



# Bütün Zamanların En Büyük Optikçisi: İbn el-Heysem

Bilim tarihini akademik bir disiplin haline getiren ünlü bilim tarihçisi George Sarton (1884-1956), İbn el-Heysem'i, "Bütün zamanların en büyük optikçisi" olarak niteler. Fizik tarihindeki önemli isimlerden biri olan ve Batı'da Alhazen olarak tanınan İbn el-Heysem, 965 yılında Basra'da doğdu. Basra ve Bağdat'ta mühendislik eğitimini tamamladıktan sonra tanınmış bir mühendis olarak Mısır'a gitti. Her yıl düzenli taşmalarla çevresindeki verimli arazileri tahrip eden Nil Nehri'nin taşkınlarını kontrol altına alacak projeler ürettiyse de başarılı olamadı. Ancak ömrünün geri kalanını bütünüyle ışık incelemesine adanarak bilim tarihinde eşine az rastlanırlık bir külliyat bıraktı. 1039 yılında Kahire'de öldü.

## Antikçağ ile Modern Çağ Arasında Optik Tarihinin En Önemli İsmi

İbn el-Heysem, matematik, astronomi ve optik konularında eserler yazmıştır. Ancak verimli ve başarılı olduğu alan optiktir. Bu alandaki çalışmalarıyla optik bilimini kökten değiştirmiştir. Matematiksel incelemeye dayanan yaklaşımı ve yaptığı son derece özenli ve ayrıntılı deneylerle modern anlamda bir matematiksel fizik çalışmasını gerçekleştirmiştir. Geleneksel bilimsel çalışma modeli için çok yeni olan bu yaklaşımının sonucunda, optik konusu, kapsamı, ilkeleri ve kuralları belirlenmiş bir bilim haline gelmiştir.

İbn el-Heysem, ışığın doğrusal yayılımı, gölgelerin özellikleri, karanlık oda, yansıma, kırılma, gökkuşağı ve halenin oluşumu gibi pek çok temel optik olguyu, hem kendisinden önce ortaya konulmuş bilgilere dayanarak hem de yaptığı deneysel çalışmalardan edindiği yeni bilgiler ışığında, niceliksel fiziğin bugün yaptığı anlamda matematiğe dayanarak incelemiş ve yorumlamıştır. Bu çabası sonucunda ortaya koyduğu bütün kuram ve kanıtlamalarını optik tarihinin tereddütsüz başyapıtlarından

biri olan *Kitâb el-Menâzır* adlı eserinde sergilemiştir. Eserin Batı'ya ne zaman geçtiği ve ilk kez kim tarafından çevrildiği bilinmemekle birlikte, 13. yüzyılda konuyla ilgili çalışmalar yapan Roger Bacon, John Pecham ve Witelo gibi bilim insanlarının eserlerinde *Kitâb el-Menâzır*'a atıfların bulunmasına dayanarak 12. yüzyılın sonlarında çevrildiği tahmin edilmektedir. Buna karşılık bilinen ve yaygın olarak kullanılan Latince çevirisi ise Friedrich Risner tarafından 1572'de Basel'de, Witelo'nun kitabını da içerecek şekilde *Opticae Thesaurus* (Optik Hazinesi) adıyla yayınlanmıştır. Bundan sonra da yoğun bir şekilde okunmaya başlanan *Opticae Thesaurus* Batı'da optik biliminin kuruluş gelişmesinde neredeyse tek kaynak eser olarak etkili olmuştur. Benzer etkiyi Doğu'da da gösteren eser üzerine 14. yüzyılda Kemâlüddin el-Fârisî *Tenkih el-Menâzır* (Optiğin Düzeltilmesi), 16. yüzyılda ise ünlü Türk astronomu Takîyüddin İbn Marûf *Kitâb-ı Nûr* adlı çalışmasını yazmıştır. Her iki eser de *Kitâb el-Menâzır*'dan derin izler taşımaktadır. Eserin doğrudan görmeye ilişkin ilk üç bölümü 1989'da İngilizceye çevrilmiştir.



## Kitabın Temel Tezleri

### a. Işığın Kaynağı, Yayılımı ve Görmenin Oluşumu

1. Işık kendisi ışık kaynağı olan nesnelere (Güneş gibi), nesnenin üzerindeki her noktadan karşısındaki bütün yönlere doğru, doğrusal olarak yayılır. İbn el-Heyssem, bu düşüncesini kanıtlamak için, Güneş, Ay ya da ateş ışığını karanlık bir odaya bir delikten göndererek, odada yayılan ışığın yönü boyunca ip germiş ve ışığın ip boyunca yayıldığını göstermiştir. Bu kanıtlanmanın ilginç yanı 17. yüzyılda Kepler tarafından yinelenmiş olmasıdır.

### Gözişin Kuramı

Görmeye neden olan ışığın gözden çıktığını varsayan kuram. Gözişin Kuramı'nın ilk derli toplu anlatımını yapan Alkmeon (M.Ö. 5. yüzyıl) olmuştur. Alkmeon'a göre göz ateşten yapılmıştır. Çünkü birisi ona çarptığında, ateş çıkmaktadır. Görme de gözden yayılan ışığın bir nesne tarafından yansıtılmasıyla oluşur. Alkmeon'un savunuculuğunu yaptığı ve daha sonra "intraocular" adı verilen bu kuramı asil yetkinliğe ulaştıran ise Platon (M.Ö. 427-347) olmuştur. Gözişin Kuramı'nı perspektif kuralları çerçevesinde geliştiren ise ünlü matematikçi Eukleides'dir (M.Ö. 330-275). Eukleides, tıpkı geometride olduğu gibi, optikte de birkaç temel ilkeye dayanan bir tasarım gerçekleştirmiştir. Bu tasarımın dayandırıldığı ilkeler şunlardır:

- 1) Işık ışınları gözden çıkar.
- 2) Işık ışınları doğrusal olarak yayılırlar.
- 3) Yayılan ışınlar koni oluştururlar.

2. Işık, kendisi ışık kaynağı olan nesnelere öznelidir. Bu nesnelere birincil ışık kaynakları ve bunlardan yayılan ışığa da birincil ışık adı verilir.

3. Kendisi ışık kaynağı olmayan nesnelere (Ay gibi) ışığına ise ikincil ışık denir.

4. Görme nesnelere gelen ışık ve renk etkisiyle oluşur. İbn el-Heyssem, bu konuda öncelikle ışığın gözden çıktığını savunan Gözişin Kuramı'na karşı çıkararak, ışığın nesneden geldiğini savunur. Bunu kanıtlamak için, görmeyi hem fiziksel olarak hem de nesneden göze gelen ışınlar aracılı-

ıyla, matematiksel olarak yorumlamıştır. Şöyle bir akıl yürütmede bulunur: "Gözişin Kuramı'na göre ışık gözden çıkmakta, saydam ortamdan geçerek nesneye ulaşmakta ve görme gerçekleşmektedir. Oysa bütün olasılıklar dikkate alındığında, gözden ışık çıksa da çıkmasa da, göze bakılan nesneden bir şeyler geri gelmezse, görme gerçekleşemez."

Bu olağanüstü bir belirlemedir. Çünkü burada ışık kaynağı ne olursa olsun, dışarıdan ışık ve renk göze gelmediği sürece görmenin olamayacağı çok özlü bir biçimde belirtilmektedir. Buna göre, eğer görme göz ışınları aracılığıyla oluyorsa, bu ışınların tekrar nesneden göze bir şeyler getirmesi gerekir. Çünkü nesneden göze bir şeyler gelmiyorsa, görme olmaz. Eğer göz ışınları nesneye gidip ondan bir şeyler alıp göze geri geliyorsa, o zaman da ışığın nesneden çıktığını kabul etmek daha akıllıca olacaktır. Buradaki temel dayanak gözün kamaşması ve acı duymasıdır. Bilindiği gibi göz parlak bir nesneye, bir renge ya da ışığa uzun süre bakarsa acı duymaktadır; madem ki dışarıdan etki almak acının doğasıdır, öyleyse görsel süreçte gözün dış bir etkinin alıcısı olduğu açıktır. Öyleyse ışığın kaynağı göz olamaz, yani göze acı veren ışık gözden çıkamaz.

5. Görme, göz ve nesne arasında bağlayan bir ışık konisi aracılığıyla oluşur. Bu ışık nesneden göze geldiği için, koninin kaynağı nesne, hedefi ise gözdür.

İbn el-Heyssem'in bu görme kuramı olağanüstü etkili olmuş, Doğu'da ve Batı'da 17. yüzyıla kadar tam anlamıyla otorite haline gelmiş, Kemâlüddin el-Fârîsî, Takîyüddin İbn Marûf, Roger Bacon, John Pecham, Witelo, Mourolico, Kepler ve Descartes'i etkilemiştir.

### b. Yansıma

Yansıma konusunda İbn el-Heyssem, kendinden ışıklı ve ışıklandırılmış nesnelere ışıklarının, yani birincil ve ikincil ışık kaynaklarının yaydığı ışıkların, düz, küresel, silindirik ve konik aynalarda nasıl yansıtıldıklarını deneysel olarak incelemiş ve her bir aynada gerçekleşen yansıma durumunda yansıma kanununun geometrik kanıtlanmasını yapmıştır.



Resimde Johannes Hevelius'un 1647'de Ay üzerine yazdığı *Selenographia*'nın kapak sayfası yer almaktadır. Burada ussal ve deneysel olarak doğayı araştıran iki bilgin, İbn el-Heyssem ve Galileo Galilei, resmedilmiştir. Soldaki İbn el-Heyssem'dir ve "us"u temsil etmektedir. Bu nedenle geometrik çizim onun elindedir; sağda yer alan ise Galileo'dur ve "duyu"yu temsil etmektedir, bu nedenle teleskobu tutmaktadır. Böylece duyu ve us birbirini tamamlamaktadır.

Bilindiği gibi, yansıma kanunu, yansıma durumunda geliş ve yansıma açılarının (şekildeki  $\alpha$  açıları) eşit olduğunu belirtir. İbn el-Heyssem bu kanunun kanıtlanmasını tamamen yeni bir yöntemle yapmıştır. Geliştirdiği yöntem bugün için Hızlar Dörtgeni adı verilen, gelen ve yansıyan ışına etki ettiği düşünülen kuvvetleri ya da bileşenleri göz önünde bulunduran bir yöntemdir.

İbn el-Heyssem'e göre, yansıma durumunda üç temel hareket söz konusudur. Bunlardan birincisi, ışığın ayna yüzeyine dik; ikincisi teğet ve üçüncüsü de herhangi bir açıyla gelmesi durumudur. Birinci durumda ışık geldiği doğrultuda geri yansır; ikinci durumda hiçbir değişime uğramadan yoluna devam eder ve üçüncü durumda da geliş açısına eşit bir açıyla yansır. Çünkü eğik geliş hareketi ve aynanın direnci doğrudan doğruya zıt değişimlerdir ve böyle bir durumda geliş hareketi biri dik, diğeri de yüzeye paralel olan iki kı-

<b>Birinci Cilt: Doğrudan Görme</b>	
<b>Sekiz bölümdür.</b>	Birinci Bölüm: Genel olarak görmenin oluşumu İkinci Bölüm: Görmenin oluşabilmesinin koşulları ve nitelikleri Üçüncü Bölüm: Işık kaynakları, bu kaynaklardan yayılan ışıkların ve yayılımlarının nitelikleri Dördüncü Bölüm: Işığın ve rengin göze ve görmeye etkisi Beşinci Bölüm: Gözün yapısı Altıncı Bölüm: Görmenin oluşumu Yedinci Bölüm: Her bir gözün görmekteki işlevi Sekizinci Bölüm: Görmenin tam olarak oluşabilmesi için gerekli temel koşullar
<b>İkinci Cilt: Algı Farklılıkları</b>	
<b>Dört bölümdür.</b>	Birinci Bölüm: İşin çizgilerinin farklılaşmalarına bağlı olarak nesnelerin görünebilirlik niteliklerindeki değişimler İkinci Bölüm: Göz tabakalarının algılamadaki işlevleri Üçüncü Bölüm: Işık, renk, konum, büyüklük gibi belirli görsel özelliklerin her birinin algılanış biçimleri Dördüncü Bölüm: Gözün görsel nesnelere algılayış biçimleri
<b>Üçüncü Cilt: Görme Kusurları ve Nedenleri</b>	
<b>Yedi bölümdür.</b>	Birinci Bölüm: Göz nesnelere neden her zaman doğru bir biçimde algılayamaz İkinci Bölüm: Görme kusurları neden ve nasıl oluşur Üçüncü Bölüm: Görme kusurlarının nedenleri Dördüncü Bölüm: Görme kusurları üç görsel algı kipinden, duyumdan, tanılamadan ve çıkarımdan kaynaklanır Beşinci Bölüm: Duyumdan kaynaklanan algı kusurları Altıncı Bölüm: Tanılamadan kaynaklanan algı kusurları Yedinci Bölüm: Çıkarımdan kaynaklanan algı kusurları
<b>Dördüncü Cilt: Yansımaya Oluşan Görme</b>	
<b>Beş bölümdür.</b>	Birinci Bölüm: Göz ve nesnenin konumlarını değiştirdiğinde, algı da değişir İkinci Bölüm: Parlak nesnelere ışıkların yansımalarının nitelikleri Üçüncü Bölüm: Nesnenin parlaklık niteliğinin koşulları Dördüncü Bölüm: Işıkların parlak nesnelere yansımaları ve gözün bu ışıkları algılaması Beşinci Bölüm: Yansıma aracılığıyla görüntü oluşumu ve nitelikleri
<b>Beşinci Cilt: Yansımaya Oluşan Görüntülerin Algılanması</b>	
<b>İki bölümdür.</b>	Birinci Bölüm: Parlak nesnelere yansıyan görüntüleri göz, ancak bu nesnelere gelen ışık aracılığıyla algılayabilir İkinci Bölüm: Yansımaya oluşan görüntülerin nitelikleri
<b>Altıncı Cilt: Yansımaya Oluşan Görme Kusurları</b>	
<b>Dokuz bölümdür.</b>	Birinci Bölüm: Konuya giriş İkinci Bölüm: Genel olarak yansıma aracılığıyla oluşan görme kusurları Üçüncü Bölüm: Düzlem aynada oluşan görme kusurları Dördüncü Bölüm: Küresel tümsek aynada oluşan görme kusurları Beşinci Bölüm: Silindirik tümsek aynada oluşan görme kusurları Altıncı Bölüm: Tümsek konik aynada oluşan görme kusurları Yedinci Bölüm: Küresel çukur aynada oluşan görme kusurları Sekizinci Bölüm: Silindirik çukur aynada oluşan görme kusurları Dokuzuncu Bölüm: Konik çukur aynada oluşan görme kusurları
<b>Yedinci Cilt: Kırılmaya Oluşan Görme</b>	
<b>Altı bölümdür.</b>	Birinci Bölüm: Konuya Giriş İkinci Bölüm: Işığın saydam nesnelere nüfuz etmesi ve kırılması Üçüncü Bölüm: Işıkların saydam ortamlarda uğradığı değişimlerin nitelikleri Dördüncü Bölüm: Saydam nesnelere veya ortamların gerisinde bulunan nesnelere gözün algılaması Beşinci Bölüm: Kırılmaya nasıl görüntü oluştuğu Altıncı Bölüm: Gözün nesnelere kırılma aracılığıyla algılaması Yedinci Bölüm: Kırılmaya oluşan görme kusurları

Kitâb el-Menâzır'ın İçeriği

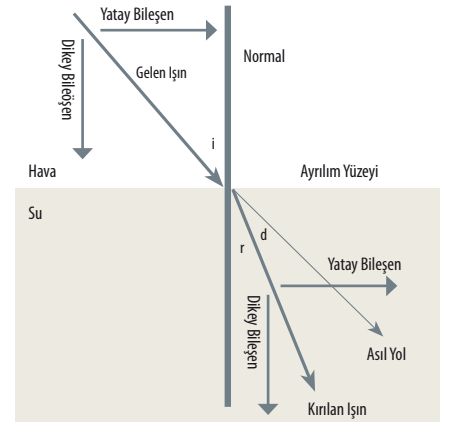
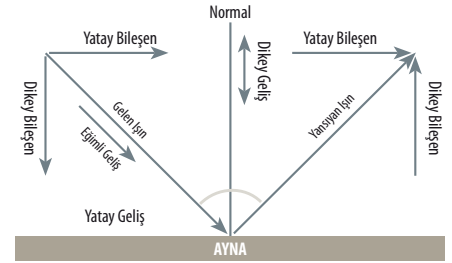
sımdan oluşur. Ayna yüzeyi birincisini engellediği, diğerini engellemediği için açılar eşit kalır. Çünkü yansıyan hareket, yani tersine çevrilmiş dik kısım ve değişmeden kalan paralel kısmın bileşimi, bu iki hattın düzleminde olacaktır. Yani, Normal ile geliş açısına eşit bir açı yapacaktır. İbn el-Heyssem'in getirdiği bu kanıtlama biçimi tamamen özgündür.

### c. Kırılma

İbn el-Heyssem, optik kırılmayı açıklarken de özgün bir yaklaşım ortaya koymuştur. Işığın kırılmasını, fırlatılan bir taşın, daha çok ya da daha az dirençli başka bir ortama geçtiğinde hareketinde oluşan değişim ile karşılaştırarak açıklamıştır.

Yansıma açıklamasındaki gibi kırılmaya da neden sonuç ilişkileriyle açıklamaya

çalışmıştır. Ona göre ışık saydam nesnelere çok büyük bir hızla hareket eder ve ışığın hızı az yoğun olan ortamlarda çok yoğun ortamlara göre daha yüksektir. Bütün saydam nesnelere yoğunlukları oranında ışığın hareketine karşı koyarlar. Daha fazla yoğunluk daha fazla direnç demektir. Ancak bu direnç, hareketi bütünüyle etkisiz hale getirecek kadar büyük değilse, o zaman harekette yalnızca zayıflama söz konusu olur. Bu gözlemleri sonucunda İbn el-Heyssem, ışığın geçmesine izin veren saydam ve engelleyen opak ortamlarda hızın azaldığını, opaklığın arttığı oranda da Normale doğru büküldüğünü belirleyebilmiştir.

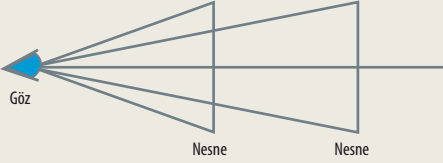


Işığın Kırılmasının Hızlar Dörtgeni'yle Açıklanması

İbn el-Heyssem, katı bir nesnenin diklemesine fırlatıldığında, karşısındaki sabit bir nesneyi, herhangi diğer bir yönden fırlatılmasına göre daha kolay kırıldığı yaygın gözlemine dayanarak, yansımada olduğu gibi, kırılmada da genel bir ilke elde etmiştir: Dik hareket daha güçlü ve kolaydır; dike yakın eğimli hareket, uzak olan hareketten daha kolaydır.

## Işın veya Görme Konisi

Işın veya görme konisi görmenin geometrik olarak açıklanmasında başvurulan bir anlatımdır. Biz yakındaki nesnelere daha büyük, uzaktaki nesnelere ise daha küçük görürüz. Uzaktaki nesnenin daha küçük görünmesinin nedeni, daha küçük bir açıyla göze gelmesindedir.



Bu ilke ve mekanik analogilerden yararlanarak kırılmanın açıklaması neden sonuç ilişkileri ortaya konularak yapılabilir: Dik ışın o doğrultu boyunca ortaya çıkan hareketin gücünden dolayı, tıpkı demirden bir topun dik olarak ve hızla atıldığında madeni bir levhayı kolaylıkla kırması gibi, aynı doğrultuda -kırılmaksızın- yoğun ortama girebilir. Eğimli ışın ise aynı doğrultuda devam etmek için yeterince 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-Heyssem, yansımada olduğu gibi, kırılma konusunda da ortaya çıkan hareketi biri dik, diğeri ise kırılma yüzeyine paralel olmak üzere ikiye ayırmış, ikinciyi değişmeden bırakırken, birincisinin hızlanacağını ya da yavaşlayacağını tasarlamıştır. Böylece kırılmada da Hızlar Dörtgeni'ni kullanmış olan İbn el-Heyssem'e göre, ışın iki farklı ortamın ayrılma yüzeyine ulaştığında, hız Normal boyunca sabit kalacak, ikinci ortam daha yoğun ise hız azalacak, değilse artacaktır. Yani Normal boyunca kırılmaya uğramaksızın geçecek, çok yoğununa girdiğinde Normalde doğru, az yoğununa girdiğinde ise Normalden öteye yönelecektir. Kırılan ışığın izlediği yolu belirleyen bu açıklamalara göre, ışık daima en kolay ve en hızlı yolu izlemektedir. El-Heyssem'in bu belirlemesi de Fermat'ın en az zaman ilkesini anımsatması bakımından ilginçtir.

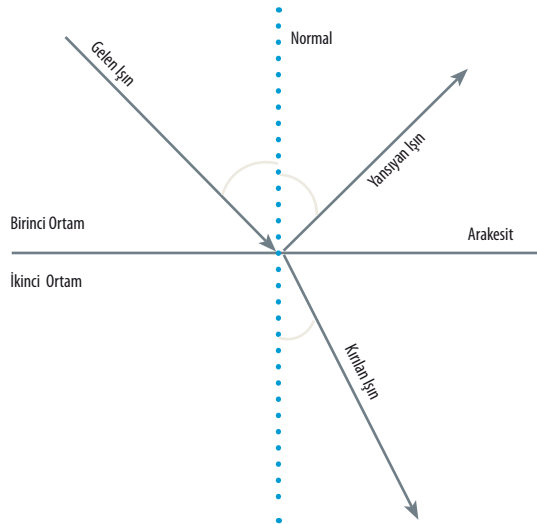
Kırılma konusuna da her yönüyle büyük bir derinlik kazandıran İbn el-Heyssem, ışığın geliş ve kırılma açıları arasındaki ilişkiyi, ışığın saydam ortamlarda izleyeceği yolları belirleyerek vermiştir. Ancak sinüs kanununu elde edememiştir. Aslında İbn el-Heyssem'in Hızlar Dörtgeni yöntemiyle sinüs kanununa ulaşmak olanaksız değildir. Özellikle çok yoğunundan az yoğununa geçerken oluşan kırılma duru-

munda bunu açıkça görmek olanaklıdır. Bundan dolayı İbn el-Heyssem'in kırılma açıklaması, Kırılma Kanunu'nun elde edilmiş sürecinde çok önemli bir adımı oluşturmaktadır. Çünkü İbn el-Heyssem'in Hızlar Dörtgeni yöntemi, gelen ve kırılan ışınları, birbirinden ayrı düşünülen iki dikey parça olarak gören yeni bir düşünce şekli geliştirilmesine yol açmış ve bu yaklaşım biçimi daha sonra Witelo, Kepler ve Descartes'ın dikkatini çekmiştir. Pratik olarak kırılma açılarına ilişkin sonuçlar Descartes'ın *Dioptrics*'i (1659) yayınlanıncaya kadar, neredeyse bütünüyle İbn el-Heyssem'e aittir.

## Sinüs Kanunu veya Snell Kanunu

Snell Kanunu olarak da bilinen Sinüs Kanunu, ışığın iki saydam ortamın arakesitinde uğradığı değişimleri belirler. Şekildeki gibi bir ışık ışınının iki saydam ortam arasındaki yüzeye düştüğü göz önüne alındığında ve birinci ortamın 1, ikinci ortamın da 2 ile temsil edildiği düşünülürse, Sinüs Kanunu şöyle ifade edilebilir:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

Buradaki  $\theta_1$  açısı gelen ışın ve yüzey arakesitine olan Normal arasında kalan açıdır.  $\theta_2$  açısı ise kırılan ışın ve yüzey arakesitine olan Normal arasındaki açıdır.  $n_1$  ve  $n_2$  nicelikleri ise, birinci ve ikinci ortamların kırılma indisleridir. Bu kavramsal yapı, ışık ışınlarının daima, optik olarak daha yoğun olan ortamda Normale doğru, tersi durumda ise Normalden öteye doğru sapacağını öngörmektedir.



### Kaynaklar

İbn el-Heyssem, *Işık Üzerine*, İngilizceye çev. M. F. Quraishi, *Ibn al-Haytham: Proceedings of the Celebrations of 1000th Anniversary*, Ed. Hâkim Mohammed Said, Karachi, Pakistan 1970.  
Lindberg, D. C., "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West," *Isis*, 58, 1967.  
Lindberg, David C., *Theories of Vision from Al Kindi to Kepler*, Chicago, 1976.

Sabra, A. I., "Ibn al-Haytham," *Dictionary of Scientific Biography*, Cilt 6, New York 1972.  
Topdemir, Hüseyin Gazi, "İbn el-Heyssem'in Optik Araştırmaları," *Bilim ve Felsefe Metinleri*, Cilt 1, Sayı 1, 1992.  
Topdemir, Hüseyin Gazi, *Modern Optiğin Kurucusu İbn el-Heyssem*, Atatürk Kültür Merkezi, Ankara 2002.  
Topdemir, Hüseyin Gazi, *Ibn el-Heyssem ve Yeni Optik*, Lotus, Ankara 2008.



Hüseyin Gazi Topdemir, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi (DTCF), Felsefe Bölümü, Sistemantik Felsefe ve Mantık Anabilim Dalı'nı bitirdikten (1985) sonra, 1988'de Kemâlüddin el-Fârâsî'nin İbn el-Heyssem'in *Kitâb el-Menâzir* Adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakan Kürelerdeki Kırılmaya Ait Bölümünün Çevirisi ve Kritiği başlıklı tezle yüksek lisans ve 1994'te da Işığın Niteliği ve Görme Kuramı Adlı Bir Optik Eseri Üzerine Araştırma başlıklı tezle 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.

