler konusu olarak geçen bu konunun hakıyla inceleyen Kemâlüddin el-Fârisî olmuştur. Çünkü Kemâlüddin el-Fârisî yakın küreler konusunda yaptığı deneylerden edindiği verileri gökkuşağının oluşumunun doğru olarak açıklanmasında kullanmış ve başarılı olmuştur.

Kemâlüddin el-Fârisî bir ışık kaynağından çıkan ışık ışınlarının cam bir kürede izlediği yolları belirlemeye çalışmıştır. Buna göre, ışınlar küreye belirli açılarla gelmekte ve içlerinde küre eksenine uzak olanlar eksenine yakın bir noktada, yakın olanlar da uzak bir noktada kesilmektedir; kesişme tamamen küre dışında olmaktadır. Aynı zamanda küreye sağ taraftan nüfuz eden ışınlar sol tarafa, sol taraftan nüfuz edenler de sağ tarafa sapmaktadır. Kemâlüddin el-Fârisî, deneyden elde ettiği bu bilgilerin yardımıyla, küreye giren her ışının kaç yansımaya ve kaç kırılmaya uğradığını belirlemiştir. Buna göre sırasıyla, ışınlar yalnızca iki kırılmaya, iki kırılma ve bir yansımaya, iki kırılma ve iki yansımaya uğramaktadır.

Şekildeki LD ışını D noktasından saydam küreye nüfuz edecek, kürenin ışının geldiği ortamdaki 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 iç kısmı ışının bir miktarını yansıttacaktır. Bu durumda E noktasında bir kısım ışın küreyi terk ederek kırılmaya uğrarken, bir kısmı da küre içinde EM yolu boyunca yansımaya uğrayarak M noktasına gelecek ve aynı nedenlerden dolayı küreyi terk ederek kırılmaya uğrayacaktır. Kürenin yoğunluğu her yerinde aynı olduğu için, M'ye gelen ışın da iki tür değişime uğrayacak, yani kürenin saydamlığından dolayı yansıyacak, yoğunluğundan dolayı da kırılmaya uğrayacaktır. Bu kez küre içinde MV yolu boyunca yansıyacak ve M noktasında küreyi terk ederek kırılmaya uğrayacaktır. Aslında M noktasına gelen ışın aynı gerekçelerle tekrar kırılmaya ve yansımaya uğrayacaktır. Ancak ortaya çıkan pek çok yansıma ve kırılma sonucu ışın iyice zayıflayacağı için, bu üçüncü yansıma ve kırılmayı belirlemek olanaklı olmaz.

Kemâlüddin el-Fârisî'nin anlatımından ve yaptığı çizimden çıkan sonuç şudur: Şekilde belirtilen birinci anlatım birinci gökkuşağının oluşumunun açıklamasıdır. Çünkü birinci gökkuşağı Güneş ışınlarının yağmur damalarında iki kırılma ve bir yansımaya uğraması sonucu meydana gelmektedir. Şekilde belirtilen iki kırılma ve iki yansıma ise ikinci gökkuşağının oluşumunun açıklamasıdır. Böylece Kemâlüddin el-Fârisî'nin gökkuşağının oluşumunu bütünüyle doğru bir biçimde ve bugünkü anlamda açıklayabildiği anlaşılmaktadır.

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

Kaynaklar

- Boyer, C. B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton University Press, 1987.
- Kemâlüddin el-Fârisî, *Tenkih el-Menâzir*, Cilt II, Daire el-Medris el-Maarif, Haydarabad 1928.
- Lindberg, D. C., *A History of Vision from al-Kindi to Kepler*, University of Chicago, 1976.
- Nasr, S. H., *İslam ve İlim*, Çeviren: İlhan Kutluer, İnsan, 1989.
- Nasr, S. H., *İslâmî Bîlîm ve Medeniyet*, Çev: N. Avcı, K. Turhan, A. Ünal, İnsan, 1991.
- Omar, S. B., *Ibn al-Haytham's Optics*, Bibliotheca Islamica, 1977.
- Quraishi, M. F., "Discourse on Light", *Ibn al-Haytham*, Proceedings of Celebrations of 1000th Anniversary, Editör: Hakim Mohammed Said, Hamdard National Foundation, 1969.
- Raşid, R., *Klasik Avrupalı Modernitenin İcadı*, Ed. B. S. Gür, Kadim, 2005.
- Sabra, A. I., Sabra, A. I., *Theories of Light From Descartes to Newton*, Oldbourne, 1967.
- Topdemir, H. G., "İbn el-Heysem'in Işık Üzerine Adli Çalışması", *Belleten*, Cilt 61, Sayı: 230, Türk Tarih Kurumu, 1997.
- Topdemir, H. G., "Kemâlüddin el-Fârisî ve *Tenkih el-Menâzir* Adlı Kitabı", *A. Ü. İlahiyat Fakültesi Dergisi*, Necati Öner Armağanı, Cilt 40, 1999.
- Topdemir, H. G., "Kemâlüddin el-Fârisî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *Araştırma Dergisi*, Cilt 14, Sayı 14, Ankara Üniversitesi, 1992.
- Topdemir, H. G., "Kemâlüddin el-Fârisî'nin Optik Çalışmaları Üzerine Bir Değerlendirme", *Niışa*, Sayı 6, Ankara 2002.
- Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü*, TÜBİTAK, Popüler Bilim Kitapları, 2007.
- Topdemir, H. G., *Ibn el-Heysem ve Yeni Optik*, Lotus, Ankara, 2008.
- Topdemir, H. G., *Kemâlüddin el-Fârisî'nin, İbn el-Heysem'in Kitâb el-Menâzir adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakın Kürelerdeki Kırılmaya ait Bölümünün Çevirisi ve İncelenmesi*, Ankara Üniversitesi, 1988.
- Topdemir, H. G., *Modern Optiğin Kurucusu: İbn el-Heysem*, Atatürk Kültür Merkezi, 2002.