

## PARADİGMA KAVRAMI AÇISINDAN İBNÜ'L HEYSEM'İN NESNEİŞİN KURAMI

Tarık Tuna GÖZÜTOK\*

### ÖZ

Bilim tarihindeki kuram değişimleri, bilim felsefesi açısından önemli tartışmalara konu olmuştur. Görme kuramları Antik Çağ'dan itibaren farklı şekillerde ele alınmış olsa da uzun süre gözden çıkan ışınlarla görmenin gerçekleştiği kuramı baskınlığını korumuş ve bu kuramın eksiklikleri bilimsel yöntemlerle yeterince sorgulanmamış ve çürütülmemiştir. İbnü'l-Heysem, Orta Çağ'da yaptığı çalışmalarla Gözişin Kuramı'nın eksikliklerini ortaya koyarak ışığın nesnelerden göze ulaştığını kanıtlamıştır. Özellikle karanlık oda deneyi ile ışığın doğrusal hareket ettiğini ve görmenin nesnelerden gelen ışık sayesinde gerçekleştiğini göstermiştir. T. Kuhn'un paradigma değişimi teorisi bağlamında bu dönüşüm, bilim tarihinde bir paradigma değişimi olarak değerlendirilebilir. Bu bakımdan İbnü'l-Heysem'in deneysel yöntemi ve bilim anlayışı bilimsel bilginin nasıl ilerlediğini göstermiştir. Onun çalışmaları, yalnızca optikte değil, bilimsel yöntemlerin gelişiminde de kritik bir dönüm noktası oluşturmuş ve modern bilime önemli katkılar sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gözişin Kuramı, Nesneışin Kuramı, İbnü'l-Heysem, Paradigma

## IBN AL-HAYTHAM'S INTROMISSION THEORY FROM THE PERSPECTIVE OF PARADIGM SHIFT

### ABSTRACT

The shifts in scientific theories have been a significant topic of discussion in the philosophy of science. Although vision theories have been approached in various ways since Ancient Age, the theory that vision occurs through rays emitted from eyes prevailed for a long time. However, the shortcomings of this theory were not questioned or falsified scientific methods. In the Middle Ages, Ibn al-Haytham identified the deficiencies of the Extramission Theory and demonstrated that light reaches the eye from objects. Through his camera obscura experiment, he proved that light travels in straight lines and vision occurs-because of light coming from objects. In the context of Kuhn's paradigm shift theory, this transformation can be regarded as a paradigm shift in the history of science. From this perspective, Ibn al-Haytham's experimental approach and understanding of science illustrates how scientific knowledge progresses. His contributions were not only pivotal in optics but also played a crucial role in the development of scientific methodology, making a profound impact on modern science.

**Keywords:** Extramission Theory, Intromission Theory, Ibn al-Haytham, Paradigm

\* Doç. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Felsefe Bölümü, E-Posta: tunatg@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0525-8214, Karaman/Türkiye.

Makalenin geliş tarihi: 13.03.2025

Makalenin kabul tarihi: 01.07.2025

Submission Date: 13 March 2025

Approval Date: 01 July 2025

## Giriş

Bilim felsefesi araştırmaları için en verimli inceleme alanlarından biri, beklendiği üzere, bilim tarihi olmuştur. Bilim tarihindeki sayısız örnek, bilim felsefesinin merceğinden ele alınmış ve değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Böylelikle bilim tarihi, bilimsel bilginin doğası, sınırları, gelişimi ve yöntemi gibi konular üzerine yürütülen tartışmalara sağlam bir zemin teşkil etmiştir. Aynı şekilde bilim tarihi için bilim felsefesi de kapsamlı bakış açıları sunarak, bilimsel gelişmelerin kronolojik bir dizge olarak sıralanmasının ötesine geçmesini ve bilimsel etkinliklerin derinlemesine anlaşılmasını sağlamıştır. Bu çalışmada benzer gerekçelerle bilim tarihindeki önemli bir kesit, bilim felsefesinde geniş bir yankı uyandıran paradigma kavramı üzerinden incelenmiştir. Daha açık bir şekilde ifade edecek olursak, optik tarihindeki önemli bir gelişme olan Gözışın Kuramı'ndan (*Extramission/Emission Theory*)<sup>1</sup> Nesneışın Kuramı'na (*Intromission Theory*) geçiş süreci ve İbnü'l-Heysem'in bilim tarihine sunduğu eşsiz katkısı T. Kuhn'un paradigma kavramı açısından değerlendirilmiştir.

## 70

Optik ve bilim tarihinde önemli bir merhaleyi temsil eden İbnü'l-Heysem, optik kuramlarını, Orta Çağ'dan modern bilime taşıyan en önemli isimlerden biri olmuştur. Onun 1000'li yılların ilk çeyreğinde kaleme aldığı *Kitâbü'l-Menâzır* adlı meşhur eserinde gözlem ve deneyler temele alınarak *görme* başta olmak üzere optiğe ilişkin pek çok konu işlenmiştir. Ancak çalışmamızın sınırları dahilinde sadece ışığın nesnelerden göze geldiği fikri ve bu fikrin bilimsel bir çerçeve içinde ele alınmış olması üzerinde durulacaktır. Bu bağlamda, makalenin temel amacı, İbnü'l-Heysem'in ışığın gözden çıktığı iddiasını çürütmesi ve ışığın nesnelerden göze gelerek görmenin gerçekleştiğini ispatlamasıyla optikte gerçekleşen dönüşümün bilim felsefesi ve özellikle paradigma kavramı açısından nasıl değerlendirilebileceğini tartışmaktır.

Optik tarihi ve İbnü'l-Heysem'i konu edinen literatür incelendiğinde, Vasco Ronchi, David C. Lindberg, Graziella F. Vescovini, A. İbrahim Sabra, S. Roshdi Rashid (Rüştü Raşidi), Mark Smith ve Hüseyin Gazi Topdemir gibi isimlerin çalışmalarının öne çıktığı tespit edilmiştir. Bahsi geçen isimlerin çalışmalarında İbnü'l-Heysem'in eserlerinin bilim tarihindeki yeri, kullandığı bilimsel yöntemler, yaptığı deneyler, önceki teorilere getirdiği eleştiriler, ortaya

<sup>1</sup> İngilizce literatürde *Extramission/Emission Theory* ve *Intromission Theory* olarak anılan ifadelerin Türkçe karşılıkları H. G. Topdemir'den alınmıştır, ayrıca bu kuramlar hakkında daha detaylı bilgi için bakınız: Hüseyin Gazi Topdemir, *Işığın Öyküsü: Mitolojiden Matematiğe Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, 2. Baskı, Ankara: Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2010, 9-24.

koyduğu yenilikler ve çalışmalarının etkileri neredeyse tüm ayrıntılarıyla ele alınmıştır. Ancak İbnü'l-Heysem'in görme kuramının bilim felsefesi açısından değerini öne çıkaran çalışmalar, bilim tarihine kıyasla sınırlı kalmıştır. Bu makaleyle söz konusu bilimsel gelişmenin doğasına dair genel bir çerçeve sunularak, literatüre mütevazı bir katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

### Görme Kuramlarının Tarihsel Temelleri ve Kavramları

Antik dönemlerden itibaren ışık ve görme diğer pek çok olgu ve olay gibi çeşitli şekillerde açıklanmaya çalışılmıştır. Görme ile ilgili açıklamalar, ışığın kaynağı ve işleyişi üzerine temellendirildiği için üç temel kuram içinde toplanmıştır. Bunlardan ilki, Nesne'nin Kuramı (NK) görmenin, cisimlerden gelen ışınların gözümüze ulaşmasıyla mümkün olduğunu savunurken, ikincisi Göz'ün Kuramı (GK) ise ilkinin tersine görebilmemizin, gözlerimizden çıkan ışınlar sayesinde gerçekleştiğini ileri sürmüştür. Üçüncüsü ise Ortamcı (*Medium*) Kuramı adı verilen, ışığın ne gözden çıkmasının ne de nesneden göze ulaşmasının kayda değer bir fark oluşturduğunu savunur, fakat göz ile nesne arasındaki etkileşimi mümkün kılan saydam bir ortamın varlığını vurgulayarak bir çeşit uzlaştırmacı perspektif sunulmuştur.

**71**

İlk çağlarda NK'nın muhtemel ilk savunucuları Leukippos ve Demokritos görmeyi, nesnelerin yüzeyinden sürekli olarak kopan atom inceliğinde görsel kopyalarının göze girmesiyle açıklamışlardır.<sup>2</sup> Bu atomcu modelde görme, nesne merkezli bir süreç olarak ele alınmış ve dış dünyadan gelen öğeler göz organına girerek, orada algıya dönüşmüşlerdir. Işığın gözden yayıldığını savunan yaklaşımı ise Platon, Eukleides ve Ptolemaios gibi önemli filozoflar desteklemişlerdir. Bu teorinin temel varsayımı, daha önce ifade ettiğimiz üzere gözün aktif bir rol oynadığı ve görme olayının nesnelere doğru yayılan ışınlar sayesinde gerçekleştiği üzerine kurgulanmıştır.<sup>3</sup> Empedokles, görmenin ışığın gözden çıkan ateşe benzer bir unsur (dört temel element görüşü çerçevesinde) ile gerçekleştiğini öne sürmüş ve Platon da bu görüşü destekleyerek gözün içsel bir ışık kaynağı olduğunu savunmuştur.<sup>4</sup> Konunun matematiksel düzleme

<sup>2</sup> Saleh Beshara Omar, *Ibn Al-Haytham's Optics: A Study of the Origins of Experimental Science*, Minneapolis: Bibliotheca Islamica, 1977, 18; Vasco Ronchi, *The Nature of Light: An Historical Survey*, çev. V Barocas, Cambridge: Harvard University Press, 1970, 7-8; Topdemir, *Işığın Öyküsü*, 10.

<sup>3</sup> David C. Lindberg, "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West", *Isis* 58, sy 3 (1967): 321-27, <http://www.jstor.org/stable/227990>.

<sup>4</sup> Ronchi, *The Nature of Light: An Historical Survey*, 8.

çekilmesini sağlayan Eukleides *Elementler*'dekine benzer şekilde *Optika* adlı eserinde de şu geometrik "postulatları" (tanımları) öne sürmüştür <sup>5</sup>:

1. Gözden doğrudan çizilen doğruların geniş bir alan boyunca geçtiği varsaylsın.
2. Görüşümüz içinde yer alan alanın bir koni şeklinde olduğu, bu koninin tepe noktasının gözde, tabanının ise görüş sınırlarında bulunduğu kabul edilsin.
3. Görüşün düştüğü şeylerin görüldüğü, görüşün düşmediği şeylerin ise görülmediği varsaylsın.

Açıkça anlaşılacağı üzere Eukleides ışığın doğrusal hareket ettiğini ve görme olayının gözden çıkan ışınlarla gerçekleştiğini savunmuştur. Ptolemaios'un da optik üzerine çalışmaları, Eukleides gibi görsel algının geometrik özelliklerini analiz etmeye yönelik olmuştur ancak o da gözden çıkan ışınlarının nesnelere çarpıp neden geri dönmediği gibi sorular yanıtsız bırakmıştır.<sup>6</sup> Her iki isimde GK'nı destekleyen matematiksel modeller geliştirmiş ve optiği geometri ile birleştirerek, görme açısı ve perspektif konularında önemli katkılarda bulunmuştur. Özellikle Ptolemaios, optiği astronomi ile ilişkilendirerek, görmenin doğrusal yayılım yasalarına tabi olduğunu savunmuştur.<sup>7</sup>

Aristoteles ise hocası Platon'da farklı olarak görmenin dış dünyadan gelen ışık sayesinde gerçekleştiğini öne sürmüştür.<sup>8</sup> Genel olarak, "görmenin gözden bir şey çıkmasıyla gerçekleştiğini söylemek mantıklı değildir" ve "görme ışınının yıldızlara kadar ulaştığını ya da bir noktaya kadar gidip orada nesneyle birleştiğini ileri sürmek makul değildir" gibi ifadelerle Platoncu savları eleştirmiştir.<sup>9</sup> O, görmenin ışık kaynağı -gün ışığı veya herhangi bir ateş ışığı- tarafından etkin hale getirilen saydam bir ortamda, nesnelerin renklerinin bu ortamı hareketlendirerek, aydınlanmış ortam içinde dalgalanarak ışığın göze ulaşmasıyla gerçekleştiğini açıklamıştır.<sup>10</sup> Aristoteles bu süreci bir tür dalga iletimi veya "etki zinciri" gibi düşünmüştür. Yani gözün içinde de bir saydam

<sup>5</sup> Euclid, "The Optics of Euclid1", çev. Harry Edwin Burton, *Journal of the Optical Society of America* 35, sy 5 (1945): 357, <https://doi.org/10.1364/JOSA.35.000357>.

<sup>6</sup> Ronchi, *The Nature of Light: An Historical Survey*, 24.

<sup>7</sup> Alhazen ve A. I. Sabra, *The Optics of Ibn Al-Haytham. Books I-III: On Direct Vision*, Studies of the Warburg Institute, v. 40, London: Warburg Institute, University of London, 1989, xxxviii.

<sup>8</sup> Lindberg, "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West", 339.

<sup>9</sup> Aristotle, *De Sensu and De Memoria*, çev. G. R. T. Ross, Cambridge: Cambridge University Press, 1906, 438a-b.

<sup>10</sup> Topdemir, *Işığın Öyküsü*, 21.

ortam (içsel hava veya su) bulunduğunu, dış ortamla gözün içinin bitişik olduğunu, böylece nesneden gelen etkinin kesintisiz bir ortam boyunca göze aktarıldığını savunmuştur. Aristoteles, Demokritos'un atomcu anlayışını da nesnelerin sürekli kopyalarını gönderiyorsalar, bu kopyalar uzakta üst üste biner ve fiziksel olarak aynı yerde birden fazla cismin bulunması gibi imkânsız bir duruma yol açar diyerek eleştirmiştir.<sup>11</sup> Böylece Aristoteles, her iki kuramı da reddederek kendine özgü bir model kurmuştur fakat bu model, atomcuların maddi kopya parçacıklarının göze dolması fikrinden ziyade, sürekli bir ortamın iletimi fikrine dayandırmıştır. O, ışığın yayılım mekanizmasını yani ışığın fiziksel doğası ve yayılım sürecini, tam olarak açıklayamamıştır.

Antik Çağ'ın sonlarına doğru Bergamalı hekim Galen, tıp ve doğa felsefesinin kesişiminde görme kuramlarına ilişkin tartışmalara, göz anatomisi ve fizyolojisi üzerine yaptığı kapsamlı çalışmalarla katılmıştır. Bir hekim olarak göz anatomisini incelemiş ve optik sinirlerin içinin boş olduğunu, beyin ile göz arasında görsel “pneuma” adı verilen bir ruhsal maddenin taşındığını ileri sürmüş ve beynin görme gücünü bu sinirler aracılığıyla göze ilettiğini iddia etmiştir.<sup>12</sup> Galen, optik pneumanın gözden dışarı akarak bir görsel güç konisi oluşturduğunu iddia etmiş ve böylece Platoncu görüşü tıbbi terminolojiyle birleştirmiştir. Galen'in anatomik gözlemleri de bu teoriyi destekleyecek şekilde şekillenmiştir. Özellikle, gözün ortasındaki billur mercek (*crystalline lens*)<sup>13</sup> adlı saydam yapıyı görmenin merkezi olarak kabul etmiş ve katarakt gibi hastalıkların, bu merceğe opak bir perdenin inmesiyle oluştuğunu gözlemleyerek, merceğin görme açısından kritik rol oynadığını vurgulamıştır.<sup>14</sup> Galen'un etkisiyle sonraki yüzyıllarda göz anatomisi, Galenik model üzerinden açıklanmış ve GK tıp alanında kabul görmüştür. Örneğin, İskenderiye tıp okulundaki hekimler (Efesli Rufus), gözün katmanlarını tarif ederken Galen'in terminolojisini kullanmış ve retina, kornea, mercek gibi yapıları tanımlamışlardır. Böylelikle görme konusunda “içeriden dışarı akan görsel güç”

<sup>11</sup> Topdemir, 23.

<sup>12</sup> Olivier Darrigol, *A History of Optics From Greek Antiquity to the Nineteenth Century*, Oxford; New York: Oxford University Press, 2012, 8; Matyáš Havrda ve Pauline Koetschet, *Galen, »On Demonstration«: Reconstruction of a Lost Treatise from Greek and Arabic Sources* (De Gruyter, 2025), 68, <https://doi.org/10.1515/9783111571003>; Ronchi, *The Nature of Light: An Historical Survey*, 43.

<sup>13</sup> Billur mercek hakkında doğrudan alıntılara dayanan tarihsel bir çalışma için bakınız: Christopher T. Leffler vd., “A Medieval Fallacy: The Crystalline Lens in the Center of the Eye”, *Clinical Ophthalmology*, Nisan 2016, 649, <https://doi.org/10.2147/OPTH.S100708>.

<sup>14</sup> Lindberg, “Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West”, 327; S. L. Polyak, *The Retina*, University of Chicago Press, 1941, 98.

fikri egemen olmaya devam etmiştir. Yine bu dönemlerde daha önce bahsi geçen Ptolemaios, *Optik* adlı eserinde -Eukleides'in etkisiyle-, ışığın kırılma olgusunu inceleyerek, gözden çıkan ışınların su ve cam gibi farklı ortamlardan geçerken yön değiştirdiğini iddia etmiştir. Roma dönemi ve Geç Antik Çağ boyunca GK, matematiksel açıklamalarının *tutarlılığı* ve Galen gibi önemli otoritelerin desteği sayesinde hakim görüş haline gelmiştir. Buna karşın, Aristoteles'in kuramı belirli metinlerde varlığını sürdürse de optik alanında yeterince kabul görmemiştir.

### Nesneîşin Kuramı'nın Paradigma Kavramı Açısından Değerlendirilmesi

74

Orta Çağ İslam Dünyasında VIII. yüzyıldan itibaren bilim ve felsefe alanlarında tercüme faaliyetleriyle başlayan kültürel bir birikim oluşmaya başlamıştır. Özellikle IX. ve XI. yüzyıllar arasında Optik de diğer birçok alan gibi büyük bir gelişim göstermiştir. İbn Sînâ, el-Kindî ve İbnü'l-Heysem gibi bilim insanları, Antik Yunan ve Roma'dan edindikleri düşünsel ve bilimsel birikimleri sadece tercüme edip aktarmakla kalmamışlar, eleştiriler getirerek yeni yöntemler geliştirmişlerdir. Söz gelimi el-Kindî, Eukleides ve Ptolemaios'un etkisiyle ışığın doğasını ve doğrusal yayılımını matematiksel olarak temellendirirken Galen'in fizyolojik yaklaşımını da birleştirmiştir.<sup>15</sup> Ancak, optik alanında en büyük dönüşümü İbnü'l-Heysem gerçekleştirmiştir. O, GK'nın eksikliklerini çeşitli argümanlarla göstermiş ve sonrasında kendine özgü bir NK'nı deneylere dayanan bir anlayış içinde ortaya koymuştur. Bu kuramla modern optik anlayışının temellerinin nasıl atıldığını ilerleyen satırlarda paradigma kavramı çerçevesinde değerlendirebiliriz.

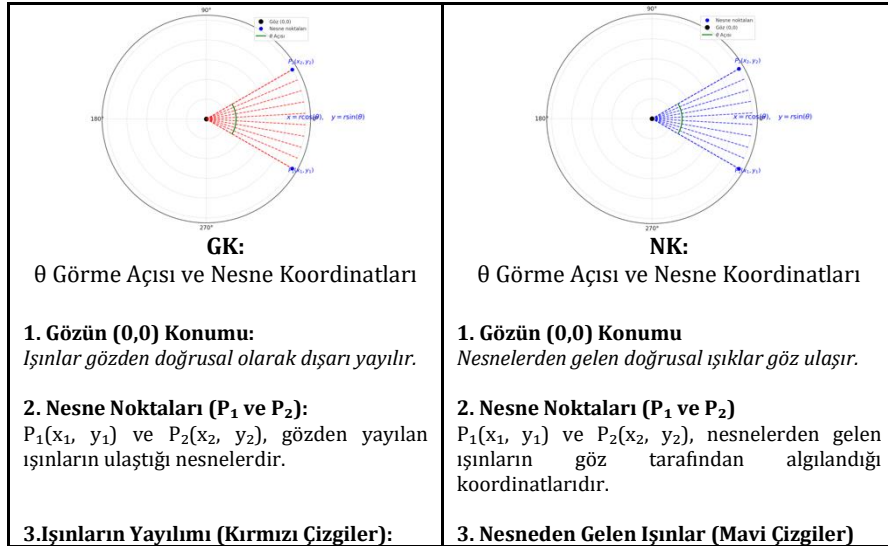
T. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı* başlığını taşıyan kitabında, bilim tarihinden seçtiği bazı örnekler üzerinden bilimsel gelişmeyi temelde olağan bilim öncesi, olağan bilim ve bilimsel devrim olmak üzere üç dönemde açıklamıştır. Bunlardan olağan bilim dönemi, bilimsel faaliyetlerin paradigmatik çerçeve içinde sürdürüldüğü, anomalilerin (aykırılıkların) ve krizlerin (bunalımların) ortaya çıktığı bir evre olarak karakterize edilirken, bilimsel devrim dönemi, paradigma değişiminin, devrimci dönüşümlerin ve mevcut yapının çözülmesinin gerçekleştiği bir süreç olarak tanımlanabilir. Bahsi geçen üç temel dönem açısından görme kuramları değerlendirilebilir. Paradigma öncesi yani olağan bilim öncesi dönemi, Antik Yunan'da görme kuramlarının tartışıldığı

<sup>15</sup> Lindberg, "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West", 332; Topdemir, *Işığın Öyküsü*, 51-54.

zaman dilimiyle eşleştirebiliriz. Olağan bilim dönemi ise GK'nın etkin olduğu geniş zaman dilimleriyle ilişkilendirebilir. Çünkü Platon, Eukleides, Ptolemaios ve Galen üzerinden gelen hat, Orta Çağ'da el-Kindi ile devam etmiştir. Kindî, görmenin, gözden yayılan bir güç vasıtasıyla gerçekleştiğini vurgulayarak mevcut kuramı savunmuştur. Onun modelinde, Eukleidesçi görme konisi bir ölçüde yeniden düzenlenmiş, örneğin, görme konisinin içinin boş olmadığı, aksine bir duyargan ortamla dolu olduğu varsayılmış ve Galen'den gelen “nesneden göze gerçekte maddi bir şeyin iletilmediği, yalnızca bir etkinin aktarıldığı” düşüncesi yinelenmiştir.<sup>16</sup>

Diğer aşamalara geçmeden önce olağan bilim döneminde gözden çıkan ışınlarla görmenin gerçekleşebileceği düşüncesinin asırlar boyunca etkili olması sağlayan olası nedenlere kısa değinmemiz gerekebilir. Bu durum için pek çok gerekçe gösterebilir ancak ağır basan iki ihtimalden söz edebiliriz. Bunlardan ilki Eukleides düzleminde göz ve görülen nesne arasındaki matematiksel hesaplamalar için ışığın yönünün önemli olmaması gösterilebilir. Çünkü, **Şekil 1.**'de görüleceği üzere geometrik düzlemde ışığın nesneden gelmesiyle gözden çıkması arasındaki tek fark ışığın yönüdür. Fiziksel gerçeklik açısından geçersiz olan kuram, matematiksel olarak tutarlı olduğu için bir sorun teşkil etmemiştir. İkincisi ise GK'nı savunan isimlerin pek çok konuda otorite olarak kabul edilmesinin, görme konusuna da otorite kabul edilmiş olmaları ihtimalidir.

75



<sup>16</sup> David Charles Lindberg, *Theories of Vision From Al-Kindi to Kepler*, University of Chicago History of Science and Medicine, Chicago London: University of Chicago Press, 1981, 31-32.

|                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kırmızı kesikli çizgiler, gözden çıkan ışınların doğrultusunu temsil eder.                                                                                                                                                              | Mavi kesikli çizgiler, ışığın nesnelerden yayılarak göze geldiğini gösterir.                                                                                                                                                                                       |
| <b>4. Görme Açısı (θ) (Yeşil Yay):</b><br>Nesne koordinatları:<br>$x = r \cos(\theta), y = r \sin(\theta)$<br>$x = r \cos(\theta), y = r \sin(\theta)$<br>(r, göz ile nesne arasındaki uzaklık ve θ, nesneye giden ışınların açısıdır.) | <b>4. Görme Açısı (θ) (Yeşil Yay)</b><br>Nesne koordinatları:<br>$x = r \cos(\theta), y = r \sin(\theta)$<br>$x = r \cos(\theta), y = r \sin(\theta)$<br>(r, nesne ile göz arasındaki mesafe ve θ, ışığın geliş açısı ve göz tarafından algılanan görme açısıdır.) |

**Şekil 1. Gözün ve Nesneleşim Kuramları'nın Matematiksel Karşılaştırması**

GK'nı savunanların argümanları, önermeler halinde aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Görme, gözün aktif bir ışın kaynağı olarak nesnelere görsel ışınlar göndermesiyle gerçekleşir.
- Gözden çıkan düz ışınlar, bir koni şeklinde yayılarak nesnelere ulaşır ve görme alanının geometrik yapısını oluşturur.
- Nesnelerin görünmesi, gözden çıkan ışınların nesneleri aydınlatması ve görünür hale getirmesiyle mümkün olur.
- Görme anlık bir süreçtir, çünkü gözden çıkan ışınlar nesnelere anında ulaşır.
- Gözün parlaklığı, gözden bir tür ışın çıktığının kanıtıdır.

**76**

Olağan bilim dönemi içinde anomalilerin ortaya çıkması, muhtemelen GK'ndaki tutarsızlıkların fark edilmesiyle başlamıştır. Bu konudaki ilk ciddi teşebbüsler -tespit edebildiğimiz kadarıyla- Râzî<sup>17</sup> tarafından yapılmıştır. Ancak anomalilerin asıl gün yüzüne çıkmasını sağlayan isim büyük ihtimalle Fârâbî olmuştur. Çünkü o, Platon ve Aristoteles'in görüşlerini uzlaştırmaya çalıştığı bir risalesinde bu iki ismin "görme olayı konusundaki görüş ayrılığını" detaylıca tartışmıştır.<sup>18</sup> Kuhn, anomalilerin farkına varılması ile yeni tür fenomenlerin ortaya çıkmasında rol oynamasının benzer ama çok daha derin bir bilincin, geçerli sayılabilecek tüm kuram değişikliklerinin ön koşulu olmasının olağan bir süreç olduğunu ifade etmiştir.<sup>19</sup> Bu bağlamda Topdemir'in tespitine de göre, Fârâbî'nin GK'nın tutarsızlıklarını ortaya çıkarmış olması hem İbn Sînâ'yı hem de İbnü'l-Heysem'i etkilemiştir.<sup>20</sup> Anomali/kriz aşamasının Fârâbî'den sonra en etkili ismi İbn Sînâ olmuştur. Bildiği üzere Galenik Tıp anlayışının takipçisi olan

<sup>17</sup> Ibn Abi Usaibi, Râzî'nin *Gözbebeğinin Aydınlıkta Kasılıp ve Karanlıkta Genişlemesi Üzerine* (On the Reason Why the Pupil Contracts in Light and Dilates in Darkness) başlıklı ve diğer başka yazılarından bahsedilmiştir: Lindberg, 42..

<sup>18</sup> Fârâbî, "Eflatun ile Aristoteles'in Görüşlerinin Uzlaştırılması", çev. Mahmut Kaya, *Felsefe Arkivi*, sy 24 (1984): 234-37, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/14543>.

<sup>19</sup> Thomas S. Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, çev. Nilüfer Kuyaş, İstanbul: Kırmızı Yayınları, 2017, 98.

<sup>20</sup> Topdemir, *Işığın Öyküsü*, 59.



meşhur hekim ve filozof İbn Sînâ baş yapıtı olan *el-Kânûn fi't-Tıb* adlı eserinde gerekli gördüğü hallerde Galen'den farklı görüşler öne sürmekten çekinmemiştir. Görme söz konusu olduğunda da Galen yerine Aristoteles'i seçmiş ve NK'nı Aristocu bir anlayış ile savunmuştur. GK'nın hem fiziksel hem de fizyolojik bazı eksikliklerini, *Kitâbü's-Şifâ*'nın içinde "ruh ve duyu" ile ilgili kısımlarda ve özellikle *Kitâb el-Nefs* adlı eserindeki "görme meselesinde", çeşitli argümanlarla ortaya koymaya çalışmıştır.<sup>21</sup> Bu çabası bizim değerlendirmelerimiz açısından anomali/kriz aşamasının zirvesi olarak tanımlanabilir. Bunun yanı sıra, İbn Sînâ, özellikle mantıkçı kimliğiyle, GK'nı *yanlışlanabilir* bir hipotez olarak ele almış ve bu kuramın olgularla uyuşmadığını göstermeye yönelik bir çaba sergilemiştir. Kendisinin ortaya koyduğu pozitif kuram ise Aristoteles'in görüşlerinin geliştirilmiş bir biçimdir. Göze ait yapıda saydam bir mercek ve göz yuvarlağını dolduran saydam sıvılar bulunmaktadır, dışarıdaki nesnenin renk niteliği, ışığın yardımıyla bu saydam ortamları etkiler ve böylece göz merceğinin ön yüzeyinde bir imge oluşur.<sup>22</sup> Bu aşamada GK'nı sarsan temel açmazları ve karşıt-argümanları şöyle özetleyebiliriz:

**Gözden ışın çıktığını varsayıyorsak,**

- ... ışınların bir daha göze geri dönmesi gerekir.
- ... bu ışınların her yöne anında yayılması ve tüm nesneleri aynı anda aydınlatması gerekir.
- ... zifiri karanlıkta da görmeye devam edilmesi gerekir.
- ... yıldızlar gibi çok uzaktaki nesneleri görmemiz zaman almalı ancak bakıldığı anda görebilir.
- .... çok güçlü bir ışığa bakınca gözlerimizin acıması gerekir.
- .... Güneş ile aydınlanan beyaz bir cisme uzun süre baktıktan sonra daha az aydınlık bir yöne bakınca nesnelerle aramızda beyaz bir perde varmış gibi algılamamız gerekir.

Yukarıdaki anomalileri çözümlemek adına "gözden yayılan ışın, dış ışıqla birleşmediği takdirde görme gerçekleşemez" şeklinde ek açıklamalar getirmişlerdir. Ancak bu tür yamalar, kurama bir esneklik kazandırmış olsa da GK'nın temel iddiasını, yani gözün aktif bir rol üstlendiği savını zayıflatmıştır.

<sup>21</sup> Lindberg, "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West", 339; Lindberg, *Theories of Vision From Al-Kindi to Kepler*, 43; Ronchi, *The Nature of Light: An Historical Survey*, 60; Topdemir, *Işığın Öyküsü*, 62.

<sup>22</sup> Aydın Sayılı, "A Possible Influence, in the Field of Physiological Optics, of İbn Sînâ on İbn Al-Haytham", *Belleten* 47, sy 187 (1983): 665-76, <https://doi.org/10.37879/belleten.1983.665>.

Yıldızların anında görülebilmesi meselesinde ise, “görme anında ışınının anında uzandığı”nı ileri sürmek zorunda kalmışlardır. Ancak bu görüş de Aristotelesçi düşünürler tarafından mantıksız bulunmuştur. Böylelikle GK'nın başarısızlığı, yeni kuramların aranması için bir nevi geçiş taksimi ayırmıştır <sup>23</sup>. Mevcut kuramın açıklayamadığı optik olgular birikmiştir. Bu birikim ise krize neden olmuş ve mevcut teorinin yetersizlikleri nedeniyle alternatif açıklamalar aranmaya başlamıştır <sup>24</sup>. Görme konusunda ise bu açıklamanın, Leukippos, Demokritos, Arsitoteles, Râzî, Fârâbî, İbn Sînâ ve İbn Rüşd hattından gelen NK olduğu açıktır. Ancak bilimsel devrimi dönemi içindeki yeni paradigma aşamasına geçilebilmesi için kuramın “bilimsel” olarak ispatlanması gerekmiştir.

İşte tam da bu noktada İbnü'l Heysem, *Kitâbü'l-Menâzir* adlı eserinde gözün pasif bir alıcı olduğunu ve ışığın nesnelerden gözümüze ulaştığını kanıtlaması bu bakımdan yeni paradigmaya geçişi temsil etmiştir. Önce GK'nı çürütmek için eserinin hem başında hem de “Görme Üzerine” başlığıyla dilimize aktarılan bölümünde yukarıdaki karşı-argümanları öne sürmüştür:<sup>25</sup> Ancak bunlardan çok daha önemli olan husus ise “Yeni”<sup>26</sup> NK'nı çeşitli deney ve gözlemlerle temellendirerek sunması olmuştur. Onun deneylerinden belki de en önemlisi Karanlık Oda Deneyi<sup>27</sup> (*Camera Obscura*)'dır. İbnü'l-Heysem, karanlık bir odada küçük bir delikten giren ışığın duvarda ters bir görüntü oluşturduğunu gözlemlemiş ve bu olguyu sistematik bir biçimde incelemiştir. Bu deney ile ışığın doğrusal bir yol izlediği ve nesnelerin her noktasından ışık huzmelerinin yayıldığını açıkça ortaya koyduğu anlaşılmıştır. İbnü'l-Heysem'e göre, göz bir “camera obscura” gibi işlev görmüştür ve nesnelerden yayılan ışınların göz bebeğinden içeri girerek merceğin yüzeyinde (retina) üzerinde bir görüntü meydana getirmiştir. Böylelikle GK'nın, karanlık oda olgusunu açıklamakta yetersiz kaldığı anlaşılmıştır ki bu modelde görüntünün oluşabilmesi için gözden ışınların çıkması gerektiği varsayılmıştır. Ayrıca İbnü'l-Heysem, daha önce de bahsi geçen Güneş'e ya da aşırı parlak bir ışık kaynağına doğrudan bakmanın gözde ağrı ve hasara yol açtığını vurgulamıştır. Bu olgunun, İbnü'l-Heysem için

<sup>23</sup> Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, 98.

<sup>24</sup> Kuhn, 106.

<sup>25</sup> Hüseyin Gazi Topdemir, *Modern Optiğin Kurucusu: İbnü'l-Heysem, Hayatı, Eserleri ve Teorileri*, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı, 2002, 46-50.

<sup>26</sup> Bu konu hakkında araştırma yapan bilim tarihçileri, İbnü'l-Heysem'in kuramını “yeni” bir NK olarak görmüşlerdir. İki örnek için bakınız: Lindberg, *Theories of Vision From Al-Kindi to Kepler*, 58.

<sup>27</sup> Hüseyin Gazi Topdemir, *Modern Optiğin Kurucusu: İbnü'l-Heysem, Hayatı, Eserleri ve Teorileri* (Maltepe, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı, 2002), 69-72; İbnü'l-Heysem, *Kitâbü'l-Menâzir (Optik)*, çev. M. Faruk Toprak, Uzam Yayınları, 2024, 56-89.

GK'nın geçerli olmadığını açıkça ortaya koyan bir delil olduğu açıktır. Çünkü görme, “gözden çıkan ışınlar” ile gerçekleşiyor olsaydı, dışarıdan gelen ışığın göze zarar vermesi mantıksız olurdu. Bu argüman, günümüzdeki anlamıyla bir Popperci yanlışlama olarak nitelendirilemese de deneysel kanıtlar yoluyla GK'nı çürüten bir yaklaşımı yansıttığı iddia edilebilir.

İbnü'l-Heysem, bir nesnenin görünür boyutunun mesafeye değişimini, göze giren ışınların oluşturduğu görüş açısı ile açıklamıştır. GK savunucularının da benzer şekilde görüş konisi kavramını kullanmış olduğu bilinmektedir. Ancak İbnü'l-Heysem, görüş konisinin tepe noktasını göz bebeğine yerleştirerek, koniyi nesnelerden yayılan ışın demetleri olarak yeniden tanımlamıştır. Önceki geometrik modellerde gözün bir nokta gibi ele alındığı ve koninin içinin boş kabul edilmiş olduğu görülmüştür. Halbuki İbnü'l-Heysem, her nesne noktasından yayılan sayısız ışının göz bebeğinde birleşerek göz merceği üzerinde noktasal imgeler oluşturduğunu savunmuştur.<sup>28</sup> Böylece görmenin, nesnenin birçok noktasından yayılan ışınların bir bileşkesi hâline geldiği anlaşılmıştır. Bu noktasal NK fikrinin, günümüzdeki ışık demeti modeline oldukça yakın olduğu ve görsel alanın her noktasının gözde temsil edildiği anlayışını ortaya koyduğu görülmüştür. Bu yaklaşımıyla İbnü'l-Heysem, GK savunucularının “göz, büyük nesneyi bir bütün olarak alıyor” düşüncesini çürütmüş ve yerine “her noktanın bilgisi ayrı bir ışınla geliyor ve gözde bir görüntü inşa ediliyor” anlayışını temellendirmiştir.<sup>29</sup>

Son olarak, İbnü'l-Heysem'in gözün anatomik unsurlarını yeniden değerlendirdiği argümanlarına kısaca değinebiliriz. Çünkü, İbnü'l-Heysem, Galen geleneğinde göz merceğinin merkeze yerleştirilmiş olmasına ve retinanın ikinci planda bırakılmasına da karşı çıkmıştır. Ona göre, merceğin gelen ışınları odaklayarak görüntüyü oluşturduğu düşünülmüştür.<sup>30</sup> Ayrıca onun, retina tabakasının ışığa duyarlı olduğunu fark etmiş olabileceği ya da en azından bunu sezmiş olduğu değerlendirilmiştir; zira çok parlak ışığın daha önce ifade ettiğimiz üzere *retinayı* zedelediğini belirtmiştir. İbnü'l-Heysem'in modelinde, görüntünün mercekte oluşup retina ve sinir yoluyla beyne iletilmesi gibi melez bir anlayışın söz konusu olduğu düşünülmüştür.<sup>31</sup> Bu yaklaşımın, tarihsel

<sup>28</sup> Sayılı, “A Possible Influence, in the Field of Physiological Optics, of Ibn Sînâ on Ibn Al - Haytham”, 673.

<sup>29</sup> Hüseyin Gazi Topdemir, “İbn El-Heysem'in Işık Üzerine Adlı Çalışması”, *Belleten* 61, sy 230 (1997): 65, <https://doi.org/10.37879/belleten.1997.43>.

<sup>30</sup> Lindberg, “Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West”, 327. (Bu yaklaşımın, günümüzde retina odaklı görme anlayışından kısmen farklı olsa da yakındır.)

<sup>31</sup> Lindberg, *Theories of Vision From Al-Kindi to Kepler*, 67.

bağlamda oldukça ileri bir görüş olduğu ve karanlık oda deneyi ile desteklenen bu argümanların, görmenin fiziksel mekanizmasını GK'na kıyasla çok daha doğru bir şekilde tarif etmiş olduğu açıktır.

Tüm bu nedenlerle, İbnü'l-Heysem ve çalışmaları, hâkim bir paradigmayı geriletip, yerine yeni bir paradigma olarak NK'nı yerleştirdiği için bilim tarihinde bir dönüm noktası olarak değerlendirilmiştir. D. C. Lindberg, bu dönüşümü "İbnü'l-Heysem'in görme teorisi muazzam derecede etkiliydi. Güçlü bir şekilde savunulmuştu ve esasen rakipsiz olma gibi ek bir avantajı vardı, çünkü başka hiçbir teori aynı evrenselliğe sahip olduğunu iddia edemezdi" şeklinde nitelendirmiştir. H. G. Topdemir ise "İbnü'l-Heysem'in ı ışık ya da daha teknik deyişle optik biliminde gerçek anlamda bir dönüm noktası, başka bir deyişle bir paradigma oluşturduğu açıktır" ifadesini kullanmıştır.

Bu değerlendirmelerden anlaşılacağı üzere İbnü'l-Heysem'in geliştirdiği açıklamalar, Kuhn'un paradigmatik dönüşüm tanımıyla uyumlu olarak, birikimsel olmayan bir sıçramayı andırmıştır. Bu doğrultuda, Kuhn'un belirttiği gibi eski paradigmadan kümülatif bir gelişim yoluyla türetilmemiş aksine, önceki kuram reddedilmiş ve yerine yeni bir model ikame edilmiştir<sup>32</sup>. Eski paradigma ile yeni paradigmayı benimseyenler bir süre aynı terminolojiyi kullansa da, aynı terimlerin farklı paradigmalar içinde anlamlarının değiştiği söylenebilir. Paradigma değişimiyle birlikte, araştırma soruları, geçerli yöntemler ve kabul edilen kanıt türleri de farklılaşmıştır. Söz gelimi, GK'nda göz ışınlarının yansımalarını ölçmeye odaklanırken; yeni paradigma da ışığın kırılmasını ölçmek veya merceklerde görüntü oluşumunu incelemek ön plana çıkmıştır. Bu bilimsel devrim, XII. yüzyılda İbnü'l Heysem'in eserlerinin Latinceye çevrilmesiyle Avrupa'ya da taşınmıştır.

XIII. yüzyılın sonlarında *De aspectibus* ve *Perspectiva* başlıklarıyla Latinceye çevrilen *Kitâbü'l-Menâzir*, XIII. yüzyıl Avrupa'sında Roger Bacon, John Pecham ve Witelo, gibi düşünürler aracılığıyla optik bilimini Aristotelesçi-fiziksel temellere oturtmuştur. Batı'da İbnü'l-Heysem'in eserleri özüksendiği zaman bilimsel devrimin gerçekleştiğini iddia edebiliriz ki bu noktadan sonra GK, bilimsel çevrelerde büyük ölçüde terk edilmiş ve çözüme gerçekleşmiştir. Kuhn'un bilimsel devrimlere ilişkin görüşleri bağlamında, bu dönüşümün etkisi,

<sup>32</sup> Bu görüşün aksini, Pierre Duhem, Orta Çağ ve modern bilim arasında birbirini takip eden bir süreklilik olduğunu savunmuştur. Ayrıntılı bilgi için bakınız: Serpil Timur, "Bilimsel Teorilerde Sürekliliğin Rasyonel Temelleri: Duhemci Bir Okuma", *FLSF Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, sy 37 (2024): 307-24, <https://doi.org/10.53844/flsf.1423054>.

mutlaka geniş çaplı bir değişiklikle sonuçlanmak zorunda değildir. Öyle ki Kuhn'un vurguladığı üzere, "değişikliğinin büyük olması asla şart değildir ve bazen tek bir topluluk, üstelik belki yirmi beş kişiden bile az üyesi olan bir topluluk dışında kimseye devrim gibi gözükmese de gerekmez".<sup>33</sup> Gözışın-Nesneışın geçişı de başlangıçta böyle bir dönüşümü yansıtmıştır. Eski kuram, yanlışlanabilirlik ilkesi çerçevesinde geçerliliğini yitirmiş ve yeni paradigmanın ikamesi zaman almıştır. Ancak yıllar ilerledikçe ışın saçan aktif göz imgesi yerini dış dünyanın ışığını yakalayan pasif bir alıcıya bırakmıştır. Bu dönüşüm, bilimsel açıklama biçimlerinde kabul edilen kanıt türlerinde ve araştırma sorularında köklü değişimlere yol açmıştır.

## Sonuç

İbnü'l-Heysem'in optikte gerçekleştirdiği dönüşüm, bilimsel düşüncenin evrimi açısından kritik bir örnek teşkil etmektedir. Onun metodolojisi, deney ve matematiğin birleşimini kullanarak bilimsel ilerlemenin nasıl gerçekleştiğini göstermiştir. Kuhn'un paradigma değişimi modeli çerçevesinde incelendiğinde, İbnü'l-Heysem'in katkılarının modern bilime nasıl zemin hazırladığı anlaşılmaktadır. Optik alanındaki bu değişim, bilimsel bilginin durağan değil, sürekli gelişen bir süreç olduğunu kanıtlamaktadır.

İbnü'l-Heysem'in optik alanındaki devrimsel katkıları, hem bilimsel ilerleme tarihine hem de bilim felsefesi tartışmalarına ışık tutmaktadır. GK'dan NK'ya geçiş, bilimsel bilginin nasıl düzeltici bir süreçle evrildiğinin somut bir örneğidir. İbnü'l-Heysem, deneysel kanıtlara dayanan matematiksel bir kuram inşa ederek, görme olayı için daha doğru bir model ortaya koymuştur. Bu model, yalnızca kendi döneminde bir problem çözmekle kalmamış, aynı zamanda sonraki yüzyıllarda optik bilimini derinden etkilemiştir. Onun çalışmaları sayesinde Orta Çağ düşünürlerinden Leonardo da Vinci ve Johannes Kepler gibi Rönesans bilim insanlarına uzanan bir etki zinciri oluşmuştur.

Özellikle Kepler, İbnü'l-Heysem'in bıraktığı yerden devam ederek gözün retina üzerinde görüntü oluşumu açıklamasını tamamlamış; Descartes da kırılma yasalarını belirlerken İbnü'l-Heysem'in bulgularına dayanmıştır.<sup>34</sup> Bu süreklilik, İbnü'l-Heysem'in metodolojisinin bilimsel ilerlemeye yaptığı kalıcı katkının göstergesidir. Bilim felsefesi açısından bakıldığında, İbnü'l-Heysem,

<sup>33</sup> Kuhn, *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*, 183.

<sup>34</sup> Lindberg, *Theories of Vision From Al-Kindi to Kepler*, 212.

bilimsel devrim kavramının tarihteki bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Orta Çağ İslam dünyasında gerçekleşen bu teori değişimi, bilimsel düşüncenin evrenselliğini ve kültürel coğrafyalar üstü niteliğini gösterir niteliktedir.

İbnü'l-Heysem, otoritelere körü körüne bağlanmak yerine sistematik şüpheyi ve deneyi araç edinerek, *bilimsel* bilginin sağlamasını yapmıştır. Onun metodolojisi ve NK, bilimsel ilerlemenin hem pratik bir örneğini hem de felsefi bir simgesini teşkil etmektedir. İbnü'l-Heysem'in mirası, bilim tarihinde yalnızca optiğin temellerini atmakla kalmamış; aynı zamanda akılcı ve deneyci yaklaşımın zaferini temsil ederek, bilimsel düşüncenin gelişiminde bir dönüm noktasını simgelemiştir.

### KAYNAKÇA

- Alhazen. *The Optics of Ibn Al-Haytham. Books I-III: On Direct Vision*. Çeviren A. I. Sabra. Studies of the Warburg Institute, v. 40. London: Warburg Institute, University of London, 1989.
- Aristotle. *De Sensu and De Memoria*. Çeviren G. R. T. Ross. Cambridge: Cambridge University Press, 1906.
- Darrigol, Olivier. *A History of Optics from Greek Antiquity to the Nineteenth Century*. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2012.
- Euclid. “The Optics of Euclid1”. Çeviren Harry Edwin Burton. *Journal of the Optical Society of America* 35, sy 5 (01 Mayıs 1945): 357-72. <https://doi.org/10.1364/JOSA.35.000357>.
- Fârâbî. “Eflatun ile Aristoteles’in Görüşlerinin Uzlaştırılması”. Çeviren Mahmut Kaya. *Felsefe Arkivi*, sy 24 (1984): 221-54. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/14543>.
- Havrda, Matyáš, ve Pauline Koetschet. *Galen, ›On Demonstration‹: Reconstruction of a Lost Treatise from Greek and Arabic Sources*. De Gruyter, 2025. <https://doi.org/10.1515/9783111571003>.
- İbnü'l-Heysem. *Kitâbü'l-Menâzır (Optik)*. Çeviren M. Faruk Toprak. Uzam Yayınları, 2024.
- Kuhn, Thomas S. *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*. Çeviren Nilüfer Kuyaş. İstanbul: Kırımızı Yayınları, 2017.
- Leffler, Christopher T., Tamer Hadi, Akrihi Udupa, Stephen Schwartz, ve Daniel Schwartz. “A Medieval Fallacy: The Crystalline Lens in the Center of the Eye”. *Clinical Ophthalmology*, Nisan 2016, 649. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S100708>.

Lindberg, David C. "Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West". *Isis* 58, sy 3 (1967): 321-41. <http://www.jstor.org/stable/227990>.

Lindberg, David Charles. *Theories of Vision From Al-Kindi to Kepler*. University of Chicago History of Science and Medicine. Chicago London: University of Chicago Press, 1981.

Omar, Saleh Beshara. *Ibn Al-Haytham's Optics: A Study of the Origins of Experimental Science*. Minneapolis: Bibliotheca Islamica, 1977.

Polyak, S. L. *The Retina: The Anatomy ...* University of Chicago Press, 1941.

Ronchi, Vasco. *The Nature of Light: An Historical Survey*. Çeviren V Barocas. Cambridge: Harvard University Press, 1970.

Sayılı, Aydın. "A Possible Influence, in the Field of Physiological Optics, of Ibn Sînâ on Ibn Al - Haytham". *Belleten* 47, sy 187 (01 Temmuz 1983): 665-76. <https://doi.org/10.37879/belleten.1983.665>.

Timur, Serpil. "Bilimsel Teorilerde Sürekliliğin Rasyonel Temelleri: Duhemci Bir Okuma". *FLSF Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, sy 37 (07 Mayıs 2024): 307-24. <https://doi.org/10.53844/flsf.1423054>.

Topdemir, Hüseyin Gazi. *Işığın Öyküsü: Mitolojiden Matematiğe Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*. 2. basım. Ankara: Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2010.

———. "İbn El-Heysem'in Işık Üzerine Adlı Çalışması". *Belleten* 61, sy 230 (01 Nisan 1997): 43-66. <https://doi.org/10.37879/belleten.1997.43>.

———. *Modern Optiğin Kurucusu: İbnü'l-Heysem, Hayatı, Eserleri ve Teorileri*. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı, 2002.