

Optik biliminde bir öncü İbnü'l-Heysem

(965 Basra - 1039 Kahire)

Hüseyin Gazi Topdemir*

A PIONNER IN OPTICS: IBN AL-HAYTHAM

The aim of this article is to shed new light on Ibn al-Haytham's (in Latin Alhazen) theories concerning physics, astronomy and mathematics. The subject is being worked out in three steps. First, mathematics and herewith classical geometrical problems such as perspectives, conics and so on are investigated. Second, astronomy, namely the classical theory of the universe as well as the eccentric and epicyclical models are thoroughly discussed. The third step of the article is optics, which is also treated in three parts: the first is direct vision; second, reflection; and the third refraction.

Thanks to Ibn al-Haytham's "Kitab al-Menazir", optics has become the best known science and most popular subject in the Islamic realm. "Kitab al-Menazir", after being translated into Latin, became the only reference book in Europe, as it already had been among Muslims..

I. Giriş

İslâm Uygarlığı'nın klasik döneminde yetişmiş büyük bilgin ve düşünürlerin en önemlilerinden birisi olan ve Batı'da Alhazen olarak tanınan İbnü'l-Heysem, özellikle fizik, optik, astronomi ve matematik konularında, döneminin genel anlamda sağlamış olduğu siyasi ve ekonomik üstünlüğe koşut olarak, parlak başarılar sergilemiş, bundan dolayı da Batı ve Doğu kültür kuşaklarında haklı bir ün elde etmiştir.

Çağdaşı İbn Sinâ gibi, o da, başta fizik olmak üzere, geleneksel anlamda Antik Yunan'dan devralınan bilim konularında çalışmakla işe başlamıştır. Ancak İbnü'l-Heysem, o dönem Müslüman bilim adamları arasında yaygın Aristoteles otoritesine kapılmayıp, ona aykırı düşünceler geliştirmek ve bunları kaygısızca savunmak cesaretini göstermiş nadir bir bilim adamıdır.

İbnü'l-Heysem bu cesur tavrıyla da yetinmeyerek, aynı zamanda, yine döneminin genel eğilimine uygun olarak ilgi alanlarını geniş bir yelpazede tutmak yerine, günümüz bilim topluluklarında egemen olan görüşe uygun bir biçimde, neredeyse tek bir bilim dalında, optikte, ayrıntılı ve kapsayıcı çalışmayı öne çıkarmakla yenilikçi ve yaratıcı yönünü de ayrıca kanıtlamıştır. Öyle ki, optiğin dışında astronomi ve geometriye gösterdiği ilginin de yine bu bilim dalının gerektirdiği bir ilgi olup, ayrıca bu alanlarda yeni bir kuram ya

* Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

da kanıtlama yapma merakı olmadığı görülmektedir. Ancak, bununla birlikte, optik problemlerinin daha anlaşılır kılınması için yaptığı bazı çalışmalar, astronomi ve matematikte de yeni bilgilere ulaşmasını sağlamıştır. Bilim tarihine "İbnü'l-Heysem (Alhazen) Problemi" olarak geçen ve "bir daire düzlemindeki iki noktadan çıkan, daire çevresindeki tek bir noktada kesişen ve o noktaya olan Normal ile iki eşit açı yapan doğrular çizmeyi öngören" geometri problemi bunun en güzel örneğidir. Çünkü bu geometri problemi aslında çukur aynalarda, ayna eksenine paralel gelen ışınların eksen üzerindeki bir noktada toplanacaklarını kanıtlamaya yöneliktir. Ancak bu çalışma aynı zamanda dördüncü derecede bir denklemi de bilim tarihine armağan etmiştir.

II. Bilgi ve Bilim Anlayışı

İbnü'l-Heysem, diğer pek çok özelliğinin yanında, Antik Yunan bilim anlayışını Ortaçağ İslâm Dünyası'nda başarılı şekilde temsil etmiş bir bilim adamıdır. Onun anlayışına göre, bilim, tam anlamıyla, olgunun bağlı bulunduğu kanunları, gözlem ve deneyin sağladığı ışık altında matematiksel olarak ifade etme etkinliğidir. Bilginin "sağlamlığa" ve "tartışmazlık statüsüne" ulaşmasının ise ancak konunun bir yöntem dahilinde ele alınmasıyla sağlanacağını ve konunun mutlaka olgusal ve matematiksel boyutlarını dikkate almak gerektiğini açıkça vurgulamaktadır. Ünlü yapıtı *Kitâb el-Menâzır* bu tavra bağlı kalınarak hazırlanmış önemli bir çalışmadır. Burada tümevarım ve tümdengelim akıl yürütme teknikleri çok ciddi ve dikkatli bir biçimde deneysel kanıtlamanın ışığında kullanılmıştır. Şu cümleler bunu açıkça göstermektedir:

"Yapmış olduğumuz yorumlar, tümevarımsal açıklamalar ve deneylerden açığa çıkan şudur: Işıkların tümü yalnızca doğrusal çizgiler boyunca yayılırlar".¹

Aynı zamanda, bu kitabın Latince çevirisinde, deneyle ilgili olan, Arapça "itibar", "itibara" ve "mutabir" sözcüklerinin "experimentum", "experimentare" ve "experimentator"² olarak verilmiş olması, bize deneysel yöntemin bir kanıtlama aracı olarak kullanıldığını göstermektedir. Bu ise modern bilimsel tavrın açıkça ortaya konulmasından başka bir şey değildir.

Bunun yanında bu kitap ışığın doğası hakkında felsefi bir tez değil, onun özelliklerini matematiksel ve deneysel olarak araştıran bilimsel bir incelemedir. Bu kitabın en belirgin özelliği otoritelere bağlanmadan, tamamen deneysel, matematiksel ve tümevarımsal akıl yürütmeye dayanan tartışmalardan oluşturulmuş olmasıdır. İbnü'l-Heysem, yaptığı optik araç ve gereçlerle³ dayanarak düzenlediği deneyleri birer apaçık kanıtlama aracı olarak kullanmıştır. Böylece hem kendi savlarının kanıtlanması, hem de önceden ileri sürülmüş ancak yanlış olmalarına rağmen kullanılagelen savların çürütül-

1 Bkz., *Kitâb el-Menâzır*, Ayasofya, 2448, I. Kitap, III. Bölüm, varak 33a; Fatih, 3212, I. kitap, III. Bölüm, varak 57a-b; Sabra çevirisi, I. Kitap, III. Bölüm, paragraf 110, s. 43.

2 A.I., Sabra, "Ibn al-Haytham", *Dictionary of Scientific Biography*, 6, New York 1972, ss. 190-191.

3 Seyid Hüseyin Nasr, İbnü'l-Heysem'in mercek ve ayna yapım tezgahının olduğunu belirtmektedir. Bkz., *İslâm'da Bilim ve Medeniyet*, Çevirenler: N. Avcı, K. Turhan, A. Ünal, İstanbul 1991, s. 132.

mesi sağlanmış ve sonuçta optiğin doğru önermelerden oluşan temel bir disiplin olması amaçlanmıştır.

İbnü'l-Heysem'in bilime karşı takındığı bu yüksek düzeyli tavır basit bir tesadüfün ürünü değildir. Çünkü, ışığın niteliği üzerine temel savlarını serimmediği *Işık Üzerine*⁴ adlı kısa çalışmasında da bu bilim anlayışını daha net bir biçimde açığa vurmakta ve şunları belirtmektedir:

"Işık nedir?" sorusunun araştırılması doğa bilimlerine aittir; ancak "ışık nasıl yayılır?" sorusu ise, ışığın doğrular boyunca yayılıyor olması nedeniyle, matematiksel bilimlerin bilgisini gerektirir. Benzer şekilde, "ışın nedir?" sorusu doğa bilimlerine ait olurken, form ve görünüşlerinin incelenmesi ise matematiksel bilimlere ait olmaktadır. Işığın nüfuz edebildiği nesnelerde de durum aynıdır. "Saydamlık nedir?" sorusu doğa bilimlerinin konusunu oluştururken, "Işık saydam nesnelerde nasıl yayılır?" sorusu matematiksel bilimlerin konusuna girer. Bundan dolayı ışık, ışın ve saydamlığın araştırılması hem doğa, hem de matematiksel bilimler kategorisi altına konulmalıdır.⁵

Bu bilim anlayışıyla, daha sonra Batı'da Galileo Galilei'nin (1564-1642) öncülüğünü yaptığı doğanın matematiksel bir kavrayışla ele alınmasının gerekliliği düşüncesini çok önceden sezdiği anlaşılan İbnü'l-Heysem'in, doğal olarak İslâm Kültür Kuşağı'nda modern bilim tavrının ilk örneğini verdiğini belirtmek yerinde olacaktır. Özellikle, Apollonios'un (M.Ö. 262-200) *Koni Kesitleri* üzerine çalışma gerekçesini açıklarken, problemleri çözmek için kullandığı yönteme değinmekte ve "Bu problemleri çözebilmek ve sekiz makale arasında en iyisini meydana getirebilmek için **tahlil, terkip ve yenileme** metodunu kullandık"⁶ demektedir. Bu ise açıkça, tümdengelim, tümevarım ve kurgulamaya dayalı bir akıl yürütmeyi başarılı bir biçimde gerçekleştirdiğini göstermektedir.

Bu yöntemsel başarısının yanında bilime olgusal ve kuramsal düzeydeki katkısı ise gerçekten olağanüstüdür. Örneğin, bütünsel bir yaklaşımla optiği "görme bilimi" olarak tasarlayan İbnü'l-Heysem'e gelinceye kadar doğrudan görme, yansıma aracılığıyla görme, kırılma aracılığıyla görme, gökkuşağı ve hâlenin oluşumu, karanlık oda, ışık kaynağı, gözün yapısı gibi temel optik konuları biliniyor ve çeşitli kuramlar çerçevesinde tartışılıyordu. Bunlar içerisinde hâkim konuma geçmiş olan kuram ise ışık ışınlarının gözden çıktığını ve görmenin de çıkan bu ışınların nesneye ulaşıp, tekrar göze geri gelmesiyle oluştuğunu savlayan Gözışın (extramission) Kuramı'dır. Görme olgusunun açıklanmasında ve genel olarak konunun geometrikleştirilmesi açısından bir fark oluşturmayan, bu bakımdan fazla önemi de bulunmayan ışığın kaynağına yönelik tartışmaların asıl belirleyici özelliği, olgu-kuram ba-

4 Bu çalışmanın Türkçe'ye çevirisi ve ayrıntılı bir yorumu için bkz. Hüseyin Gazi Topdemir, "İbnü'l-Heysem'in *Işık Üzerine* Adlı Çalışması", *Belleten*, Cilt 61, Sayı 231, 1997, ss.43-65.

5 İbnü'l-Heysem, *Işık Üzerine*, J. Baermann, "Abhandlung über das Licht von Ibn al-Haitam", (Arapça orijinal metin ve Almanca çevirisi) *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft*, 36, 1882, s. 195; M. F. Quraishi, "Discourse on Light", *Ibn al-Haitam*, Proceedings of Celebrations of 1000th Anniversary, Editör: Hakim Mohammed Said, Karachi, 1969, s. 272.

6 İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Mahrûâtât*, Çeviren: Nazım Terzioğlu, *Das Achte Buch zu den Conica des Apollonios von Perge*, İstanbul 1974, s. 6.

ğının gerçeklik bakımından taşıdığı değerdir. Örneğin hem Gözişin Kuramı'nı kabul edip, hem de karanlıkta görememeyi açıklamanın olanaklı olmaması gibi. İşte bu ve benzeri pek çok problemi tek bir kuramsal çerçevede, gözlem ve deneyin sınırsızca kullanımıyla aşmayı başaran ve ünlü bilim tarihçisi George Sarton'ın (1884-1956) "bütün zamanların en büyük optikçisi"⁷ olarak nitelediği İbnü'l-Heysem olmuştur.

III. Matematik Çalışmaları

İbnü'l-Heysem tartışmasız büyük bir optikçidir, ancak optikteki başarıyla kıyaslanacak boyutta olmamakla birlikte, aynı zamanda matematik ve astronomi konularında da önemli çalışmaları bulunmaktadır.

İbnü'l-Heysem'in matematik çalışmaları cebir konusundan çok geometriyle ilişkilidir. Hatta, optikte elde ettiği olağanüstü başarının, geometri konusunda sahip olduğu bilgi birikiminden kaynaklandığını söylemek daha doğru olur. Çünkü geometri büyük oranda perspektif bilgisini içermektedir ve optik görüntü de geometrik modeller içerisinde anlamlandırılmaktadır. Antik Yunan'da Eukleides'in (M.Ö. 300) *Elementler*'de büyük oranda perspektif ya da görünüm konusunu ele almış olması da bunun bir kanıtıdır.

Klasik dönem optik bilgisi genel olarak "görme" üzerinde temellendirilmiştir. Bütünyle görme konusunun ele alındığı doğrudan görme bir tarafa bırakılacak olsa bile, bugün bizim yansıma ve kırılma adını verdiğimiz iki ayrı optik dalı da o dönem için "parlak yüzeyler aracılığıyla görme (yansıma)" ya da "saydam ortam veya nesneler aracılığıyla görme (kırılma)" olarak düşünülmekteydi ve bu anlamda optik, esas itibarıyla görmenin bilimidir. Bu nedenle iyi bir optikçinin çok iyi düzeyde geometri, dolayısıyla da perspektif bilgisine gereksinimi vardı. Latince "...den bakmak" anlamına gelen "perspektif" teriminin Arapça karşılığı olan "manzaralar" ya da "görünüşler" anlamına gelen "menâzır" sözcüğü de, bugün kullanılan "perspektif" sözcüğünü karşılamaktadır. Bundan dolayı da, genelde matematik, özelde de geometrinin sınırları içerisinde giren matematiksel bir bilimdir. Yunanca "görme sanatı" anlamına gelen optiğin matematiksel bir bilim olarak algılanması da bundandır. Fârâbî'nin⁸ bilimler sınıflamasında da açıkça geometri ve optiğin konularının ortak olduğu ancak nesnelerin görünümlerinde ortaya çıkan değişimler söz konusu olduğunda optiğin işin içine girdiği, başka bir deyişle optiğin doğrudan doğruya görme bilimi olarak tanımlandığı görülmektedir.

Asıl görme konusu olan doğrudan görme (direct vision) konusunda çalışan bütün bilim adamları da bu konuyla ilgili problemleri birer perspektif problemi biçiminde ele almışlardır. Bu tavır ister istemez, optik problemlerini birer geometri problemi gibi tasarlayıp inceleme olanağını ve kolaylığını sağlamıştır. Zaten doğrudan görmede, görmeyi belirleyen etmenler, tamamen perspektife ait etmenlerdir.

Ancak İbnü'l-Heysem'in geometriye olan ilgisi yalnızca optik çalışmalarının gerektirdiği kadarla sınırlı kalmamıştır. Kendisi doğrudan doğruya ge-

7 George Sarton, *Introduction to the History of Science*, Cilt 1, Baltimore 1927, s. 721.

8 Fârâbî, *İlimlerin Sayımı*, Çeviren: Ahmet Ateş, MEB, İstanbul 1986, ss. 92-94.

ometri konusunda da çalışmıştır. Onun geometriye yaptığı katkıları birkaç başlık altında ele almak olanaklıdır. Bunlar içerisinde özellikle sonsuz küçükler ve koni kesitleri konusundaki çalışmaları önemlidir. Bunun dışında geometride kullanılan "analiz" ve "sentez" yöntemleri konusunda da *Makâle fi Tahlil ve Terki*p adlı bir çalışma kaleme almıştır.⁹

Sonsuz küçükler konusunda, birbirini kesen yaylar ve dairenin dörtgenleştirilmesine¹⁰ ilişkin problemleri ele almış olan İbnü'l-Heysem'e matematik konusunda ün sağlayan çalışması ise 17. yüzyıldan beri bilinen "Alhazen Problemi"dir. Bu problem, yansıtıcı bir yüzeydeki -düzlem, küresel, silindirik, konik tümsek ya da çukur- karşıt herhangi iki noktadan, bu noktaların birinden gelen ışığın, bu yüzeyden diğerine yansıtacağı noktanın (ya da noktaların) nasıl bulunacağına ilişkindir. Ptolemaios (M.S. 150 sıraları) *Optics*'inde tümsek küresel aynalarda tek bir yansıma noktasının bulunduğunu göstermişti. Aynı zamanda o, çukur küresel aynalarda da özel durumlar¹¹ için bu problemi ele almıştı.¹² İbnü'l-Heysem *Kitâb el-Menâzır*'ın Beşinci Bölüm'ünde bu problemi küresel, silindirik, konik çukur ya da tümsek bütün yüzeyler için çözmeyi amaçlamıştır. Onun girişimi her özel durum için ne yazık ki başarılı değildir, ancak bu konuda gösterdiği çaba, onun Greklerin yüksek matematiğine tamamen hakim bir bilim adamı olduğunun anlaşılmasını ve kendisinden sonraki matematikçilerin ve tarihçilerin hayranlığını kazanmasını sağlamıştır.

İbnü'l-Heysem'in koni kesitlerine ilişkin çalışmaları da bu belirlemelerimizi doğrular niteliktedir. Bu konuda gerçekleştirdiği çalışma, Antikçağ'ın ünlü matematikçisi Apollonios'un çalışmasıyla boy ölçüşecek niteliktedir. Kahire'de kaldığı yıllarda istinsah ettiği üç kitaptan birinin Apollonios'un *Koni Kesitleri* kısaca *Konikler* adlı çalışması olması da onun bu konuda derin bilgi elde etmesini sağlamıştır.

İbnü'l-Heysem konikler üzerine ayrıntılı incelemelerde bulunmakla kalmayıp, aynı zamanda "koni kesitleri teorisini", pergel ya da cetvelle çizilemeyen -örneğin düzgün yedigen (heptagon) gibi- ya kendisine kadar gelen ya da bizzat kendisinin ortaya attığı problemlerin çözümüne uygulamıştır. Bu anlamda o iki koninin kesişme noktasının belirlenmesi konusunda ısrarla çalışan ilk matematikçilerden birisidir.¹³

Bilindiği üzere koni kesitleri konusunda Antikçağ'da ayrıntılı olarak ça-

9 Roshdi Rashed, "Ibn al-Haytham", *Encyclopedia of the History of Science, Technology and Medicine in Non-Western Cultures*, ed. Helaine Selin, Hollanda 1997, s. 406.

10 Lune yani hilâl adıyla geometri tarihine geçmiş olan ve eğri alanların dörtgenleştirilmesi konusunda ele alınan birbirini kesen yaylara ilişkin ilk çalışmayı yapan Chioslu Hipokrates (MÖ.430 sıraları) bazı hilâlleri kareleştirmede başarılı olmuştur. Muhtemelen buradan dairenin dörtgenleştirilmesi fikrine ulaşılmış olabilir. Lune (hilal) de daire ya da parabol kesmesi gibi bir eğri alan çeşididir ve bu anlamda bunun da dörtgenleştirilmesi söz konusudur. Böylece Lune meşhur üç klasik problemten birinin özel hali olmaktadır. Bu konuda Florian Cajori'nin, *A History of Mathematics*, New York 1931, çalışmasına (s. 22) bakılabilir.

11 Söz konusu iki noktanın kürenin çapı üzerinde bulunması ya da küre merkezine olan uzaklıklarının eşit olması gibi.

12 Sabra, 1972, s. 200.

13 Rashed, a.g.y., ss. 406-407.

lısan Apollonios, sekiz kitaptan oluşan *Konikler (Konika)* adlı bir eser kaleme almış ve bu yapıtta koni kesitlerine ilişkin kendisine kadar gelen dönemde oluşturulan bilgileri ve kendi katkılarını açıklamıştı. Sadece ilk yedi kitabı bilinen ve sekizinci kitabı kayıp olan bu eser matematik tarihinde uzun yıllar etkili olunca, sekizinci kitabın yeniden inşa edilmesi girişimleri başlamış ve 18. yüzyılda ünlü matematikçi ve astronom Edmund Halley (1656-1724) bu çalışmaların başarılı bir örneğini vermiştir.¹⁴ İbnü'l-Heysem'in kaleme aldığı *Makâle fî Temâmi Kitâb el-Mahrûtât* adlı çalışma ise Halley'den yaklaşık 700 yıl önce aynı amaçla kaleme alınmış değerli bir çalışma olması dolayısıyla ayrıcalığa sahiptir. Bu rekonstrüksiyon çalışmasının girişinde İbnü'l-Heysem şunları belirtmektedir:

"Apollonios, *Kitâb el-Mahrûtât*'ın (*Konika*) girişinde çalışmasının sekiz makaleden oluştuğunu ve her makâlenin hangi problemleri içerdiğini açıklamış ve sekizinci makalenin koni kesitlerine ilişkin problemlere ayrıldığını belirtmiştir. Bu kitabın ilk yedi makâlesi Arapça'ya çevrilmiş, fakat sekizinci makale kaybolmuştur. Biz bu çalışmayı esaslı bir şekilde inceledik, içeriğini anladık ve ilk yedi makale üzerine ayrıntılı bir çalışma yaptık. Sonuçta bu kitapta bulunması gereken problemlerin tümünün ilk yedi makalede yer almadığına ve sekizinci makalenin, son makale olması dolayısıyla, bunları orada ele alması gerektiğine karar verdik".¹⁵

İbnü'l-Heysem, bu giriş yazısından da anlaşıldığı üzere, Apollonios'un kayıp olan sekizinci makalesini, ilk yedi makaleden elde ettiği bilgiler ışığında, yeniden inşa etmeyi amaçlamıştır ve başarılı da olmuştur. Böyle bir çalışmaya neden gereksinim duyduğunu ise şöyle ifade etmektedir:

"Apollonios'un düşüncesinin sağlamlığına sonsuz itimadımız olduğundan, bu meselelerin sekizinci makalede incelenmesi lazım geldiği kanaatine vardık. Bizde bu kesin kanaat hasıl olduktan sonra, bu problemleri inceleyerek bir makale meydana getirdik ve bunun da Sekizinci Makale'nin yerini tutacağına inandık. Böylece *Kitâb el-Mahrûtât*'ı tamamlamış olduk".¹⁶

İbnü'l-Heysem'in matematik konusunda yaptığı çalışmalardan bir diğeri de Eukleides'in beşinci postulasına yönelik değerlendirmeleridir. Ancak matematik eserleri üzerinde yeterince çalışılmadığından, onun bu konuda ulaştığı sonuçların gerçek değerini yansıtacak bir açıklama yapmak şimdilik olanaklı gözükmemektedir. Bununla birlikte, yapılan küçük çaplı incelemelerden Sabit ibn Kurra (826-901) ve el-Kühî'nin (10. yüzyıl) çalışmalarından yararlandığı anlaşılmıştır. Özellikle parabolün hacminin hesaplanmasına yönelik çalışması bunu göstermektedir. Bu çalışmasında İbnü'l-Heysem, Sabit ibn Kurra ve El-Kühî'den yararlanarak, bir parabolün kendi ordinatı çevresinde döndürülmesinden elde edilen paraboloidal hacmin nasıl hesaplanacağını tartışmış ve böyle bir hacmin, küre içerisine yerleştirilmiş bir silindirin hacminin $8/15$ ' i kadar olacağını göstermiştir.¹⁷

14 Halley'in bu konuda yazdığı kitabın adı *Apollonii Pergaei Conicorum Libri Octo*'dur (Oxford, 1710).

15 İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Mahrûtât*, s. 5.

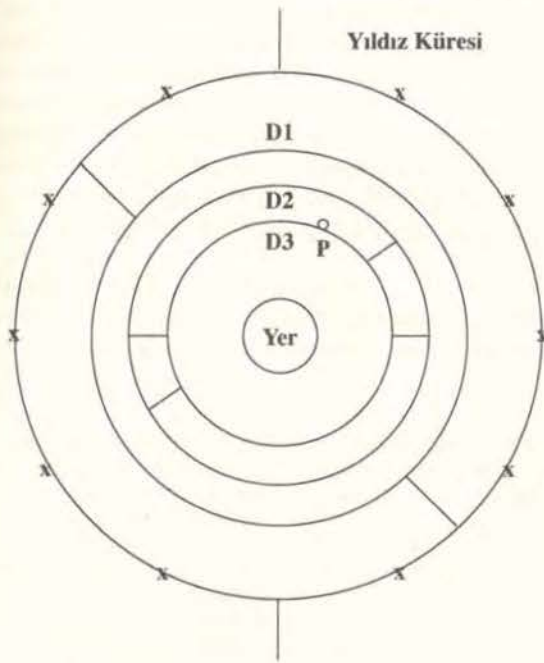
16 İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Mahrûtât*, s. 6.

17 Rashed, s. 406.

IV. Astronomi Çalışmaları

İbnü'l-Heysem'in matematik ve optik konularındaki başarılarıyla kıyaslanacak bir düzeye ulaşmamış olmakla birlikte, üzerinde durulması gereken diğer bir çalışma alanı da astronomidir. Bu konuda *Kitâb fî Heyeti'l-Âlem* (Âlem'in Yapısı Üzerine), *İstihraci Semtû'l-Kible bi'l-Hesâb* (Kible Yönünün Hesapla Belirlenmesi), *Makâle fî Davi'l-Kamer* (Aydın Işığı Üzerine) *Makâle fî Edvâi'l-Kevâkib* (Yıldızların Işığı), *Risâle fî Ruyeti'l-Kevâkib* (Yıldızların Görünmesi Üzerine) adlı çalışmaları hazırlamış olan İbnü'l-Heysem'in astronominin temel problemlerine ilişkin çalışması ise *Kitâb fî Heyeti'l-Âlem* (Evrenin Yapısı Üzerine)'dir. Uzun zaman Arapça orijinalinin kayıp olduğu düşünülen, Latince ve İbranice çevirileri bilinen bu kitap üzerinde fazla durulmamıştır. Bu çevirilerine dayanılarak yapılan incelemelerden ise özellikle gökkürelerinin niteliği konusunda özgün fikirler taşıdığı anlaşılmıştır. Aynı zamanda geç bir dönemde Arapça yazmalarından birisi de bulunmuştur.¹⁸

Evrenin Yapısı dışındaki çalışmaları kısa ve belirli problemlerin çözüm önerilerini içeren küçük çaplı incelemelerdir. Ancak bu kitabı 43 varaktan (83 sayfa) oluşmaktadır ve bu bakımdan astronomi çalışmaları içerisinde en hacimli olanıdır. Kuşkusuz ki İbnü'l-Heysem bir optikçidir ve bu konuda bütün zamanların en önemli araştırmacısı durumundadır. Ancak bu astronomi kitabının, Ortaçağ'da Latince'ye aktarılmış olması, onun bu bakımdan önemsenmesini gerektirmektedir. Bu konudaki önerileriyle hiçbir zaman İbn Yûnus (?-1009), Nasîrüddîn-i Tûsî (1201-1274) ve İbnü'l-Şâtîr'ın (1304-1376) katkılarıyla kıyaslanacak bir düzeye ulaşmamış olmakla beraber, birkaç noktada tarihsel önemi olan katkıları değer taşımaktadır.¹⁹



Şekil 1: Eudoxos'un Ortak Merkezli Küreler Sistemi

Evrenin Yapısı, Abraham Hebraeus tarafından X. Alfonso (öl. 1284) için İspanyolca'ya, bu çeviriye dayanılarak da bilinmeyen birisi tarafın-

18 Bu yazma nüsha tanıtılmıştır. Bkz., Günay Tümer, "İbn-i Heysem'in Şimdiye Kadar Ele Geçmemiş Bir Eseri", A.Ü. İlahiyat Fakültesi İslâm İlimleri Enstitüsü Dergisi, IV, 1980, ss. 219-223.

19 Sabra, 1972, s. 197.

dan *Liber de Mundo et Coelo* (Dünya ve Gök Üzerine) adıyla Latince'ye çevrilmiştir. Jacob ben Mahir (öl. 1304) ve daha sonra Salamo ibn Pater (1322) tarafından İbranice'ye çevrilen kitap, Cardinal Grimani (öl. 1523) için Abraham de Balmes tarafından ikinci kez Latince'ye çevrilmiştir. 14. yüzyılda Levy ben Gerson bu incelemeden söz etmiştir. Rönesans dönemi astronomları ve özellikle de Peurbach'ın (1423-1461) *Theoricae Novae Planatarum* (Yeni Gezegen Kuramı) adlı çalışmasında etkili olduğu anlaşılmıştır.²⁰

Gök cisimlerinin, biri diğerinin içerisinde dönen ve birbirlerine değen ortak merkezli küreler serisi oluşturduğu düşüncesi, Antik Çağ'da Eudoxos (M.Ö. 400-347) adlı astronomun evren tasarımı olarak tarih sahnesine çıkmış ve uzun yıllar etkin olmuştur.

Eudoxos bir gezegenin hareketini açıklamak için dört küre²¹ kullanmıştır (Şekil 1).²² Bütünüyle matematiksel olarak tasarlanmış bir evreni açıklamayı amaçlamış olan Eudoxos'un bu modelinin bilim tarihinde önem kazanması, ancak Aristoteles'in (M.Ö. 384-322) uzun yıllar fizik biliminin gelişme çizgisini belirleyen fizik ve evren modeliyle salt matematiksel ve soyut bir biçimden, fiziksel bir temele taşınmasıyla gerçekleşmiştir. Bu anlayışta gezegenler ve diğer gök cisimleri somut kristal kürelere çakılı olarak evrenin merkezi olan Yer etrafında döngüsel hareketler yapmaktadırlar ve bu döngüsellik yalnızca Ay-üstü Evren'e aittir.²³ Böylece Eudoxos'un matematiksel şemasını fiziksel olarak açıklamaya, daha doğru bir deyimle anlamlandırmaya çalışan Aristoteles, gezegenlerin hareketlerini açıklamada mevcut kürelerin yetersiz olduğunu düşünerek eklemeler yapmış ve küre sayısını 55'e çıkarmıştır. Gittikçe karmaşılaşan ve buna rağmen gökyüzünü açıklamakta yetersizleşen "Ortak Merkezli Küreler Kuramı", Kopernik'e (1473-1543) kadar egemen tek sistem haline gelen ve Ptolemaios tarafından geliştirilen "Yer Merkezli Sistem" ile etkisiz hale gelmiştir.

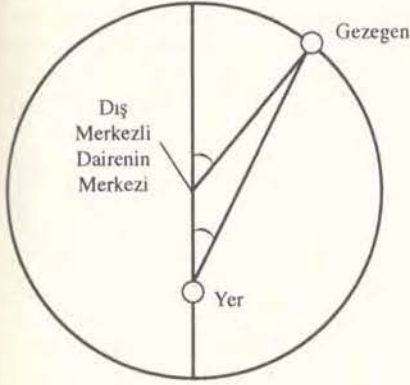
Bütünüyle matematiğe dayanan ve gezegen hareketlerini "Dış Merkezli Düzenek" (eksantrik) (Şekil 2) ve "Taşıyıcı Düzenek" (episikl) (Şekil 3) adı verilen iki geometrik modelle açıklamayı amaçlayan Ptolemaios'un bu sistemi

20 Sabra, 1972, s. 197.

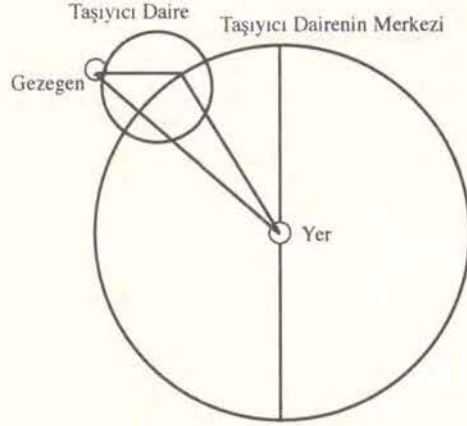
21 En dışta olan gezegenin günlük hareketi sağlar ve 24 saatte döner. İkinci küre gezegenin "Tutulma Düzlemi" (Zodyak) boyunca hareketini sağlar. Bu hareketin süresi Ay-üstü gezegenlerde sideral periyoda, yani Güneş'in etrafındaki dolanım periyoduna eşittir. Merkür ve Venüs için ise bir yıldır. Üçüncü küre "Tutulma Düzlemi" eksenini üzerinde yer alır ve sabitlenmiş kutuplara sahiptir. Bu kutuplar ikinci kürenin hareketi ile taşınır. Bu kürenin kutupları etrafındaki hareketi düzenlidir ve gezegenin sinodik periyoduna, yani Güneş ile gezegen arasında oluşan iki karşıtlık (opposition) ya da kavuşum (konjeksiyon) durumu arasında geçen süreye eşittir. Dördüncü küre ise üçüncü kürenin içine oturtulmuştur. Her gezegen için farklı bir eğime sahip olan bu kürenin eksenini etrafındaki dönüşü üçüncü küre ile aynı fakat ters yöndedir. Gezegen bu dördüncü kürenin ekvatorunda bulunmaktadır. Bkz. Yavuz, Unat, *Ali Kuşçu'nun Risâlat al-Fatihîyya Adlı Eserinin Gök Küreleri Üzerine Olan Dördüncü ve Beşinci Makaleleri Üzerine Bir Çalışma*, Ankara 1990, ss. 55-56, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

22 Anlatım ve şekil için bkz. Sherwood Taylor, *A Short History of Science & Scientific Thought*, USA 1963, ss. 28-29.

23 Edward, Grant, *Ortaçağda Fizik Bilimleri*, Çeviren: Aykut Göker, Ankara 1986, ss. 42-44, 82.



Şekil 2 Dış Merkezli Düzenek



Şekil 3 Taşıyıcı Düzenek

gezegen hareketlerindeki düzensizliği belirlemede ortak merkezli küreler sisteminden daha başarılı olduğu için etkin hale geldi ve hem Ortaçağ İslâm Dünyası'nda, hem de Ortaçağ Hristiyan Dünyası'nda uzun yıllar kullanıldı.²⁴

Ancak "ağır" bir unsur olmasına karşın Yer'in evrenin merkezinden kısmen de olsa kaydırılmasını öngören bu yapı, doğal olarak, Aristoteles'in fizik sistemiyle doğrudan bağdaşmıyordu ve çeşitli karşıt düşüncelerin doğmasına yol açmıştı. Ortaçağ İslâm Dünyası'nda yetişmiş büyük bir düşünür olan İbn Rüşd (1126-1198) de böyle düşünenlerden biriydi ve eksantrik ve episikl modelleri gezegenlerin konumlarının hesaplanmasında yararlı bulurken, bu iki modelin evrende fiziksel bir varlığa sahip olduğu görüşüne şiddetle karşı çıkmaktaydı. Çünkü bu düşünce kabul edildiğinde, Aristoteles'in evrenin geometrik merkezinin, göksel hareketlerin tek merkezi olduğu öğretisi açıkça çığnemiş olacaktı.²⁵ Oysa evrenin merkezi Yer'dir. Yer ağır unsurlardan oluşmuştur ve dolayısıyla da merkezden kaydırılamaz.

Bununla birlikte Ortaçağ İslâm Dünyası'nda farklı düşünceler de ileri sürülmüştü. Buna göre Ptolemaios'un sisteminin öngördüğü gibi, gezegen hareketlerinin sadece geometrik bir nitelik taşıması doğru olamazdı, bu hareketlerin aynı zamanda dinamik bir özelliğe de sahip olması gerekirdi. Bu görüşle birlikte astronominin fiziksel bir temele ihtiyacı olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaya başlamıştır. Çünkü böyle bir sistem, Aristoteles fiziğine uygun olarak küre katmanları şeklinde düşünülebildiği, yani hem fiziksel bir yapıya sahip olabildiği gibi, hem de Ptolemaios sistemine uygun düşmektedir. Küre katmanları sistemi adı verilen bu anlayışı oluşturan ise İbnü'l-Heysem olmuştur.²⁶

Evrenin Yapısı adlı bu çalışmada Ptolemaiosçu gezegen kuramında

24 Grant, s. 83.

25 Grant, s. 84.

26 Aydın Sayılı, "İbn Sina'da Astronomi ve Astroloji," *İbn Sina Doğumunun bininci yılı Armağanı*, T.T.K., Ankara 1984, ss. 198-199.

adı geçen bütün bu hareketleri eksiksiz, açık ve teknik olmayan bir biçimde betimlemiş olan İbnü'l-Heysem, aynı zamanda *Almagest*'in salt soyut yapısına karşı çıkmayı hedeflemiştir.²⁷ İbnü'l-Heysem, bu çalışmasında göklerin (felek) fiziksel yorumu konusunu ele alırken, kendinden önce ileri sürülmüş olan ve özellikle Antik Yunanlı astronomların büyük ilgi gösterdikleri "salt geometrik" yaklaşımı eleştirerek, şunları belirtmektedir:

"Dairelerin hareketlerini ve Ptolemaios'un tamamıyla soyut bir kavram olarak aldığı hayali noktayı, biz gerçeğine benzemesi için, düzlem ya da küresel yüzeylere aktardık. Bu, aslında daha doğru bir gösterimdir. Aynı zamanda daha anlaşılardır. ... Bizim betimlemelerimiz düşünsel bir nokta ile kurgusal daireleri kullananların yaptıklarından daha kısadır. ... Biz göksel kürelerin içerisinde meydana gelen farklı hareketleri ve bu hareketlerden her birini, küresel bir cismin basit, sürekli ve sonsuz hareketine uygun böyle bir tarz da yapmayı sınadık. Bu hareketlerden her birine atanmış olan bütün bu cisimler, biri diğerinin verilen konumuna ters düşmek-sizin, kendilerini herhangi bir şekilde kırarak, sıkıştırarak ya da bozarak hiçbir şeyle karşılaşmazsınız, eşzamanlı olarak hareket ederler."²⁸

Böylece İbnü'l-Heysem, gökkürelerini fiziksel nitelikli bir yapı içerisinde ele aldığını ve dolayısıyla Antik Yunanlı astronomların evren açıklamalarına oranla daha yalın, daha anlaşılır ve daha açıklayıcı bir model oluşturduğunu belirtmektedir.

Bu aslında astronomi tarihinde önemli bir dönüm noktası anlamına gelmektedir. Çünkü gök kürelerinin basit geometrik yapılar olarak ele alınması, aslında görüntüyü kurtarmak adına geliştirilmişti ve bu bakımdan evrenin gerçek yapısı hakkında bir düşünce üretmiyordu. Gökyüzü'ndeki görünen hareketlerin matematiksel olarak bir sonuca bağlanmasından başka bir şey değildi. Oysa İbnü'l-Heysem bu çalışmasıyla Ptolemaios'un geometrik gök tasarımıyla kullandığı her öğeyi kendi fiziksel sistemi içerisinde ustalıkla kullanmayı başarmıştır. İbnü'l-Heysem'e göre, bir gezegenin küresini temsil eden her bir ortakmerkezli (concentric) katmanın kalınlığı içerisinde, diğer ortakmerkezli ve dışmerkezli (eccentric) kürelerin katmanları yer almaktadır. Bu küreler de, Ptolemaios'un evren modelindeki ortakmerkezli, dış merkezli ve episikl (epicycles) dairelerine karşılık gelmektedir.²⁹ Böylece salt geometrik bir yapı, bu yapının bütün öğelerini içeren tamamıyla fiziksel bir yapıya dönüştürülmüş olmaktadır.

Böylece bir optik ustası olmasına karşın, astronomi konusunda da seçkin düşünceler ürettiğine tanık olduğumuz İbnü'l-Heysem'in, *Kitâb fî Heyeti'l-Âlem* adlı çalışmasında serimlediği bu düşüncelerden, Ortaçağ İslâm Dünyası'nda başlatıldığı kabul edilen, ancak ilk ne zaman ve kim tarafından başlatıldığı konusunda kesin bir düşüncenin oluşmadığı, gökkürelerinin fiziksel yorumu hususunda da bir öncü rol taşıdığı görülmektedir. Böylesine önemli bir eserin uzun zaman etkili olamamasının nedeni de yukarıda belirtildiği üzere kayıp olduğunun sanılmasıdır.

27 Sabra, 1972, s. 198.

28 Seyyed Hossein Nasr, *Science and Civilisation in Islam*, Cambridge, Mass. 1968, s. 177.

29 Sabra, 1972, s. 1198.

V. Fizik Çalışmaları

İbnü'l-Heysem'in asıl ilgisi fizik konusundadır. Özellikle optik konusunda geliştirmiş olduğu kuram Doğu'da ve Batı'da 17. yüzyıla kadar tek egemen kuram olarak kalmıştır. Optik tarihinde bu başarıyla kıyaslanacak ikinci bir başarı yoktur. Fizik konusunda *Kitâb el-Menâzır*, *Parabolik Aynalar Üzerine*, *Küresel Aynalar Üzerine*, *Gökkuşağı ve Hâle Üzerine*, *Işık Üzerine*, *Yakan Küreler Üzerine*, *Yıldızların Görünmesi Üzerine*, *Yıldızların Işığı Üzerine*, *Ayın Hareketi Hakkında*, *Ptolemaios'un Görüşleri Üzerine Kuşku*, *Gölgelerin Nitelikleri*, *Eukleides ve Ptolemaios'un Optik Bilgisinin Analizi*, *Mercekler Hakkında* olmak üzere birçok yapıt kaleme almıştır. Ancak, kuşkusuz ki onun başyapıtı *Kitâb el-Menâzır*'dır. Çünkü İbnü'l-Heysem optik bilimine ilişkin kuram ve kanıtlamalarını bu eserinde ortaya koymuştur. Kitabın Batı'ya ne zaman geçtiği ve ilk kez kimin tarafından çevrildiği bilinmemekle birlikte, 12. yüzyılın sonları veya 13. yüzyılın başlarında çevrildiği ve çok etkili olduğu bilinmektedir. Buna karşılık Latince metin Friedrich Risner (öl. 1580) tarafından 1572'de Basel'de Witelo'nun kitabıyla birlikte *Opticae Thesaurus. Alhazeni Arabis libri septem, nunc primum editi. Eiusdem liber de Crepusculis et nubium ascensionibus. Item Vitellionis Thuringo-Poloni Libri X. [Omnes instaurati, figuris illustrati et aucti, adjectis etiam in Alhazenum commentarijs, Federico Risnero]* adıyla yayınlanmıştır.³⁰ Bundan sonra *Optik Hazinesi* (*Opticae Thesaurus*) adıyla tanınan bu kitap başta Pecham (1220-1292), Witelo (1230-1275), Roger Bacon (1220-1292), Kepler (1571-1630), Snell (1591-1626), Fermat (1601-1665) ve Descartes (1596-1650) gibi pek çok ünlü batılı optikçinin kuramlarının oluşumunda ve biçimlenmesinde etkin olmuştur. Öte yandan bu etki yalnızca Batı'yla sınırlı kalmamış, aynı zamanda Doğu'da bu kitap üzerine ayrıntılı bir yorum yazan Kemâlüddin el-Fârisî (öl. 1320) ve 16. yüzyılda İstanbul'da yaşamış olan, İstanbul Rasathanesi'nin kurucusu ünlü Türk astronomu Takîyüddin ibn Marûf'un (1526-1585) çalışmalarında da derin izler bırakmıştır. Kitabın Arapça ve Latince birçok nüshası bulunmaktadır.³¹

Kitap yedi kitaptan (bölüm) oluşmaktadır. İlk üç kitabı doğrudan görme, 4., 5. ve 6. kitapları yansıma ve 7. kitabı ise kırılma konusuna ayrılmıştır.

Kitâb el-Menâzır, Antikçağ'ın bütün bilgi birikimini, problemlerini, doğru ya da yanlış bütün çözüm önerilerini içinde barındıran büyük bir eserdir. Kitabın bölümlerine, alt başlıklarına ve içeriklerine baktığımızda bunu görmek mümkündür.

Birinci Kitap sekiz alt bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm (bütün kitaplar için) giriş olarak düzenlenmiş ve genel olarak görmenin oluşumu üzerinde durulmuştur. Burada aynı zamanda önceki dönem araştırmacılarının konuya bakışları ele alınmış ve görmenin oluşumu, nitelikleri, bu konularda ileri sürülen matematiksel ve fiziksel yaklaşımların değerlendirilmesi yapılmıştır.

30 Sabra, 1972, s. 197. 1972 yılında bir giriş eklenmek suretiyle New York'da David C. Lindberg tarafından yeniden yayınlanmıştır.

31 Bunlardan Arapça olanların önemlilerinden bazıları şunlardır: Ayasofya 2448, Fatih 3212, Köprülü 952, Ahmet III 1899.

İkinci Kitap, dört alt bölümden oluşmaktadır. Gözün neden bazı nesneleri algıladığı ve bazılarını algılayamadığı konusuna ayrılmıştır.

Üçüncü Kitap, yedi alt bölüme ayrılmıştır. Burada gözün nesneleri her zaman doğru bir biçimde algılayamadığı, bazen kusurlu algıladığı ve bu nedenle üçüncü kitabın doğrudan görme kusurlarına ve nedenlerine ayrıldığı belirtilmektedir.

Dördüncü Kitap, beş alt bölümden oluşmaktadır. Burada ileri sürülen temel sav şudur: eğer göz ve nesne doğrusal bir düzlemde bulunuyorlarsa nesnenin ne olduğu göz tarafından tam olarak algılanır; eğer göz ve nesnenin konumlarında bir değişim olursa, algı da değişir.

Beşinci Kitap sadece iki bölümden oluşmaktadır. Burada gözün parlak nesnelerde yansıyan görüntüleri, ancak bu nesnelerden gelen ışık aracılığıyla algılayabileceği belirtilmektedir.

Altıncı Kitap, dokuz bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm konuya giriş olarak hazırlanmış, ikinci bölümde yansıma aracılığıyla oluşan görme kusurları, üçüncü bölümde düzlem aynada, dördüncü bölümde küresel tümsek aynada, beşinci bölümde silindirik tümsek aynada, altıncı bölümde tümsek konik aynada, yedinci bölümde küresel çukur aynada, sekizinci bölümde silindirik çukur aynada ve dokuzuncu bölümde ise konik çukur aynada nasıl görüntü oluştuğu ve oluşan bu görüntülerde meydana gelen kusurlar ele alınmıştır.

Yedinci Kitap, ise tamamen kırılma konusuna ayrılmıştır. Bu kitap yedi alt bölümden oluşmaktadır. Birincisi giriştir. İkinci bölümde ışığın saydam nesnelere doğrusal çizgilerde nüfuz etmesi ve kırılmaya uğraması, üçüncü bölümde ışıkların saydam ortamlarda uğradığı değişimlerin nitelikleri, dördüncü bölümde saydam nesnelerin ya da ortamların gerisinde bulunan nesneleri gözün algılaması, beşinci bölüm kırılma aracılığıyla nasıl görüntü oluştuğu, altıncı bölümde gözün nesneleri kırılma aracılığıyla algılaması ve yedinci bölümde ise kırılmayla oluşan görme kusurları ele alınmıştır.

İbnü'l-Heysem'in optik konusundaki çalışmalarını birkaç başlık altında toplamak mümkündür:

a. Işığın Niteliği ve Yayılımı

İbnü'l-Heysem'in ışık ve yayılımına ilişkin görüşleri, Antikçağ ve Ortaçağ İslâm Dünyası'nda kendisinden önce ortaya konulmuş kuramlardan türetilmemiş, tamamen farklı anlayış ve düşüncelerden oluşturulmuştur. İlk bakışta daha önceki kuramların birleştirilmesinden oluşuyormuş gibi görünse de, gerçekte kendi kuramındaki her ayrıntı yeniden ve köklü değişiklikler içerecek şekilde kurgulanmış ve yepyeni bir kuram oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Nitekim *Kitâb el-Menâzır*'da ışık ve niteliğini ele alırken, optik alanındaki karışıklığı, yeterince anlaşılmamış olma özelliğini bu disiplinin temel ilkeleri ve yöntemi açısından ele alarak, bütünselliği olan bir bilimin, görme biliminin temel ve vazgeçilmez bir bileşeni olarak ortaya koymuştur. Bundan dolayı da İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Menâzır*'da sağladığı ve sunduğu olağanüstü ayrıntı, gözlem ve ilkeye rağmen, yine de ışığın doğası konusunu ayrı bir çalışma olarak daha sonra ele almak gereksinimini duymuştur. Işık

Üzertne adlı bu çalışmasında İbnü'l-Heysem, "Işık nedir?" ve "Nasıl yayılır?" sorularının yanında saydamlığın mahiyeti ve ışığın saydam nesnelerde nasıl yayıldığı konularını da ele almıştır.

Antikçağ'da ışığın kaynağı, hedefi ve yayılımı konusunda iki farklı kuram oluşturulmuştur. Bunlardan birisi, ışığın gözden çıktığını ve nesneye gittiğini savunan Gözışın Kuramı, diğeri de ışığın nesneden çıktığını ve göze geldiğini ileri süren Nesneışın Kuramı'dır. Antikçağ'da geliştirilen bu çalışmalar, kısa sürede Ortaçağ İslâm Dünyası'nda yankı bulmuş ve devralınan bilgi birikimi çok daha ileri düzeylere taşınmıştır. Ancak, görmenin matematiksel ve matematiksel olmayan yönlerine ilişkin asıl çığır açıcı katkıyı bu dönemde, İbnü'l-Heysem yapmıştır.

İbnü'l-Heysem ışık kaynağı ve yayılımına ilişkin görüşlerini *Kitâb el-Menâzır*'ın ilk üç kitabında ve *Işık Üzerine*'de sergilemiştir. Özellikle ışık hakkındaki makalesi bu konuda yazılmış çok özgün bir monografi niteliğini taşımaktadır. Burada, İbnü'l-Heysem, ışığın kaynağı konusuna atıfta bulunarak yayılımını irdelerken, ışık ışınlarının, ışıklı nesneden çıkarak karşısında ve çevresinde bulunan her nesneye doğru yayıldığını ve yayılımın da doğrusal çizgiler boyunca olduğunu ileri sürmektedir. Başka bir deyişle, ışık ışıklı nesnenin her bir noktasından çizilebilen doğru çizgiler boyunca, kendisini çevreleyen saydam nesne içerisinde yayılır. Işığın yayılımını matematiksel bir bağlamda ele almaya yönelik bu belirlemeler aslında Eukleides'in çalışmalarıyla bu yana çok iyi bilinmektedir. Ancak İbnü'l-Heysem'in açıklamalarının kayda değer yönü, bu belirlemelerin kuşku götürmez bir biçimde deneysel olarak kanıtlanmasındandır. Bu hususa *Kitâb el-Menâzır*'da ayrıntılarıyla değinmiştir. Bunun için bir dizi deney yapan İbnü'l-Heysem, öncelikle karanlık bir odaya bir delik aracılığıyla giren ışık³² örneğini ele almıştır. Kendisinden sonra Doğu'da ve Batı'da pek çok bilim adamı tarafından defalarca yinelenen bu karanlık oda deneyinin ayrıntısı şöyledir:

Güneş, Ay ya da ateş ışığı karanlık bir odaya orta büyüklükte bir delikten girdiğinde, odada toz parçacıkları varsa ve bu parçacıklar havaya yayılmış durumdaysa, delik aracılığıyla giren ışık, havaya karışmış bulunan toz parçacıkları üzerinde, zeminde ve deliğin karşısındaki duvar üzerinde oldukça belirgin bir şekilde görülür; ve odada bulunan kimse delikten zemine ya da deliğin tam karşısındaki duvara gelen ışığın doğrusal çizgilerde yayıldığını görür.³³ Eğer bir kimse bu görünen ışığın yönü üzerine düz bir çubuk koysa, ışığın bu çubuk boyunca doğrusal olarak yayıldığını görecektir.³⁴ Bununla birlikte, eğer odada hiç toz yoksa ve ışık zemin üzerinde ya da deliğin karşısındaki duvar üzerinde parlıyorsa, ve düz çubuk, görünen ışık ve delik arasında bulunuyorsa, ya da onların arasına sıkıca bir ip gerilmişse, ve delik ile ışık arasına opak bir nesne konulmuşsa, ışık bu opak nesne üzerinde görülür; ve nesnenin ışık düşen yeri parlarken başlangıçta görülen yerlerde ışık ortadan kalkmış olur. Eğer bir kimse daha

32 İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Menâzır*, Kitap I, Bölüm 3, s. 13, s. 3.

33 İbnü'l-Heysem, a. g. y. Kitap I, Bölüm 3, ss. 13-14, s. 3; İbnü'l-Heysem, bu paragrafta yalnızca Güneş ışığıyla yaptığı deneyi söz konusu etmiştir. Buna karşılık s 4'te Ay ışığıyla, s. 5'te yıldızların ışığıyla ve s 6'da ise ateş ışığıyla yaptığı deneyleri açıklamıştır.

34 İbnü'l-Heysem, a. g. y. Kitap I, Bölüm s. 15, s. 6.

sonra opak nesneyi çubuğun doğrultusu boyunca bir aşağı bir yukarı hareket ettirse, o kimse ışığın daima opak nesnenin üzerinde olduğunu görecektir. Bundan açığa çıkan şudur: delikten gelip bir noktaya düşen ışık doğrusal çizgiler boyunca ilerler.³⁵

Optiğin matematikselleşmesine veya geometrik optiğe ilişkin bu son derece önemli belirlemelerinden sonra İbnü'l-Heysem, ışığın saydam nesnede ışın adı verilen düz çizgiler boyunca yayıldığını ve ışıklı nesneden çıkan ve saydam bir nesne içerisinde düz çizgiler boyunca yayılan ışığa da ışın denildiğini ve burada kastedilen düz çizgilerin de duyularca algılanamayan, ancak ışığın kendileri boyunca yayıldığı *imgesel* çizgiler olduğunu belirtir.³⁶

Hem bu makalesinde hem de *Kitâb el-Menâzır*'ın değişik bölümlerinde verdiği açıklamalarından İbnü'l-Heysem'in ışık tasarımı kısaca betimlemek olanaklı olmaktadır. Buna göre, ışıklar kendisi ışık kaynağı olan nesnelerin yaydığı birincil ışıklar, aydınlatılan opak nesnelerin yaydığı ikincil ışıklar olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Bu iki grup ışık aynı zamanda parlak yüzeylerce yansımaya ve saydam yüzeylerce de kırılmaya uğratılırlar. Bu nedenle birinci durumdaki ışıklara yansıyan ışıklar, ikinci durumdaki ışıklara ise kırılan ışıklar adı verilir.

Son olarak da, kaynağı ne olursa olsun, bütün ışıkların doğrusal çizgiler boyunca yayıldığını ve kendisi ışık kaynağı olan nesnelerin üzerindeki her bir noktadan, karşısındaki bütün noktalara (yönlere) doğru, doğrusal çizgilerde ışıkların yayıldığını ve bunun toplamının da bir küre oluşturduğunu belirterek, ışığın geometrik ya da daha genel anlatımıyla matematiksel olarak incelenmesine olanak sağlayan bir ışık modelini tamamlamıştır.

b. Doğrudan Görme

Doğrudan görme, gözlemci ve baktığı nesnenin aynı düzlemde, karşı karşıya bulundukları ve aralarında herhangi bir engelin bulunmadığı durumda ortaya çıkan görmedir. Aracısız görme diye de tanımlayabileceğimiz, doğrudan görme, olgunun göz, ışık, renk, konum büyüklük vs. gibi nesneye, göze ve bulunulan ortama ait temel unsurlarını da içeren problemlerin birer perspektif problemi biçiminde ele alındığı bir optik dalıdır. İbnü'l-Heysem, ışığın kaynağı ve görmenin oluşumu konularını yoğunlukla *Kitâb el-Menâzır* adlı başyapıtının ilk üç kitabında sergilemiştir. Burada, öncelikle Gözışın Kuramı'na karşı çıkarak, ışığın nesneden geldiği varsayımından hareket eder. Bu tavrını göstermek için de, görmenin hem fiziksel hem de nesneden göze gelen ışınlar aracılığıyla, matematiksel yorumunu yapmıştır. Bunu yaparken de doğal olarak, görme ışınları hakkında bir tartışmayla işe başlar:

"Işığın gözden çıktığını varsayanlara göre, ışık gözden çıkar ve saydam ortamdan geçerek görüntüye neden olan nesneye gider; ve görme bu ışınlar yoluyla olur. ... Ben bu ışınların göze bir şey getirip getirmediğini araştırmak isterim. Eğer görme sadece bu yolla oluyorsa ve göze bir şey gelmiyorsa, göz göremez. Eğer nesneden göze ışık aracılığıyla renk ve ışın gelmezse, göz o nesneyi algılayamaz. Bu nedenle, bütün olasılıklar göz önü-

35 İbnü'l-Heysem, *Işık Üzerine*, s. 50.

36 İbnü'l-Heysem, *Işık Üzerine*, s. 51.

ne alındığında, gözden ışık çıksa da, çıkmasa da, göze bakılan nesneden bir şeyler geri gelmezse, görme olayı gerçekleşemez".³⁷

Onun bu açıklamalarında açıkça, ışık kaynağı ne olursa olsun, dışarıdan ışık ve renk göze gelmediği sürece görmenin olamayacağı savı, çok özlü bir biçimde belirtilmektedir: Bu açıklama aslında şu temel sava dayanmaktadır: 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 ışının nesneden çıktığını kabul etmek daha akıllıca olacaktır.

Böylece ışığın gözden çıkmadığını kanıtlayan İbnü'l-Heysem, haklı olarak, nesneden çıktığını kanıtlamaya girişir. Bunun için, bir dizi ayrıntılı deney düzenler ve bunlara dayanarak açıklamalarda bulunur. Buradaki temel dayanak doğrudan ışık kaynağına ya da çok parlak bir nesne tarafından yansıtılan ışığa bakan bir kimsenin gözünün kamaşmasına ve duyduğu acıya dayanmaktadır.

İbnü'l-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'ın Birinci Kitabı'nın Dördüncü Bölümü'nde ayrıntılı olarak ele aldığı kanıtlara dayanarak ulaştığı sonucu ve temel argümanını şöyle formüle etmek olanaklıdır. 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. Böyle bir durumda gözden nesneye doğru bir şeylerin gittiğini varsayamayız. Tam aksine, nesneden göze doğru bir şeylerin geldiğini varsaymak daha tutarlıdır.³⁸ Çünkü eğer acı ancak dış bir etkenin sonucu olarak ortaya çıkıyorsa, o zaman göze acı veren ışık gözden çıkıyor olamaz.

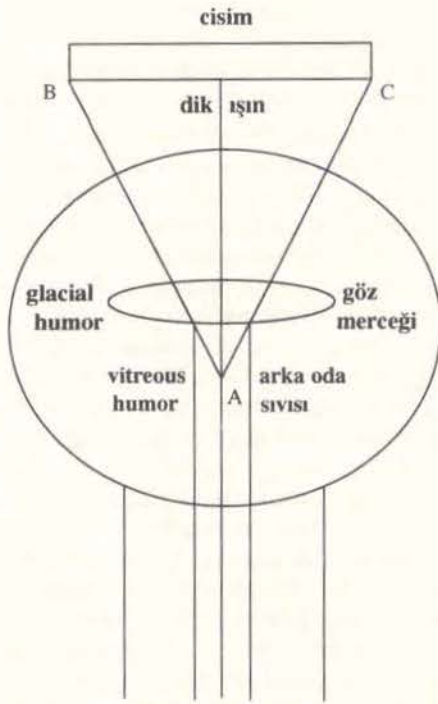
Bu ayrıntılı tartışmalardan sonra İbnü'l-Heysem kendi Nesne'nin Kuramı'nı oluşturmaya girişir. Ancak böyle bir yaklaşımın getirdiği önemli güçlükler vardır. Eğer nesne üzerindeki her nokta her yöne ışık (ve renk) gönderiyorsa, o zaman rengi karışık olan ya da pek çok renkten oluşan bir nesnenin görüntüsü nasıl net olarak algılanacaktır? Burada söz konusu olan problem, görsel alandaki noktalar ile bunlara gözde karşılık gelen noktalar arasında birebir bir uygunluk olduğunun gösterilmesidir.

Oldukça zor olan bu problemin çözümü için İbnü'l-Heysem kırılma olgusundan bir ipucu bulur. Ona göre, kırılma incelemeleriyle, ışık ışınlarının farklı yoğunluklu ortamların arakesitinde kırılmaya uğradığı, bununla birlikte iki ortam arasındaki yüzeye dik olarak düşen ışının ise kırılmadan geçtiği kanıtlanmıştır. Bu kanıtlama göz için de geçerlidir. Yani görsel alandaki bütün noktaların formları gözün yüzeyindeki her bir nokta boyunca aynı anda geçerler, fakat yalnızca bir noktanın formu doğrudan doğruya, yani kırılma olmaksızın gözün tabakalarının saydamlığı aracılığıyla geçer; geriye kalan bütün noktaların formları gözün yüzeyine düştükleri noktalardan kırılırlar ve eğik çizgiler boyunca göze nüfuz ederler.³⁹ Sonuç olarak korneanın her noktası, Glacial Humor boyunca kırılmaksızın geçen tek bir dik ışının alıcısı

37 İbnü'l-Heysem, Kitap I, Bölüm 6, 51. ve 52. paragraflar, ss.78 -79.

38 İbnü'l-Heysem, Kitap I, 1., 2., 3., 4., 5. paragraflar, ss. 51, 52.

39 Lindberg, David C., *Theories of Vision from al-Kindi to Kepler*, Chicago, 1976, s. 74.



Şekil 4: İbnü'l-Heysem'e göre Görmenin Geometrik Açıklanması

konumundadır. Bu tür kırılmayan ışınların toplamı da bir koni oluştururlar. Bu koninin tabanı görsel alanda (nesne), tepesi de gözdedir (Şekil 4'deki ABC). Bu ışınlar görsel alanda çıktıkları sabit düzene koşut olarak Glacial Humour üzerine düşerler ve bunlar içerisinde kırılmaksızın geçen tek bir dik ışın vardır. İşte görmeyi oluşturan da budur.

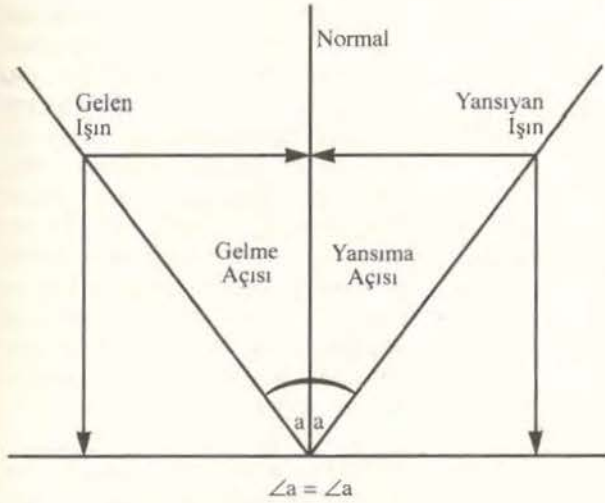
Böylece İbnü'l-Heysem ışınların çokluğundan dolayı ortaya çıkması gereken karışıklığın niçin çıkmadığını, bu son belirlemesiyle çözmüştür. Bütün bu açıklamalar, İbnü'l-Heysem'in de görmenin, göz ve nesne arasını bağlayan ve kaynağı nesne, hedefi ise göz olan bir koni aracılığıyla oluştuğu düşüncesini benimsediğini göstermektedir. Böylece ortaya çıkan görüntü mekanizmasının temelinde yatan ilkeler İbnü'l-Heysem tarafından açıkça belirlenebilmiştir. Bu ilkeler şunlardır:

1. Işık ışıklı nesnelerden, o nesnedeki her noktadan karşısındaki bütün yönlerde doğru, doğrusal olarak yayılır.
2. Işık bu tür nesnelerin özüne ait bir özelliktir. Bu nesnelere birincil ışık kaynakları ve bunlardan yayılan ışığa da birincil ışık adı verilir.
3. Görme nesnelerden gelen ışık ve renk etkisiyle oluşur.

c. Yansıma

Yansıma optiği, Ortaçağ İslâm Dünyası'ndan önce önemli gelişmelerin kaydedildiği ve temel kanunlarının konulduğu bir daldır. Ulaşılmış olan bu düzey Müslüman bilim adamlarınca da korunmuş ve İbnü'l-Heysem'in konuya getirdiği yepyeni bir bakış açısıyla tarihsel konumuna oturtulmuştur. Çünkü her şeyden önce Ptolemaios'un Yansıma Kanunu'na yönelik kanıtlaması, düzenlediği deney bakımından orijinal bir yaklaşımı göstermekteyse de, onun kanıtlamada esas aldığı ışın gözden çıkan ışıdır; ve bu bakımdan önemli bir eksiklik içermektedir. Öte yandan gelen ve yansıyan ışınların oluşturdukları açıların neden eşit olduğunu Ptolemaios vermemektedir. Sadece deneysel olarak kanıtlamaktadır. Oysa bilimde nedensel açıklama önemli bir gelişmeye işaret etmektedir ve bunu başaran da yine İbnü'l-Heysem olmuştur.

Kitâb el-Menâzır'ın Dördüncü, Beşinci ve Altıncı kitaplarını yansıma ko-



Şekil 5: İbnü'l-Heysem'in hızlar dörtgeni düşüncesine dayanarak Yansıma Kanununu kanıtlaması

açıları) eşit olduğunu belirten yansımanın birinci kanununun doğruluğunun kanıtlanmasını, İbnü'l-Heysem, Ptolemaios'un getirdiği yaklaşımın dışında, çok farklı bir yaklaşımla ele almıştır. İzlediği yöntem bugün için hızlar dörtgeni adı verilen ve hem gelen, hem de yansıyan ışına etki ettiği düşünülen kuvvetleri ya da bileşenleri göz önüne alan bir yöntemdir. Bu tür bir yaklaşımla İbnü'l-Heysem, konuyu geometrik ve deneysel yoldan, ancak nedensel olarak ele almayı başarmıştır.

İbnü'l-Heysem için de, Ptolemaios'da olduğu gibi, yansıma durumunda üç temel hareket söz konusudur. Bunlardan birincisi, ışığın ayna yüzeyine dik olarak, ikincisi teğet olarak ve üçüncüsü ise bu iki uç durum arasında, yüzeye 0° ile 90° arasında değişen her hangi 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.⁴⁰ Neden? Çünkü, İbnü'l-Heysem'e göre, çok yüksek bir hızla hareket eden ışık, ayna yüzeyine ulaştığında, yüzeyin katılığı ve parlaklığından dolayı, ne orada durabilecek, ne de yüzeye nüfuz edebilecektir. Bu durumda, ışık, doğal olarak orijinal hareketini oluşturan yapı ve gücünü koruyacaktır. Bundan dolayı da, ayna ışığı aynı eğim derecesiyle yansıtacaktır.⁴¹

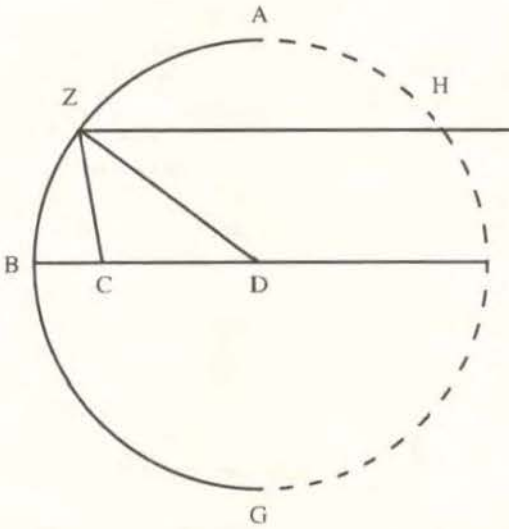
Böylece yansıma durumunda oluşan açıların neden eşit olduğunun gerekçesini veren İbnü'l-Heysem, bu noktadan sonra asıl özgün açıklamasını oluşturur. Ona göre, ışık eşit açıyla yansımaktadır; çünkü, eğik geliş hareketi ve aynanın direnci, birbirlerine doğrudan doğruya zıt değildir; ve böyle bir durumda düşme hareketi, yani ayna yüzeyine belirli bir açıyla gelen ışık ışınının hareketi, biri dik, diğeri de yüzeye paralel olan iki ayrı kuvvet et-

nusuna ayırmış olan İbnü'l-Heysem, kendinden ışıklı ve ışıklandırılmış nesnelerin ışıklarının, yani birincil ve ikincil ışık kaynaklarının yaydığı ışıkların, düz, küresel, silindirik ve konik aynalarda yansımasını deneysel olarak incelemiş ve geometrik olarak kanıtlamasını yapmıştır. Özellikle yansımanın nedensel analiziyle ilgili çalışması konuya yeni bir yaklaşım getirmesi bakımından önemlidir.

Yansıma durumunda, gelme ve yansıma açılarının (Şekil 5'deki a

40 Grant, s. 418; Sabra, 1967, s. 75.

41 Ronchi, s. 55; Grant, s. 418; Sabra, 1967, ss. 72-73.



Şekil 6: İbnü'l-Heysem'e Göre Küresel Sapınc

Galileo ve Newton (1642-1724) tarafından, özellikle fırlatılan nesnelerin hareketinin (projectal motion) açıklanmasında kullanılmış olmasıdır.

İbnü'l-Heysem'in yansıma konusundaki ikinci başarısı da küresel sapıncı ilgilidir. O çukur bir aynada eksene koşturularak gelen bütün ışınların tek bir noktada toplandığını, bundan dolayı da bu tür aynaların ince kenarlı merceklerde olduğu gibi yakma özelliğine sahip olduklarını belirtmiştir (Şekil 6).

d. Kırılma

Kitâb el-Menâzır'ın yedinci, yani son kitabı bu konuya ayrılmıştır. Burada, öncelikle ışığın niçin gelme ortamından daha yoğun bir ortamın yüzeyine çarptığında kırıldığını açıklamış, yani yansımanın olduğu gibi, kırılmanın da nedensel analizini vermeye çalışmıştır.

İbnü'l-Heysem'e göre, ışık saydam nesnelerde çok büyük bir hızla hareket eder ve hızı az yoğun olan ortamlarda çok yoğun ortamlara göre daha fazladır. Bütün saydam nesneler yoğunlukları oranında ışığın hareketine karşı koyarlar. Daha fazla yoğunluk daha fazla direnç demektir. Ancak, bu direnç, hareketi bütünüyle etkisiz hale getirecek kadar fazla değilse, o zaman harekette yalnızca zayıflama söz konusu olur.⁴³ Bu gözlemleri sonucunda İbnü'l-Heysem, ışığın geçmesine izin veren saydam ve engelleyen saydam olmayan (opak) ortamlarda hızın azaldığını, opaklığın arttığı oranda da Normal'e doğru büküldüğünü belirleyebilmiştir.⁴⁴ Burada dikkatimizi çekmesi gereken ilk

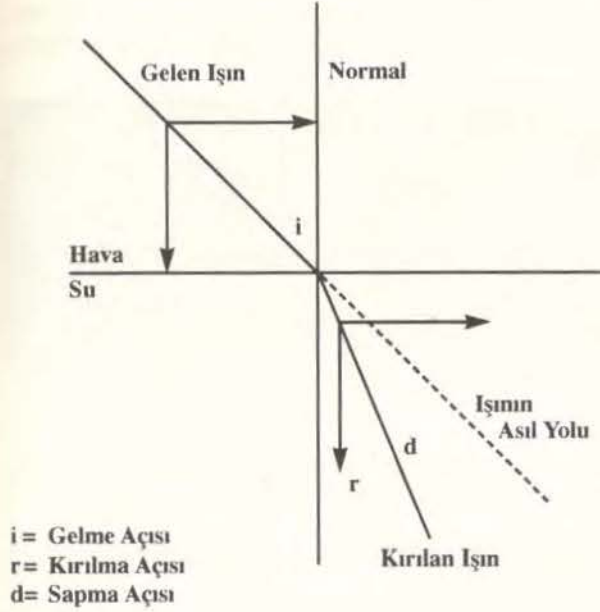
kisi altında meydana gelecektir. Ayna yüzeyi birincisini engellediği, diğerini engellemediği için açılar eşit kalır. Çünkü, tersine çevrilen dik kuvvet ve değişmeden kalan paralel kuvvetin bileşiminden oluşan yansıma hareketi de, doğal olarak yine bu iki kuvvetin belirlediği düzlemde olacaktır. Yani, ayna yüzeyine gelen ışık ışınlarının Normal ile yaptığı açıya eşit bir açı yapacaktır.⁴² (Şekil 5'de bu hareket gösterilmiştir.)

Yansıma Kanunu'nun nedensel açıklamasına yönelik bu belirlemenin diğer bir önemli yönü de, İbnü'l-Heysem'in geliştirmiş olduğu hızlar dörtgeni düşüncesinin, kendisinden sonra

⁴² Grant, s. 418; Sabra, 1967, s. 75.

⁴³ Sabra, 1967, ss. 93-95.

⁴⁴ Winter, H. J. J., "The Optical Researches of ibn al-Haitham," *Centaurus*, c. 3, 1954, s. 201.



Şekil 7: İbnü'l-Heysem'e Göre Az Yoğundan Çok Yoğuna Geçen Işığın Kırılmasının Hızlar Dörtgeni-ne göre açıklanması

şey, İbnü'l-Heysem'in yoğun ortamda ışığın hızının azaldığını belirtmesidir. Bu belirleme, her ne kadar kendisi açıkça söylememiş olsa da, ışığın mahiyetini parçacık olarak kabul ettiği biçiminde yorumlanabilir.

İbnü'l-Heysem, yansımada olduğu gibi, kırılmada da ortaya çıkan hareketi, yani belirli bir açıyla bir ortamdaki diğerine geçen ışığın hareketine etki eden kuvvetleri biri dik, diğeri ise kırılma yüzeyine paralel olmak üzere iki kısma bölmüş, ikinciye değişmeden bırakırken, birincisinin hızlanacağını ya da yavaşlayacağını tasarlamıştır.⁴⁵ Böylece kırılmada da hızlar dörtgenini (Şekil 7) kullanmış olan İbnü'l-Heysem'e göre, ışın iki farklı ortamın ayrılma yüzeyine ulaştığında, yüzeye olan Normal boyunca hız sabit kalacak, ikinci ortam daha yoğun ise hız azalacak, değilse artacaktır. Yani normal boyunca kırılmaya uğramaksızın geçecek, çok yoğunla girdiğinde Normal'e doğru bükülecek, az yoğunla girdiğinde ise Normal'den öteye yönelecektir. Kırılan ışığın izlediği yolu belirleyen bu açıklamalara göre, ışık daima en kolay yolu izlemektedir. İbnü'l-Heysem'in bu son belirlemesi ise Fermat'ın (1601-1663) en az zaman ilkesinin öncelenmesi olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKÇA

- Cajori, Florian, *A History of Mathematics*, New York 1931.
 Fârâbî, *İlimlerin Sayımı*, Çeviren: Ahmet Ateş, MEB, İstanbul 1986.
 Grant, Edward, *Ortaçağda Fizik Bilimleri*, Çeviren: Aykut Göker, Ankara 1986.

45 Ronchi, Ronchi, Vasco, *Storia della Luce*, İngilizce'ye Çeviren: V. Barocas, *The Nature of Light*, Cambridge, Mass, 1970, s. 56; Sabra, 1967, ss. 96-97.

- İbnü'l-Heysem, *Işık Üzerine*, J. Baarmann, "Abhandlung über das Licht von Ibn al-Haitam", *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft*, 36, 1882.
- İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Menâzır*, İngilizce'ye Çeviren: A. I. Sabra, *The Optics of Ibn al-Haytham*, I-III. Books, Londra 1989.
- İbnü'l-Heysem, *Kitâb el-Mahrûâtât*, Çeviren: Nazım Terzioğlu, *Das Achte Buch zu den Conica des Apollonios von Perge*, İstanbul 1974.
- Lindberg, David C., *Theories of Vision from al-Kindi to Kepler*, Chicago 1976.
- Nasr, Seyid Hüseyin, *İslâm'da Bilim ve Medeniyet*, Çevirenler: N. Avcı, K. Turhan, A. Ünal, İstanbul 1991.
- Nasr, Seyyed Hossein, *Science and Civilisation in Islam*, Cambridge, Mass. 1968.
- Quraishi, M. F., "Discourse on Light", *Ibn al-Haitham*, Proceedings of Celebrations of 1000th Anniversary, Editör: Hakim Mohammed Said, Karachi 1969.
- Rashed, Roshdi, "Ibn al-Haytham", *Encyclopedia of the History of Science, Technology and Medicine in Non-Western Cultures*, ed. Helaine Selin, Hollanda 1997.
- Ronchi, Vasco, *Storia della Luce*, İngilizce'ye çeviren, V. Barocas, *The Nature of Light*, Cambridge, Mass. 1970.
- Sabra, A. I., *Theories of Light from Descartes to Newton*, London 1967.
- Sabra, A. I., "Ibn al-Haytham," *Dictionary of Scientific Biography*, 6, New York 1972.
- Sayılı, Aydın, "İbn Sîna'da Işık, Görme ve Gökkuşağı," *İbn Sîna Doğumunun bininci yılı Armağanı*, T.T.K., Ankara 1984.
- Taylor, Sherwood, *A Short History of Science & Scientific Thought*, USA 1963.
- Topdemir, Hüseyin Gazi, "İbn el-Heysem'in Işık Üzerine Adlı Makalesi", *Belleten*, c. 61, s. 230, 1997.
- Topdemir, Hüseyin Gazi, "İbnü'l-Heysem'in Optik Araştırmaları", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, cilt 1, sayı 1, 1992.
- Tümer, Günay, "İbn-i Heysem'in Şimdiye Kadar Ele Geçmemiş Bir Eseri", *A.Ü. İlahiyat Fakültesi İslâm İlimleri Enstitüsü Dergisi*, IV, 1980.
- Unat, Yavuz, *Ali Kuşçu'nun Risâlat al-Fathîyya Adlı Eserinin Gök Küreleri Üzerine Olan Dördüncü ve Beşinci Makaleleri Üzerine Bir Çalışma*, Ankara, 1990, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Winter, H. J. J., "The Optical Researches of ibn al-Haitham," *Centaurus*, c. 3, 1954.