

İŞİĞİN YAYILIMININ NİTELİĞİ KONUSUNDA
ÜÇ ÖNEMLİ ADIM: İBNÜ'L-HEYSEM,
KEMÂLÜDDÎN EL-FÂRÎSÎ, TAKÎYÜDDÎN B.
MARÛF

Hüseyin Gazi TOPDEMİR*

ABSTRACT

The aim of this article is to clarify the theories of three Muslim scientists -Ibn al-Haytham (in Latin Alhazen), Kamâl al-Dîn al-Fârisî and Taqî al-Dîn- on the nature of light.

The views gathered from the original texts of these scientists on this article revolve around an important problem concerning with the propagation of light. This problem is studied initially by Ibn al-Haytham in his book *Kitâb al-Manâzir* where he presents the propagation of light as a dispersion from each point of the source of light in a spherical way. In his commentary book *Tanqih al-Manazir*, Kamâl al-Dîn agrees with Ibn al-Haytham, and he adds some new ideas to this issue.

And a famous Ottoman scientist Taqî al-Dîn argues that light goes through straight lines but in a spherical way. His ideas depend mostly on the thoughts of the scientists we mentioned above.

Taqî al-Dîn's theory is more alike to today's conception of light; and therefore, he is more sophisticated thinker than both Kamâl al-Dîn and Ibn al-Haytham. To verify our assertion that Taqî al-Dîn's theory on light is more explanatory than others, we tried to compare his views with those of Huygens in his book *A Treatise on Light*. The originality of this paper dwells upon the idea that Taqî al-Dîn's views precedes the views of Huygens.

* D.T.C.F. Bilim Tarihi Anabilim Dalı Öğr. Üyesi

Işık konusunun sistematik bir biçimde incelendiği, optik biliminin tarihine yöneldiğimizde, konuyla ilgili olarak iki farklı problemin bilim adamlarının gündemini belirlediğini görüyoruz. Bunlardan birisi ışığın kaynağı ve buna bağlı olarak görmenin oluşumu, diğeri de ışığın mahiyeti, öz niteliği problemidir.

Bununla birlikte, ilk çağlarda daha çok birinci problemin, yani ışığın kaynağı ve görmenin nasıl olduğu probleminin incelenmesinin ağırlık kazandığını, buna karşılık ışığın mahiyetine yönelik çalışmaların ise çok sonraki dönemlerde, özellikle 16. ve 17. yüzyıllarda bilim adamlarının gündemini yoğunlukla işgal ettiğini görüyoruz.¹ Ancak bu yoğunlaşma konunun daha çok ayrıntı kazanmasına, ve buna bağlı olarak da pek çok yeni argümanla birlikte, ışığın niteliğinin belirlenmesine yönelik değişik yaklaşımların bir arada sunulduğu kuramların doğmasına yol açtı. Öyle ki 17. ve 18. yüzyıllarda birbirleriyle karşıt olan iki ayrı kuram taraftar bulmuş ve bilim çevrelerince savunulmuştur.

Newton'un Principia'dan (1687) sonra 1704 tarihinde yazdığı *Opticks'i* iki kuramdan, ışığın niteliğinin parçacık olduğunu benimseyen ve bilim tarihine ışığın parçacık modeli olarak geçen parçacık kuramını savunan ve bütün argümanlarını bu doğrultuda oluşturduğu bir eserdir ve etkisi uzun yıllar boyunca devam etmiştir. Ancak ondan yaklaşık bir yüzyıl sonra yine aynı çevrelerde bu kez tamamen karşıt bir görüşle, ışığın dalga nitelikli olduğunu belirten ve bilim tarihine ışığın dalga modeli olarak geçen dalga kuramı Thomas Young'ın katkılarıyla savunulmaya başlamıştır.

Bu dönemde İslam Dünyası'nda bu konulara yönelik bir tartışma olduğunu söylemek olanaklı olmamakla birlikte, bu tarihlerden yaklaşık iki yüzyıl önce, yani 16. yüzyılda konuyla ilgili önemli ve daha sonrası için umut verici çalışmalar yapıldığını görmekteyiz. Bu çalışmanın en önemli temsilcisi bu yüzyılın şu an için kalburüstü tek bilim adamı olarak bildiğimiz Takîyüddîn b. Marûf'dur. Ancak konuyla ilgili yaklaşımın temel dayanağını oluşturan önemli kavramlar ise 11. yüzyıldan itibaren yine İslâm Dünyası'nda geliştirilmeye başlanmıştır. Nitekim optiğin modern döneminin başlangıcı kabul edilen 17. yüzyıla kadar batıda ve doğu-

¹ Topdemir, Hüseyin Gazi, *Işık Niteliği ve Görme Kuramı Adlı Bir Optik Eseri Üzerine Araştırma*, Ankara, 1994, (yayınlanmamış doktora tezi), s. 18.

da etkin yaklaşımın ana karakterini belirleyen hemen tüm argümanlar bu yüzyılda İbnü'l-Heysem tarafından geliştirilmiştir.

İbnü'l-Heysem (965-1039):

Ebü Ali el Hasan İbn el-Hasan İbnü'l-Heysem 'in optiğe katkısı gerçekten olağanüstüdür.² Kendisi optik bilimini kökten değiştirerek, konuya getirdiği esaslı matematiksel inceleme tavrını olgunun fiziksel boyutunu da işin içine katarak ve son derece özenli ve ayrıntılı deneyler düzenleyerek, optiği çok iyi işlenmiş bir bilim haline getirmeyi başarmıştır. Işığın doğrusal yayılımı, gölgelerin özellikleri, karanlık oda, gökkuşağı ve hâlenin oluşumu, yansıma ve kırılma konuları gibi pek çok temel optik olguyu açıklayabilmek için deneyler düzenlemiştir.

Antik Yunan'da etkin olan kuram, savunuculuğunu daha çok Euclid ve Batlamyus'un yaptığı gözişin kuramıydı ve bu kuram İbnü'l-Heysem öncesi İslâm bilim adamlarınca da benimsenmişti. Bununla birlikte, yine bu dönemde İslâm Dünyası'nda konuya yönelik matematiksel inceleme de önemli ölçüde ağırlık kazanmış olmasına rağmen, yine de Batlamyus anlamında bir geometrik optik incelemesi gerçekleştirilememiştir. Hatta İbnü'l-Heysem öncesi bilim adamları daha çok göz anatomisi, görme fizyolojisi ve büyük oranda ışığın yayılımının fiziksel analiziyle çalışmalarını sınırlamışlardı. Bu fiziksel analiz her ne kadar matematikle desteklenmişse de, konunun tam anlamıyla matematikselleşmesi için gereken son adım atılamamıştı. İşte İslâm Dünyası'ndanda optiğin bir bütün olarak matematikselleşmesi İbnü'l-Heysem ile gerçekleşmiştir. Hatta hem bu başarısından, hem de gerçekleştirdiği kırılma çalışmalarından dolayı kendisine ikinci Batlamyus adı verilmiştir.³

Işık kaynağı ne olursa olsun (göz ya da nesne) İbnü'l-Heysem açıkça göze dışarıdan ışık ve renk gelmediği sürece görmeyi olamayacağını

2 İbnü'l-Heysem'in optiğin hemen her konusunda çalışmaları vardır. Onun bu çalışmalarını bir bütünlük içinde ele alan pek çok çalışma yapılmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır: Sabra, A. I., "Ibn al-Haytham," *Dictionary of Scientific Biography*, 6, New York, 1972, ss. 189-210; Winter, H. J. J., "The Optical Researches of Ibn al-Haytham," *Centaurus*, 3, 1954, ss. 190-210; Topdemir, Hüseyin Gazi, "İbnü'l-Heysem'in Optik Araştırmaları", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, cilt 1, sayı 1, 1992, ss.67-84'e bakılabilir.

3 Boyer, Carl B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton, New Jersey, 1987, s. 80.

savunmakta⁴ ve ışığın gözde belirli bir etki yaptığını vurgulayarak,⁵ uzun süre parlak bir nesneye, renge ya da ışığa bakan kimsenin acı duymasını kanıt göstermek suretiyle ışığın nesneden geldiğini ve görsel süreçte gözün dış bir etkinin alıcısı olduğunu kanıtlamaktadır.⁶

Böylece görme optiğinde etkin olan ve ışığın gözden çıktığını savunan gözişin kuramının geçersizliğini kanıtladıktan ve nesneden geldiğini gösterdikten sonra İbnü'l-Heysem, bu bağlam içerisinde, kendi nesneişin kuramının temel ilkelerini ileri sürmektedir. Bu ilkeler şunlardır:

*Işık ışıklı nesnelere, o nesnedeki her noktadan karşısındaki bütün yönlere doğru, doğrusal olarak yayılır.

*Işık bu tür nesnelere özüne ait bir özelliktir. Bu nesnelere birincil ışık kaynakları ve bunlardan yayılan ışığa da birincil ışık adı verilir.

*Görme de nesnelere gelen ışık ve renk etkisiyle oluşur.

İbnü'l-Heysem kendi başyapıtı, *Kitâb el-Menâzır*'ın ilk üç kitabını ışığın kaynağı ve görmenin oluşumu konularına ayırmıştır. Ancak ışığın yayılımının nitelikleriyle ilgili açıklamalarını ise I. kitabın 3. bölümünde sergilemiştir. Bu bölümün başlığı "Işığın Nitelikleri ve Yayılımı Üzerine"dir.

İbnü'l-Heysem'in burada ileri sürdüğü birinci ilke, kendinden ışıklı her cismin ışığın karşısındaki her cisim üzerine yayıldığıdır. Bunun en güzel örneğinin Güneş olduğunu belirten İbnü'l-Heysem, ateş ışığının da örnek olarak gösterilebileceğini, çünkü ateş ışığının da çevresindeki bütün cisimlerin üzerine aynı anda düştüğünün gözlemlendiğini belirtmektedir. Ancak İbnü'l-Heysem asıl önemli ilkeyi ikinci paragrafta ileri sürmektedir; "bütün ışıkların yayılımı yalnızca doğrusal çizgilerde olur".⁷

İbnü'l-Heysem, bundan sonra çok ayrıntılı olarak düzenlediği deneyler yardımıyla bu temel ilkenin doğruluğunu kanıtlamaya çalışmıştır. Sırasıyla, önce karanlık bir odaya küçük bir delikten sızan güneş ışığıyla, ay ışığıyla, yıldızlardan gelen ışıkla ve ateş aleviyle yaptığı deneylerden tümünde ışık ışınlarının doğrusal olarak yayıldığına açıkça görüldüğünü

4 *Kitâb el-Menâzır*, I. kitap, 6. bölüm, ss.78 -79.

5 a.g.e., I. kitap, 4. bölüm, s. 52

6 a.g.e., I. kitap, 4. bölüm, ss. 51, 52.

7 a.g.e., I. kitap, 3. bölüm, s. 13.

belirtmekte olan İbnü'l-Heysem, sonunda aynı ilkeyi bir kez daha yineler; "bütün bunlardan açığa çıkan, kendinden ışıklı cisimlerin ışıklarının yalnızca doğrusal çizgilerde yayıldığıdır".⁸

Bundan sonra konuyu detaylandırmaya devam eden İbnü'l-Heysem, ışık kaynağı ne olursa olsun, önüne opak bir nesne konulduğunda, o nesnenin meydana gelen gölgesinden yararlanmak yoluyla da ışık ışınlarının doğrusal çizgilerde yayıldığını gösterilebileceğini belirtmektedir. Çünkü böyle bir durumda ışık kaynağının tersi yönde uzayan gölgenin de düz çizgiler halinde uzadığı görülür.⁹ Işıkların doğrusal olarak yayıldığını göstermek için İbnü'l-Heysem, bu kez silindirik bir boru alıp, içerisinde ışık geçirdiğinde, borunun diğer ucundan sızan ışığın oluşturduğu şeklin de yine borunun şeklini taşıdığını, ve dolayısıyla ışıkların düz çizgiler şeklinde yayıldığını çok açık olarak ortaya çıktığını belirtmekte, ve yukarıda koyduğu ilkeyi bir kez daha yinelemektedir; "ışık yalnızca doğrusal çizgiler boyunca uzar".¹⁰ Böylece kendinden ışıklı her cisimdeki her bir noktadan çıkan ışıkların doğrusal çizgiler boyunca yayıldığını kesin olarak belirledikten sonra İbnü'l-Heysem, optik tarihine noktaform (punctiform) analizi olarak geçen bu problemi, kurgusal anlatımdan olgusal boyuta taşıyarak irdelemeyi sürdürür. Bu kez artık yalnızca ışıklı bir nesnedeki bir noktadan çıkan yayılım değil, artık bir bütün olarak nesnenin kendisinden çıkan ışık söz konusudur ve bu yayılımın da "ışık kaynağının her bir noktasından, o noktaların karşısındaki her bir yöne doğru, doğrusal çizgiler halinde"¹¹ olduğunu savlar, ve en sonunda da bu niteliğin yalnızca kendinden ışıklı nesnelerin ışıklarının bir niteliği olmadığını, aynı zamanda ilineksel ışıkların da, yani ışıklandırılmış nesnelerin ışıklarının da aynı biçimde yayıldığını belirtir;¹² ve bu yayılım biçiminin parlak yüzeylerden yansıyan birincil ve ikincil ışıklar için de geçerli olduğunu savunur.¹³

Bütün bu açıklamalarından İbnü'l-Heysem'in her tür ışık ışınlarının yalnızca doğrusal çizgiler boyunca yayıldığını ve bu yayılıma kanıt olarak gösterdiği gölgelerin keskin koyuluğu ve doğru çizgiler halinde yayılması açıklamalarına dayanarak da, onun ışığı parçacıklardan oluşan bir

8 a.g.e., I. kitap, 3. bölüm, ss. 13, 14, 15.

9 a.g.e., I. kitap, 3. bölüm, s. 15.

10 a.g.e., I. kitap, 3. bölüm, ss. 17-18.

11 a.g.e., I. kitap, 3. bölüm, s. 20.

12 a.g.e., I. kitap, 3. Bölüm, s. 23.

13 a.g.e., I. kitap, 3. bölüm, s. 40.

yapı olarak benimsediğini çok açık olarak savlayabiliriz. Çünkü gölgele-
rin keskin ve saçaksız olması ancak ışığın parçacık olmasıyla, başka bir
deyişle köşe dönmemesiyle açıklanabilecek bir olgudur. Eğer opak bir
engelle karşılaşan bir ışık demeti engeli aşabilseydi, ya da engelin kenar-
larından bir miktar taşabilseydi, o zaman opak nesnenin arka kısmı da bir
miktar ışık alacağından, gölge çok keskin olmayacak ve içerisinde aydınlık
ve karanlık çizgisel şeritler, yani saçaklanmalar olacaktır.

Optik tarihine ışığın kırınımı olarak geçen bu olgunun keşfi 17. yüz-
yılıda Francesca Mario Grimaldi (1618-1663)'ye ait olmasına rağmen
Newton'un o dönemdeki keskin ve mutlak otoritesini aşamamış ve ancak
18. yüzyılda Thomas Young'ın anlatımlarıyla yaşama geçirilebilmiştir.
Bu anlamda İbnü'l-Heysem'in anlatımlarının bu keşif sürecinde fazla bir
katkısı yok gibi görünmektedir. Ancak o daha sonra buraya kadar anlat-
tıklarının bir tür sonucu niteliğini taşıyan oldukça ilginç bir anlatım ser-
gileyerek, gerçekte çok farklı ve daha sonraki yüzyıllar için büyük atı-
lımlara yol açacak bir ışık yayılımı tasarladığını ya da hiç olmazsa bunun
ilk izlenimlerini ortaya koymaya çalıştığını şu alıntıya dayanarak savla-
yabiliriz.

"Yapmış olduğumuz yorumlar, tümevarımsal açıklamalar ve deneylerden açığa
çıkan şudur: ışıkların tümü yalnızca doğrusal çizgiler boyunca yayılırlar. İster öz-
sel, isterse ilineksel olsun, ışıklı her cisimdeki her bir noktadan çıkan ışık, o nok-
taya bitişik saydam cisim [ortam] aracılığıyla o noktadan uzadığı kabul edilen her
doğru çizgi boyunca yayılır. [Aynı şekilde] şu da açığa çıkar ki, ışıklı her bir ci-
simdeki her bir noktadan, o noktaya bitişik saydam cisim aracılığıyla yayılan ışık
küresel olarak, yani saydam cisim aracılığıyla, bu noktadan uzadığı düşünülen her
doğru boyunca yayılır. Aynı şekilde, hava ya da benzeri saydam bir cisim, eğer
her hangi bir ışıkla ışıklandırılırsa, bu saydam cisim aydınlatan ışığın her bir nok-
tasının ışığı, bu saydam cisim içerisinde, bu noktadan uzayan her doğru boyunca
yayılır. Bütün ışıklı cisimlerin ışıklarının yayılımı bu niteliktedir".¹⁴

Bu alıntı açıkça İbnü'l-Heysem'in ışık tasarımına, başta Batlamyus
olmak üzere, öncüllerinin tasarımlarını aşan bir nitelik yüklediğini gös-
termektedir. Burada konu henüz tammiyle naiv bir olgusallıkla ele alındı-
ğundan, tüm dikkat doğrusal yayılıma yöneltmiştir. Ancak her şeye kar-
şın İbnü'l-Heysem'in küresel yayılıma, bu olgunun tarih sahnesine çıkı-
şından yaklaşık 600 yıl önce dikkat çektiği de açıktır.

14 a.g.e., (yazma nüshası) Ayasofya, 2448, varak 33a; Fatih, 3212, varak 57a-b; Sabra çevirisi, s. 43.

Kemâlüddîn el-Fârîsî (öl. 1320):

Kemâlüddîn Ebû el-Hasan Muhammed ibn el-Hasan el-Fârîsî'nin konuyla ilgili olarak kaleme aldığı başyapıtının adı, İbnü'l-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'ı üzerine yazdığı ayrıntılı bir yorum olan, *Tenkih el-Menâzır* (Optiğin Düzeltilmesi)'dir. Bu yapıtı incelediğimizde şu önemli noktalar hemen dikkatimizi çekmektedir.

1) İbnü'l-Heysem'den yaklaşık 300 yıl sonra yaşamasına rağmen, İbnü'l-Heysem'in getirdiği temel optik kavramlar ve belirlemeler Kemâlüddîn el-Fârîsî tarafından benimsenmiş ve İbnü'l-Heysem'in başlattığı yeni optik gelenek titizlikle korunmuştur.

2) Gökkuşağının nasıl oluştuğu gibi, bazı optik olguların açıklanmasında Kemâlüddîn el-Fârîsî, İbnü'l-Heysem'den daha başarılı olmuş, onun atamadığı son adımları atabilmiştir.¹⁵

3) Kemâlüddîn el-Fârîsî bu yapıtında yalnızca *Kitâb el-Menâzır*'da işlenmiş konuları değil, aynı zamanda, İbnü'l-Heysem'in ayrı makaleler halinde ele aldığı konuları da bir bütünlük içerisinde *Tenkih el-Menâzır*'da tartışmıştır.

Bu bilgilerin ışığında konuyu ele aldığımızda, Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin de ışık kaynağı olarak nesneyi gördüğü ve görmeye de nesneden gelen bu ışınların yol açtığını kabul ettiğini görmekteyiz. O kitabının ilk kısmının üçüncü bölümünde, İbnü'l-Heysem'den yaptığı alıntıya dayanarak, gözün, kendinden ışıklı ya da ışıklandırılmış nesneden ışık gelmediği sürece hiçbir şeyi algılayamayacağını¹⁶ açıkça belirtmektedir. Burada dikkatimizi çeken ilk şey, onun da öncülerinde olduğu gibi, nesneleri ışık kaynağı (mudî) olanlar ve ışıklandırılmış (munîr) olanlar ol-

15 Gökkuşağının İslâm Dünyası'nda doğru olarak açıklanmasının ilk kez Kutbeddîn el-Şirâzî'ye ait olduğu konusunda bazı iddialar vardır. (Bkz. Boyer, s.127; Sarton, I, 1927, s. 707.) Örneğin Boyer Kutbeddîn'in, Theodoric'in gökkuşağı konusunda batıda taşıdığı anlamı İslam dünyası için taşıdığını belirtmektedir. Ancak bu iddiasının hemen ardından Kutbeddîn'in bu açıklamayı nasıl başardığının kesin bir şekilde bilinmediğini de eklemektedir. Bundan dolayı biz gökkuşağının doğru açıklanmasını Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin yaptığı kanısındayız. Bu konu için bkz. Topdemir, Hüseyin Gazi, "Kamâl al-Dîn al Fârîsî's Explanation of the Rainbow", *Bilim ve Felsefe Metinleri*, c. 1, s. 2, 1992, ss. 103-112; Topdemir, Hüseyin Gazi, "Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin Gökkuşağı Açıklaması", *A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 33, sayı 1-2, 1990, ss. 477-492.

16 Kemâlüddîn el-Fârîsî, *Tenkih el-Menâzır*, Haydarabad, 1927, Cilt I, s.19

mak üzere ikiye ayırmış olmasıdır. Aslında bu ayırım İslâm Dünyası'ndan da ışık konusuna getirilen pek çok yenilikten biridir. Örneğin İbn Sînâ konuyu incelerken kendinden ışıklı nesnelere için *muğî* ve bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılmış olanlar için de *mustanîr* terimlerini kullanmıştır. Bunlara karşılık olmak üzere de *muğî*'nin yaydığı ışık için *ııav* (diya), bunun nesnelere yarattığı ışık için de *nûr* kelimesini kullanmıştır. Bu ayırım çeviri yoluyla batıya da geçmiş ve 13. yüzyıldan itibaren, bu ayırıma karşılık olmak üzere getirilen *lux* ve *lumen* sözcükleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmış, bu iki sözcük arasındaki ayırım Kepler zamanına, yani 17. yüzyıla kadar devam etmiştir.¹⁷

Kemâlüddîn el-Fârîsî yalnızca nesnelere ışıklı olup olmamalarına göre ayırmak bakımından öncülerinin izlediği yolu izlemekle kalmamış, aynı zamanda ışığın yayılımının açıklanmasında da İbnü'l-Heysen'in görüşlerini tekrar etmekle yetinmiştir.

Kemâlüddîn el-Fârîsî, *Tenkih el-Menâzır*'ın üçüncü bölümünü Işığın Nitelikleri'ne ayırmıştır. Burada onüç madde halinde serimlediği düşünceleri hemen tamamen İbnü'l-Heysen'e düşüncelerini tekrar etmekte ve bir tür daha açık kılmak (şerh) niteliği taşımaktadır.

Birinci maddede, şunları belirtmektedir: Kendinden ışıklı her nesnenin ışığı, eğer aralarında opak bir nesne yoksa, karşısında bulunan her bir opak nesnenin üzerinde parlar (yayılır).¹⁸ Aynı bölümün ikinci maddesinde ise ışığın yayılımını betimlemekte ve ışıkların yayılımı, ortamın saydam olması koşuluyla, doğrusal çizgilerde olur¹⁹ demektedir.

Bunu kanıtlamak için Kemâlüddîn el-Fârîsî, karanlık odaya bir duvarında bulunan bir delikten sızan ışık demetinin, odadaki havanın toz ya da dumanla bulanıklaştırılarak, belirgin hale getirilmesini örnek vermektedir. Çokça baş vurulan bir kanıtlama yöntemi olan bu deneyinden²⁰ sonra Kemâlüddîn el-Fârîsî, aynı durumun ateş ışığı için de geçerli olduğunu belirtir.²¹

17 "İbn Sîna'da Işık, Görme ve Gökkuşuğı," *İbn Sîna Doğumunun bininci yılı Armağıanı*, T.T.K., Ankara, 1984, s.212.

18 Kemâlüddîn el-Fârîsî, I, s.19.

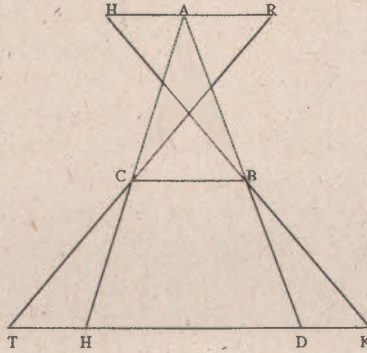
19 a.g.e., I, s.20.

20 a.g.e., I, s. 20.

21 a.g.e., I, s. 21.

Üçüncü maddede ise kendinden ışıklı cisimden yayılan ışık ondaki her bir parçadan yayılır. Nesnenin tümünden yayılan ışık, bir kısmından yayılan ışıktan daha kuvvetlidir. Benzer şekilde büyük parçadan yayılan ışık daha küçük parçadan yayılan ışıktan daha kuvvetlidir²² diyen Kemâlüddîn el-Fârîsî, böylece ışığın yayılımıyla fotometri arasında bir bağ kuran Kemâlüddîn el-Fârîsî, daha sonra yayılımın koni şeklinde olacağını belirtir: güneş ışığının delikten sızdığında daima koni oluşturduğu görülür.²³ Eğer delik çok küçükse, o delikten sızan ışık, deliğin genişliğinden daha geniş olan, deliğin şekline benzer bir aydınlık oluşturur; isterse gelen ışık cismin tümünden çıkan ışık olmasın, bu durum değişmez.²⁴

Bu temel belirlemesinden sonra, Kemâlüddîn el-Fârîsî, bu durumu bir örnekle kanıtlamayı dener. Buna göre şekil 1'deki A güneşin merkezi, BC deliğin çapı, AB ve AC iki ışın olsun. Deliğin karşısındaki duvara, yani DH'ye doğru ışınlar nüfuz etsin. Işınlardan sınırladığı bu DH, BC'den daha uzundur. RH güneşin çapı olsun. Sağ taraftaki R noktasından çıkan RC ışını deliğin soluna gider ve duvarda T noktasında son bulur. Benzer şekilde, sol taraftan çıkan HB ışını da deliğin sağına giderek duvardaki K noktasında son bulur. K ile T'yi birleştirelim. Bu KT, DH'den daha büyüktür. Bu da konileşmeden kaynaklanmaktadır.²⁵



Şekil 1 Kemâlüddîn el-Fârîsî'ye göre ışın konilerinin oluşumu

22 a.g.e, I, s. 21.

23 a.g.e, I, ss. 21-22.

24 a.g.e, I, s. 23.

25 a.g.e, I, s. 23.

Bu belirlemesiyle Kemâlüddîn el-Fârîsî, hem ışınların doğrusal olarak yayıldığı savına, hem de bütünden yayılan ışığın parçadan yayılan ışıktan daha güçlü olduğu ve dolayısıyla de aydınlatıcılığının da o derecede fazla olacağı belirlemesine bir delil getirmek istemiştir. Öyle ki ayın görünümündeki (dolun, hilal, dördün vb.) değişimlere bağlı olarak yaydığı ışığın da azalıp çoğaldığını, örneğin dolun durumunda daha fazla, hilal durumunda ise daha az ışık verdiğini belirtmektedir. Burada Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin de tıpkı İbnü'l-Heysem'de olduğu gibi, aydınlatmayla ışık kaynağı arasındaki ilişkiyi tanımlarken, hep kaynağın yoğunluğunu dikkate almış, kaynakla aydınlatılan nesne arasındaki mesafe dikkate alınmamıştır. Gerçekte konileşme özelliği bu belirlemeye gitmek için oldukça aydınlatıcı bir belirleme olmasına rağmen her iki bilim adamının da bu son adımı atamamış olmaları üzücüdür.

Geriyeye kalan maddelerde de ışık kaynağı ile aydınlatıldığı alan arasındaki ilişki, kendisi ışık kaynağı olan cisimlerin yaydığı ışık (birincil ışık) ile aydınlatılan nesnelerin yaydığı ışık (ikincil ışık) arasındaki ilişki ve ışıkla renk arasındaki ilişki gibi değişik konularda²⁶ açıklamalarını sürdüren Kemâlüddîn el-Fârîsî, İbnü'l-Heysem'in etkisiyle ışığın fiziksel anlamda mahiyetini anlamaya yönelik tartışmalara ağırlık tanıyarak mudî ve mustadî, yani ışık saçan nesnenin ışığıyla, ışıklandırılmış nesnenin saçtığı ışığın mahiyetini anlamayı ön plana çıkarmıştır.

Böylece Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin çalışmalarının ana çizgilerini ve ele aldığı problemlerin niteliklerini İbnü'l-Heysem'in başlatmış olduğu yeni optik geleneğin oluşturduğu çok açık olarak ortaya çıkmaktadır. Nitekim ışığın yayılımıyla ilgi olan belirlemelerinde de Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin, yeni bir bilgi getirmediğini, daha çok İbnü'l-Heysem'i anlaşılır kılmaya çalıştığını söylemek yerinde olur. Örneğin bütün açıklamalarını doğrusal yayılıma yönelik olarak tasarlamış ve küresel yayılımdan asla söz etmemiştir. Bunun nedeni de Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin, İbnü'l-Heysem'in ayrıntılı olarak tartışmadığı problemlerle uğraşmaması ve daha çok şerh etmek istemesidir.

Takiyüddîn b. Marûf (1521-1585):

Bugün bile hâlâ çözümlenememiş bir konu olan ışığın doğası konusu, ışık hakkında zıt görüşlerin ileri sürülmesine neden olmuştur.

26 Bu açıklamaları için a.g.e, I., 24-46 sayfalarına bakılabilir.

Takîyüddîn de konunun bu karmaşık yapısını farkettiğinden onu kuramsal, deneysel ve geometrik çizimleme yoluyla ayrıntılandırarak tartışma yoluna gitmiştir. Ona göre, ışık ne olduğu konusunda fikir birliğine ulaşılmış bir töz (cevher) değil, bir ilinektir. Ancak yine de kendisini görünür kılan bir töz olmalıdır. Aynı şekilde, ışık ne eni ve boyu olmayan bir nokta, ne uzunluğu olan bir çizgi, ne de kalınlığı olan bir yüzeydir. Ancak optik incelemede onu bir nokta, bir çizgi hatta bir yüzey olarak düşünebiliriz. Çünkü optik bir olguyu başka türlü çizimleyerek (geometrikleştirmek) somutlaştırmak olanaklı değildir.

Çok çağdaş bir yaklaşımla ortaya konulduğu anlaşılan Takîyüddîn'in²⁷ bu açıklamalarından dikkatimizi çekmesi gereken en önemli belirlemesi ışığın töz (cevher) değil bir ilinek (araz) olduğunu belirten savıdır. Burada töz ve ilinek sözcükleri üzerinde durmak gerekmektedir. Töz, bir başka şeyle ya da bir başka şeyde değil, kendi kendisiyle, kendi kendisinde var olan, anlamındadır. İlinek de bunun karşıtını belirtir.²⁸ Bu anlamda, eğer ışık töz olsaydı herhangi bir maddeye gereksinim duymadan kendiliğinden var olmalıydı. Oysa ki, ışık daima bir nesnenin varlığına gereksinim duymaktadır. Örneğin, mum bir ışık kaynağıdır ve mumun ışığı alevde yanmakta olan sıcak karbon zerrelere çıkar. Bu zerreler sıcakken ışık saçarlar. Bu nedenle alev bir ışık kaynağıdır; ve burada ışık bir ilinek olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna karşılık Takîyüddîn'in de çok doğru olarak belirlediği gibi, ışık aynı zamanda kendisini görünür kılan bir tözdür. Çünkü ışık, örneğin Güneş gibi, kendinden ışıklı her nesnede, o nesnenin doğasını belirleyen karakteristiklerinden biridir. Başka bir deyişle, ışık o nesnenin, yani kendinden ışıklı nesnenin özsel niteliğini oluşturur. Bu nitelik ortadan kalkmadıkça, o nesnenin öz niteliği de değişmez. Bu anlamda da ışık bir tözdür.

Yine Takîyüddîn'in doğru olarak belirlediği gibi, ışığı bir çizgi ya da bir noktaya indirgeyemeyiz. Ancak, yayılımı söz konusu olduğunda bu indirgemeyi yapmak olanaklıdır. Çünkü, örneğin ışığın bir yüzeyden nasıl yansıdığını gösterebilmek, geometrik çizgilerden yararlanmadan olanaklı olmaz.

27 Takîyüddîn'in açıklamalarında İbnü'l-Heysem'in anlatımlarının ipuçlarını görmekteyiz. Bkz. İbnü'l-Heysem, *Işık Üzerine*, İngilizceye çev. M. F. Quraishi, *ibn al-Haitham*, Karachi, Pakistan, 1970, ss. 272-279.

28 Akarsu, Bedia, *Felsefe Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1979, s. 175.

Öte yandan burada anlatımını sunduğumuz bu bilgilerin Kepler tarafından da benzer şekilde dile getirildiğini görmekteyiz. Daha önce, Takîyüddîn'in ışık konusuna geometrik yaklaştığını, böylece optik problemleri birer geometri problemi olarak tasarlayabildiğini belirtmiştik. İşte Kepler'in tavrı da bu doğrultudadır. Onun ışık tasarımını ele aldığımızda bunu açıkça görebiliriz.

Kepler, batıda ışık kavramını geliştirme ve aydınlık bir yüzey ya da dalga sınırıyla [dalga yüzeyi] bir ışın arasındaki ilişkiyi farketme yolunda ilk önemli adımı atan kimsedir. Kepler'in aydınlık yüzey ya da dalga sınırı kavramı bununla birlikte tam anlamıyla bir dalga sınırı olarak pek adlandırılmaz. Çünkü Kepler ışığı kaynağından küresel olarak çıkan bir güç olarak anlamıştır. Merkezi, yarı çapı ve yüzeyiyle birlikte bu küresel yüzey en yüksek yetkinlik ve tüm şekillerin en yetkinidir. Sonsuz bir hızla genişleyen aydınlık yüzey cisimsel maddeden yoksundur; fakat geometrik boyutlar varsayan ve geometrik bir nesne olarak görülebilecek bir tür maddeye sahiptir.²⁹ Bu ise, Takîyüddîn'de olduğu gibi, Kepler'e de ışığı matematiksel olarak ele alma olanağı vermiştir. Wolf onun bu ifadesini ışığın maddesiz olduğu şeklinde yorumlamıştır.³⁰ Bu doğru bir yorumdur. Çünkü yukarıda da belirtildiği gibi Kepler ışığı cisimsel maddeden yoksun olarak kabul etmektedir. Gerçekte ışığın maddesiz olması düşüncesi de onun bir tür geometrik cisim olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu yönüyle Kepler Takîyüddîn'den ayrılmaktadır. Çünkü Takîyüddîn ışığın geometrik bir nokta ya da çizgi olmadığını, onun gerçekte maddesel bir şey olduğunu kabul etmekte, fakat kanıtlayabilmek için varsayımsal olarak nokta ya da çizgi gibi düşünülebileceğini savunmaktadır. Ancak ışık konusunun geometrik olarak irdelenebileceği konusunda her iki bilim adamının da benzer şekilde düşündükleri açıktır.

Gerçekte sıkı bir incelemeye tutulduğunda ise, her iki bilim adamının düşüncelerinin de İbnü'l-Heysen'den kaynaklandığı çok kolaylıkla görülebilmektedir. Işık üzerine yazdığı makalesinde İbnü'l-Heysen şunları belirtmektedir:

Işık nedir? sorusunun incelenmesi doğa bilimlerine aittir; ancak ışık nasıl yayılır? Sorusunun incelenmesi ise, ışığın doğrular boyunca yayılıyor olması nedeniyle,

29 Shapiro, Alan E., *Kinematics Optics; A study of the Wave Theory of Light in the Seventeenth Century*, *Archive for History of Exact Sciences*, 11, 1973, s. 141.

30 Wolf, s. 245.

matematiksel bilimlerin bilgisini gerektirir. Benzer şekilde, bir ışın nedir? Sorusu doğa bilimlerine ait olurken, onun form ve görünüşlerinin incelenmesi ise matematiksel bilimlere ait olmaktadır. Işığın içine nüfuz ettiği saydam nesnelere de durum aynıdır. Saydamlık nedir? sorusu doğa bilimlerinin konusunu oluştururken, ışık saydam nesnelere nasıl yayılır? sorusu da matematiksel bilimlerin konusuna girer. Bundan dolayı, ışık, ışın ve saydamlık incelemesi, zorunlu olarak, doğa ve matematiksel bilimler kategorisi altında birlikte ele alınmalıdır.³¹

Görüldüğü gibi, burada açıkça ışığın yayılımı söz konusu olduğunda, tamamen matematiksel bilimlerin konusunu oluşturduğu ve matematiksel bilimlerin nesnesi olarak ele almak gerektiği belirtilmektedir ki, Kepler'in ışık geometrik bir nesnedir görüşüyle ve Takîyüddîn'in yayılımı söz konusu olduğunda, ışığı geometrik bir nesne olarak varsayabiliriz düşüncesinin çakıştığı ortaya çıkmaktadır.

Takîyüddîn'in bu konuyla ilgili açıklamalarından üzerinde durmamızı gerektiren bir diğeri de ışıkların hava gibi ideal saydam ortamda doğrusal olarak yayıldığını belirtmesidir. Gerçekte çok eski dönemlere kadar uzanan ışınların doğrusal yayıldığı fikri, Euclid'in kuramsal açıklamalarının yanında, İslâm Dünyası'ndanda gerçek bir değişime uğramış ve önemli bir düzeye ulaştırılmıştır. Özellikle gölgelerden yararlanmak yoluyla ışınların doğrusal olarak yayıldığını el-Kindî göstermiştir.³² Bu yaklaşım İbnü'l-Heysem tarafından da benimsenmiştir. Bu bakımdan Takîyüddîn'in aşağıda sunacağımız açıklamalarında İbnü'l-Heysem'e dayandığı anlaşılmaktadır. Bu yalnızca Takîyüddîn için değil, aynı zamanda Kepler için de söz konusudur. Nitekim, 1604'te Kepler'in *Ad Vitellionem Paralipomena* adlı optik yapıtında ışığın doğrusal yayılımını göstermek için düzenlediği deney hem Takîyüddîn'in açıklamasının hem de doğal olarak İbnü'l-Heysem'in anlatımlarının izlerini taşımaktadır. Şöyle ki, Kepler'de öncelikle bir karanlık oda alıyor ve delikten giren ışığın yolunu belirlemek için ışık ışınları boyunca uzayan bir ip geriyor. Karşı duvara bir perde yerleştiriyor ve bu ikisi arasına da bir kitap koyuyor. İpi gerdiğinde, deliğin bir ucundan başlayan ipin diğer ucunun da kitabın o köşesinde son bulduğunu görüyor.³³ Demek ki ışınlar doğrusal yayılmaktadır.

31 İbnü'l-Heysem, *Işık Üzerine*, s. 272.

32 Lindberg, 1976, ss. 18-32.

33 Wolf, A., *History of Science, Technology and Philosophy in the 16th and 17th Centuries*, cilt 1, Gloucester, Mass., 1968, s. 246.

Aynı kanıtlamayı yapmak için Takîyüddîn ise yine, bir duvarında küçük bir delik bulunan karanlık bir odaya bu delik aracılığıyla ışık göndermiş ve ışın çizgilerinin görünür hale gelmesini sağlamak için de, odadaki havayı toz ya da dumanla bulanıklaştırmıştır. Daha sonra yayılım yönüne bir ip ya da cetvel koyarak ışınların doğrusal olarak yayıldığını göstermiştir. Son derece yalın o ölçüde de ikna edici ve doğrulayıcı bu deneyin ilk düzenlenişi İslâm Dünyası'nda el-Kindî³⁴ ve İbnü'l-Heysem³⁵ tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu yönüyle Takîyüddîn'in çalışması İslam dünyasındaki başarılı bilimsel çalışmaların Osmanlı İmparatorluğu'ndaki seçkin bilim adamlarınca sürdürüldüğü temel savımızın doğrulanması bakımından önemlidir.

Işığın doğasına ilişkin kesin kabullerin, onun yayılımının ne şekilde olacağını da belirlediğinden, ışığın yayılımıyla ilgili kuramsal ve deneysel tasarımların büyük önemi vardır. Konu aynı zamanda ışık kaynağıyla, aydınlatılan alan arasındaki ilişkinin belirlenmesini de gerektirmektedir. Takîyüddîn de ışığın doğasına yönelik açıklamalarını tamamladıktan sonra, doğal olarak, bugün Fotometri (ışılölçüm)³⁶ adını verdiğimiz ışık yeğinliğinin (şiddet) ölçümünün yapıldığı optik dalını ilgilendiren problemlere girişmiş ve ayrıntılı deneylerle görüşlerini doğrulamaya çalışmıştır.

Burada belirttiği temel fikir şudur: Işık, ışıklı bir nesnenin her bir parçasından yayılır. Nesnenin bütününden çıkan yayılım, o nesnenin bir kısmından çıkan yayılımdan daha kuvvetlidir.³⁷ Gözlemsel olarak tamamen doğru olan bu yargıyı deneysel olarak da kanıtlamak için Takîyüddîn ayın hilal ve dolun durumlarında yaydığı ışık miktarını örnek vermekte ve ayrıntılı bir deney düzenlemektedir.

Şöyle ki, öncelikle bir duvarında Güneş ışığının içeriye girmesi için küçük bir delik bulunan karanlık bir oda düzenliyor. Bu odanın delik bulunan duvarının karşısındaki duvar üzerine de en küçüğünün çapı, deliğin çapı kadar olan, ortak merkezli gittikçe büyüyen daireler çiziyor; ve Güneş, delik ve dairelerin merkezlerinin aynı doğrultuda bulunduğu özel bir konum oluşturuyor. Böyle bir konumda, şüphesiz ki, önce Güneşten

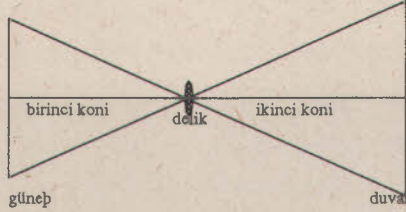
34 Lindberg, 1976, ss. 20-21.

35 İbnü'l-Heysem, 1989, bölüm 3, 2-6. §, ss. 13-14.

36 *Fizik Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1983, s. 103.

37 Takîyüddîn, *Kitabu Nur*, Oxford varak no, 5b; Süleymaniye varak no, 4b.

deliğe doğru gelen ışıklar, Güneşle delik arasında bir koni oluşturacak ve sonra da delikten sızan ışıklar da, delik ve karşı duvar arasında, ilk koniye simetrik ikinci bir koni oluşturacaktır (şekil 2).



Şekil 2 Simetrik koniler

Bu durumda, çapı en küçük daireye eşit olan bir levha alınıp, ikinci ışın konisinin önüne konulacak olursa, duvardaki en küçük daire karanlıkta kalır; levha duvara doğru yaklaştırılırsa, daha büyük daire karanlıkta kalacaktır. Eğer en büyük daire örtülecek şekilde levha deliğe doğru yaklaştırılacak olursa, bu durumda duvar tamamen karanlıkta kalmış olur. Başka bir deyişle karanlıkta bırakılan her daireyle birlikte duvardaki ışık miktarında, yani ışık akısında da bir azalma söz konusu olur ve aşama aşama tam karanlık ortaya çıkar. Karanlığın ortaya çıkmasında bir tedricilik söz konusu olduğuna göre, nesnenin tamamından gelen ışığın yeğinliği, bir kısmından gelen ışığın yeğinliğinden daha çoktur. Nitekim Takîyüddîn de daha sonra deliği kısmen kapatıp açmak yoluyla, toplam ışık miktarındaki yani ışık akısındaki azalmayı belirleyebilmiştir. Bu da ona aydınlanmayla ışık akısı arasındaki ilişkiyi belirleme olanağını tanımıştır. Nitekim Takîyüddîn bütünün aydınlattığı alanın aydınlanma yeğinliğinin, parçanın aydınlattığı alanın aydınlanma yeğinliğinden çok olduğunu belirtmektedir. Gerçekte belli bir yüzey üzerine düşen ışık akısı ne kadar çoksa aydınlanma da o derece kuvvetli olur. Bu anlamda Takîyüddîn'in herhangi bir niceliksel değer vermemiş olmakla birlikte, niteliksel olarak konuya doğru bir biçimde yaklaştığını ancak açıklamasının da eksik olduğunu belirtmek gerekmektedir. Çünkü bir ışık kaynağının aydınlattığı alanın aydınlanma yeğinliği yalnızca ışık kaynağının yaydığı ışık miktarına bağlı değildir; aynı zamanda, ışık akısı ve ışık akısını alan yüzeyin büyüklüğüne de bağlıdır. Belli bir ışık akısı ne kadar geniş bir yüzey üzerine düşerse, aydınlanma o derece az, aksi durumda da o derece çok olur. Zaten herhangi bir yüzeydeki aydınlanmanın yeğinliği, bu yüzeyin 1cm^2 'si (ya da 1m^2) üzerine düşen ışık akısının miktarı ile ölçülür. Bu anlamda fotometrinin temel kanunu da, aydınlanmanın ye-

ğınliğinin, ışık kaynağının yeğınliğıyle doğru ve uzaklığının karesiyle ters orantılı olduğunu belirtmektedir.³⁸ Oysaki Takîyüddîn'in açıklamalarında hep göz önüne ışık kaynağının yeğınliğı alınmış ancak, mesafe işın içine sokulmamıştır. Bu yönüyle bir eksiklik içermektedir. Ancak konuya yaklaşımı ve düzenlenen deneyin sağlamlığına dayanılarak bir son adım daha atılarak Takîyüddîn'in açıklamasının çağdaş bilgiyle paralellliğini kurmak son derece kolaydır. Nitekim Kepler bunu başararak konunun daha açık bir hale gelmesini sağlamış ve yukarıda tanımını verdiğimiz kuralı bir nokta kaynaktan çıkan ışığın yeğınliğinin, ışıklandırılan nesnenin kaynaktan uzaklığının artmasıyla ters orantılı olduğu şeklinde açıklamayı başarmıştır.³⁹

Ancak Takîyüddîn'in fotometri konusuyla başladığı açıklamalarının devamında asıl çığır açıcı belirlemesini yaptığını görmekteyiz. Burada da ışıklı bir nesnenin bütünündeki yayılımın parçadaki yayılımından daha kuvvetli olacağını bir kez daha vurgulayan Takîyüddîn, bu kez ışığın yayılımına yönelik belirlemelerini açıklamaya başlıyor ve ışığın ışıklı nesnelere doğrusal çizgilerde ancak küresel olarak yayıldığını belirten çok temel ve daha sonraki dönemler için çığır açıcı olan savını ileri sürüyor.

Aşağıdaki alıntı onun bu belirlemesini göstermesi bakımından önemlidir. Takîyüddîn açıkça şunları belirtmektedir:

Işık, ışıklı bir nesneden küresel olarak yayılır: Hatta bu küresel yayılım o nesnedeki her bir noktadan olur. Böyle olmasaydı, onun ışığı karşısındaki bütün yönlere doğru yayılmazdı. Bundan dolayı ışıklı bir nesnedeki her bir noktadan küresel ışınlar çıkar.⁴⁰

Bu ifadelerden açıkça ışığın, ışıklı nesnenin her noktasından ve küresel olarak yayıldığını benimsendiği anlaşılmaktadır ki, bu oldukça önemli ve o döneme kadar küresel yayılıma ilişkin bu denli net söylenmemiş bir ifadedir. Bilindiği üzere küresel yayılım düşüncesi Huygens'e (1629-1695) atfedilen bir düşüncedir. Gerçekten de, Huygens öncesi dönemde ışığın küresel yayıldığını savunan ve bu düşüncüyü açık seçik olarak, gerekçesiyle birlikte, başka bir deyişle nedensel olarak ortaya koyan

38 Nelkon & Parker, ss. 561-567.

39 Wolf, s. 245.

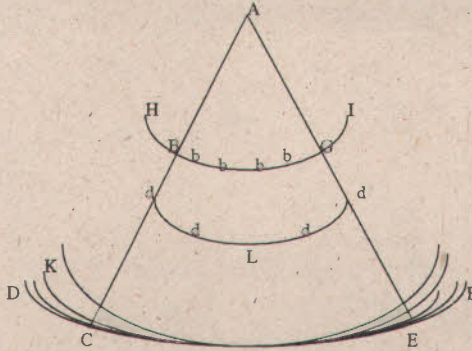
40 Takîyüddîn, *Kitabu Nur*, Oxford varak no, 7a-b; Süleymaniye varak no, 6a-b.

bilim adamı yoktur. Ancak konuya yönelik, daha sonraki dönemler için bazı ipuçları biçimindeki bir kaç açıklama söz konusudur.

Bunlar içerisinde en ilginç ve kayda değer olanı ise İbnü'l-Heysem'in anıtsal eseri olan *Kitab el-Menazır*'da çok da açık olmayan açıklamasıdır. O bu kitabında ışığın doğrusal çizgilerde ancak, küre biçiminde⁴¹ yayılabileceğine yönelik bir açıklamaya yer vermiştir. Yine aynı şekilde, İbnü'l-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır*'ının özeti niteliğinde bir kitap olan *Perspectiva Communis*⁴² adlı çalışmasında da John Pecham ışık kaynağından yayılan ışınların ortamı yarı-küresel olarak aydınlattığını belirtmektedir.

Ancak, bu iki çalışmada da dikkat çeken yön, küresel yayılımın sadece sezilmiş olması ancak, konuya tam anlamıyla hakim olunmadığından, bu savın kesin kanıtlanmasına yönelik kuramsal ya da deneysel açıklamalara gidilememesi ve her ikisinde de ışığın niteliği ve yayılımı arasında nedensel bir bağlantının kurulamamış olmasıdır. Oysa ki, yukarıda yaptığımız alıntının devamında Takîyüddîn bu bağı kurmakta şunları belirtmektedir:

.....Bunlardan her birisi (yani çıkan ışın çizgileri) doğrusal olarak uzatılırsa, bazıları paralel olacak, bazıları kesişecek ve bazıları da birbirinden uzaklaşacaktır.⁴³



Şekil 3 Huygens'e göre küresel yayılım

41 İbnü'l-Heysem, I. kitap, bölüm 3, Sabra çevirisi, § 110, s. 43; *Kitâb el-Menâzır*, Ayasofya, yazma no 2448, I. kitap, bölüm 3, varak 33a; Fatih, yazma no 3212, I. kitap, bölüm 3, varak 57a-b.

42 Pecham, *Perspectiva Communis*, s. 83.

43 Takîyüddîn, *Kitabu Nur*, Oxford varak no, 7a-b; Süleymaniye varak no, 6a-b.

Birinci ve bu ikinci alıntıları birleştirdiğimizde, açıkça ışık kaynağının her noktasından her yöne doğru ışıkların yayıldığı ve yayılım sırasında, ister istemez bazı ışın çizgilerinin paralel doğrularda, bazılarının birbirine yaklaşan doğrularda ve bazılarının da birbirlerinden uzaklaşan doğrularda yol aldığı tesbit edildiği anlaşılmaktadır. Buna bir de bu doğrusal çizgilerde yayılan ışınların küresel olarak yayıldığı düşüncesi eklendiğinde, o zaman, ışığın dalga niteliği taşıdığı ve tıpkı durgun bir suya taş atıldığında, suda oluşan dalganın etrafa doğru büyüyen daireler şeklinde yayılması gibi yayılıyor olduğunun kabul edildiği anlaşılmaktadır ki, işte Takîyüddîn'de yeni olan yön de budur.

Bu son ifadenin daha belirgin bir nitelik kazanması için, küresel yayılım fikrini ilk ileri süren kişi olarak kabul edilen Huygens'in düşüncelerini de kısaca ele almak yararlı olacaktır.

Huygens'e göre, bir nokta kaynaktan çıkan bir dalganın, herhangi bir anda ulaştığı konumda, yani dalga sınırında⁴⁴ o konumdaki parçacıkların her biri derhal küresel dalgacıklar yayarlar. Başka bir deyişle bir dalga sınırı üzerindeki her nokta elementer bir başka dalganın merkezini oluşturur.⁴⁵ Huygens ilkesi olarak optik tarihine geçen bu belirlemeler şekil yardımıyla daha anlaşılır duruma sokulabilir (şekil 3). Bu şekle göre DCF, A ışıklı merkezinden çıkan bir dalga ise DCF küresi içinde kapsanan parçacıklardan biri olan B parçacığı da kendi tikel dalgasını oluşturacaktır ve KCL dalgası da, AB boyunca çizilen doğrultuda DCF dalgasına, yalnızca C bölgesinde değinecektir. Benzer şekilde DCF küresinin, bb, dd, vs. gibi doğru parçacıkları da kendi dalgalarını oluşturacaklardır. Ancak bu dalgalar DCF dalgasına oranla daha zayıf olurlar.

Kısaca Huygens'in küresel ışık yayılım kuramı bu açıklamalardan oluşmaktadır. Bu açıklamaya dikkatle baktığımızda, Takîyüddîn'in görüşüyle büyük bir benzerlik içerdiğini görmek mümkündür. Çünkü, eğer ışık kaynağı Huygens tarafından bir nokta kaynak değil de, bir nesne olarak düşünülseydi, o zaman tıpkı Takîyüddîn'de olduğu gibi, bu nesnenin her bir noktasından küresel ışınlar çıkacaktı. Aslında ışık kaynağını bir nokta olarak düşünmek Takîyüddîn için de son derece kolay ve onun çok yatkın olduğu bir yöntemdir. Nitekim onun ışığın mahiyetiyle (doğa-

44 Dalga sınırı kavramının tanımı için bkz. *Fizik Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1983, s. 43.

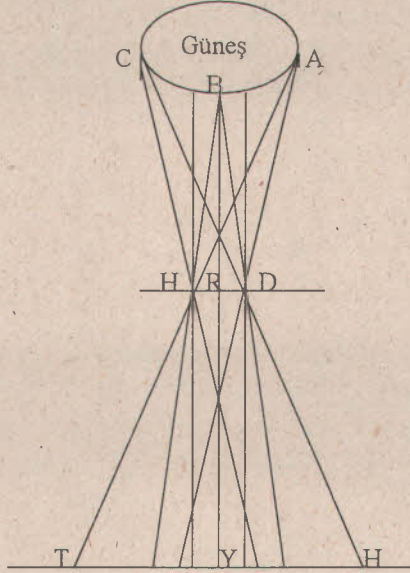
45 Huygens, *Treatise on Light*, ss. 561-562.

sı) ilgili açıklamalarında bu durum ayrıntılı olarak tartışılmıştı. Ancak onun nokta kaynak yerine bir nesneyi göz önüne almasının tamamen pedagojik amaçlı olduğunu, yani düşündüğünü daha rahat anlatabilmek için bu yolu seçtiğini belirtmek yanlış olmaz. Öyle ki, onun bu konuya yönelik olarak çizdiği şekli göz önüne aldığımızda, ABC Güneşin kütesini simgelemekte ve bu kütledeki her bir noktadan küresel ışınlar çıkmaktadır. Yani eğer kütlede kendisini değil de üzerindeki bir noktayı göz önüne almış olsaydık bu durumda, tıpkı Huygens'de olduğu gibi o noktadan bir ışık dalgası ya da küresi çıkmış olacaktı. Böylece her iki bilim adamının anlatımlarının benzer olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, Takîyüddîn'e oranla doğal olarak, Huygens'deki bilgi birikiminin daha fazla olduğunu ve açıklamalarının da o oranda ayrıntı kazandığını da belirtmek gerekmektedir. Örneğin Takîyüddîn'de bir dalga sınırı kavramına açıkça rastlayamamaktayız. Aynı şekilde belirli bir zamanda, belirli bir uzaklığa ulaşan dalga sınırındaki her bir noktanın da ikincil dalgacıklar yayacağı düşüncesi de Takîyüddîn'de yer almamaktadır. Bunun nedeni de Takîyüddîn'in konuya yönelik yeterince ayrıntı vermemesidir. Ancak, yine de küresel yayılım düşüncesinin Takîyüddîn tarafından çok açık olarak savunulması ve eğer ışınlar küresel yayılmasaydı yalnızca belirli yönde yayılırdı gerekçesinin Huygens'den önce konuya yönelik atılmış önemli bir adımı oluşturduğu da çok açık bir gerçektir.

Şimdi bu noktada şu soruyu sormak gerekmektedir: Küresellikle doğrusal yayılım nasıl bağdaştırılmaktadır? Bu konuda Huygens şunları belirtmektedir:

Her şeyden önce bir dalganın her parçası, uçları her zaman ışıklı noktadan çizilen doğru çizgiler arasında kalacak şekilde yayılır. Bu şekle göre, merkezi A noktası olan BG parçası, ABC ve AGE çizgileri tarafından sınırlanmış CE yayından yayılacaktır. Buradan HB ve GI'yi opak bir nesne ve BG'yi de delik olarak tasarlırsak, dalgaların doğrusal yollarından sapmaksızın doğrudan doğruya geçecekleri ortaya çıkar. BG deliğini ne kadar küçük yaparsak yapalım..... öyle görünmektedir ki, dalganın her küçük parçası zorunlu olarak ışık noktasından çıkan doğru çizgiyi izleyerek ilerler. Şu halde ışık ışınlarını sanki doğru çizgiler gibi varsayabiliriz.⁴⁶

Burada kısaca anlatılan, bir noktadan çıkan dalganın o noktadan çizilen doğrularca sınırlanmakta ve bu doğrular boyunca yayılmakta olduğudur. Demek ki ışınlar kaynağından küresel olarak çıkmakta ve doğrusal olarak yayılmaktadır.



Şekil 4 Takıyüddîn'e göre ışın konilerinin oluşumu

Bu anlatım, Takıyüddîn'in aşağıda ayrıntısı verilen açıklamalarıyla tamamen bağdaşmaktadır. Takıyüddîn'in konuya yönelik sunduğu çizim ve buna dayanarak yaptığı açıklama şöyledir: ABC Güneş, HD delik TH'de ışınların delikten sızıp üzerine düştükleri duvardır. A ve C noktaları ise HD deliğine ışınların geldiği sınırlardır. H ve T noktaları da delikten sızan ışınların sınırlandığı iki noktadır. Güneşin ABC kesitinde çıkan ışıklardan bir kısmı paralel doğrularda (şekilde BY'ye paralel olanlar), bir kısmı birbirleriyle kesişen doğrularda (şekil 4'te C ve A noktalarından çıkan çizgiler) ve bir kısmı da birbirlerinden uzaklaşan doğrularda (şekilde B noktasından çıkan çizgiler) ilerleyecektir. Bu durumda BY deliğin merkezinden geçen ve duvardaki aydınlık alanı da iki eşit parçaya bölen doğru (eksen) olacaktır. Bu durumda BY'yi sabit tutup, sınırlardan geçen çizgileri de tam bir daire oluşturacak şekilde döndürdüğümüzde ADCH şeklinin Güneşin ABC kısmından gelen ışınların oluşturduğu bir koni olduğu görülür. Aynı şey deliğin diğer kısmı için de geçerlidir. ABC kıs-

mındaki ışıklardan DH deliğine gelenler ADCH konisinin iç kısmında birbirini kesen ışıkların toplamından ibarettir. Birbirinden uzaklaşan ışıklardan DH'ye gelenlerin miktarı ise ancak delikten girebilenler kadardır. Yani DH çapı bu ışıkların girişini oluşturur. Bu durumda dik ışın ister istemez deliğe paralel gelen ışıklar arasında olur. BH ve BD'nin dışında kalanlar ise zayıf ışıklardır. CH ve AT nin dışındakiler ise bunlardan da zayıftır. Eğer delik daha geniş hale getirilirse özellikle paralel gelenler çoğalacaktır.⁴⁷

Bu anlatılanlardan ışığın ışıklı nesnenin her noktasından küresel olarak çıkmasına karşın aydınlatmayı belirleyen ışığın dik ışın ve dike yakın ışıkların olduğu açıkça belirtilmektedir. Şu halde küresel yayılım bu doğrular boyunca olmaktadır. Yani ışık kaynağından küresel olarak çıkmakta ve paralel ışıkların belirlediği doğrular boyunca yayılmaktadır. Öyleyse, Huygens'in anlatımıyla noktalarsak ışık ışınları doğru çizgilerden oluşur.

Takîyüddîn, anlatımının doğruluğunu göstermek için ikinci bir deney daha düzenler. Konuyu çok daha açık ve anlaşılır hale getireceği için bu deneyi olduğu gibi sunuyoruz: Üzerinde delik bulunan bir levhayı, silindirik şekilde bir borunun ağzına, delik kısmı borunun ağzıyla örtülecek şekilde lehimleyelim. Bu durumda levha sabitleşmiş olur. Levhanın bulunduğu yöne büyük bir ateş alevi yerleştirelim; ve borunun diğer ucunda sızan ışığın düştüğü yere bakalım. Bu durumda ateşten çıkan uzantıların borunun ağzının tam karşısında ve doğrusal hatlarda olduğu ve oluşan aydınlık kısmın büyüklüğünün de borunun ağzının çapı kadar olduğu görülür. Eğer ateşi görüntüyü kaybetmeyecek kadar, kısmen hareket ettirecek olursak, bu durumda da yine diğer uçta sızan ışığı farklı olarak görmeyiz. Aynı şekilde, alevi küresel ve boruyu da bu kürenin dış çizgileri doğrultusunda hareket ettirdiğimizi varsayarak, bu iş yine böyle olur. Bu da ışığın küresel olarak yayıldığıнын, ışığın hem ışıklı nesnenin tümünden hem de kısımlarının her birinden yayıldığıнын kanıtıdır.⁴⁸

Bu son cümle söylenecek fazla şey bırakmamaktadır. Ayrıca, bu tür bir yaklaşımın Takîyüddîn tarafından ilk kez ortaya konulduğu da yine Takîyüddîn'in kendisi tarafından belirtilmektedir. Şu alıntı bunu göster-

47 Takîyüddîn, *Kitabu Nur*, Oxford varak no, 7b; Süleymaniye varak no, 6b-7a.

48 Takîyüddîn, *Kitabu Nur*, Oxford varak no, 7b; Süleymaniye varak no, 6b-7a.

mektedir. Bilinmelidir ki, bilim adamları **Gölge ve Karanlık**⁴⁹ adıyla, konuya özgün makaleler yazmışlardır. Ancak onlar DH'yi (yani deliği) gölgesi HT üzerine düşen opak bir nesne olarak aldılar. Bu durumda, konunun tersi bir konum olması ve deneyinde bütünüyle farklı olması nedeniyle, hüküm de bizim hükmümüzün tersi bir hüküm olmuştur.⁵⁰

Ayrıca Takîyüddîn'in bu bölümdeki açıklamalarından onun ışık tasarımını da çıkarmak olanaklıdır. O burada kendisine kadar gelen dönem içerisinde, özellikle de İslam Dünyası'nda İbnü'l-Heyssem ve İbn Sînâ tarafından geliştirilmiş olan ışık ve türlerine ilişkin kavramları ele alarak yalınlaştırmak yoluyla daha anlaşılır kılmaya çalışmıştır. Bunu yaparken de her bir ışık türünün nitelikleri ve yayılımı konusunu da tartışmayı ihmal etmemiştir. Bu yönüyle onun açıklamalarının diğer iki bilim adamına oranla daha ayrıntı kazandığını belirtmek yerinde olur.

KAYNAKÇA

Akarsu, Bedia, *Felsefe Terimleri Sözlüğü*, TDK, Ankara, 1979.

Boyer, Carl B., *The Rainbow, from Myth to Mathematics*, Princeton, New Jersey, 1987.
Fizik Terimleri Sözlüğü, TDK, Ankara, 1983.

Huygens, C., *Treatise on Light*, çev. Silvanus P. Thompson, Great Books of the Western World, Robert Maynard Hutchines, (ed.), 1952..

İbnü'l-Heyssem, *Işık Üzerine*, (İng.) çev. M. F. Quraishi, *ibn al-Haitham*, Karachi, Pakistan, 1970.

-----, *Kitâb el-Menâzır*, Ayasofya, 2448, (yazma).

-----, *Kitâb el-Menâzır*, İng. çev. A.I.Sabra, *The Optics of Ibn al-Haytham*, Introduction, Commentary, Glossaries, Cocordance, Indices, London, 1989.

Kemâlüddîn el-Fârîsî, *Tenkîh el-Menâzır*, 2 Cilt, Haydarabad, 1927.

49 İslâm Dünyası'nda, bazı bilim adamları, ışık ışınlarının doğrusal olarak yayıldığını gösterebilmek için gölgelerden yararlanma yoluna gitmişlerdir. Bu ilgiyi gösteren bilim adamlarından ikisi el-Kindî ve İbnü'l-Heyssem'dir. Özellikle İbnü'l-Heyssem *Gölge ve Karanlık*, *Gölgelerin Nitelikleri* gibi makaleler kaleme almıştır. Bkz. Suter, *Heinrich, Die Matematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke*, Leipzig, 1900, ss. 91-95; Max, von Krause, *Stambuler Handschriften Islamischer Mathematiker*, Eingegangen, 1935, ss. 474-479; Sabra, A. I., *Ibn al-Haytham, Dictionary of Scientific Biography*, 6, New York, 1972, s. 206. El-Kindî'nin gölgelerle ilgili çalışması için bkz. Lindberg, 1976, s. 20.

50 Takîyüddîn, *Kitabu Nur*, Oxford varak no, 7b-8a; Süleymaniye varak no, 6b-7a.

- Max**, von Krause, *Stambuler Handschriften Islamischer Mathematiker, Eingegangen*, 1935.
- Nelkon**, M. & Parker, P., *Advanced Level Physics*, London, 1971
- Pecham**, John, *Perspectiva Communis*, İng. Çev. D.C. Lindberg, John Pecham and Science of Optics, The University of Wisconsin Press, 1979.
- Sabra**, A. I., "Ibn al-Haytham," *Dictionary of Scientific Biography*, 6, New York, 1972.
- Sayılı**, Aydın, "İbn Sîna'da Işık, Görme ve Gökkuşaağı," *İbn Sîna Doğumunun bininci yılı Armağanı*, T.T.K., Ankara, 1984.
- Shapiro**, Alan E., Kinematics Optics; A study of the Wave Theory of Light in the Seventeenth Century, *Archive for History of Exact Sciences*, 11, 1973.
- Suter**, Heinrich, *Die Matematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke*, Leipzig, 1900.
- Topdemir**, Hüseyin Gazi, "İbnü'l-Heysem'in Optik Araştırmaları", *Bilim ve Felsefe Me-tinleri*, cilt 1, sayı 1, 1992.
- , "Kamâl al-Dîn al Fârîsî's Explanation of the Rainbow", *Bilim ve Felsefe Me-tinleri*, cilt 1, sayı 2, 1992.
- , "Kemâlüddîn el-Fârîsî'nin Gökkuşaağı Açıklaması", *A.Ü. D.T.C.F. Dergisi*, 33, sayı 1-2, 1990.
- , *Işığın Niteliği ve Görme Kuramı Adlı Bir Optik Eseri Üzerine Araştırma*, Ankara, 1994, (yayınlanmamış doktora tezi).
- Winter**, H. J. J., "The Optical Researches of ibn al-Haitham," *Centaurus*, 3, 1954.
- Wolf**, A., *History of Science, Technology and Philosophy in the 16th and 17th Centuries*, cilt 1, Gloucester, Mass., 1968.

